

LÕPPARUANNE
2023

TUUMAENERGIA
TÖÖRÜHM

TUUMAENERGIA KASUTUSELEVÕTMISE VÕIMALUSED EESTIS

SISUKORD

SISUKORD **2**

LÜHENDID **6**

KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED **8**

SISSEJUHATUS **12**

1. RIIKLIKU SEISUKOHA KUJUNDAMINE **15**

1.1 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA EESMÄRK JA KOOSSEIS 15

1.2 IAEA INIR EKSPERTMISSIOON TET TEGEVUSE HINDAMISEKS 17

1.3 VÄIKESED MOODULREAKTORID (SMR) 18

1.3.1 Eestile sobiva tehnoloogia valik 20

1.4 EESTI LÄHIRIIKIDE JA EL SUUREMATE RIIKIDE ENERGIAPOLIITIKA HETKESEIS JA TULEVIKUSUUNAD 21

1.5 TUUMAENERGIA VAJADUS JA POTENTSIAAL 21

1.5.1 Kliimamuutuste leevendamine 22

1.5.2 Kliimamuutustega kohanemine 23

1.5.3 Vesiniku tootmine ja kaugküte 24

1.6 TUUMAENERGIA KASUTUSELEVÕTU PÕHIMÕTTELINE OTSUS 25

2. TUUMAOHUTUS **27**

2.1 TUUMAVASTUTUS 27

2.2 TUUMAOHUTUSE TAGAMINE TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL 29

3. JUHTIMINE **31**

3.1 JUHTIMISSÜSTEEM TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL 31

3.1.1 Tuumajaama omaniku/käitaja juhtimissüsteem 32

4. RAHASTAMINE **33**

4.1 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA RAHASTAMINE 33

4.1.1 Tuumaenergia töörühma kulutused EL struktuurifondide vahenditest 33

4.1.2 Tuumaenergia töörühma riigieelarvelised kulud 34

4.1.3 Tuumaenergia töörühma mitterahalised toetused 35

4.1.4 Tuumaenergia töörühma rahastamine tuumaprogrammi rakendamisel 36

4.2 TUUMAELEKTRIJAAMA EHITUSE RAHASTAMINE 37

4.2.1 Aktsiakapital ja potentsiaalsed investorid 38

4.2.2 Laenukapital 38

4.2.3 Tuumaelektrijaamas toodetava elektri hind 39

4.3 RISKID 41

4.3.1 Tuumajaama omaniku/käitaja pankrotirisk 42

4.3.2 Investeerimisriskid 43

4.4 RISKIDE LEEVENDAMISSTRATEEGIAD 44

4.4.1 Riigi osalus tuumaelektrijaama rajamisel 45

4.5 TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISE RIIGIEELARVELISED KULUD 46
4.5.1 Pääste- ja tehnilise võimekuse arendamise kulud 47
4.6 TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISE RIIGIEELARVELISED TULUD 48

5. ÕIGUSRAAMISTIK 51

5.1 TUUMAENERGIA JA -OHUTUSE SEADUS (TEOS) 52
5.2 TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL MUUTMIST VAJAVAD ÕIGUSAKTID, KONVENTSIOONIDEST JA EL DIREKTIIVIDEST TULENEVAD TÄIENDAVAD NÕUDED 54
5.3 TERVIKLIKU ÕIGUSRAAMISTIKU VÄLJATÖÖTAMISE AJAKAVA JA KULUDE PROGNOOS 55

6. TUUMARELVADE LEVIKU TÕKESTAMINE 56

6.1 KAITSEMEETMETE RAKENDAMINE EESTIS 56
6.2 KAITSEMEETMETE RAKENDAMINE TUUMAPROGRAMMIS 58

7. KIIRGUSKAITSE 61

7.1 KIIRGUSKAITSE TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL 62

8. REGULATIIVNE RAAMISTIK 64

8.1 REGULATIIVNE RAAMISTIK TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL 64
8.1.1 Tuumaregulaator 64
8.2 TUUMAENERGIA OHUTUST REGULEERIVA ASUTUSE ÜLESANDED JA KOHUSTUSED 66
8.3 TUUMAREGULAATORI STRUKTUUR JA PERSONAL 67
8.4 TEGEVUSED REGULAATORI LOOMISEKS TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL 69
8.4.1 Regulaatori loomise õiguslikud alused 69
8.4.2 Regulaatori eelarve 70
8.4.3 Alternatiivne lähenemine Eesti tuumaregulaatori loomisele 71

9. ELEKTRIVÕRK JA TUUMAENERGIA SOBIVUS EESTI ENERGIAPORTFELLI 73

9.1 EESTI ELEKTRISÜSTEEM 73
9.2 TARBIMINE JA TOOTMINE EESTI ELEKTRISÜSTEEMIS 74
9.3 VARUSTUSKINDLUS 75
9.4 OLEMASOLEVAD TOOTMISSEADMED ELEKTRIVÕRGUS 77
9.5 UUTE TOOTMISSEADMETE ÜHENDAMINE 78
9.6 ELEKTRIVÕRGUGA LIITUMISE KULUD 78
9.7 LIITUMISE AJAKULU 79
9.8 TUUMAENERGIA SOBIVUS EESTI ELEKTRISÜSTEEMI 79

10. INIMRESSURSSIDE ARENDAMINE 81

10.1 OLEMASOLEVAD KOOLITUSPROGRAMMID 81
10.1.1 Tuumaenergia töörühma koolitustegevused 83
10.2 OLEMASOLEVAD INIMRESSURSID MAJANDUSSEKTORITES JA TÖÖJÕUPROGNOOS 83
10.2.1 Tööjõuturu väljavaated ja vajadused 84
10.3 TUUMAREGULAATORI PERSONALIVAJADUSED JA PÄDEVUSTE ARENDAMINE 86
10.4 TUUMAJAAMA KÄITAJA PERSONAL 86
10.5 PERSONALISTRATEEGIA 88
10.6 RIIKLIKU VÕIMEKUSE ARENDAMINE 89

10.7 RIIKLIKU VÕIMEKUSE ARENDAMISE RAHASTAMINE 91

11. SIDUSRÜHMADE KAASAMINE JA KOMMUNIKATSIOON 94

11.1 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA KOMMUNIKATSIOONI-STRATEEGIA 94
11.2 MEELSUSUURINGUD 95
11.3 KOMMUNIKATSIOONI- JA KAASAMISTEGEVUSED 96
11.4 KOMMUNIKATSIOONITEGEVUSED TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL 98

12. ASUKOHT JA TUGIRAJATISED 99

12.1 SMR ASUKOHA RUUMIANALÜÜS 100
12.2 RADIOAKTIIVSETE JÄÄTMETE LÕPPLADUSTUSPAIGAD 102
12.3 TUUMKÜTUSE TRANSPORT 103
12.4 TUUMAELEKTRIJAAMA SOTSIAALMAJANDUSLIK MÕJU KOHALIKULE KOGUKONNALE 104
12.5 SOOVITUSED EDASISTEKS TEGEVUSTEKS ASUKOHAVALIKUL 104

13. KESKKONNAKAITSE 107

13.1 KESKKONNAKAITSEGA SEOTUD ÕIGUSLOOME 107
13.2 RAHVUSVAHELISED KOHUSTUSED 107
13.3 TEOSTATUD UURINGUD JA ANALÜÜSID 109
13.4 TUUMAJAAMA OLELUSRINGI KESKKONNAMÕJU 110
13.5 EDASISED SAMMUD TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL 111

14. HÄDAOLUKORDADEKS VALMISOLEK 112

14.1 KIIRGUSHÄDAOLUKORDADEKS VALMISOLEKU TAGAMINE 112
14.2 TUUMAJAAMADE OHUTUS 114
14.3 KIIRGUSHÄDAOLUKORDADELE REAGEERIMINE, SÜNDMUSTE LAHENDAMINE JA SEIRE 115
14.4 HÄDAOLUKORDADEKS VALMISOLEK TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL 118

15. TUUMAJULGEOLEK 120

15.1 TUUMAJULGEOLEKU TAGAMINE TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL 120

16. TUUMKÜTUSE TSÜKKEL 123

16.1 TUUMKÜTUSE TOOTMINE (*FRONT END*) 123
16.2 TUUMKÜTUSE TARNEKINDLUSE TAGAMINE 123
16.3 KASUTATUD TUUMKÜTUSE KÄITLEMINE (*BACK END*) 125

17. RADIOAKTIIVSETE JÄÄTMETE KÄITLEMINE 127

17.1 RADIOAKTIIVSETE JÄÄTMETE ÕIGUSLIK REGULEERIMINE 127
17.2 KASUTATUD TUUMKÜTUS EHK TUUMAJÄÄTMED 128
17.3 TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL TEKKIVATE RADIOAKTIIVSETE JÄÄTMETE TEKE JA KÄITLEMINE 129
17.3.1 Suletud ja avatud kütusetsükkel 130
17.4 KASUTATUD TUUMKÜTUSE PIKAAJALISE OHUTUSE TAGAMINE 131
17.4.1 Radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise ja jaama dekomissioneerimise fond 131

18. TÖÖSTUSE KAASAMINE 134

18.1 EESTI TÖÖSTUSETTEVÕTETE POTENTSIAAL TUUMAELEKTRIJAAMA EHITAMISEL OSALEMISEKS 134
18.2 RIIGI ROLL TÖÖSTUSSEKTORI KAASAMISEL 135

19. HANKED 137
19.1 HANGETE LÄBIVIIMISEL JULGEOLEKURISKIDEGA ARVESTAMINE 137
19.2 RIIGIHANKED 138

20. TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISE AJA- JA TEGEVUSKAVA 139
20.1 I ETAPP: ANALÜÜS JA KAALUTLUSED 141
20.2 II ETAPP: ETTEVALMISTAVAD TEGEVUSED 141
20.3 III ETAPP: TEGEVUSED TUUMAELEKTRIJAAMA KASUTUSELEVÕTMISEKS 142
20.4 ETAPPIDE EELARVE 143

LISA 1: TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA LIIKMED PERIOODIL 2021-2023 145

LISA 2: RAHVUSVAHELISE AATOMIENERGIAAGENTUURI (IAEA) 23.–30.10.2023 INIR-MISSIOONI ETTEPANEKUD JA SOOVITUSED 148

LISA 3: EESTI LÄHIRIIKIDE JA EL SUUREMATE RIIKIDE ENERGIASEKTORI ARENGUTE KAARDISTUS 152

LISA 4: RIIGIEELARVELISED KULUD TUUMAENERGIA KASUTUSELEVÕTUKS AASTATEL 0-11 157

LISA 5: TET LÕPPARUANDES KASUTATUD ANALÜÜSID, STRATEEGIAD JA UURINGUD 164

LÜHENDID

3S	tuuma- ja kiirgusohutus, tuumajulgeolek ja kaitsemeetmeted (ingl k *nuclear safety, security and safeguards*)
BWR	keevveereaktor (ingl k *boiling water reactor*)
CBRN	keemilised, bioloogilised, radioloogilised ja tuumamaterjalid (CBRN - ingl k *Chemical, Biological, Radioalogical and Nuclear*)
CfD	vahelepingud (ingl k *Contract for Differences*)
CNS	tuumaohutuse konventsioon (ingl k *Convention on Nuclear Safety*)
CNSC	Kanada tuumaregulaator (ingl k *Canadian Nuclear Safety Commission*)
CSC	tuumavastutuse konventsioon (ingl k *Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage*)
ECA	ekspordikrediidi agentuur (ingl k *Export Credit Agency*)
ELINI	Euroopa Tuumatööstuse Vastutuskindlustus (ingl k *European Liability Insurance for the Nuclear Industry*)
EMANI	Euroopa Tuumakindlustuse Vastastikune Ühing (ingl k *European Mutual Association for Nuclear Insurance*)
ENEF	Euroopa Tuumaenergia Foorum
ENMAK	energiamajanduse arengukava
EURATOM	Euroopa Aatomienergiaühendus (ingl k *European Atomic Energy Community*)
FIRST	USA välisministeeriumi väikeste moodulreaktorite vastutustundliku kasutamise programm (ingl k Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor Technology)
HTM	Haridus- ja Teadusministeerium
IAEA	Rahvusvaheline Aatomienergiaagentuur (ingl k *International Atomic Energy Agency*)
ICDS	Rahvusvaheline Kaitseuuringute Keskus SA
IEA	Rahvusvaheline Energiaagentuur (ingl k *International Energy Agency*)
IMS	integreeritud juhtimissüsteem
INIR	tuumaenergia kasutuselevõtu taristu ülevaatemissioon (ingl k *Integrated Nuclear Infrastructure Review)*
IRRS	tuumaenergia taristu terviklikku toimimist hindav missioon (ingl k *Integrated Regulatory Review Service*)
JAIF/JICC	Jaapani Majandus-, kaubandus- ja tööstusministeeriumile kuuluv tuumaenergia koostöökeskus (ingl k *JAIF International Cooperation Center*)
KBFI	Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut
KeA	Keskkonnaamet
KeHJS	keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus

KeM	Keskkonnaministeerium
KKO	Keskkonnaameti kliima- ja kiirgusosakond
KLIM	Kliimaministeerium
KMH	keskkonnamõjuhinnang
KORAK	Kiirgusohutuse Riiklik Arengukava
KSH	keskkonnamõju strateegiline hindamine
LCOE	tasandatud elektrikulu (ingl k *Levelized Cost of Electricity*)
METI	Jaapani Majandus-, Kaubandus- ja Tööstusministeerium (ingl k *Ministry of Economy, Trade and Industry*)
MOX-kütus	segatud oksiidkütus, mis sisaldab plutooniumi lisanditega naturaalset või taaskasutatavat uraani (ingl k *Mixed Oxide Fuel*)
NEA	OECD Tuumaenergiaagentuur (ingl k *Nuclear Energy Agency*)
NRC	USA tuumaregulaator (ingl k *Nuclear Regulatory Commission*)
OECD	Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsioon (ingl k *Organisation for Economic Co-operation and Development)*
PPA	elektri ostuleping (ingl k *Power Purchase Agreement)*
PWR	surveveereaktor (ingl k *pressurized water reactor*)
REKK	riiklik energia- ja kliimakava
REP	riigi eriplaneering
RTK	Riigi Tugiteenuste Keskus
SDR	Rahvusvahelise Valuutafondi arvestusühik
SEED	tuumajaama asukoha ja seda mõjutavate väliste sündmuste ülevaatemissioon (ingl k *Site and External Events Design Review Service*)
SMR	väike moodulreaktor (ingl k *Small Modular Reactor, SMR*)
SSAC	riiklik tuumamaterjali arvestuse ja kontrolli süsteem (ingl k *State's System of Accounting for and Control of Nuclear Material*)
STUK	Soome kiirgusohutuskeskus ehk tuumaregulaator (soome k *Säteilyturvakeskus*)
T&A	teadus- ja arendustegevus
TEOS	tuumaenergia ja -ohutuse seadus
TET	tuumaenergia töörühm
TTJA	Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet
TÜ	Tartu Ülikool
WANO	Maailma Tuumakäitajate Liit (ingl k *The World Association of Nuclear Operators*)

KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

TET analüüsis Eestisse tuumaelektrijaama rajamise võimalusi vastavalt Rahvusvahelise Aatomienergiaagentuuri (IAEA) juhendile NG-G-3.1 (Rev.1) „Teekaart riikliku tuumaenergia taristu arendamiseks“[1] (edaspidi *Teekaart*), mis näeb ette 19 teemapunkti läbi kaalumist. Eestis oleksid sobivad väikesed moodulreaktorid (SMR – ingl k *Small Modular Reactor*), mille võimsus jääb alla 400 MVA (400 MW)[2].

Eestile sobiva SMR tehnoloogia valikul tuleks TET hinnangul arvesse võtta järgmisi tingimusi ja kaalutlusi:

- **Ohutus**
  valida tehnoloogia, mis tagab kõrgeimad ohutusstandardid. See hõlmab passiivseid ohutussüsteeme, mis tagavad reaktori jahutuse ka elektrivarustuse katkemise korral.
- **Sobivus elektrivõrku**
  Eesti elektrisüsteemi ühendatava tootmismooduli ühikvõimsus ei või olla suurem kui 400 MVA.
- **Tehnoloogia küpsusaste**
  eelistada tehnoloogiat, mis on juba kuskil loamenetluse läbinud, millega on juba praktiline kogemus, tagamaks töökindlust ja vähendamaks riske.
- **Majanduslik tasuvus**
  arvesse tuleb võtta investeeringute kogukulusid, käitamiskulusid, kütusekulusid ning võimalikke dekomissioneerimise kulusid.
- **Keskkonnamõju**
  valitav tehnoloogia peaks olema võimalikult väikese keskkonnamõjuga, pakkudes madalat süsinikuheite taset ja väikest jäätmete hulka.
- **Juhitavus**
  tehnoloogia peaks pakkuma paindlikku ja modulaarset lähenemist, võimaldades reaktori võimsust vastavalt vajadusele suurendada või vähendada.
- **Kütus**
  arvestama peab kütuse varustuskindlusega, selle päritoluriigi ja kütuse tootmise keskkonnajalajälje, samuti kasutatud kütuse käitlemise ja lõppladustamise võimalustega.
- **Geopoliitilised kaalutlused**
  arvestada tuleb ka geopoliitilisi aspekte, milles välistatakse teatud riikide tarnijad ning analüüsitakse koostöövõimalusi tehnoloogia tarninud riigi, teiste tuumariikide ja rahvusvaheliste organisatsioonidega.
- **Tulevikuperspektiivid ja tarneahel**
  tehnoloogia valikul tuleb silmas pidada ka pikema ajalisi perspektiive, nagu tehnoloogia evolutsioon ja koostöövõimalused teiste riikidega SMR-i komponentide tootmiseks ning tarneteks.

Esimesed Eestile tinglikult sobivaks peetavad reaktorid alustavad tööd käesoleva kümnendi lõpus. Tehnoloogia valikul on oluline lähtuda kogemustest ja kütuse tarnekindlusest. Kuigi tuumajaam ei valmi piisavalt kiiresti, et panustada 2030. aasta kliimaeesmärkidesse, võib see aidata saavutada 2040. aasta (kaalumisel) ja 2050. aasta eesmärke ning panustab juhitava tootmisvõimsusena varustuskindlusesse.

[1] https://www.iaea.org/topics/infrastructure-development/milestones-approach

[2] MVA arvestab nii aktiiv- kui reaktiivvõimsust ja on seotud elektriseadmete nimivõimsusega, samas kui MW keskendub ainult aktiivvõimsusele ja seda kasutatakse energia tootmise või tarbimise mõõtmiseks.

Põlevkivijaamad ei ole 2030ndate teises pooles enam jätkusuutlikud ega konkurentsivõimelised, gaasijaamade puhul tekib küsimus nende keskkonnanõuetele vastavusest ning järk-järgulisest üleminekust biogaasile ja vesinikule, mis on tavalisest maagaasist kallim. Gaasijaamad on süsteemi toetamiseks ja kiirete sagedusreservide pakkumiseks vajalikud, kuid suures mahus baaskoormuse katmiseks oleks tuumajaam elektrihinna seisukohast soodsam lahendus. Eestis lisandub elektrisüsteemi suur hulk taastuvenergiat, kuna riik on seadnud eesmärgi toota 2030. aastaks taastuvenergiat sama palju kui tarbitakse (üle 10 TWh). Sellegipoolest tekivad tuuleenergia ulatusliku kasutamise vallas tuulepuuduse perioodidel vältimatud tootmiskatkestused ja praegune salvestustehnoloogia ei ole nende katkestuste kompenseerimiseks piisav. SMR-id on tehniliselt juhitavad, pakkudes süsteemi baaskoormusele lisaks ka sagedusreservi. Juhitavuse funktsiooni abil on võimalik muuta väljundvõimsust vastavalt elektrivõrgu muutuvatele nõudmistele. Salvestustehnoloogiaga integreerituna suurendavad SMR-id oluliselt reservvõimsust. Need reaktorid pakuvad lisaks süsteemi inertsi võimekust, mis võib tulevikus väiksema elektrisüsteemi jaoks olla ülioluline, kuigi praegu täidavad seda rolli kolm sünkroonkompensaatorit. Lisaks nähakse tuumaelektrijaamade elektri ja protsessisoojuse kasutamisel märkimisväärset potentsiaali vesiniku tootmiseks ja kaugkütteks, eriti süsinikuneutraalsuse poole püüdlemisel.

Riik peab tegema teadliku otsuse tuumaenergia kasutuselevõtu kohta, toetudes laiale poliitilisele konsensusele. Riigikogu saab otsustada, kas toetada tuumaenergia programmi algatamist, mis hõlmab regulatiivse ja õigusraamistiku loomist, planeerimisprotsesside algatamist ja sobiva tehnoloogia ning arendaja valikut.

Eesti praegune õiguslik ja reguleeriv raamistik tuuma- ja kiirgusohutuse valdkonnas on piisav praeguste tegevuste jaoks, kuid tuumaprogrammi käivitamine nõuab keerukamate tegevuste reguleerimist ja uute meetmete rakendamist. Luua tuleb sõltumatu tuumaenergia ohutust reguleeriv asutus, kus töötaks käitamisperioodil kokku ca 80 inimest. Lisaks olemasolevale 18 Keskkonnaameti kliima- ja kiirgusosakonna töötajale, kes liidetakse uue asutuse koosseisu, tuleks sinna juurde palgata üle 60 uue töötaja. Sealhulgas paarkümmend tuumaenergia valdkonna spetsialisti, kellest osad tuleksid vähemalt esimestel aastatel välismaalt.

Riigieelarvelised kulud tuumaprogrammi rakendamiseks hõlmavad kulusid regulaatorile, õigusraamistikule, poliitikakujundamisele ja tehnilise võimekuse loomisele. Riigieelarvesse laekuvad tulud hakkaksid eelnimetatud kulusid eeldatavasti ületama tuumaelektrijaama ehituse etapis. Riigikogu põhimõttelisele otsusele järgnevatel aastatel kuni tuumajaama käitamiseni ulatuksid 9–11 aastase perioodi vältel riigieelarvelised kogukulud kokku kuni 73 miljoni euroni, millele lisanduvad pääste- ja tehnilise võimekuse väljaarendamise kulud, mille täpne hindamine on praeguses etapis keeruline, sest puuduvad võrdlusandmed ja standardid. Suurtes, üle 1000 MWth tuumaelektrijaamades tekkida võivate hädaolukordade stsenaariumitele tuginedes võivad pääste- ja tehnilise võimekuse arendamise kulud 10 aastase perioodi peale kokku ulatuda kuni 54 miljoni euroni.

Tuumajaama rajamine nõuab laiaulatuslikku pädevuste arendamist, sealhulgas rahvusvahelise koostöö kaudu omandatavaid teadmisi ja kogemusi. Arvestada on vaja ka hädaolukordadeks valmisoleku ja julgeoleku aspektidega. Tuumaprogrammi rakendamiseks on vaja luua tuumajulgeoleku ja hädaolukorraks valmisoleku pädevuse mudel ning suurendada valdkondlikke eksperditeadmisi. Lisaks olemasoleva ressursi võimestamisele on vaja arendada ka hübriid- või sõjalise ohu tingimustes vajalikke võimeid. Nii tuumaohutuse kui -julgeoleku alase seadusandliku ja administratiivse regulatsiooni rakendamise eest vastutaks loodav tuumaregulaator.

Ühe potentsiaalse arendaja eesmärgiks on rajada 600 MWe koguvõimsusega, kahe reaktoriga (2x300 MWe), tuumaelektrijaam erakapitalil põhineva rahastusega hiljemalt 2030ndate aastate keskpaigas. Tuumajaama planeeringus arvestatakse küll kuni 1200 MW-ga ehk kuni 4 reaktoriga, kuid Balti elektrituru väiksust, riiklikke taastuvenergia ja varustuskindluse eesmärke ning Euroopa süsinikheiteta

vesiniktoodete turu tõenäolist arengut silmas pidades, kavandatakse 3. ja 4. reaktori võimalikku rajamist elektritootmise asemel vesiniktoodete turule.

Tuumaelektrijaama varustuse ja teenuste hangetele rakenduvad eritingimused, mis hõlmavad julgeoleku aspekte ja vastavad riigihangete seadusele.

Tuumaenergia kasutuselevõtt nõuab põhjalikku planeerimist, laialdast koostööd ja teadlikke otsuseid. Tuumaenergia kasutuselevõtt riigis, kus puudub sellekohane varasem kogemus ja vajalik taustsüsteem, nõuab aastatepikkust ettevalmistust ning tuumaelektrijaamast elektritootmise alguseni kuluks vähemalt 9–11 aastat.

Tuginedes tuumaenergia töörühma perioodil 2021–2023 läbiviidud analüüsidele ja IAEA tuumaenergia kasutuselevõtu taristu ülevaatemissiooni (INIR) käigus saadud tagasisidele, on tuumaenergia töörühma järelduseks, et tuumaenergia kasutuselevõtt Eestis on teostatav. Selle eelduseks on õigeaegne planeerimine, piisav rahastus (sh erasektori investeeringud), poliitiline ning rahva toetus. Tuumaenergia kasutuselevõtt toetab Eesti 2050. aasta kliimaeesmärkide täitmist ja varustuskindluse tagamist.

Olulised tegurid, mis muudavad tuumaenergia lisaks taastuvenergiale Eesti jaoks perspektiivseks valikuks, on järgmised:

- **Energiasõltumatus ja varustuskindlus**
  taastuvenergia süsteemid sõltuvad päikese ja tuule muutlikest tingimustest ning vajavad täiendavaid ressursse, et tagada pidev elektrivarustus. Tuumaenergia pakub stabiilset ja pidevat elektritootmist, mis aitab tagada Eesti energiasõltumatuse ning varustuskindluse ka äärmuslike ilmastikutingimuste korral.
- **Kliimaneutraalsuse saavutamine**
  kuigi taastuvenergia on oluline samm kliimaneutraalsuse suunas, ei pruugi see üksi olla eesmärgi saavutamiseks piisav. Tuumaenergia on juhitav madala süsinikuheitega elektritootmise viis, mis võimaldab Eestil jõuda kliimaneutraalsuse eesmärkideni. Lisaks elektritootmisele, võimalusel ka teistes sektorites, nt kaugkütte tagamisel.
- **Energiatarbimise tasakaalustamine**
  taastuvenergia allikate, nagu päikese ja tuule, juhitamatus tekitab energia tootmises kõikumisi. Tuumaenergia tasakaalustaks taastuvenergia kõikumisi ja tagaks stabiilse elektritarne.
- **Energia hind**
  kuigi tuumaelektrijaama ehitamine võib esialgu nõuda suuremaid investeeringuid, toodab tuumaenergia elektrit pikas perspektiivis madalamate kuludega, võrreldes mõnede taastuvenergiaallikatega (nt meretuulepargid). See aitab tarbijatele, sh suurtarbijatele tagada elektri stabiilse ja soodsama hinna.
- **Teadus- ja arendustöö edendamine**
  tuumajaama ehitamine ja käitamine võimaldab Eestil arendada kõrgtehnoloogiat ja teadusvaldkonda, mis omakorda toob kaasa majandusliku kasu ning loob töökohti kohalikele elanikele.
- **Pikaajaline perspektiiv**
  tuumaenergia on tõestanud end kui pikaajaline ja jätkusuutlik lahendus paljudes maailma riikides. Sellel on potentsiaal tagada Eesti energiavarustus ka tulevastele põlvkondadele.

Samas kaasnevad tuumaenergia kasutuselevõtuga mitmed väljakutsed, mida Eesti peaks arvesse võtma:

1. **Ohutuse küsimused**
   tuumaelektrijaamade ohutus on rahva üks peamisi muresid. Kuigi tõsiste tagajärgedega õnnetuste esinemine on äärmiselt ebatõenäoline, tuleb tuumaelektrijaamade ehitamisel ja käitamisel nõuda kõrgeimate ohutusstandardite järgimist ning tagada, et kõik riskid oleksid minimeeritud.
2. **Jäätmete käitlemine**
   tuumaenergia tootmisega kaasnevad radioaktiivsed jäätmed, mis vajavad pikaajalist ohutut ladustamist. Isegi, kui tekkivate jäätmete hulk on väike, peaks Eesti välja töötama radioaktiivsete jäätmete käitlemise strateegia ja arvestama kasutatud tuumkütuse lõppladustuspaiga rajamisega.
3. **Kapitali- ja ajakulu**
   tuumaelektrijaama ehitamine nõuab suuri algseid investeeringuid ning pikka ettevalmistusperioodi. Projektide rahastamise tagamine ja ehituse ajakava järgimine võivad osutuda keeruliseks.
4. **Rahva meelsus ja poliitilised riskid**
   tuumaelektrijaamade rajamine võib kaasa tuua avaliku vastuseisu, eriti asukohavaliku protsessis. Muutuda võivad poliitilised seisukohad. Oluline on kaasata avalikkust otsustusprotsessi ja tagada piisav teavitamine.
5. **Alternatiivsete tehnoloogiate arendamine**
   kui tuumaelektrijaam on tööd alustanud, tuleb arvestada sellega võetud pikaajaliste kohustustega, mistõttu pole sellest energialiigist võimalik kiirelt loobuda. Kuigi tuumaenergia võib pakkuda stabiilset elektrivarustust, tuleks samal ajal jätkata investeerimist taastuvenergia tehnoloogiatesse ja energiatõhususse.
6. **Inimressursside arendamine**
   tuumaenergia kasutamiseks on vaja kõrgharidusega spetsialiste ja vastava kvalifikatsiooniga oskustööjõudu, kelle väljaõpe on aeganõudev ning keda tööjõu turul napib. Nii tuumaregulaator kui ka tuumajaama käitaja oleksid tuumaprogrammi rakendamise algusaastatel suuresti sõltuvad teistest riikidest imporditavast tööjõust.

Kokkuvõttes on oluline tagada, et tuumaenergia kasutuselevõtt ei kahjustaks taastuvenergia tootmise ja salvestamise võimsuste lisandumist ega põhjustaks heitkoguste vähendamise edasi lükkamist.

Tuumaenergia kasutuselevõtt võib anda olulise panuse Eesti kliimaeesmärkide saavutamisse, varustuskindluse ning energiasüsteemi stabiilsuse tagamisse, ilma et peaksime piirama taastuvenergia arendamist.

SISSEJUHATUS

Sõltumata kasutusele võetavast tehnoloogiast, hõlmab tuumaenergia kasutuselevõtmine pikaajalisi ettevalmistavaid tegevusi ning vähemalt 100 aastat jätkuvaid tegevusi. Tuumaenergia kasutuselevõtu võimalus peab sisalduma riigi energiamajanduse arengukavas.

Kiirgusseaduse § 79 kohaselt saab kiirgustegevusloa uue tuumakäitise käitamiseks taotleda pärast seda, kui Riigikogu on vastu võtnud tuumakäitise kasutuselevõtu otsuse. Elektrituru seaduse § 22 lõige 3 sätestab, et tuumaenergiat kasutava tootmisseadme abil võib elektrienergiat toota Riigikogu otsuse alusel.

Eesti konkurentsivõime säilitamiseks on hädavajalik liikuda süsinikuneutraalse elektritootmise suunas. Tuumaelektrijaam on üks võimalus süsinikuvaba elektri tootmiseks. Kuigi tuumaelektrijaam Eestis saaks reaalselt valmida järgmise kümnendi jooksul, ei aitaks tuumaenergia kasutuselevõtt otseselt kaasa aidata riigi 2030. aasta eesmärkide saavutamisele. Siiski võib see mängida olulist rolli 2040. aasta (kaalumisel) ja 2050. aastaks kavandatud eesmärkide saavutamisel ja varustuskindluse suurendamisel.

Kehtiv energiamajanduse arengukava (ENMAK) aastani 2030 ei välista ühegi turupõhiselt konkurentsivõimelise elektrijaama rajamist Eestisse. Tuumaelektrijaama rajamise stsenaariumiga on arvestatud ENMAK 2035 koostamisel. Eesti riiklik energia- ja kliimakava aastani 2030 (REKK 2030) on ühe alternatiivse võimalusena elektritootmiseks Eestis näinud SMR-e. Samas on tuumaenergia tootmiseks vaja riikliku raamistiku loomise näol teha mahukas eeltöö. Eesti tingimustele sobiksid SMR-id, millest meile tinglikult sobivaks peetavad alustavad tööd käesoleva kümnendi lõpus.

Tuumaenergia rolli kliimaeesmärkide saavutamisel peab oluliseks Euroopa Liit. Novembris 2023 Slovakkias Bratislavas toimunud Euroopa Tuumaenergia Foorumil (ENEF) märkisid Euroopa Komisjoni esindajad, et tuumaenergia kasutamise vastu on huvi taaselustunud tänu tehnoloogia potentsiaalile lahendada süsinikuheitest vabanemise, varustuskindluse ja strateegilise autonoomiaga seotud väljakutseid. Väikereaktoritest on huvitatud mitmed EL-i liikmesriigid, sealhulgas Poola, Tšehhi, Rumeenia ja Soome. Lisaks võrgusisesele elektritootmisele võimaldavad need tehnoloogiad dekarboniseerida traditsiooniliselt fossiilkütustel põhinevaid rakendusi. Väikereaktorite kasutuselevõtt järgmisel kümnendil on märkimisväärne samm kliimaneutraalsuse saavutamise suunas 2050. aastaks. Esimesed väikereaktorid peavad olema ühendatud Euroopa elektrivõrguga selle kümnendi lõpuks[3].

Uusi tuumaelektrijaamu on Euroopas ehitamas Prantsusmaa, Suurbritannia, Slovakkia, Poola, Sloveenia, Rumeenia, Bulgaaria, Ungari, Tšehhi. Soomes on käimas arutelu ja tegevused väikereaktorite kasutamise üle kaugküttesüsteemis.

Tuumaenergia osakaalu kasvu vajadust kliimaeesmärkide saavutamiseks on rõhutanud nii Rahvusvaheline Aatomienergiaagentuur (IAEA)[4], Rahvusvaheline Energiaagentuur (IEA)[5] kui EL[6]. 2022. aastal tootsid tuumaelektrijaamad 2545 TWh elektrit, mis moodustab 10% kogu maailma elektritoodangust. 2023. aastal alustasid tööd uued tuumareaktorid Hiinas, Slovakkias, Ameerika Ühendriikides ja Valgevenes[7].

[3] https://energy.ec.europa.eu/news/european-nuclear-energy-forum-2023-discusses-benefits-european-small-modular-reactors-smrs-2023-11-07_en
[4] https://www.iaea.org/atoms4netzero
[5] https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach
[6] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_23_6156
[7] https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx

IAEA soovituste kohaselt tuleks tuumaenergia kasutuselevõttu ettevalmistavad tegevused jagada kolme etappi:

- **I ETAPP**
  Analüüs ja kaalutlused enne tuumaenergia kasutuselevõtu otsust (projekti ettevalmistamine). Esimese etapi lõpuks peaks riik olema valmis tuumaenergia osas tegema kaalutletud ja teadliku otsuse. Lõpptulemusena peab see vastama küsimusele, kas ja miks tuumaenergia oleks riigile sobivaks valikuks. Esimeses etapis toimub põhjalik tuumaenergia kasutuselevõtu mõjude analüüs.
- **II ETAPP**
  Teises etapis viiakse läbi ettevalmistavad tegevused, mis on eelduseks lepingute sõlmimiseks ja ehitamiseks (projekti arendustegevused, planeeringud). Selles etapis arendatakse välja tuumaenergia kasutuselevõtuks vajalik taristu, luuakse vajalikud organisatsioonid, õiguslik raamistik ja arendatakse olemasolevate asutuste võimekust.
- **III ETAPP**
  Tegevused esimese tuumaelektrijaama kasutuselevõtmiseks (lõplik rahastusotsus, lepingute sõlmimine, ehitamine). Etapi lõpuks peaks riik olema valmis andma loa esimese tuumaelektrijaama kasutuselevõtmiseks ja kasutamiseks. Tegevused hõlmavad lepingute sõlmimist, lubade hankimist ja ehitamist.

Etappide pikkus ei ole ajaliselt määratletud. Iga etapi lõpus tuleb vastu võtta põhimõtteline otsus, millest sõltub, kas järgmine etapp tuleb või mitte. Ajalisse raami planeeritakse kõik ettevalmistavad tegevused ning see, kui kaua iga konkreetne tegevus aega võtab, sõltub juba konkreetsest planeerimisest.

Tuumaenergia kasutuselevõtt riigis, kus puudub sellekohane varasem kogemus ja vajalik taustsüsteem (nagu Eestis), nõuab põhjalikku ettevalmistust ning tuumaelektrijaamast elektritootmise alguseni kulub vähemalt 9-11 aastat.

Käesolev aruanne on koostatud tuginedes IAEA juhendile „Teekaart", mis näeb tuumaenergia kasutuselevõtmisel ette 19 aspekti analüüsimist igas tuumaenergia programmi rakendamise etapis. See moodustab terviku koos 2022. aasta oktoobris Vabariigi Valitsuse kabineti nõupidamisele esitatud tuumaenergia töörühma vahearuandega[8], mis kirjeldab tuumaenergia kasutuselevõtu üldist taustsüsteemi ning Eesti hetkeolukorda. Tervikpildi saamiseks on oluline arvesse võtta ka TET tellimusel perioodil 2021–2023 läbiviidud analüüse, mis on kättesaadavad TET veebilehel[9].

Eesti kutsel toimus 23.–30. oktoobril 2023 IAEA INIR ekspertmissioon, et hinnata Eesti valmisolekut tuumaenergia kasutuselevõtuks. Missiooni käigus hinnati lisaks TET tegevusele tuumaprogrammi rakendamisest huvitatud ettevõtte Fermi Energia AS ettevalmistusi ning nende poolt tellitud analüüside vastavust IAEA standarditele ja juhenditele. **Ekspertide rühm jõudis järeldusele, et Eesti on põhjalikult hinnanud oma tuumaenergia taristu vajadusi, mis võimaldab riigil teha teadliku otsuse tuumaenergiaprogrammi algatamise kohta.** TET on otsustanud INIR missiooni tulemuste aruande avalikustada ja see avaldatakse Kliimaministeeriumi veebilehel 2024. a. jaanuaris

Käesolev aruanne, mis põhineb IAEA juhendil „Teekaart", toob välja vajalikud analüüsipunktid tuumaenergia kasutuselevõtu esimeses etapis, st tuumaprogrammi algatamise kaalumise etapis, mille põhjal peaks riik olema valmis tegema teadlikku ja kaalutletud otsuse.

Lisaks IAEA juhendile on aruande koostamisel lähtutud Euroopa Liidu õigusaktidest ning rahvusvahelisest õigusest tulenevatest kohustustest, perioodil 2021–2023 läbiviidud

[8] https://kliimaministeerium.ee/media/10681/download
[9] https://kliimaministeerium.ee/elurikkus-keskkonnakaitse/kiirgus/tuumaenergia-tooruhm

tuumaenergiaalaste analüüside ning meelsusuuringute tulemustest. Peatükkides 4 (Rahastamine), 13 (Keskkonnakaitse), 16 (Tuumkütuse tsükkel) ja 18 (Tööstuse kaasamine) on kasutatud ka Fermi Energia AS-i tellimusel valminud analüüsidest ja TET-ile saadetud kirjadest pärinevat sisendit.

Lõpparuande koostamisse on panustanud TET liikmeks olevad asutused ja nende allasutused (Lisa 1). Esitatud ettepanekutes ja järeldustes on tuginetud TET kohtumiste arutelude tulemustele ning tellitud analüüsides esitatud soovitustele.

Tuumaenergia aruande koostamist koordineeris Kliimaministeerium (varasem Keskkonnaministeerium).

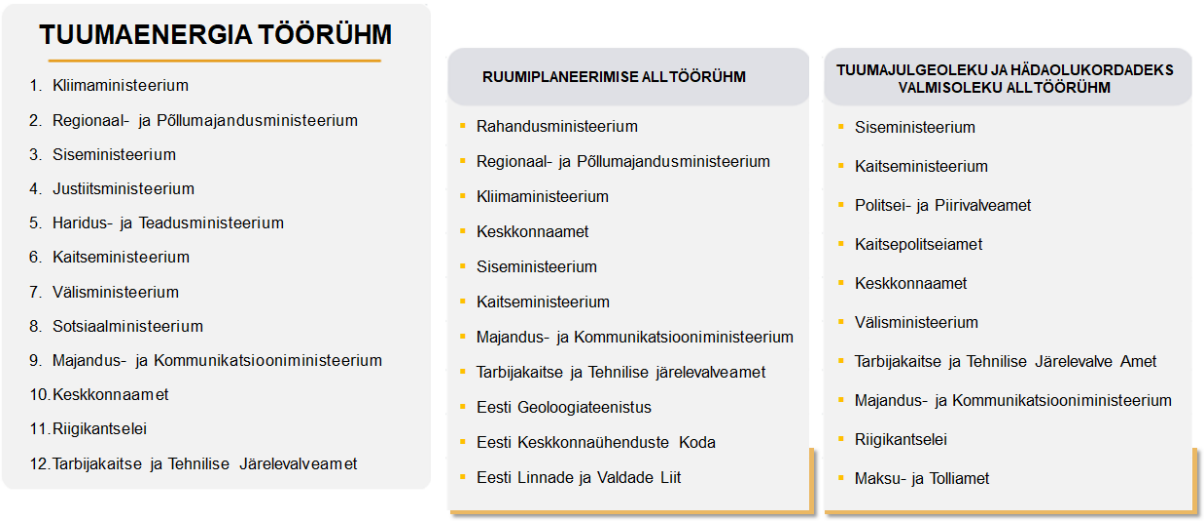
1. RIIKLIKU SEISUKOHA KUJUNDAMINE

1.1 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA EESMÄRK JA KOOSSEIS

Vabariigi Valitsuse kabinetinõupidamise 5. novembri 2020 otsusega anti Keskkonnaministeeriumile ning Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumile (alates 1. juulist 2023 Kliimaministeerium) koos teiste asjaomaste ministeeriumitega korraldus kokku kutsuda riiklik tuumaenergia töörühm (TET). TET-i koosseis kinnitati valitsuskabineti nõupidamisel 8. aprillil 2021. Valitsuskabineti nõupidamise memorandumi kohaselt on TET ülesanded järgmised:

1. anda ülevaade riigi energiavajadusest ja energiajulgeoleku tagamisest tuumaenergia vaates, tuumaenergia võimalustest ning sobivusest olemasolevasse elektrivõrku;
2. anda ülevaade lähiriikide energiamajanduse arengusuundadest tuumaenergia vaates ja koostöövõimalustest kliimaneutraalsuse saavutamisel;
3. analüüsida arendamisel olevaid tehnoloogiaid ning realiseeruvaid projekte, nende ohutust ja jäätmekäitlust koos hinnangu ja ülevaatega Eestile sobilikest reaktoritüüpidest ning nende arendusjärgust;
4. analüüsida tuumajaama arendamise võimalusi, sh kas see peaks toimuma riigi või erasektori poolt ning missugused on koostöövõimalused;
5. anda ülevaade kohustustest (administratiivsed, rahvusvaheliste lepetega seonduvad, rahalised jne), mis riigile tuumajaama rajamisega kaasneksid ning nende võimalikest erisustest lähtuvalt tuumajaama arendajast (riik või eraarendaja);
6. analüüsida tuumajaamas tekkivate jäätmete käitlemise võimalusi ning jaama hilisema sulgemise lahendusi (sh anda hinnang lõppladustamise kuludele ning ülevaade nende rahastamise võimalustest);
7. kaardistada valdkondlike õigusaktide, pädevuste, oskusteabe ja olemasoleva tööjõu hetkeseis ning tuua välja arenguvajadused koos võimaliku indikatiivse ajakava ja maksumustega;
8. kaardistada eksperthinnangute, analüüside ja uuringute vajadus koos võimaliku indikatiivse ajakava ja maksumustega;
9. kaasata vajadusel oma töösse eksperte (mh konsultant) ning moodustada seatud eesmärkide saavutamiseks valdkondlikud ekspertgrupid, kuhu on kaasatud konkreetses valdkonnas pädevust omavate ministeeriumite, ülikoolide, huvirühmade ja erialaliitude esindajad;
10. leppida kokku kommunikatsioonistrateegia;
11. esitada tuumaenergia kasutuselevõtmise tingimuste ning võimaluste osas järeldused ja ettepanekud Vabariigi Valitsusele. Esimene vahearuanne ning ülevaade töörühma töö tulemustest esitatakse hiljemalt 2022. aasta septembris;
12. koostada lõpparuanne vastavalt Rahvusvahelise Aatomienergiaagentuuri (IAEA) juhendile NG-G-3.1 (Rev.1) „Teekaart riikliku tuumaenergia taristu arendamiseks“, esitada aruanne ülevaatamiseks IAEA-le ning Vabariigi Valitsusele koos soovitustega, kas või millisel juhul ning tingimustel võiks Eestisse tuumaelektrijaama rajada.

TET-i juhtis perioodil mai 2021 kuni juuni 2023 Keskkonnaministeeriumi kantsler Meelis Münt, alates juulist 2023 Kliimaministeeriumi asekantsler Antti Tooming ning töörühma tööd koordineeris kogu tegevusaja jooksul Reelika Runnel. TET liikmeteks on lisaks Kliimaministeeriumile Keskkonnaamet, Siseministeerium, Regionaal- ja Põllumajandusministeerium (juulini 2023 Rahandusministeerium), Justiitsministeerium, Haridus- ja Teadusministeerium, Kaitseministeerium, Välisministeerium, Sotsiaalministeerium ja Riigikantselei. TET ja selle alltöörühmadesse kuuluvate asutuste ja ühenduste loetelu on esitatud Joonisel 1. TET liikmete nimekiri perioodi 2021-2023 kohta on esitatud Lisas 1.



Joonis 1. Tuumaenergia töörühma ja alltöörühmadesse kuuluvad asutused ja ühendused (Allikas: TET)

TET-i lõppeesmärk on kujundada avalikkusega kooskõlastatud seisukohad tuumaenergia kasutuselevõtmise võimaluste kohta Eestis ning esitada oma järeldused ja ettepanekud Vabariigi Valitsusele. TET-i töö tulemuste vahearuannet esitleti Vabariigi Valitsusele 13. oktoobril 2022. Tervikliku aruande, mille põhjal on riigil võimalik tuumaenergia kasutuselevõtu kohta vastu võtta põhimõtteline otsus, valmimise tähtajaks seati valitsuskabineti 7. aprilli 2022 otsusega 2023. aasta lõpp.

TET tugines analüüside koostamisel IAEA juhendile „Teekaart“, mis näeb tuumaenergia kasutuselevõtu kaalumisel ette 19 teemapunkti analüüsimist, mis on loetletud Joonisel 2.



Joonis 2. IAEA juhendi „Teekaart riikliku tuumaenergia taristu arendamiseks“ kohaselt analüüsitavad teemad (Allikas: TET IAEA materjalide põhjal)

1.2 IAEA INIR EKSPERTMISSIOON TET TEGEVUSE HINDAMISEKS

IAEA INIR missioon on IAEA poolt pakutav teenus, mille käigus eksperdid aitavad riikidel vastavalt “Teekaardi” juhendile hinnata valmisolekut tuumaenergia kasutuselevõtuks erinevates etappides. IAEA INIR 1. etapi ekspertmissioon, mille käigus vaadati, kas me omame vajalikku arusaama kõigist kohustustest, mis tuumaenergia kasutamisega kaasnevad ja oleme hinnanud piisava põhjalikkusega kõiki selle energialiigi kasutamisega seotud teemasid, toimus Eestis 23.–30.10.2023. Kokku esitati IAEA ekspertide poolt 12 ettepanekut ja soovitust, mis on suunatud eelkõige järgmiste etappide tegevusteks:

- dokumentides (strateegiad, tegevuskavad, TET mandaat) tuleb selgemalt välja tuua pühendumus tuumaohutusele, -julgeolekule ja tuumarelvade leviku tõkestamisele;
- järgmises etapis tuleb laiendada TET koosseisu;
- üle tuleb vaadata tuumaprogrammi rakendamise ajakava ja riigieelarvest vajaminevate eelarveliste vahendite analüüs;
- välja tuleb töötada plaan riikliku tuumamaterjali arvestuse ja kontrolli süsteemi (SSAC) täiendamiseks;
- positsioneerida loodav tuumaregulaator riiklikus süsteemis selliselt, et tagatud oleks selle sõltumatus ning otsustusõigus määruste sisu üle ning analüüsida võimalusi regulaatori loomisega alustada võimalikult vara (juba enne tuumaseaduse jõustumist);
- alustada pikaajalise inimressursside arendamise strateegia ja võtmeorganisatsioonide personali planeerimise kava koostamist;
- täpsemalt läbi mõelda asukohavaliku kriteeriumite määramise, litsentseerimise ja kohaliku tööstussektori kaasamise protsess.

Missiooni raames tuvastasid eksperdid ka 3 head praktikat:

1. TET on lõpparuande koostamise protsessis analüüside koostamisel kasutanud välisekspertide abi, mis toetab teadliku otsuse langetamist;
2. Tulevase regulaatori personali palkamisel on võetud kaheastmeline lähenemine, kus algusfaasis ostetakse võtmekompetentsid sisse, arendades paralleelselt siseriiklikke pädevusi, mis toetab omakorda tuumaprogrammi rakendamise edukust nii lühemas kui ka pikemas perspektiivis;
3. Asukohtade eelanalüüsi käigus hinnati ka juba kasutatud kütuse geoloogilise lõppladustuspaiga rajamise võimalust.

IAEA hinnangu kohaselt on töörühma analüüsid ja ettevalmistus tuumaenergia kasutuselevõtu osas olnud põhjalikud ja piisavad, et saaksime selle energialiigi kasutamise osas vastu võtta teadliku otsuse. INIR missiooni aruanne avalikustatakse IAEA[10] ja Kliimaministeeriumi kodulehel[11] 2024. aasta jaanuaris. Missiooni käigus esitatud ettepanekute ja soovituste tabel koos nende lahendamiseks kavandatud tegevustega on esitatud Lisas 2.

1.3 VÄIKESED MOODULREAKTORID (SMR)

Väikesed moodulreaktorid ehk SMR-id (ingl k *Small Modular Reactor*) on nii oma mõõtmetelt kui ka võimsuselt traditsioonilistest tuumareaktoritest oluliselt väiksemad.

IAEA määratleb “väikeseks” neid reaktoreid, mille elektriline võimsus on võrdne või jääb alla 300 MWe. Võrdluseks, näiteks Soomes Olkiluoto vastvalminud 3. reaktori elektriline võimsus on koguni 1720 MWe. Üks 300 MWe võimsusega reaktor suudaks toota elektrit umbes 300 000-le kodumajapidamisele.

Võrreldes suurte tuumaelektrijaamadega, mahutavad väikesed moodulreaktorid end suhteliselt väikesele maa-alale. **Oma mõõtmetelt võtavad nad enda alla ligikaudu 1/10 kuni 1/4 traditsioonilise tuumajaama poolt vajalikust maa-alast ehk nende pindalavajadus on kümnetes, mitte sadades hektarites.** Reaktorite ohutuse tagamiseks mistahes neid ohustavate tingimuste korral on lisandunud olulisel määral juurde erinevaid passiivseid lahendusi, mis aitavad tagada reaktorite stabiilse ja ohutu töö ka igasuguse inimesepoolse sekkumiseta.

SMR-idel on palju eeliseid, mis on otseselt seotud nende disainiga. Nende väiksema pindala vajaduse tõttu saab SMR-e paigutada kohtadesse, mis ei sobi suurematele tuumaelektrijaamadele. Komponentide tootmine ja komplekteerimine tehases võimaldab kokkuhoidu nii kuludes kui ka ehitusaegades ning reaktorimooduleid saab järk-järgult lisada vastavalt suurenevale energiavajadusele.

Võrreldes olemasolevate reaktoritega, on SMR-ide disainid lihtsamad. Ohutuse tagamine tugineb sageli passiivsetele süsteemidele. See tähendab, et sellistel juhtudel pole süsteemide väljalülitamiseks vajalik inimsekkumine ega välised toiteallikad, sest passiivsed süsteemid põhinevad füüsikalistel nähtustel nagu konvektsioon ja gravitatsioon. Need meetmed aitavad omakorda elimineerida või märkimisväärselt vähendada radioaktiivsete ainete keskkonda sattumise võimalust[12].

[10] https://www.iaea.org/
[11] https://kliimaministeerium.ee/elurikkus-keskkonnakaitse/kiirgus/tuumaenergia-tooruhm
[12] https://www.iaea.org/topics/small-modular-reactors

Väljaspool Venemaad ja Hiinat pole SMR-e veel kommertskasutusse võetud. Ujuvtuumaelektrijaam Akademik Lomonosov kahe 35 MW võimsuse reaktoriga võeti Venemaal kasutusele aastal 2019[13]. Hiinas on alates 2021. aastast kasutusel kahe 250 MW reaktoriga gaasijahutusega HTR SMR reaktor, mida liigitatakse neljanda põlvkonna reaktoriks[14]. 2026. aastal on Hiinas valmimas ka kolmanda põlvkonna tehnoloogial põhinev Linglong One 126 MW ACP-100 reaktor[15]. Üks esimesi oodatavaid lääneriikide projekte on GE Hitachi BWRX-300 keevveereaktori projekt Kanadas, mis valmib 2028. aasta lõpus[16]. Järgmise kümnendi alguseks võetakse kommertskasutusse juba ka teisi SMR-e ja mikroreaktoreid (nt NuScale VOYGR SMR, Holtec SMR-160, Westinghouse eVinci mikroreaktor). Kokku on maailmas arendamisel üle 80 SMR-i projekti, millest käesoleva kümnendi lõpuks jõuavad kommertskasutusse valdavalt olemasoleval kolmanda põlvkonna tehnoloogial põhinevad vesijahutusega reaktorid. Näited arendavatest SMR-idest on toodud Fotodel 1 ja 2.



Foto 1. Westinghouse AP300 SMR (Allikas: Westinghouse). Foto 2. CAREM SMR ehitus Argentiinas (Allikas: CNEA)

SMR-ide kasutuselevõtu vastu on väga suur huvi üle kogu maailma ning neid arendavate ettevõtete toetamiseks on loodud mitmeid riiklikke, regionaalseid, rahvusvahelisi ja erarahastusel tuginevaid programme. Arengud on viimase paari aasta jooksul olnud kiired ja kogetud on ka esimesi tagasilööke. Novembris 2023 teatas USA SMR tehnoloogiaarendaja NuScale projekti tühistamisest USA-s Idahos. Projekti eesmärk oli 2029. aastaks rajada kuus NuScale SMR-i, kuid projekti hinnanguline maksumus suurenes 2021. a. kavandatud 5,3 mlrd dollarilt 9,3 mlrd dollarini. See omakorda tähendanuks, et toodetava elektri hinnaks kujuneb 89 dollarit MW/h kohta algselt planeeritud 58 dollari asemel, mistõttu ei õnnestunud saada kohalikul tasandil suurtarbijatest ettevõtete vajalikku toetust. Ettevõte jätkab siiski oma teiste projektidega Rumeenias, Poolas, Kanadas ja Ghanas.

6. detsembril 2023 kiitis Euroopa Parlament heaks SMR-ide raporti, milles kinnitatakse nende tähtsust EL-i tulevases energiasüsteemis[17]. Tuumatehnoloogiad lisati ka kliimaneutraalse tööstuse määrussesse, mille eesmärk on ELis suurendada puhta tehnoloogia tootmist[18]. Novembris 2023 teatas Euroopa Komisjon SMR-ide tööstusalliansi loomisest, mis keskendub energiamahuka tööstuse dekarboniseerimise võimalustele SMR-ide abil, rahastusmehhanismide väljatöötamisele, tarneahelate ja oskustööjõu kindlustamisele, teadustegevusele ja innovatsioonile[19].

[13] https://fnpp.info/
[14] China's demonstration HTR-PM enters commercial operation : New Nuclear - World Nuclear News (world-nuclear-news.org)
[15] https://world-nuclear-news.org/Articles/Linglong-One-reactor-pit-installed-at-Changjiang
[16] GE Hitachi BWRX-300 Small Modular Reactor Achieves Pre-Licensing Milestone in Canada | GE News
[17] https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2023-0408_EN.html
[18] https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/net-zero-industry-act_en
[19] https://energy.ec.europa.eu/news/european-nuclear-energy-forum-2023-discusses-benefits-european-small-modular-reactors-smrs-2023-11-07_en

1.3.1 EESTILE SOBIVA TEHNOLOOGIA VALIK

Eestile sobiva SMR-i tehnoloogia valikul tuleb TET hinnangul arvesse võtta järgmisi tingimusi ja kaalutlusi:

- **Ohutus**
  valida tehnoloogia, mis tagab kõrgeimad ohutusstandardid. See hõlmab passiivseid ohutussüsteeme, mis tagavad reaktori jahutuse ka elektrivarustuse katkemise korral.
- **Sobivus elektrivõrku**
  Eesti elektrisüsteemi ühendatava tootmismooduli ühikvõimsus ei või olla suurem kui 400 MVA.
- **Tehnoloogia küpsusaste**
  eelistada tehnoloogiat, mis on juba kuskil loamenetluse läbinud, millega on juba praktiline kogemus, tagamaks töökindlust ja vähendamaks riske.
- **Majanduslik tasuvus**
  arvesse tuleb võtta investeeringute kogukulusid, käitamiskulusid, kütusekulusid ning võimalikke dekomissioneerimise kulusid.
- **Keskkonnamõju**
  valitav tehnoloogia peaks olema võimalikult väikese keskkonnamõjuga, pakkudes madalat süsinikuheite taset ja väikest jäätmete hulka.
- **Juhitavus**
  tehnoloogia peaks pakkuma paindlikku ja modulaarset lähenemist, võimaldades reaktori võimsust vastavalt vajadusele suurendada või vähendada.
- **Kütus**
  arvestama peab kütuse varustuskindlusega, selle päritoluriigi ja kütuse tootmise keskkonnajalajälje, samuti kasutatud kütuse käitlemise ja lõppladustamise võimalustega.
- **Geopoliitilised kaalutlused**
  arvestada tuleb ka geopoliitilisi aspekte, milles välistatakse teatud riikide tarnijad ning analüüsitakse koostöövõimalusi tehnoloogia tarninud riigi, teiste tuumariikide ja rahvusvaheliste organisatsioonidega.
- **Tulevikuperspektiivid ja tarneahel**
  tehnoloogia valikul tuleb silmas pidada ka pikemaajalisi perspektiive, nagu tehnoloogia areng ja koostöövõimalused teiste riikidega SMR-i komponentide tootmiseks ning tarneteks.

Iga valik tuleb teha põhjaliku analüüsi ja hindamise alusel, võttes arvesse kõiki asjakohaseid tegureid ja Eesti spetsiifilisi vajadusi. Tehnoloogiavalik tuleb tuumaprogrammi rakendamisel teha 3.–4. aastaks. Tehnoloogiavaliku põhjal saab lõpule viia asukohavaliku protsessi ning sätestada lubade menetluse ja väljastamise täpsed tingimused. Kui tuumaelektrijaama arendajaks on erasektor, siis on riigi rolliks eelnevalt seatud kriteeriumite põhjal protsessi käigus (nt asukohavaliku protsessis[20]) valideerida arendaja poolne tehnoloogiavalik.

[20] Riigi eriplaneeringu tuumajaama asukoha valikuks, maakasutus- ja ehitustingimuste määramiseks algatab ja kehtestab Vabariigi Valitsus.

1.4 EESTI LÄHIRIIKIDE JA EL SUUREMATE RIIKIDE ENERGIAPOLIITIKA HETKESEIS JA TULEVIKUSUUNAD

Välisministeerium kaardistas novembris 2023 Eesti lähiriikides ja Euroopa Liidu suuremates riikides asuvate Eesti saatkondade abil riikide energiapoliitika hetkeseisu ja arengusuunad lähikümnenditel. Ülevaade koostati järgmiste riikide kohta: Läti, Leedu, Poola, Soome, Rootsi, Taani, Norra, Saksamaa ja Prantsusmaa. Sarnase kaardistuse tegi välisministeerium ka tuumaenergia töörühma vahearuande tarbeks, ent kuna viimastel aastatel väldanud energiakriisi tõttu on riigid pidevalt oma energiapoliitikat uuendanud, tuleb ülevaadet perioodiliselt uuendada.

Ülevaate keskmes olid riikide praegused energiaportfellid ja energiaallikate valikud pikaajaliste kliimaeesmärkide täitmisel, elektritarbimise prognoosid lähiaastatel, ning tuumaenergia roll ja tulevikuplaanid, sh SMR-ide kasutuselevõtul. Kaardistuse põhjal saab esile tuua üldised tähelepanekud:

- Üleüldine suund kõigis riikides on taastuvenergia osakaalu kiire kasvatamine kliimaneutraalsuse saavutamiseks, sealhulgas on pea kõigil riikidel ambitsioonikad eesmärgid juba 2030. aastaks. Peamise kasvu peaks andma tuuleenergia, s.h olenevalt riigist ka meretuuleenergia.
- Nähakse ette elektritarbimise hüppelist kasvu 2050. aasta perspektiivis, kohati lausa kaks korda (riikides, mille kohta on andmed olemas). Elektritarbimise kasvu tingib majanduse üldine elektrifitseerimine, tarbimise kasv tööstuses ning vesinikutootmine, eriti Norras ja Saksamaal.
- Osa riike plaanib kasutusele võtta tuumaenergia (uutest riikidest on kõige kaugemale jõudnud Poola). Teistes riikides käivad erineva intensiivsusega arutelud (sh ka Lätis ja Leedus) tuumaenergia võimaliku kasutuselevõtu üle. Rootsi on vaadanud ümber varasema poliitika tuumaenergiast väljumise kohta ning drastiliselt suurendanud tuumaenergia kasutuselevõtu plaane. EL suurematest riikidest plaanib Prantsusmaa tuumaelektrijaamu juurde rajada, samas kui Saksamaal suleti vaatamata energiakriisile kõik tuumajaamad ning riik panustab selle asemel taastuvenergiale, sh vesinikule.

Kaardistatud riikide detailsem ülevaade on esitatud Lisas 3.

1.5 TUUMAENERGIA VAJADUS JA POTENTSIAAL

Lõviosa Eesti juhitavatest elektritootmisvõimsustest moodustavad põlevkivi (ja uttegaasi või biomassi) kasutavad elektrijaamad. Eesti põlevkivielektrijaamade pikaajaline jätkusuutlikkus (2035+ vaade) on järjest kahanev, sest suur osa jaamadest on vanad ja suure süsinikuheite tõttu elektriturul järjest väiksema konkurentsivõimega. 2035+ aastate vaates on tõenäoline, et kasutatav on vaid Auvere elektrijaam[21]. Võimalike asendavate gaasijaamade puhul on pikas vaates küsimus keskkonnanõuetele vastavus ning kütus, sest maagaasi asemel minnakse samm-sammult üle biogaasile ja vesinikule, mis on aga kallim kui fossiilne maagaas. Teatud mahus on gaasijaamad kindlasti Eesti elektrisüsteemi toetavad ja Eestile vajalikud, eeskätt kiirete sagedusreservide pakkumiseks. Kui aga rääkida baaskoormuse katmisest suures mahus, siis on tuumajaam elektrihinna mõistes potentsiaalselt kõige soodsam lahendus.

[21] https://www.elering.ee/sites/default/files/2023-12/Elering_VKA_2023_WEB_0.pdf

Eesti elektrisüsteemi on lisandumas suures mahus taastuvenergiat, kuna riiklikult on seatud eesmärk toota taastuvelektrit 2030. aasta riigi elektritarbimisega samas mahus (üle 10 TWh-i) ning hinnad elektriturul koos taastuvelektri tehnoloogiate hinna langusega on loonud atraktiivse investeerimis-keskkonna nii päikeseparkidele kui ka maismaal asuvatele tuuleparkidele. Hinnanguliselt on 2030. aastaks elektrisüsteemi liitumas ca 2000 MW tuuleenergiat. Kuid ka nii suuremahulise tuuleenergia koguse juures on paratamatu, et tootmises tekivad perioodid, kus tuul ei puhu, ja salvestus, mis on mõeldud eeskätt lühiajaliseks (mõnest tunnist paari päevani) töötamiseks, pole piisav, et neid perioode katta. Neid perioode aitavad elektrisüsteemis katta Eesti välisühendused ning Eestis asuvad juhitavad elektrijaamad. Elering on hinnanud, et praegune juhitava tootmisvõimsuse vajadus 1000 MW on ajas pigem kasvav ja seega võib eeldada, et 2030. aastal on vajaliku juhitava tootmisvõimsuse maht suurem. Tehnoloogiliselt on ka SMR-id juhitavad, võimaldades näiteks võimsuse suurendamist või vähendamist ca 1,5 MW minutis[22]. See omakorda võimaldab SMR-il pakkuda süsteemile lisaks baaskoormusele ka paarikümne MW ulatuses sagedusreserve (mFRR toodet). Juhul kui SMR-i juurde kaasata ka salvestuslahendusi, kasvab reservivõimekuse pakkumise maht oluliselt. Lisaks pakuvad SMR-id süsteemi inertsi võimekust, mis väikese elektrisüsteemi vaatest võib samuti olla tulevikus oluline, kuigi hetkel on planeeritud Eestile vajalik inerts (17 100 MWs) tagada kolme sünkroonkompensaatoriga.

1.5.1 KLIIMAMUUTUSTE LEEVENDAMINE

Eesti kasvuhoonegaaside koguheide oli 2021. aastal ligikaudu 15,6 miljonit tonni CO_2 ekvivalenti koos maakasutuse ja metsanduse (LULUCF) sektoriga ning ligikaudu 12,7 miljonit t CO_2 ekvivalenti ilma LULUCF sektorita. Suurem osa (52%) kasvuhoonegaaside heitkogusest tulenes energiatööstusest ja energiatootmisest. Võrreldes 1990. aastaga on kasvuhoonegaaside koguheide vähenenud umbes 68,5%, seda ennekõike põlevkivielektrijaamade tootmismahtude vähenemise ja taastuvenergia kasutuselevõtu tõttu. Samas näitavad 2022. aasta kasvuhoonegaaside inventuuri esialgsed tulemused, et 2021. aastaga võrreldes suurenes Eesti heitkogus põlevkivist elektri tootmise tõttu 13,9% võrra. Selle põhjus on 2022. aasta energiakriis Euroopas, mis muutis ajutiselt põlevkivist toodetud elektri konkurentsivõimelisemaks maagaasist toodetu ees.

12. mail 2021 kiitis Riigikogu heaks riigi pikaajalise arengustrateegia „Eesti 2035“[23], milles lepiti esmakordselt kokku Eesti riiklikus kliimaneutraalsuse saavutamise ehk kasvuhoonegaaside heite ja sidumise tasakaalustamise eesmärgis aastaks 2050 ning mis on kirjas ka Kliimapoliitika põhialustes aastani 2050[24]. Ühtlasi seab „Eesti 2035“ tegevuskava 2035. aastaks vahe-eesmärgi vähendada kasvuhoonegaaside heitkoguseid kõigis sektorites kokku 43% (sihttasemeni 8 mln t CO_2 ekvivalenti) võrreldes 2020. aasta tasemega. Sektoritele eraldi riiklikke heite vähendamise eesmärke seatud ei ole, kuid need kehtestatakse eelduslikult 2025. aastal jõustuva kliimaseadusega[25].

Lisaks riiklikult võetud eesmärkidele tuleb Eestil täita ka Euroopa Liidu liikmelisuse raames võetud kohustusi. Euroopa Liidu energiatööstuse (üle 20 MW nimivõimsusega seadmete) heite vähendamise peamise instrumendina toimib Euroopa Liidu lubatud heitkoguste ühikutega kauplemise süsteem (EL HKS)[26], kus on seatud Euroopa Liidu ülene eesmärk vähendada 2030. aastaks kasvuhoonegaaside heidet 62% võrra võrreldes 2005. aastaga. Lisaks on Eestil kohustus jõupingutuste jagamise määrusega[27] kaetud sektorites, mis hõlmab maanteetranspordi, siseriikliku laevanduse, põllumajanduse (muu kui CO_2-heite), jäätmekäitluse, tööstuslike protsesside (sh fluoritud kasvuhoonegaaside tekitamise) ja väikesemahulise energiatootmise (alla 20 MW

[22] https://aris.iaea.org/PDF/BWRX-300_2020.pdf
[23] https://valitsus.ee/strateegia-eesti-2035-arengukavad-ja-planeering/strateegia/materjalid
[24] https://kliimaministeerium.ee/kliimapoliitika-pohialused-aastani-2050
[25] https://kliimaministeerium.ee/eesti-kliimaseadus
[26] http://data.europa.eu/eli/dir/2003/87/2023-06-05
[27] http://data.europa.eu/eli/reg/2018/842/2023-05-16

nimisoojusvõimsusega seadmete) sektorites tekkivaid kasvuhoonegaaside heitkoguseid, vähendada heidet 24% võrra aastaks 2030 võrreldes 2005. aastaga.

Kliimaministeeriumi tellimusel ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt koostatud kasvuhoonegaaside heite prognoosi kohaselt vähenevad 2030. aastaks heitkogused jõupingutuste jagamise määrusega kaetud sektorites olemasolevate ja kavandatavate (valdkondlikes arengudokumentides mainitud) meetmete elluviimise tulemusena 13% võrra eesmärgiks seatud 24% asemel. 2050. aastaks vähenevad heitkogused prognooside kohaselt energeetikasektoris olemasolevate ja kavandatavate meetmete elluviimise tulemusena 78%, transpordisektoris 82%, põllumajanduses 3%, jäätmemajanduses 41% ja tööstuses 45% 2020. aastaga võrreldes. Lisaks näitavad prognoosid, et maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse sektor jääb endiselt kasvuhoonegaaside heitkoguse allikaks, mis tähendab, et sektori heitkogused ületavad kogusidumist. Hetkel olemasolevatest ja kavandavatest meetmetest ei piisa seega Eesti 2030. ja 2050. aasta kliimaeesmärkide saavutamiseks ning vaja on rakendada täiendavaid meetmeid. Üks olulisimaid tegevusi on kliimaneutraalse elektritootmise suurendamine, kuna sellest oleneb ka teiste sektorite elektrifitseerimine ja heite vähendamine.

Uue energiamajanduse arengukava aastani 2035[28] koostamise raames on tellitud ja läbi viidud uuring kliimaneutraalse elektritootmise võimalustest Eestis. Uuringu järgi on kliimaneutraalne elektritootmine Eestis saavutatav 2050. aastaks kuue või seitsme eri stsenaariumi ja tehnoloogiate kombinatsiooni kaudu, sealhulgas:

- taastuvenergia ja salvestuse (avamere tuuleenergia);
- taastuvenergia ja -gaasi;
- taastuv- ja tuumaenergia;
- süsiniku püüdmise tehnoloogia;
- kõikide tehnoloogiate abil.

Kõigi stsenaariumite, sealhulgas tuumaenergia stsenaariumi rakendamise eelduseks on taastuvenergia tootmise ja salvestamise võimsuste lisandumine tänasest olulises suuremas mahus. Uuringus arvestati tuumaenergia puhul stsenaariumiga, kus 2040. aastaks on Eestisse ehitatud väike III+ põlvkonna SMR ja tuumajaama koguvõimsus on 900 MW. Stsenaariume võrreldi kahe alternatiivse kriteeriumi komplekti alusel. Esimese kriteeriumi komplekti kohaselt on elluviimise kulude, kasude, riskide ja teostatavuse mõttes parimad stsenaariumid „Kõik tehnoloogiad“ ja „Taastuvenergia ja salvestus (avamere tuuleenergia)“. Samuti saab nende kriteeriumite lõikes võrdlemisi kõrge hinde stsenaarium „Taastuvgaas“. Teise kriteeriumikomplekti, mis võimendas majanduslikku mõju iseloomustavaid parameetreid, kohaselt on kõige atraktiivsemad stsenaariumid „Tuumaenergia“, „Taastuvenergia ja salvestus (avamere tuuleenergia)“ ja „Kõik tehnoloogiad“. Pannes kokku nende kahe hindamise tulemused, olid kokkuvõttes kõige paremad stsenaariumid „Taastuvenergia ja salvestus (avamere tuuleenergia)“ ja „Kõik tehnoloogiad“[29].

1.5.2 KLIIMAMUUTUSTEGA KOHANEMINE

Kliimapoliitika hõlmab ka kliimamuutuste mõjuga kohanemiseks seatud eesmärke ja tegevusi, mis on seatud Kliimamuutustega kohanemise arengukavaga aastani 2030[30]. Kliimamuutustega kaasnevate äärmuslike ilmaolude nagu tormide, üleujutuste, merevee taseme tõusu ja kuumalainete mõju tõttu muutuvad senisest haavatavamaks taristu ja ehitised, millega tuleb arvestada ka võimaliku

[28] https://energiatalgud.ee/node/8906?category=1687
[29] https://www.sei.org/wp-content/uploads/2023/02/uleminek-kliimaneutraalsele-elektritootmisele-lopparuanne.pdf
[30] https://kliimaministeerium.ee/kliimamuutustega-kohanemise-arengukava

tuumaelektrijaama puhul. Juhul, kui riik otsustab tuumaelektrijaama rajamist lubada, tuleb lisaks ruumianalüüsi alltöörühma poolt tellitud tuumaelektrijaama ja kasutatud tuumkütuse lõppladustuspaiga potentsiaalsete asukohtade ruumianalüüsis hinnatud kliimakindluse kriteeriumitele järgnevas asukohavaliku etapis läbi viia põhjalik kliimamõjude ja kliimakindluse hindamine, et hinnata asukoha ja tuumaelektrijaama disaini vastuvõtlikkust ja vastupanuvõimet võimalikele pikaajalistele kliimamuutuste mõjudele. Sealhulgas tuleb hinnata kliimamuutuste mõju nii tuumaelektrijaamale kui ka sellega seotud taristule, näiteks jäätmete vahe- ja lõppladustuspaigale ja elektrivõrgule.

Kokkuvõttes on Eestis vaja 2030. ja 2050. aasta kliimamuutuste leevendamise eesmärkide saavutamiseks rajada kiiresti uusi taastuvenergia tootmise ja salvestamise võimsusi. Tuumaelektrijaam Eestis ei valmi ajaraamis, mis võimaldaks sellel panustada 2030. aasta eesmärkide täitmisse. 2050. aasta eesmärkide täitmiseks on lisaks taastuvelektrijaamadele tuumaelektrijaama rajamine üks võimalik lahendus, mis panustaks kliimaneutraalsuse saavutamisse. **Oluline on tagada, et tuumaenergiale lootma jäämine ei kahjustaks taastuvenergia tootmise ja salvestamise võimsuste lisandumist ega põhjustaks heitkoguste vähendamise edasi lükkamist.** Lisaks tuleb tuumaenergia kasutuselevõtu korral arvestada kliimamuutustega kohanemise eesmärkidega. Eelkõige tähendab see, et tuumaelektrijaam ja sellega seotud taristu, sealhulgas jäätmete lõppladustuspaik, peavad olema kliimakindlad ja vastupanuvõimelised kliimamuutuste võimalikele süvenevatele mõjudele väga pikaks ajaks.

1.5.3 VESINIKU TOOTMINE JA KAUGKÜTE

Tuumajaamades nähakse järjest kasvavat potentsiaali vesinikutootmiseks ja kaugkütte pakkumiseks, eriti kontekstis, kus pea kogu maailm püüdleb süsinikuneutraalsuse poole.

Erinevalt päikese- või tuuleenergiast, mis sõltuvad looduslikest tingimustest, võimaldavad tuumajaamad püsivat ja usaldusväärset vesinikutootmist, muutes protsessi stabiilsemaks ja ennustatavamaks. Kuna see protsess on süsinikuvaba, aitaks see kaasa globaalse süsinikujalajälje vähendamisele. Tuumajaamades toodetud kõrge temperatuuriga soojus (olemasolevates jaamades üle 300°C, kavandatavates SMR-ides kuni 950°C) suurendab elektrolüüsi efektiivsust, vähendades vesiniku tootmise kulusid ja muutes selle protsessi potentsiaalselt kuluefektiivsemaks.

Tuumajaamade teine oluline kasutusala on kaugkütte pakkumine, suunates oma toodetud soojuse ümber kaugküttesüsteemidesse ja varustades seeläbi lähikonna asulaide soojusenergiaga. Selline rakendus aitab maksimeerida elektritootmise protsessis tekkiva soojuse ärakasutamist. Selline lähenemine mitte ainult ei vähendaks piirkonnas küttekulusid, vaid ka süsinikdioksiidi heitkoguseid, aidates kaasa kaugküttesektori dekarboniseerimisele. Tuumajaamade ühendamine kaugküttevõrkudesse on võrreldes traditsiooniliste meetoditega energiatõhusam, kuna see vähendab vajadust kasutada täiendavat kütust soojuse tootmiseks.

Soome algatas 2023. a tuumaseaduse ja määruste muudatuse tähtajaga 2026. a., mis võimaldaks SMR-ide kasutuselevõttu muuhulgas kaugkütte tagamiseks. Soome VTT Tehnikauuringute Keskuse ettevõte Steady Energy plaanib 2030. aastaks rajada maailma esimese SMR tehnoloogial kaugküttejaama, kasutades selleks enda poolt arendatud LDR-50 50 MW soojusvõimsusega reaktorit, mis on disainitud töötama 150°C juures[31].

Tuumajaamade kasutamine vesinikutootmiseks ja kaugkütteks võib mängida olulist rolli süsinikuneutraalsuse saavutamisel ka teistes sektorites peale elektritootmise.

[31] https://world-nuclear-news.org/Articles/Finnish-SMR-targets-district-heating-market

1.6 TUUMAENERGIA KASUTUSELEVÕTU PÕHIMÕTTELINE OTSUS

IAEA juhendi „Teekaart“ kohaselt peab riik tuumaenergia kasutuselevõtu osas tegema teadliku ja informeeritud otsuse. Riiklik seisukoht peab olema selge, peegeldama laialdast poliitilist toetust tuumaenergia programmi arendamise kavatsusele ning selgitama seda kavatsust kohalikul, riiklikul, regionaalsel ja rahvusvahelisel tasandil.

Vastavalt 8. aprilli 2021 valitsuskabineti nõupidamisel heaks kiidetud otsusele on TET ülesandeks koostada lõpparuanne vastavalt IAEA juhendile „Teekaart“, esitada aruanne ülevaatamiseks IAEA-le ning Vabariigi Valitsusele koos soovitustega, kas või millisel juhul ning tingimustel võiks Eestisse tuumaelektrijaama rajada.

Arvestades tuumaenergia kasutuselevõtuks vajalikke ettevalmistusi ning selle energialiigi kasutamise pikaajalisust, keerukust ja avalikku huvi, on otstarbekas, et tuumaenergia kasutuselevõtu otsus tehakse Eesti rahva esindajate poolt ning Vabariigi Valitsus esitaks käesoleva aruande arutamiseks ja seisukoha kujundamiseks Riigikogule. Riigikogule esitatakse TET lõpparuanne pärast Vabariigi Valitsuses toimuvaid arutelusid otsuse eelnõuna, milles on sõnastatud tuumaenergia kasutuselevõttu puudutav ettepanek.

Kehtiv õigus sätestab kahes valdkondlikus õigusaktis Riigikogu põhimõttelise otsuse nõude tuumaenergia kasutuselevõtu eeldusena. Kiirgusseaduse § 79 kohaselt saab kiirgustegevusluba uue tuumakäitise käitamiseks taotleda pärast seda, kui Riigikogu on vastu võtnud tuumakäitise kasutuselevõtu otsuse[32]. Elektrituru seaduse § 22 lg 3 sätestab kitsamalt, et tuumaenergiat kasutava tootmisseadme abil võib elektrienergiat toota Riigikogu otsuse alusel[33].

IAEA „Teekaardi“ juhendi kohaselt on nii põhimõttelise informeeritud ja kaalutud poliitilise otsuse kui ka õigusraamistiku kehtestamine eelduseks konkreetse tuumakäitise ettevalmistustööde tegemisele (rakendusaktid, planeeringud, projektiarendus, järelevalvevõimekuse loomine, muude tehniliste eelduste väljaarendamine).

TET lõpparuande põhjal saab Riigikogu otsustada, kas toetada Eesti Vabariigi tuumaenergia programmi algatamist ning vastava regulatiivse ja õigusraamistiku loomist. See loob tuumaenergia kasutuselevõtu positiivse otsuse korral eeldused tuumaenergiat reguleeriva seaduse eelnõu väljatöötamiseks ja menetlemiseks Riigikogus, tuumajaama sobiva asukoha valimiseks planeerimisprotsessi algatamiseks ning riigi poolt sobiva ohutu tehnoloogia ja usaldusväärse arendaja tuvastamiseks. Planeerimisprotsessis peab osalema regulaator ja planeeringut ei saa kehtestada enne tuumajaama asukohavalikut reguleerivate õigusaktide jõustumist. Eeltoodust lähtuvalt on planeeringu algatamine enne tuumaregulaatori loomist ja valdkondlike õigusaktide vastuvõtmist küll võimalik, kuid riigi eriplaneeringu detailse lahenduse koostamisel on ohutusküsimuste hindamiseks vajalik nii regulaatori kui õigusraamistiku olemasolu.

Tuumaenergia kasutuselevõtu põhimõttelise positiivse otsuse tegemine tingib ka kehtiva õiguse muutmise ja selleks vajaliku siseriikliku õigusraamistiku kehtestamise, milles tuleb ette näha ka tuumaelektrijaama rajamise lõpliku otsuse tegemine Riigikogu poolt[34].

---

[32] https://www.riigiteataja.ee/akt/KiS

[33] https://www.riigiteataja.ee/akt/ELTS

[34] Rahvahääletuse seaduse § 1 lõike 1 kohaselt on Riigikogul võimalik panna rahvahääletusele lisaks põhiseaduslikele küsimustele ka muid riigielu küsimusi. Seega on soovi korral võimalik korraldada rahvahääletus ka tuumaenergia kasutuselevõtu küsimuses. Eestis on rahvahääletust käesoleval sajandil korraldatud vaid 2003. a. EL-i astumiseks. Tuumaenergia küsimuses on rahvahääletusi EL riikidest korraldanud Austria (1978), Rootsi (1980), Itaalia (1987, 2011), Leedu (2008, 2012), Bulgaaria (2013). Tuumaenergia, kui riigi energeetikasektori ühe arengusuuna üle langetatakse otsused enamasti valitsuse või parlamendi tasandil. Näiteks Saksamaa 2011. a. otsus tuumaenergia kasutamisest loobuda tehti parlamendis. otsused enamasti valitsuse või parlamendi tasandil. Näiteks Saksamaa 2011. a otsus tuumaenergia kasutamisest loobuda tehti parlamendis.

TET tugines analüüside koostamisel IAEA juhendile „Teekaart“, mis näeb tuumaenergia kasutuselevõtu kaalumisel ette 19 teemapunkti analüüsimist. Eesti tingimustele sobiksid SMR-id, millest meile tinglikult sobivaks peetavad alustavad tööd käesoleva kümnendi lõpus. Tehnoloogia valikul on riskide maandamiseks oluline valida tehnoloogia, millega on maailmas kogemusi ning millele on tagatud kütuse tarnekindlus.

Eestis on vaja 2030. ja 2050. aasta kliimamuutuste leevendamise eesmärkide saavutamiseks rajada kiiresti uusi taastuvenergia tootmise ja salvestamise võimsusi. Tuumaelektrijaam Eestis ei valmi ajaraamis, mis võimaldaks sellel panustada 2030. aasta eesmärkide täitmisse, kuid 2050. aasta eesmärkide täitmiseks ja varustuskindluse tagamiseks on lisaks taastuvelektrijaamadele tuumaelektrijaama rajamine üks võimalik lahendus. Tuumajaamades nähakse ka järjest kasvavat potentsiaali vesinikutootmiseks ja kaugkütte pakkumiseks, eriti kontekstis, kus pea kogu maailm püüdleb süsinikuneutraalsuse poole.

Oluline on tagada, et tuumaenergiale lootma jäämine ei kahjustaks taastuvenergia tootmise ja salvestamise võimsuste lisandumist ega põhjustaks heitkoguste vähendamise edasi lükkamist.

IAEA juhendi „Teekaart“ kohaselt peab riik tuumaenergia kasutuselevõtu osas tegema teadliku ja informeeritud otsuse. Riiklik seisukoht peab olema selge, peegeldama laialdast poliitilist toetust tuumaenergia programmi arendamise kavatsusele ning selgitama seda kavatsust kohalikul, riiklikul, regionaalsel ja rahvusvahelisel tasandil. Nii põhimõttelise informeeritud ja kaalutud poliitilise otsuse kui ka õigusraamistiku kehtestamine on eelduseks konkreetse tuumakäitise ettevalmistustööde tegemisele (rakendusaktid, planeeringud, projektiarendus, järelevalvevõimekuse loomine, muude tehniliste eelduste väljaarendamine).

TET lõpparuande põhjal saab Riigikogu otsustada, kas toetada Eesti Vabariigi tuumaenergia programmi algatamist ning vastava regulatiivse ja õigusraamistiku loomist. See loob tuumaenergia kasutuselevõtu positiivse otsuse korral eeldused tuumaenergiat reguleeriva seaduse eelnõu väljatöötamiseks ja menetlemiseks Riigikogus, tuumajaama sobiva asukoha valimiseks planeerimisprotsessi algatamiseks ning riigi poolt sobiva ohutu tehnoloogia ja usaldusväärse arendaja tuvastamiseks.

2. TUUMAOHUTUS

Eesti olemasolev õiguslik ja reguleeriv raamistik tuuma- ja kiirgusohutuse valdkonnas on praeguste kiirgustegevuste jaoks piisav. Kiirgustegevustele rakenduvad nõuded on reguleeritud kiirgusseaduse ja selle alamaktidega. Vastu on võetud Kiirgusohutuse Riiklik Arengukava 2018–2027 (KORAK), mille eesmärk on kiirguskaitse korraldamine, et tagada Eestis optimaalne kiirgusohutus, kiirguskaitse toimimine ja areng. Arengukava strateegilised all-eesmärgid on järgmised:

1. tõhustatud on kiirgusohutuse taristu toimimine;
2. tagatud on kiirgusohutusalane teadlikkus ja pädevuse suurendamine;
3. vähendatud on radioaktiivsete jäätmete ja nende käitlemisega seotud ohte;
4. tagatud on valmisolek kiirgussündmuste ennetamiseks ja lahendamiseks;
5. vähendatud on looduslikest kiirgusallikatest tingitud ohte;
6. tagatud on meditsiinikiirituse põhjendatud kasutamine ja kiirgusohutus.

Eestis kasutavad kiirgusallikaid tööstus- ja teenindusettevõtted, tervishoiu- ja veterinaarteenuse pakkujad, teadus- ja uurimisasutused ning valitsusasutused. Eestis on välja antud ligikaudu 630 kiirgustegevusluba, millest enamus (75%) on välja antud tervishoiuteenuse osutajatele, järgnevad tööstusettevõtted.

Eestis toimus 2016. aastal IAEA integreeritud regulatiivse raamistiku ülevaate missioon (IRRS) ja märtsis 2019. aastal selle järelmissioon. IRRS missioonid leidsid, et ohutuse õiguslik raamistik vastab praeguste kiirgustegevuste osas IAEA kiirgus- ja tuumaohutuse standarditele.

Eesti on ühinenud/ratifitseerinud/üle võtnud rahvusvahelised ja Euroopa Liidu tuumaohutusega seotud õiguslikud instrumendid, mida on käsitletud peatükis 5. Tuumaelektrijaamade ohutust võimalike hädaolukordade tekkimise tõenäosuse vaatest on käsitletud peatükis 14.

2.1 TUUMAVASTUTUS

Tuumaintsidendid võivad põhjustada suuri tuumakahjustusi, mis käivitavad hüvitisnõuded. Sellised nõuded võivad hõlmata kahju, mis jääb väljapoole riigi territoriaalset jurisdiktsiooni, kus tuumaintsident toimus. Olukord võib tekitada keerulisi tõenduslikke küsimusi, kuna ioniseeriva kiirgusega kokkupuute mõju tervisele võib ilmneda alles pärast pika aja möödumist juhtunust. Tuumakahjustuste tsiviilvastutuse rahvusvaheline kord on kehtestatud erinevate rahvusvaheliste õigusaktidega. Peaaegu kõik tänapäeva maailma tuumavastutuse režiimide alused lähtuvad kahest rahvusvahelisest konventsioonist – OECD 1960. aasta Pariisi konventsioonist ja IAEA 1963. aasta Viini konventsioonist, kuid laienemine on toimunud nii, et praegu käsitleb seda valdkonda viis peamist õigusakti:

- 1960. aasta Pariisi konventsioon kolmandate riikide vastutusest tuumaenergia valdkonnas (Pariisi konventsioon) ja 1963. aasta Pariisi konventsiooni täiendav Brüsseli konventsioon (Brüsseli lisakonventsioon), mis sõlmiti Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsiooni (OECD) egiidi all ja on avatud OECD liikmesriikidele.
- 1960. aasta Pariisi konventsiooni 2004. aasta 12. veebruari protokoll (2004. aasta Pariisi konventsioon) ja 1963. aasta Brüsseli lisakonventsiooni 2004. aasta 12. veebruari protokoll (2004. aasta Brüsseli lisakonventsioon), mis sõlmiti OECD egiidi all ja on avatud OECD liikmesriikidele. Mõlemad protokollid jõustusid 2022. aasta jaanuaris.

- IAEA egiidi all sõlmitud 1963. aasta tuumakahjustuste eest tsiviilvastutuse Viini konventsioon on avatud kõikidele ÜRO liikmesriikidele, selle eriagentuuridele või IAEA liikmetele.
- IAEA egiidi all sõlmitud ja kõigile riikidele avatud Viini konventsiooni muutmise protokoll (1997. aasta Viini konventsioon). 1997. aasta Viini konventsioon võeti vastu 12. septembril 1997 ja see jõustus 4. oktoobril 2003.
- Tuumakahjustustest tekkinud kahju täiendava hüvitamise konventsioon (CSC, 1997) on avatud kõigile Pariisi ja Viini konventsioonide osalisriikidele ning riikidele, kes ei ole ei Pariisi ega Viini konventsiooni osalised, kuid kelle siseriiklikud õigusaktid on kooskõlas nendes konventsioonides sisalduvate põhimõtetega. 1997. aasta konventsioon jõustus 15. aprillil 2015.
- Viini konventsiooni ja Pariisi konventsiooni kohaldamist käsitlev 1988. aasta 21. septembri ühendprotokoll, mis ühendab Pariisi konventsiooni ja Viini konventsiooni.

Peamised põhimõtted, mis on ühised kõikidele tuumavastutuse konventsioonidele (st Viini, Pariisi ja tuumakahjustuste täiendava hüvitise konventsioon) ja mis on kajastatud ka enamikus riiklikes tuumavastutust käsitlevates seadustes üle maailma, on järgmised:

- tuumakäitise käitaja ainuvastutus, kus tuumaintsident aset leidis (siin kehtib põhimõte, et ohver ei peaks vastutuse väljaselgitamiseks liiga palju vaeva nägema). Vastutus „kantakse“ seega käitajale, kuid sellega kaasneb nõue, et käitajal oleks kindlustus või muu rahaline tagatis;
- käitaja range (absoluutne) vastutus (jällegi kannatanu kasuks);
- määratlus selle kohta, millist tüüpi tuumakahjustused on hõlmatud;
- käitaja kanda jääva vastutuse maksimumsumma kehtestamine.
- käitaja kohustus omada ja säilitada rahalist tagatist oma tuumavastutuse katmiseks ja rahaliste vahendite olemasolu tagamiseks;
- kannatanute kohustus esitada nõuded teatud tähtaja jooksul (aegumistähtaeg);
- rahvusvahelised tuumavastutuse konventsioonid sisaldavad ka põhimõtteid, mis on spetsiaalselt välja töötatud võimalike piiriüleste kahjude ja piiriüleste hüvitisnõuetega seotud keerukuse käsitlemiseks, sealhulgas: pädeva jurisdiktsiooni kindlaksmääramine ja kohtuotsuste täitmine, kohaldatava õiguse kindlaksmääramine ja võrdne kohtlemine (diskrimineerimise vältimine kodakondsuse, elukohariigi või alalise elukoha alusel).

Tuumavastutuse konventsioonides on tuumajaama käitajale sätestatud rahalise vastutuse miinimumlävi. Näiteks 2004. aastal uuendatud Pariisi konventsiooni protokoll nõuab liikmesriikidelt tuumaõnnetuse korral vähemalt 700 miljoni euro suuruse summa tagamist. Viini konventsiooni 1997. aasta protokoll seab alammääraks umbes 300 miljonit Rahvusvahelise Valuutafondi arvestusühikut (SDR-i), mis on umbes 400 miljonit eurot. Liikmesriigid võivad kehtestada suuremaid määrasid või isegi piiramatu vastutuse. Maksimummäärade kehtestamine jääb iga riigi enda otsustada, sõltudes nende seadustest ja poliitikast. Selle tulemusena varieeruvad maksimummäärad riigiti. Kuigi valitseb üldine arusaam, et saastaja peab maksma, tuleb siinkohal tuumatööstuse arengu võimaldamiseks leida tasakaal. Seetõttu ei teki käitajal fikseeritud maksimaalse vastutuse summa korral piiramatut vastutust. Sellegipoolest on mitmed riigid, nagu Saksamaa, Šveits ja Jaapan, kehtestanud oma tuumavastutust käsitlevate õigusaktide kohaselt piiramatu vastutuse, mis on tingimusena lubatud Pariisi konventsiooniga. Rootsi tuumavastutuse seadus nõuab, et käitajad oleksid kindlustatud vähemalt 1000 miljoni SDR-i (ca 1,2 mlrd euro) ulatuses, mille ületamisel kataks riik kuni 6 miljardit Rootsi krooni (ca

540 milj eurot) iga juhtumi kohta. Euroopas tegelevad tuumajaamade käitajate kindlustamisega kaks ühingut: Euroopa Tuumakindlustuse Vastastikune Ühing (EMANI, ingl k *European Mutual Association for Nuclear Insurance*), mis asutati 1978. aastal ja Euroopa Tuumatööstuse Vastutuskindlustus (ELINI, ingl k *European Liability Insurance for the Nuclear Industry*), mis loodi 2002. aastal. ELINI liikmeteks on enamik EL-i tuumajaamade käitajaid. EMANI-l on umbes 55 liiget ja see katab ligikaudu 100 tuumajaama.

Tuumavastutus on tavaliselt ajaliselt piiratud, kuid täpne ajavahemik, mille jooksul kahjunõuded saab esitada, varieerub sõltuvalt asjaomastest rahvusvahelistest konventsioonidest ja riiklikust seadusandlusest. Näiteks Pariisi ja Viini konventsioonide alusel on tavaline ajaline piirang kahjunõuete esitamiseks pärast tuumaõnnetust 10 aastat. See tähendab, et kahjunõuded, mis on seotud tuumaõnnetusega, tuleb esitada 10 aasta jooksul pärast õnnetust. Kahjude jaoks võib kehtida erinev ajaline piirang sõltuvalt kahju liigist (näiteks isikukahju, varakahju või keskkonnakahju)[35].

2.2 TUUMAOHUTUSE TAGAMINE TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL

Hetkel on Eesti pädevus tuumaohutuse valdkonnas peamiselt seotud võimekusega hinnata naaberriikides asuvate tuumaelektrijaamade ohutust ja nendes toimuvate võimalike intsidentide ja õnnetuste tagajärgi. Keskkonnaamet allkirjastas 2019. aasta mais koostöömemorandumid Soome tuumaregulaatoriga STUK, Läti Keskkonnateenistusega (VVD) 2020. aasta märtsis ja Kanada tuumaregulaatoriga (CNSC) 2023. aasta mais koostöö ja teabe vahetamise kohta kiirguse ja tuumaohutuse ning reguleerivate küsimuste osas, mis hõlmavad ettevalmistust ja reageerimist tuuma- või radioloogilistele sündmustele ja hädaolukordadele, arvestades rahvusvahelisi hädaolukordade käsitlemise kokkuleppeid. 2023. aasta sügisel algatati ka koostööleppe sõlmimine Keskkonnaameti ja USA tuumaregulaatoriga (NRC).

Tuumaprogrammi käivitamine suurendaks oluliselt reguleeritavate tegevuste keerukust ning nõuaks uusi meetmeid potentsiaalsete kiirgusriskide vähendamiseks. Kõigi tuuma- ja kiirgustegevuste aspektide üle järelevalvet teostava regulaatori struktuur ja eelarve peavad arvestama kõiki vastutusvaldkondi (sh juhtimine, rahastamine, inimressursside arendamine). Tuumaprogrammi käivitamisel ja ohutushinnangute läbiviimisel tuleb ära kasutada olemasolevaid riiklikke pädevusi, kuid arvestada, et Eestis puuduvad kõik vajalikud kompetentsid ning neid tuleb hankida väljastpoolt. Näiteks koostöös IAEA ja teiste organisatsioonide ning riikidega, kellel on selles valdkonnas kogemusi.

Tuumaohutuse põhimõtete juurutamiseks ja arendamiseks sõlmis Eesti 2022. aasta jaanuaris koostööleppe Ameerika Ühendriikide Välisministeeriumiga osalemaks FIRST programmis[36]. FIRST (ingl k *Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor Technology*, FIRST) on teadmiste suurendamise programm, mille eesmärk on tugevdada strateegilisi sidemeid, toetada energiainnovatsiooni ja edendada tehnilist koostööd.

Eesti osaleb ka Euroopa Komisjoni algatustes, näiteks EL-i SMR seminaridel. Tulevikus plaanib Eesti osaleda Euroopa SMR-regulaatorite foorumis, WENRA-s (Lääne-Euroopa tuumaregulaatorite ühendus) ja WANO-s (Maailma Tuumakäitajate Liit) toimuvatel tegevustel.

Eesti suhtleb aktiivselt IAEA tuumaenergia taristu arendamise üksuse ja tehnilise koostöö osakonnaga. Tuumaenergia valdkonnas võimekuse loomine on kaasatud Eesti ja IAEA vahel 2022. a. septembris

[35] https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/liability-for-nuclear-damage.aspx
[36] https://www.smr-first-program.net/

allkirjastatud tehnilise koostöö raamkokkuleppesse perioodiks 2022–2027. Valdkonnad, kus IAEA tehnilise koostöö programmist pakutavat abi kasutada, oleks:

1. Regulatiivse ja õigusraamistiku arendamine tuumaenergia kasutamiseks tuumaelektrijaama kogu elutsükli vältel;
2. Rahvusvaheliste auditite ja ekspertmissioonide ettevalmistamine ja läbiviimine;
3. Organisatsiooniliste pädevuste arendamine;
4. Põhjalike haridus- ja koolitusprogrammide loomine tuumaohutuse tagamiseks ja personali koolitamiseks.

IAEA tehnilise koostöö programm toetab stipendiume ja teadusvisiite, pakub osalemist kohtumistel ja koolitustel ning pakub eksperditeenuseid, mis põhinevad IAEA poolt avaldatud rahvusvahelistel juhistel ja soovitustel. Aastal 2022 alustati IAEA tehnilise koostöö programmi raames riiklikku projekti EST9007 „Kiirguskaitse ja tuumaohutuse õigusliku, reguleeriva ja organisatsioonilise taristu ja tehniliste pädevuste suurendamine.“ Projekt kestab 2022. aastast kuni 2025. aastani ja suurendab üldiseid kiirguskaitse ja tuumaohutusalaseid pädevusi.

Tuumaprogrammi käivitamisel kehtestab riik tuumaohutuspoliitika ja strateegia, mis hõlmab ka tuumaenergeetikat. Lisaks olemasolevale kiirguskaitse valdkonna poliitikakujundamise arengukavale KORAK, oleks soovitatav, et valdkonna eest vastutav ministeerium koostaks tuumaenergia arengukava, mille eesmärk on tagada valdkonna jätkusuutlik ja vastutustundlik areng. Riiklik tuumaenergia arengukava peab olema kooskõlas riigi üldise energiastrateegia ja -poliitikaga ning arvestama kõiki olulisi aspekte alates ohutusest ja lõpetades keskkonnamõjudega. Tuumaelektrijaamas tekkivate jäätmete käitlemise ja ladustamise hõlmamiseks riiklikku strateegiasse, tuleks täiendada olemasolevat radioaktiivsete jäätmete käitlemise riiklikku tegevuskava[37]. Nii regulaator kui ka omanik/käitaja peavad arendama välja detailsed teadmised ja kompetentsid rahvusvahelistest tuumaohutusstandarditest ning tuumaelektrijaama ohutusnõuetest ning nende vastavuse hindamisest.

Eeltoodud eesmärkide saavutamiseks tuleb esimesel võimalusel luua tuumaohutuse järelevalve eest vastutav regulaator ja tagada selles võtmeametikohtade täitmine vajalike teadmistega vanemspetsialistidega ning alustada tuumaohutuskultuuri ülesehitamiseks vajalike tegevuste ja programmidega (juhtimissüsteem, protsessid, koolitus, arendustegevused, õigusloome jne). Võimaliku omaniku/käitaja puhul peavad samad tegevused käivituma ka selles organisatsioonis, kusjuures nõuded organisatsioonis täidetavate tuumaohutusega seonduvate ametikohtade kvalifikatsioonile/kompetentsile tuleb sätestada õigusloomes.

Omanik/käitaja peab defineerima ootused/nõuded võimalikule reaktoritehnoloogia müüjale/tarnijale nii vajaliku tehnilise toe kui ka koolituste osas.

Eesti olemasolev õiguslik ja reguleeriv raamistik tuuma- ja kiirgusohutuse valdkonnas on praeguste kiirgustegevuste jaoks piisav. Tuumaprogrammi käivitamine suurendaks oluliselt reguleeritavate tegevuste keerukust ning nõuaks uusi meetmeid potentsiaalsete kiirgusriskide vähendamiseks. Koostada tuleks uusi valdkondlikke poliitika- ja strateegiadokumente, et tagada tuumaenergia jätkusuutlik ja säästev areng. Maksimaalselt tuleb ära kasutada olemasolevaid riiklikke pädevusi ning hankida puuduolevad kompetentsid väljastpoolt koostöös IAEA ja tuumaenergiaga kogemust omavate riikidega.

[37] https://kliimaministeerium.ee/elurikkus-keskkonnakaitse/kiirgus/radioaktiivsed-jaatmed

3. JUHTIMINE

Tuumaprogrammi rakendamiseks tuleb läbi mõelda selle riigipoolne juhtimise võimekus ja selle arendamise vajadused.

TET liikmeteks on Eesti peaaegu kõikide ministeeriumide, Riigikantselei, Keskkonnaameti ja Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Ameti kõrgetasemelised esindajad. Neil on võimalused ja volitused, et suunata inimeste ja teadmiste juhtimise arengut oma asutustes ning haldusalas. TET-il on arusaam juhtimis- ja ohutusnõuete vajadusest vastavalt IAEA ohutusstandarditele. Arvesse võetakse ka teiste uute tuumariikide juhtimissüsteemide loomise kogemusi. Juhtimissüsteemide loomise toetamiseks on IAEA välja andnud ka juhendmaterjali NG-T-1.3 „Protsessipõhiste juhtimissüsteemide väljatöötamine ja rakendamine“[38].

Juhtide nähtav tugi ja töötajate osalus on eduka juhtimissüsteemi väljatöötamise ja rakendamise olulised komponendid. Juhtimissüsteemi vajatakse regulaatori eesmärkide täitmise ja usaldusvääruse saavutamise toetamiseks. See annab juhtidele vahendi soovitud ohutuskultuuri arendamiseks ja juurutamiseks kogu organisatsiooni ulatuses. Juhtimissüsteem toetab ka läbipaistvust ja avatust ning tagab, et tuumaohutuse, -julgeoleku ja kaitsemeetmete küsimusi ei lahendata isoleeritult.

3.1 JUHTIMISSÜSTEEM TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL

Tuumaprogrammi rakendamiseks tuleb juhtimissüsteemi loomiseks liikuda positiivse otsuse korral kiiresti edasi Vabariigi Valitsuse seaduse muutmisega tuumaregulaatori loomiseks ja tuumaenergia ja -ohutuse seaduse (TEOS) vastuvõtmisega. Sellega luuakse raamistik tuumaregulaatori töö korraldamiseks, nimetatakse ametisse selle juhtivad ametnikud. Eraldada tuleb piisav eelarve, mis arvestab inimressursside arendamise ja välisekspertide palkamisega. Uue asutuse juhtkonna jaoks saab lisaks personali värbamisele prioriteediks ka integreeritud juhtimissüsteemi (IMS) väljatöötamine ja rakendamine, mis hõlmab tuuma- ja kiirgusohutust, tuumajulgeolekut ja kaitsemeetmeteid (3S – ingl k *nuclear safety, security and safeguards*). Selleks on vajalik koostöös konsultandiga koostada IMS-i projektiplaan, mis keskenduks esialgsele töövoole ning arendada seda edasistes etappides edasi. IMS projektiplaani koostamiseks on Eesti sõlminud eelkokkuleppe USA Välisministeeriumi FIRST programmi alamprogrammi Phoenix[39] raames, mille käigus pakutakse Eestile tuumaenergia kasutuselevõtu protsessiga seonduvalt abi tasuta konsultatsiooniteenuste ja analüüside näol. Juhtimissüsteem peaks:

1. koosnema protsessidest ja sisemistest juhenditest, mis toetavad personali nende ülesannete täitmisel;
2. tagama regulaatorile määratud ülesannete nõuetekohase täitmise;
3. säilitama ja parandama efektiivsust;
4. soodustama ja toetama ohutuskultuuri rakendamist;
5. võimaldama sisemiste protsesside jälgimist ja täiustamist;
6. hõlmama protsesse enesehindamiste, juhtkonna ülevaadete, siseauditi ja sõltumatute ülevaadete jaoks.

[38] https://www.iaea.org/publications/10709/development-and-implementation-of-a-process-based-management-system
[39] https://www.smr-first-program.net/project-phoenix/

Suuremat rõhku tuleb IMS-is panna pädevuste arendamisega seotud tegevuste toetamisele võttes arvesse nii regulaatori kui ka tuumajaama arendaja arengut. Programm peaks arvestama järgmiste võimalustega, millega tuleb arvestada ka eelarve planeerimisel:

1. palgata väliseid tuumaalase kogemusega eksperte;
2. kasutada konsultante riikidest, kus on tugev pikaajaline tuumaenergiaalane kogemus;
3. saata oma eksperte erinevatele rahvusvahelistele konverentsidele, seminaridele, koolitusprogrammidele ja kursustele (nt töövahetusprogrammid).

Tuumaprogrammi rakendamisel tuleb kõigil kolmel võtmeorganisatsioonil – TET, tuumaregulaator ja omanik/käitaja – arendada välja vajalikul tasemel juhtimissüsteemid.

Tuumaenergia kasutuselevõtu positiivse otsuse järgselt tuleb TET-i oluliselt laiendada ja moodustada mitu alltöörühma, kus toimuvad paralleelsed tegevused. Seetõttu tuleb TET juhtimissüsteemi täiustada, et oleks tagatud mehhanismid tuumaprogrammi taristu arendamise juhtimiseks.

3.1.1 TUUMAJAAMA OMANIKU/KÄITAJA JUHTIMISSÜSTEEM

Omaniku/käitaja IMS peab katma ohutus-, turvalisus- ja kaitsemeetmed ning olema kooskõlas IAEA GSR 2 juhendi „Ohutuse tagamise juhtimine ja haldus“[40] põhimõtetega. IMS peab toetama tugevat ohutuse ja turvalisuse kultuuri sh kohustust viia läbi sise- ja välisauditeid ning tuumaohutuse ja turvalisuse seisukohalt olulist teadmiste säilitamist. Omanikul/käitajal on vaja välja töötada hangete läbiviimiseks vajalikud tingimused ning nende hindamiskriteeriumid. Samuti reaktori müüjaga läbirääkimiste strateegia kirjeldus. Omanik/käitaja peab olema võimeline tõendama hanke korraldamiseks ja selle alusel sõlmitava lepingu haldamiseks vajalike kompetentside olemasolu ning omama ka plaani rajatava tuumaelektrijaama käitamiseks vajalike kompetentside arendamiseks. Lepingu haldamine sisaldab endas nii projekti edenemise tõendamist ja kontrolli kui ka kvaliteedi nõuete täitmist ja hindamist. Omanik/käitaja plaan tuumaelektrijaama ohutuks ja turvaliseks käitamiseks vajalike kompetentside arendamiseks peab sisaldama muuhulgas:

- värbamise ja koolitamise kava;
- protseduure ohutuks ja turvaliseks käitamiseks vajalike teadmiste säilitamiseks;
- protseduure tuumarelvade leviku tõkestamiseks vajalikest abinõudest tuumamaterjali sisse- ja väljaveol.

TET-l on arusaam juhtimis- ja ohutusnõuete vajadusest vastavalt IAEA ohutusstandarditele. Tuumaprogrammi rakendamiseks tuleb juhtimissüsteemi loomiseks liikuda positiivse otsuse korral kiiresti edasi TEOSe vastuvõtmisega. TET-ile ja selle alltöörühmadele tuleb eraldada piisav eelarve, mis arvestab ka inimressursside arendamise ja välisekspertide palkamisega. Prioriteediks peab saama ka integreeritud juhtimissüsteemi (IMS) väljatöötamine ja rakendamine, millega alustatakse FIRST programmi alamprogrammi Phoenix raames koostöös ettevõttega Sargent & Lundy.

[40] https://www.iaea.org/publications/11070/leadership-and-management-for-safety

4. RAHASTAMINE

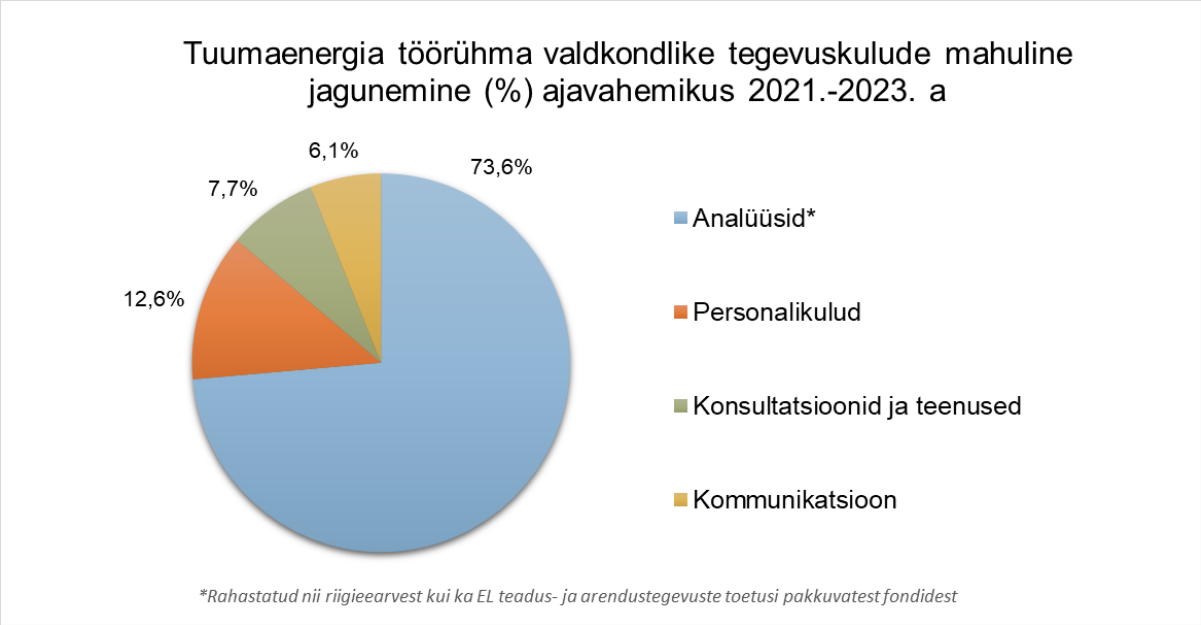
4.1 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA RAHASTAMINE

Tuumaenergia töörühma tegevusteks on perioodil aprill 2021 kuni detsember 2023 kulutatud Keskkonnaministeeriumi (KeM)/Kliimaministeeriumi (KLIM) eelarvest riigieelarvelisi vahendeid 377 438 eurot. Lisaks on uuringuteks kasutatud 209 590 euro ulatuses EL struktuurifondide vahendeid. Eelarvelisi vahendeid on kasutatud temaatiliste analüüside tellimiseks, kommunikatsiooni- ja õppetegevusteks. Tuumaenergia töörühma tegevuste koordineerimiseks loodi 2022. a. märtsis KeM/KLIM koosseisu üks tähtajaline ametikoht palgafondiga 37 464 eurot 2022. aastal ja 47 205 eurot 2023. aastal. Tuumaenergia töörühma liikmeks olevaid ministeeriumite ja asutuste esindajaid töörühma tegevuses osalemise eest ei tasustatud.

Mitterahalisi toetusi on töörühm saanud koolituste, konsultatsiooniteenuste, seminaride ja õppereiside näol IAEA-lt, OECD Tuumaenergiaagentuurilt (NEA), Ameerika Ühendriikide Välisministeeriumilt, Jaapani Majandus-, Kaubandus- ja Tööstusministeeriumilt METI, Soome tuumaregulaatorilt STUK ja Prantsusmaa Välisministeeriumilt.

Töörühma tegevuse rahastamiseks ei ole kasutatud tuumatehnoloogiat arendavate ettevõtete või potentsiaalsete arendajate eelarvelisi vahendeid.

TET kulude protsentuaalne jaotus perioodil 2021–2023 valdkondade kaupa on esitatud Joonisel 3.



Joonis 3. TET kulude protsentuaalne jaotus perioodil 2021.-2023. valdkondade kaupa (Allikas: TET)

4.1.1 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA KULUTUSED EL STRUKTUURIFONDIDE VAHENDITEST

Tuumaenergia töörühma tegevuseks, mis kvalifitseerusid teadus- ja arendustegevuseks, kasutati EL vahendeid kogusummas 209 590 eurot. Teadus- ja arendustegevuse toetused tulevad erinevatest EL

fondidest: suurim osa toetusi saadakse teadus- ja arendusvaldkond Euroopa Regionaalarengu fondist (ERF). Teadus- ja arendustegevuse eelarvest rahastatud analüüside ülevaade on esitatud Tabelis 1.

Uuring	Väljamakse aeg	Summa	Teenusepakkuja
Tuumaelektrijaama ja kasutatud tuumkütuse lõppladustuspaiga potentsiaalsete asukohtade eelanalüüs	Detsember 2022	49 950 €	Skepast&Puhkim OÜ ja OÜ Inseneribüroo STEIGER
	Mai 2023	49 950 €	
Julgeoleku ja hädaolukordadeks valmisoleku analüüs	Jaanuar 2023	50 000 €	Rahvusvahelise Kaitseuuringute Keskus SA
Kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete käitlemise analüüs	Aprill 2023	14 995 €	Breitenstein-Solutions
	Juuli 2023	14 995 €	
Tuumamaterjali kaitsemeetmete analüüs	August 2023	29 700 €	Proxion Plan OY

Tabel 1. Teadus- ja arendustegevuse eelarvest rahastatud analüüsid (Allikas: TET)

4.1.2 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA RIIGIEELARVELISED KULUD

Töörühma tegevuseks vajalikud eelarvelised vahendid planeeriti iga-aastaselt KeM/KLIM eelarvesse. Valitsuskabineti 7. aprilli 2022 nõupidamise otsusega eraldati riigieelarvest töörühmale täiendavalt 250 000 eurot, et kiirendada lõpparuande valmimise protsessi 6 kuu võrra, nihutades selle tähtaja algselt planeeritud 2024. a. juunist 2023. a. detsembrisse. Kokku kulutati KeM/KLIM eelarvest tuumaenergia töörühma tegevusteks 2021. a. 0 eurot, 2022. a. 47 322 eurot ja 2023. a. 330 116 eurot. TET tegevusega seotud palgakuludeks kulutati perioodil 2022-2023 kokku 84 669 eurot. Eelarveliste vahendite kasutamise ülevaade on esitatud Tabelis 2.

Analüüs, teenus	Väljamakse aeg	Summa	Teenusepakkuja
Soome tuumaregulaatori STUK ekspertanalüüs tuumaenergia töörühma vahearuandele	November 2022	20 000 €	STUK International OY
Meelsusuuring „Tuumaenergia valdkonna teadlikkus ning valmisolek tuumaenergia kasutuselevõtuks Eestis“	Märts 2022	4 250 €	AS Emor
Tuumaenergia töörühma kommunikatsioonistrateegia	Oktoober 2022	17 850 €	META Advisory Group OÜ
Tuumaenergia töörühmale inimressursside arendamise strateegia koostamine ja regulatiivse raamistiku kaardistamine	Märts 2023	147 000 €	Advokaadibüroo SORAINEN AS
	Märts 2023	48 000 €	

Tuumaprogrammiga alustamiseks vajaliku õigusraamistiku kaardistamine ja tuumaseaduse eelnõu ajakohastamine ning seletuskirja koostamine	August 2023	24 000 €	TRINITI Advokaadibüroo AS
	November 2023	24 000 €	
Meelsusuuring „Tuumaenergia valdkonna teadlikkus ning valmisolek tuumaenergia kasutuselevõtuks Eestis“	Mai 2023	3 500 €	Norstat Eesti AS
	November 2023	2 950 €	
Kiirguskaitse analüüs	Juuli 2023	22 000 €	STUK International OY
Avalikkusele suunatud infopäev „Tuumaenergia – hea või halb?“	November 2022	5 222 €	Konverentsitehnika rendi, ürituste juhtimise ja toitlustusettevõtted
Tuumaenergia taristu valmisoleku hindamise ekspertmissioon	August 2023	42 000 €	IAEA
Tuumaenergia taristu valmisoleku hindamise eel-missiooni läbiviimisega seotud korralduslikeks kuludeks	Juuni 2023	2 077 €	Toitluse, majutuse, konverentsiteenuse ja transporditeenuse ettevõtted
	Oktoober 2023	7 589 €	
Avalikkusele suunatud tuumaenergia infopäev	November 2023	7 000 €	Konverentsitehnika rendi, ürituste juhtimise ja toitlustusettevõtted

Tabel 2. Riigieelarveliste vahenditest rahastatud tegevused (Allikas: TET)

4.1.3 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA MITTERAHALISED TOETUSED

Tuumaenergia töörühma tegevustesse on enim panustanud IAEA, kes pakub Eestile toetust perioodil 2022–2027 kehtiva kahepoolse tehnilise koostöö raamkokkuleppe alusel. See hõlmab valdavalt erinevaid tuumaenergia kasutuselevõtu ja kasutamisega seotud seminare, koolitusi, konsultatsioone ja ekspertteenuseid. Perioodil 2021-2023 on enim kasutatud tuumaenergia kasutuselevõtu, eriti SMR tehnoloogiat puudutavaid seminare ja koolitusi, et suurendada TET liikmeks olevates asutustes ja nende allasutustes töötavate spetsialistide tuumaenergia alaseid pädevusi. IAEA seminaridel, koolitustel ja tehnilistel kohtumistel on sel perioodil osalenud KeM/KLIM, KeA, Eesti Keskkonnauuringute Keskuse, Regionaal- ja Põllumajandusministeeriumi, Haridus- ja Teadusministeeriumi (HTM), Tartu Ülikooli (TÜ), Keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi (KBFI), Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Ameti (TTJA), Eleringi ja AS-i A.L.A.R.A töötajad. IAEA tehnilise koostöö programmi vahenditest kaeti osaliselt ka oktoobris 2023 Eestis toimunud tuumaenergia taristu valmisoleku hindamise INIR ekspertmissiooni kulud.

OECD NEA korraldas 2023. a. märtsis oma peakorteris Pariisis TET delegatsioonile seminari, kus tutvustati riikidele pakutavaid teenuseid ja koolitusi.

Ameerika Ühendriikide poolne toetus töörühma tegevusele on toimunud valdavalt nende Välisministeeriumi poolt koordineeritava FIRST programmi kaudu, mille eesmärk on suurendada partnerriikides väikereaktorite-alaseid pädevusi. Eesti liitus FIRST programmiga 2021. a. novembris ning koolitustegevused algasid jaanuaris 2022. 2023. a. septembris korraldati programmi raames Eesti

delegatsioonile tuumaenergia õppereis USA-sse. FIRST programmi raames on kokku koolitustel osalenud üle 60 spetsialisti, sh sidusrühmade esindajad Eesti Rohelisest Liikumisest ja Eesti Linnade ja Valdade Liidust ning töörühma lepingulised koostööpartnerid. 2023. a. kevadel kuulutas USA FIRST programmi raames välja projekti Phoenix, mille fookus on suunatud söejaamade asendamisele SMR-idega. Eestil on perioodil oktoober 2023-oktoober 2024 selle projekti raames võimalik USA-lt saada erinevaid konsultatsiooni- ja nõustamisteenuseid ning rakendusuuringuid.

Koostöö Jaapaniga algas 2021. a. lõpus läbi IAEA tuumaenergia juhtimiskoolituse ja FIRST programmi, milles osales ka METI rahvusvahelise koostöö keskus (JAIF/JICC). 2022. a. mais ja 2023. a. aprillis korraldas JAIF/JICC Tallinnas tuumaenergia kasutuselevõtu seminare. 2022. a. oktoobris ja 2023. a. novembris võõrustas JAIF/JICC Jaapanis tuumaenergia töörühma delegatsiooni õppevisiite.

Soome tuumaregulaator STUK on lisaks oma allasutuse STUK International OY poolt osutatud tasulistele teenustele toetanud töörühma märtsis 2023. a. Soomes toimunud seminari ja õppevisiidi korraldamisega ning pakkunud veebiüleseid ja füüsilisi konsultatsioonikohtumisi õigusloome ja regulaatori loomise küsimustes.

Prantsusmaa Välisministeerium korraldas 2021. a. novembris oma Tallinna, Helsingi ja Londoni saatkondade kaasabil Tallinnas TET liikmetele tuumaenergia seminari, kus tutvustati Prantsusmaa kogemust tuumaenergia kasutamisega ning nende tuumatööstuse poolt pakutavaid teenuseid. 2022. a. novembris korraldati TET esindajatele õppereis Prantsusmaa tuumarajatistesse ning valdkonda reguleerivatesse asutustesse.

TET ei ole oma tegevuses kasutanud tuumatööstuse poolt pakutavaid koolitusi ega õppereise, samuti pole osaletud potentsiaalse arendaja poolt korraldatavatel õppereisidel. TET liikmed on riigi esindajatena osalenud ja teinud ettekandeid potentsiaalse arendaja korraldatud konverentsidel ja seminaridel.

4.1.4 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA RAHASTAMINE TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL

Perioodil, kui tuumaenergia kasutuselevõtu osas toimub ühiskondlik debatt, on vaja tõhustada kommunikatsioonitegevusi inimeste teadlikkuse suurendamiseks. Samuti võib tekkida vajadus läbi viia täiendavaid analüüse, et lahendada debati käigus tekkinud küsimusi. Valmis tuleb olla ka võimaliku positiivse otsuse järgseteks tegevusteks, milleks on eelkõige õigusloome ja regulaatori loomise protsessi algatamine ja jätkutegevuste koordineerimine. Eeldades soodsat otsust tuumaenergia kasutuselevõtu osas, on TET-i ja selle alltöörühmade hinnanguline eelarvevajadus 368 000 eurot (tuumaprogrammi elluviimise 0-aastal), mis tuleks Vabariigi Valitsusel eraldada KLIM eelarvesse lisaeelarve taotluse alusel. Hinnanguliselt kuni 30% nendest kuludest on võimalik katta teadus- ja arendustegevuse vahenditest, USA Välisministeeriumi projektist Phoenix ning IAEA tehnilise koostöö programmist.

Tuumaprogrammi elluviimise perioodil, kui moodustatud on tuumaregulaator, liiguvad TET ülesanded regulaatorisse ja seda haldavasse ministeeriumisse, kelle eelarvesse planeeritakse programmi koordineerimise, õigusloome ja poliitikadokumentide väljatöötamise kulud koos vajalike personalikuludega. Regulaatori moodustamise ja vastutava ministeeriumi määramise järel on tuumaprogrammi rakendusperioodil kuni tuumaelektrijaama käitamiseni vajalik siiski TET-i, kui kõrgemate ametnike ja sidusrühmade esindajate kogu säilitamine, et tagada ametkondade vaheline koostöö, sidusus ja infovahetus. Tuumaprogrammi rakendusperioodi kulude ülevaade regulaatori ja ministeeriumi tegevusteks kuni tuumaelektrijaama käitamiseni on esitatud Lisas 4.

4.2 TUUMAELEKTRIJAAMA EHITUSE RAHASTAMINE

Ühe potentsiaalse arendaja, Fermi Energia AS eesmärk on rajada 2035. aastaks erakapitalil põhineva rahastusega 600 MWe tuumaelektrijaam. Fermi Energia planeerib tuumajaama võimsust küll suuremana, 1200 MWe, mis koosneb kuni neljast 300 MWe võimsusega reaktorist. Arvestades Balti elektrituru suurust, riiklikke taastuvenergia ja varustuskindluse eesmärke ning Euroopa süsinikheiteta vesiniktoodete turu tõenäolist arengut, planeerib Fermi Energia AS praegu 3. ja 4. reaktori rajamist elektritootmise asemel suuremahulisele Euroopa süsinikuheiteta vesiniktoodete (ammoniaak või sünteetiline lennukikütus) turule, mitte elektriturule.

Tuumaelektrijaama finantseerimisel on kasutatud erinevaid finantseerimismudeleid, näiteks riigi hinnagarantiisid, suurettevõtete olemasolevat rahavoogu, ettevõtete liite (nn Mankala põhimõtete Soomes, kus mitmed erinevad era-, riigiettevõtted ja kohalikud omavalitsused jagavad elektrijaamade ehitamise ja käitamisega seotud kohustusi ja hüvesid, st garanteerides ehitamise ja käitamise kulud ning jagades toodetud elektrit omahinnaga lähtudes seejuures iga osaleja antud tagatiste proportsioonist).

17. oktoobri 2023 Euroopa Liidu energiaministrite nõukogu jõudis kokkuleppele elektrituru reformi meetmetes, mille alusel taastuvenergia ja tuumaenergia peaks 2026. aastast saama võrdselt investeerimiskindluseks kahepoolseid hinnavahelepinguid (CfD) uute null-süsinikuheite jaamade rajamiseks.[41]

Fermi Energia AS eeldab, et 60% tuumaelektrijaama ning võrguehituse investeeringust (ca 3 mlrd eurot) moodustaks laenukapital ja 40% omakapital. Ehitusaegne rahastus on nende hinnangul kaetud omakapitaliga, komponentide tarneriikide (näiteks Kanada, USA, Jaapan) ekspordikrediidiga ja strateegiliste investorite laenudega. Pangalaene võetakse kasutusele proportsionaalselt ehitusetappidega. Ehituse ajal on pangalaenud kaetud omanike garantiidega ja hilisemas faasis on rahavoog garanteeritud 10-20 aastaste elektrimüügilepingutega jae- ja tööstusklientidega, tuumajaama vara ja muude pankade poolt nõutud tagatistega. Eeldatav tööstusklientide osakaal on 60-80% kogu elektrimüügist ja lepingute geograafiline piirkond on Nordpooli Baltikumi hinnapiirkond. Olenevalt pankade ootustest ja nõudmistest, eeldatakse, et fikseeritud (võimalik osaline indekseerimine) elektrimüügi portfell katab laenumaksed ja intressid ning moodustab kuni 60-80% kogutoodangust. Eesmärgiks on vähemalt 15-aastaste fikseeritud hinnaga lepingutega pakkuda keskmist hinda suurusjärgus 70-80 €/MWh. Hetkel on teadaolevalt Fermi Energia AS sõlminud eelkokkuleppeid fikseeritud hinnaga elektri müümiseks 96 Eesti ettevõtetega, kelle kogutarbimine on mahus 500GWh. Kuivõrd Fermi Energia AS-i kinnitusel on nende primaarne huvi uue tootmisvõimsuse riskimaandus ja rahastuskindlus, mitte elektriturul tulu maksimeerimine, püüab arendaja maksimaalse mahu (kuni 4,8 TWh ehk 56% Eesti 2021. aasta tarbimisest) katta ettemüügilepingutega Eesti ja Balti elektriturul, sealhulgas hinnakindlusest huvitatud avaliku sektori tarbijatega. Rahastuskindluse tagamiseks pikaajaliste elektrimüügilepinguga mittekaetud maht soovitakse katta CfDga. Euroopas on näited avamere tuuleparkidest (Moray East 950MW ja Moray West 860MW), kus 50/50 on rahastuskindlus tagatud ettemüügilepingute ja CfDga.

Omakapitali investeeringu puhul planeeritakse investeeringuid nii strateegilistelt investoritelt, kodumaiselt tööstuskapitalilt kui finantsinvestoritelt. Kaugemas perspektiivis, peale esimese reaktori tööle hakkamist, kaalutakse Fermi Energia AS vähemusosalust noteerida Tallinna Börsil. Ettevõtte omanike struktuur ja finantsstruktuur võib ajas muutuda, eelkõige põhjusel, et jaama eluiga (vähemalt 60 aastat) ja amortisatsioon ületab mitmekordselt tavapärast laenuperioodide pikkust ja jaama vabad

[41] https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/10/17/reform-of-electricity-market-design-council-reaches-agreement/

rahavood on erinevad jaama erinevatel tegutsemisetappidel. Strateegilise investorina näeb Fermi Energia AS eelkõige enda tänast osanikku Vattenfall AB-d, kuid läbirääkimised käivad veel mitme Põhja-Euroopa energiaettevõttega, kes on otsustanud investeerida väikereaktoritega energiatootmisesse. Fermi Energia AS plaan on suurendada osakapitali ja osanike ringi samm-sammult aastatel 2023–2029. Ollakse avatud ka Eesti riigi osaluseks, kui riik on teinud teadliku otsuse tuumaenergia kasutuselevõtuks[42].

4.2.1 AKTSIAKAPITAL JA POTENTSIAALSED INVESTORID

Fermi Energia AS on hinnanud vajalikuks kogukapitaliks 600 MWe tootmisvõimsuse puhul ligikaudu 3 miljardit eurot. Omakapital peaks optimaalselt moodustama kogukapitalist 40% kuni 60%. Potentsiaalsete investoritena nähakse eelkõige:

1. **Riiklikke investoreid**
   tuumaelektrijaama strateegilise regionaalse varustuskindluse tähtsuse tõttu on riiklikud osalused olulised ning investoritena peetakse võimalikuks Baltikumi riiklikke energiaettevõtteid nagu Eesti Energia, Läti Latvenergo ja Ignitis Groupi Leedust.
2. **Strateegilisi investoreid**
   võivad kaasa tuua rohkem kui ainult omakapitali ning panustada ka väljaõppe, tehnilise toe ja teenustega. Selliste investoritena nähakse näiteks Vattenfall AB-d Rootsist, Equinori Norrast, Orlen Groupi Poolast, UPM Energyt Soomest ja OPG-d Kanadast.
3. **Fonde**
   rahvusvahelised fondid, mis investeerivad energiasse ja/või elektrifitseerimisse nagu OMERS Infrastructure (Kanada), Norges Bank Investment Management (Norra), EQT fondid (Rootsi), AP fondid (Rootsi).
4. **Muid investoreid**
   individuaalsed investorid/investeerimisfirmad Eestist, Ameerika Ühendriikidest, Kanadast ja Põhjamaadest.

4.2.2 LAENUKAPITAL

Projekti laenukapital on Fermi Energia AS-il plaanis kaasata järgmiselt:

1. **Omanike laenud**
   omanike laenud tulevad strateegilistelt investoritelt ning on kokkulepe osa, mis sõlmitakse FID-iga (*Final Investment Decision*) samaaegselt.
2. **Pangad**
   intressimäär = riskivaba määr + krediidimarginaal. Praegune tavapärane ehituskrediit on 2% kuni 10%, sõltuvalt hinnatud riskist. Riiklik osalemine projektis otselaenude või garantiide näol alandab projekti hinnatavat riskitaset (eelkõige poliitilist riski) teistele osapooltele. Sellises suurusjärgus laenamine toimub nii rahvusvaheliselt turult kui ka kohalikult regiooni, sh Põhjamaade turult. Viimane Eesti energeetikasektori suurlaenu korraldaja oli Deutsche Bank, suurusjärgus 600 miljonit eurot. Regionaalsel turul on suurimad krediidiandjad Luminor Eesti (USA riskikapitalifirma Blackstone omanduses), LHV Eesti, Citadele Läti, SEB Rootsi, Swedbank Rootsi, EBRD, NIB – Põhjamaade Investeerimispank, EIB – Euroopa Investeerimispank. Tuumaenergeetika finantseerimises on tugevad Prantsuse pangad BNP

[42] Fermi Energia AS-i 21.11.2023 e-kirja teel saadetud vastuskiri TET 13.11.2023 küsimustele

Paribas ja Credit Agricole. Kanada kommertspangad CBIC, Royal Bank of Canada, Bank of Montreal rahastavad suuremahulisi tuumaenergia investeeringuid Kanadas.

3. **Kaubanduse finantseerimine**
   hõlmab lisaks finantseerimisele ka riskide maandamist, garantiisid ning kindlustust. Kaubanduse finantseerimisega on reeglina seotud müüjad (või ka eksportöörid, kui tegemist on rahvusvahelise kaubandusega), ostjad (või vastavalt importöörid), krediidiasutused, kindlustusandjaid aga ka ekspordikrediidiagentuurid (*export credit agency* – ECA) ning muud teenusepakkujaid. Fermi Energia AS puhul oleks tõenäolisteks partneriteks: EDC – Kanada Ekspordiarendus; ExIMBank – USA Ekspordifinantseerimise pank (USA); JBIC – Jaapani Rahvusvaheline Koostööpank. Kaupade eest tasumine kantakse üle laenule, millel on intress ja hüpoteegimaksed teatud perioodi jooksul (vastavalt OECD reeglistikule on üldiselt laenu pikkus kuni 18 aastat ja kuni 90% projekti kuludest).
4. **Võlakirjad**
   ettevõtted emiteerivad võlakirju sooviga kaasata pangalaenule alternatiivset kapitali. Võlakirjad annavad suurema otsustusvabaduse ja paindlikumad tingimused ning võimaluse pikemaks lunastamistähtajaks. Võimalikud Fermi Energia AS-i võlakirjade ostjad: rahvusvahelised, Põhjamaade ja kohalikud pensionifondid, EBRD, NIB – Põhjamaade Investeerimispank ja erinevad institutsionaalsed investorid.

Erinevate stsenaariumide jaoks arvutatud tasandatud kulud näitavad, et riskide leevendamisega proaktiivne tegelemine on oluline ning projekt, mis seda juba alguses arvestab, osutub selgelt edukamaks kui see, mis seda ei tee. Algse investeeringu (kapitalikulu) suurus määrab finantseerimiskulud (investeering tuleks tagasi teenida teatud aja jooksul). Kulude kontrollimine ja aktiivne väärtuse inseneritööga tegelemine võivad märkimisväärselt mõjutada üldkulusid. Lisakulusid toob tipptasemel projektitoetus teadmiste ja IT-vahenditega (simulatsioonid, BIM tarkvara koos planeerimise ja kuludega). Oluline on varane koostöö võimalike laenuandjatega parima võimaliku intressimäära saamiseks, sest ka mõne baaspunkti muutusel on projekti kapitalimahukuse tõttu elektri lõpphinnale märgatav mõju. Äärmiselt oluline on seejuures referentsprojekti tähtaegne ja planeeritud eelarves elluviimine Kanadas[43].

4.2.3 TUUMAELEKTRIJAAMAS TOODETAVA ELEKTRI HIND

Tuumaelektrijaamas toodetav elektri hind sõltub ehituse ja kapitali hinnast, omanikukuludest, käitamiskuludest, sh kütuse hind, jäätmete lõppladustamise ja jaama dekomissioneerimise fondi tasudest, EL kestliku rahastamise taksonoomiast[44] ja jaamas toodetavast energiamahust (koormustegurist). **Kuna Eestile tinglikult sobivaks peetavad SMR-id pole veel elektritootmist alustanud, siis sõltuvad elektrihinna prognoosid suuresti ka sellest, milliseks kujuneb esimeste omataoliste reaktorite lõplik hind ning nende projektide kopeerimisel saavutatav kogumaksumus.** Kuna esimeste omataoliste reaktorite hind on kallim, kui järgnevatel sama tüüpi reaktorite ehitusel, siis tuleks elektrihinna prognoosimisel aluseks võtta 2. või 3. reaktori rajamise maksumus. Selleks hetkeks on seda tüüpi reaktoritele regulaatori poolt välja kujunenud ka lubade väljastamise praktika ning projektis on rakendatud esimese omataolise reaktori rajamise õppetunde. Arvestades Eesti tuumaprogrammi rakendamise võimalikku ajaraami alates põhimõttelisest otsusest kuni elektritootmise alguseni (9-11 aastat), siis pole tõenäoliselt Eesti Euroopas esimene riik, kes SMR-i(d) kasutusele võtab. Käesoleva kümnendi lõpu ja 2030ndate alguse ajaraamis on loamenetluses ja ehitusettevalmistuses mitmeid SMR projekte, nt Poolas, Rumeenias, Prantsusmaal, Tšehhis.

[43] Fermi Energia Financing Strategy. Preliminary Studies 2022. Vattenfall
[44] https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

Tehnoloogiavaliku osas oleks mõistlik valida reaktoritüüp, mille rajamist plaanivad ka teised Euroopa riigid, mis annaks projekti rahastajatele ja investoritele, samuti regulaatorile suurema kindlustunde, jaama komponentide ja kütuse kindlama tarneahela ning madalamad kogukulud.

Jaama ja selles toodetava elektrihinna maksumust mõjutavad ka tuumaprogrammi rakendamise 4.-6. aastal lõpliku investeerimisotsuse tegemise ajal rakendatavad laenude intressimäärad, CO_2 hinnad ja suletud fossiilkütustest elektritoomise võimsuste maht ning elektri nõudlus Balti/Põhjamaade regioonis, mis võib luua soodsa pikaajalise investeerimiskeskkonna. Tootmise kindlustamise eesmärgiks on maksimaalses võimalikus mahus müügilepingute sõlmimine ning arendajate huvil ka CfDd, et lühiajalised turu volatiilsused ei piiraks olulises mahus elektritootmist. Fermi Energia AS modelleerimine ja äriline eesmärk on esitatud Tabelis 3:

	1. **reaktor**	**2. reaktor**	**Keskmine**
Omanikukulu	300 mln €	120 mln €	
Ehitushind	1 550 mln €	1 350 mln €	1400 mln €
Keskmine kapitali hind WACC	7,5% 40/60 (omakapital/võõrkapital)	6,5% kuni 45/ kuni 65	7%
Koormustegur	92%	92%	92%
Opereerimiskulu (sh lammutus-, kütusefond jmt)	20 €/MWh	20 €/MWh	20 €/MWh

Tabel 3. Fermi Energia AS tuumaelektrijaama rajamise maksumuse modelleerimine ja äriline eesmärk (Allikas: Fermi Energia)

OECD 2020. aasta elektrienergia tootmise arvestatava maksumuse uuring näitas, et tuumaenergia puhul oli tasandatud elektrikulu (LCOE) varieeruvus erinevate diskontomäärade[45] puhul oluliselt suurem, kui teiste energiaallikate, nt kivisöe või gaasijaamade puhul, mis tuleneb nende kapitalimahukusest. Uuringu kohaselt oli 3% diskontomäära juures tuumaenergia oluliselt odavam kui alternatiivid, 7% juures oli see võrreldav kivisöega ja odavam kui gaas, 10% juures oli see võrreldav mõlemaga. Madalate diskontomäärade juures oli tuumaenergia odavam kui tuule- ja päikeseenergia. Võrreldes 0% diskontomääraga oli tuumaenergia LCOE 10% diskontomääraga kolm korda suurem, samas kui kivisöe puhul oli see 1,4 korda ja gaasijaamade puhul muutus see väga vähe. Päikeseenergia kasvas 2,25 korda ja maismaa tuuleenergia peaaegu kaks korda 10% diskontomääraga, kuigi nende võimsustegurid olid väga erinevad võrreldes tuumaenergia 85% baaskoormuse variandiga[46]. OECD prognoositav LCOE €/MWh alates 2025. a. tööd alustavatele tuumaelektrijaamadele kaheksas riigis on esitatud Tabelis 4.

	LCOE €/MWh		
Riik	**3% diskontomäär**	**7% diskontomäär**	**10% diskontomäär**
Prantsusmaa	41,1	64,5	87,9
Jaapan	55,5	78,7	101,7
Lõuna-Korea	35,7	48,4	61,0

[45] keskpangast kommertspankadele ja teistele finantsvahendajatele antavatele laenudele kehtestatud intressimäär
[46] https://www.oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2020-12/egc-2020_2020-12-09_18-26-46_781.pdf

Slovakkia	52,3	92,4	132,5
USA	39,8	64,7	89,5
Hiina	45,3	59,9	74,5
Venemaa	24,9	38,1	51,4
India	43,7	59,9	76,1

Tabel 4. OECD prognoositav LCOE €/MWh alates 2025. a. tööd alustavatele tuumaelektrijaamadele erinevates riikides (Allikas: OECD)

4.3 RISKID

Sarnaselt kõigile kapitalimahukatele tööstusprojektidele, toob ka tuumaprogrammi rakendamine endaga kaasa mitmeid riske, mis on seotud tehnoloogia, keskkonna, majanduse, poliitika ja ühiskonna mõjudega. Riskide teadvustamise ja neile võimalike leevendusmeetmete leidmisega on vaja tegeleda juba enne projektiga alustamist. Üldised tuumaprogrammi rakendamise riskid ja väljakutsed on järgmised:

- **Tururisk**
  elektrihindade kõikumised ja muutuv nõudlus võivad mõjutada projektile planeeritud tulude stabiilsust. Selle leevendusmeetmeks oleks maksimaalses võimalikus mahus ettemüügilepingute sõlmimine ja CfD-d.
- **Rahastamisriskid**
  kõrge omakapitali ja laenukapitali suhe võib tekitada probleeme, kui projektiga seotud kulud ületavad eelarvet või kui rahastamise kokkulepped osutuvad oodatust keerukamaks. Oluline on põhjalik eelarvestamine ja kulude kontroll ning rahastamise mitmekesistamine.
- **Tehnoloogilised riskid**
  uute SMR-tehnoloogiate rakendamine võib kaasa tuua ootamatuid tehnilisi väljakutseid. Seetõttu tuleks valida ennast tõestanud tehnoloogiline lahendus.
- **Sotsiaalne ja poliitiline risk**
  tuumaelektrijaamade rajamine võib kaasa tuua avaliku vastuseisu (nt asukohavaliku protsessis), tuumaenergia küsimuses võivad muutuda poliitilised seisukohad. Oluline on korraldada meelsusuuringuid, kaasata tuumajaama rajamise protsessis otsuste tegemisse võimalikult palju avalikkust, tõsta poliitilisel tasandil otsustajate teadlikkust, tagada õigeaegne info jagamine ning otsuste läbipaistvus.
- **Ehitusriskid**
  ehituse viivitused ja eelarve ületamised on suurprojektide puhul tavalised riskid, mille leevendamiseks on võtmetähtsusega hea projektijuhtimine.
- **Ohutusrisk**
  tuumaelektrijaamade ohutus on rahva üks peamisi muresid. Kuigi tõsiste tagajärgedega õnnetuste esinemine on äärmiselt ebatõenäoline, tuleb tuumaelektrijaamade ehitamisel ja käitamisel nõuda kõrgeimate ohutusstandardite järgimist ning tagada, et kõik riskid oleksid minimeeritud.
- **Jäätmete käitlemise risk**
  tuumaenergia tootmisega kaasnevad radioaktiivsed jäätmed, mis vajavad pikaajalist ohutut ladustamist. Isegi, kui tekkivate jäätmete hulk on väike, peaks Eesti välja töötama

radioaktiivsete jäätmete käitlemise strateegia ja arvestama kasutatud tuumkütuse lõppladustuspaiga rajamisega.

- **Alternatiivsete tehnoloogiate arendamine**
  kui tuumaelektrijaam on tööd alustanud, tuleb arvestada sellega võetud pikaajaliste kohustustega, mistõttu pole sellest energialiigist võimalik kiirelt loobuda. Kuigi tuumaenergia võib pakkuda stabiilset elektrivarustust, tuleks samal ajal jätkata investeerimist taastuvenergia tehnoloogiatesse ja energiatõhususse.

- **Inimressursside arendamine**
  tuumaenergia kasutamiseks on vaja kõrgharidusega spetsialiste ja vastava kvalifikatsiooniga oskustööjõudu, kelle väljaõpe on aeganõudev ning keda tööjõuturul napib. Nii tuumaregulaator kui tuumajaama käitaja oleksid tuumaprogrammi rakendamise algusaastatel sõltuvad teistest riikidest imporditavast tööjõust.

4.3.1 TUUMAJAAMA OMANIKU/KÄITAJA PANKROTIRISK

Üheks riskikohaks, mille peale tuleb mõelda juba enne tuumaelektrijaama rajamist, on see, mis juhtuks tuumajaamaga omaniku/käitaja pankroti korral. Tuumajaama käitaja pankrot nõuab koordineeritud tegutsemist riigi, reguleerivate asutuste, finantsinstitutsioonide ja teiste huvigruppide poolt. Ohutuse tagamine, õiguslike ja finantsiliste küsimuste lahendamine ning tuumajaama tuleviku kindlaksmääramine on protsessi peamised aspektid.

Kui tuumajaama eraettevõttest käitaja kuulutab välja pankroti, tõstatab see mitmeid keerulisi küsimusi ja nõuab kiiret tegutsemist. Esmaseks prioriteediks saab sellises olukorras olema ohutuse tagamine. Vajalikuks võib osutuda riigi sekkumine, et tagada tuumajaama ohutu käitamine ja hooldus pankrotimenetluse ajal. Pankrotimenetluses tuleb tegeleda tuleb õiguslike- ja finantsküsimustega, mis hõlmab võlausaldajate nõuete hindamist ja võla ümberkorraldamist. Olenevalt sellest, kui palju on tuumajaama töötamise jooksul suudetud laene tagasi maksta, võivad tuumajaama töötamise 10-15 aastal pankroti väljakuulutamisel olla märkimisväärsed finantsilised tagajärjed. Sel perioodil võib osutuda problemaatiliseks ka jaama dekomissioneerimise ja jäätmete ladustamise kulude katmise küsimus, sest käitaja poolt vastavasse riiklikku fondi tehtud maksed pole veel nende tegevuste finantseerimiseks piisavad. Olukorra lahendamiseks võib pankrotihaldur või riik otsida uut käitajat tuumajaama edasiseks käitamiseks. Tuumajaam võib olla oluline piirkondlik tööandaja ja panustada piirkonna majanduslikku arengusse, mistõttu oleks jaama sulgemisel laiemad majanduslikud ja sotsiaalsed tagajärjed.

Tuumajaama käitaja pankroti vältimiseks on oluline proaktiivne lähenemine, mis hõlmab mitmekülgseid meetmeid alates poliitilisest ja regulatiivsest toetusest kuni finantsilise ja tehnilise abini. Riik peab olema valmis sekkuma ja toetama projekti erinevates faasides, tagades samal ajal, et kõik tegevused on kooskõlas rahvusvaheliste standardite ja parimate praktikatega.

Riigil on mitmeid võimalusi tuumajaama käitaja pankroti vältimiseks, eriti juhul, kui tuumaelektrijaama projekt peetakse strateegiliselt oluliseks. Need meetmed hõlmavad nii ennetavaid strateegiaid kui ka kriisiohje lahendusi. Riik võib pankroti ennetamiseks pakkuda erinevaid toetusmeetmeid, nagu hinnagarantiid, maksusoodustused või subsideeritud laenud, et tagada projekti majanduslik elujõulisus. Samuti on võimaluseks aidata kaasa läbirääkimistele rahvusvaheliste finantsinstitutsioonide ja investeerimispankadega, et tagada vajaliku finantseerimise kättesaadavus ning võimalusel pakkuda laenudele riigi garantiid. Riik võib osaleda riskide jagamises, näiteks läbi ühisettevõtete või partnerluste loomise era- ja avaliku sektori vahel. Võimaluseks on ka välja töötada kriisijuhtimise plaanid, mis aitavad tuvastada ja lahendada võimalikke probleeme enne, kui need muutuvad kriitiliseks.

Tuumajaama töö katkestamine majanduslikel põhjustel on siiski vähetõenäoline, sest suur kapitaliintensiivsus nõuab investeerimisetappidel põhjalikku riskide analüüsi. Elektritoodang on tagatud pikaajaliste müügilepingute või riskimaandusmeetmetega, nagu hinnavahelepingud (CfD), ning laenud on kaetud mitmete tagatistega, sh omaniku või riigi garantiidega. Enne lõppinvesteeringut tuleb teostada ulatuslik modelleerimine, et tagada ehituse ja opereerimise riskide tasakaal teenitud tulude ja projekti tuluga. Kui elektrijaama tulud ei kata laenukulusid, on esmaseks sammuna saneerimine ja võlalepingute muutmine, et vähendada kapitalikulusid. Ajutiste probleemide korral võivad senised omanikud suurendada omakapitali, et katta tekkinud kulud. Kui senised aktsionärid ei suurenda omakapitali, on võimalik kaasata uusi investoreid. Tuumajaama mitmed olulised püsikulud, nagu tuumkütus, hooldus ja palgad, on fikseeritud pikaks ajaks, mistõttu lühiajalised hinnakõikumised ei mõjuta oluliselt elektri omahinda. Viimase sammuna kaalutakse pankrotimenetlust, kus elektrijaam jätkab tootmistegevust, kuid aktsionärid võivad kaotada osalusi. Erakorraliste kapitalivajaduste korral võib riik kaaluda osaluse omandamist või suurendamist tuumaelektrijaamas.

Ajalooliselt on tuumajaamu peamiselt suletud riigi poliitika muutuste tõttu (Saksamaa, Itaalia). Küll aga on majanduslikel põhjustel tühistatud mitmeid projekte enne ehituse algust (nt UK-s Wylfa Newydd). USA-s on esinenud ka juhtumeid, kus tuumaelektrijaamu on seoses käitaja majanduslike raskustega suletud enne nende algselt kavandatud eluea lõppu. Näiteks 1973. aastal tööd alustanud Zion Tuumaelektrijaam USA-s Illinoisis suleti 1998. aastal pärast seda, kui jaama töötaja oli reaktori juhtvarraste sisestamisel ja väljavõtmisel protseduurireeglite eiramisega tekitanud kahjustuse, mille likvideerimiseks tehtavad investeeringud poleks ennast jaama planeeritud eluea lõpuks (2013) enam tagasi teeninud ega võimaldanud jaamas konkurentsivõimelise hinnaga elektritootmist[47].

4.3.2 INVESTEERIMISRISKID

Investeeringu kogurisk väljendub mittesüsteemse ja süsteemse riski summana. Mittesüsteemne risk on risk, mis on omane konkreetsele ettevõttele või tööstusharule, samas kui süsteemne risk on risk, mis on seotud laiemalt turuga ega põhine üksikul investeeringul või ettevõtmisel. Süsteemne risk on seotud hinnakõikumiste, turuhinna, intressimäärade ja ülemaailmsete muutustega. Neid tuleb ettevõtte eluea jooksul põhjalikult juhtida. Kõik uued ettevõtmised on loomulikult varases faasis kõrge üldise riskiga, mis tuleneb peamiselt mittesüsteemsetest riskist:

- **Tehniline risk**
  kas tehnoloogia on õige ning töötab suure töökindlusega?
- **Õiguslikud ja regulatiivsed riskid**
  kas kõik load on olemas, kas riik võib oma otsuseid ja regulatsioone projekti käigus muuta?
- **Ehitusrisk**
  kas ehitusmaht, sisendikulud ja ajastus jäävad plaanitud raamidesse?
- **Finantsrisk**
  kapitali struktuur, parim võimalik suhe pangavõla, võlakirjade ja omakapitali vahel. Ehituseelarve ületuse rahastatus.
- **Äririsk**
  kas suudetakse täita oma müügi ja tuluplaani?
- **Operatiivne risk**
  kas suudetakse tagada tähtaegne opereerimisvõimekus?

[47] https://en.wikipedia.org/wiki/Zion_Nuclear_Power_Station

- **Vastaspoole risk**
  kas ostjad, tarnijad vms täidavad oma kohustusi ning kuidas riskid on eri lepingutega jaotatud?

Mõned eespool nimetatud riskid võivad esineda ka tuumajaam käitamise faasis, kuid teisel määral.

Suur osa kogu tuumajaama elutsükli kuludest tekib peamiselt ehituskulude tõttu enne esimese MWh tootmist. Ehitusrisk on projekti alguses kõrge ja pärast käivitamist null. Alguses kannavad riski investorid/omanikud, kuid seda saab jagada koostöölepingute, riskijuhtimise ja kaubandusrahastu abil koostöös töövõtjate ja tarnijatega.

Liberaliseeritud turgudel, kus konkurents on lubatud ja turg reguleerib hindu ning elektri tootmise kulud võivad kiiresti muutuda, sõltuvalt paljudest teguritest nagu kütusehinnad, nõudlus ja poliitilised otsused, vajab käitaja kedagi, kellega riski jagada. Tarnekorraldustes loobuvad tarbijad ajutiselt madalamate hindade võimalikust kasust, kuid saavad madalamad keskmised pikaajalised kulud. Tarnekorraldused viivad riski tarbijale ja vähendavad seeläbi riskipreemiat.

Võimalike vastaspoolte nii finants- kui ka ESG[48] aspekte tuleb analüüsida, et vähendada riske seoses sanktsioonide, maksejõuetuse, mainekahjustuse ja lepingurikkumisega. Uued tuumaelektrijaamad on teatud tehniliste nõuetega lisatud Euroopa Liidu jätkusuutliku rahastuse taksonoomiasse.[49]

4.4 RISKIDE LEEVENDAMISSTRATEEGIAD

Iga riski puhul on projekti rakendamisel oluline hinnata nii tõenäosust kui ka potentsiaalset mõju, et töötada välja tõhusad leevendamise strateegiad. Üldised tuumaenergia projektide riskide leevendusmeetmed on järgmised:

- **Mitmekesistamine ja riskimaandamine**
  elektrimüügi lepingute mitmekesistamine erinevate klientide ja geograafiliste piirkondadega võib aidata maandada tururiske.
- **Riskianalüüs ja reservid**
  eelarves tuleks arvestada potentsiaalsete kuluületustega ja luua finantsreservid ootamatusteks.
- **Tehnoloogia**
  tehnoloogia põhjalik testimine ja kvaliteedikontroll aitavad vähendada tehnilisi riske.
- **Koostöö regulaatoritega**
  tihedas koostöös riigiasutustega ja rahvusvaheliste organisatsioonidega mõjutab regulatiivset keskkonda, aitab vältida ootamatusi ja lubade menetlusele kuluvat aega.
- **Projektijuhtimise tõhustamine**
  efektiivne projektijuhtimine, sealhulgas ajakava ja eelarve jälgimine, aitab vältida ehitusriskide suurenemist.
- **Võrguarendus**
  varajane koostöö võrguoperaatoritega aitab tagada sujuva võrguühenduse.

[48] ESG on keskkonna-, majandus- ja juhtimismeetmete ja standardite kogum, juhtimiskontseptsioon (so ingliskeelne lühend sõnadest *environmental, social, governance*)
[49] https://finance.ec.europa.eu/publications/eu-taxonomy-complementary-climate-delegated-act-accelerate-decarbonisation_en

- **Pikaajalised lepingud**
  fikseeritud hinnaga pikaajalised lepingud aitavad tagada rahavoogude stabiilsuse.
- **Riiklik toetus ja osalus**
  riigi toetus ja võimalik osalus projektis võivad suurendada projekti usaldusväärsust ja vähendada finantseerimisriske.

4.4.1 RIIGI OSALUS TUUMAELEKTRIJAAMA RAJAMISEL

Riigi seisukohast on oluline teha valik, kas projekti realiseerumise riski leevendamiseks võtta tuumaelektrijaama rajamisel osalus ning koos sellega ka valmisolek leevendada võimalikke riske või piirduda riigipoolse riskina tuumaenergia kasutuselevõtuks vajaliku taustsüsteemi loomiseks tehtud investeeringutega. Mõlemal valikul on oma eelised ja puudused.

Riigi otsene osalus võimaldab mõjutada projekti juhtimist ning saada osa selle tuludest, mis võivad aidata tasakaalustada esialgseid investeeringuid. Riigi osalus annaks investoritele ja laenuandjatele vajaliku kindluse ja lihtsustaks projekti edukaks elluviimiseks kapitali kogumist. Samal ajal tekivad riigile ka rahalised kohustused, mis võivad avaldada olulist mõju riigieelarvele, kui projekt ületab eelarvet või tekivad viivitused, mis võivad omakorda kaasa tuua poliitilisi tagajärgi.

Piirdumine riikliku taustsüsteemi loomisega tähendaks madalamaid otseseid finantsriske, sest investeeringud hõlmaks vaid regulatiivse ja õigusraamistiku loomist. Samuti võimaldaks see riigil jääda neutraalsemaks ja vältida otseseid seoseid projekti võimalike negatiivsete tulemustega, samuti projekti haldusest tulenevat täiendavat halduskoormust. Selle variandi miinusteks on piiratud kontroll ja mõju projekti üle, kaotatud võimalik projektis osalemise tulu ning sõltuvus erasektori edukusest investeeringutes ja projektijuhtimises.

Mõlemad stsenaariumid nõuavad tasakaalustatud lähenemist, kus riik peab kaaluma oma finantsvõimekust, poliitilisi eesmärke, energiajulgeoleku vajadusi ja ühiskondlikku vastutust. Mõlema variandi puhul on esmatähtsaks rahvusvaheliste keskkonna- ja ohutusstandardite ning parimate tavade järgimine.

Suure kapitalimahukuse tõttu on tuumaelektrijaamade rajamisel enamlevinud praktikaks nende rajamine riigi poolt või era- ja avaliku sektori koostöös. Tuumaelektrijaamade eraomandus on tavaline mitmetes riikides, kus energiaturg on liberaliseeritud, näiteks USA-s, samuti Kanadas (kuigi mõned neist on provintsi omavalitsuste omandis). Ühendkuningriigis ja Rootsis on tuumaelektrijaamade omandistruktuur erinev ja see sisaldab nii täielikku eraomandust kui ka riikliku energiaettevõtte osalust. Soomes on tuumaelektrijaamad eraomanduses, kuid neid käitatakse Manakala mudeli alusel, kus osalevad nii erasektori ettevõtted kui ka omavalitsused ja muud organisatsioonid. Kuigi suurem osa Prantsusmaa tuumaelektrijaamadest on riikliku energiaettevõtte EDF (*Électricité de France*) omanduses, on seal ka erainvestorite osalus[50].

SMR-ide puhul, mis vajavad suurte tuumaelektrijaamadega võrreldes oluliselt väiksemaid investeeringuid, eeldatakse, et nende rajamine täielikult erasektori poolt on teostatav. SMR-ide arendamine toimubki paljuski erasektori, sh väikeettevõtete investeeringute toel. Uute investorite kaasamine tuumaenergia arendamisse on märk nihkest traditsiooniliselt valitsuste juhitud programmidest erasektori poole[51].

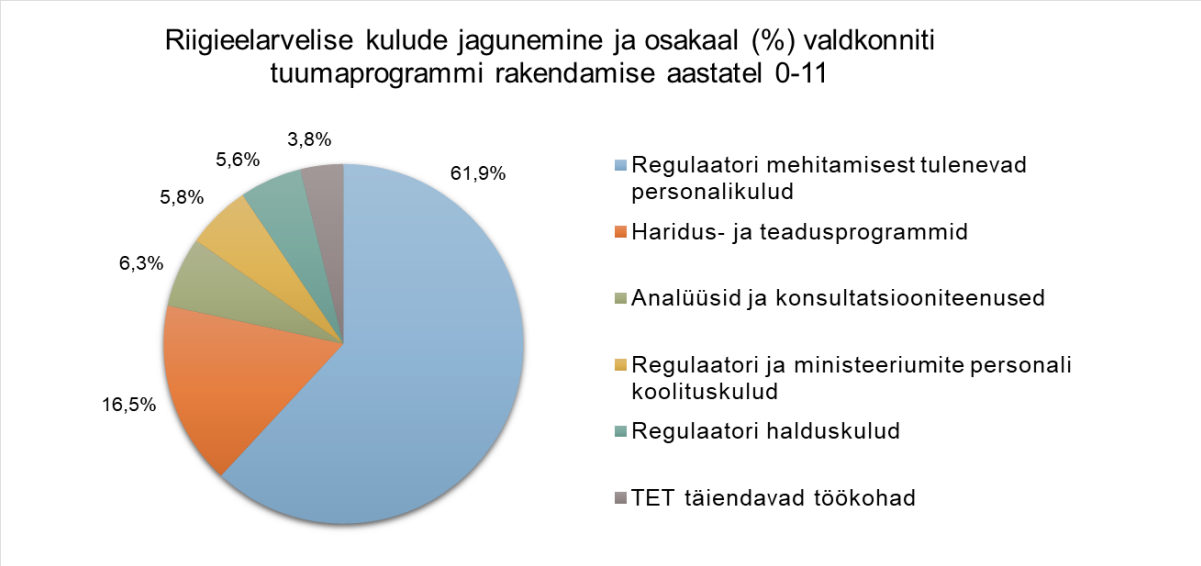
[50] https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/financing-nuclear-energy.aspx
[51] https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/small-nuclear-power-reactors.aspx

TET soovituseks on jätta riigile võimalus tuumajaama projektis osaluse võtmiseks. Näiteks võib selle projekti arendajale seada üheks tingimuseks, et riigil peab olema võimalus osaluse võtmiseks, kui ta seda soovib.

4.5 TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISE RIIGIEELARVELISED KULUD

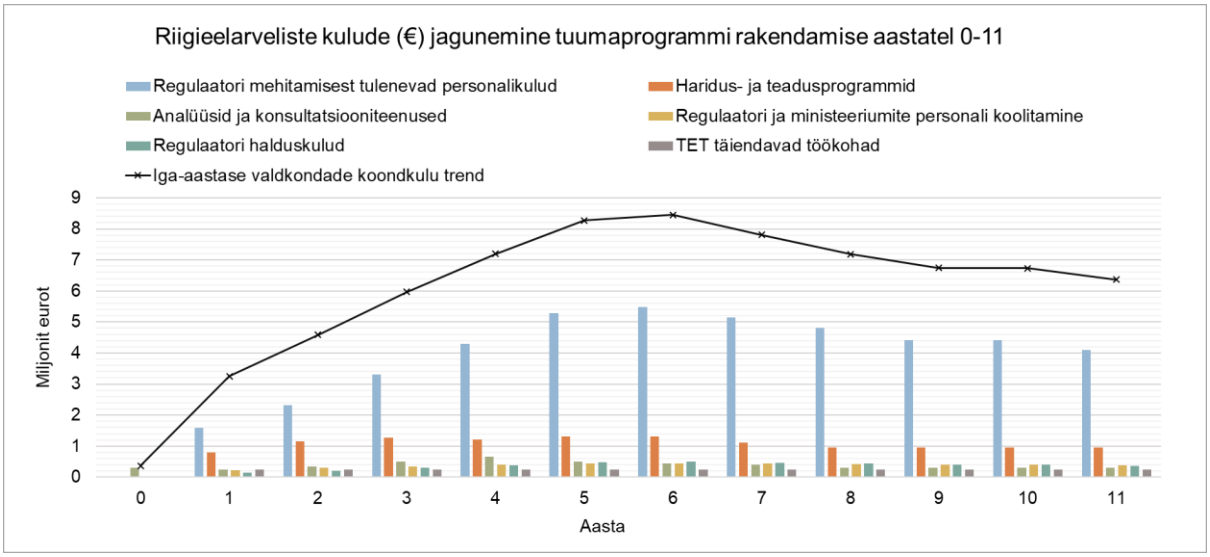
Õigusliku raamistiku, rahvusvaheliste kohustuste ja tuumaohutuse tagamise taristu väljaarendamisel ei ole vahet, kas tuumajaama arendaja on riik või eraarendaja. Kuna Eestil puudub varasem tuumarajatiste käitamise kogemus, siis nõuab tuumaenergia kasutuselevõtt nii või teisiti riikliku taustsüsteemi loomist.

Riigieelarvelised kulud tuumaprogrammi rakendamiseks hõlmavad kulusid regulaatorile, õigusraamistikule ja poliitikakujundamisele, tehnilise- ja päästevõimekuse loomisele ning pädevuste arendamisele. Tuumaenergia kasutuselevõtu otsusele järgnevatel aastatel kuni tuumaelektrijaamas elektritootmise alguseni (9–11 aastat) ulatuksid riigieelarvelised kogukulud tänastes hindades regulatiivse raamistiku ja haridusprogrammide jaoks kokku kuni 73 miljoni euroni. Lõviosa nendest kuludest (62%) moodustavad regulaatori personalikulud, millele järgnevad haridus- ja teadusprogrammide kulud (17%) (Joonis 4).



Joonis 4. Tuumaprogrammi rakendamise riigieelarveliste kulude osakaal valdkonniti (Allikas: TET)

Suurimad riigieelarvelised kulud tekivad alates tuumaprogrammi rakendamise 4. aastast, kui lubade menetluseks toimub regulaatori personali suurendamine ning riigieelarveliste kulude maht ulatub 8,5 miljoni euroni. Aastatel 9–11 lisanduvad suuremas mahus hädaolukordadeks valmisoleku tagamiseks vajalikud tehnilise võimekuse loomise kulud, mille täpsem kogusumma selgub tehnoloogia- ja asukohavaliku järgselt, kui täpsemalt on hinnatud valitud tehnoloogiast ja selle asukohast tulenevad riskid, hädaolukordade tekkimise tõenäosus ja ulatus. Tuumaelektrijaama käitamisfaasis jäävad riigieelarvelised püsikulud regulatiivse raamistiku ja haridusprogrammide ülalpidamiseks suurusjärku 6,5 miljonit eurot. Riigieelarveliste kulude ülevaade tuumaprogrammi rakendamise aastate lõikes on esitatud Joonisel 5.



Joonis 5. Tuumaprogrammi rakendamise riigieelarvelised kulud aastatel 0-11 (Allikas: TET)

Riigieelarveliste kulude detailsem ülevaade on esitatud Lisas 4.

Riigieelarvelisi kulusid on võimalik vähendada erinevate välisrahastus programmidega, eelkõige koostöös IAEA, USA ja Kanadaga, samuti EL struktuurfondide vahendite abil. Regulaatori rahastamiseks on soovitatav teiste riikide praktika põhjal kehtestada tuumajaama omanikule/käitajale aastane loatasu, loataotluse menetlemise kuludele vastav riigilõiv ning tunnipõhised konsultatsioonitasud, mille eest on võimalik osaliselt katta regulaatori püsikulusid.

4.5.1 PÄÄSTE- JA TEHNILISE VÕIMEKUSE ARENDAMISE KULUD

Pääste- ja tehnilise võimekuse arendamise püsikulude hindamine on tänases etapis äärmiselt ebatäpne tulenevalt SMR-ide tarbeks planeerimisaluste (ohutusanalüüsid, disain, tehnoloogia, tuumajaama asukoht, mõjuhinnangud ja riskianalüüsid) puudumise tõttu.

Esialgsete hinnangute baasil võivad pääste- ja tehnilise võimekuse kogukulud ulatuda 10. aastase perioodi peale kokku kuni 54 miljoni euroni. Kalkulatsioonide koostamisel on hetkel konservatiivsuse põhimõttest lähtuvalt arvestatud suurtes, nimisoojusvõimsusega üle 1000 MWth tuumaelektrijaamades tekkida võivate hädaolukordade stsenaariumitega, mille rakendamine SMR-ide puhul pole sellises mahus vajalik, arvestades nende reaktorites sisalduva tuumamaterjali koguse ja täiendavate disainipõhiste ohutusmeetmetega.

Hetkel on päästevõimekuse arendamise kulusid ebamõistlik prognoosida, sest nende suurus sõltub tulevikus alles väljatöötamisel olevate mudelite, arvutuste, mõjuhinnangute ja riskianalüüside tulemustest. Järgnevates etappides on vajalik kulusid täpsemalt hinnata sõltuvalt SMR-ide kohta vajalike detailide ilmnemisest ning täpsemate planeerimisaluste selgumisest. Kulud pigem vähenevad ning tänane kõrge kulu on tingitud ennekõike varasemate võimelünkade täitmata jätmiste tulemusest keemiliste, bioloogiliste, radioloogiliste ja tuumaohtude (ingl k *Chemical, Biological, Radioalogical and Nuclear,* CBRN) valdkonnas tervikuna, mis tuumajaama rajamise korral on vaja tagantjärele ära teha.

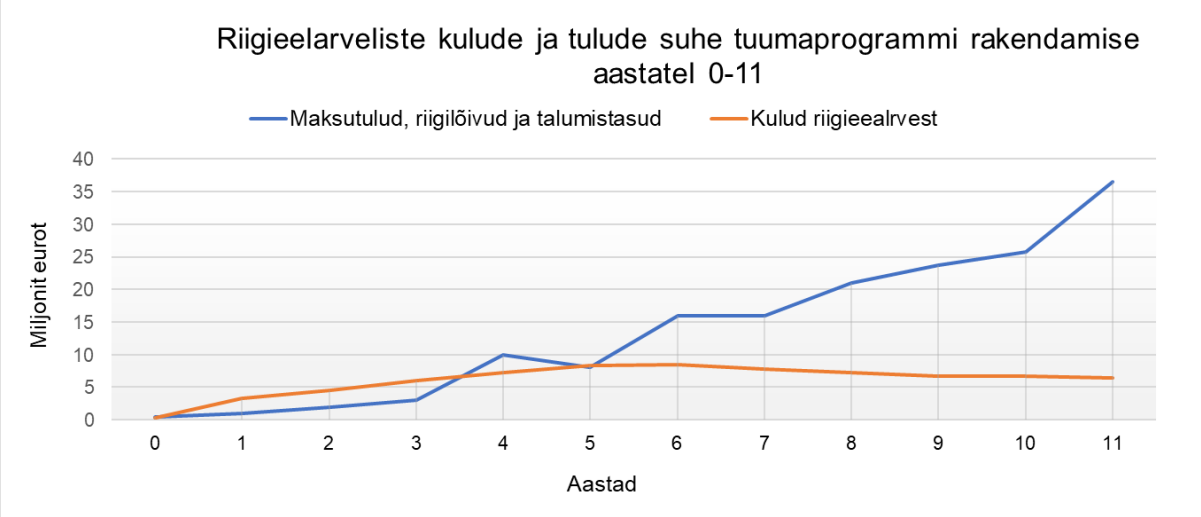
Arvesse ei ole võetud sõjaliste riskide maandamiseks vajaminevat maksumust – täpsemad detailid selles valdkonnas selguvad järgmistes etappides nii riski- kui ka mõjuhindamise faasis. Kajastatud pole ka Kaitsepolitseiameti riigisaladusega kaitstud struktuuride eelarvelisi vajadusi. Selle kohta on koostatud eraldi analüüs, mida tutvustatakse eraldiseisvalt teadmisvajadusest lähtuvalt.

Terviseameti ning Regionaal- ja Põllumajandusministeeriumi täpsed kulud selguvad peale ohutusanalüüside hindamist loodava riikliku regulaatori poolt. Samuti on vajalik TEOSes kokku leppida täpne vastutuse ja ülesannete jaotus. Haridusprogrammide koostamisel on vaja täiendavalt hinnata ka Sisekaitseakadeemia õppemoodulite täiendamise vajadust, samuti väljaõpet kogu hädaolukordades reageerivale struktuurile, mis puudutab nii Terviseameti, Politsei- ja Piirivalveameti kui ka Päästeameti teenistujaid, millele on mõistlik läheneda tervikuna.

Kulude katmisel on võimalik tulevikus leida ka lahendusi väljastpoolt riigieelarvet – see tähendab, et kulude katteallikaid tasub otsida nii rahvusvahelistest koostöö formaatidest (näiteks väljaõpe) kui ka läbi erinevate fondide pakutavate rahastustaotluste ja kahepoolsete koostööformaatide (võimearendus). Seejuures tuleb hoolikalt jälgida ka sõltuvuse ja usaldusväärsuse printsiipe.

4.6 TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISE RIIGIEELARVELISED TULUD

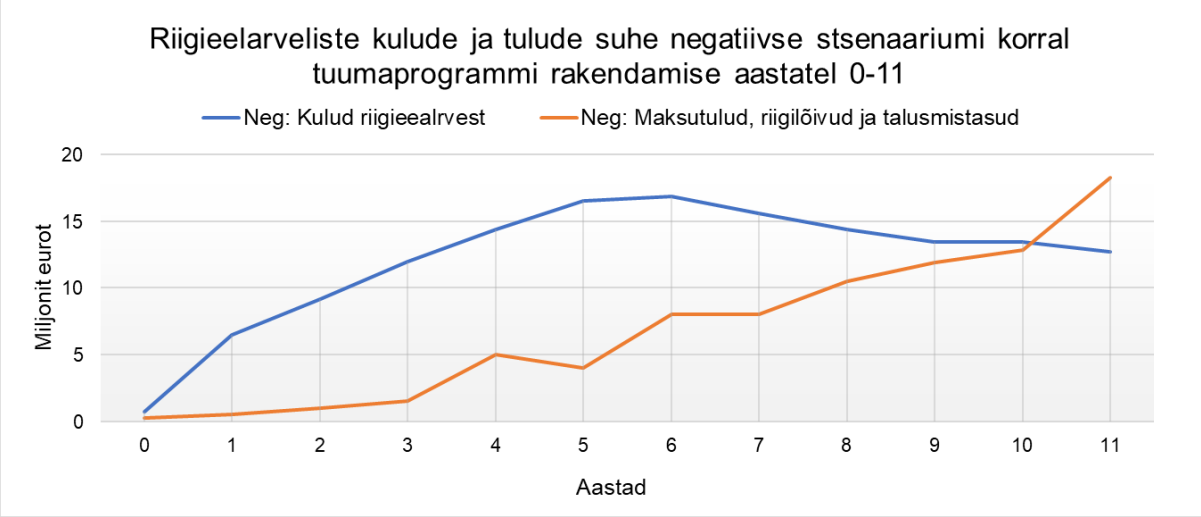
Tuumaprogrammi rakendamise riigieelarvelised tulud moodustuvad mitmest allikast, enamik neist on maksud tööjõult. Maksutulude laekumise eelduseks on kahe reaktori valmimine hiljemalt tuumaprogrammi rakendamise 11. aastal. Maksutulude prognoos on erinev ehitus- ja käitamisperioodidel ning sisaldab ka potentsiaalse arendaja Fermi Energia AS maksulaekumise prognoosi tuumajaama arenduse etapil. Tulude arvestuses on arvesse võetud maksutulusid, võimalikke riigilõive ja talumistasusid. Talumistasu suurus on arvutatud 1. juulil 2023 jõustunud keskkonnatasu seaduse näitel. Täiendavalt laekuvad alates tuumaelektrijaama esimese reaktori elektritootmise algusest maksed riiklikusse fondi tuumajaamas tekkivate radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise ja jaama dekomissioneerimise jaoks, mis on kasutatavad vaid sihtotstarbeliselt ja vajavad vastavat regulatsiooni. Seetõttu pole neid laekumisi riigi otseste tulude hulka arvestatud. Riigieelarveliste kulude arvestuses ei ole käesolevas alapeatükis veel arvestatud hädaolukordadeks valmisoleku taristu väljaarendamise kuludega. Riigieelarveliste kulude ja tulude suhe on esitatud Joonisel 6.



Joonis 6. Riigieelarveliste kulude ja tulude suhe tuumaprogrammi rakendamise aastatel 0-11 (Allikas: TET)

Riigieelarvesse laekuvad tulud hakkaksid ületama kulusid tuumaelektrijaama ehitusetapis alates tuumaprogrammi rakendamise 6. aastast. Seda eelkõige tänu projekti arendaja suurenevalt personalilt makstavate tööjõumaksude ning ehitustegevusest tingitud piirkondliku majandustegevuse elavdamisest. Tuumaelektrijaama käitamise faasis pärast 11. aastat ületaksid riigi tulud kulusid püsivalt

vähemalt 19 miljoni euro võrra. Ka negatiivse stsenaariumi korral, kus riigieelarvelised kulud oleksid hetke prognoosidest kaks korda suuremad ning tulud kaks korda väiksemad, ületaksid juba käitamisfaasi alguses tulud kulusid vähemalt 5,5 miljoni euro võrra (Joonis 7).



Joonis 7. Riigieelarveliste kulude ja tulude suhe tuumaprogrammi rakendamise aastatel 0-11 negatiivse stsenaariumi korral (Allikas: TET)

Tuumaelektrijaama rajamisega võivad kaasuda ka täiendavad tulud seoses tööhõive suurenemisega teenidussektoris, mis pakub teenuseid jaama töötajatele ja ehitajatele nagu toitlustus, majutus, valveteenused jne. Samuti võib tuumaelektrijaam satelliitrajatisena tuua uusi investeeringuid energiamahukate tööstusettevõtete näol. Teatud juhtudel võivad teiste riikide kogemuste näitel tuumaelektrijaamad meelitada ligi hariduslikku ja teaduslikku turismi. Eeldusel, et jaam rajatakse riigimaale, on võimaluseks saada tulu maakasutustasu näol.

Tuumaenergia töörühma tegevusteks on perioodil aprill 2021 kuni detsember 2023 kulutatud KeM/KLIM eelarvest riigieelarvelisi vahendeid 377 438 eurot. Lisaks on uuringuteks kasutatud 209 590 euro ulatuses EL struktuurifondide vahendeid. Tuumaprogrammi rakendumise 0-aastal on töörühma hinnangulised eelarvevajadused 368 000 eurot, mis on lisaeelarve taotluse alusel vaja eraldada KLIM eelarvesse. Hinnanguliselt kuni 30% nendest kuludest on võimalik katta teadus- ja arendustegevuse vahenditest, USA Väliministeeriumi projektist Phoenix ning IAEA tehnilise koostöö programmist.

Ühe potentsieelse arendaja, Fermi Energia AS eesmärk on 600 MWe tuumaelektrijaam rajada erakapitalil põhineva rahastusega 2035. aastaks. Fermi Energia AS eeldab, et 60% tuumaelektrijaama ning võrguehituse investeeringust (ca 3 mlrd eurot) moodustaks laenukapital ja 40% omakapital.

Riigieelarvelised kulud tuumaprogrammi rakendamiseks hõlmavad kulusid regulaatorile, õigusraamistikule ja poliitikakujundamisele, tehnilise- ja päästevõimekuse loomisele ning pädevuste arendamisele. Tuumaenergia kasutuselevõtu otsusele järgnevatel aastatel kuni tuumaelektrijaamas elektritootmise alguseni ulatuksid riigieelarvelised kogukulud regulatiivsele raamistikule ja haridusprogrammidele tänastes hindades arvestatuna kokku kuni 73 miljoni euroni. Selle lisanduvad pääste ja tehnilise võimekuse väljaarendamise kulud. Riigieelarvelisi kulusid on võimalik vähendada erinevate välisrahastus programmidega, eelkõige koostöös IAEA, USA ja Kanadaga, samuti EL struktuurfondide vahendite abil.

Riigieelarvesse laekuvad tulud, mis hõlmavad maksutulusid, võimalikke riigilõive ja talumistasusid, hakkaksid ületama kulusid tuumaelektrijaama ehitusetapis alates tuumaprogrammi rakendamise 6. aastast. Tuumaelektrijaama käitamise faasis pärast 11. aastat ületaksid riigi tulud kulusid püsivalt vähemalt 19 miljoni euro võrra.

5. ÕIGUSRAAMISTIK

Eestis kasutatakse praegu kiirgusallikaid meditsiinis, tööstuses ja teadusuuringutes ning radioaktiivsete jäätmete käitlemisel. Seetõttu hõlmab Eesti olemasolev kiirguskaitse õigustaristu neid tegevusi. Kehtiv õigusraamistik, mis on seotud Eesti kiirgusallikate kasutamisega ja radioaktiivsete jäätmete käitlemisega, on reguleeritud Tabelis 5 esitatud õigusaktidega, mida tuleb arvesse võtta, kui kaalutakse tuumaenergia programmi jaoks sobiva õigusraamistiku väljatöötamist:

1. Vabariigi Valitsuse seadus;
2. elektrituruseadus;
3. kiirgusseadus;
4. keskkonnaseadustiku üldosa seadus;
5. haldusmenetluse seadus;
6. hädaolukorra seadus;
7. korrakaitseseadus;
8. keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus;
9. planeerimisseadus;
10. keskkonnaseire seadus;
11. töötervishoiu ja tööohutuse seadus;
12. autoveoseadus;
13. jäätmeseadus;
14. päästeseadus;
15. politsei ja piirivalve seadus;
16. riigilõivuseadus;
17. majandustegevuse seadustiku üldosa seadus;
18. karistusseadustik;
19. ehitusseadustik;
20. keskkonnatasude seadus;
21. seadme ohutuse seadus;
22. strateegilise kauba seadus.

Tabel 5. Tuumaprogrammi õigusraamistiku väljatöötamisel arvesse võetavad õigusaktid (Allikas: analüüs „Õigusraamistiku kaardistamine tuumaprogrammiga alustamiseks“)

Kiirgusseadus on sobiv alus, mille põhjal reguleerida Eestis praegu toimuvat tegevust. Siiski ei saa kiirgusseadust võrdsustada tervikliku tuumavaldkonna õigusraamistikuga. Samuti ei ole KeA-le kui peamisele reguleerivale asutusele antud seadusega piisavalt volitusi ega võimekust, et toimida riikliku tuumaenergia ohutust reguleeriva asutusena. Kiirgusseaduse alusel kehtestatud kord ei hõlma kõiki valdkondi, mis on vajalikud selleks, et reguleerida tuumaelektrijaamu ja nendega seotud kasutatud tuumakütuse ja jäätmekäitluse rajatisi. Olemasolev õiguslik ja regulatiivne raamistik ei võimaldaks täita kohustusi, mis tulenevad eri tuumalepingutest ja -konventsioonidest, mille lepinguosaline on Eesti. Samuti ka EL-i määrustes ja direktiivides sisalduvaid kohustusi, kui langetataks positiivne otsus rajada oma territooriumile tuumaelektrijaam ja sellega seotud käitised. Loetelu tuumaenergia kasutamist ja ohutust reguleerivatest rahvusvahelistest konventsioonidest ja lepingutest, millega Eesti on juba liitunud, on esitatud Tabelis 6.

1. Tuumarelvade leviku tõkestamise leping – Eesti liitus 7. jaanuaril 1992 Londonis ja 31. jaanuaril 1992 Washingtonis.
2. 5. aprilli 1973. aasta leping Euratomi tuumarelvavabade riikide, Euratomi ja agentuuri vahel ning lisaprotokoll – jõustunud Eesti suhtes 1. detsembril 2005.
3. Tuumamaterjali ja tuumarajatiste füüsilise kaitse konventsioon ning selle
7. Tuumaavarii või kiirgusliku avariiolukorra puhul abi andmise konventsioon – Eesti ühines 9. mail 1994 ja see jõustus 9. juunil 1994.
8. Tuumaavariist operatiivse teatamise konventsioon – Eesti ühines 9. mail 1994 ja see jõustus 9. juunil 1994 (deklaratsioonid puuduvad).
9. Tuumakahjustuste eest tsiviilvastutuse 1963. aasta Viini konventsioon – Eesti

muudatus – Eesti ühines 9. mail 1994 ja see jõustus 8. juunil 1994. Muudatus ratifitseeriti 24. veebruaril 2009 ja jõustus 8. mail 2016.

4. Tuumaterrorismi tõkestamise rahvusvaheline konventsioon – allkirjastati 14. septembril 2005. Ei ole ratifitseeritud ega jõustunud.
5. Tuumaohutuse konventsioon – Eesti ühines 3. veebruaril 2006 ja see jõustus 4. mail 2006.
6. Kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete ohutu käitlemise ühendkonventsioon – ratifitseeriti 3. veebruaril 2006 ja jõustus 4. mail 2006.

ühines 9. mail 1994 ja see jõustus 9. augustil 1994.

10. Tuumakahjustuste eest tsiviilvastutuse Viini konventsiooni muutmise protokoll.
11. Viini konventsiooni ja Pariisi konventsiooni rakendamise ühine protokoll – Eesti ühines 9. mail 1994 ja see jõustus 9. augustil 1994.

Tabel 6. Loetelu tuumaenergia kasutamist ja ohutust reguleerivatest rahvusvahelistest konventsioonidest ja lepingutest, millega Eesti on juba liitunud (Allikas: analüüs „Õigusraamistiku kaardistamine tuumaprogrammiga alustamiseks“)

Kuna Eesti territooriumil pole tuumaelektrijaamu, siis pole Eesti kohustatud rakendama tuumaohutuse konventsiooni või ühendkonventsiooni sätteid, mis käsitlevad tuumaelektrijaamu või nende käitamisest tulenevat kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete käitlemist. Radioaktiivsete jäätmete käitlemist käsitlevas ühendkonventsioonis sätestatud kohustused on olnud asjakohased Eesti olemasolevate radioaktiivsete jäätmete käitlemise ning tegevuste ja rajatiste suhtes. Samuti on Eesti võtnud poliitilise kohustuse järgida IAEA kiirgusallikate ohutuse ja julgeoleku juhendit ning on teatanud IAEA-le oma kohustusest rakendada kiirgusallikate importi ja eksporti käsitlevaid suuniseid ning kasutatud kiirgusallikate käitlemise suuniseid.

5.1 TUUMAENERGIA JA -OHUTUSE SEADUS (TEOS)

TET tellimusel koostati 2023. a. õigusraamistiku kaardistus tuumaprogrammiga alustamiseks, tuumaenergia ja -ohutuse seaduse (TEOS) eelnõu väljatöötamiskavatsus, eelnõu kontseptsioon ja selle seletuskiri.

Tuumaenergia kasutamine on rahvusvaheliselt harmoniseeritult reguleeritud valdkond. Peamised õiguslikud sätted tulenevad konventsioonidest ja lepingutest, millest enamusega on Eesti juba liitunud. TEOS-e eelnõu väljatöötamiskavatsuse tellimise eesmärgiks oli saada analüüsiprotsessi käigus ülevaade vajaliku seaduse sisust ja rahvusvahelistest kohustustest, mis peab riigil olema selge juba enne tuumaenergia kasutuselevõtu otsuse tegemist. TET tellitud TEOS väljatöötamiskavatsuse ja eelnõu kavandi näol pole tegemist valmis seaduseelnõuga, vaid kontseptsiooniga, mille pinnalt on tuumaenergia kasutuselevõtu positiivse otsuse korral võimalik õigusloome alltöörühmal tööd jätkata. Oktoobri viimasel nädalal Eestis läbi viidud IAEA ekspertmissioonil käsitleti ühe teemana ka tuumaenergia regulatsioone, mille käigus hinnati TET arusaama tervikliku tuumaseaduse koostamisest.

Kiirgusseaduse ja TEOS-e reguleerimiseseme, mis kõige üldisemalt öelduna on ioniseeriva kiirguse kasutamine, kattumine ei võimalda mõlema seaduse kohaldamisala päris lõpuni teineteisest eristada. Seetõttu on mõnes riigis kogu ioniseeriva kiirguse (kiirguskaitse) ja tuumaenergeetika regulatsioon ühendatud ühte õigusakti (nt Tšehhi 2016. a. aatomiseadus). Leidub ka riike, kus nii kiirguskaitse kui spetsiifilised tuumaõiguse küsimused on reguleeritud kitsama kohaldamisalaga, nn temaatiliste

õigusaktidega (nt eraldi seadusega on tuumarelvaleviku tõkestamise, tuumakahjustuse eest (tsiviil)vastutus jmt.

Õigusraamistiku kaardistamise käigus kaaluti teiste riikide praktikale tuginedes tuumaenergia reguleerimiseks järgmiseid variante:

1. Kiirgusseaduse liitmine TEOS koosseisu;
2. Kiirgusseaduse kõrvale eraldi TEOS-e loomine;
3. Eraldiseisva tuumavastutuse seaduse loomine lisaks kiirgusseadusele/ TEOS-le.

Kuigi IAEA INIR missiooni üheks ettepanekuks oli kaaluda ühe tervikliku kiirgus- ja tuumaohutust reguleeriva seaduse loomist, otsustas TET edasi minna kiirgusseaduse kõrvale TEOS-e loomisega, mille koosseisu liidetakse ka tuumavastutus. Sarnane lahendus on levinud ka teiste riikide praktikas, sh Soomes. Kiirgusseaduse säilitamise põhjenduseks on olemasolevate kiirgustegevuslubade menetlemise ja väljastamise süsteemi säilitamine ning loa omajatele täiendava halduskoormuse vältimine. Kuigi kiirgusseaduses ja võimalikus TEOS-es on kattuvusi, otsustati see tulevikus lahendada viitamistega. Selle üheks eesmärgiks on säästa olemasolevaid loa omajaid, kellest valdav enamus on röntgenseadet kasutavad hambaarstid, kes peaksid ühe tervikliku õigusakti vastuvõtmise järel otsima oma tegevusele kohalduvaid sätteid tuumaenergia kasutamist reguleerivate sätete hulgast.

TEOS-e kohaldamisala on kiirgusseaduse kohaldamisalast kitsam, kuna see hõlmab ainult spetsiifilisi tuumaenergia küsimusi:

- tuumkütusetsüklit sh tuumakäitisi;
- tuumaohutust;
- tuumakäitiste ja -materjali füüsilist kaitset ebaseadusliku valduse ja kasutuse eest;
- tuumarelvade leviku tõkestamist;
- hädaolukordadeks valmisolekut.

Kiirgusseaduse kohaldamisalaks on kogu ioniseeriva kiirgusega seotud valdkond laiemalt (nt meditsiinikiiritus jm). Seetõttu kohalduvad tuumkütusetsüklile ka kiirgusseadusest tulenevad kiirgusohutuse nõuded niivõrd, kuivõrd sellega seotud tegevused ja materjal on samal ajal ka kiirgustegevusteks ja kiirgusallikaks ja toovad nt kaasa ioniseeriva kiirguse mõju inimesele.

Kuivõrd Eestis on kiirgusseaduse näol juba olemas Euroopa ja rahvusvahelistele standarditele ja Eestis tegelikult toimuvatele kiirgustegevustele vastav regulatsioon ning järelevalvepraktika, on tuumaenergia kasutuselevõtuks vajalik Eesti õigust tuumaõiguse spetsiifiliste reeglitega täiendada.

5.2 TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL MUUTMIST VAJAVAD ÕIGUSAKTID, KONVENTSIOONIDEST JA EL DIREKTIIVIDEST TULENEVAD TÄIENDAVAD NÕUDED

Olemasolevate õigusaktide muudatused puudutavad valdavalt tuumaohutuse ja -julgeoleku küsimusi, mis hõlmavad kiirgusseaduse muutmist (jäätmete liigitus, füüsilise ohutuse korraldamine, litsentsinõuded). Tuumaterrorismi tõkestamise rahvusvahelise konventsiooni ratifitseerimise järel tuleb teha muudatusi kehtivas karistusõiguses. Tuumavastutuse osas peab Eesti järgima Viini konventsiooni (mille osaline Eesti juba on) põhimõtteid oma siseriiklikus õiguses, eelkõige tuumaenergia ja -ohutuse seaduses (TEOS). Hetkel kõiki põhimõtteid rakendatud ei ole, sest meie territooriumil puudub tuumaelektrijaam. Samuti peaks Eesti kaaluma ühinemist tuumakahjustusega seotud tsiviilvastutust käsitleva Viini konventsiooni muutmise protokolli ja/või tuumakahjude täiendava hüvitamise konventsiooniga. Hetkel on TEOS-e esmase kavandi koostamise lähtutud Viini konventsioonist ja selle muutmise protokollist.

EL-i direktiivid, millest tulenevaid tuumarajatistele kehtestatud nõudeid on vaja täiendavalt üle võtta ja rakendada:

1. Nõukogu direktiiv 2013/59/Euratom, millega kehtestatakse põhilised ohutusnormid kaitseks ioniseeriva kiirgusega kiiritamisest tulenevate ohtude eest;
2. Nõukogu direktiiv 2009/71/Euratom, millega kehtestatakse ühenduse raamistik tuumaseadmete tuumaohutuse kohta ja selle muutmine; direktiiv 2014/87/Euratom;
3. Nõukogu direktiiv 2011/70 Euratom, millega luuakse ühenduse raamistik kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete vastutustundlikuks ja ohutuks käitlemiseks.

Konkreetsete muutmist või täiendamist vajavate õigusaktide muudatuste väljatöötamiseks tuleb moodustada Kliimaministeeriumi juhtimisel õigusloome alltöörühm, kellele on vaja planeerida eelarve (arvestatud TET tuumaprogrammi rakendamise 0-aasta eelarves), et selle tegevusse oleks võimalik kaasata rahvusvahelisi tuumaõiguse eksperte. Muudatused jaotatakse teemade kaupa gruppidesse:

- **õigusraamistiku uuendamine**
  muudatused elektrituruseaduses, päästeseaduses, Vabariigi Valitsuse määruses „Planeeringute koostamisel koostöö tegemise kord ja planeeringute kooskõlastamise alused” jne.
- **institutsionaalsed muudatused**
  muudatused Vabariigi Valitsuse seaduses, Keskkonnaameti ja teiste valitsusasutuste põhimäärustes.
- **tehnilised muudatused**
  Keskkonnaameti viidete asendamine viidetega uuele asutusele.

Õigusloome alltöörühma ülesandeks on kindlustada, et tuumaseadus koos oma alamaktidega sobitub juba olemasolevasse Eesti õigusraami, puuduvad konfliktid teiste kehtivate õigusaktidega ning Eesti regulatsioon on terviklikult piisav valdkonna reguleerimiseks ning vastavuses rahvusvaheliste nõuetega.

5.3 TERVIKLIKU ÕIGUSRAAMISTIKU VÄLJATÖÖTAMISE AJAKAVA JA KULUDE PROGNOOS

Tuumaalase regulatiivpaketi ettevalmistamine Riigikogule esitamiseks vastavalt Vabariigi Valitsuse 22.10.2011 määrusele nr 180 „Hea õigusloome ja normitehnika eeskiri“ võtab tõenäoliselt aega kaks kuni kolm aastat.

Regulatiivpaketi eelnõu seadusandlik menetlus Riigikogus võtab aega vähemalt 6 kuud kuni 3 aastat.

Kogu regulatiivpaketi eelnõu (sh õigusaktide eelnõud, seletuskirjad, mõjuhinnangud, avalikud konsultatsioonid ja välisekspertide hinnangud) koostamise maksumus ulatub 0,5–1 miljoni euroni sõltuvalt sisseostetavate teenuste mahust. Osaliselt on võimalik õigusloome kulusid katta IAEA vahenditest, mille raames on 2024. a. planeeritud TEOS-e läbivaatamine, tuumaõiguse ja tuumavastutuse seminarid Eesti spetsialistidele ning juristidele.

TET on hinnanud riigi olemasoleva õigusraamistiku sobivust ning rahvusvaheliste kohustuste täitmist. Hetkel kehtivad õigusraamistik on tuumaprogrammiga alustamiseks üldiselt sobiv, aga kõigi tegevuste reguleerimiseks ebapiisav. Olemasolevas raamistikus ulatuslikke muudatusi teha ei ole vaja, kuid täiendavalt on vaja vastu võtta tuumaenergia kasutamist reguleeriv TEOS koos alamaktidega. Selleks luuakse TET juurde KLIM juhtimisel õigusloome alltöörühm, kellele on vaja planeerida eelarve rahvusvaheliste tuumaõiguse ekspertide kaasamiseks. KeA kliima- ja kiirgusosakonna baasil on otstarbekas luua tuumaregulaator ning sätestada tema õigused ja kohustused planeeringute heakskiitmisel ning lubade väljastamisel. Õigusaktide eelnõude paketi menetlus võtab aega kuni 3 aastat ning selle koostamisele kulub riigieelarvelisi vahendeid kuni 1 miljon eurot, mida on võimalik vähendada rahvusvahelise koostöö programmide ning sisseostetavate teenuste mahtu piirates.

6. TUUMARELVADE LEVIKU TÕKESTAMINE

Tuumarelvade leviku tõkestamise meetmed ehk kaitsemeetmete (*ingl k safeguards*) rakendamine on tuumarelvade leviku tõkestamise lepingust (*Non-Proliferation Treaty*, NPT) tuleneva kohustuse täitmine tuumamaterjali rahumeelses kasutuses hoidmiseks. Tuumarelvade leviku tõkestamise leping on alla kirjutatud 1968. aastal ning see jõustus 1970. aastal. Lepingul on 191 osalisriiki.

NPT on ülemaailmse tuumarelvaleviku-vastase ja tuumadesarmeerimise režiimi nurgakivi. Leping rajaneb nn kolmel sambal: tuumarelva leviku tõkestamine, desarmeerimine ja rahumeelne tuumatehnoloogia kasutamine. Lepingu kohaselt kohustuvad ametlikult tuumarelvi omavad riigid (USA, Venemaa, Hiina, Prantsusmaa, Ühendkuningriik)[52] neid mitte ühelegi teisele riigile edasi andma ning mitte kaasa aitama tuumarelva omavate riikide arvu suurenemisele. Tuumarelva mitteomavad riigid (kõik ülejäänud NPT osalisriigid) kohustuvad seevastu tuumarelvi mitte soetama ja tootma ning sõlmima IAEA-ga kaitsemeetmete kokkulepped tagamaks, et tuumaenergiat ei kasutata muul kui rahuotstarbelisel eesmärgil. Tuumariigid omakorda kohustuvad pidama hea tahte vaimus läbirääkimisi, et lõpetada tuumarelvastumise võidujooks lähimas tulevikus[53].

Kaitsemeetmeid saab määratleda kui tehniliste meetmete kogu, mis võimaldab IAEA-l sõltumatult kontrollida riigi kohustust, kas tuumamaterjali kasutatakse rahumeelsel eesmärgil kooskõlas võetud rahvusvaheliste kohustustega, st mitte kasutada rahumeelsest tuumaenergia tegevusest pärinevat tuumamaterjali tuumarelvade või muude tuumalõhkeseadmete tootmiseks. Kaitsemeetmed hõlmavad riiklikku ja rahvusvahelise tuumamaterjali arvestuse, tuumamaterjali füüsilise kaitse meetmete ning järelevalve ja kontrolli kombinatsiooni. Riik peab tagama, et nii valitsus kui ka tuumaelektrijaama omanik/käitaja ja reguleeriv asutus on tuumaelektrijaama projekti arenedes valmis täitma kõiki kaitsemeetmetega seotud kohustusi.

Üldjoontes hõlmab kaitsemeetmete rakendamine riiklikul tasandil kolme põhielementi:

1. tuumamaterjali ja sellega seotud tegevustele regulatiivse kontrolli kehtestamine ja järelevalve tegemine;
2. teabe edastamine IAEA-le;
3. IAEA toetamine kontrollitoimingutes.

Kaitsemeetmete rakendamise keskseks tegevuseks on tuumamaterjali arvestuse pidamine ja andmete kontrollimine kohapeal. Tuumamaterjali arvestuseks peab riik teadma ja pidevalt jälgima, kus asub kogu tema tuumamaterjal (sealhulgas värskes või kasutatud tuumkütuses sisalduv uraan ja plutoonium), mis tähendab tuumamaterjali koguse, liigi, esinemiskuju ja asukoha andmete kogumist. Selleks on vajalik õiguslik raamistik kontrollimaks tuumamaterjali importi, transporti, omamist, hoidmist, ladustamist, kasutamist ja eksporti, samuti tuumarajatiste ehitamist, käitamist ja dekomissioneerimist.

6.1 KAITSEMEETMETE RAKENDAMINE EESTIS

Tuumamaterjalide alaste kaitsemeetmete seisukohalt koosneb Eesti õiguslik raamistik kiirgusseadusest, strateegilise kauba seadusest ning rahvusvahelistest lepingutest. Eesti on juba tuumarelvade leviku tõkestamise lepingu osaline ja Euroopa Liidu liikmena Euratomi lepingu osaline, ühinenud[54] tuumarelva leviku tõkestamise lepingu III artikli lõigete 1 ja 4 rakendamiseks sõlmitud

[52] Tänaseks on tuumarelva omavate riikide seas ka India, Pakistan, Põhja-Korea ja Iisrael
[53] https://geneva.mfa.ee/et/lepingud
[54] https://www.riigiteataja.ee/akt/954451

kokkuleppe[55] ja selle lisaprotokolliga[56]. Kui kokkulepe nõuab riikliku tuumamaterjali arvestuse ja kontrolli süsteemi loomist ja haldamist, siis kokkuleppe lisaprotokoll suurendab märkimisväärselt IAEA õigusi kontrollida kogu tuumamaterjali rahuotstarbelist kasutamist riigis, võimaldades laiemat juurdepääsu riigi tuumaprogrammi käsitlevale teabele ja paremat juurdepääsu rajatistele. Lisaks lepingutele on Eestile siduvad EL-i õigusaktide nõuded, näiteks Euroopa Komisjoni 8. veebruari 2005. a. määrus (Euratom) nr 302/2005 Euratomi julgeolekumeetmete rakendamise kohta[57]. Kokkuleppe, lisaprotokolli ja Euroopa Komisjoni määruse täitmise tagab Kliimaministeerium Keskkonnaameti kaudu. Tuumamaterjali arvestusega seotud kohustused tulenevad veel Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrusest (EL) 2021/821, millega kehtestatakse liidu kord kahesuguse kasutusega kaupade ekspordi, vahendamise, tehnilise abi, transiidi ja edasitoimetamise kontrollimiseks[58].

Eesti kohustused hõlmavad kaitsemeetmete aktsepteerimist, koostööd IAEA ja EURATOM-iga, tagamaks, et IAEA inspektorid saavad täita oma ülesandeid ning IAEA teavitamist juhul, kui kaitsemeetmete all olevat tuumamaterjali kasutatakse tegevuses, mis ei ole kaitsemeetmetega hõlmatud. Hinnates, kui hästi riik kaitsemeetmeid rakendab, võtab IAEA arvesse rajatiste dokumentatsiooni kontrollimise andmeid nagu rajatise tehnilised põhinäitajad, tuumamaterjalide aruanded, tuumamaterjaliga seotud tegevuste deklaratsioonid, tuumaseadmete import ja eksport, elektroonilise kaugjälgimissüsteemide kaudu saadud rajatise andmeid ning rajatise inspekteerimise andmeid.

Kiirgusseadus keskendub kiirguskaitse- ja ohutusküsimustele hõlmates nii kiirgustegevusloa kui ka radioaktiivsete jäätmete ja kasutatud tuumkütuse veoloa taotlemise ja loa andmise otsustamise põhimõtteid. Teatud määral käsitleb seadus ka tuumamaterjalide kaitsemeetmeid. Kahesuguse kasutusega kaupade, sealhulgas kaitsemeetmete kohaldamisalasse kuuluvate kaupade kontrolli süsteemi reguleerib strateegilise kauba seadus.

KeA menetleb radioaktiivsete jäätmete ja kasutatud tuumkütuse veo ning kiirgustegevuslubade taotlusi, peab kiirgusallikate ja tuumamaterjali registrit, tegeleb ka kaitsemeetmete nõuete täitmisega nagu riikliku tuumamaterjali arvestuse ja kontrollsüsteemi haldamine ning aruannete esitamine Euratomile ja IAEA-le.

Strateegiliste kaupade, sealhulgas kahesuguse kasutusega kaupade sisse-, väljaveo ja transiidilubade taotluste menetlust teostab strateegiliste kaupade komisjon Välisministeeriumi juures. Komisjon arutab ja otsustab rahvusvahelist või Vabariigi Valitsuse sanktsiooni kehtestavas või rakendavas õigusaktis sätestatud kauba veo, kaubaga seotud teenuse osutamise ja tehingu tegemise piirangutega seonduvaid küsimusi, arvestades rahvusvahelise sanktsiooni seaduses sätestatut.

Kaitsemeetmete rakendusasutuseks on ka Siseministeeriumi valitsemisalasse kuuluv Kaitsepolitseiamet, kes juhib hädaolukorra lahendamist, mis on põhjustatud kuritahtlikust või terroristlikust radioloogilise, tuuma- või lõhkeaine kasutamisest.

Kiirgusallikatega seotud süütegude karistamist reguleerib karistusseadustik, tuumamaterjali ja radioaktiivse ainega seotud kuritegevuste uurimist ja kriminaalmenetluse korda kriminaalmenetluse seadustik.

[55] Belgia, Iirimaa, Itaalia, Luksemburgi, Madalmaade, Saksamaa, Taani, Euroopa Aatomienergiaühenduse ja Rahvusvahelise Aatomienergiaagentuuri tuumarelva leviku tõkestamise lepingu III artikli lõigete 1 ja 4 rakendamise kokkulepe

[56] Austria, Belgia, Hispaania, Madalmaade, Iirimaa, Itaalia, Kreeka, Luksemburgi, Portugali, Rootsi, Saksamaa, Soome, Taani, Euroopa Aatomienergiaühenduse ja Rahvusvahelise Aatomienergiaagentuuri tuumarelva leviku tõkestamise lepingu III artikli lõigete 1 ja 4 rakendamise kokkuleppe lisaprotokoll

[57] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/ALL/?uri=CELEX%3A32005R0302

[58] https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/821/oj?locale=et

Eestis ei ole tuumaelektrijaamu, tuumkütusetsükli rajatisi ega ka nendega seotud tegevusi. Eesti tuumamaterjali kogus on väike, millest enamik (vaesestatud uraanist varjestuskonteinerid, plutoonium vanades suitsuandurites) ladustatakse radioaktiivsete jäätmete vaheladustuskohas Paldiskis. Lisaks asub samas kohas endisest Nõukogude Liidu tuumaallveelaevnike koolituskeskusest pärandina jäänud kaks reaktorisektsiooni, mis mõlemad on ümbritsetud raudbetoonist sarkofaagidega. Kasutatud tuumkütus on reaktoritest eemaldatud ja viidud Venemaale 1994. aastal. Sellest tulenevalt piirdub Eesti praegune tuumamaterjalide arvestussüsteem andmete kogumisest tuumamaterjali ja tegevuste kohta, mis pole seotud ei tuumaelektrijaama ega tuumkütusetsükli tegevusega. Praeguste vajaduste rahuldamiseks peetav tuumamaterjali arvestuse ja kontrolli süsteem on piisav.

Tuumamaterjali ekspordi ja impordi kontrolli rakendamisel on abiks ka mitmed teised rahvusvahelised algatused ja programmid. Eesti liitus 2005. a. Wassenaar kokkuleppega. Kokkuleppe eesmärgiks on tagada tavarelvade ja kahesuguse kasutusega kaupade ning tehnoloogiate tarnimisel suurem läbipaistvus ja suurendada kokkuleppe liikmesriikide vastutust selliste tehingute eest, et takistada selliste kaupade ja tehnoloogiate koondumist agressiivsesse riiki või agressiivsele lõppkasutajale, ning sellest lähtuvalt ebastabiilisuse mõju suurenemist. Euroopa Liidu ekspordi kontrollisüsteemi kaudu täidab Eesti ka muid seaduseid ja juhiseid, mis on seotud tsiviil-tuuma valdkonnaga, näiteks Raketitehnoloogia Kontrollirežiim (*The Missile Technology Control Regime, MTCR*), mille algne eesmärk oli vähendada tuumarelva leviku ohtu, kontrollides varustuse ja tehnoloogia tarneid, mida oleks võimalik kasutada mehitamata tuumarelvade kohaletoimetamise süsteemides või nende väljatöötamisel. Praegu keskendub kokkulepe ka teiste massihävitusrelvade leviku ohu vähendamisele, kontrollides hankeid, mis võiksid kaasa aidata nimetatud relvasüsteemide väljatöötamisele[59]. Eesti järgib tuumatarnijate grupi (*Nuclear Suppliers Group, NSG*) juhiseid, mille eesmärgiks on vältida tuumaenergia rahumeelse kasutuse varjus tuumarelva loomist. Kontrollrežiimi liikmesriigid soovivad takistada tuumarelva tehnoloogia levikut, võimaldades samal ajal tuumaenergia kasutamist rahulikel eesmärkidel. NSG juhistele toetudes piiratakse ja kontrollitakse tuumarelva loomiseks vajalike „võtmekomponentide“ eksporti tuumarelva mitteomavatesse riikidesse. Komponentide veol kindlustakse tuumamaterjalide füüsiline kaitse ja tingimused ohutuks veoks.

6.2 KAITSEMEETMETE RAKENDAMINE TUUMAPROGRAMMIS

Kaitsemeetmeid kohaldatakse kõigi tuumamaterjali kasutusviiside suhtes, olenemata sellest, kas seda kasutatakse tavapärases tuumaelektrijaamas või SMR-is. Olenevalt SMR-i konstruktsioonist ja kasutatavast kütusetüübist võib kaitsemeetmete praktiline rakendamine riigi ja IAEA poolt siiski nõuda uute lähenemisviiside väljatöötamist. Kaitsemeetmete nõuete mõistmine ja rakendamine nii riiklikul kui ka SMR-i tehnoloogia pakkuja tasandil on olulise tähtsusega ja konsultatsioonid IAEA-ga peaksid algama juba SMR-i projekteerimisetapis.

TET tellimusel viis ettevõtte Proxion Plan OY 2023. a. läbi kaitsemeetmete analüüsi (Lisa 5), mille eesmärgiks oli kaardistada tuumaprogrammi elluviimiseks olemasoleva tuumamaterjali arvestuse ja kontrollisüsteemi uuendamise vajadused. Analüüsist selgus, et Eesti on liitunud kõigi kaitsemeetmete rakendamise seisukohast vajalike rahvusvaheliste lepetega ning loonud riikliku tuumamaterjali arvestuse süsteemi. Õigusaktid käsitlevad teatud määral tuumamaterjalide kaitsemeetmeid, kuid mitte piisavalt. Tuumaenergia kasutuselevõtul on süsteemis vaja teha muudatusi, kehtestada valdkondlikud õigusaktid ning koostada juhendid. Samuti tuleb tagada piisav ja kompetentne personal kaitsemeetmete nõuetega tegelemiseks nii riiklikul kui ka tuumajaama käitaja tasandil. Kaitsemeetme

[59] https://www.vm.ee/sanktsioonid-ekspordi-ja-relvastuskontroll/strateegiliste-kaupade-kontroll/riiklikud

efektiivseks rakendamiseks on oluline rahvusvaheline koostöö teiste SMR-e käitavate riikidega. SMR-i kasutusele võtmisel tuleb kaitsemeetmete rakendamisel arvesse võtta järgmisi tegureid:

1. SMR-id võivad kasutada uudseid süsteeme ja tehnoloogiaid, mis nõuavad sellega arvestavaid kaitsemeetmeid;
2. Reaktori töötsüklite pikkused, mis võivad kalduda kõrvale tavapärasest 12–18 kuu pikkusest tsüklist, mis omakorda mõjutab tuumamaterjali aruandlust ja inspekteerimise ajakava. Enamasti toimub reaktoris kütuse asendamine iga 12–18 kuu järel;
3. Võimalikud uudsed lahendused kasutatud tuumkütuse käitlemisel.

Kaitsemeetmetega tegelemise eest tuleb õigusaktides määrata ka peavastutaja, kelleks võib olla loodav tuumaregulaator. IAEA 23.–30.10.2023 toimunud INIR missiooni käigus esitati Eestile soovitus töötada välja plaan riikliku tuumamaterjali arvestuse ja kontrolli süsteemi (*State system of accounting for and control of nuclear material*, SSAC) täiendamiseks.

Tuumaenergia kasutuselevõtmise otsuse korral alustab riik tuumaprogrammi rakendamist. Põhjaliku tuumaõiguse loomine ja jõustamine, reguleeriva asutuse ja raamistiku ning tuumajaama omaja/käitaja valik on selle etapi ühed peamised ülesanded. Juhindudes IAEA väljaandest „Riikliku tuumajärelevalve infrastruktuuri tugevdamine tuumaenergia kasutuselevõtu toetamiseks“[60] tuleb riiklikul tasandil teha järgmist:

1. Alustada NPT tuumarelva leviku tõkestamise lepingu III artikli lõigete 1 ja 4 rakendamiseks sõlmitud kokkuleppe lisaprotokolli artikli 2.a.(x) alusel tuumaenergia kavandatava kasutuselevõtmise andmete deklareerimisega ja seejärel esitada ajakohastatud deklaratsioon kord aastas IAEA-le. Deklaratsiooni koostamise ja esitamise eest vastutab KeA, kuniks on loodud uus reguleeriv asutus, kelle vastutuse ja kohustuste hulka kuulub kaitsemeetmetega tegelemine ja rakendamine.
2. Suurendada reguleeriva asutuse personali ning kaitsemeetmete haldus- ja tehnilist pädevust. Reguleeriv asutus peab välja töötama oma juhtimissüsteemi ja tagama, et rollid, kohustused, organisatsiooniline struktuur ja protsessid, sealhulgas tuumamaterjali arvestuse pidamine, on täpselt määratletud. Võttes arvesse tuumaprogrammi suurust, sellest lähtuvalt kaitsemeetmete tegevuste kompleksust ja läbiviimise sagedust, tuleb analüüsida järgmist:
    - kaitsemeetmete rakendamiseks vajalik inimressurss ja kompetentsi nõuded ning nende arendamise võimalused;
    - tuumamaterjali arvestuse süsteemi nõuded ja vajadused, sh tarkvara, andmevahetus reguleeriva asutuse ja tuumajaama omaja/käitaja vahel, andmevahetus rahvusvaheliste organisatsioonidega, küberkaitse ja -turbega seotud teemad;
    - kaitsemeetmeid käsitlevad õigusaktid ja juhendid, sh kaitsemeetmete rakendamise eest vastutaja, tuumaelektrijaamale loa andmise protsess ning nõuete sätestamine tegevusloas, nõuded tuumaelektrijaama osadele hankedokumentidele, tuumamaterjali ja -seadmete import ja eksport;
    - tehniline võimekus tuumaelektrijaamas tuumamaterjali arvestuse üle riikliku järelevalve tegemiseks, sh mõõtevahendid (käsimõõtevahendid, laboratoorsed seadmed) ja nende käsitlemiseks vajalik kompetents.

[60] https://www.iaea.org/topics/infrastructure-development/bibliography

Tuumaprogrammi arendamise viimases etapis toimub tuumajaama ehitamine ja elektritootmisega alustamine. Riik peab esitama IAEA-le õigeaegselt teabe vastavalt riigi kaitsemeetmete lepingutele. Kaitsemeetmete rakendamist käsitlevate andmete kogumise, koostamise ja andmete õigsuse eest vastutab eelkõige tuumajaama omanik/käitaja. Nimetatud etapis alustab IAEA kohapealset inspekteerimist ning reguleeriv asutus ja omanik/käitaja peavad valmistuma IAEA kontrollitoiminguteks tuumaelektrijaama ehitus-, kasutuselevõtu- ja käitamisfaasis.

Kaitsemeetmed on tehniliste meetmete kogu, mis võimaldab IAEA-l kontrollida, et rahumeelsest tuumaenergia tegevusest pärinevat tuumamaterjali ei kasutataks tuumarelvastumiseks. Eesti on liitunud kõigi kaitsemeetmete rakendamise seisukohast vajalike rahvusvaheliste lepetega ning loonud riikliku tuumamaterjali arvestuse süsteemi. Tuumaprogrammi rakendamiseks tuleb kaitsemeetmete sätted lisada õigusaktidesse, koostada vastavad juhendid ja määrata vastutaja.

7. KIIRGUSKAITSE

Kiirguskaitse peamised põhimõtted tulenevad ICRP[61] juhenditest, millega IAEA arvestab oma ohutusstandardite koostamisel. IAEA on sätestanud rahvusvahelised fundamentaalsed ohutuspõhimõtted[62], mille üldine eesmärk on kaitsta inimesi ja keskkonda ioniseeriva kiirguse kahjulike mõjude eest. See kehtib iga olukorra kohta, mis tekitab kiirgusohtu ja nõuab kaitse- ning ennetusmeetmete kasutamist. Ohutuspõhimõtted laienevad nii olemasolevatele kui ka uutele rajatistele ja tegevustele kogu nende eluea jooksul. See hõlmab tuumarajatisi, kiirgusallikate kasutamist, radioaktiivsete materjalide transporti ja radioaktiivsete jäätmete käitlemist. Ohutuspõhimõtted on aluseks rajatiste ja tegevuste ohutuse tagamiseks rakendatavate nõuete ja meetmete kehtestamiseks. Selle hulka kuuluvad kaitse- ja ohutusvahendid, nagu kõikvõimalikud protseduurid ja seadmed inimeste dooside ja riskide hoidmiseks nii madalal, kui see on mõistlikult võimalik ja seejuures allpool ettekirjutuslike piiranguid, samuti ka avariide vältimise ja võimalike avariide tagajärgede leevendamise vahendid.

Eestis kasutatakse kiirgusallikaid valdavalt meditsiinis, tööstuses ja teadustöös, ning on olemas võimekus käidelda radioaktiivseid jäätmeid. Nende tegevuste läbiviimiseks on Eesti praegune kiirguskaitse ja -ohutuse alane riiklik taristu, mis põhineb Nõukogu direktiivil 2013/59/Euratom[63] ja IAEA ohutusstandardil[64], piisav. Kiirgusseadus sätestab põhilised ohutusnõuded inimese ja keskkonna kaitsmiseks ioniseeriva kiirguse kahjustava mõju eest, isikute õigused ja kohustused ioniseeriva kiirguse kasutamisel, kiirgustegevuse nõuded, riikliku järelevalve korralduse seaduses kehtestatud nõuete täitmise üle ja vastutuse nõuete täitmata jätmise eest. KeA annab kiirgustegevuseks loa juhindudes seaduses sätestatud kiirgusohutuse põhimõtetest – kiirgustegevuse põhjendamine, kiirituse optimeerimine ja doosipiirmäärade rakendamine ning teeb kiirgustegevuste üle riikliku järelevalvet. KeA vastutab kiirgusvaldkonnaga seotud registrite pidamise eest (kiirgustöötajate doosiregister, kiirgusallikate ja tuumamaterjali register, radioaktiivsete jäätmete register). Kiirgustegevuslubade taotlemine ja menetlemine, seire-, aruandlus- ja muud lubadega seotud kohustuste täitmine ning kogutud andmed säilitamine toimub keskkonnalubade infosüsteemis KOTKAS. Kiirgusallikate ja tuumamaterjali register on osa KOTKAS-est. KeA-l on olemas tehnilised vahendid ja ressursid praeguste kiirgustegevuste kontrollimiseks. Samuti teeb KeA riikliku kiirgusseiret ja haldab kiirgusohust varajase hoiatamise süsteemi. Riikliku kiirgusseire raames kogutakse ja analüüsitakse igal aastal õhuproove, pinnavett, joogivett, piima, toitu ja mulda. Gammakiirguse taset õhus jälgitakse pidevalt. Selleks kasutatakse 15 automaatseirejaama, 3 õhufiltriseadet, KeA laborit proovide analüüsimiseks, mobiilset mõõtelaborit ning asutustevahelist koostööd proovide kogumisel. Kõiki riikliku programmi raames kogutud proove analüüsitakse KeA laboris. KeA osutab lepingute alusel ka isikudosimeetrite mõõtmisteenust. Nii proovide laboratoorsed kui ka isikudosimeetri mõõtemeetodid on akrediteeritud standardi ISO 17025:2017 nõuete kohaselt.

Kiirgusohutuse riiklik arengukava 2018-2027 (KORAK) eesmärk on kindlustada Eestis kiirguskaitse toimimine ja areng.

KORAK-il on kolm lisa: radioaktiivsete jäätmete riiklik tegevuskava, radooni riiklik tegevuskava ja arengukava rakendusplaan. Kiirgusohutuse taristu toimimiseks ja arenguks tuleb lisaks tehnilistele vahenditele kindlustada vajalik ja kompetentne inimressurss. Eestis ei ole eraldiseisvat nõuandvat kogu

[61] https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103%20(Users%20Edition)
[62] https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1273_web.pdf
[63] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0059&from=EN
[64] https://www.iaea.org/publications/8930/radiation-protection-and-safety-of-radiation-sources-international-basic-safety-standards

kiirguskaitse valdkonnas, kuid asutused saavad kaasata kvalifitseeritud kiirgusekspertе. Kiirguskaitse valdkonnas töötavatele spetsialistidele ja kiirgusohutuse spetsialistidele pakutakse koolitusi mitmete koolitusfirmade poolt, sealhulgas neid, mida viivad läbi kvalifitseeritud kiirgueksperdid. Koolitusvõimaluste suurendamiseks on KORAK-i alt plaanitud välja töötada kiirgusalaste põhiteadmiste veebikursus, st arendada õppemoodulid ja nende sisu ning valida sobiv e-õppe platvorm. Radioaktiivsete jäätmete riiklik tegevuskava pakub välja lahendusi radioaktiivsete jäätmete süstemaatiliseks käitlemiseks ja nende koguste vähendamiseks Eesti Vabariigis. Tegevuskava piirdub olemasolevate (sh Nõukogude Liidu ajast pärandina jäänud jäätmete) ja Eestis tulevikus tekkivate radioaktiivsete jäätmete koguste ja käitlusvõimaluste hindamisega. See ei käsitle tuumarajatises tekkivaid radioaktiivseid jäätmeid ega kasutatud tuumkütust, kuna Eestis ei ole tuumaelektrijaamu või tuumkütusetsükliga seotud tegevusi ning rajatisi.

7.1 KIIRGUSKAITSE TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL

TET tellis 2023. a. Soome tuumaregulaatorile kuuluvalt ettevõttelt STUK International OY kiirguskaitse analüüsi (Lisa 5), mille eesmärgiks oli välja selgitada olemasoleva kiirguskaitse ja -seiresüsteemi arendamise vajadused tuumaprogrammi rakendamiseks. Kiirguskaitse põhimõtete rakendamisel on märkimisväärne kokkupuude teemadega nagu tuumaohutus, juhtimine, õiguslik ja regulatiivne raamistik, inimressursi arendamine, asukoht ja tugirajatised, keskkonnakaitse, hädaolukordadeks valmisolek, tuumkütusetsükkel ja radioaktiivsete jäätmete käitlemine. STUK International OY esitas oma töös kokku 80 kiirguskaitse valdkonna arendusvajaduste ettepanekut. Teemade kaupa kokku võetuna on arendusvajadused järgmised:

1. Üldised nõuded organisatsioonile[65];
2. Tuumaelektrijaama ohutuse hindamise õigusnormide välja töötamine tuumaelektrijaama eluea[66] iga etapi jaoks;
3. Kiirguskaitse õigusnormide väljatöötamine tuumajaama eluea iga etapi jaoks;
4. Keskkonnaseire, sealhulgas kiirgusseire õigusnormide väljatöötamine lähteolukorra seireks enne tuumaelektrijaama kasutuselevõttu ja seire teostamine;
5. Tuumaelektrijaama radioaktiivsete heidete[67] seire õigusnormide väljatöötamine ja tehniliste vajaduste hindamine (proovivõtuvahendid, mõõtevahendid välitingimustes kasutamiseks ja laboratoorseteks mõõtmiseks, doosi hindamise meetodid ja tarkvarad);
6. Õigusnormide väljatöötamine dooside hindamiseks[68] ja tehniliste vajaduste hindamine (individuaalsed dosimeetrid, laboratoorsed mõõtevahendid, doosi hindamise meetodid ja tarkvarad);
7. Õigusnormide väljatöötamine kiirgustaseme mõõtmisteks õhus ja pindadel tuumaelektrijaamas ja tehniliste vajaduste hindamine (mõõtemeetodid, mõõtevahendid);
8. Kontrolli- ja jälgimisaladeks liigitamise õigusnormide väljatöötamine, sealhulgas kiirgusvarjestuse arvutus, ning tehniliste vajaduste hindamine kiirgusvarjestuse arvutuse tegemiseks (rajatise või selle osade modelleerimise ja doosi hindamise tarkvarad);

[65] Kõik organisatsioonid, kes osalevad tuumaenergiaprogrammi ettevalmistamises ja rakendamises
[66] Rajatise eluea etapid on rajatise asukoha määramine, projekteerimine, ehitamine, kasutuselevõtt, käitamine ja dekomissioneerimine, mida kasutatakse iga etapiga seotud tegevusloa taotlemise ja andmise määratlemiseks.
[67] Gaasiliste või vedelate radioaktiivsete ainete planeeritud ja kontrollitud keskkonda viimine.
[68] Inimkehas neeldunud ioniseeriva kiirguse doosi mõõtmine, arvutamine ja hindamine.

9. Radiokeemilise ja keemilise analüüsi meetodite ning tehniliste vajaduste hindamine (proovivõtuvahendid, laboratoorsed mõõtevahendid);
10. Hädaolukorraks valmisoleku õigusnormide väljatöötamine ja tehniliste vajaduste hindamine (proovivõtuvahendid, mõõtemeetodid, mõõtevahendid välitingimustes kasutamiseks ja laboratoorseteks mõõtmiseks, doosi hindamise meetodid ja tarkvarad);
11. Radioaktiivsete jäätmete ja kasutatud tuumkütuse käitlemise õigusnormide väljatöötamine ja tehniliste vajaduste hindamine (proovivõtuvahendid, mõõtemeetodid, mõõtevahendid, sealhulgas välitingimustes kasutamiseks ja laboratoorseteks mõõtmiseks).

Tuumaenergia kasutuselevõtmise otsuse korral on riik otsustanud alustada tuumaprogrammi väljaarendamise etapiga. Uuringus toonitatakse, et tuumaenergiaprogrammi käivitamine nõuab riikliku ekspertiisi arendamist ja ekspertide koolitamist tuumaprogrammi rakendamisega seotud nõuete täitmiseks. Need oskused on hädavajalikud nii kiirgustegevusloa omaja organisatsioonis kui ka reguleerivas asutuses, samuti tehnilist tuge pakkuvates organisatsioonides. Eesti eeliseks on oma süsteemi ja eeskirjade loomisel võimalus kasutada ära teiste riikide kogemust ja õppetunde. Vajalike võimekuste arendamine sõltub osaliselt valitud tuumajaama tehnoloogiast. Peamised valdkonnad kiirguskaitsesüsteemi arendamiseks on järgmised:

1. Tuumaenergia- ja ohutuse seaduse väljatöötamine juhindudes rahvusvahelistest fundamentaalsetest ohutuspõhimõtetest ja seaduse jõustamine. Seadus peab muuhulgas kirjeldama reguleeriva asutuse volitusi ja kohustusi ning tuumajaama omaja/käitaja kohustusi kiirguskaitse valdkonnas.
2. Kiirguskaitse valdkonna määruste ja juhendite potentsiaalsete teemade määratlemine, määruste ja juhendite väljatöötamine ning kehtestamine.
3. Uue reguleeriva asutuse moodustamine valitsusasutusena, kes haldab kõiki tuumaohutuse ja kiirguskaitse nõudeid:
    - Asutus hõlmab KeA kliima- ja kiirgusosakonna funktsioone ja personali ning on KeA-st eraldiseisev.
    - Personalinõuded hõlmavad erinevaid valdkondi, sealhulgas kiirguskaitset, kusjuures projekteerimisetapis on vaja 2 spetsialisti, ehitus- ja kasutuselevõtuetapis 8 ning käitamisetapis 5 spetsialisti.

Järgmised sammud kiirguskaitse valdkonnas:

1. Vastu võtta seadused ja määrused tuumaenergia ohutuks kasutamiseks, sealhulgas siduvad nõuded kiirguskaitsele;
2. Arendada ja täiendada kiirguskaitsealaseid teadmisi ja tehnilist võimekust tuumaenergiaprogrammi rakendamiseks, näiteks koostöös riikidega, kellel on tuumaprogramm juba olemas;
3. Luua riiklikud koolitusprogrammid Eesti ülikoolides, et toetada tuumaprogrammi rakendamist.

Eestil on kiirguskaitse valdkonnas olemas riiklik raamistik ja võimekus. Tuumaprogrammi rakendamiseks tuleb arendada välja täiendav võimekus kiirguskaitse valdkonnas, et vastata tuumaenergia programmi vajadustele.

8. REGULATIIVNE RAAMISTIK

Praegune kiirguse valdkonna reguleerimine keskendub tööstus-, tervishoiu- ja veterinaarteenuste pakkujatele, teadus- ja uurimisasutustele ning valitsusasutuste kiirgusallikate kasutamisele. Ligikaudu kolmveerand Eestis väljastatud 630 kiirgustegevusloast on antud tervishoiuteenuse osutajatele, kellele järgnevad tööstusettevõtted. Riigi omanduses olev ettevõte A.L.A.R.A. AS haldab radioaktiivseid jäätmeid, mis on tekkinud Paldiskis asuva endise Nõukogude Liidu tuumaallveelaevade väljaõppekeskuse dekomissioneerimisel ning kiirgusallikate varasemast ja praegusest kasutamisest tööstuses, meditsiinis ja teaduses. Praeguseid tegevusi reguleerib KeA vastavalt kiirgusseadusele. KeA kliima- ja kiirgusosakond täidab kiirguskaitse regulatiivseid ülesandeid, sh väljastab kiirgusohutuse tagamiseks kiirgustegevuslube ja teostab nende täitmise üle järelevalvet. IAEA varasemate ekspertmissioonide raames on leitud, et arvestades olemasolevaid kiirgustegevusi, vastab kiirgusohutuse tagamiseks loodud Eesti õiguslik ja regulatiivne raamistik asjakohastele IAEA ohutusstandarditele.

TET tellitud analüüsis „Tuumaenergia töörühmale inimressursside arendamise strateegia koostamine ja regulatiivse raamistiku kaardistamine“ (Lisa 5) hinnati muuhulgas KeA praeguseid ülesandeid ja kohustusi, võrreldes täieliku tuuma- ja kiirgusohutuse, tuumajulgeoleku ja kaitsemeetmete 3S (ingl k *nuclear safety, security and safeguards*) mandaadiga tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse ülesannete ja kohustustega. Kuigi olemasolev regulatiivne kord on kiirgusallikate praeguseks kasutamiseks piisav, suurendaks tuumaenergia programmi käivitamine oluliselt reguleeritavate tegevuste keerukust, nõudes uusi funktsioone ja pädevusi. Tuumaenergia reguleerimine hõlmab olulisi rahvusvahelise õiguse ja EL-i õiguse teemasid, sealhulgas tuumarelvade leviku tõkestamise ning tuumajulgeoleku ja -ohutusega seotud valdkondi. Kui tuumaenergia kasutuselevõtu osas langetakse positiivne otsus, peab Eesti täiustama programmi rakendamise aluseks olevat õiguslikku ja regulatiivset raamistikku, et viia see kooskõlla rahvusvaheliste ja EL kohustustega ning IAEA standarditega.

8.1 REGULATIIVNE RAAMISTIK TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL

Üks olulisemaid rahvusvahelisi nõudeid on sõltumatu tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse loomine, mis vastutab õigusliku ja regulatiivse raamistiku rakendamise ning kõigi tuumaenergia ja ioniseeriva kiirgusega seotud rajatiste ja tegevuste reguleerimise eest Eestis. Rahvusvahelised standardid ja riikide praktikad nende rakendamisel eeldavad tuumaenergia ohutuse tagamiseks iseseisva sõltumatu asutuse loomist, mis kontrollib 3S aspekte.

8.1.1 TUUMAREGULAATOR

Praegune rahvusvaheline praktika liigub ühtse reguleeriva asutuse suunas, mis teostab kontrolli 3S-valdkondade üle kõigi tuumaenergia ja kiirgusallikate kasutamisega seotud tegevuste puhul riigis. Bangladesh, Valgevene, Türgi ja Araabia Ühendemiraadid, kes on hiljuti alustanud uusi tuumaenergiaprogramme, on loonud ühtse reguleeriva asutuse, mis hõlmab 3S-valdkondi. Lisaks on mitmed olemasolevate tuumariikide reguleerivad asutused muutnud oma poliitikat, et järgida sama lähenemisviisi. Näiteks Ühendkuningriigis oli tsiviilotstarbeliste tuumarajatiste julgeolekuga tegelev asutus kunagi endisest tuumarajatiste inspektsioonist eraldi, kuid nüüd reguleerib Ühendkuningriigi tuumarajatiste ohutust, julgeolekut ja kaitsemeetmeid 2014. aastal loodud Tuumaregulatsiooniamet. Holland on hiljuti koondanud varem mitme ministeeriumi vahel jaotatud 3S-funktsioonid uude reguleerivasse asutusse, mida tuntakse ANVSi nime all. Soomes on STUK järelevalveasutus, mis vastutab tuumarelva leviku tõkestamise kaitsemeetmete ja füüsilise kaitse eest Soome tuumaenergia

seaduse alusel. STUK vastutab tuumamaterjalide riikliku kontrolli- ja arvestussüsteemi haldamise eest Soomes. Samuti jälgib ja reguleerib tuumamaterjali rahvusvahelise kaubanduse ja transpordi, ladustamise ja kasutamise, massihävitusrelvade leviku tõkestamise ja füüsilise kaitse aspekte.

TET poolt hinnati kolme alternatiivset võimalust uue tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse loomiseks:

1. Uue sõltumatu tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse loomine, millel on täielik 3S pädevus ja millega kaasneb KeA praeguse kiirgusseaduse kohase kiirgusalase pädevuse ja ressursside üleandmine uuele asutusele;
2. KeA volituste laiendamine, et täita tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse nõudeid;
3. Uue asutuse loomine, millel oleks täielik 3S-pädevus, välja arvatud kiirgusseaduse alusel kiirguskaitse valdkonnas praegu tegutseva KeA pädevus, mis jääks kehtima.

Arvestades IAEA soovitusi ja teiste riikide praktikaid on eelistatud variandiks uue, sõltumatu reguleeriva asutuse loomine, millel on 3S-volitused kogu tuumaenergia või radioaktiivsete materjalide kasutamisega seotud tegevuse järelevalveks Eestis ning millega kaasneb KeA praeguse kiirgusseaduse kohase kiirgusalase pädevuse ja ressursside üleandmine uuele asutusele. 3S-meetodil ülesehitatud tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse eesmärgid ja eelised on järgmised:

- tagada sõltumatus lubamatust mõjust (poliitiline, funktsionaalne ja finantsiline sõltumatus), mis tähendab funktsionaalselt eraldatud teistest tuumaenergia edendamise ja kasutamisega seotud asutustest/organisatsioonidest, otsuste tegemist kindlate ja läbipaistvate tuumaohutusega seotud nõuete alusel, asjakohast eelarvet, selle üle kontrolli ning piisaval arvul kvalifitseeritud personali;
- hõlbustada rahvusvaheliste lepingute ja EL-i õiguse kohaste kohustuste täitmist;
- tagada tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse tähtsus riiklikus süsteemis;
- edendada õiguspädevuse selgust ning vältida lünki, kattuvust ja vastuolusid eri seaduste ja vastutavate asutuste pädevusvaldkondade vahel;
- kasutada terviklikku tuumaenergiaalast raamseadust, milles sätestatakse tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse mandaat ning volitused, ülesanded ja vastutus;
- lihtsustada regulatiivseid menetlusi taotlejatele ja loaomanikele, pakkudes ühtset kontaktpunkti, selle asemel, et taotleda mitmelt vastutavalt asutuselt mitut luba;
- saavutada ohutuse, julgeoleku ja kaitsemeetmete valdkondade sünergia, mis suurendab reguleerivate ülesannete tõhusust ja tulemuslikkust, tunnistades, et tuumaohutuse ja tuumajulgeoleku saavutamine on praktiliselt ja tehniliselt omavahel seotud, nagu see on ka tuumajulgeoleku ja tuumaenergiaalaste kaitsemeetmete puhul;
- koondada inimressursside oskusteave, tehniline pädevus ja institutsioonilised teadmised tuumaenergia ohutust reguleerivasse asutusse, mis võib kokkuvõttes kaasa tuua kokkuhoidu inimressurssides ja eelarves;
- koondada tuumasektori reguleerimiseks ettenähtud rahalised vahendid ja hõlbustada rahvusvahelise kohustuse täitmist tagamaks, et need on reguleeriva asutuse volituste täitmiseks piisavad.

8.2 TUUMAENERGIA OHUTUST REGULEERIVA ASUTUSE ÜLESANDED JA KOHUSTUSED

Tuumaenergia ohutust reguleerivate asutuste ülesannete ja kohustuste kindlaksmääramiseks on riiklikes praktikates kasutatud eri lähenemisviise. Mõne riigi seadused sisaldavad pikemat otseste ülesannete ja kohustuste loetelu ning teised tuginevad lühemale põhiülesannete ja -kohustuste loetelule. Oluline tingimus on, et tuumaenergia ohutust reguleerival asutusel peavad olema kõik pädevused, mis on vajalikud tema volituste tõhusaks täitmiseks. Peamised regulatiivsed ülesanded ja kohustused on järgmised:

1. abistab valitsust riikliku poliitika ja meetmete väljatöötamisel, mille abil kontrollida reguleeritud rajatisi ja tegevusi;
2. annab välja riikliku tuumaseaduse rakendamiseks vajalikke määruseid, standardeid ja juhiseid;
3. vaatab läbi ja hindab loataotlusi ning muud teavet, mida talle esitavad volitatud isikud;
4. annab välja, muudab, peatab, uuendab ja tühistab lube ning kehtestab lubade tingimused;
5. määratleb regulatiivsest kontrollist väljaarvamised;
6. loob riikliku registri iga kiirgusallika, volitatud isiku ja kaitsemeetmete alla kuuluva tuumamaterjali kohta ning peab seda registrit;
7. inspekteerib, jälgib ja hindab rajatisi ja tegevusi, et kontrollida vastavust riiklikule tuumaseadusele, määrustele ning loatingimustele;
8. võtab nõuete täitmata jätmise korral täitemeetmeid;
9. teavitab üldsust ja teisi sidusrühmi ning konsulteerib nendega seoses regulatiivsete protsessidega;
10. teeb koostööd IAEA-ga;
11. teeb koostööd ja annab nõu teistele asutustele või ettevõtetele, kes on pädevad tervishoiu ja ohutuse, keskkonnakaitse, maakasutuse ja planeerimise, hädaolukordade lahendamise plaani koostamise, julgeoleku ja ohtlike kaupade veo valdkonnas;
12. vahetab teavet ja teeb otsest koostööd teiste riikide reguleerivate asutustega ja asjaomaste rahvusvaheliste organisatsioonidega;
13. teeb teadusuuringuid oma volitustega seotud valdkondades.

IAEA üldise ohutusstandardi GSR 1. osas määratletud reguleeriva asutuse kohustuste ja ülesannetega seotud põhinõuded on järgmised:

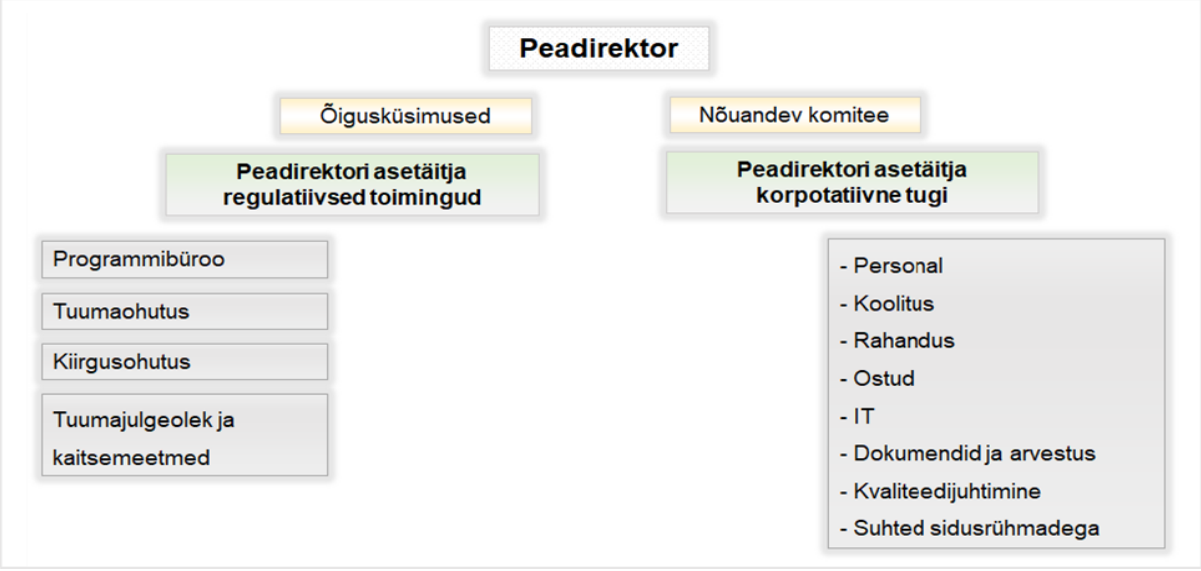
- Reguleeriv asutus struktureerib oma organisatsiooni ja haldab oma ressursse nii, et täita oma kohustusi ja ülesandeid tõhusalt ning proportsionaalselt kiirgusriskidega;
- Reguleeriv asutus täidab oma ülesandeid viisil, mis ei kahjusta tema tegelikku sõltumatust;
- Reguleeriv asutus võtab oma ülesannete ja kohustuste täitmiseks tööle piisava arvu kvalifitseeritud ja pädevaid töötajaid, mis on vastavuses reguleeritavate rajatiste ja tegevuste laadi ja arvuga ning kasutab vajaduse korral tehnilist või muud erialast nõu või teenuseid, kuid see ei vabasta reguleerivat asutust talle määratud kohustustest;

- Reguleeriv asutus kehtestab ametlikud ja mitteametlikud mehhanismid volitatud isikutega suhtlemiseks kõigis ohutusega seotud küsimustes, pidades ametialast ja konstruktiivset sidet;
- Reguleeriv asutus tagab, et regulatiivne kontroll on stabiilne ja järjepidev;
- Reguleeriv asutus näeb ette rajatiste ja tegevuste ohutusega seotud piisava arvestuse koostamise, säilitamise ja väljavõtete tegemise;
- Reguleeriv asutus kehtestab, rakendab, hindab ja täiustab juhtimissüsteemi, mis on kooskõlas tema ohutuseesmärkidega ning aitab neid saavutada;
- Reguleeriv asutus saab oma reguleerimisülesannete täitmiseks vajaduse korral tehnilist või muud erialast nõu ja teenuseid;
- Reguleeriv asutus edendab asjakohaste vahendite loomist, et teavitada huvitatud isikuid ja avalikkust rajatiste ja tegevusega seotud võimalikest kiirgusriskidest ning reguleeriva asutuse menetlustest ja otsustest ning konsultatsioonidest.

8.3 TUUMAREGULAATORI STRUKTUUR JA PERSONAL

Esimene samm Eesti tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse loomisel on põhjaliku tuumaseaduse vastuvõtmine, millega luuakse organisatsioon, kui iseseisev juriidiline isik, määratletakse selle ülesanded ja kohustused ning sätestatakse riigi tuumaenergia tegevuse õigusraamistik. Seejärel on vaja, et Vabariigi Valitsus nimetaks ametisse asutuse peadirektori, kes määrab ametisse teised juhtivad töötajad. Uue asutuse riikliku ja rahvusvahelise usaldusväärsuse tagamiseks peavad neil isikutel olema teadmised ja praktilised kogemused tuumaenergia reguleerimise alal ning nad peavad olema pädevad ja võimelised töötama Eesti valitsussektoris.

TET tellimusel valminud analüüsis võeti hinnangute koostamisel arvesse IAEA suuniseid ja väiksemate tuumaprogrammide rahvusvahelisi võrdlusnäitajaid. Eri riikide tuumaenergia ohutust reguleerivates asutustes on kasutatud erinevaid organisatsioonilisi struktuure. Joonisel 8 toodud Eesti tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse võimalikus struktuuris on peamised osakonnad pädevad tuumaohutuse, kiirgusohutuse, julgeoleku ja kaitsemeetmete alal. Iga osakond aitab ühiste menetluste kaudu täita regulatiivseid ülesandeid, sobitudes praeguse ja kavandatava tuuma- ja kiirgustegevusega.



Joonis 8. Tuumaregulaatori organisatsiooniskeem (Allikas: analüüs "Tuumaenergia töörühmale inimressursside arendamise strateegia koostamine ja regulatiivse raamistiku kaardistamine")

IAEA juhiste ja väikeste tuumaprogrammide üle järelevalvet tegevate teiste riiklike tuumaenergia ohutust reguleerivate asutuste võrdlusnäitajate põhjal on asjakohane seada tuumaelektrijaama käitamise faasis töötajate arvu eesmärgiks umbes 80 inimest. See sihtarv hõlmab KeA kliima- ja kiirgusosakonna olemasolevaid töötajaid, kellelt eeldatakse töö jätkamist oma praegustes ülesannetes, kuid kes viiakse üle tuumaenergia ohutust reguleerivasse asutusse, samuti vajalikke juhtimisfunktsioone. Tabelis 7 esitatud töötajate arv ei sisalda KeA kliima- ja kiirgusosakonna praeguseid töötajaid, kes liidetakse uue asutusega.

Funktsioon	**Projekti arendamine** II etapp	**Ehitus ja kasutuselevõtmine** III etapp	**Käitamine** Pärast III etappi
Tuumaohutus	5	35	20
Kiirguskaitse	2	8	5
Tuumajulgeolek	1	3	3
Kaitsemeetmed	1	3	3
Programmibüroo	1	4	3
Tugipersonal[69]	8	20	18
Õigusküsimused	1	2	2
Juhtkond	5	8	8
Kokku	**24**	**83**	**62**

Tabel 7. Tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse personali arv (Allikas: analüüs "Tuumaenergia töörühmale inimressursside arendamise strateegia koostamine ja regulatiivse raamistiku kaardistamine")

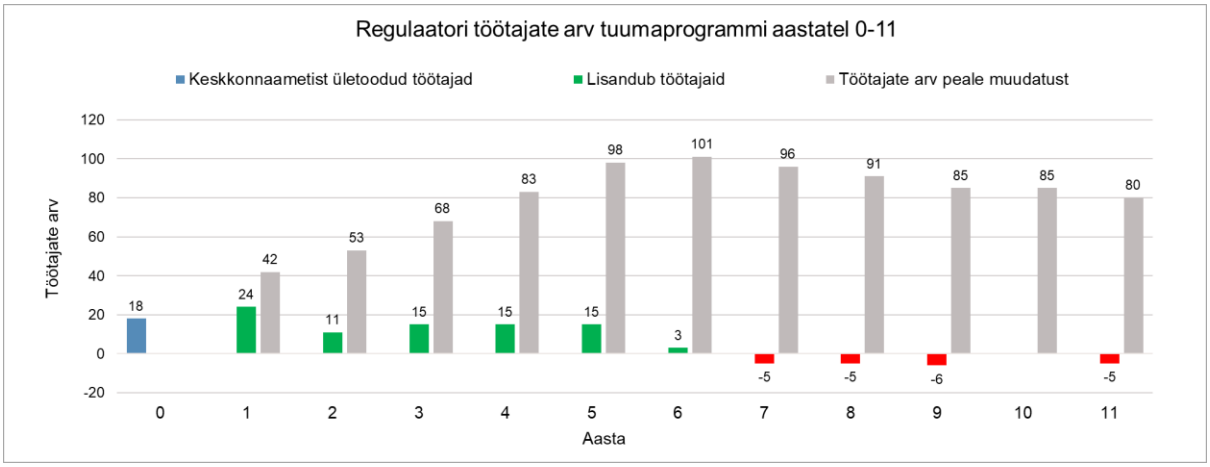
Hinnang hõlmab ka regulatiivse asutuse toetamiseks vajalikke tugiteenuseid nagu personal, koolitus, finantsvaldkond, IT, dokumendi- ja arhiivihaldus, sidusrühmade kaasamise ja juhtimissüsteemide toetamine. Eestis osutatakse ministeeriumidele ja asutustele osasid haldusteenuseid tsentraliseeritult Riigi Tugiteenuste Keskuse (RTK) kaudu. Mõnda teenust võidakse seega osutada reguleerivale asutusele selle tsentraliseeritud funktsiooni kaudu. Mõni eespool loetletud valdkondadest, näiteks sidusrühmade kaasamine, koolitus ja juhtimissüsteemid, nõuab siiski spetsiifilisi tuumaenergia teadmisi ning on reguleeriva asutuse tõhusa toimimise lahutamatu osa. Arvestama peab ka sellega, et RTK-l ei pruugi regulaatori toetamiseks olla vaba ressurssi ning töötajate juurde palkamine ei annaks sel juhul üldist kulude kokkuhoidu. Tuumaregulaatori loomise käigus tuleb otsustada, milliseid tugiteenuseid pakutakse tsentraliseeritult ja millised saavad olema reguleeriva asutuse lahutamatu osa.

Reguleeriv asutus ei pea võtma tööle iga valdkonna spetsialiste, vaid planeerima juurdepääsu vajalikule pädevusele. Näiteks võib olla võimalik allhanke korras sisse osta teenuseid välisekspertidelt valdkondades, mis on väga spetsiifilised ja/või mida kasutatakse harva teatava aja tagant. Reguleeriv asutus peaks palkama piisavalt töötajaid, et säilitada „teadliku kliendi" võimekus tunda ära ja täpsustada eriteenuste vajadust ning hinnata saadud toodete/teenuste asjakohasust. Valdavalt töötaksid regulaatoris võtmetähtsusega ametikohtadel 2–10 aastast töökogemust omavad inseneri- või loodusteaduste, teadus- või tehnikavaldkonnas kõrgharidust omavad inimesed. Regulaatoris töötavate

[69] rahandus, hanked, personalitöö, koolitus, IT, teabehaldus, kvaliteedijuhtimine, sidusrühmade kaasamine, haldus/kantselei

inimeste pädevuse, hariduse ja koolituse nõuded on täpsemalt kirjeldatud analüüsis „Tuumaenergia töörühmale inimressursside arendamise strateegia koostamine ja regulatiivse raamistiku kaardistamine“ (Lisa 5).

Personalieesmärk alates regulaatori loomisest kuni tuumaelektrijaama käitamiseni on toodud Joonisel 9.



Joonis 9. Tuumaregulaatori personalieesmärk tuumaprogrammi rakendamise aastatel 0-11 (Allikas: TET)

Suurim on personalivajadus tuumaelektrijaama ehitusetapis, kui koos regulaatoriga liidetava KeA kliima- ja kiirgusosakonna personaliga töötaks seal ca 100 inimest. Tuumaelektrijaama käitamise faasis töötaks regulaatoris 80 inimest.

8.4 TEGEVUSED REGULAATORI LOOMISEKS TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL

Tuumaenergia kasutuselevõtu osas positiivse otsusega tuleb TET-ile anda mandaat regulaatori loomise ettevalmistamiseks koos eesmärgiga esitada Vabariigi Valitsuse või Riigikogu poolt määratud ajaperioodi jooksul ettepanek regulaatori loomiseks. Selle täitmiseks tuleb TET juurde luua vastav alltöörühm, kuhu kaasatakse eelkõige inimesed, kes regulaatori moodustamisel sinna tööle asuksid, eelkõige KeA kliima- ja kiirgusosakonna võtmekompetentsidega töötajad. Regulaatoriga liidetaks KeA kliima- ja kiirgusosakonnast kokku 18 inimest. Lisaks tuleks regulaatori loomisse kaasata algusetapis prioriteetseid ülesandeid täitvad isikud – kompetentside arendamise juht, finantsjuht, kvaliteedijuht. Teisi võtmerolle, sh kommunikatsioonijuhi- ja rahvusvaheline suhtluse koordinaatori rolli on võimalik täita olemasoleva personaliga. Alltöörühma ülesandeks oleks muuhulgas ette valmistada Vabariigi Valitsuse seaduse muutmise eelnõu, tuumaregulaatori põhimääruse koostamine, regulaatori värbamisplaan ja eelarveprognoosid. Alltöörühmale on vaja planeerida ka rahastus ettevalmistavateks tegevusteks, millega on arvestatud TET järgnevate tegevuste eelarve kalkulatsioonides.

8.4.1 REGULAATORI LOOMISE ÕIGUSLIKUD ALUSED

Tuumaohutuse konventsiooni artikkel 8[70] ja kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete ohutu käitlemise ühendkonventsiooni artikli 20[71] ja Euroopa Nõukogu direktiivi 2014/87/Euratom, 8. juuli 2014, millega muudetakse direktiivi 2009/71/Euratom, millega luuakse tuumaseadmete tuumaohutust käsitlev

[70] https://www.riigiteataja.ee/akt/964536
[71] https://www.riigiteataja.ee/akt/958562

ühenduse raamistik artikli 5 lõigete 2 ja 3[72] kohaselt tuleb regulaatorile nende kohustuste täitmiseks tagada vajalikud volitused, pädevus, raha ja personal. Samuti tuleb võtta meetmed, et tagada regulaatori ja tuumaenergia edendamise ja kasutamisega tegelevate asutuste lahusus.

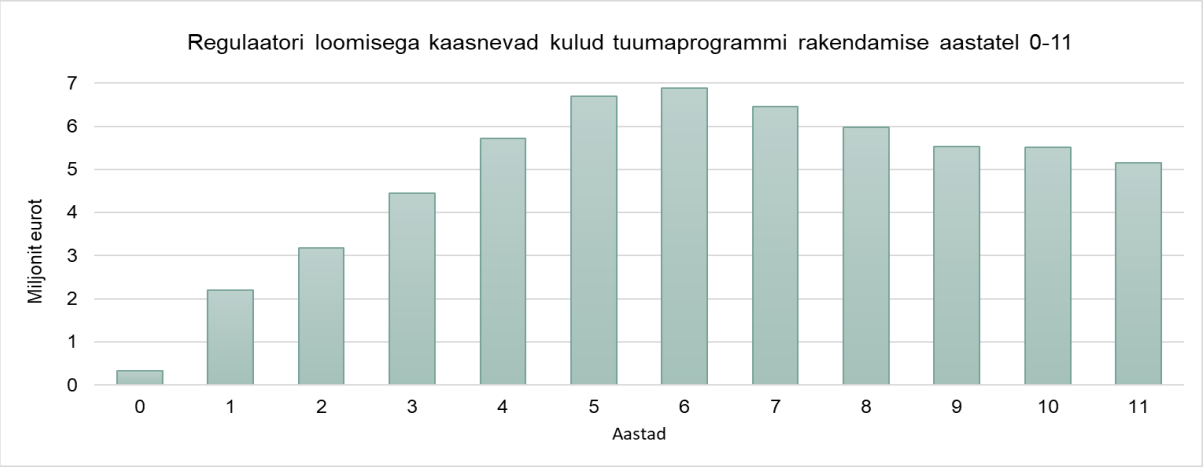
TET tellitud analüüsis „Õigusraamistiku kaardistamine tuumaprogrammiga alustamiseks, tuumaseaduse eelnõu ajakohastamine ja seletuskirja koostamine“ soovitati eelkõige regulaatori lahushoidmise eesmärgil energeetikasektori arendamisest selle loomist Keskkonnaministeeriumi haldusalasse. 1. juulist 2023 liideti aga Keskkonnaministeerium ja osa Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumist, sh energeetika valdkond Kliimaministeeriumi koosseisu. **Seetõttu oleks soovitatav kaaluda regulaatori loomist Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi haldusalasse, et oleks tagatud lahusus energeetikasektori arendamisest.**

Regulaatori moodustamiseks tuleb esimese sammuna algatada Vabariigi Valitsuse seaduse muutmine. Lisaks tuleb koostada põhimäärus, mis peaks järgima TET tellitud analüüsis „Tuumaenergia töörühmale inimressursside arendamise strateegia koostamine ja regulatiivse raamistiku kaardistamine“ (Lisa 5) väljapakutud asutuse struktuuri ja ülesandeid. Regulaatori loomise ettepaneku juurde tuleb lisada ka esimeste aastate hinnanguline eelarve vähemalt kolme aasta kohta kuni asukohavalikuni. Protsessi käigus tuleb määrata tähtajaline regulaatori juht, nt 5 aastase tähtajaga.

Põhimääruse koostamisel tuleb arvestada kõigi soovitustega, mis puudutavad piisava rahastuse, personali ja sõltumatuse tagamist. Vastavad sätted tuleb lisada ka TEOS eelnõusse.

8.4.2 REGULAATORI EELARVE

Regulaator võiks tööd alustada selle loomiseks saadud mandaadile järgnevalt 6 kuu kuni aasta jooksul. Algusaastatel tegeletakse regulaatori funktsionaalsuse loomisega, õigusaktide eelnõude ettevalmistamisega ja asukohavaliku protsessi menetlusküsimustega. Selle perioodi eelarvelised kulud seotud eelkõige personali- ja halduskulude, välisekspertidelt analüüside tellimise, pädevuste arendamisega ning jäävad aastatel 1–4 suurusjärku 2,5–6 miljonit eurot. Regulaatori eelarvevajadus on suurim tuumaelektrijaama ehitusetapis, kui selle koosseisu kuuluvad tähtajaliselt spetsiifiliste valdkondlike teadmistega eksperdid. Sel perioodil on regulaatori eelarveks kuni 5,7–7,1 miljonit eurot. Tuumaelektrijaama käitamise faasis jääb regulaatori püsikulude eelarveks 5,4 miljonit eurot. Regulaatori kulude ülevaade aastate lõikes on esitatud Joonisel 10.



Joonis 10. Regulaatori kulud tuumaprogrammi rakendamise aastatel 0-11 (Allikas: TET)

[72] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=celex:32014L0087

8.4.3 ALTERNATIIVNE LÄHENEMINE EESTI TUUMAREGULAATORI LOOMISELE

Riigieelarveliste kulude vähendamiseks on alternatiivne lahendusena kuni TEOS-e vastuvõtmiseni ja tuumaelektrijaama asukoha valiku kinnitamiseni võimalik kaaluda regulaatori moodustamist KeA kliima- ja kiirgusosakonna baasil ja asukohas. Selleks tuleks luua 4 täiendavat ametikohta (kompetentside arendamise juht, finantsjuht, kvaliteedijuht, regulaatori loomise koordinaator) või alternatiivina kaasata need vajalikud 4 eksperti käsunduslepingutega TET regulatiivse raamistiku alamtöörühma juurde, kes tegeleks pärast riigikogult vastava mandaadi saamist ca 6 kuu jooksul regulaatori loomise ettevalmistustega:

- **Kvaliteedijuht**
  IMS koostamine, mis aluseks kõigi regulaatori protsessidele ja nende rakendamisele.
- **Kompetentside arendamise juht**
  koolituskavade väljatöötamine regulaatori ametikohtadele alates värbamisest.
- **Finantsjuht**
  regulaatori eelarvevajaduste prognoos 3 aasta vaates – nii riigi kui ka loa taotleja panust arvestades.
- **Regulaatori loomise koordinaator**
  hakkaks juhtima regulaatori loomise ettevalmistusi, toetaks IMS koostajat protsesside ja vajalike juhendite väljatöötamisel, annaks vajalikku sisendit nii kompetentside arendamise poolele kui ka eelarve kujundamisse.

Olemasolevate ressurssidega on võimalik katta:

- **Kommunikatsioonijuht**
  vastutaks kaasamise, läbipaistvuse tagamine ja kommunikatsiooniplaani koostamise eest esimesteks aastateks.
- **Rahvusvahelise suhtluse juht**
  koostöö ettevalmistamine ja korraldus IAEA, naaberriikide ja tuumajaama päritoluriigi regulaatoriga.

Regulaatori moodustamise järel liiguksid kliima- ja kiirgusosakonnast inimesed koos TET alltöörühma juures loodud 4 täiendava ametikohaga ja tänase 1–1,1 miljoni euro suuruse eelarvega üle regulaatorisse. Regulaatori loomise järgselt tegeleksid need inimesed asukohavaliku iseloomustamise ja disaini ohutuse hindamisega ehk rakendaksid IMS juhendeid asukohavaliku tuumaohutuse hindamisel.

Lisaks tuleb regulaatorisse selle moodustamisel tööle võtta kohe veel 4 inimest, kellele on vaja täiendkoolitusi ning kelle ülesandeks saab olema asukohavaliku ohutushinnangu menetlemine. Eeldatavasti esitatakse see regulaatorile hinnangu andmiseks ca 4. aastal peale tuumaenergia kasutuselevõtu positiivset otsust (3 aastat pärast regulaatori moodustamist), eeldusel, et 2. aastal võetakse vastu määrus, mis määratleb ära tuumaelektrijaama asukohavaliku tuumaohutuse hinnangu koostamise kriteeriumid ja nende alusel koostatud ohutushinnangu esitamise kohustuse regulaatorile hindamiseks.

Eeltoodud skeemi kohaselt vajaks regulaatori loomise ettevalmistused aastatel 1–4 täiendavat rahastust ca 0,6–0,7 miljonit eurot aastas ning TET regulatiivse raamistiku alltöörühm tuumaprogrammi rakendamise 0-aastal 0,1–0,15 miljonit eurot. See võimaldab algusaastatel eelarveliste vahendite kokkuhoidu 1,7–5,1 miljonit eurot aastas, kuid tingib ilmselt vajaduse

asukohavaliku kinnitamise ja ehitusetapis suuremal määral välisekspertide kaasamise ning suurema eelarve vajaduse.

Sellise lähenemise eeliseks oleks see, et isegi kui enne asukohavaliku kinnitamist saabub teadmine, et tuumaelektrijaama rajamise projekt ei ole majanduslikult teostatav, pole riik teinud regulaatori loomiseks veel suuri investeeringuid. Palgatud lisainimesi ja kompetentsi, TEOS-e ning asukohavaliku tegemiseks olulisi sätteid kasutatakse sel juhul radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga asukohavaliku protsessis. Ehk siis tegemist oleks investeeringuga, mida riigil oleks vajalik ilmselt nii või teisti teha, et aastaks 2040 rajada Eestisse lõppladustuspaik Paldiskis asuvate tuumaalleelaeva õppereaktorite sektsioonide ja muude Eestis tekkinud radioaktiivsete jäätmete pikaajaliseks ohutuks ladustamiseks.

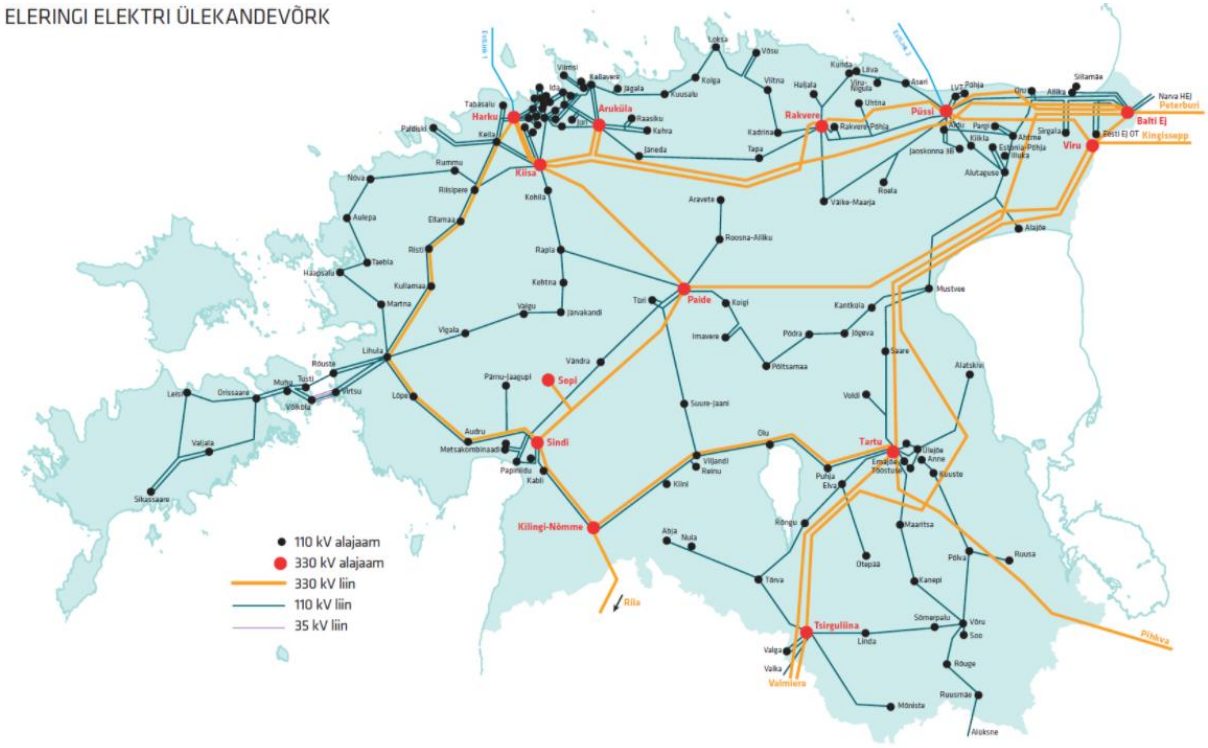
Paralleelselt oleks ka selle skeemi puhul siiski vajalik arendada siseriiklikke kompetentse ning teha kulutusi õigusloomele.

Olemasolev tuuma- ja kiirgusohutuse seadusandlik ja regulatiivne raamistik on Eestis praegu toimuvate tegevuste jaoks üldiselt piisav. Praegune rahvusvaheline praktika toetavad ühtse tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse loomist, millel on täiemahuline 3S-mandaat. Eelistatud variant on uue sõltumatu tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse loomine, mis teeb järelevalvet kõikide tuuma- ja kiirgustegevuse 3S-aspektide üle Eestis. Tuumaenergiat reguleeriv asutus hõlmab KeA kliima- ja kiirgusosakonna olemasolevaid ülesandeid ja töötajaid, kuid on KeA-st eraldiseisev asutus.
Pärast tuumaprogrammiga edasi liikumise otsust peab kiiresti vastu võtma põhjaliku tuumaseaduse, millega luuakse Eesti tuumaenergiat reguleeriv asutus. Ametisse peab nimetama selle tippjuhid ja andma asutusele piisava eelarve, sealhulgas pädevate töötajate ning välisekspertide palkamiseks ja koolitamiseks. Üksikasjalikult tuleb kaaluda teiste asutuste volitusi, kellel on seotud või potentsiaalselt kattuvaid kohustusi, anda neile selge pädevus ja luua koordineerimismehhanismid tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse ja teiste asutuste vahel, et tagada elanikkonna ja keskkonna tõrgeteta kaitse.

9. ELEKTRIVÕRK JA TUUMAENERGIA SOBIVUS EESTI ENERGIAPORTFELLI

9.1 EESTI ELEKTRISÜSTEEM

Eesti elektri põhivõrk (ülekandevõrk, Joonis 11) koosneb ligikaudu 5500 km elektriliinidest (330 kV ja 110 kV) ja 155 alajaamast. Sisemaise elektrivõrguga on ühendatud piiriülesed vahelduvvooluühendused Läti ja Venemaaga ning alalisvooluühendused Soomega. Kaubanduslikud vood on võimalikud ainult Läti ja Soome ühendustel ja maksimaalsed võimekused on suunal Eesti->Läti 1447 MW, Läti->Eesti 1259 MW, Eesti-Soome mõlemal suunal 1016 MW. Venemaaga on hetkel ühendustena kolm 330 kV liini, kuid kaubandust seal ei ole ja ka bilansilises mõttes hoiab Baltikum Venemaa suhtes ennast tasakaalus (nullbilanssi), et minimeerida võimalikke tehnilisi voogusid Venemaa elektrisüsteemiga. 2025. a. veebruaris on kavas Balti elektrisüsteemi eraldumine Venemaa sagedusalast ja ühendamine Mandri-Euroopa sagedusalaga, misjärel ühendatakse Vene liinid ka tehniliselt täiesti lahti Eesti elektrisüsteemist.



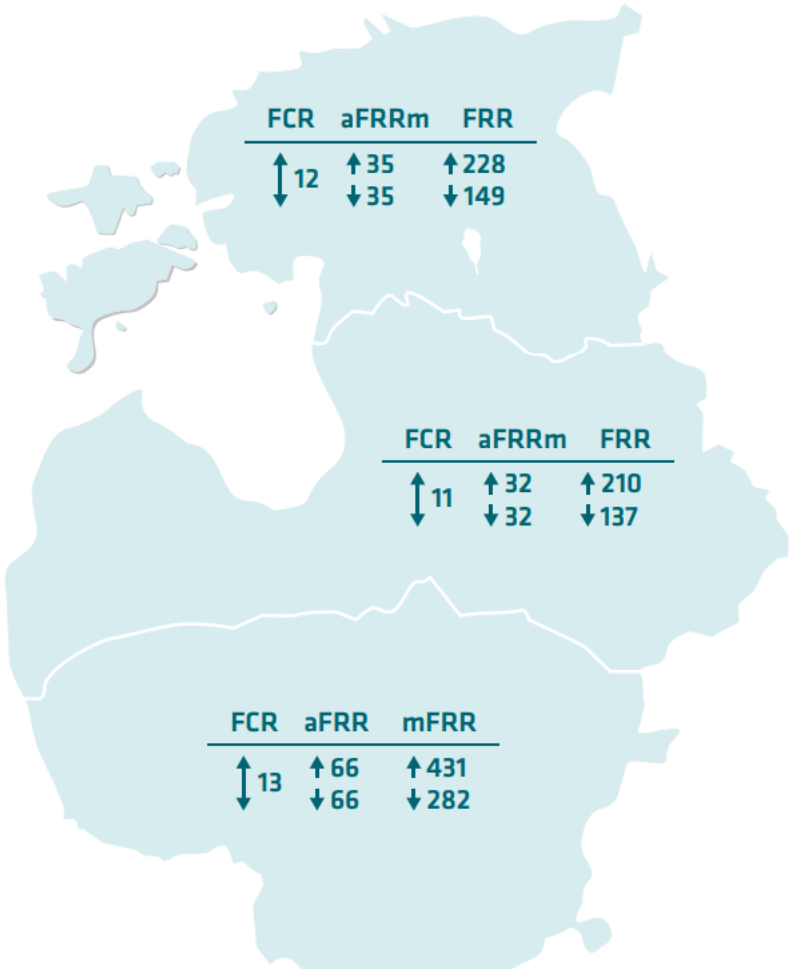
Joonis 11. Eesti elektri ülekandevõrk (Allikas: Elering AS)

Liitudes Mandri-Euroopa sünkroonalaga tekib Balti süsteemihalduritel kohustus hakata juhtima Baltikumi elektrisüsteemi sagedust reaalajas ning selleks kasutama kahte tüüpi reserve:

- sageduse hoidmise reserve (*Frequency Containment Reserves* — FCR), mis on 30 sekundiga reageeriv toode;
- sageduse taastamise reserve (*Frequency Restoration Reserves* — FRR). Sageduse taastamise reserv jaguneb veel omakorda:
  - automaatseks reserviks (aFRR), mille reageerimisaeg on 30 s kuni 5 min;
  - manuaalseks reserviks (mFRR), mille käivitusaeg on 12,5 min.

Hetkel on Baltikumis kasutusel süsteemi bilansi hoidmiseks just manuaalne sageduse taastamise reserv. Seega 2025. aasta algusest suureneb Baltikumis reservide vajadus ja luuakse mitu uut sagedusreservide turgu. Eesti vajaduste katmiseks on süsteemihalduri hinnangul vaja hankida 12 MW FCR reservi, 35 MW aFRR reservi nii üles kui alla ja 228 MW mFRR reservi üles reguleerimiseks ja 149 MW mFRR reservi allareguleerimiseks. Need on mahud, mille peab süsteemihaldur hankima läbi päev-ette võimsusturu, et tagada reservide olemasolu energiaturul, kust aktiveerimised toimuvad vastavalt elektrisüsteemi vajadusele. Vastavaid reserve hangivad ka Läti ja Leedu ning kogu Baltikumi süsteemi peale hakatakse vajaolevaid reserve hoidma ja kasutama kolme riigi peale ühiselt.

Reservide vajadused Baltikumi lõikes on näidatud Joonisel 12[73].



Joonis 12. Balti elektrisüsteemi sagedusreservide vajadus pärast sünkroniseerimist Mandri-Euroopa sagedusalaga (Allikas: Elering)

9.2 TARBIMINE JA TOOTMINE EESTI ELEKTRISÜSTEEMIS

Eesti aastane elektritarbimine on ~8,6 TWh. Aastaks 2035 prognoosib süsteemihaldur Elering elektritarbimise kasvu 11,3 TWh-ni. See number võib oluliselt suureneda, kui realiseeruvad transpordi ja hoonete soojusega varustamise elektrifitseerimise trendid või Eestisse lisandub energiaintensiivset

[73] https://www.elering.ee/sites/default/files/2023-12/Elering_VKA_2023_5.pdf

tööstust. Näiteks kogu Eesti tänase transpordisektori üleminek elektrienergia kasutamisele tähendaks suurusjärgus 2 TWh suurust elektritarbimise suurenemist.

Samal ajal kui aastane elektri tarbimise maht on aasta-aastalt kasvanud, on viimasel kümnel aastal talvine elektrienergia maksimaalne tiputarbimine püsinud sisuliselt muutumatult, jäädes vahemikku 1423 ja 1587 MW. Sealjuures tipukoormus 1587 MW registreeriti enam kui kümme aastat tagasi 2010. aasta talvel.

Sellegipoolest on prognooside põhjal oodata ka tipukoormuse tõusu järgmise kümne aasta vaates. 2035. aastaks prognoosib Elering tipukoormuse suurusjärguks 2018 MW, mis on praeguse tipuga võrreldes 30% tõusu. Elering AS-i tarbimise ja tipukoormuste prognoosid aastani 2038 on toodud Tabelis 8[74].

Aasta	Aastane tarbimine, TWh	Tipukoormus, MW
2023	8,6	1514
2024	9	1591
2025	9,2	1668
2026	9,3	1705
2027	9,5	1742
2028	9,7	1779
2029	9,9	1800
2030	10,3	1829
2031	10,3	1870
2032	10,5	1910
2033	10,8	1950
2034	11,1	1984
2035	11,3	2018
2035	11,7	2075
2036	11,9	2131
2037	12,3	2187

Tabel 8. Elektrisüsteemi tarbimise (MWh) ja tipukoormuse (MW) prognoos kuni aastani 2038 (Allikas: Elering AS)

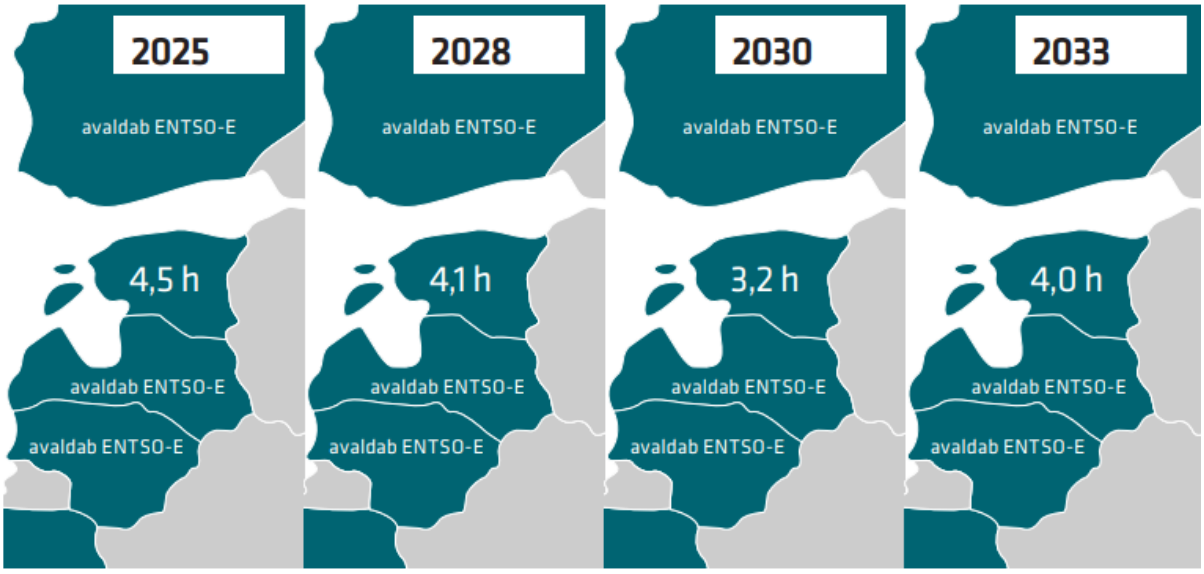
9.3 VARUSTUSKINDLUS

Eesti elektrisüsteemi varustuskindlust (sh tootmispiisavust) analüüsib ja tagab Elering AS koostöös teiste EL-i põhivõrguettevõtjatega. Olukorra hindamiseks koostatakse iga-aastaseid üleeuroopalisi varustuskindluse analüüse (ERAA – *European Resource Adequacy Assessment*) järgmise kümne aasta kohta ja lisaks teostab Elering vajadusel ka regionaalset varustuskindluse analüüsi (NRAA – *National Resource Adequacy Assement*), kus on võimalik Euroopa analüüsist veelgi täpsemalt vaadelda Baltikumi jaoks olulisi eripärasusi ja tundlikkust. 2023. aasta varustuskindluse raportisse

[74] https://www.elering.ee/sites/default/files/2023-12/Elering_VKA_2023_5.pdf

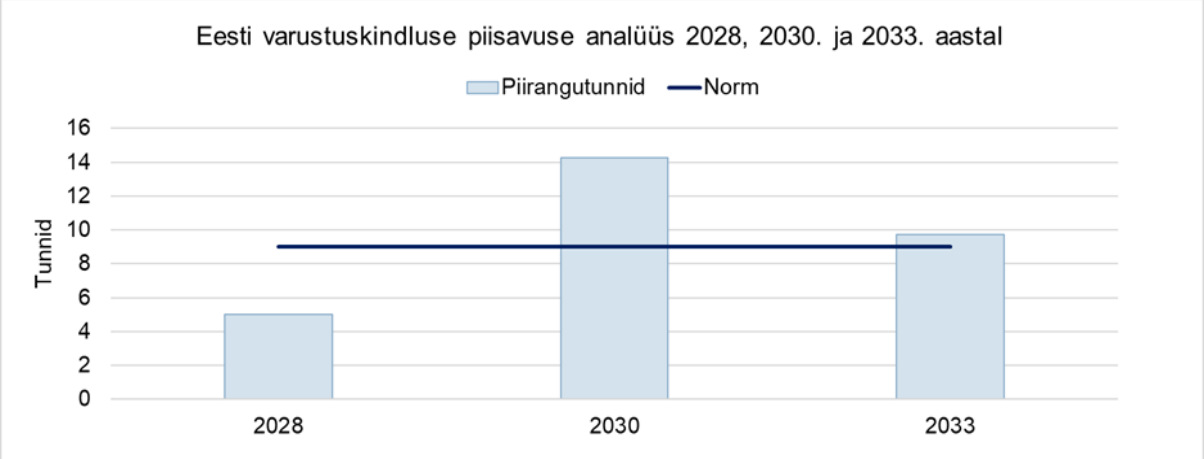
koostas Elering esmakordselt ka NRAA analüüsi, et detailsemalt modelleerida Baltikumi süsteemiteenuste vajadusi.

2023. aasta varustuskindluse aruande järgi on Eestis elektri varustuskindlus vaatlusperioodil (kuni aastani 2033) tagatud (Joonis 13), kuna katkestustundide eeldatav maht (4,5–4 h) jääb alla Eestis kehtestatud varustuskindluse normi, milleks on 9 h aastas.



Joonis 13. Üleeuroopalise elektrisüsteemi tootmispiisavuse ja tootmisvõimekuse analüüsi tulemused Eestis 2023. aastal (Allikas: Elering AS)

Eleringi koostatud regionaalne analüüs, mis keskendub Baltikumi olukorrale, on tuvastanud varustuskindluse probleemi analüüsitud aastatel 2030 ja 2033 (Joonis 14), kus katkestustundide võimalik maht ületab varustuskindluse normi. Eleringi hinnangul on vaja 2030. aastal lisaks olemasolevatele väikestele elektrijaamadele ca 800 MW ulatuses põlevkiviplokke ja 250 MW ulatuses täiendavat tootmisvõimsust (näiteks Kiisa gaasil töötav avariielektrijaam).



Joonis 14. Regionaalse elektrisüsteemi tootmispiisavuse ja tootmisvõimekuse analüüsi tulemused Eestile 2023. analüüsis (Allikas: Elering)

Lisaks on Elering hinnanud, et probleem võib tegelikkuses ilmneda isegi varem, kui Eesti Energia peaks sulgema suuremas mahus põlevkivijaamu. ERAA ja NRAA analüüside järgi on varustuskindluse tagamiseks 2028. aastal Eestis vaja hoida umbes 1000 MW juhitavat võimsust. Kuna Narva

põlevkivielektrijaamadele seatud omaniku ootus lõpeb 2026. aasta lõpus, siis risk võimsuste piisavuse osas tekib tegelikkuses juba 2027. aastal. Seetõttu on oluline olla valmis ja rakendada Eestis strateegilist reservi juba 2027. aastast. Alates 2030. aastast on regioonis vaja veelgi täiendavat juhitavat tootmisvõimsust. Ühest küljest et asendata turult väljuvaid vanu tootmisvõimsuseid, teisalt tõusevad kiirete sagedusreservide vajaolevad mahud, kuna võrku ühendatavad suured taastuvenergia tootmismahud vajavad rohkem reserve. Seega, varustuskindluse vaatest on tõenäoline, et 2027. aastast vajame strateegilist reservi Eesti Energia põlevkivijaamade eluea pikendamiseks praeguse omaniku ootuse asemel. 2030. aastast vajame juurde veel võimsusi, et katta ka suurenevat reservide vajadust. See võimsus saab tulla näiteks reservide turu vastu: kas täiendava gaasijaamana või salvestuse mahtude läbi. **Põlevkivijaamade täielikul eluea lõpul vajame elektrisüsteemi aga suuremas mahus juhitavat tootmisvõimsust, mis suudaks põlevkivi asendada. Tõenäolised variandid on gaasijaamad (kütusena tulevikus biogaas ja vesinik) või tuumaenergia.** Mingil määral saab toetust pakkuda ka salvestus ja tarbimise juhtimine. 2023. aasta seisuga on minimaalne vajalik juhitava võimsuse maht hinnatud Eleringi poolt 1000 MW-le, kuid on ette näha, et see väärtus on ajas kasvav, sõltuvalt tarbimise kasvust ja taastuvenergia lisandumisest süsteemi.

9.4 OLEMASOLEVAD TOOTMISSEADMED ELEKTRIVÕRGUS

Seisuga 1. veebruar 2023 on Eestis summaarne installeeritud netotootmisvõimsus 1706 MW, millest juhitav tootmisvõimsus on *ca* 1110 MW (Tabel 9).

Elektrijaam	Installeeritud netovõimsus 2022 MW	Installeeritud netovõimsus 2023 MW	Kindel tootmisvõimsus, MW
Eesti Elektrijaam	866	866	652
Balti Elektrijaam	192	192	144
Auvere Elektrijaam	272	272	204
Iru Elektrijaam - gaasiplokk	94	94	0
Iru Elektrijaam - prügiplokk	17	17	110
Põhja SEj	77	77	
Sillamäe SEj	23	23	
Tallinna elektrijaam	39	39	
Tartu elektrijaam	22	22	
Pärnu Elektrijaam	21	21	
Enefit	10	10	
Muud tööstuste- ja koostootmisjaamad	75	73	
Summa	**1708**	**1706**	**1110**

Tabel 9. Olemasolevad tootmisseadmed Eesti elektrivõrgus (Allikas: Elering AS)

9.5 UUTE TOOTMISSEADMETE ÜHENDAMINE

Eesti elektrisüsteemi ühendatava tootmismooduli ühikvõimsus ei või olla suurem kui 400 MVA[75]. Sellest suurema võimsuse korral tuleb liitumiseks põhivõrguettevõtja alajaama rajada rohkem kui üks liitumispunkt ja tootmismoodulid jagada liitumispunktide vahel[76]. Põhjuseks on Baltikumi elektrisüsteemi dünaamika, mille järgi suurim element saartalitluses, mille ära kukkumisega süsteem suudab hakkama saada, on kuni 400 MVA.

Tootmisseadmetele seatud liitumistingimused on Euroopa Liidu tasandil harmoniseeritud – uued tootmisseadmed ühendatakse võrguga Euroopa Komisjoni määruse nr 2016/631[77] tootmisüksuste võrku ühendamise nõuete kohta (*Requirements for Generators*) alusel.

Vabariigi Valitsuse määruse „Elektrisüsteemi toimimise võrgueeskiri“ [78] § 19 lõike 3 kohaselt luuakse põhivõrguga uus võrguühendus nimipingel 110 kV või 330 kV. Elektrisüsteemi toimimise võrgueeskirja § 19 lõike 5 kohaselt määrab võrguettevõtja uue võrguühenduse loomise või olemasoleva võrguühenduse tarbimis- või tootmistingimuste muutmise korral võrgu konfiguratsiooni ja tehnilised parameetrid. Põhjusel, et 110 kV elektrivõrgu läbilaskevõime ei ole üldjuhul piisav vastu võtma suuremaid võimsusi kui 100 MW, tuleb suuremad kui 100 MW tootmisseadmed ühendada Elering AS-i elektrivõrguga 330 kV pingeastmel.

9.6 ELEKTRIVÕRGUGA LIITUMISE KULUD

Elektrisüsteemi toimimise võrgueeskirja § 25 lõike 3 kohaselt arvestatakse liitumistasu hulka Elering AS-i tehtavad uue tarbimis- või tootmisvõimsuse ühendamiseks vajalikud kulud. See tähendab, et tootmisseadet võrguga liita sooviv isik peab tasuma kõik liitumisega seotud kulud. Täpsed kulud sõltuvad konkreetsest asukohast, täpsemalt elektrivõrgu võimsusest selles asukohas. Liitumise hinnanguline maksumus soovitud asukohas on kättesaadav Elering AS-i rakendusest[79].

Lisaks tuleb liitumistaotluse esitamisel tasuda kohe võrguettevõtjale ka deposiit. Kehtiva õiguse (elektrituruseadus § 87[1]) alusel on deposiidi suuruseks 38 000 eurot/MVA kohta. Deposiit tagastatakse liitujale või tasaarveldatakse liitumise väljaehitamise kuluga juhul, kui liituja on alustanud oma nõuetekohase tootmisseadmega tootmist õigeaegselt, milleks on liitumispunkti valmimisest alates üks aasta päikesepaneelide puhul, avameretuuleparkide puhul kolm aastat ja muude tehnoloogiate puhul kaks aastat.

Juhul kui tuumaenergia arendamisele antakse riiklikul tasemel luba, on vaja tuumaenergiale tõenäoliselt kehtestada elektrituruseaduses eraldi tootmisseadme õigeaegse valmimise nõue, kuna tegemist on praeguses regulatsioonis arvestatud tehnoloogiatest (päike, tuul, salvestus, gaas) väga erineva tehnoloogiaga, mille puhul ei ole reaalne nõuda 2-aastast jaama valmimise nõuet liitumispunkti valmimisest alates, mis rakenduks praeguses seaduse sõnastuses.

[75] https://www.elering.ee/sites/default/files/2023-12/Elering_VKA_2023_5.pdf
[76] https://elering.ee/sites/default/files/public/Teenused/Liitumine/08%20-%20P%C3%B5hiv%C3%B5rguettev%C3%B5tja%20elektripaigaldiste%20tehnilised%20p%C3%B5him%C3%B5tted%20ja%20lahendused_2019.05.30.pdf.
[77] https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1267e3d1-0c3f-11e6-ba9a-01aa75ed71a1/language-en.
[78] https://www.riigiteataja.ee/akt/105072023243
[79] https://vla.elering.ee/?lang=en.

9.7 LIITUMISE AJAKULU

Elektrivõrguga liitumiseks on Elektrisüsteemi võrgueeskirja alusel vajalik:

1. võrguga ühendatava elektripaigaldise rajamist võimaldava planeeringu kehtestamise otsus, projekteerimistingimused või ehitusluba, mille kohaselt on võrguga ühendatav elektripaigaldis kooskõlas planeeringu maakasutus- ja ehitustingimustega, projekteerimistingimustega või ehitusloaga;
2. keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduses nimetatud otsustaja tehtud otsus, mis tõendab, et keskkonnamõju on hinnatud, või mille kohaselt ei ole vaja keskkonnamõju hinnata;
3. dokumendid, mis kinnitavad, et turuosalisel, kes soovib võrguga liituda, on õiguslik alus kasutada kinnistut või ehitist, millele võrguühendust soovitakse.

Nende liitumisele eelnevate tegevuste ajakulu sõltub planeerimismenetluste ja mõjuhindamiste kestusest ning võib võtta aastaid.

Samas on hetkel käsil liitumiste seadusandluses kiirendamise protsess ja 2024. aastal on jõustumas elektrisüsteemi võrgueeskirja muudatus, mille järgi saab liitumistaotluse esitada juba varasemas faasis, kui võrguga ühendatava elektripaigaldise rajamist võimaldava planeeringu osas on tehtud alles algatamise otsus kohaliku omavalitsuse tasandil. Lisaks ei nõuta enam liitumistaotluse esitamiseks keskkonnamõju hindamise otsust ega dokumente kinnistu kasutamise õiguse tõendamiseks. Samas on kõik need dokumendid lõpuks ikkagi vajalikud, et tootmisseadet ehitada. Eesmärk on, et tootmisseadme ja võrgu planeeringud saaksid toimuda paralleelselt ja seega olla ka liitumise protsess kokkuvõttes kiirem.

Liitumisega seotud ehitustööde alustamise eelduseks on, et Elering omandaks alajaamade laiendamiseks vajalikud kinnistud ning saaks ka ehitatavate õhuliinide trassikoridoridele kasutusõiguse. Enne kinnistute omandamist ning õhuliinide kasutusõiguste saamist on vaja:

- teha planeeringute ja keskkonnamõjude hindamine, mille orienteeruv ajakulu sõltub keskkonnauuringutest ja muude mõjude hindamisele kuluvast ajast, planeeringuliigist ja on 60–84 kuud, tuumaelektrijaama rajamisel võib-olla ka veel pikem;
- koostada trassivaliku projekt ja sõlmida maalepingud, nende orienteeriv ajakulu on 18–24 kuud.

Kõigi eespool nimetatud objektide planeeringuid saab teha ja omandada neiks vajalik maa samal ajal. Liitumistööde ehituse tähtaeg on pärast vajalike kinnistute omandamist ja kasutusõiguste saamist hinnanguliselt 2–3 aastat.

9.8 TUUMAENERGIA SOBIVUS EESTI ELEKTRISÜSTEEMI

Eesti elektrisüsteemiga saab liita kõiki nõuetele (sh liitumise tehnilised tingimused, keskkonnanõuded, ohutusnõuded jms) vastavaid tootmisseadmeid, mille liitumisvõimsus jääb alla 400 MVA. Seega sobiksid Eesti elektrisüsteemi SMR-id. Tuumaenergia võimaliku kasutuselevõtu stsenaariumit Eestis on kirjeldatud kliimaneutraalse elektritootmise analüüsis[80], mis tõi välja, et juhitavateks tootmisvõimsusteks elektrisüsteemis sobivad eeskätt energiaallikatena põlevkivi, pürolüüsigaas ja tuumaenergia. Seejuures on SMR-e võimalik paindlikumalt juhtida kui põlevkivijaamu.

[80] https://energiatalgud.ee/node/8917?category=1704.

Lisaks on isegi süsiniku püüdmise rakendamisel põlevkivijaamad oma kasutusea jooksul suurema kasvuhoonegaaside heitega, kui tuumajaamad.

Tuumaenergia puhul sobivad Eestile reaktorid, mille võimsus jääb alla 400 MVA. Olulisemad eelised on võimekus pakkuda juhitavat võimsust, eeskätt baaskoormuseks, mille puhul on praegu näha põlevkivijaamade sulgemise järgselt suurt puudujääki. Lisaks suudavad tuumajaamad pakkuda süsteemile inertsi ning omavad ka juhitavust, mis võimaldab pakkuda väiksemas mahus ka sagedusreserve ning reageerida vajadusel turuhindadele.
Juhul, kui tuumaenergia arendamisele antakse riiklikul tasemel luba, on vaja tõenäoliselt kehtestada elektrituruseaduses eraldi tootmisseadme õigeaegse valmimise nõue, kuna tegemist on praeguses regulatsioonis arvestatud tehnoloogiatest (päike, tuul, salvestus, gaas) väga erineva tehnoloogiaga, mille puhul ei ole reaalne nõuda 2-aastast jaama valmimise nõuet liitumispunkti valmimisest alates. Tootmisseadet võrguga liita sooviv isik peab tasuma kõik liitumisega seotud kulud, mille täpne suurus sõltub konkreetsest asukohast ja selle elektrivõrgu võimsusest.

10. INIMRESSURSSIDE ARENDAMINE

Tuumaenergeetika alaseid teadmisi on Eestis vaid vähesel arvul inimestel, välja arvatud kiirguskaitse ja radioaktiivsete jäätmete käitlemise teenust pakkuvad organisatsioonides. Üldiselt on peamine energeetika- (sealhulgas tuumaenergia), kiirguse-, füüsika- ja keemiaalane pädevus olemas Tartu Ülikoolis, Tallinna Tehnikaülikoolis (Taltech) ning Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudis (KBFI). Lisaks pakuvad meditsiinilist kiirguskoolitust Tartu Tervishoiu Kõrgkool ja Tallinna Tervishoiu Kõrgkool. Kutsehariduskeskused pakuvad tasemeõppekavu ja kursusi, mis on seotud mehhatroonika, ehituse, energeetika, masinaehitusega jne.

Valitsusasutuste puhul on riiklik kiirgus- ja tuumaohutuse kompetentsikeskus KeA kliima- ja kiirgusosakond, kuhu kuuluvad kiirguskaitse büroo, kiirgusseire büroo, sealhulgas kiirguslabor, ning kliima- ja välisõhu büroo.

Asjaomased poliitikad selles valdkonnas (sealhulgas kiirgusega seotud teemades) on välja töötanud ja kujundanud Kliimaministeerium.

Kiirgusjuhtumitele reageerimise eest vastutavad organisatsioonid on Päästeamet, Terviseamet, Politsei- ja Piirivalveamet, Kaitsepolitseiamet ning Maksu- ja Tolliamet.

Radioaktiivsete jäätmete käitlemise, sealhulgas arendusprojektide eest vastutab AS A.L.A.R.A., mis on Kliimaministeeriumi vastutusalasse kuuluv riigiettevõte.

Eesti erasektoris on peamised teadmised tuumaenergiast ettevõttel Fermi Energia AS-il, kes võtab aktiivselt tööle asjakohase hariduse ja kogemustega spetsialiste ning koolitab oma meeskonnaliikmeid koostöös välispartneritega, korraldab valitsuse, erakondade ja ettevõtete esindajatele seminare ja tuumaelektrijaamade külastusi.

Arvestades nõudluse kasvu kiirguse valdkonna teenuste järele, on tõenäoline, et tulevasse tuumaprogrammi on võimalik kohe suunata vaid piiratud arv töötajaid. Seetõttu pole kohe tuumaenergiaprogrammi heakskiitmise korral piisavate eriteadmiste ja -oskustega kodumaist tööjõudu tuumaenergiaprogrammi teise ja kolmanda etapi elluviimiseks saadaval. Analüüs Eesti praeguse ja prognoositava tööjõu kohta näitab, et käesoleval hetkel ja ka edaspidi on olemas mitmesuguseid teadus-, tehnika-, juhtimis- ja haldusoskusi, mida tuumaprogrammi rakendamisel kasutada, kuigi mõnes sektoris on puudus inseneridest ja nendega seotud spetsialistidest ning see suundumus jätkub.

10.1 OLEMASOLEVAD KOOLITUSPROGRAMMID

Eestis on mõningad kõrg- ja kutsehariduse algatused, tegevused ja õppekavad, mis on tihedamalt seotud tuumaenergia valdkonnaga (tuumaohutus, tuumajulgeolek, tuumaenergia, kaitsemeetmed, kiirguskaitse, kontrollisüsteemid, hädaolukordadeks valmisolek jne):

- „Kaasaegne tuumaenergia“, mida õpetab Tallinna Tehnikaülikooli elektrotehnika ja mehhatroonika instituut ning mis hõlmab tuumaenergiat, tuumaelektrijaamu, tuumkütust ja tuumaohutust;
- „Tuumafüüsika eksperimentaalmeetodid“, mida õpetab Tartu Ülikooli füüsikainstituut ja mis hõlmab tuumafüüsika aluseid;
- Tartu Ülikooli tehnoloogiainstituudi õpetatav „Tuumatehnoloogia seminar“, mis hõlmab tuumatehnoloogia rakendusi, tuumajäätmeid ja -ohutust;

- „Tuumaelektrijaamad: probleemid ja väljakutsed“, mida õpetab Tallinna Tehnikaülikooli energiatehnoloogia instituut ning mis hõlmab tuumaenergiat, tuumareaktoreid ja tuumkütust;
- „Reaktorifüüsika“, mida õpetab Tallinna Tehnikaülikool ja mis hõlmab tuumatehnikat, tuumareaktoreid, tuumaenergiat;
- „Keskkonnadosimeetria ja kiirguskaitse“, mida õpetab Tartu Ülikooli bio- ja keskkonnafüüsika osakond ning mis hõlmab kiirguskaitset;
- „Kosmilisest kiirgusest tuumajaamani“, mida õpetab Tartu Ülikooli noorteakadeemia ning mis hõlmab tuumaenergiat, tuumaohutust ja tuumajäätmeid.

Eestis on olemas kiirgus- ja tuumaohutusõpingud (kursused haridusasutustes ja erikoolitused valdkonnas töötavatele inimestele) ning kiirgusekspertide tunnustamise süsteem. Kuna aga Eesti ei ole seni tuumaenergiat kasutanud, on Eesti spetsialistide tuumaohutusalaseid teadmised piiratud ning pole piisavalt inimressursse ja pädevust, et kehtestada asjakohased ohutusnõuded ja -eeskirjad, teha järelevalvet käitaja tegevuse üle jne. Seega peab selle valdkonna arendamine olema üks prioriteete.

Samuti on oluline märkida, et Eestis on tegevusi, algatusi ja koolitusprogramme, mis ei ole otseselt seotud tuumaenergia sektoriga, kuid on selle valdkonna jaoks olulised. Näiteks Tallinna Tehnikaülikoolis on magistriõppekava „Energiamuundus- ja juhtimissüsteemid“ – kuigi see ei ole mõeldud tuumaenergia juhtimissüsteemide jaoks, on see juhtimissüsteemide õppevaldkond ja seega koht, kust leida asjakohaste oskustega inimesi.

Lisaks on Tartu Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool ning KBFI teinud ettepaneku arendada koos Eesti ministeeriumidega Eesti võimekust pakkuda tuumaenergia alast haridus- ja teadussuutlikkust. Näiteks oleks oluline arendada pädevust reaktoritehnoloogia ja -ohutuse, tuumaelektrijaamade käitamise, kiirguskaitse ning tuumkütusetsükli valdkonnas. Kuigi mõned neist pädevustest on Eestile igal juhul vajalikud (ka siis, kui Eestis ei ole tuumaelektrijaama), sõltub nende võimalike arengusuundade ulatus tegelikust vajadusest, mis omakorda sõltub otsusest, kas rajada Eestis tuumaelektrijaam või mitte.

Samuti on ülikoolid kinnitanud huvi ja võimekust töötada Eestis välja ulatuslik tuumaenergiaalane õppeprogramm. Ülikoolide eesmärk on suurendada õppekohtade arvu sellistes valdkondades nagu teadus, IKT, inseneritöö jne (need on ka valdkonnad, kus eri prognooside kohaselt vajatakse tulevikus ka üldiselt rohkem kvalifitseeritud inimesi) ning toetada Eesti talendipoliitikat, et meelitada Eestisse üliõpilasi ja toetada lõpetajate Eestisse jäämist ja siin töötamist.

Kuna paljudel tuumaelektrijaamade ametikohtadel ei ole kõrgharidus vajalik, tuleb rõhutada, et ka Eesti kutseõppeasutused pakuvad koolitusi, mis on seotud tuumatööstusega, omavad kogemusi koostööst kohalike ettevõtetega ning oleksid paindlikud, et arendada ja pakkuda õppekavasid ja kursusi, mida kohalik tuumaprogramm vajab. Samuti on selge, et tuumaenergiat käsitlevad üldised teemad on ja oleksid asjaomastes õppekavades olulised isegi siis, kui tuumaenergia programmi lähitulevikus ei käivitata, sest lõpetajad töötaksid selles valdkonnas aastakümneid ja selle aja jooksul võib energiasektoris palju muutuda.

Siiski tuleks pärast seda, kui Eestis on otsustatud alustada tuumaprogrammiga, pöörata rohkem tähelepanu tuumatööstusega seotud eriala(de)le. SA-l Kutsekoda on pädevus analüüsida OSKA raames valdkonna erialade ja oskuste vajadust ning ka koostada õppeasutustele õppekavade koostamise aluseks vajalikke oskusprofiile ning kutsestandardeid. Varasemad kogemused on näidanud, et Eesti kutseõppeasutused on võimelised tegema vajalikke muudatusi vastavalt kohalike ettevõtete vajadustele. Ida-Virumaa Kutsehariduskeskuse koostöö kohaliku põlevkivitööstusega on selle hea näide. Kutsekvalifikatsioonistandardid või oskusprofiilid võivad vajada tulevikus uuendamist ning vajalike kompetentsidega täiendamist. Teiste riikide kogemuste kohaselt teevad reguleerivad

asutused üldiselt järelevalvet käitava organisatsiooni töötajate värbamise ja koolituse üle, kuid ei anna neile ametlikku sertifikaati.

Hetkel on Eestis vaid mõned tuumaenergiat käsitlevad kursused ning põhjalikud õppeprogrammid sel teemal puuduvad. Ülikoolid on siiski näidanud, et nad on võimelised ja valmis selliseid programme koostama, kui valitsus nii otsustab ja neid arengusuundi rahastab.

Samuti on oluline märkida, et mõned teadus- ja arendusasutused (peamiselt KBFI ja ülikoolid, Tartu Ülikooli füüsika instituut) on tegelenud või tegelevad jätkuvalt tuumaenergiat käsitlevate või sellega seotud uurimisprojektidega. Uurimisprojekte on rahastanud näiteks Eesti Teadusagentuur või rahvusvaheliste koostööprojektide puhul Euroopa Komisjon. Siiski on uurimisprojektide arv ja ka selles valdkonnas tegutsevate teadurite hulk piiratud. Valdkonna teadusuuringud (eriti tulevikus, kui tuumaprogramm peaks käivituma) ning teadus- ja arendusasutused võivad olla kasulikud ka valitsusele (nt reguleerivale asutusele), et esitada uurimistulemusi ja soovitusi, mida saaks kasutada otsuste tegemisel ja asjakohase poliitika kujundamisel.

10.1.1 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA KOOLITUSTEGEVUSED

Eestis on perioodil 2021-2023 tuumapädevuste arendamisse panustanud ka TET, tuginedes nii kodumaistele kui ka rahvusvahelistele ressurssidele ja partnerlustele. Lisaks haridusasutuste ja erasektori algatustele on TET USA Välisministeeriumi toetusel korraldanud Eesti spetsialistidele tuumaenergia teemalisi baaskoolituskursusi. 2022. aasta alguses alustas Eesti koostööd USAga programmi FIRST raames. Koolitused keskenduvad tuumaohutusele, -julgeolekule ja kaitsemeetmetele. Käsitletud on ka riikliku tuumaohutustaristu loomist, kaasamist, tuumaelektrijaamade ehitamist, rahastamist ja asukohavalikut. FIRST programmi raames on perioodil 2022-2023 koolitatud üle 60 inimese avalikust sektorist ning valitsusvälistest organisatsioonidest, sh Eesti Rohelisest Liikumisest, Eesti Linnade ja Valdade Liidust.

Eesti valitsusasutuste ja IAEA vahel toimub samuti pidev koolitusalane koostöö. 2022. aastal uuendati Eesti ja IAEA tehnilise koostöö raamkokkulepet aastateks 2022–2027 ning seda täiendati tuumaenergiapädevuse arendamise projektiga. Projekti raames on Eesti spetsialistidel võimalus osaleda tasuta IAEA korraldatud koolitustel ja seminaridel, mis käsitlevad tuumaenergia kasutamise eri külgi. Aastatel 2021–2023 on IAEA tuumaenergia koolitustel kestusega 1–5 nädalat osalenud ca 30 inimest KeA-st, Kliimaministeeriumist, Regionaal- ja Põllumajandusministeeriumist, Haridus- ja Teadusministeeriumist, TTJA-st, AS-ist A.L.A.R.A., Elering AS-ist, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜst, Tartu Ülikoolist, KBFI-st ja Fermi Energia AS-ist.

10.2 OLEMASOLEVAD INIMRESSURSID MAJANDUSSEKTORITES JA TÖÖJÕUPROGNOOS

Peamised majandussektorid Eestis, kus kasutatakse oskusi, mida tuumaenergia kasutuselevõtmisel Eestis vajatakse, kuuluvad peamiselt järgmistesse sektoritesse, mis on määratletud Euroopa standardse majandustegevuse (NACE) koodide alusel (Tabel 10):

Sektor	Sektoris töötavate inimeste arv Eestis OSKA andmetel
C: tootmine	5560 inseneri 2915 keemiaoperaatorit 4370 keevitajat
D: elektrienergia, gaasi, auru ja konditsioneeritud õhuga varustamine	1090 elektri- ja energeetikainseneri 110 tööstusinseneri 5530 elektrikut.
E: veevarustus; kanalisatsioon, jäätme- ja saastekäitlus	30 keskkonnaspetsialisti 230 keskkonnaseire spetsialisti/analüütikut 140 keskkonnakeemia ja -füüsika spetsialisti 90 laboritehnikut
F: ehitus	2660 inseneri 12 815 ehitusinseneri 2670 ehitusmasinate operaatorit
M: kutse-, teadus- ja tehnikaalane tegevus	6845 teadurit ja inseneri

Tabel 10. Majandussektorid, kus kasutatakse tuumaenergia kasutuselevõtmisel vajalikke osksusi (Allikas: analüüs „Inimressursside arendamise strateegia ja regulatiivse raamistiku kaardistamine“)

Need sektorid ei hõlma kõiki Eesti tuumatööstuse jaoks vajalike oskustega inimesi, kuid on valdkonnaga kõige otsesemalt seotud sektorid. Teised sektorid võivad samuti pakkuda vajalikke analüütikuid, teadureid ja eksperte.

Paljud tuumaelektrijaamas vajalikud oskused ja pädevused on sarnased nendega, mida on vaja mistahes muus elektrijaamas töötamiseks. Seda on oluline märkida, arvestades, et Eestil on ulatuslik kogemus elektrijaamade, sealhulgas suurte põlevkivielektrijaamade ehitamisel ja käitamisel. IAEA suunistele ja tuumaenergia kasutamisega kogenud riikide kogemustele tuginedes on siiski vaja arendada spetsiifilisi oskusi ja pädevusi ning kogemusi, mis Eestil hetkel puuduvad ja millega tuleb tegeleda, kui otsustatakse, et Eestist saab tuumaelektrijaamaga riik.

10.2.1 TÖÖJÕUTURU VÄLJAVAATED JA VAJADUSED

Kuna prognooside kohaselt väheneb tööealiste inimeste arv, on Eestis üldiselt raskem leida vajalikku tööjõudu. See probleem on veelgi suurem, arvestades, et nõudlus inseneride ja teiste kvalifitseeritud spetsialistide järele suureneb ka teistes sektorites, tekitades rohkem konkurentsi potentsiaalsele tuumaprogrammile.

Prognoosi täpsustamiseks on oluline märkida, et Eesti potentsiaalsele tuumatööstusele vajalikke oskusi pakkuvad peamised töökohad järgmised:

- tuumainsenerid;
- ohutus- ja keskkonnaspetsialistid;
- reaktorikäitajad;

- kiirguskaitsespetsialistid;
- keemikud ja füüsikud.

Teine oluline rühm vajalikke oskusi on järgmistel töökohtadel:

- elektrikud;
- elektriinsenerid;
- keemiainsenerid;
- mehaanikainsenerid;
- ehitusinsenerid.

Lisaks on tuumajaamade ja toetava taristu jaoks vaja puuseppasid, müürseppasid, torulukkseppasid, plekkseppasid, rasketehnika operaatoreid ja keevitajaid.

Tootmissektoris on ja jääb täna puudu inseneridest ning soovitatakse kaaluda välistööjõu kasutamist, et katta inseneride vajadus töötlevas tööstuses. Samuti on puudus noortest kutsehariduse omandanutest.

Elektrisektoris jääb elektriinseneride prognoositav tööhõive järgmise viie aasta jooksul muutumatuks, kuid kogu sektoris koolitatakse liiga vähe insenere ja tehnikuid. Tekib märkimisväärne puudus inseneridest, tehnikutest ja operaatoritest.

Keskkonnaspetsialistide ning keskkonnakeemia ja -füüsika spetsialistide arv jääb prognooside kohaselt järgmise kümne aasta jooksul muutumatuks. Oluline on meeles pidada, et paljud sektorid vajavad neid spetsialiste ja eripädevuste puhul võib inimeste arv olla väga väike. Näiteks on Eestis olemas oskusteave ja spetsialistid riikliku kiirgusohutuse tagamiseks, kuid tuumaohutuse valdkonnas pole piisavalt pädevaid inimesi tuumaprogrammi rakendamiseks.

Ehitussektoris töötab umbes 63 000 inimest. Tulevaste tööjõuvajaduste rahuldamiseks ei ole piisavalt insenerieriala lõpetajaid. Viimase viie aasta jooksul on ehitusvaldkonnas kõrgkooli sisseastujate arv vähenenud veerandi võrra. Samal ajal kasvab nõudlus kõrgharidusega spetsialistide järele. Ehitussektor on tuumaelektrijaama ehitusetapis ilmselgelt väga oluline. Tähtis on meeles pidada, et kuigi Eestil puudub kogemus tuumaelektrijaamade ehitamisel ja inimeste arv ei ole suur, on Eestis palju ehitusettevõtteid, kellel on kogemusi keeruliste ja suurte projektide elluviimisel. Seega, arvestades SMR-i suurust ja üsna piiratud vajadust (ajutise) tööjõu järele (töötajate arv oleks tõenäoliselt mõnisada) kohapealse ehitamise jaoks, oleks vajalik tööjõud ja oskused mingil määral kättesaadavad Eesti siseturul. Neid saaks kasutada näiteks kohalike ettevõtete alltöövõtu kaudu, et töötada elektrijaama rajatiste ja/või osade kallal, mis ei nõua varasemat kogemust tuumaelektrijaamade ehitamisel. Üldiselt võib öelda, et **Eesti tööstussektor on kogenud ning saab osaleda tuumarajatiste ehitamisel ja hooldamisel.**

Teadlaste ja inseneride puhul kutse-, teadus- ja tehnikasektoris prognoositakse hiljutiste andmete kohaselt tööhõive märkimisväärset kasvu (üle 10%) kümne aasta jooksul. Sektoris töötas 2017/2018. aasta andmete põhjal 6845 inimest ja hinnanguliselt on olemasoleva üldise nõudluse rahuldamiseks vaja lisaks üle 1000 spetsialisti.

10.3 TUUMAREGULAATORI PERSONALIVAJADUSED JA PÄDEVUSTE ARENDAMINE

IAEA suuniste ja teiste väikeste tuumaprogrammidega riikide kogemuste põhjal on reguleerivale asutusele vaja vähemalt umbes 80 alalist töötajat, kelle hulka on arvatud KeA kliima ja kiirgusosakonna praegused töötajad ning vajalikud juhtimis- ja korporatiivteenistused.

Eesti tööjõu hulgas on praegu ja ka edaspidi olemas mitmesugused teadus, tehnika-, juhtimis- ja haldusoskused, kuigi mõnes sektoris on puudus inseneridest ja nendega seotud spetsialistidest ning see suundumus eeldatavasti jätkub.

Regulaatori loomise ettevalmistuseks tuleb oskuste puudujääkide leevendamiseks TET juurde Haridus- ja Teadusministeeriumi juhtimisel luua inimressursside arendamise alltöörühm, kes koostab tegevuskava tuumaenergia kasutamisega alustamiseks tööjõu planeerimiseks ning puudujääkide leevendamiseks. Alltöörühmale tuleb planeerida ka eelarve konsultatsiooni- ja analüüsiteenuste sisseostmiseks, millega on arvestatud TET eelarve kalkulatsioonides.

Teises etapis peab reguleeriv asutus kiiresti välja töötama oma organisatsiooni, et valmistada ette tuumaelektrijaama projekti reguleeriv raamistik. Oluliste oskuste hulka kuuluvad sel ajal inimressursid ja tugev talentide juhtimise protsess uute töötajate värbamiseks ja koolitamiseks ning muud ettevõtte tugifunktsioonid. Eeldatakse, et Eesti kodumaisel tööturul on olemas vastavate oskuste ja kogemustega töötajaid tugivaldkondades.

Samas peab teises etapis äsja loodud reguleeriv asutus palkama ka kogenud juhtkonna ja pädevad töötajad, et luua ja rakendada tuumaelektrijaama jaoks vajalik reguleeriv taristu, sealhulgas reguleeriva asutuse enda korraldus, juhtimissüsteemi protsessid ja menetlused, regulatsioonid ja juhendid ning lubade väljaandmise protsess. Eeldatavasti ei ole programmi teises etapis Eesti tööjõu hulgast asjakohase tuumaenergiaalase regulatiivse kogemuse ja oskustega personal laialdaselt kättesaadav.

Reguleeriva asutuse juhtspetsialistid peavad olema asjatundlikud baas- ja rakendusteaduste ja tehnoloogia alal, tundma ja oskama välja töötada ning rakendada regulatiivseid menetlusi. Need oskused omandatakse tavaliselt ülikoolihariduse, erialakoolituse ja vähemalt viieaastase töökogemuse kombinatsioonina. Teises etapis on vaja sellistest isikutest koosnevat meeskonda, kes aitaks välja töötada reguleerivat raamistikku ja organisatsiooni. Eesti tööturul on hetkel vähe selliseid oskusi ja arvestades nende oskuste arendamiseks vajaminevat ettevalmistusaega, muutuvad kohalikud töötajad kättesaadavaks kõige varem kolmanda etapi lõpus.

10.4 TUUMAJAAMA KÄITAJA PERSONAL

Tuumajaama käitaja personaliga varustamist mõjutavad mitmed tegurid, millest olulisim on tehnoloogiavalik. **Eeldatakse, et uued väikereaktorid saavutavad võrreldes vanema tehnoloogiaga personaliefektiivsuse, mis on tingitud väiksematest jaamadest, lihtsamatest konstruktsioonidest ja passiivsetest ohutussüsteemidest, mis ei nõua käitaja sekkumist.** Samas ei vähene personalivajadus üldjuhul proportsionaalselt üksuse suurusega, mistõttu väiksemad üksused kipuvad kannatama mastaabisäästu puudumise all ja neis töötab MW kohta rohkem inimesi kui suurtes üksustes. Siiani puuduvad uute väikereaktoritega tegelikud kogemused, mille alusel saaks personalivajadusele anda kindla hinnangu.

Teine tegur, mida tuleb arvesse võtta, on see, et uus alustav organisatsioon vajab algsel kasutuselevõtu, koolituse ja väljakujunemise perioodil rohkem töötajaid kui kogenud organisatsioon, mis on menetlusi ja oskusteavet juba pikema aja jooksul kasutanud. Tuumaelektrijaama eduka

käitamise võti on usaldusväärne tootmine ja selle saavutamiseks ei ole absoluutselt minimaalne personal tingimata parim lahendus.

Tabelis 11 on koondatud võrdlusandmed, mis on kogutud olemasolevate väikeste ühereaktoriliste tuumaelektrijaamade töötajate kohta, ning mõne väikese ja keskmise suurusega reaktori tarnija esitatud hinnangulised töötajate arvud. Väikese ja keskmise suurusega reaktorite arendajate hinnangud on üldiselt oluliselt väiksemad kui tegelikud töötajate arvud töötavates tuumaelektrijaamades. Mõned prognoosid viitavad kohapealsetele käitavatele töötajatele ning ei ole selge, mil määral need arvestavad tehnilist ja ettevõtte tugipersonali, mida omanik/käitaja vajab tuumaelektrijaama käitamise juhtimiseks. Tänaseks ei ole veel ühtegi näidet selliste väikese ja keskmise suurusega reaktorite projektide kohta, mis annaks andmeid kogemuste põhjal. Olemasolevate andmete põhjal võiks väikse tuumaelektrijaama töötajate arvuks olla ca 75–400 inimest.

	Tuumaelektrijaam	Reaktori tüüp	Tootmis-võimsus	Käitaja töötajad
PRAEGUNE	Hetkel töötavad tuumaelektri-jaamad USAs ja Euroopas	Kergeveereaktor (LWR)	-	732 (mediaan)
	Krško, Sloveenia	PWR	1 × 688 MWe	644
	Pt Lepreau, Kanada	CANDU-6	1 × 690 MWe	850
	Borssele, Holland	PWR	1 × 485 MWe	~ 400
KAVANDATUD	OPG DNNP	BWRX-300	1 × 300 MWe	210
	Nuscale VOYGR	iPWR	928 MWe	270
	GE Hitachi	BWR	1 × 300 MWe	75-150 (kohapealne personal)
	Rolls Royce	PWR	1 × 470 MWe	302 (määratud ühele reaktorile)

Tabel 11. Tuumaelektrijaama töötajate võrdlusnäitajad (Allikas: Skepast&Puhkim, Steiger)

Omanik/käitaja vajab teises etapis kogenud töötajaid, et juhtida tuumaelektrijaama pakkumis- ja lepinguprotsessi ning seejärel teha järelevalvet peatöövõtja ja tarneahela tegevuste üle ning suhelda regulaatoriga. Eesti turul ei ole eeldatavasti olemas asjakohase tuumaenergiakogemusega töötajaid.

Käitajaorganisatsioon peab alustama oma arendustegevust kolmandas etapis varakult, samal ajal tuumaelektrijaama litsentsimise ja ehitamisega. Umbes 15%-lt töötajatest ei nõuta tuumaenergiaoskusi ja neid võib olla võimalik kohe Eestist kohapealt tööle võtta, sealhulgas järgmistes tegevus-valdkondades:

- haldus;
- infotehnoloogia (IT);
- dokumendikontroll ja registrite haldamine;
- rahandus;
- tervishoid ja ohutus;
- inimressursid.

Siiski peab käitav organisatsioon värbama ka tuumavaldkonnas kogenud tegevjuhid ja funktsionaalsete valdkondade juhid/juhtkonna, operatsioonide valdkonna koolitajad ja instruktorid, operatsioonide mentorid ning iga protsessi ja programmi juhtivad eksperdid.

Omaniku/käitaja organisatsiooni korporatiivteenuste funktsiooni juhil peab olema kõrgharidus ärijuhtimise erialal, läbitud asjakohased koolitused ja vähemalt viieaastane töökogemus seotud ametikohtadel. Selliste oskustega inimesi on eeldatavasti olemas Eesti üldises tööjõus, seega on oodata lühikest, 3–6 kuu pikkust värbamisperioodi.

Reaktorikäitajad peavad tavaliselt läbima vähemalt kaheaastase klassiruumiõppe ning simulaatoril ja töökohal toimuva väljaõppe, enne kui nad saavad loa töötada jaamas. Selliste oskustega inimesi Eestis hetkel pole. Kui aga võetakse kiireid meetmeid, et luua vajalik koolitusprogramm ja rajatised koos juurdepääsuga simulaatorile, võib vajalik personal olla valmis ajaks, kui seda vajatakse tuuma-elektrijaama kasutuselevõtuks ja käivitamiseks kolmanda etapi lõpus.

10.5 PERSONALISTRATEEGIA

Tuumaprogrammi jaoks sobivate inimressursi strateegiate kindlaksmääramise tegurid on igas rollis nõutavad pädevused, ajakava, millal inimesi programmis vajatakse, vajalike inimeste arv ning nõutavate teadmiste ja oskuste arendamiseks vajalik ettevalmistusaeg. Eestis on haritud tööjõud, kellel on üldised teadus-, tehnika-, juhtimis- ja haldusoskused. Hetkel puuduvad riigis siiski põhjalikud tuumaenergia eriteadmised. Seetõttu ei ole paljud tuumaenergiaga seotud oskused riigis kättesaadavad, et toetada tuumaenergiaprogrammi käivitamist kavandatud ajakava kohaselt ning neid oskusi tuleb otsida väljastpoolt Eestit. Samal ajal tuleb võtta kiireid meetmeid riiklike haridus- ja koolitusprogrammide laiendamiseks ja arendamiseks. Tulevikus peaks muutuma kättesaadavaks üha rohkem kvalifitseeritud kohalikke töötajaid.

Eespool esitatud kaalutlused näitavad, et üldine personalistrateegia hõlmab kahte peamist suunda, nimelt:

1. tuumaoskustega töötajate värbamine väljastpoolt riiki, et täita kriitilisi juhtimis- ja eksperdifunktsioone ning toetada programmi kiiret käivitamist kavandatud ajakava kohaselt;
2. Eesti riikliku suutlikkuse arendamine, et täita programmi pikaajalisi vajadusi ja tagada selle kestlikkus.

Eesti tuumaenergiaprogrammi algusaastate personalistrateegia oluline osa on välisekspertide värbamine reguleeriva asutuse ja omaniku/käitaja nende ametikohtade täitmiseks, kus on vaja märkimisväärseid kogemusi, teadmisi ja oskusi tuumaenergia valdkonnas. Nii reguleeriva asutuse kui ka omaniku/käitaja puhul tuleks prioriteediks seada üldjuhtkond, funktsionaalsete valdkondade juhid ning juhtkoolitajad, kes juhivad ja juhendavad vähem kogenud töötajaid. Reguleeriva asutuse ametikohad, mille puhul võib kaaluda välisriigist lähetatud töötajate töölevõtmist, hõlmavad käitamisüksuse juhatajat, osakonnajuhatajaid ja iga käitamisüksuse kõrgemaid spetsialiste.

WANO juhistes märgitakse, et tuumajaama omaniku/käitaja organisatsiooni puhul peaks värbamise prioriteet ja ligikaudne järjekord olema järgmine, kusjuures ideaaljuhul peaks enamik kandidaate olema kvalifitseeritud ja kogenud tuumapädevusega personal:

- üldjuhtkond;
- funktsionaalsete valdkondade juhid;
- käitamisvaldkonna koolituspersonal ja instruktorid;

- käitamisvaldkonna juhendajad ja juhtpersonal;
- iga protsessi ja programmi juhteksperdid;
- jaama käitamise ja keemiavaldkonna töötajad;
- teised töötajad

Kui selline personalivalik on keeruline, tuleks otsida alternatiive. Näiteks võiks muu kui tuumaenergia valdkonna juhte toetada kõrgema taseme kogenud tuumaenergianõustajate kaasamisega.

Veel üks strateegia vajalike eriteadmiste leidmiseks on tööde allhanke korras tellimine kvalifitseeritud ja kogenud töövõtjatelt. Allhanke korras tellitavate teenuste valik sõltub näiteks järgmistest teguritest:

- vajaminevate teenuste liigid – kas tegemist on ühekordse, ajutise või pikaajalise teenusega;
- pädevuse säilitamise raskus harva esinevate eriülesannete puhul;
- oskuste ja ressursside kättesaadavus Eestis;
- välisteenuste kättesaadavus ja maksumus;
- õigus- ja regulatiivsed nõuded.

Allhangete kasutamine võib aidata hallata olulisi, kuid ajutisi ülesandeid nendes etappides ja võimaldada organisatsioonidel keskenduda oma pikemaajalistele vajadustele. Allhanke korras tööde tellimine ei tähenda, et sellega antakse vastutus ära. Nii reguleeriv asutus kui ka omanik/käitaja peavad tagama ja säilitama nii-öelda teadliku kliendi suutlikkuse enda tellitavate teenuste puhul. Seega peab iga organisatsioon omandama suutlikkuse täpsustada nõutavaid teenuseid, valida tarnijaid, teha järelevalvet ja hinnata nende tegevust.

Eesti asutused ja ettevõtted hakkavad rahvusvahelisel turul konkureerima tuumaenergia oskusteabe pärast, mille järele on üha suurem nõudlus. Värbamistulemusi mõjutavad sellised tegurid nagu palgavahemikud, residentsusnõuded, hinnad ja elustandardid, töökeel, töökeskkond, karjäärivõimalused jne. Seega nõuab kandidaatide välismaalt värbamine ja nende hoidmine eritähelepanu ja jõupingutusi.

Ohutusnõuete kehtestamine ja lubade väljastamine nõuab aktiivset koostööd teiste riikide pädevate asutustega, kellel on kogemusi SMR-i reguleerimisel. Lubade väljaandmise nõuded väikestele ja keskmise võimsusega reaktoritele töötavad muu hulgas välja Soome reguleeriv asutus STUK, USA tuumaregulaator NRC, Kanada tuumaregulaator CNSC ning IAEA, mis koondab liikmesriikide eksperditeadmisi.

10.6 RIIKLIKU VÕIMEKUSE ARENDAMINE

Pädevuste arendamiseks ja võimelünkade täitmiseks regulaatori ja tuumajaama käitaja personalivajaduse katmiseks tuleb välja töötada haridus- ja koolitusprogrammid ning olemasolevaid programme laiendada, et võimaldada Eesti inimestel täita kõrge spetsialiseerumisastmega erialaseid töökohti.

Riiklikud kandidaatide allikad ja kanalid võib jagada kolme kategooriasse:

- need, kellel puudub kogemus ja kes tulevad otse koolist, tehnika-/kutseharidusasutustest või ülikoolidest;

- need, kellel on kogemusi seotud tööstusharudes ning kellel on mõned asjakohased oskused ja kogemused (nt elektritootmine, naftakeemia, raudtee, lennundus või muud kõrge riski/ohutusega tööstusharud);
- need, kellel on kogemusi ja konkreetseid ülekantavaid oskusi (nt juriidilised, finants-, hanke-, personalijuhtimise oskused).

Esimesse rühma kuuluvate kandidaatide puhul on oluline, et valitsus, tuumaregulaator ja omanik/käitaja arendaksid partnerlussuhteid akadeemiliste ja kutseõppeasutustega, et töötada välja programmid, mis on kooskõlas tuumaprogrammi kutse- ja tehniliste standarditega ning iga organisatsiooni tööjõukavadega. Kuigi omaniku/käitaja ja regulaatori inimressursivajadused on erinevad, on neil piisavalt palju ühist, et koostöö suutlikkuse suurendamisel oleks riiklikul tasandil nii teostatav kui ka kasulik.

Näiteid oluliste meetmete kohta selles valdkonnas:

- stipendiumid keskhariduse omandanutele, et nad saaksid õppida asjakohastel rahvusvahelistel õppekavadel;
- vaadata üle olemasolevad õppeprogrammid ja arendada vajadusel välja täiendav kraadiõpe, et koolitada peamiste loodus- ja inseneriteaduste erialade üliõpilasi tuumavaldkonnas. Alternatiivina tuleb kaaluda koolitamist välisülikoolides, kus vastav võimekus on olemas;
- töötada välja ja rakendada terviklik õppeprogramm (nt mikrokvalifikatsioon) Eesti ülikoolide ja kogenud tuumariikide teadusasutuste või ülikoolide koostöös;
- laiendada koolitusvõimalusi rahvusvahelise koostöö raames, näiteks USA FIRST programm;
- kasutada ära IAEA tehnilise koostöö programmide kaudu pakutavaid koolitusvõimalusi;
- tunnistada kutseõppena pakutava tehnoloogikoolituse tähtsust ning seda, et tuumaprogramm vajab rohkem selliseid töötajaid, arendada asjakohast tehnikute koolitust mehaanika, elektri, mõõteriistade ja kontrolli, kiirguskaitse ja reaktorite käitamise valdkonnas;
- rakendada koolitusprogramme iga organisatsiooni poolt, et võimaldada töötajatel arendada oma tööga seotud pädevusi.

Kandidaatide värbamine seotud tööstusharudest võib tähendada konkureerimist teiste tööandjatega ning see peab kajastuma personali värbamise ja hoidmise strateegiates. Kuid isegi nendes valdkondades võib olla võimalik arendada strateegilisi partnerlussuhteid.

Inimeste palkamisel teistest tööstusharudest tuleb olla ettevaatlik, kuna need võivad kaasa tuua hoiakuid ja käitumist, mis ei sobi kokku tuumatööstuse ohutuskultuuriga[81].

Edukaks tuumaprogrammiks on vaja palju pädevusi ja nende hulgas tuleks esile tõsta juhtimisteadmisi, sest Eestil puudub varasem kogemus tuumatööstusprojektide juhtimisel. Seega tuleb riiklike pädevuse suurendamise programmide kavandamisel panna rõhku juhtimisoskuste valdkonna koolitusele, arvestades IAEA pakutavaid tuumaenergia juhtimiskoolitusi.

Lisaks on Eesti riikliku võimekuse arendamiseks oluline kaaluda tuumaenergia projekti sobival ajal uurimis- ja arendusprogrammi loomist, mis asuks mõnes avalik-õiguslikus ülikoolis või teadusasutuses ja mida nii regulaator kui ka käitaja võiksid toetada. Teiste riikide näited osutavad, et selliste tuumaenergia teadus- ja arendusprogrammidega, isegi kui need on suhteliselt väikesed, võib tekkida teatav hulk kõrghariduse omandanud spetsialiste käitaja ja regulaatori jaoks ning samuti võib aja jooksul

[81] https://www.iaea.org/publications/8121/managing-human-resources-in-the-field-of-nuclear-energy

tekkida riigis eksperdikeskus. Nagu eespool märgitud, on Eesti teadus- ja arendusasutustel olemas asjakohane pädevus selles valdkonnas ning nad on näidanud valmisolekut seda edasi arendada.

Kokkuvõttes nõuab riiklike koolitus-, haridus- ja teadusprogrammide arendamine märkimisväärseid ressursse, kuid pikemas perspektiivis saadakse sellest palju kasu, kuna see tagab kohaliku tuumatööstuse jaoks jätkusuutliku spetsialistide (sh inseneride jne) reservi.

Koostöösuhete loomine valitsuste ja tehnoloogia tarnijate, sealhulgas müüjariigi ja teiste sama tüüpi tuumaelektrijaama tehnoloogiat kasutavate riikide käitajate ning päritoluriigi regulaatori vahel, võib võimaldada teabe edastamist ja koolitusi, mis tulevad kasuks eestlastele valdkondliku töökogemuse saamisel.

Praktilised meetmed võiksid hõlmata näiteks tuumaelektrijaamade töötajate koolitamist sama tehnoloogia kasutamises kogenud riikide sertifitseeritud koolituskeskustes.

Regulaator, omanik/käitaja ja muud tuumaprogrammis osalevad organisatsioonid peavad välja töötama oma organisatsioonile omased tööjõukavad. Kõnealustes tööjõukavades tuleks arvestada eespool nimetatud välis- ja kodumaistest kanalitest leitud töötajate koolitusvajadusi, et võimaldada neil arendada oma ülesannete täitmiseks vajalikke oskusi ning toetada soovitud väärtuste ja organisatsioonikultuuri arengut.

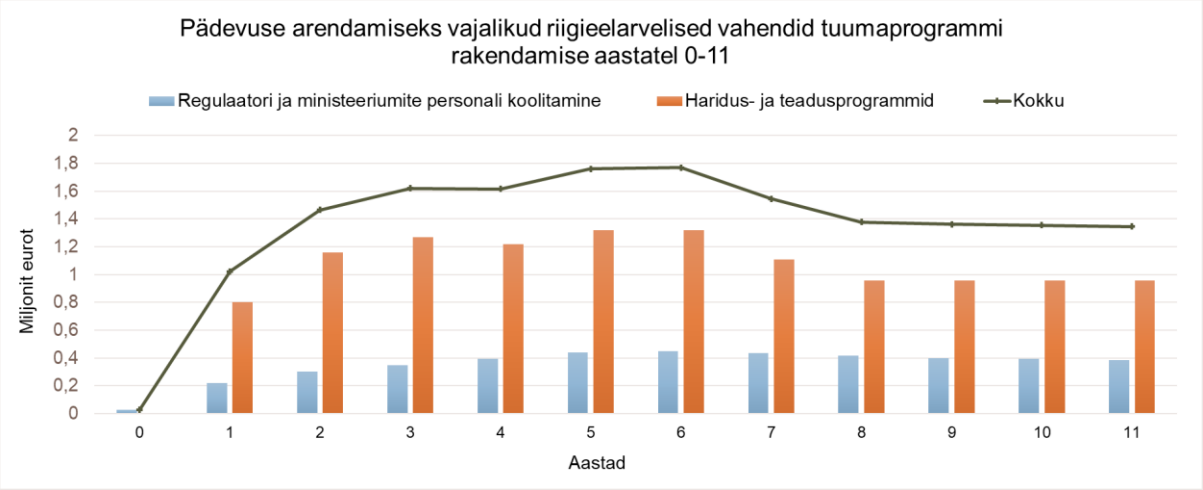
Vajaliku koolituse tase ja sügavus sõltuvad iga töötaja oskustest ja kogemustest ning rollist. Individuaalsed koolitusvajadused tuleks seega kajastada individuaalsetes koolitus- ja arengukavades vastavalt süsteemsele koolituse käsitlusele (*System Approach to Training*, SAT). Kasutatavad koolitusmeetodid on kooskõlas tuvastatud vajadustega (nt harjutatakse tavapäraste toimingute tegemist ja hädaolukordade lahendamist koolitussimulaatorite abil jne). Töötajate koolitamine on esmatähtis ning nõuab märkimisväärsete ressursside kasutamist igas põhiorganisatsioonis ning seda tuleb planeerida ja juhtida.

Lisaks on oluline lõimida tööjõu arendamise kavadesse eesmärk, et välismaa spetsialistid (sealhulgas konsultandid ja allhanke kaudu palgatud eksperdid) õpetaksid vähem kogenud töötajaid, et suurendada kohalikku võimekust täita kõiki asjaomaste organisatsioonide, nt regulaatori nõutavaid ametikohti. Selleks, et tuumaregulaatori juhtivaid ametikohti oleks võimalik kiiremini ja kooskõlas tuumaprogrammi kavandatud ajakavaga täita, peaks kaaluma võimalust teha tähtajaline erand avaliku teenistuse seadusest, mis näeb ette ametnike kodakondsuse nõude või leida välisekspertide palkamiseks muu õiguslik lahendus. Tööde allhanke korras tellimine, säilitades samas asutusesisese aruka kliendi suutlikkuse teatavate ülesannete, näiteks loataotluste tehnilise hindamise või ehituse juhtimise puhul, võib aidata nii tuumaenergia ohutust reguleerival asutusel kui ka omanikul/käitajal töökoormust hallata ja saada juurdepääsu vajalikele eriteadmistele.

10.7 RIIKLIKU VÕIMEKUSE ARENDAMISE RAHASTAMINE

Riigieelarvelisi vahendeid on vaja eraldada tuumaenergia valdkonnas haridus- ja koolitusprogrammide, teadus- ja arendustegevuse ning reguleerivate asutuste personali arendamise jaoks.

Ministeeriumite ja ametite töötajate koolitamine, regulaatori personali koolitused, riiklikud stipendiumiprogrammid, Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (*train-the-trainers*), koostöö-kokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis tähendaks riigieelarvest kulusid tuumaelektrijaama ehitusfaasis 1,8 miljonit eurot aastas ning tuumajaama käitamisfaasis iga-aastaseid püsikulusid ca 1,4 miljonit eurot (Joonis 15).



Joonis 15. Riigieelarvelised kulud pädevuste arendamiseks tuumaprogrammi rakendamise aastatel 0-11 (Allikas: TET)

Väljaõppe rahastamiseks on võimalik osaliselt kasutada Euroopa Liidu struktuurifonde, mis on suunatud teadus- ja arendustegevusele, haridusele ja kutseõppele, samuti energia ja kliimamuutustega seotud projektidele. Suur osa baaskompetentsidest on võimalik välja arendada ka koostöös IAEA-ga, kelle poolt pakutavaid võimalusi ka juba praegu aktiivselt kasutatakse ja teiste tuumaenergiaga tegelevate rahvusvaheliste organisatsioonidega, nagu OECD NEA. Lisaks on regulaatori personali koolitamiseks soovitatav koostöö suurte tuumariikide regulaatoritega, nt USA NRC, kelle loodud rahvusvaheliste ekspertide vahetusprogrammidega on võimalik saata oma töötajaid kogenud regulaatori juurde tööpraktikale.

Tuumajaama omanik/käitaja on vastutav oma personali koolituse korraldamise ja selle rahastamise eest. Kõrgharidust nõudvatele ametikohtadele piisava arvu spetsialistide koolitamiseks on erasektoril võimalik tudengitele pakkuda stipendiumiprogramme tuumaenergiaalase hariduse omandamiseks välisülikoolides. Kutseharidust nõudvate töökohtade täitmiseks saab teha koostööd kutsehariduskeskustega, töötada välja ja rahastada tuumajaama käitajale vajalikke õppekavasid ning esitada koolitustellimusi vastavalt eeldatavale tööjõuvajadusele. Personali koolitamiseks tuleb sõlmida koostöökokkulepped ka tuumareaktori tarnijaga, et tagada käitajatele reaktoritehnoloogia spetsiifiline väljaõpe. Erasektori rahastus võib hõlmata ka ühisprojekte ja teadus-arendustegevust.

IAEA suuniste ja teiste väikeste tuumaprogrammidega riikide kogemuste põhjal on reguleerivale asutusele vaja umbes 80 alalist töötajat, kelle hulka on arvatud KeA kliima ja kiirgusosakonna praegused töötajad ning vajalikud juhtimis- ja korporatiivteenistused. Omaniku/käitaja personaliga seotud olemasolevate võrdlusnäitajate, sealhulgas mõne SMR-i tarnija väidete, IAEA ja WANO olemasolevatel jaamadel põhinevate suuniste ning väiksemate, iseseisvate tuumaelektrijaamade näidete alusel saab välja pakkuda hinnangulise vahemiku, mis ulatub 75-st kohapealsest töötajast kuni ligikaudu 400 töötajani üksuse kohta. Kiirguskaitse ja radioaktiivsete jäätmete käitlemise valdkonnas on olemas piisavalt inimesi ja oskusi, et vastata olemasolevate tegevuste nõudmistele. Puudujääki püütakse kõrvaldada IAEA pakutava koolituse kaudu. Nõudlus kiirguskaitsetöötajate järele suureneb lähiajal Paldiski endise tuumaalleeveelaevade õppekeskuse reaktorisektsioonide kavandatud dekomissioneerimisega. Seetõttu on vähe selliseid töötajaid, keda saab ümber paigutada uutesse ülesannetesse tuumaenergia ohutust reguleerivas asutuses. Tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse ja omaniku/käitaja juhid ja kõrgema tasandi spetsialistid vajavad nii tuumaenergiaharidust, -koolitust kui ka -kogemust, mis ei ole Eestis lühikeses ja keskpikas perspektiivis laialdaselt kättesaadav. Lahenduseks oleks kahetasandiline personalistrateegia, mis

toetab programmi kiiret käivitamist, kaasates lühiajaliste vajaduste toetamiseks väliseksperte ning arendades samas Eesti riiklikku suutlikkust tagada programmi pikaajaline kestlikkus. Lähitulevikus on vaja väliseksperte, et täita juht- ja võtmeekspertide rolle peamistes organisatsioonides ning õpetada välja järgmine põlvkond. Pärast tuumaenergiaprogrammiga edasi liikumise otsust on vaja kiiret riiklikult koordineeritud tegevust, et luua haridus- ja koolitussüsteemid Eesti kodanike arendamiseks, vastamaks tuumaenergia ohutust reguleeriva asutuse, omaniku/käitaja ja teiste üksuste vajadustele. See hõlmab järgmist:

- stipendiumid välismaal õppimiseks;
- ülikoolide õppekavade arendamine;
- tehnoloogide ja operaatorite kutseõpe;
- IAEA tehnilise koostöö alased koolitused ja lähetused;
- programm FIRST või muu sarnane programm, et arendada teadlikkust tuumaohutuse, -julgeoleku ja kaitsemeetmete põhimõtetest;
- töökohaspetsiifiline koolitus.

Pädevuste arendamise riigieelarvelised kulud ulatuksid tuumaelektrijaama ehitusfaasis 1,8 miljoni euroni aastas ning tuumajaama käitamisfaasi iga-aastaseid püsikulud ca 1,4 miljoni euroni.

11. SIDUSRÜHMADE KAASAMINE JA KOMMUNIKATSIOON

TET-ile 2021. a. aprilli Vabariigi Valitsuskabineti memorandumiga pandud ülesannete hulka kuulub ka kommunikatsioonistrateegia rakendamine. TET ülesandeks oli koostada kommunikatsiooni- ja kaasamiskava avalikkuse ja sidusrühmadega dialoogi pidamiseks. Kõigil TET-is esindatud asutustel on oma avalike suhete osakonnad, kelle ülesanne on informeerida avalikkust ministeeriumi tegevusest. KeM/KLIM on koordineerinud suhtlust tuumaenergia teemadel, haldab TET-i veebilehte, kajastab tuumaenergia kohtumisi ministeeriumi sotsiaalmeedia lehtedel ja vastab meediapäringutele. Keskkonnaministeerium korraldas novembris 2022 avalikkusele tuumaenergia infopäeva „Tuumaenergia - hea või halb?“, mida kanti üle ka otseetris ning mis on järelvaadatav. Sarnane avalik üritus korraldati Kliimaministeeriumi poolt novembris 2023 „Tuumaenergia – Eesti otsuse eelõhtu“. Laiema elanikkonna tutvustamiseks, eriti noorte hulgas, on peetud läbirääkimisi Teaduskeskuse AHHAA ja Energia Avastuskeskusega interaktiivse tuumaenergia näituse korraldamise võimalustest, kui tuumaenergia kasutuselevõtu osas langetatakse positiivne otsus.

11.1 TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA KOMMUNIKATSIOONI-STRATEEGIA

Koordineeritud ja ulatusliku kaasamise ja kommunikatsiooniplaani saamiseks tellis TET kommunikatsioonistrateegia, mis valmis 2022. a. septembris. Strateegia sisaldas järgmist:

1. olemasoleva olukorra analüüs koos 8 fookusintervjuuga;
2. kommunikatsiooni eesmärkide sõnastamine;
3. siht- ja sidusrühmade grupeerimine;
4. põhisõnumid erinevatele sihtrühmadele, sealhulgas eesti- ja venekeelsetele elanikele;
5. soovitused teabe edastamise kanalite valimiseks sihtrühmade kaupa;
6. soovitused kõneisikute valikuks;
7. tegevuskava järgmiseks perioodiks.

Strateegia koostamisel lähtuti IAEA juhendist „Osalejate kaasamine tuumaenergia programmides“[82], konsulteeriti IAEA avalike suhete ja kaasamise spetsialistiga ning osaleti IAEA kommunikatsiooniteemalisel tehnilisel kohtumisel. Strateegia rakendamiseks leppis TET kokku kommunikatsioonistrateegia rakendamise plaani 2023. aastaks. Plaan hõlmas TET tegevusest ja tuumaenergiat puudutavates küsimustes info jagamist, vastutajaid ja sidusrühmi. Kirjeldatud tegevused hõlmasid pressiteateid, pressikonverentse, artikleid, konverentse ja koostööd erinevate siht- ja sidusrühmadega. Ühiskondliku debati seisukohast on olulised meelsusuuringud ning nende abil välja selgitatud peamiste küsimustega tegelemine nagu radioaktiivsete jäätmete käitlemine või õnnetuste risk ja avatud suhtlus. Kommunikatsioonistrateegia põhieesmärgid on esitatud Tabelis 12.

[82] https://www.iaea.org/publications/14885/stakeholder-engagement-in-nuclear-programmes

INFORMEERIDA	TÕSTA TEADLIKKUST	KAASATA
• Selgitada avalikkusele töörühma ülesandeid, tööprotsessi ja analüüside tulemusi. • Selgitada riigi rolli ja otsustusprotsessi ning eraettevõtete rolli ja võimalusi protsessis osaleda. • Selgitada, kuidas on tuumaenergia kasutuselevõtu protsess rahvusvaheliselt reguleeritud ja järelevalvatud.	• Pakkuda faktipõhist infot tuumaenergeetika kohta. • Tasakaalustada ja avardada Eesti tuumaenergeetika debatti. • Adresseerida tuumaenergeetikaga seotud riske ja selgitada nende maandamisvõimalusi.	• Luua dialoog elanikega tuumaenergiaga seotud seisukohtade mõistmiseks. • Näidata riigi pädevust tuumaenergeetika kasutuselevõtu uurimiseks.

Tabel 12. Tuumaenergia töörühma kommunikatsioonistrateegia eesmärgid (Allikas: META Advisory)

11.2 MEELSUSUURINGUD

Kommunikatsioonistrateegia rakendusplaani üldeesmärgiks on süvendada arusaamist tuumaenergia potentsiaalsest rollist Eesti energiapoliitikas ja tagada peamiste sidusrühmade kaasamine otsustusprotsessi. Veebruaris 2022 viidi TET tellimusel Eesti 15–74 aastaste elanike seas läbi uuring „Tuumaenergia valdkonna teadlikkus ning valmisolek selle kasutuselevõtuks Eestis“ (Lisa 5). Uuringu eesmärk oli saada ülevaade erinevate elanikkonnarühmade teadlikkusest tuumaenergia valdkonnas, nende ootustest ja hirmudest ning peamistest valdkonnaga seotud teabeallikatest. Uuring kaardistas:

1. erinevate elektrienergia tootmise viiside tajutavat potentsiaali ja inimeste hoiakulist eelistust kohaliku kivist kütusega toodetud fossiilse kütuse asendamiseks;
2. üldist suhtumist tuumaenergia kasutuselevõttu;
3. hinnangut oma teadmistele tuumaenergiast;
4. hirme ja ootusi seoses tuumaenergia kasutuselevõtuga;
5. vajadust teabe järele selles valdkonnas ja eelistatud teabeallikad.

Uuringu tulemused näitasid, et **Eesti elanikud suhtuvad tuumaenergiasse positiivselt** – 59% toetab tuumaenergia kasutuselevõttu, samas kui 22% väljendas vastuseisu ja 19% pole oma seisukohta kujundanud. Üle poole Eesti elanikkonnast peab end kursis olevaks üldise tuumaenergia tootmise põhimõttega, veidi üle kolmandiku peab valdkonda enda jaoks võõraks, kuid on huvitatud uute teadmiste saamisest. Kõrgema teadlikkusega segmentides on tuumaenergia pooldajate protsent suurem. Suurim hirm seoses tuumaenergiaga on potentsiaalne keskkonnarisk seoses radioaktiivsete jäätmete käitlemisega. Selles valdkonnas on ka vajadus teabe järele suurim. Teabeallikana tuumaenergia valdkonnas eelistatakse televisiooni ja raadiot ning temaatilisi veebilehti.

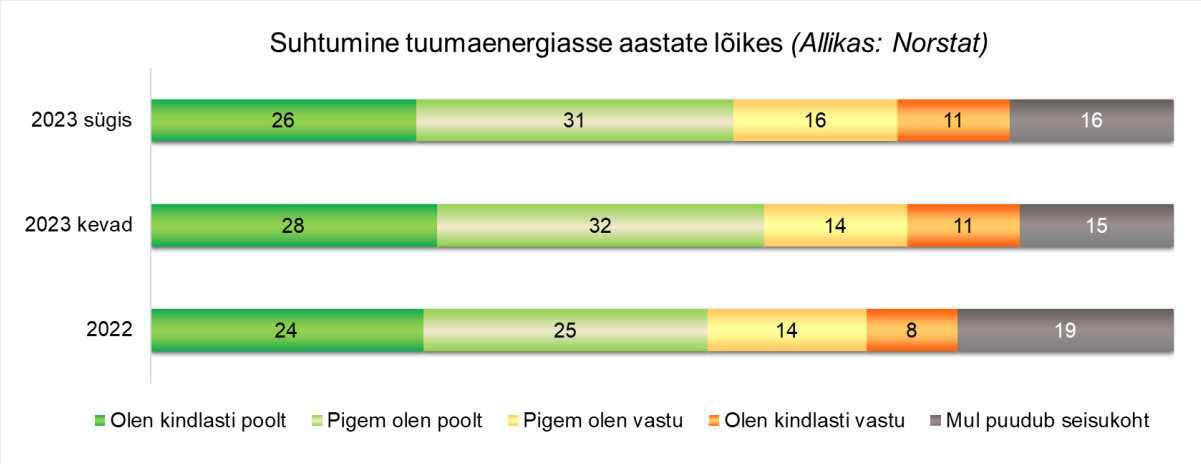
Veebruaris 2023 Riigikantselei korraldatud avaliku arvamuse seireuuringus[83] uuriti samuti ühe küsimusena elanikkonna suhtumist tuumaenergia kasutuselevõttu. Ideed toetas 75% riigi elanikest, samal ajal kui 17% oli sellele põhimõtteliselt vastu ja 8% polnud veel oma seisukohta kujundanud.

[83] https://riigikantselei.ee/uuringud

Aprillis 2023 viidi läbi Norstat Eesti AS-i poolt korraldatud meelsusuuring, mis näitas tuumaenergia kasutuselevõtu toetuse määraks 60%, samas kui 25% vastanutest olid selle vastu.

Novembris 2023 toimunud jätkuuring näitas tuumaergiale toetust 57% elanikest, sellele vastu on 27% ja 16% antud teemal hetkel seisukohta ei oma.

2022–2023 uuringute koondülevaade on esitatud joonisel 16.



Joonis 16. Suhtumine tuumaenergiasse aastate lõikes (%, N= kõik vastajad) (Allikas: Norstat)

11.3 KOMMUNIKATSIOONI- JA KAASAMISTEGEVUSED

TET plaanipärased kommunikatsioonialased tegevused hoogustusid 2022. a. lõpus, kui valmisid TET kommunikatsioonistrateegia ja selle rakendusplaan ning kaardistati siht- ja sidusrühmad (Joonis 17). Kommunikatsioonistrateegia andis edasiseks teavitustegevuseks raamistiku, et olla proaktiivsem, pakkuda elanikele faktipõhist infot läbi erinevate dimensioonide, adresseerida tuumaenergiaga seotud riske ja selgitada nende maandamisvõimalusi, samuti korraldada kaasamisüritusi ning paremini koordineerida tegevusi töörühma kuuluvate ametiasutustega.



Joonis 17. Tuumaenergia töörühma siht- ja sidusrühmad (Allikas: META Advisory)

2021. aasta kommunikatsioonitegevus keskendus info jagamisele töörühma loomise kohta ja enamjaolt ajakirjanike päringute vastamisele. Kõneisikud olid keskkonnaminister ja TET koordinaator. Väljaannetest kajastasid teemat aktiivsemalt Virumaa Teataja, Delfi, Postimees, ERR uudised (nii tele kui raadio ning nii eesti kui ka vene keeles), Põhjarannik, Stolitsa.

2022. aasta teavitused olid valitsuse otsuse kohta kiirendada tuumaenergia kasutuselevõtmise lõpparuande protsessi, TET esitles meelsusuuringu tulemusi ja informeeris valminud vahearuandest. Kõneisikuks tõusis TET koordinaatori kõrval töörühma juht, kes andis intervjuusid ning koostas arvamusartikleid, selgitamaks töörühma tegevust ning riiklikku tuumaenergia kasutuselevõtu otsustusprotsessi. Novembris 2022 toimunud tuumaenergia teemalisele infopäevale olid lisaks sidusrühmadele ja avalikkusele kutsutud ka ajakirjanikud, kes ürituse teemasid kajastasid. TET tegevusi tutvustati ka venekeelses meedias.

2023. aasta alguses alustati plaanipäraste artiklite avaldamist tuumaenergiat puudutavatel teemadel, nt tuumajäätmetega seonduvalt. Suuremat meedia ja avalikkuse tähelepanu sai kommunikatsioonitegevustest aprillis 2023 tuumaelektrijaama ja kasutatud tuumkütuse lõppladustuspaiga potentsiaalsete asukohtade ruumianalüüsi pressikonverents ja raporti tutvustus. Pressikonverentsile eelneval päeval korraldati eelnevalt tutvustus omavalitsuste esindajatele. Asukohtade uuringu läbiviimiseks loodud ruumiplaneerimise alltöörühma liikmeteks olid lisaks riigiasutustele ka Eesti Linnade ja Valdade Liit ning Eesti Keskkonnaühenduste Koda, keda esindas töörühmas Eesti Roheline Liikumine. Mais 2023 korraldati uuringutulemuste piirkondades viis kohtumist omavalitsuste esindajate ja kohalike elanikega, et anda avalikkusele teavet uuringu tulemuste, planeeritud tegevuste ja protsesside kohta, mis leidis maakonnalehtedes ka laialdast meediakajastust. Kevadel esitleti ka TET tellimusel läbiviidud meelsusuuringu tulemusi.

Olulisematest uuringutest teavitati personalistrateegiast ning radioaktiivsete jäätmete analüüsi tulemustest. Vene emakeelega ajakirjanike teavitamiseks osaleti Vabariigi Valitsuse Kommunikatsioonibüroo korraldatud meediabriifil, kus keskenduti ruumianalüüsi tulemustele. Töörühma uus juht avaldas juulis ka arvamusartikli. Kommunikatsioonistrateegia tõi välja vajaduse kõnetada erinevaid sihtgruppe, sh naisi. Naiste esiletoomiseks tuumaenergia kommunikatsioonitegevustes ilmus Eesti Päevalehe nädalalõpulehes LPs/Delfis persoonilugu tuumaenergia töörühma koordinaatorist.

Aprillis 2023 moodustati Riigikogus tuumaenergeetika toetusrühm[84], kuhu kuulub 23 Riigikogu liiget. Toetusrühmale on tehtud ülevaateid TET tegevusest, selle liikmed ja teised Riigikogu liikmed on osalenud tuumaenergia õppereisidel ja TET üritustel. Lisaks on TET tegevustest tehtud ülevaateid Riigikogu keskkonnakomisjonile ja majanduskomisjonile.

Juunis 2023 esitleti pressikonverentsil tuumajulgeoleku ja hädaolukordadeks valmisoleku alatöörühma analüüsi tulemusi, kus anti ülevaade sellest, kas ja millistel tingimustel on tuumaelektrijaama ehitamine Eestis tuumajulgeoleku ja hädaolukordadeks valmisoleku seisukohast võimalik.

Augustis 2023 toimusid Paides Arvamusfestivalil arutelud tuumaenergia potentsiaali üle, millest võtsid osa ka TET esindajad.

Oktoobri teavituse põhiraskus koondus IAEA ekspertmissiooni kajastusele. 2024. a. algusesse on plaanitud ka ajakirjanikega visiit Olkiluoto tuumajaama ja Onkalo kasutatud kütuse geoloogilisse lõppladustuspaika.

[84] https://www.riigikogu.ee/riigikogu/uhendused/uhendus/212feb6b-2cc6-4c22-9756-dce98c799aeb/tuumaenergeetika-toetusruhm

Stationi meediaanalüüsi kohaselt ilmus 2021. aasta aprillist 2023. aasta detsembrini kokku 420 tuumaenergia töörühmaga seotud meedikajastust. Aktiivsemalt kajastasid teemat ERR, Virumaa Teataja, Delfi, Postimees, Maaleht, Eesti Ekspress, MK Estonia, Õhtuleht, Kanal 2, TV3, Kanal 7, Tallinna uudised, Pärnu Postimees.

TET tegevusi on läbi nende aastate kajastunud ka sotsiaalmeediapostitustes Keskkonnaministeeriumi ja Kliimaministeeriumi Facebooki kontol.

Eesti tuumaenergia vastaste esindajatest on kommunikatsioonitegevustes aktiivseim Eesti Roheline Liikumine, kes on korraldanud üritusi, avaldanud artikleid, loonud veebi- ja sotsiaalmeedia lehti. Eesti Rohelise Liikumise esindajale, kes määrati Eesti Keskkonnaühenduste Koja poolt TET juurde kuuluvasse ruumiplaneerimise alltöörühma, on antud juurdepääs aruteludele, seminaridele ja TET koolitustele. Samuti osales nende esindaja 2022. a. novembris TET infopäeval „Tuumaenergia- hea või halb“ paneeldiskussioonis.

11.4 KOMMUNIKATSIOONITEGEVUSED TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL

Pärast positiivset põhimõttelist otsust saab kommunikatsioonitegevuste peamine fookus olema ühiskondliku debati käigus tekkinud küsimustega tegelemisel. Selleks kavandatakse siht- ja sidusrühmadele suunatud infopäevi ning koostatakse teabematerjale, mis selgitavad tuumaprogrammi eesmärke ja mõjusid. Vajalik on tellida kommunikatsioonistrateegia uuendamine, mis hõlmab ka tuumaprogrammi teise etapi tegevuste kommunikatsioonitegevuste rakendamist.

Esimese etapi käigus puudus KeM-il/KLIM-il spetsiifiline personal tuumaenergia kommunikatsioonitegevuste jaoks ning kommunikatsiooniplaani rakendamisega tegeleti ministeeriumi üldiste kommunikatsioonitegevuste raames. Teise etapi alguses on oluline kaasata kommunikatsioonipartner, kes suudab tõhusalt toetada tuumaenergia kasutuselevõtu kommunikatsiooni. See hõlmab nii selgitavate materjalide loomist kui ka osalemist avalikel üritustel. Sel moel tagatakse avatud dialoog erinevate huvirühmadega ning tugevdatakse üldsuse teadlikkust ja mõistmist tuumaenergiast.

TET on koostanud kommunikatsioonistrateegia avalikkuse ja sidusrühmadega dialoogi pidamiseks, kaasates erinevaid ametiasutusi. Meelusuuringud näitavad üldist positiivset suhtumist tuumaenergiasse Eesti elanike seas, kuid samuti väljendatakse muresid, eriti seoses radioaktiivsete jäätmete käitlemisega. TET-i kommunikatsioonialased tegevused on hõlmanud mitmeid meediakanaleid, avaliku arvamuse seireuuringuid ja ürituste korraldamist, et süvendada arusaamist tuumaenergia potentsiaalist Eesti energiapoliitikas. TET on jätkanud aktiivset suhtlust erinevate huvirühmadega, sealhulgas korraldanud arutelusid, infopäevi ja osalenud avalikel üritustel. Tuumaprogrammi rakendamisel on vajalik kaasata spetsialiseeritud kommunikatsioonipartner, et tagada tõhus suhtlus erinevate sihtrühmadega.

12. ASUKOHT JA TUGIRAJATISED

2022-2023 viidi TET ruumianalüüsi alltöörühma tellimusel läbi analüüs (Lisa 5), et välja selgitada, kas Eesti Vabariigi territooriumil on potentsiaalseid piirkondi, kuhu saaks rajada tuumajaama ja radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga.

Töö tellimisel püstitati ülesanne leida vastused järgmistele küsimustele:

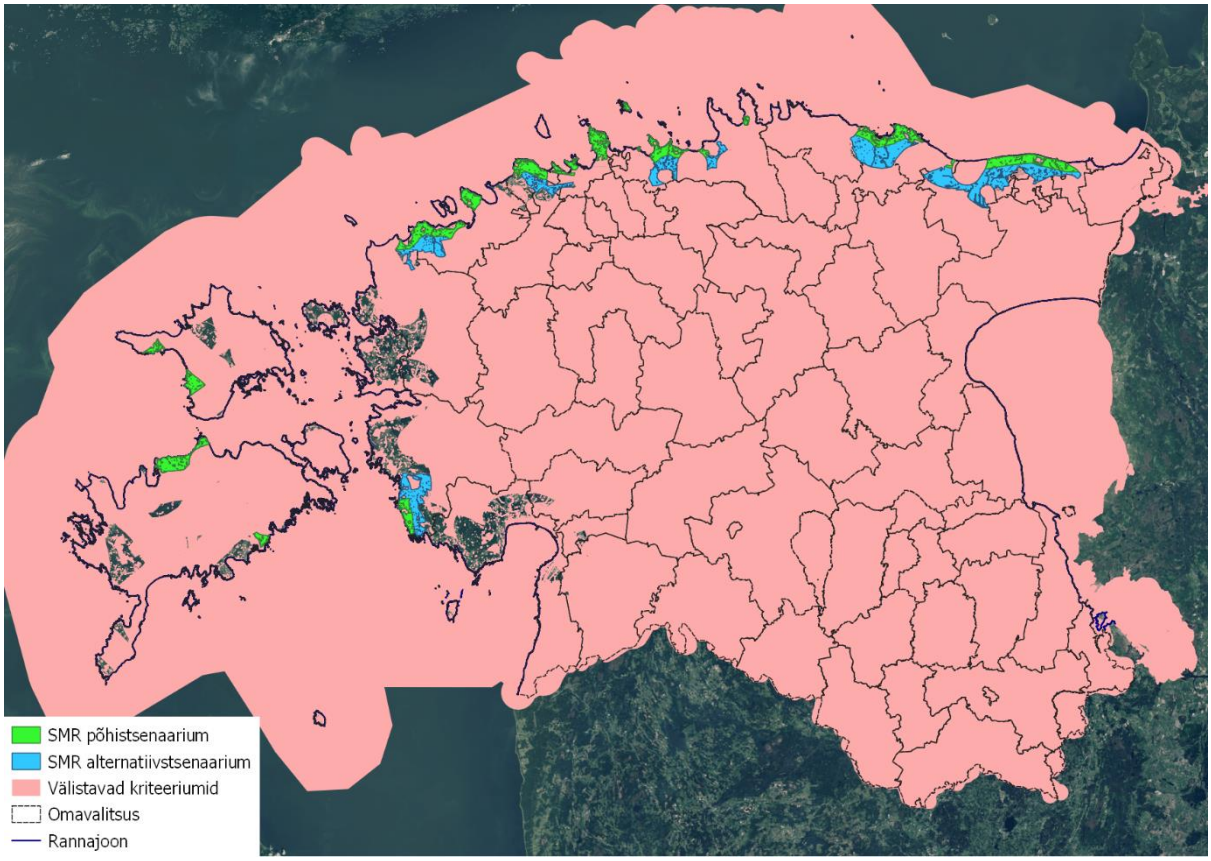
1. Kas ja kus Eestis võiks asuda tuumaelektrijaam?
2. Kas ja kus Eestis võiks asuda kasutatud tuumkütuse ja tuumaelektrijaamas tekkivate madala aktiivsusega radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaik?
3. Kuidas toimuks tuumkütuse käitlemine? Sealhulgas:
    - kuidas toimuks jaama varustamine tuumkütusega?
    - kuidas toimuks transport tuumaelektrijaama ja lõppladustuspaiga vahel?
4. Milline oleks jaama asukoha sotsiaalmajanduslik mõju kohalikule kogukonnale ning kuidas võimalikke negatiivseid mõjusid vähendada? Mõju sotsiaalse taristu paiknemisele.
5. Millised on soovitused edasisteks tegevusteks?
6. Kuivõrd on ruumianalüüsi käigus kogutud info ka tulevikus kasutatav?

Ruumianalüüsi koostamise käigus leiti välistavate kriteeriumite abil potentsiaalsed piirkonnad SMR-ile põhi- ja alternatiivstsenaariumi järgi (avatud või suletud jahutussüsteemiga/alternatiivset jahutust kasutav SMR) ning täiendavalt võimalikud piirkonnad geoloogilisele lõppladustuspaigale kõrgaktiivsete radioaktiivsete jäätmete ladustamiseks (geoloogiline suuremahuline lõppladestus, süvapuuraukudesse ladestamine) ja maapinnalähedaseks lõppladestamiseks madal- ja keskaktiivsete radioaktiivsete jäätmete tarbeks.

Ruumianalüüsi töö põhineb olemasolevatel kaardikihtidel ja andmetel. Ruumianalüüsi käigus koondati andmed GIS andmebaasi ja loodi kaardisüsteem, mis sisaldab andmeid 2022. a. sügisese seisuga. Lisaks koostati töö käigus potentsiaalsete alade leidmiseks kasutatud kriteeriumite kogum. Ruumianalüüsis kasutatud IAEA nõuetele vastavaid andmeid on võimalik kasutada tuumaobjektide asukohavaliku järgnevates etappides. Järgnevate tööde puhul tuleb arvestada andmete uuendamise vajadusega.

12.1 SMR ASUKOHA RUUMIANALÜÜS

SMR võimalike asukohtade ruumianalüüsi põhi- ning alternatiivstsenaariumi tulemused on esitatud Joonisel 18.



Joonis 18. SMR asukoha ruumianalüüsi tulemused (Allikas: Skepast&Puhkim, Steiger)

Mõlema stsenaariumi kohaselt tuvastati 16 potentsiaalset piirkonda, kuhu kirjeldatud välistavate kriteeriumite tulemusel oleks võimalik kaaluda SMR-i rajamist. Potentsiaalsete piirkondade arv võib tulevikus muutuda tulenevalt paralleelselt toimuvatest protsessidest. Võimalikud piirkonnad geograafilises järjestuses idast läände on:

1. **Toila**
   (osaliselt Toila vallas, Lüganuse vallas, Jõhvi vallas, Viru-Nigula vallas ja Kohtla-Järve linnas, väheses osas Alutaguse vallas) alternatiivstsenaariumi (29 200 ha) järgi piiritletud ala suurem kui põhistsenaariumi (ligikaudu 8 300 ha) järgi piiritletud ala. Alternatiivstsenaariumis ühe tükina (Toila), põhistsenaariumi järgi kaks lahustükki (Toila (ligikaudu 8 025 ha) ja Toila II (ligikaudu 275 ha));
2. **Kunda**
   (osaliselt Viru-Nigula vallas, Haljala vallas ja Rakvere vallas) alternatiivstsenaariumi (ligikaudu 18 700 ha) järgi piiritletud ala suurem kui põhistsenaariumi (ligikaudu 6 120 ha) järgi piiritletud ala;

3. **Loksa**
   (Loksa linnas, osaliselt Kuusalu valla territooriumil) põhistsenaarium ja alternatiivstsenaarium sama pindalaga (ligikaudu 410 ha) ja ühe lahustükina;

4. **Kuusalu**
   (Kuusalu vallas) alternatiivstsenaarium (ligikaudu 2 575 ha) järgi piiritletud ala suurem kui põhistsenaariumi (ligikaudu 430 ha) järgi piiritletud ala, ala on mõlema stsenaariumi korral ühe tükina;

5. **Jõelähtme**
   (osaliselt Jõelähtme valla ja Kuusalu valla territooriumil) alternatiivstsenaariumi (ligikaudu 8 730 ha) järgi piiritletud ala suurem kui põhistsenaariumi (3 800 ha) järgi piiritletud ala. Mõlema stsenaariumi järgi kahe lahustükina (Jõelähtme (põhistsenaarium 3 740 ha; alternatiivstsenaarium 8 670 ha) ja Jõelähtme II (alternatiivstsenaarium ja põhistsenaarium 60 ha));

6. **Prangli**
   (Viimsi vallas) põhistsenaarium ja alternatiivstsenaarium sama pindalaga (ligikaudu 290 ha) ja ühe lahustükina;

7. **Viimsi**
   (Viimsi vallas ja osaliselt Tallinna linnas) põhistsenaarium ja alternatiivstsenaarium sama pindalaga (ligikaudu 4 040 ha) ja ühe lahustükina;

8. **Paljassaare-Kakumäe**
   (Tallinna linnas ja osaliselt Harku vallas) põhistsenaarium ja alternatiivstsenaarium sama pindalaga (1 432 ha) ning nelja lahustükina: Paljassaare-Kakumäe (330 ha), Paljassaare-Kakumäe II (390 ha), Paljassaare-Kakumäe III (690 ha) ja Paljassaare-Kakumäe IV (ligikaudu 22 ha);

9. **Harku vald**
   (osaliselt Harku valla, Saue valla ja Tallinna linna territooriumil) alternatiivstsenaarium (ligikaudu 8 600 ha) järgi piiritletud ala suurem kui põhistsenaariumi (ligikaudu 3 930 ha) järgi piiritletud ala, ala on mõlema stsenaariumi korral ühe tükina;

10. **Pakri ps**
    (Lääne-Harju vallas) põhistsenaarium ja alternatiivstsenaarium sama pindalaga (ligikaudu 2 480 ha) ja ühe lahustükina. Otsustati välistada ruumianalüüsi etapis tulenevalt Kaitseministeeriumi 17.01.2023 kirjaga nr 12-4/22/163 edastatud seisukohast, milles ei pea mõistlikuks tuumarajatiste kavandamist piirkonda (asutusesiseseks kasutuseks), potentsiaalset piirkonda edasistes etappides põhjalikumalt ei analüüsita.

11. **Alliklepa**
    (osaliselt Lääne-Harju valla ja Lääne-Nigula valla territooriumil) alternatiivstsenaarium (ligikaudu 12 820 ha) järgi piiritletud ala suurem kui põhistsenaariumi (ligikaudu 6 170 ha) järgi piiritletud ala, ala on mõlema stsenaariumi korral ühe tükina;

12. **Suureranna-Ülendi**
    (Hiiumaa vallas) põhistsenaarium ja alternatiivstsenaarium sama pindalaga (ligikaudu 1 080 ha) ja ühe lahustükina;

13. **Vanamõisa-Mänspe**
    (Hiiumaa vallas) põhistsenaarium (ligikaudu 2 051 ha) ja alternatiivstsenaarium (ligikaudu 2 530 ha), ühe lahustükina;

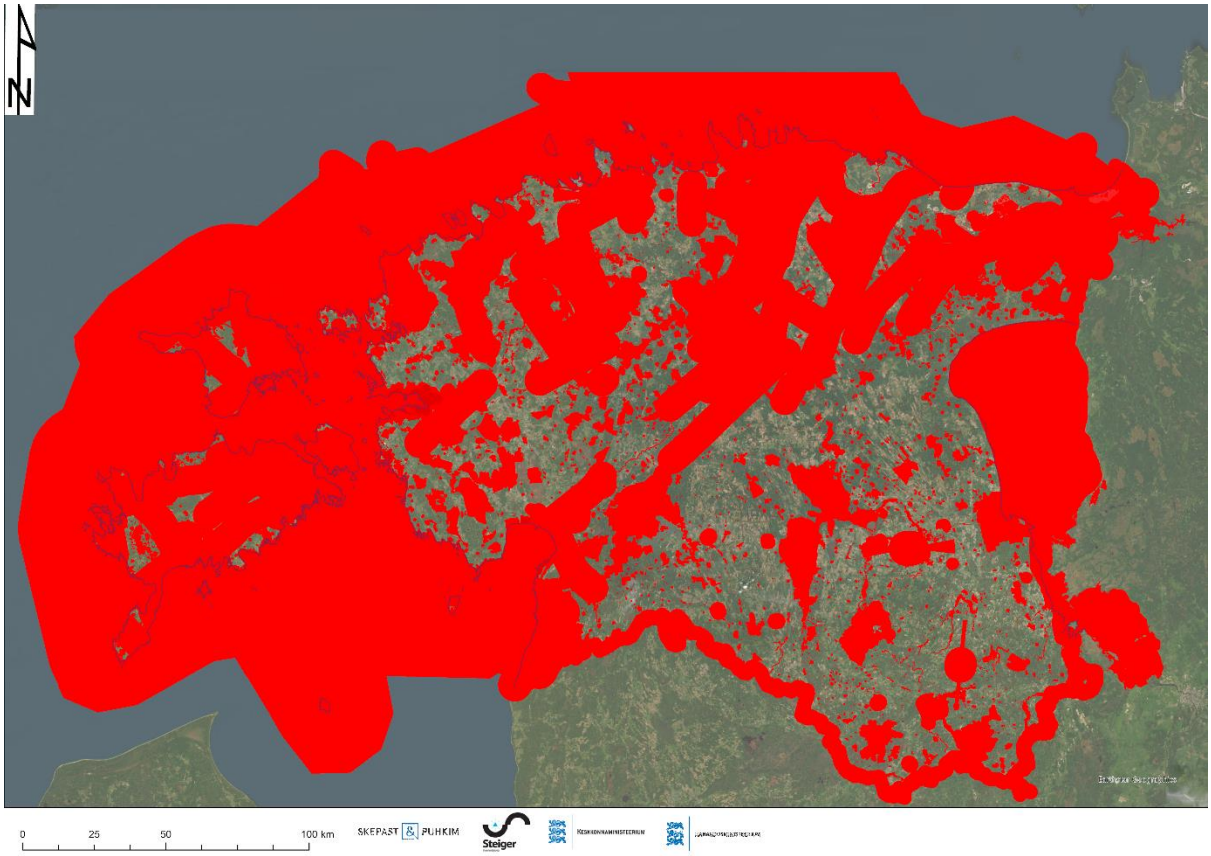
14. **Murika-Panga**
    (Saaremaa vallas) põhistsenaarium (ligikaudu 4 180 ha) ja alternatiivstsenaarium (ligikaudu 5 110 ha) ühe lahustükina;
15. **Turja**
    (Saaremaa vallas) põhistsenaarium (ligikaudu 870 ha) ja alternatiivstsenaarium (ligikaudu 990 ha) ühe lahustükina;
16. **Varbla**
    (Lääneranna vallas) alternatiivstsenaarium (ligikaudu 12 520 ha) järgi piiritletud ala suurem kui põhistsenaariumi (ligikaudu 2 690 ha) järgi piiritletud ala, ala on mõlema stsenaariumi korral ühe tükina.

Potentsiaalselt sobilikud alad võivad muutuda täiendavate uuringute, teadmiste (nt tehnoloogiliste asjaolude täpsustumisel) või planeerimisprotsessi raames.

12.2 RADIOAKTIIVSETE JÄÄTMETE LÕPPLADUSTUSPAIGAD

Radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga järele tekib vajadus tuumajaama eluea lõpus, see tähendab umbes 50–60 aasta pärast peale tuumajaama käivitamist. Seni toimub radioaktiivsete jäätmete vaheladustamine tuumajaama territooriumil vahehoidlas ning võimalusel kasutatud tuumkütuse ümbertöötlemine ja taaskasutamine. Arvestades ajalist perspektiivi on mõlema lõppladustuspaiga (kõrgaktiivsete radioaktiivsete jäätmete geoloogiline lõppladustuspaik ning madal- ja keskaktiivsete radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaik) ruumianalüüs üldisem kui SMR ruumianalüüs.

Suures osas kattuvad SMR-ile potentsiaalselt sobivad piirkonnad ka radioaktiivsete jäätmete lõppladestuspaikade jaoks mittevälistatud aladega, kuna välistavad kriteeriumid (nt geoloogilised ja keskkonnalased kriteeriumid) on samad. Seega võib lõppladustuskohti rajada enamasti samadesse piirkondadesse kuhu võib rajada ka SMR-i. Radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaikade puhul aga ei ole vajalik jahutusvee kättesaadavus, seega on võimalik paigutada neid ka sisemaale ja võimalikud alad on võrreldes SMR rajamiseks sobivate aladega oluliselt suuremad (Joonis 19).



Joonis 19. Radioaktiivsete jäätmete lõppladestuspaikade jaoks võimalikud alad. Jäätmete lõppladestuspaikade rajamiseks välistatud alad on märgitud punasega (Allikas: Skepast&Puhkim, Steiger)

12.3 TUUMKÜTUSE TRANSPORT

Ruumianalüüsi käigus analüüsiti iga potentsiaalse piirkonna puhul ka taristualaseid võimalusi jaama varustamiseks tuumkütusega ning radioaktiivsete jäätmete transpordiks SMR-i ja lõppladustuspaiga vahel. Ekspertgrupi hinnangul toimub jaama varustamine kütusega tõenäoliselt meretransporti kasutades. Rail Baltica valmimisel on võimalik tuumkütuse toomine Eestisse, kasutades ka lõunasuunast lähtuvat raudteetransporti. Lõplik kütuse ja jäätmete transport kas jaama asukohta või jaamast lõppladustuspaika toimuks maanteetranspordi abil. Praeguses välispoliitilises olukorras ei ole asjakohane analüüsida Venemaalt pärineva tuumkütuse transpordivõimalusi idasuunast. See oleks aga võimalik põhjarannikul paiknevate potentsiaalsete piirkondade puhul, kasutades valdavalt raudteetransporti (Tallinn-Narva suund), kombineerides seda vajadusel maanteetranspordiga. Lennutransport ei ole eelistatav viis tuumkütuse ning radioaktiivsete jäätmete transpordiks.

Tuumajaama ja lõppladustuspaiga rajamiseks tuleb sõltuvalt ehitiste asukohast rajada või parandada olemasolevat taristuvõrgustikku (peamiselt teedevõrku), et transportida SMR-i komponente jm ehitusmaterjale ning tuumajaama ja lõppladustuspaika hiljem käitada. Uus teedevõrk rajatakse või olemasolevat täiendatakse juba nende objektide rajamise käigus. Uus teedevõrk sobib ka hilisemaks tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete transpordiks ning eraldi uute teede rajamine radioaktiivse materjali transpordiks ei ole suure tõenäosusega vajalik. Tuumkütuse ning radioaktiivsete jäätmete transpordivõimalusi analüüsiti eraldi iga potentsiaalse piirkonna puhul.

12.4 TUUMAELEKTRIJAAMA SOTSIAALMAJANDUSLIK MÕJU KOHALIKULE KOGUKONNALE

Tuumaelektrijaama rajamise võimalikku sotsiaalmajanduslikku mõju käsitleti läbi kahe aspekti. Esiteks vaadeldi, kus võiksid hakata elama jaama töötajad ja nende pered ning milline oleks mõju eluasemefondile piirkonnas. Teiseks prognoositi jaama rajamise mõju kohalikule kogukonnale.

Analüüsimisel võrreldi potentsiaalsete piirkondade kohalike omavalitsuste elanike sissetulekuid, maksumaksjate arvu ja osakaalu, töötajate osakaalu ning käivet majandusüksustes sektorite ja ettevõtete tegevusalade lõikes ning ettevõtlussektori osatähtsust tööhõives. Samuti võrreldi omavalitsuste finantsnäitajaid. Analüüsi tulemusel toodi välja, milline oleks mõju regionaalsele ebavõrdsusele erinevate näitajate osas tuumaelektrijaama piirkonda rajamisel.

Sotsiaalmajanduslikult kõige positiivsemat mõju avaldaks tuumaelektrijaama rajamine pealinnast kaugemal asuvatele kahaneva ja alla keskmise sissetulekuga elanikkonnaga piirkondadele – Varbla, Loksa, Kunda ja Toila piirkonnad. Regionaalne ebavõrdsus Eesti erinevate piirkondade vahel kasvaks veelgi, kui tuumaelektrijaam rajatakse mõnda pealinna regioonis asuvatest potentsiaalsetest piirkondadest.

Samas analüüsiti ruumianalüüsi käigus igasse potentsiaalsesse piirkonda jääva kohaliku omavalitsusüksuse peamiste avalike teenuste (lasteaiad, koolid, vaba aja veetmise võimalused) kättesaadavust ning suundumusi iga teenuse pakkumise võimalike muutuste kohta seoses piirkonna demograafiliste arengutega ning juhul, kui piirkonda peaks rajatama tuumaelektrijaam koos kaasnevate töökohtadega.

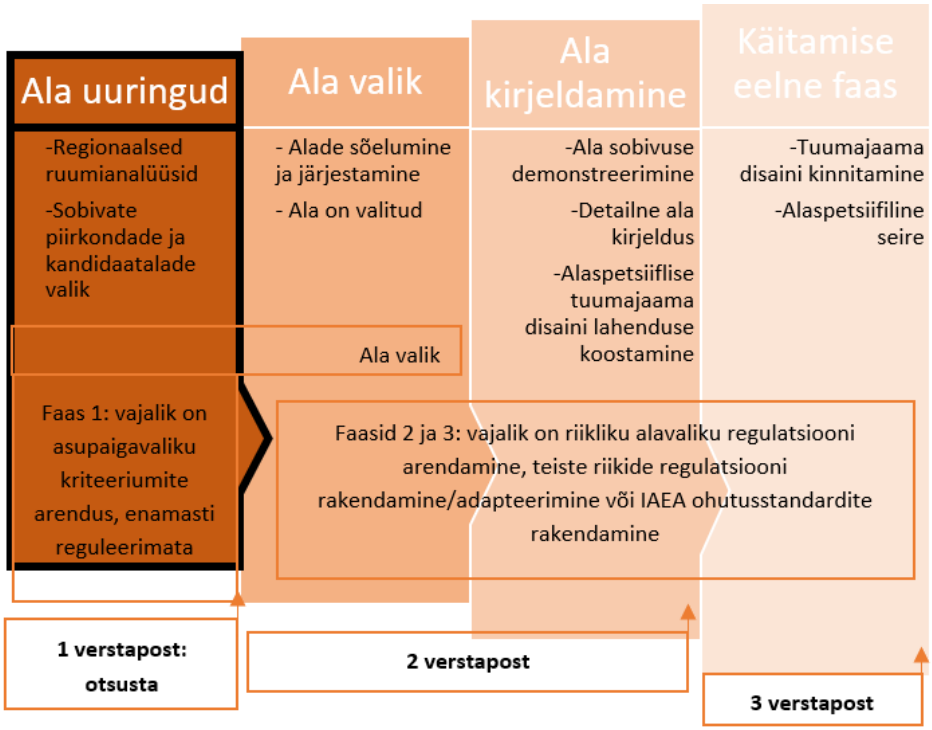
Siit järeldus, et sotsiaalsesse taristusse on vaja suhteliselt vähem investeerida juhul, kui tuumaelektrijaama asukohaks valitakse suurema keskuse lähedus (Harku, Jõelähtme, Paljassaare-Kakumäe, Prangli ja Viimsi), samuti pakutakse neis piirkondades rohkem kvaliteetteenuseid (meelelahutus, sport). Suurematest keskustest kaugemale jäävate piirkondade (Alliklepa, Kunda, Kuusalu, Loksa, Murika-Panga, Sureranna-Ülendi, Toila, Turja, Vanamõisa-Mänspe ja Varbla) puhul on tarvis tuumaelektrijaama rajamise korral investeerida kohalike avalike teenuste pakkumisse, kuna töökohtade arvu kasv piirkonnas võib märgatavalt kasvatada ka elanike arvu, kellele on vaja neid teenuseid osutada. Kvaliteetteenuste pakkumist see neis piirkondades tõenäoliselt siiski ei kasvata.

12.5 SOOVITUSED EDASISTEKS TEGEVUSTEKS ASUKOHAVALIKUL

Edasiste tegevuste osas soovituste andmiseks analüüsiti IAEA asukohavaliku (*siting*) soovitusi[85] ja Eesti planeerimissüsteemi seoseid. Analüüs kirjeldab, millises planeerimise etapis IAEA soovituste kohaseid tegevusi läbi viia, et jõuda tuumajaama ja radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga asukohavalikuni.

TET ruumiplaneerimise alltöörühma tellimusel koostatud ruumianalüüs vastab IAEA ala uuringute etapile (Joonis 20), mis on esimene osa kogu tuumajaama asukoha valiku etapist. Pärast riigi põhimõttelist otsust alustada tuumajaama rajamiseks vajalike tegevustega, tuleb ruumianalüüsis olemasolevatele andmetele tuginedes leitud potentsiaalsetest aladest IAEA juhistele tuginedes välja sõeluda kandidaatalad.

[85] https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1690Web-41934783.pdf



Joonis 20. IAEA alade valiku etapid. Tumeda piirjoonega on toodud Eesti tuumajaama asukoha ruumilise planeerimise hetkeseis (alade eelvalik, ehk sobivate piirkondade valik) (Allikas: TET IAEA andmete põhjal)

Teoreetiliselt on võimalik tuumajaama (sh kaasneva taristu) ja radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga rajamiseks kasutada mitut planeerimisinstrumenti (riigi eriplaneeringut ning järjestikku kulgeva protsessina maakonna-, üld- ja detaiplaneeringut). Arvestades suurt riiklikku ja rahvusvahelist huvi tuleks siiski eelistada riigi eriplaneeringut. Riigi eriplaneeringu protsessis on ühendatud sobivaima asukoha leidmise ning maakasutus- ja ehitustingimuste määramise protsessid.

IAEA soovituste kohaselt võib tuumajaama ja radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga kandidaatalade sõelumise analüüsi läbi viia enne planeerimisprotsessi algatamist. Tuumajaamale sobivaima asukoha valik (ala valiku ja kirjeldamise etapp) teostatakse aga igal juhul planeerimisprotsessis.

2022-2023 viidi TET ruumianalüüsi alltöörühma tellimusel läbi ruumianalüüs, et välja selgitada, kas Eesti Vabariigi territooriumil on potentsiaalseid piirkondi, kuhu saaks rajada tuumajaama ja radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga. Ruumianalüüsi tulemusel leiti olemasolevatele andmetele tuginedes ja välistavate kriteeriumite abil SMR-ile 16 potentsiaalset piirkonda. Täiendavalt leiti võimalikud piirkonnad kõrgaktiivsete radioaktiivsete jäätmete geoloogilisele lõppladustuspaigale ning madal- ja keskaktiivsete radioaktiivsete jäätmete maapinnalähedaseks lõppladustamiseks. Potentsiaalsete piirkondade arv võib tulevikus muutuda tulenevalt paralleelselt toimuvatest protsessidest.

Sotsiaalmajanduslikult kõige positiivsemat mõju avaldaks tuumaelektrijaama rajamine pealinnast kaugemal asuvatele kahaneva ja alla keskmise sissetulekuga elanikkonnaga piirkondadele – Varbla, Loksa, Kunda ja Toila piirkonnad. Regionaalne ebavõrdsus Eesti erinevate piirkondade vahel kasvaks veelgi, kui tuumaelektrijaam rajatakse mõnda pealinna regioonis asuvatest potentsiaalsetest piirkondadest.

Kuigi teoreetiliselt on võimalik tuumajaama ja radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga rajamiseks kasutada mitut planeerimisinstrumenti, siis arvestades suurt riiklikku ja rahvusvahelist huvi tuleks eelistada riigi eriplaneeringut.

Tuumajaama ja sellega seotud rajatiste kavandamiseks võib kandidaatalade sõelumiseks koostada analüüsi ka väljaspool planeerimisprotsessi. Tuumajaama ja radioaktiivsete jäätmete lõppladustamiseks sobivaima ala valiku ja kirjeldamise etapp tuleb läbi viia planeerimisprotsessis.

13. KESKKONNAKAITSE

Tuumaenergia töörühm on kaardistanud riigi olemasoleva keskkonnakaitse raamistiku sobivust ning muutmisvajadusi, samuti hetkel kehtivad ja täiendavad rahvusvahelised kohustused võimaliku tuumaprogrammiga alustamise korral. Keskkonnakaitse aspekte on arvesse võetud esmase ruumianalüüsi läbiviimisel.

13.1 KESKKONNAKAITSEGA SEOTUD ÕIGUSLOOME

Analüüsi „Õigusraamistiku kaardistamine tuumaprogrammiga alustamiseks“ (Lisa 5) raames kaardistati muuhulgas keskkonnakaitse-alane õigusloome ning teostati lahknevusanalüüs. Puutumust omavad õigusaktid on järgmised:

1. Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus (KeHJS) kehtestab olulise keskkonnamõju hindamise õiguslikud alused ja protseduurid, samuti keskkonnajuhtimise ja -auditeerimise kava. KeHJS määratleb olulise keskkonnamõjuga tegevusena tuumaenergiaga seotud tegevused, mis nõuavad kohustuslikku keskkonnamõju hindamist, näiteks tuumaelektrijaamade ehitamine, tuumkütuse tootmine ja käsitlemine ning radioaktiivsete jäätmete käitlemine ja ladustamine.
2. Keskkonnaseadustiku üldosa seadus (KeÜS) kehtestab reeglid keskkonnakahju vältimiseks ja selle kahju heastamiseks. See hõlmab käitajate üldiseid kohustusi, keskkonnalubade andmise korda ning „saastaja maksab“ põhimõtet, mis nõuab keskkonnakahju eest vastutava isiku kulude kandmist.
3. Tööstusheite seadus (THS) määratleb energiatööstuse kui kõrge keskkonnaohuga tegevuse, mis nõuab keskkonnakomplekslubade väljastamise üksikasjalikke protseduure ja kehtestab üldised nõuded nende tööstusharude tegutsemiseks.
4. Veeseadus (VeeS) reguleerib vee kaitset, kehtestades nõuded veekogudesse juhitavate saasteainete piirväärtustele ja annab õiguse määrata individuaalseid tingimusi veeloaga või kompleksloaga seotud taotlejatele.
5. Jäätmeseadus (JäätS) haldab jäätmekäitlust, jäätmetekke vältimist ning tegeleb tervise- ja keskkonnaohtudega, mis tulenevad muudest kui radioaktiivsetest jäätmetest.

Hetkel kehtivad keskkonnaseadused ja raamistik on tuumaprogrammiga alustamiseks üldiselt sobiv ning ulatuslikke muudatusi teha ei ole vaja. Tähelepanu tuleb pöörata, et asjakohased seadused sisaldaksid viiteid uuele tuumaregulaatorile (vastavalt selle volituste ulatusele), lubade andmise kord (vastavalt keskkonnaseadustiku üldosa seadusele) oleks seotud TEOS-ele ning üle tuleb vaadata veeseaduse alusel kehtestatud nõuded tuumaseadmete jahutusvee väljajuhtimisele.

Samuti tuleb üle vaadata ja täiendada määrused, mis kehtestavad mõjude hindamise sisulised nõuded, et lisada tuumaelektrijaamade keskkonnaeripärad.

13.2 RAHVUSVAHELISED KOHUSTUSED

Eestile rakenduvad keskkonnakaitse valdkonnas mitmed rahvusvahelised kohustused, mis tulenevad lepingutest teiste riikide ja rahvusvaheliste organisatsioonidega.

Rahvusvahelise keskkonnaõiguse olulised lähtekohad on:

- **Euroopa Liidu keskkonnapoliitika**
  EL liikmesriigina on Eesti seotud EL-i keskkonnaalase seadusandlusega, sealhulgas direktiivide ja määrustega, mis hõlmavad nt õhukvaliteeti, vee- ja jäätmemajandust ning looduskaitset.
- **ÜRO konventsioonid**
  Eesti on osaline mitmetes ÜRO keskkonnakaitsega seotud konventsioonides, sealhulgas ÜRO kliimamuutuste raamkonventsioonis (UNFCCC) ja bioloogilise mitmekesisuse konventsioonis (CBD). Need konventsioonid kohustavad Eestit tegelema kliimamuutuste, bioloogilise mitmekesisuse kadumise ja teiste globaalsete keskkonnaprobleemidega.
- **Aarhusi konventsioon**
  Eesti on allkirjastanud Aarhusi konventsiooni, mis keskendub juurdepääsule teabele, avalikule osalemisele ja õigusele keskkonnaasjades. Konventsioon tagab, et kodanikel on juurdepääs teabele ja nad saavad osaleda otsustusprotsessides.
- **Espoo konventsioon**
  Eestile kehtib teavitamise ja konsulteerimise kohustus teiste riikidega, kui plaanitav projekt võib märkimisväärselt mõjutada teise riigi keskkonda. Konventsioon soodustab riikidevahelist koostööd keskkonnamõjude hindamise ja keskkonnaprojektide planeerimise osas, eriti kui need võivad ületada riigipiire ja mõjutada teiste riikide keskkonda.
- **Helsingi konventsioon**
  Eesti on osaline Läänemere piirkonna merekeskkonna kaitse konventsioonis (Helsingi konventsioon), mille eesmärgiks on saaste ennetamine ja jätkusuutliku arengu edendamine Läänemere piirkonnas.
- **Oslo-Pariisi konventsioon**
  Eesti on osaline konventsioonis pikaajalise piiriülese õhusaaste kohta, mis käsitleb õhusaastet ja selle piiriüleseid mõjusid Euroopas.
- **RAMSAR-i konventsioon**
  Konventsioon rõhutab märgalade, sh rahvusvaheliselt oluliste märgalade kaitset ja jätkusuutlikku kasutamist.
- **UNESCO maailmapärandi konventsioon**
  Eesti on määranud teatud alad UNESCO maailmapärandi konventsiooni raames maailmapärandi nimistusse, kinnitades oma kohustust kaitsta neid kultuuriliselt ja looduslikult olulisi piirkondi.
- **Rahvusvahelise Mereorganisatsiooni (IMO) konventsioonid**
  Eesti, kui merega piirnev riik, järgib mitmeid IMO konventsioone, mis on suunatud meresaaste vähendamisele ja ohutute meresõidu tavade edendamisele.

Need rahvusvahelised kohustused kujundavad Eesti lähenemist keskkonna kaitsmisele ning suunavad valdkonna poliitikaid, õigusruumi ja tegevusi keskkonnakaitseks.

Tuumaprogrammiga alustamise vaates mõjutavad konventsioonid eelkõige asukohavalikut (keskkonna- ja looduskaitsega seotud välistavad kriteeriumid) ning piiriülese mõju tõttu tuleb juba väga varases etapis lähtuda Espoo konventsiooni nõuetest (KeHJS on kooskõlas Espoo konventsiooniga).

13.3 TEOSTATUD UURINGUD JA ANALÜÜSID

Tuumaelektrijaama ja kasutatud tuumkütuse lõppladustuspaiga potentsiaalsete asukohtade ruumianalüüsi (Lisa 5) aluseks olid erinevad kriteeriumid ja tuumajaamade erinevatest võimalikest parameetritest tulenevad stsenaariumid. Ruumianalüüsi kriteeriumid jagati 11 kriteeriumite gruppi, millest üheks oli keskkonnakaitse. Konkreetsete kriteeriumite nimekirja väljatöötamisel ja kriteeriumite liigitamisel välistavaks või kaalutluskriteeriumiks lähtuti Eestis kehtivatest õigusaktidest, IAEA juhenditest, protsessi käigus kaasatud asutuste sisendist, samuti TET-i ja selle ruumianalüüsi alltöörühma sisenditest ekspertgrupile ning ekspertgrupi teadmistest.

Keskkonnakaitselised kriteeriumid tulenevad otseselt õigusaktidest (peamiselt looduskaitseseadusest). Välistavaid kriteeriume kasutatakse nende ebasobivate piirkondade kõrvale jätmiseks, mille puhul puuduvad rakendatavad lahendused nende ebasoovitavate või kahjulike mõjude ennetamiseks. Kaalutluskriteeriumid on kriteeriumid, mille puhul probleemide, sündmuste, ebasoovitavate mõjude või ohtude ennetamiseks on olemas võimalikud lahendused ehk on võimalik rakendada leevendusmeetmeid (nt taimede ümberasustamine, rohevõrgustiku toimimise ja sidususe tagamiseks uue rohevõrgustikku käsitleva planeeringu koostamine).

Välistavateks kriteeriumiteks on loodusreservaadid ja sihtkaitsevööndid, Natura 2000 aladel olevad elupaigatüübid ja kaitsealused liigid, väärislelupaigad, kaitsealuste taimede, seente ja samblike leiukohad koos puhvertsooniga (I-II kaitsekategooria), I kaitsekategooria loomaliikide leiukohad ning lõhejõed ja neid mõjutavad veekogud.

Tuumarajatiste asukohavalikus käsitletakse kaalutluskriteeriumitena ranna ja kalda ehitus-keeluvööndeid, piiranguvööndeid ja hoiualasid, rohevõrgustikku kuuluvaid alasid, II ja III kaitsekategooria loomaliikide leiukohti ja III kaitsekategooria taimeliikide kasvukohti koos puhvertsooniga. Kuigi ruumiplaneerimise esimeses etapis ei välista nimetatud kriteeriumid jaama ja lõppladustuspaiga rajamise võimalikkust, tuleb kaalutluskriteeriumitele tähelepanu pöörata edasiste uuringute ja konkreetsemate kandidaatalade valimise käigus ning kaasata tuleb kaitseala valitseja.

Ruumianalüüsi tulemuste kohaselt, võttes muuhulgas arvesse keskkonna- ja looduskaitselisi piiranguid, leidub Eestis tuumaelektrijaamale ja kasutatud tuumkütuse lõppladestuspaigale potentsiaalselt sobilikke piirkondi. Täpsemate asukohtade leidmiseks sobib Eestis hetkel kehtiv planeeringusüsteem, mis kätkeb selliste rajatiste puhul endas nii keskkonnamõju strateegilist hindamist kui keskkonnamõju detailset hindamist.

Keskkonnamõju hindamise sisulised ning tuumakäitise spetsiifilised nõuded tuleb välja töötada määruse tasandil vastavalt rahvusvahelistele juhenditele ning kogenud riikide praktikale. Keskkonna-mõjude strateegilise hindamise puhul jääb planeerimisprotsessis oluliseks kooskõlastajaks ning sisendi andjaks loodav tuumaregulaator.

Keskkonnamõju hindamise teemade ülevaade, sealhulgas SMR-idele keskendunud mõjud, tehti Fermi Energia AS tellimusel keskkonnajuhtimise ja ruumilise planeerimise konsultatsioonifirma Hendrikson & KO poolt. See uuring põhineb IAEA väljaannetel, näiteks „Keskkonnamõju hindamise kaalutlused väikeste moodulreaktorite jaoks“[86] (IAEA TECDOC-1915, juuni 2020), „Uute tuumaenergiaprogrammide ehitamise ja käitamise keskkonnamõju hindamise juhtimine (IAEA tuumaenergia seeria nr NG-T-3.11)”[87] ja „Rajatiste ja tegevuste tulevane radioloogilise keskkonnamõju hindamine (IAEA ohutusstandardite

[86] https://www.iaea.org/publications/14676/considerations-for-environmental-impact-assessment-for-small-modular-reactors
[87] https://www.iaea.org/publications/10391/managing-environmental-impact-assessment-for-construction-and-operation-in-new-nuclear-power-programmes

seeria nr GSG-10)"[88]. Kuigi töö ei ole tellitud TET poolt ega ole ühegi avaliku protseduuri osa, annab see ülevaate rahvusvahelistest nõuetest ning teiste riikide praktikast.

Keskkonnamõju hindamise raames võrreldakse nii asukoha- kui ka tehnoloogilisi (st jahutussüsteemi) alternatiive. Mõju hindamises esitatakse vajadusel ka üldised leevendus ja hüvitusmeetmed ning pannakse paika kasutusaegse seire tingimused. Erilist tähelepanu on vaja pöörata jahutusvee keemilistele ja füüsilistele omadustele ning suubla vee-elustikule.

Eestit Espoo konventsiooni osalisena on kursis hoitud ka meie lähiriikide tuumaelektrijaamade arendustega. Nii on Keskkonnaministeeriumile/Kliimaministeeriumile esitatud info Hanhikivi (Soome) 1200 MW võimsusega tuumaelektrijaama planeeringu kohta, Poola esimese, kuni 3750 MWe võimsusega tuumaelektrijaama ehitamist ja käitamist hõlmava tegevuse kohta, samuti Loviisa tuumaelektrijaama (Soome) tegevusaja pikendamise projektiga seotud keskkonnamõju hindamise kohta. **Keskkonnakaitse seisukohalt avaldub tuumaelektrijaam enim mõju veekeskkonnale (eelkõige soojuse eraldumine tuumareaktori jahutamisel), välisõhu kvaliteedile (radioaktiivsed ja mitteradioaktiivsed õhu-heited), vibratsioonile ja akustilisele keskkonnale. Samuti kaasnevad jäätmekäitusega (radioaktiivsed jäätmed ja tavajäätmed) seotud mõjud.**

13.4 TUUMAJAAMA OLELUSRINGI KESKKONNAMÕJU

Tuumajaamade olelusringi keskkonnamõju varieerub sõltuvalt reaktori tüübist, uraanimaagi kvaliteedist, kütuse rikastamisastmest ja taaskasutusest. Raskeveereaktorid (HWR) on kõige suurema keskkonnamõjuga, peamiselt raske vee tootmise tõttu. Seevastu kiirete neutronitega reaktorid (FBR) on väiksema jalajäljega, kuna need võimaldavad plutooniumi täielikku ringlussevõttu. Enimuuritud keevaveereaktorid (BWR) ja surveveereaktorid (PWR) omavad madalamaid keskkonnamõjusid, millest suurema osa põhjustab uraanimaagi kaevandamine ja tuumkütuse tootmine.

Tuumkütuse rikastamisel on keskkonnamõjude seisukohalt oluline roll, kus tsentrifuugimeetod on eelistatum gaasilise difusiooni meetodile, mis nõuab rohkem energiat. Uraanimaagi kvaliteedi vähenemine suurendab kaevandamis- ja rikastamisvajadust, suurendades seeläbi keskkonnamõju, eriti madalama uraanisisalduse korral.

Tuumkütusetsükli tõhustamine ja kütuse taaskasutamine võivad oluliselt vähendada keskkonnamõju. Näiteks Prantsusmaa tuumkütusetsükkel, kus kasutatud kütus töödeldakse ümber, on keskkonnasõbralikum, säästes looduslikku uraani ja vähendades vajadust jäätmete geoloogiliste lõppladustuspaikade järele.

Tuumaenergia olelusringi analüüs näitab, et kuigi tuumajaamade otsene heide on marginaalne, tuleb tähelepanu pöörata kogu protsessi keskkonnamõjudele.

Tuumaenergia süsinikujalajälg jääb vahemikku 1,43–122 g CO_2-ekv/kWh, kusjuures kõikide uuringute keskmine näitaja jääb ca 20 g CO_2-ekv/kWh juurde. See on võrreldav muude nö „heitevabade" alternatiivsete energiaallikate, nt tuuleenergia, päikeseenergia, geotermaalenergia ja hüdroeneriga, olelusringi heitega (11–53 g CO_2-ekv/kWh) ning on oluliselt väiksem, kui fossiilsetest kütustest toodetud energia olelusringi jalajälg (>856 g CO2-ekv/kWh)[89].

[88] https://www.iaea.org/publications/12198/prospective-radiological-environmental-impact-assessment-for-facilities-and-activities

[89] Fermi Energia AS tellimusel TalTec Energiatehnoloogia Instituudi tuumaenergia olelusringi analüüs, 2023.

13.5 EDASISED SAMMUD TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL

IAEA INIR missiooni järelduste kohaselt on kõik keskkonnanõuetega seotud aspektid, mida tuleb tuumaprogrammiga alustamise kaalumise etapis arvesse võtta, kaetud. Tuumaprogrammi teises etapis tuleb analüüsida olemasolevate keskkonna valdkonna õigusaktide täiendamise vajadust, samuti asutuste vastutuse jaotust tuumaelektrijaama rajamise keskkonnakaitselistes küsimustes. Nii loodav regulaator kui ka KeA peavad arendama vajalikke oskusi ja planeerima ressursse ning tagama omavahelise koordinatsiooni. Asukohavaliku protsessis tuleb läbi viia keskkonnamõju strateegiline hindamine (KSH) ja keskkonnamõjuhindamine (KMH), mille käigus hinnatakse tuumaelektrijaama rajamise mõjusid inimestele ja keskkonnale. Arvesse tuleks muuhulgas võtta järgmisi küsimusi:

1. Heidete liikumine ja kontsentreerumine keskkonnas;
2. Kohaliku taime- ja loomastiku eripärad ning nende tundlikkus;
3. Kohalik demograafia ja trendid;
4. Valdav maakasutus;
5. Veekasutus ja võimalik vajadus jahutustornide järele;
6. Ehitustegevuse mõjud kohalikule keskkonnale.

Keskkonnauuringute tulemusi arvestatakse lubade väljastamisel ning keskkonnanõuete kehtestamisel.

TET on hinnanud riigi olemasoleva keskkonnakaitse raamistiku sobivust ning rahvusvaheliste kohustuste täitmist. Hetkel kehtivad keskkonnaseadused ja raamistik on tuumaprogrammiga alustamiseks üldiselt sobiv ning ulatuslikke muudatusi teha ei ole vaja. Tuumaprogrammiga alustamisel tuleb tagada asjakohane õigusloome (TEOS, alamaktid), kehtestada tuleb keskkonna-mõju hindamise sisulised, tuumakäitise spetsiifilised, nõuded ning sätestada tuumaregulaatori õigused ja kohustused planeeringute heakskiitmisel ning lubade väljastamisel.

14. HÄDAOLUKORDADEKS VALMISOLEK

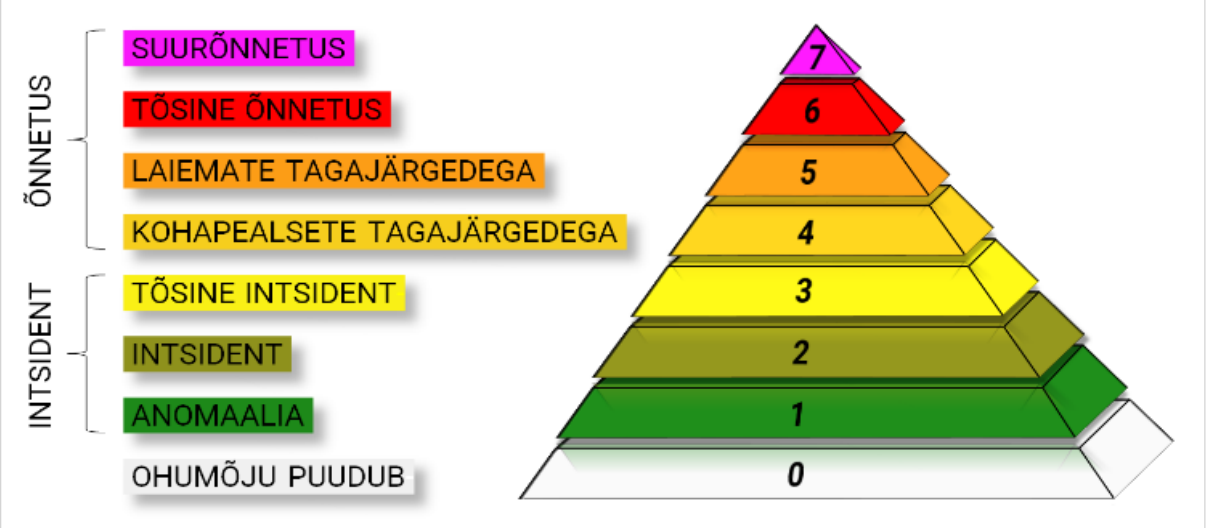
Kiirgushädaolukorra puhul on tegemist tuuma- või kiirgusavarii, kuriteo või muu ootamatu sündmuse tagajärjel kujunenud kiiritusolukorraga, mille kontrolli all hoidmine nõuab inimese elu ja tervise, vara või keskkonna kaitsmiseks edasilükkamatute kaitsemeetmete rakendamist.

14.1 KIIRGUSHÄDAOLUKORDADEKS VALMISOLEKU TAGAMINE

Eesti on ühinenud tuumaohutuse, tuumamaterjali füüsilise kaitse, tuumaavariist operatiivse teatamise ja tuumaavarii või kiirgusliku avariiolukorra puhul abi andmise konventsioonidega. Vastavate riiklike ja rahvusvaheliste kohustuste täitmise tagamine lasub kiirgusohutuse valdkonnas pädeval asutusel – KeA-l.

Vastavalt hädaolukorra seadusele kuulub KeA kohustuste hulka kiirgushädaolukorra tekkimise tõenäosuse ja võimalike tagajärgede hindamiseks koostatavate riskianalüüside ja valmisoleku planeerimiseks ja tõhusaks tagamiseks hädaolukorra lahendamise plaanide koostamine ning regulaarne ülevaatus nende asja- ja ajakohasuse kindlustamiseks. Riigisisese või piiriülese kiirgusõnnetuse korral juhib KeA hädaolukorra lahendamist ja korraldab riskikommunikatsiooni.

Juhtumite kiireks, arusaadavaks ja riigiti ühetaoliseks avalikkusele kirjeldamiseks võeti 1990. aastal kasutusele tuuma- ja radioloogiliste sündmuste skaala INES (Joonis 22). Vastavalt sellele jaotatakse need seitsmesse astmesse, kus 4.–7. puhul on tegemist õnnetustega ja 1.–3. korral intsidentidega. Sündmused, millel puudub märkimisväärne seos kiirgusohutusega, jäävad alla skaala ehk tasemele 0.



Joonis 22. Tuuma- ja radioloogiliste sündmuste skaala (Allikas: TET IAEA andmete põhjal)

Peaaegu kõikide õnnetuste ja intsidentide taga on samaaegne mitme erineva tegevuse või tegevusetuse kombinatsioon. Näiteks võib õnnetuste taga olla ohutusmeetmete eiramine, hooletus, puudused suhtumises, tuumaohutuse kultuuris, regulatsioonides, vajalike teadmiste olemasolus, tehnoloogias ja selle kasutamises. Õnnetus võib olla põhjustatud ka välistest teguritest, milleks ei oldud piisavalt valmistutud. Suuremate ja oluliste kiirgusohutuse nõuete eiramisest tingitud laialdaste mõjudega õnnetusi on käsitlenud oma publikatsioonides ka IAEA.

Näiteks loetakse INES 7 raskusastmega õnnetusteks 1986. a *Tšornobõli* ja 2011. a. *Fukushima Daiichi* tuumaelektrijaamades toimunud avariisid. Kuigi kummagi õnnetuse tagajärjel toimus ulatuslik radioaktiivse aine vabanemine keskkonda ning kaasnesid märkimisväärsed mõjud nii elanikkonnale kui

ka keskkonnale, pääses *Fukushima* tuumajaamas õnnetuse tagajärjel saastet keskkonda hinnanguliselt ligikaudu kümme korda vähem, kui *Tšornobõlis*. Ka ei saanud *Fukushimas* mitte keegi sellist kiirgusdoosi, mis oleks põhjustanud kiiritushaigust.

Ajalugu on paraku kinnitanud, et väiksemate õnnetuste tagajärjel ei toimunud kiirgusohutuse süsteemis olulisi muutusi. Näiteks 1979. a. *Three Mile Islandi* (INES 5) tuumaelektrijaamas toimunud õnnetuse lõppraportis loetleti küll üles kõik tänapäevased ohutuskultuuri olulised aspektid, kuid alles pärast *Tšornobõli* õnnetust võeti mõiste ohutuskultuur laialdaselt kasutusele. Ohutuskultuuri all peetakse silmas organisatsioonide ja üksikisikute tunnuste ja hoiakute kogumit, mis kinnitab, et kaitse- ja ohutusküsimustele pööratakse esmatähtsana tähelepanu nende olulisusest tulenevalt. Kuigi *Fukushima* tuumaõnnetuse kõige silmapaistvamaks põhjuseks loetakse looduskatastroofist tingitud hävitavat mõju tuumarajatise ohutussüsteemidele, oli põhjuseid selleks rohkem. Õnnetuse tagajärgede analüüsimisel selgus, et ohutuse tagamiseks tuumajaamades on vajalik senisest veelgi süsteemsemat lähenemist ohutusele ja turvalisusele, võttes arvesse ka inimlikke, tehnilisi ja organisatsioonilisi tegureid ning nendevaheliste suhete keerukusest tulenevaid iseärasusi.

INES 6 tasemega õnnetus juhtus 1957. a. NSV Liidus *Kõštõmis* asuvas tehases, kus töödeldi ümber tuumkütust. Radioaktiivsete jäätmete hoiustamiseks ettenähtud mahutite jahutussüsteemi rikke pikaajalise ignoreerimise tulemusel tõusis temperatuur tasemeni, kus mahutite sisus tekkinud keemiliste reaktsioonide tagajärjel toimus tugev plahvatus. Õnnetuse tagajärjel tuli tehase ümber asunud radioaktiivsete ainetega saastunud külade elanikud evakueerida. Ka selle õnnetuse puhul on mitmeid olulisi põhjuseid, mis olukorra jaoks vajalikud tingimused lõid. Näiteks oli antud olukorras tegemist peaaegu pahatahtliku hooletuse ja ohutusmeetmete ning vajalike eeskirjade eiramisega.

Ka INES 5 raskusastmega õnnetusi ei juhtu tihti. Kuulsamad neist on leidnud aset näiteks 1979. a. USA-s *Three Mile Islandi* ja 1957. a. Ühendkuningriigis *Windscale'i* tuumaelektrijaamades. *Three Mile Islandi* õnnetus sai alguse 28. märtsi 1979. a. varahommikul, kui tuumaelektrijaama üht reaktoritest tabas toiteveepumba rike. Koheselt käivitunud automaatsed ohutussüsteemid peatasid nii turbiingeneraatori kui seiskasid reaktori enda. Torustikust üleliigse rõhu vabastamiseks vajaliku klapi ebaõige sulgumise ja armatuurlaual olevate vigaste näidikute koosmõju tõttu ei saanud aga käitaja aru, et reaktorisse ei jõua enam piisavas koguses jahutusvett. Kuigi ülekuumenenud reaktoris sulas osaliselt ka selle südamik, ei pääsenud keskkonda oluliselt määral saastet. Õnnetuse peamise tekkepõhjusena rõhutati just inimfaktori tähtsust, kuid olulisi puudusi leiti ka juhtimisruumi kujunduses, väljaõppes ja protseduurides.

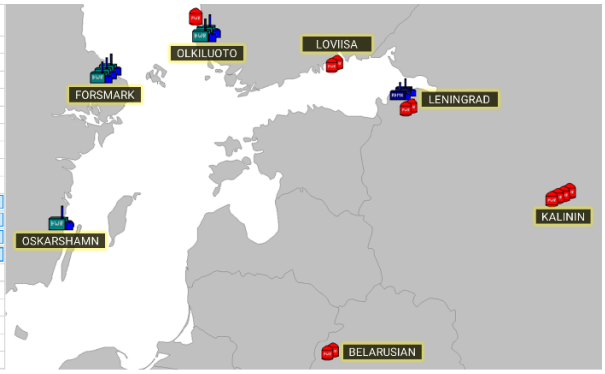
Reaktoriõnnetuste kõrvale saab veel lisada kiiritusravi seadmest pärineva kiirgusallikaga 1987. a. Brasiilias Goiânias aset leidnud juhtumi, kus hooletuse, kuritegevuse ja teadmatuse tagajärjel hukkus 4 tsiviilisikut ja keskkonda pääses märkimisväärses koguses radioaktiivset ainet.

INES 4 kuni INES 1 juhtumite nimekiri on küll mõnevõrra pikem, kuid nende puhul on õnnetuste tagajärjed olnud lokaalsemad ja tingitud ühest või enamast faktorist. Paljude eelmise sajandi keskpaigas toimunud intsidentide ja suuremate mõjudega õnnetuste tänased esinemissagedused on seoses üleüldise valdkonna arenguga muutunud siiski väga väikeseks.

Hoolimata asjaolust, et tuumaenergeetikat on varjutanud mõned märkimisväärsed õnnetused, on valdkonna vigadest õppimise võime ja tuuma- ja kiirgusohutuse pidevaks edendamiseks tehtavad pingutused ja investeeringud tähelepanuväärsed. Arvukad läbimurded tuumatehnoloogias ja radioaktiivsete materjalide kasutamises nii meditsiinis, teadusuuringutes kui tööstuses on tinginud selle, et radioaktiivsed allikad on tänapäeval endiselt kohati asendamatud. Kuigi ka Eestis on mitmesugust tähelepanuväärset kiirgustegevust, on hädaolukordade mõistes valmidus reageerida piiriülese mõjuga juhtumitele oluliselt suurema strateegilise tähtsusega. Ühtlasi katab seesugune riskide hindamine ja õnnetustele reageerimisvalmidus ära ka väiksematele lokaalsetele olukordadele reageerimise.

Ilmestamaks Eesti tänast valmidust ja võimekuse vajadusi, on piiriülese mõjuga kiirgusõnnetuste riskianalüüsides põhjalikult analüüsitud naaberriikide tuumaelektrijaamade eripärasid. Eestile lähemale kui 500 km jäävate tuumaelektrijaamade loetelu on leitav Jooniselt 23. Sellel kajastub informatsioon iga reaktori asukoha, nimetuse, tüübi, vanuse, võimsuse ja kauguse kohta nii Eesti piirist kui Tallinnast.

Riik	Reaktor	Reaktori tüüp	Esmane võrku lülitus	Soojusvõimsus (MW_{th})	Kaugus piirist (km)	Kaugus Tallinnast (km)
FIN	LOVIISA-1	PWR	1977	1500	85	136
FIN	LOVIISA-1	PWR	1980	1500	85	136
FIN	OLKILUOTO-1	BWR	1978	2500	250	270
FIN	OLKILUOTO-2	BWR	1980	2500	250	270
FIN	OLKILUOTO-3	PWR	2022	4300	250	270
RUS	LENINGRAD-3	LWGR	1979	3200	70	245
RUS	LENINGRAD-4	LWGR	1981	3200	70	245
RUS	LENINGRAD 2-1	PWR	2018	3200	68	246
RUS	LENINGRAD 2-2	PWR	2022	3200	68	246
RUS	KALININ-1	PWR	1984	3000	428	619
RUS	KALININ-2	PWR	1986	3000	428	619
RUS	KALININ-3	PWR	2004	3200	428	619
RUS	KALININ-3	PWR	2011	3200	428	619
SWE	OSKARSHAMN-3	BWR	1985	3900	320	520
SWE	FORSMARK-1	BWR	1980	3075	271	381
SWE	FORSMARK-2	BWR	1981	3253	271	381
SWE	FORSMARK-3	BWR	1985	3300	272	382
BLR	BELARUSIAN-1	PWR	2020	3200	307	526
BLR	BELARUSIAN-1	PWR	2023	3200	307	526



Joonis 23. Eesti piirile lähemal kui 500 km asuvad naaberriikide tuumaelektrijaamad (Allikas: Keskkonnaamet)

14.2 TUUMAJAAMADE OHUTUS

Vesijahutusega reaktorid moodustavad praegu enam kui 95% kõigist maailma tsiviilotstarbelistest elektrireaktoritest. Lisaks on suurem osa arendamisel ja ehitatavatest tuumareaktoritest (sh SMR-id) vesijahutusega. Riskide analüüsimisel ei saa konkreetselt pidada üht või teist tüüpi reaktorit ohtlikumaks ainuüksi seetõttu, et nendega on varem õnnetusi juhtunud, kuid näiteks LWGR *(light water graphite reactor* või vene keeles RBMK ehk *reaktor bolshoy moshchnosty kanalny* või siis *grafiit-aeglustiga kergveereaktor)* puhul on tegemist sama tüüpi reaktoriga, millega juhtus olulise mõjuga õnnetus 1986. aastal *Tšornobõlis*.

Teine, mastaape arvestades oluliselt väiksem, ent ometi olulise mõjuga õnnetus juhtus BWR (*boiling water reactor* ehk keevvee reaktor) tüüpi reaktoritega 2011. aastal Jaapanis, *Fukushimas*.

Märkimisväärne õnnetus on juhtunud ka PWR (*pressurized water reactor* ehk surveveereaktor) reaktoriga 1979. aastal USA-s *Three Mile Islandi* tuumaelektrijaamas. Õnnetuse tagajärjed olid väga väikesed võrreldes LWGR ja BWR tüüpi reaktorite õnnetustega.

Joonis 23 sisaldab informatsiooni reaktorite esmase võrku lülitamise aja kohta. Ei saa väita, et mida vanem reaktor, seda ohtlikum, sest kõigi õnnetuste tekkepõhjused ja kulgemise tingimused on olnud väga erinevad. Siiski on uuem tehnoloogia võtnud arvesse kõiki varasemaid vigu ning uute reaktorite ohutusmeetmed on paremad ja dubleeritud. Reaktorite ohutuse tagamiseks, mistahes neid ohustavate tingimuste korral, on lisandunud olulisel määral erinevaid passiivseid lahendusi, mis aitavad tagada stabiilse ja ohutu töö ka inimesepoolse sekkumiseta. Tuumareaktori võimsust väljendab otseselt reaktorist auruga väljaviidav soojusvõimsus. Lühidalt, võimsama reaktori näol on tegemist ühtlasi ka suurema reaktoriga, milles on rohkem kütust. Võimsamate ja suuremate reaktorite puhul on oht, et õnnetuste korral võib keskkonda vabaneda ka suuremas koguses radioaktiivseid aineid. Ka siin ei saa alati öelda, et tegemist on suurema ohuga, aga õnnetusel, kus keskkonda vabaneb suures koguses radioaktiivseid aineid, võivad olla raskemad tagajärjed. Kaugused nii Eesti piirist kui pealinnast teenivad piltlikku eesmärki selles mõttes, et kaugus õnnetuskohast on üldiselt ohu suurust kiiresti vähendav tegur, kuid reaalne saaste leviku kaugus ja kiirus sõltuvad ilmastikutingimustest. Kuna õnnetus võimsama reaktoriga võib kaasa tuua raskemad tagajärgi, saab võimsamate reaktoritega seotud riske mõnes olukorras pidada tähelepanuväärsemaks.

Tuumajaamade üheks peamiseks ohutusnäitajaks on reaktori südamiku kahjustumise või sulamise esinemise tõenäosuse arvutuslik sagedus. USA tuumaregulaator NRC nõuab, et reaktori disain vastaks teoreetilisele kahjustuse sagedusele 1/10 000 aasta kohta, kuid kaasaegsed disainid ületavad seda nõuet oluliselt ning praegu töötavate jaamade puhul on see näitaja praktikas 1/1 miljoni aasta kohta ning järgmisel kümnendil ehitatavate jaamade puhul 1/10 miljoni aasta kohta. Kuigi see arvutatud kahjustuse sagedus on olnud üks peamisi reaktori ohutuse hindamise mõõdikuid, eelistavad Euroopa regulaatorid enamasti deterministlikku lähenemist, keskendudes erinevate stsenaariumite tagajärgedele. Läbi viiakse siiski ka tõenäosusliku ohutusanalüüsi, millega nõutakse uutele reaktoridisainidele reaktori südamiku kahjustuse sagedust 1/ 1 miljoni aasta kohta.[90]

SMR-e peetakse mitmete omaduste tõttu ohutumaks kui traditsioonilisi suuri, üle 1000 MWth tuumaelektrijaamu. Need on sageli kavandatud kasutama passiivseid ohutussüsteeme, mis ei vaja rikete korral jahutuse tagamiseks aktiivset sekkumist või elektritoidet. Kuna SMR-id on väiksemad, on neis vähem ka radioaktiivset materjali, mis omakorda vähendab õnnetuse korral saaste leviku ulatust ning vajalike sekkumistegevuste ulatust. Moodulite tehases ehitamine võimaldab paremat kvaliteedikontrolli kui traditsioonilise tuumaelektrijaama puhul. Mõned SMR-i disainid näevad ette reaktorite paigutamist maa alla, mis pakub lisakaitset välismõjude ja sõjaliste rünnakute vastu. Tänu nende väiksemale suurusele ja lihtsamale disainile võivad evakuatsiooniplaanid olla lihtsamad ja reageerimine kiirem.[91] Siiski tuleb märkida, et iga tuumareaktori ohutus sõltub kokkuvõttes selle disainist, ehitusest, käitamisest ja hooldusest. SMR-id peavad sarnaselt suurtele tuuma-elektrijaamadele järgima rangeid ohutusstandardeid. Lisaks tuleb arvestada, et SMR-tehnoloogia on uus ja andmed nende pikemaajalise töökindluse kohta on veel piiratud.

14.3 KIIRGUSHÄDAOLUKORDADELE REAGEERIMINE, SÜNDMUSTE LAHENDAMINE JA SEIRE

KeA on ka kontaktpunkt IAEA ja Euroopa Komisjoniga suhtluses. Antud rolliga kaasneb regulaarne kohustus võtta osa nii IAEA kui ka Euroopa Komisjoni korraldavatest hoiatusteabe edastamist ja vastuvõtmist simuleerivatest rahvusvahelistest õppustest. Erineva taseme ja tegevusvajadusega õppused toimuvad regulaarselt ning neis osaletakse aktiivselt.

Kõigil Euroopa Liidu liikmesriikidel on kohustus järgida Euroopa Aatomienergiaühenduse (EURATOM) asutamislepingu nõudeid. Selleks peavad igal riigil olema vajalikud vahendid õhu, vee ja pinnase radioaktiivsustaseme pidevseireks ja kiirgusohutuse põhistandardite järgimiseks. Sellele lisandub perioodiline kohustus edastada seireandmed ka Euroopa Komisjonile. Kiirgusseire läbiviimist reguleeriva keskkonnaseire seaduse kohaselt on riikliku seire kiirgusseire allprogrammi vastutavaks täitjaks KeA.

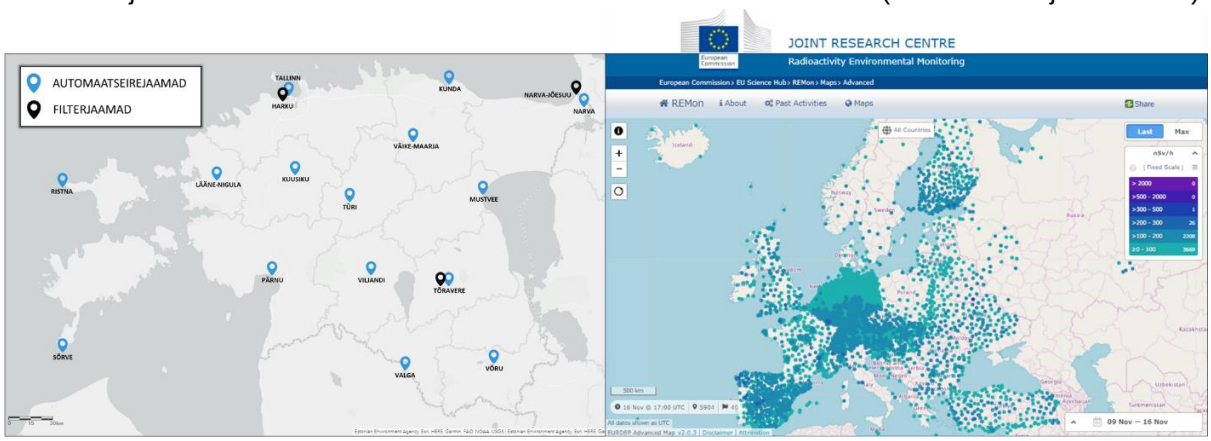
Riiklike ja rahvusvaheliste kohustuste täitmiseks on KeA kliima- ja kiirgusosakonna käsutuses gamma-spektromeetria laboratoorium (Foto 3), mobiilne laboratoorium (Fotod 4 ja 5) ja varajase hoiatamise süsteem (Foto 6). Laboratooriumi tegevuse peamine eesmärk on läbi viia riikliku kiirgusseire programmi raames kogutud proovide analüüse ning pakkuda laborianalüüside teenust. Neist viimane on oluline nii unikaalse pädevuse säilitamise kui ka kulude katmise seisukohast. Laboratoorium on akrediteeritud katselaborina, vastates gamma-spektromeetrilise analüüsi valdkonnas ISO 17025:2017 nõuetele. Kvaliteedi tagamise ja kontrolli eesmärgil võtab laboratoorium regulaarselt osa rahvusvahelistest võrdlusanalüüsidest.

[90] https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/safety-of-nuclear-power-reactors.aspx
[91] https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/small-nuclear-power-reactors.aspx



Foto 3. Keskkonnaameti statsionaarne labor. Fotod 4 ja 5. Mobiilne laboratoorium (Allikas: Keskkonnaamet)

Eesti kiirgusohust varajase hoiatamise seirevõrk koosneb 15 automaatsest kiirgusseirejaamast, mis mõõdavad reaalajas õhu gammakiirguse taset. Lisaks summaarsele gammakiirguse doosikiiruse mõõtmisele identifitseerivad jaamad ka radionukliide ning teevad vahet erinevate radionukliidide poolt põhjustatud doosikiiruse komponendil. Automaatjaamad on olulised võimaliku piiriülese radioloogilise mõju avastamisel, kuid välisõhus väga väikeste muutuste avastamiseks seirab KeA ka Harkus, Narva-Jõesuus ja Tõraveres õhukandeliste osakeste kontsentratsioone (Joonis 24 ja Foto 6).



Joonis 24. Eesti seirejaamad moodustavad osa kogu Euroopat katvast võrgustikust. Euroopa Komisjoni avalikul platvormil on seireandmed vaadeldavad ka avalikkusele (Allikas: Keskkonnaamet ja EURDEP)

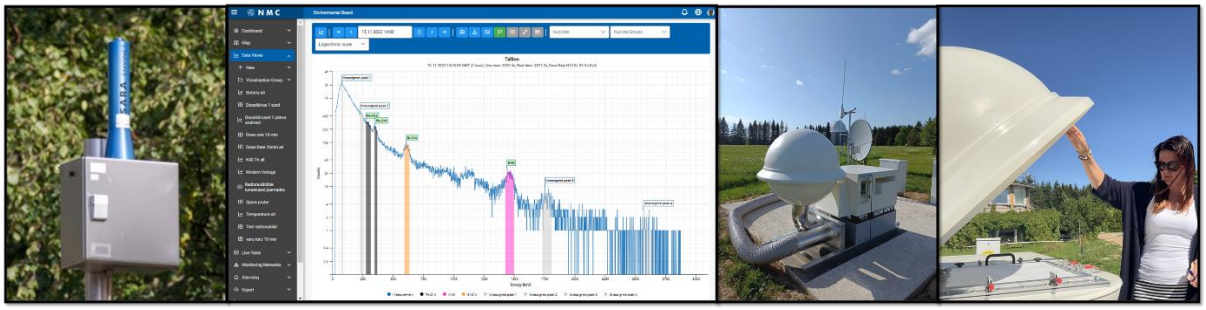


Foto 6. Varajase hoiatamise süsteemi kuuluvad automaatsed seirejaamad ja filterjaamad (Allikas: Keskkonnaamet)

Statsionaarsete seirejaamade olemasolu on väga oluline, kuid ei anna aimdust seirejaamade vahel asuvate maa-alade gammakiirguse tasemete kohta. Antud puuduse kõrvaldamiseks on KeA-l olemas ka mobiilsed gammakiirguse tasemete mõõdistamise ja kaardistamise võimekusega süsteemid. Kuigi mobiilne laboratoorium ei asenda riiklikku kiirguslaborit, annab see võimaluse teostada seireproovide esmast analüüsi ka huvipakkuvas asukohas kohapeal ning anda olukorrale esmane hinnang. Reaalses olukorras saab antud lahendust veel täiendavalt täiustada ka otsuste langetamist toetava arvutitarkvaraga ARGOS. Kuigi selle kasutuseesmärkide alla kuulub ka võimalike ohualade ja nende ulatuse prognoosimine, on selle kasutamine hädaolukorra tingimustes, kus tegelikud mõõtmisandmed

ei ole veel kättesaadavad, olulised just sekkumistegevuse paremaks planeerimiseks. Näiteks võimaldab tarkvara modelleerida radioaktiivse saaste liikumist sarnaselt tavapäraste õhumasside liikumisele, võttes sealjuures arvesse ka erinevate radionukliidide migreerumise iseärasusi ja Keskkonnaagentuuri poolt vahendatavaid kõige värskemaid ilma mudelprognoosi andmeid.

Kuigi KeA hallatavad süsteemid ning kiirgusseireks vajaminevad vahendid on hetkel piisavad, et hinnata ja tuvastada kiirgusohte ning hoiatada avalikkust võimalike hädaolukordade eest, sealhulgas Eestist väljastpoolt pärinevate kiirgusõnnetuste eest, vajab riigisisesteks kiirgussündmusteks ja rahvusvahelisteks tuumasündmusteks reageerimine jätkuvat arendustegevust ning senisest laialdasemat riigisisest koostööd.

Kiirgussündmuste lahendamise edukusel on oma roll kindlasti ka elanikkonna teadlikkuse kasvatamisel. 2018. aastal määras Vabariigi Valitsus riigisisese ja piiriülese ulatusega kiirgushädaolukordade riskikommunikatsiooni eest vastutavaks asutuseks KeA. Kuigi vastavale korraldusele järgnes mitmeid tegevusi, ei ole nendest saadav tulemus lihtsasti mõõdetav. Ka tänastes oludes ei ole riskikommunikatsioon puudulik, kuid selle laiapõhjalisem läbiviimine eeldab kindlasti ka olemasolevatele ekspertidele täiendavas mahus lisa. Ka ei tule teadlikkuse ja valmisoleku kasv hädaolukordades õigemini käituda üleöö ning eeldab järjepidevat võimalikest ohtudest, õnnetuste tagajärgedest ja neile vastavatest käitumisjuhistest teavitamist ja harimist.

Edukaks kiirgushädaolukorrale reageerimiseks ja selle lahendamiseks on vajalik kombineerida erinevate lahendamisse kaasatud asutuste tegevusi. See tähendab, et kõik peavad olema teadlikud ja mõistma, et hädaolukorraks valmisoleku tagamiseks on vajalik järjepidevus nii teadmiste säilitamises kui ka nende täiendamises. Sama kehtib ka mistahes hädaolukorra tingimustes vajaliku kaitsevarustuse ja kiirgusmõõteseadmete olemasolu ja töökorras oleku tagamise suhtes. Eraldi tuleb tähelepanu pöörata ka turvalisust ähvardavate ohtude maandamisele.

Päästeameti võimekus inimeste, töövahendite, kuid osaliselt ka sündmuskoha keemilisest, sh radioaktiivsest saastest puhastamiseks, on viimaste aastatega paranenud. Ent Päästeametit vastavates tegevustes toetava AS-i A.L.A.R.A. saasteärastuse võimekus ei ole samal määral arenenud. Riigi paremaks valmisolekuks saastunud maa-alade desaktiveerimisel oleks vajalik osaliselt uuendada riigi osalusega ettevõtte mõõtevahendite ja saasteärastuseks vajalike seadmete baasi[92]. Saasteärastuse võimekus on viimastel aastatel paranenud ka mitmetes Eesti haiglates, tagades näiteks patsientidelt võimalikku saaste tuvastamise kui ka saasteainetest puhastamise. Kuid ka siin on oluline, et tagatud oleks lisaks ametite põhikohustuste täitmisele ka järjepidev hädaolukordadeks valmisoleku tõstmine seadmete ja vahendite hoolduse, remondi ning selle regulaarsuse kaasajastuses koos pädevate, koolitatud ja treenitud ekspertidega, kes oskavad süsteeme ja vahendeid kasutada ning on hästi kursis hädaolukordadega kaasnevate lisateadmiste ja -kohustustega.

Kiirgussündmusi lahendavate asutuste toimepidevuse üks tänaseid miinimumnõudeid on tagada ülesannete katkematu täitmine vähemalt 168 tundi järjest. Selle nõude täitmine käib aga hetkel üle võimete mitmel olulisel kiirgushädaolukordade lahendamisse kaasataval asutusel. Ka puudub mitmetel asjaosalistel ööpäevaringne (24/7) reageerimisvalmidus. Vahendite nappusest tingituna on näiteks AS-i A.L.A.R.A. reageerimisvalmidus täna lahendatud 13/7 ulatuses. Halvimal juhul ei ole antud ulatuses operatiivsus avariikiirituse olukorra kõrvaldamiseks piisav, kuid tänastes oludes on see siiski veel mõneti aktsepteeritav.

Efektiivne õnnetuse tagajärgedega tegelemine eeldab tõhusamat võimet hinnata hädaolukordadega kaasnevaid kahjusid. See on eelduseks nii paremaks kriisideks valmistumiseks kui ka õnnetusele

[92] https://kliimaministeerium.ee/elurikkus-keskkonnakaitse/kiirgus/kiirgusohutuse-riiklik-arengukava-2018-2027

reageerimise käigus rahvusvahelise abi korras vajalike lisaressursside kiireks taotlemiseks. Mõneti puudulik on ka kahjude hüvitamise mehhanism.

Eestil on hädaolukordade ennetamise, nendeks valmisoleku ja reageerimise korraldamiseks vastastikuse abi ja koostöö kokkulepped Läti, Leedu, Soome ning Rootsiga. Valitsuste vahelisi kokkuleppeid kohaldatakse koostööle päästevaldkonnas, sealhulgas ennetamise, valmistumise ja lahendamise ning vastastikuse abi andmisele juhul, kui tekib hädaolukord või selle vahetu oht, mis võib ületada lepingupoolte riigisiseseid ressursse ja võimekust tulla toime inimeste, keskkonna ja vara kaitsmisel. Koostöökokkulepete rakendamiseks on valitsused määranud pädevaks kontaktasutuseks Eestis Päästeameti. Lisaks abistavatele naaberriikidele on täiendava valdkondliku abi palumiseks vajalik valmidus ka KeA-l, kasutades selleks IAEA poolt pakutavat ülemaailmselt platvormi RANET. Mitmekülgseks infovahetuseks ja koostööks on KeA sõlminud koostöölepingu Soome ja Lätiga.

14.4 HÄDAOLUKORDADEKS VALMISOLEK TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL

Siseministeeriumi eestvedamisel kutsuti 2023. aasta alguses kokku tuumajulgeoleku ja TET hädaolukordadeks valmisoleku alltöörühm. Peamiselt erinevate teadmistega ekspertidest koosneva töörühma liikmete ülesandeks sai tuumajulgeolekut ja hädaolukordadeks valmisolekut käsitlenud Kaitseuuringute Keskuse 2023.a. alguses valminud esmase aruande analüüs. Samamoodi nagu ka mitmed teised tellitud uuringud, tuli antud tööde ülevaatamisel eriliselt panna rõhku just IAEA juhenditest tulenevatele nõuetele. Üle vaadatud täiustatud analüüs oli aluseks nii avaliku kokkuvõte (Lisa 5) kui ka käesoleva peatüki kirjutamisel.

Hädaolukordadele reageerimine algab laiapõhjalisest ettevalmistusest. Ka täna on riigil ja kiirgustegevusloa omanikel olemas hädaolukorra lahendamise plaanid. Paraku ei ole tuumaprogrammi rakendumisel antud lähenemine analoogne. Kuigi ühiseid tunnuseid on täna olemasolevaga mitmeid, saab tuumajaama käitaja ja -regulaatori omavaheline koostöö tuumaõnnetuste tagajärgede ohjamisel olema oluliselt ühtsem, detailsem, regulaarsemalt uuendatud ja nõuetele vastavalt kõigi osapoolte koostöös ka läbi harjutatud. Hädaolukordi põhjustavate riskide põhjused, hinnangud, võimekust ja mitmeid teisi olulisi ohutust kui ka turvalisust käsitlevad detailid jäävad ka edaspidi julgeolekukaalutlustel avaldavamata, kuid tuumaprogrammi rakendumisel on seesuguse ulatusliku analüüsi läbiviimine möödapääsmatu ja annab olulise sisendi ka hädaolukorra lahendamise plaanide koostamiseks.

Tuumaprogrammi jätkudes on lisaks eelkirjeldatule vaja täiendavalt investeerida ka evakuatsiooni või ajutise ümberasutamise korralduslikku võimekusse ja koostööprotseduuride väljatöötamisse. Evakuatsioonivõime vajadused ja täpne ulatus selgub aga alles tulevikus, hiljemalt loamenetluse protsessi käigus, kui lähtuvalt tehnoloogilistest lahendustest, reaktorite disainist ja nendele vastavatest hinnangutest ja praktilistest vajadustest lähtudes määratakse võimalike ohualade ulatused. Planeerimistsoonide alla kuuluvad näiteks ennetavate kaitsemeetmete rakendamise tsoon, mille piires peab riigil olema kohene võimekus hädaolukorra lahendamisse sekkuda ka olukorras, kus reaktorist ei ole keskkonda saasteaineid vabanenud, kuid hüpoteetiline võimalus selleks on olemas. Erinevalt ennetavast sekkumisest tuleb olla valmis ka sellest tsoonist kaugemal läbi viima sarnaseid tegevusi. Nende läbiviimine võib teatud juhtudel toimuda ka alles siis, kui keskkonda on saastet pääsenud, kuid mitte alati kogu tsoonis ulatuses, vaid näiteks allatuult või prognoositavate oluliste mõjudega piirkondades eelisjärjekorras.

Vajalikke protseduuride ja koordineeritud ametkondade vaheliste tegevust läbiviimiseks on vajalik teha ettevalmistusi perioodilisteks koostööõppuste läbiviimiseks. Erinevalt tänasest korraldusest, oleks

kriisiplaneerimisse sellisel juhul tulevikus kaasatud ka kohalikud võimalikku mõjualasse jäävad omavalitsused.

Hetkeseisuga ei ole veel selge, missugused saavad olema varjumist või evakueerumist korraldavate meetmete rakendamiseks vajalikud seadusandluses kirjeldatud tingimused. Ehitusseadustikus või muus asjakohases seaduses tuleks kehtestada määratud alades ka ehitistele asjakohase varjumise tagamise erinõuded. Nende määramine selgub tulevikus lisaanalüüside, kuid võimalusel ka maailmapraktika kogemuste alusel.

Tervikuna on vaja tõsta kõikides sekkumistegevuses kaasuvates asutustes kiirgusohutusteadlikkust ja tagada esmareageerijate valmisolek päästetööde läbiviimiseks kõrgendatud kiirgustasemega keskkonnas. Tuumaprogrammi jätkudes on teadmistesse investeerimine võtmetähtsusega.

Tuumaõnnetusele reageerimise korralduse eest hakkab vastutama tuumaohutuse tagamiseks loodav riiklik tuumaregulaator (tänane KeA), kelle ülesanne sarnaselt olemasolevale ettevalmistusele saab olema ka siis ametkondade vahelise koostöö koordineerimine. Tuumaprogrammi rakendamisel on selleks vaja piisaval arvul koolitatud eksperte, toimivaid läbitöötatud asutusesiseseid ja ametkondade üleseid protseduure, kiirgusseireks vajalikke plaane ja strateegiad ja veelgi paremat tehnilise järelevalve võimekust. Tõhusa kriisikommunikatsiooni ja rahvusvahelise suhtluse läbiviimiseks on vajalik ka suuremas koosseisus valvemeeskonda.

Valmisolek võimalikeks riigisisesteks kiirgussündmusteks ja rahvusvahelisteks tuumasündmusteks vajab jätkuvat arendamist ning senisest laialdasemat koostööd. Tuumaprogrammiga alustades on vaja oluliselt panustada ka evakuatsiooni korraldusliku võimekuse arendusse ja erinevate koostööprotseduuride väljatöötamisse. Samuti vajab parandamist olemasolev kiirgusseire võimekus ja olulisi muutusi tuleb teha kiirgusseire programmis. Sellele lisanduks veel ka seirestrateegia nii tava kui ka hädaolukorra tingimustes. Arendamist vajab ka laborivõimekus ning vastav kriisijuhtimise keskus. Sekkumistegevusse kaasatud ametite personalile on vajalik soetada isikukaitsevahendeid. Toidu- ja joogivee ohutuse valdkonnas on vajalik tulevikus selgitada välja erinevate stsenaariumite korral toidu ja joogivee varustuskindlus ning tervishoiuvaldkonnas töötada välja eeskirjad ja juhendid kiirgushädaolukorra lahendamiseks ning varustada erikompetentsiga haiglad vastavate meditsiiniseadmete, ravimite ja patsientide raviks vajalike esmaste vahenditega. Päästevõimekuse tõstmiseks on vajalik välja töötada saaste-ärastusvõimekuse tervikkontseptioon.

Tervikuna on vaja tõsta kõikides sekkumistegevuses kaasuvates asutustes kiirgusohutusteadlikkust ja tagada esmareageerijate valmisolek päästetööde läbiviimiseks kõrgendatud kiirgustasemega keskkonnas. Tuumaprogrammi jätkudes on teadmistesse investeerimine võtmetähtsusega.

15. TUUMAJULGEOLEK

Tuumajulgeoleku ajalugu ulatub külma sõja aega, mil USA ja Nõukogude Liit osalesid tuuma-relvastumises. Tuumajulgeoleku esmaeesmärk sel ajal oli hoida ära tuumarelvade vargus ja sabotaaž. 1970. aastatel nihkus tuumajulgeoleku fookus tuumajaamade ja muude tuumarajatiste kaitsele. See on kerkinud taas esile ka Venemaa Föderatsiooni Ukraina-vastase sõja kontekstis. Tänaseks on tuumajulgeolek ülemaailmne küsimus, mis hõlmab paljusid riike ja organisatsioone. IAEA vastutab tuumaenergia edendamise eest kogu maailmas, annab riikidele juhiseid ja tuge, et aidata neil töötada välja ja rakendada tõhusaid tuumajulgeolekumeetmeid.

Vajadus jõuliste tuumajulgeolekumeetmete järele on muutunud tungivamaks, sest on suurenenud ülemaailmne energianõudlus ja seega ka risk, et tuumamaterjali väärkasutavad terroristid. Selleks, et kaitsta tuumamaterjali varguse või sabotaaži eest, saab kasutada mitut tüüpi tuuma-julgeolekumeetmeid: füüsilist kaitset, materjali kontrolli ja arvestust ning personali turvalisust. Füüsiline kaitse hõlmab tõkete, häirete ja seireseadmete kasutamist, et vältida volitamata juurdepääsu tuumamaterjalile. Materjali kontroll ja arvestus hõlmavad tuumamaterjali jälgimist kogu kasutusaja vältel, et ennetada selle kadumist või vargust. Personali turvalisus hõlmab selle tagamist, et isikud, kellel on juurdepääs tuumamaterjalile, on usaldusväärsed ja läbinud taustakontrolli.

15.1 TUUMAJULGEOLEKU TAGAMINE TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL

Võimaliku tuumajaama rajamine peab tulevikus toetuma suuresti julgeolekuriskide maandamisele ja sellele, kuidas me riigina oleme valmis tulema toime hädaolukordade tagajärgedega. Tuumajulgeoleku peamine eesmärk on vältida volitamata isikute juurdepääsu tuumamaterjalile või -rajatistele. Nii tuumajulgeolek kui ka hädaolukorraks valmisolek hõlmavad tuumamaterjali ja -rajatiste füüsilist, küber- ja personaliohutust, samuti asjaomaste õigusaktide ja muude nõuete väljatöötamist ja rakendamist. Tuumajulgeolek ja hädaolukorraks valmisolek on tihedalt seotud ja üksteisest sõltuvad. Kui tuumajulgeolekumeetmed on tõhusad, väheneb ka hädaolukorra tõenäosus.

Suur osa vajalikust tuumajulgeoleku pädevusest on riigis juba olemas, kuid peamine probleem on valdkonna tippspetsialistide vähesus ja hajutatus erinevate ametkondade vahel. Samuti tuleb arvestada, et võimaliku tuumajaama rajamisel suureneb oluliselt riigi roll ja asutuste töömaht. Nii regulatsiooni väljatöötamiseks, järelevalve tagamiseks kui ka treeninguteks on soovitav kasutada IAEA rahvusvahelise füüsilise kaitse nõuandeteenistuse (*International Physical Protection Advisory Service*, IPPAS) abi, ning pidades silmas tulevikuperspektiivi, suunata inimesi lisapädevuse saamiseks ennetavalt asjakohastele koolitustele kogu reguleerimis- ja hiljem järelevalvetsükli vältel.

Enamik alltöörühma analüüsis intervjueeritud ametnikke ja teenistujaid toonitas vajadust luua tuumajulgeoleku ja hädaolukorraks valmisoleku pädevuse mudel ning suurendada eksperditeadmisi. Eesti õppekavades ei käsitleta praegu spetsiifiliselt keemilisi, bioloogilisi, radioloogilisi ja tuumaohte (CBRN) ning päästeõppekavadel õpetatakse CBRN-i teemasid vaid vähesel määral, enamasti keskendutakse ainult keemiaõnnetustele. Tulevikus tuleb valdkonna tudengite teadlikkust CBRN-ist oluliselt parandada. Ühtlasi võib selles näha võimalust kõikide seotud asutuste ühtse kompetentsikeskuse arendamiseks, sealhulgas rahvusvahelises koostöös.

Lisaks olemasoleva ressursi võimestamisele on vaja arendada ka hübriid- või sõjalise ohu tingimustes vajalikke võimeid, varusid ja koolitusi Kaitseväele ning Politsei- ja Piirivalveametile.

Eestile on oluline arusaam, et riigi vastutus on võõrandamatu ja julgeoleku tagamine on meie prioriteet. Kuigi osa tuumajulgeolekufunktsioone täidab tuumarajatise käitaja, loob riik vastavad regulatsioonid ja kontrollib selle järgimist läbi tuumaregulaatori või muu asutuste. Riik peab looma või määrama pädeva asutuse, mis vastutab seadusandliku ja administratiivse regulatsiooni rakendamise eest. Sellel asutusel peavad olema vajalikud volitused ja pädevus ning piisavalt raha ja inimesi talle määratud kohustuste täitmiseks. Riik peab looma litsentsimissüsteemi ning funktsionaalselt ja rahanduslikult sõltumatu reguleeriva asutuse, millel on piisav pädevus, et hinnata litsentsitaotlusi ning teha otsuseid ohutuse, kaitsemeetmete ja turvalisuse kohta – see eeldab eraldi julgeoleku ja hädaolukordadega tegeleva sektsiooni loomist loodava riikliku regulaatori struktuuris koos kindlaksmääratud personaliga.

Regulaatoril peab olema ühtlasi plaan, kuidas vajadusel täiendada personali tuumarajatise loastamise, ehitamise, kasutuselevõtu ja käitamise ajaks. Riigi kriisireguleerimise plaan peab tagama, et määratud pädevad asutused ja volitatud isikud on valmis reageerima tuumajulgeolekuga seotud sündmustele kohalikul, riiklikul ja rahvusvahelisel tasandil.

Üldise kriisijuhtimise valmisoleku tõstmiseks on ilmnenud ka lisavajadus arendada välja kiirgushädaolukordade lahendamise juhtimisele spetsialiseeritud kriisijuhtimiskeskus koos turvaliste ja integreeritud IKT lahendustega, mille võib rajada loodava regulaatori juurde. Tänane korraldus on küllaltki killustatud ja tulevikus on võimalike sündmuste lahendamiseks vaja kesksemat lähenemist. Samas on Eestil tuumajulgeolekukultuuri loomiseks soodsad eeldused:

1. Julgeolek on kogu ühiskonnas juba mõnda aega vähemalt avalikus debatis olnud olulisel kohal;
2. Alates aastast 2010 on süsteemselt juurutatud laia riigikaitset, ühisõppused on tavapärased ja mõnes neist on käsitletud CBRN-i, nagu suuremad EU CREMEX-2011 ja KBRT-2019 ning väiksematest viimane „*Sub-Regional Response*“, mis toimus 2022. a. juulis Sisekaitseakadeemias.

NATO on välja töötanud ja 2022. aastal uuendanud oma CBRN-kaitse poliitikat, sealhulgas lähtudes vajadusest tugevdada valdkonna võimeid Venemaa Föderatsiooni sõjategevuse tõttu Ukrainas. CBRN-kaitse pataljon on spetsiaalselt koolitatud ja varustatud, et reageerida CBRN-intsidentidele ja/või -rünnakutele NATO liikmesriikide elanikkonna, territooriumi või vägede vastu. Pataljon treenib seejuures mitte ainult relvakonfliktide tarbeks, vaid ka reageerimiseks CBRN-kriiside korral, kus ta toetab tsiviilvõime. **Energiajulgeoleku vaates annaks USA tuumaenergiatehnoloogia kasutus võimaluse tugevdada USA-ga julgeolekusidet, eriti arvestades, et USA on meie peamine julgeolekuliitlane ja energeetika innovatsiooni keskus. Koostöö USA-ga nendega lisab kahtlemata positiivse julgeolekumõõtme riigile tervikuna.**

Esmane füüsiline kaitse ja hädaolukordade lahendamise võimekus on tuumajaama käitaja vastutus ja kohustus enda perimeetri ulatuses (*ingl k On Site*). Nõuded nii taustakontrollidele, füüsilisele võimekusele, väljaõppele ja muule kehtestab riiklik regulaator, mis kontrollib ühtlasi nende täitmist. Samuti peab looma riik vastavad võimekused reageerimiseks (*ingl k Off Site*).

Kaitseväe igapäevane kasutamine tuumajaama füüsilise julgeoleku tagamiseks ei ole Eesti tingimustes otstarbekas. Seda ei toeta meie reservarmee süsteem, tuumajaama valvemeeskonna ja ajateenijate väga erinev väljaõpe ega ka laialdane taustakontrolli vajadus. Kaitseväele võivad jääda küll mõned hoiatusfunktsioonid, kuid nende rakendamine igapäevaselt ei ole otstarbekas. Lisaanalüüsi põhjal on tulevikus vaja planeerida, kuidas kaasatakse suurenenud ohu tingimustes Kaitsevägi. Politsei- ja Piirivalveameti ametnike igapäevane rakendamine tuumajaama füüsiliseks kaitseks ei ole otstarbekas. Politsei- ja Piirivalveameti ametnike väljaõpe sisaldab väga palju pädevusi, mille omandamine on aeganõudev, aga ei ole tuumajaama valvemeeskonna liikmele vajalik. Nii nagu Kaitseväe kaasamise

puhul, on vaja lisaanalüüsi põhjal planeerida, kuidas kaasatakse suurenenud ohu tingimustes Politsei- ja Piirivalveamet.

Ühtlasi eeldab tuumaenergia kasutuselevõtt suure hulga isikute taustakontrolli ja kindlaksmääratud isikute julgeolekukontrolli. Selleks tuleb arvestada võimaliku lisaressursi vajadusega asutustes, mis teevad julgeoleku- ja taustakontrolli. Taustakontrolli korraldus, tasustamine ja muud tehnilised aspektid on vaja paika panna ning reguleerida jätkuanalüüsis peale loodava riikliku tuumaregulaatori tööleasumist.

Suur osa vajalikust tuumajulgeolekupädevusest on riigis juba olemas, kuid peamine probleem on valdkonna tippspetsialistide vähesus ja hajutatus erinevate ametkondade vahel. Tuumaprogrammi rakendamiseks on vaja luua tuumajulgeoleku ja hädaolukorraks valmisoleku pädevuse mudel ning suurendada eksperditeadmisi. Lisaks olemasoleva ressursi võimestamisele on vaja arendada ka hübriid või sõjalise ohu tingimustes vajalikke võimeid. Riik peab looma tuumaregulaatori, mis vastutab tuumajulgeolekualase seadusandliku ja administratiivse regulatsiooni rakendamise eest. Vajalik on arendada välja koostöökord tuumamaterjali siseriikliku ja piiriülese transpordi tarbeks. Samuti vajavad kõik tänased pädevad eksperdid täiendkoolitusi ning koostöövõimalusi erialaste teadmiste arendamiseks. Täiendavalt on vaja lisaressurssi tausta- ja/või julgeolekukontrollide teostamiseks nii ehitus- kui ka opereerimisfaasis.

16. TUUMKÜTUSE TSÜKKEL

Tuumkütuse tsükkel algab tooraine kaevandamisega maapõuest, jätkub rafineerimise, rikastamise ja sobivale kujule töötlemisega, reaktoris kasutamisega ja lõppeb kasutatud kütuse ladustamise, lõppladustamise või ümbertöötamise ja taaskasutusega.

Tuumajaamade kütuseks on tavaliselt uraani (uraandioksiidi) pelletid, mis asetatakse erisulamist kütusevarrastesse. Kütusevarrastest moodustatakse kindla kujuga kütuseelemendid (kütusekoostud). Reaktori aktiveerimisel käivitub varraste sees olevates kütusepelletites kontrollitud ahelreaktsioon, mis väljendub eralduva soojusenergiana.

Kuna Eestil puudub tuumkütuse tsükli täielik infrastruktuur, on oluline koostöö rahvusvaheliste partneritega, sealhulgas kütuse tarnijate, rikastamisteenuste pakkujate ja kasutatud kütuse käitlemisega tegelevate organisatsioonidega. Eestis ei leidu uraanimaaki, mille kaevandamine oleks majanduslikult tasuv, seega peab tuumaelektrijaamas kasutatava kütuse tootmiseks kasutama imporditud maaki.

16.1 TUUMKÜTUSE TOOTMINE (*FRONT END*)

Maailma suurimateks uraanimaagi kaevandajateks on Kasahstan (ca 40% kogu maailmatoodangust), Kanada (13%) ja Austraalia (12%). Järgnevad Namiibia, Niger ja Venemaa. Vesijahutusega reaktorite kütusetootjaid on maailmaturul arvukalt. EL riikide kütusetootmise kompleksid asuvad Rootsis (Westinghouse AB, Västeras), Saksamaal (Framatome-ANF, Lingen), Prantsusmaal (Framatome-FBFC, Romans, Orano, Malvési), Hispaanias (ENUSA Juzbado).

Kütuse tootmiseks vajalikku maaki (*yellowcake*, U_3O_8 ehk triuraanoktoksiid) ostetakse maailmaturult. U_3O_8 muundatakse gaasilisse olekusse uraanheksafluoriidiks (UF_6). UF_6 rikastamine toimub peamiselt tsentrifuugimise või gaas-difusioonmeetodil. Rikastatud UF_6 konverteeritakse uraandioksiidiks (UO_2), mis on must pooljuhtiv tahke aine, millel on madal soojusjuhtivus. UO_2 pulber pressitakse kõrge surve all 7 mm läbimõõduga ja 10 mm kõrgusega pelletiteks, mis kuumtöötlemise abil muudetakse ühtlasteks kütusepelletiteks. Kütusepelletid suletakse jadamisi metallvarda sisse ja sellest saab kütusevarras. Sealt edasi moodustab kütusevarraste kobar omakorda kütusekomplekti[93].

16.2 TUUMKÜTUSE TARNEKINDLUSE TAGAMINE

Euratomi Tarneagentuuri peamine ülesanne on tagada kõigile kasutajatele EL-is tuumamaterjalide ja tuumkütuse tarnekindlus. See rahuldab tuumaelektrijaamade, uurimisreaktorite, meditsiiniliste radioisotoopide tootjate ja tuumatarneahela tööstuse vajadusi. Agentuur jälgib tuumaturgu ja esitab hoiatusi suundumuste kohta, mis ohustavad EL-i energia tootmiseks ja muuks otstarbeks kasutatavate tuumamaterjalide tarnekindlust. Agentuur võib võtta meetmeid iseseisvalt (nt Ameerika Ühendriikidega sõlmitud vastastikuse mõistmise memorandum teadusuuringutes ja meditsiinis kasutatavate erimaterjalide ja kütuse kättesaadavuse kohta) või teha Euroopa Komisjonile ettepanekuid meetmete võtmiseks.

See on ainus asutus, kes võib sõlmida lepinguid maakide, lähtematerjalide ja lõhustuvate erimaterjalide tarnimiseks EL-is, ning ta võib lepingu sõlmimisest keelduda. Agentuuri otsuse tarnelepingu kohta võib

[93] https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/introduction/nuclear-fuel-cycle-overview.aspx

vaidlustada komisjonis ning see menetlus toimib, kui agentuuri volituste kontrolli- ja tasakaalustus-süsteem[94].

2014. aastal võeti Euroopa Komisjoni poolt vastu soovitus, et uute tuumajaamade, mille disain ei pärine EL-ist, puhul tuleb tagada kütuse saadavus rohkem, kui ühelt tootjalt. Mitmel Euroopa tuumaelektrijaamadel on erinevaid tarnijaid, aga Bulgaaria, Tšehhi, Ungari, Slovakkia ja Soome jaamades töötavatel Venemaal projekteeritud reaktoritel on vaid üks tarnija – Rosatomile kuuluv TVEL, mistõttu on see üks väheseid Vene ettevõtteid, kellel endiselt lubatakse Euroopa territooriumil tegutseda[95]. Kütusetarnete puhul aitab Euroopa Komisjon Tšehhil, Soomel ja Bulgaarial võtta Ukraina eeskujul tarvitusele sobiliku kütuse Westinghouse'lt või Prantsusmaa ettevõtetelt. Tarned võiksid eelduslikult alata 2024.–2025. aastal. Ka Slovakkia on sõlminud lepingu Westinghouse'iga Vene tarnete asendamiseks, kuid uued tarned algaksid eelduslikult 2025. aastal. Hetkel jätkab Ungari TVELi tarnete kasutamist ning ühtlasi toimub Paks II tuumajaama ehitus, mis peaks lõppema 2030. aastate alguses[96].

Tuumkütuste tarnekindluse tagamisega tegeleb ka Euratomi Tarneagentuur ning liidusiseselt on loodud mehhanismid tuumajaamade kütusega varustamiseks. Sulasoolareaktorite jt alternatiivkütusel töötavate reaktorite osas võib rohkemate kui ühe tarnija tingimuse täitmine osutuda probleemseks. Riski maandamiseks on võimalus valida reaktoritüüp, mis kasutab maailmas enamlevinud nn tavalist tuumkütust (kuni 5% rikastusastmega U_{235} või Pu_{239}), mille tootjaid on turul palju. Lisaks EL-is valmistavale tuumkütusele on võimalik kütust tarnida ka kolmandatest riikidest, nt USA-st ja Kanadast.

Novembris 2023 oli ühe naela U_3O_8 hinnaks 80 dollarit ehk ca 161 eurot/kg[97]. Viimastel kuudel on uraani hind olnud kasvutrendis. Tuumajaama käitamise kuludest moodustab kütus 30–40%[98].

Tuumkütuse tootmise võimekuse (st uraani rikastamine, kütusekoostude tootmine) loomine Eestisse ei oleks tänastes tingimustes majanduslikult otstarbekas. Seega tuleb tuumkütus tarnida välismaistelt partneritelt. Rikastatud uraani ja kütusekoostude transport Eestisse peab toimuma vastavalt rahvusvahelistele regulatsioonidele ja ohutusnõuetele. Värske tuumkütus on peamiselt α-kiirguse allikas, mis on vähem läbitungiv, kui teised ioniseeriva kiirguse vormid, nagu β- või γ-kiirgus. See tähendab, et värske kütuse käsitsemisel on ohtlikkus väiksem ja see vajab transpordil võrreldes kasutatud tuumkütusega vähem kaitsemeetmeid. Käsitlemisel tuleb siiski rakendada rangeid ohutusmeetmeid.

Kütusekoostude kasutusaeg elektri tootmiseks varieerub, sõltudes kütuse rikastusastmest ja konkreetsest reaktoritüübist. Keskmiselt on kütusekoostude eluiga 18–24 kuud. Kogu rektoris olevat kütust ei vahetata välja ühe korraga. Kasutatud tuumkütus paigutatakse aastakümneteks tuumajaama lähedale spetsiaalselt ehitatud vesi- või õhkjahutusega hoidlatesse, mis on jaama disaini lahutamatuks osaks. See võimaldab lühiealistel ja suures koguses soojust emiteerivatel kõrgema aktiivsusega radionukliididel laguneda tasemini, kus neid saab edasi töödelda ning pakendada.

Kasutatud kütuse lõplik käitlemine nõuab pikaajalist lahendust. Võimalused hõlmavad sügavgeoloogilist ladustamist või taaskasutamist teistes riikides, kus on olemas vastavad tehnoloogiad.

Hetkel põhinevad TET kaalutlused ja ettepanekud eeldusel, et riik ise ei hakka jaama ehitama, vaid seda teeb erasektor, jälgides rahvusvahelist ja riiklikku õigusloomet, ohutus ja -julgeolekukriteeriume

[94] https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/euratom-supply-agency-esa_et
[95] https://diplomaatia.ee/euroopa-tuumaenergeetika-on-haavatav/
[96] https://spectator.sme.sk/c/23217840/slovakia-dumps-russian-nuclear-fuel.html
[97] https://tradingeconomics.com/commodity/uranium
[98] https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power.aspx

ning muid nõudeid. Tuumaelektrijaama rajamist kavandava Fermi Energia AS-i eesmärgiks on tarnida tuumkütust läbi Vattenfall Nuclear Fuel AB, mis on Vattenfall AB tütarfirma (Fermi Energia AS-i investor). Vattenfall Nuclear Fuel AB tarnib hetkel kütust viiele Vattenfalli reaktorile Rootsis ja omab lepinguid ettevõtetega, mis pakuvad uraani kaevandamise, töötlemise, rikastamise ja tuumkütuse valmistamise teenuseid üle maailma[99]. Vattenfall Nuclear Fuel AB tarnib standardset keevveereaktori kütust (GNF2) Forsmarki reaktoritele (Foto 7).

Eesti tuumaelektrijaama kütuse tarneteks tuleks sõlmida leping tuumajaama arendaja ja Vattenfall Nuclear Fuel AB vahel. GNF2 tüüpi kütus on tavaline madala rikastusega keevveereaktorikütus, mis ei vaja võrreldes olemasolevate tavapäraste tuumaelektrijaamadega täiendavaid meetmeid ladustamiseks ega transpordiks.

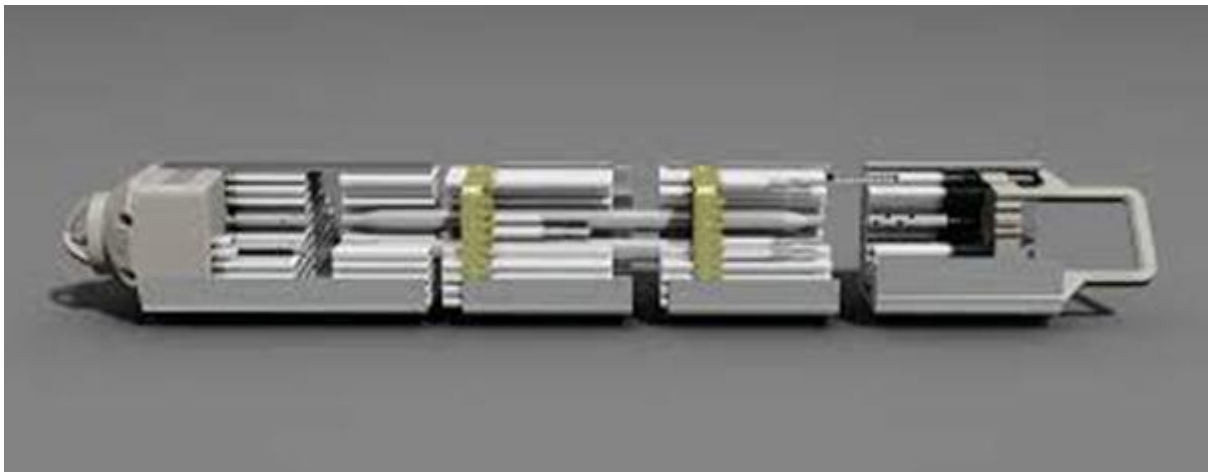


Foto 7. GNF2 kütusekoost (Allikas: Gevernova)

16.3 KASUTATUD TUUMKÜTUSE KÄITLEMINE (*BACK END*)

Kasutatud tuumkütus paigutatakse pärast reaktorist eemaldamist aastakümneteks tuumajaama lähedale spetsiaalselt märg- või kuivhoidlatesse, mis on jaama disaini lahutamatuks osaks. Hoidlas peavad olema kasutusel spetsiaalsed ohutus- ja julgeolekumeetmed, samuti kiirgusseire ning kasutatud kütusekoostude pidev seisukorra kontroll. Hoidla kogu eluea jooksul rakendub ka seal regulatiivne kontroll. Radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga järele tekib vajadus tuumajaama eluea lõpus, see tähendab umbes 50–60 aasta pärast peale tuumajaama käivitamist, kuigi kaasaegsete tuumaelektrijaamade elueaks kavandatakse ka kuni 80 aastat. Kasutatud tuumkütuse lõplikuks kõrvaldamiseks on lahendusteks kas sügavgeoloogiline lõppladustuspaik nagu Soomes ja Rootsis või süvapuurauk-tehnoloogia. Esimene variant on küps tehnoloogia, samas kui puuraukude lahendus, mis sobib eriti väikese jäätme kogusega tuumaprogrammile, on veel arendamisel. Järjest enam on ringmajanduse ja jäätmetekke vähendamise eesmärgil arendamisel ka kasutatud tuumkütuse taaskasutamise võimaluste uurimine ja arendamine. Näiteks on Euroopa Liidu tasemel ellu kutsutud radioaktiivsete jäätmete käitlusvariantide ja jätkusuutliku töötlemise uuringud (*European Partnership on Radioactive Waste Management EURAD-2),* milles osalemiseks on huvi üles näidanud ka Eesti (Tartu Ülikool).

Fermi Energia AS tellimusel koostas KBFI analüüsi, milles hinnati kasutatud kütuse lõppladustamise viiside tehnilisi ja majanduslikke aspekte. Selgus, et programmide puhul, mille tuumaelektrijaama võimsus on alla 1000 MW, võiks majanduslikust aspektist eelistada lõppladustamist sügavates

[99] Fermi Energia AS-i sisend IAEA 23.-31.10.2023 INIR-missiooni enesehindamise raportisse

puuraukudes. Suuremate programmide puhul oleks eelistatud lahenduseks sügavgeoloogiline lõppladustamine ehk nn „kaevandustüüpi“ lahendus. Radioaktiivsete jäätmete, sh kasutatud kütuse käitlemist ja ladustamist on käsitletud pikemalt peatükis 17.

Eesti tuumkütuse tsükli efektiivne korraldamine nõuab põhjalikku planeerimist, rahvusvahelist koostööd ja kõrgeid ohutusstandardeid. Protsess hõlmab kütuse hankimist, rikastamist, transporti, kasutamist tuumaelektrijaamas ning kasutatud kütuse käitlemist. Kõiki neid etappe reguleerivad ranged ohutus- ja keskkonnanõuded. Tuumkütuse tootmise võimekuse (s.t uraani rikastamine, kütusekoostude tootmine) loomine Eestisse ei oleks tänastes tingimustes majanduslikult otstarbekas, seega tuleb tuumkütus tarnida välismaistelt partneritelt. Tuumkütuste tarnekindluse tagamisega tegeleb Euratomi Tarneagentuur ning EL-is on loodud mehhanismid tuumajaamade kütusega varustamiseks. Tarneriskide maandamisvõimaluseks on võimalus valida reaktoritüüp, mis kasutab maailmas enamlevinud nn tavalist tuumkütust, mille tootjaid on turul palju. Lisaks EL-is valmistavale tuumkütusele on võimalik kütust tarnida ka kolmandatest riikidest, nt USA-st ja Kanadast. Tuumaelektrijaama rajamist kavandava Fermi Energia AS-i eesmärgiks on tarnida tuumkütust läbi Vattenfall Nuclear Fuel AB.

17. RADIOAKTIIVSETE JÄÄTMETE KÄITLEMINE

Radioaktiivsete jäätmetena käsitletakse radioaktiivseid aineid sisaldavaid või nendega saastunud aineid või esemeid, mille aktiivsus või aktiivsuskontsentratsioon on suurem, kui seaduse alusel kehtestatud vabastamistasemed ning mida tulevikus ei kavatseta kasutada. Radioaktiivseid jäätmeid tekib mitmesuguse tegevuse tulemusena, nt meditsiinis, teaduses ja tööstussektoris, samuti varieeruvad suures ulatuses tekkivate radioaktiivsete jäätmete aktiivsus ja maht. Tekkivad radioaktiivsed jäätmed võivad olla tahkel, vedelal või gaasilisel kujul. Eestis olemasolevad ja tekkivad jäätmed on eelkõige madala ja keskmise aktiivsusega tahked jäätmed. Vähesel määral tekib vedelaid radioaktiivseid jäätmeid. Enamik Eesti radioaktiivsetest jäätmetest pärinevad Nõukogude Liidu ajast. Tänapäeval on peamised radioaktiivsete jäätmete tekitajad kiirgustegevusluba omavad meditsiini-, tööstus- ja teadusasutused.

Ainsaks tegutsevaks rajatiseks radioaktiivsete jäätmete käitlemiseks ja vaheladustamiseks Eestis on Paldiskis asuv endine tuumaobjekt, mida haldab Kliimaministeeriumile kuuluv AS A.L.A.R.A. Paldiskis asuva endise Nõukogude Liidu tuumaallveelaevnike õppekeskuse kahe PWR reaktorisektsiooni likvideerimine toimub perioodil 2040–2050 ja peamiselt selleks otstarbeks Paldiskisse rajatav radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaik on kavandatud valmima aastaks 2040.

TET tellimusel läbi viidud meelsusuuringutest selgus, et ca 70% vastanute jaoks on suurimaks hirmuks tuumajaamas tekkivate jäätmete käitlus ning sellega kaasnev potentsiaalne keskkonnaoht. Nii tuumaenergia pooldajad kui ka vastased nentisid, et vajavad rohkem infot tuumajäätmete kohta.

17.1 RADIOAKTIIVSETE JÄÄTMETE ÕIGUSLIK REGULEERIMINE

Radioaktiivsete jäätmete käitlemise seisukohalt on üks olulisemaid rahvusvahelisi õigusakte kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete ohutu käitlemise ühendkonventsioon, mille eesmärk on elanike ja keskkonna kaitsmine tsiviilvaldkonnas tekkivate radioaktiivsete jäätmete ja kasutatud tuumkütuse käitlemisel tekkivate ohtude eest. Konventsiooni preambulas kinnitavad selle osalised, et kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete käitlemise ohutuse tagamise eest vastutab lõppastmes riik.

Väga suurt mõju riigisiseste nõuete kehtestamisele avaldavad Euroopa Liidu õigusaktid, millest olulisim on direktiiv 2011/70/Euratom, mille sisu langeb kokku kasutatud tuumkütuse ning radioaktiivsete jäätmete ohutu käitlemise ühendkonventsiooniga. Selle direktiiviga luuakse Euroopa Ühenduse raamistik kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete vastutustundlikuks ja ohutuks käitlemiseks.

Eesti Vabariigis on radioaktiivsete jäätmete käitlemise põhimõtted ning käitlemisega seotud kohustused sätestatud kiirgusseaduses. Täpsemad nõuded tekkivate jäätmete mahtude vähendamiseks ja radioaktiivsete jäätmete ohutu käitlemise tagamiseks on reguleeritud kiirgusseaduse alusel välja antud määrustes, samuti KeA välja antud kiirgustegevuslubades jäätmete tekitajatele ja käitlejatele.

EL-i Direktiiv 2011/70/Euratom nõuab, et kõik EL-i riigid omaksid riiklikku poliitikat kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete käitlemiseks ning koostaksid ja rakendaksid nende riiklikud programmid. Eestis on vastavalt direktiivile kehtestatud radioaktiivsete jäätmete käitlemise tegevuskava[100]. Tegevuskava on aluseks radioaktiivsete jäätmete käitlemise korraldamisel ning selle eesmärk on pakkuda otsustajatele ja jäätmete käitlejatele konkreetseid lahendusi radioaktiivsete jäätmete süstemaatiliseks käitlemiseks ja nende koguste vähendamiseks Eestis. Kavas on kirjeldatud

[100] https://kliimaministeerium.ee/elurikkus-keskkonnakaitse/kiirgus/radioaktiivsed-jaatmed

radioaktiivsete jäätmete ohutuks käitlemiseks volitatud asutusi, olemasolevaid ja vajalikke tehnilisi ja rahalisi vahendeid ning teadus- ja arendustegevust. Tegevuskava esitab ka valdkonna alleesmärgid, meetmed ja oodatavad tulemused aastani 2050.

Enne tuumaelektrijaamas tekkivate radioaktiivsete jäätmete strateegia väljatöötamist või olemasoleva radioaktiivsete jäätmete käitlemise tegevuskava täiendamist tuleb luua õiguslik raamistik, milles jäätmete haldamine toimub, koos reguleeriva raamistikuga, mis määratleb, kuidas jäätmete haldamise tegevusi reguleeritakse. Valitsus vastutab selle raamistiku loomise eest ja peab määrama sõltumatu reguleeriva asutuse jäätmete halduse määruste jõustamiseks. Seejuures on oluline arendada jäätmekäitluspoliitikat ja strateegiat koos kõigi osapooltega.

Radioaktiivsete jäätmete ja tuumkütuse käitlemiseks riiklikku poliitikat ja strateegiat kujundades on oluline, et käsitletaks radioaktiivsete jäätmete ekspordi ja impordi, kasutatud tuumkütuse käitlemise, radioaktiivsete jäätmete haldamise ning avaliku teabe ja osaluse küsimusi.

17.2 KASUTATUD TUUMKÜTUS EHK TUUMAJÄÄTMED

Kaasaegsete tuumareaktorite kütus koosneb metallist kütusevarrastest, mis sisaldavad väikeseid keraamilisi rikastatud uraanoksiidi graanuleid. Kütusevarrastest komplekteeritakse kütusekoostud, mis asetatakse reaktorisse. Pärast mitmeaastast kasutamist tõstetakse kütusevardad reaktori kõrval asuvasse jahutusbasseini, kus vesi toimib nii jahutaja kui ka kiirgusvarjestusena. Olenemata valitud strateegiast hõlmab kasutatud kütuse käitlemine alati teatud perioodi, mille jooksul hoitakse kütust ajutiselt reaktori juures asuvas basseinis. Kasutatud kütuses olevate radioisotoopide radioaktiivse lagunemise tõttu jätkub kütuses soojuse tootmine edasi. Esialgseks jahutamiseks ja varjestamiseks ning enne transportimist väljapoole tuleb kasutatud kütust vahetult pärast selle reaktorist eemaldamist hoida vee all reaktori kõrval asuvas jahutusbasseinis, et võimaldada nii kiirgustaseme kui ka soojustaseme olulist vähenemist. Hoidmisperioodi pikkus varieerub mõnest aastast kuni mitme aastakümneni, olenevalt basseini mahutavusest ja ka kasutatud kütuse käitlemise strateegiast. Hoidmine võimaldab lühiajalistel isotoopidel radioaktiivselt ära laguneda, mille tulemusena väheneb varrastest eralduv ioniseeriva kiirguse ja soojuse hulk. Vesi jahutab kütust ja pakub kaitset radioaktiivsel lagunemisel eralduva ioniseeriva kiirguse eest. Basseini vee pidev jahutamine aitab eemaldada kasutatud kütuse radioaktiivsel lagunemisel eralduvat soojust.

Sealt edasi viiakse kasutatud kütus reaktorihoonest eraldi asuvasse märghoidlasse ehk basseini (Foto 8), kuhu see jäetakse kuni tuumaelektrijaama eluea lõpuni, või kuivhoidlasse, mille tarbeks pakendatakse kütusevardad terasest ja raudbetoonist mahutitesse (Foto 9). See, kas hoiustada kasutatud kütust märg- või kuivhoidlas, on valikute küsimus, mis sõltub eelkõige jäätmekäitlus strateegiast, mille üks komponent on kulu-tulu analüüs.



Foto 8. Tuumajäätmete märghoidla Rootsis (Allikas IAEA). Foto 9. Kuivhoidla Šveitsis (Allikas Zwilag)

Tuumaenergiast elektritootmise algusest alates 1954. aastast kuni tänapäevani on kogu maailmas kokku tekkinud ligikaudu 400 000 tonni kasutatud tuumkütust. Aastas tekib kasutatud kütust maailmas 442 reaktori peale kokku umbes 7000 tonni[101,102].

17.3 TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISEL TEKKIVATE RADIOAKTIIVSETE JÄÄTMETE TEKE JA KÄITLEMINE

TET tellimusel viidi 2023. a. Breitenstein-Solutions poolt läbi analüüs tuumaelektrijaama käitamisel tekkivate radioaktiivsete jäätmete käitlemisest, ladustamisest ja riiklikust poliitikakujundamisest (Lisa 5). Kuna Eestile sobivaid väikereaktoreid veel kasutusel pole, siis esitati analüüsis hinnangulised jäätmekogused, mis tuginesid meile tinglikult sobivaks peetava GE Hitachi BWRX-300 reaktori andmetele ning tuumaelektrijaamade senistele kogemustele.

BWRX-300 reaktori tuum sisaldab 240 kütusekoostu ning aastas vahetatakse välja 36 kütusekoostu. Ühe kütusekoostu kaal on 324 kg. **Eesti võimaliku tuumajaama ühe reaktori aastane kasutatud kütuse kogus oleks tõenäoliselt 12 tonni. Arvestades tuumaelektrijaama elueaks 60 aastat, tekiks selle aja jooksul kasutatud kütust ühe reaktori kohta kokku 720 tonni.** Kolm sellist BWRX-300 reaktorit koguvõimsusega 900 MW toodaksid aastas umbes 35 tonni kasutatud kütust.

Kui kõik aasta jooksul tekkivad kasutatud kütusekoostud (kolmest BWRX-300 reaktorist) ümber töödelda, toodetaks umbes 15 tahkestatud kõrgaktiivseid jäätmeid sisaldavat pakendit (CSD-V[103] pakendi maht: 180 liitrit, pakendi mass: 489 kg, Foto 10) ja umbes 18 madal- ja keskaktiivseid jäätmeid sisaldavat pakendit (CSD-C[104] pakendi maht 180 liitrit, mass 700 kg, Foto 11). Ümbertöötlemisel tekiks aastas ka umbes 200 kg plutooniumi, mis on piisav 8-10 värske segatud oksiidkütuse (MOX) kütusekomplekti tootmiseks. MOX kütus koosneb kuni 12% ulatuses plutooniumist (millest 4–5% on lõhustuv) ja vaesestatud uraanist.

Kui kõik 60 aasta jooksul kolmest reaktorist tekkivad kasutatud kütusekoostud ümber töödelda, tekiks 2 900-3 350 CSD-V ja umbes 3600 CSD-C lõppladustamist vajavat pakendit. Plutooniumi tekiks kokku umbes 15 tonni.



Foto 10. Tahkestatud kõrgaktiivsete jäätmete pakend. Foto 11. Madal- ja keskaktiivsete jäätmete pakend (Allikas: Zwilag)

[101] https://www.iaea.org/newscenter/news/new-iaea-report-presents-global-overview-of-radioactive-waste-and-spent-fuel-management

[102] Võrdluseks, et 2021. aastal tekkis Statistikaameti andmetel ainuüksi Eestis ohtlikke jäätmeid, sealhulgas elavhõbedat, tsüaniidi, happeid, asbesti 1 590 000 tonni.

[103] Prantsusmaa radioaktiivsete jäätmete käitleja AREVA jäätmepakendi tüüp lõhustumisproduktidele: CSD-V – *Universal vitrified standard canisters*

[104] Prantsusmaa radioaktiivsete jäätmete käitleja AREVA jäätmepakendi tüüp madal- ja keskaktiivsetele jäätmetele: CSD-C – *Universal compacted standard canisters*

Mis puudutab jaamas tekkivaid madal- ja keskaktiivseid jäätmeid, siis nende koguseid pronoosida on keerulisem. Kogused sõltuvad paljuski jaama tehnilistest eripäradest ja jäätmete käitlemisele õigusaktidega kehtestatud nõuetest. Jaama käitamise ajal on seda tüüpi jäätmeteks näiteks saastunud kaitseülikonnad ja filtrid, mille kogused on väikesed. Madal- ja keskaktiivsete jäätmete koguseliselt suurim osa tekib jaama eluea lõpus selle lammutamisel. 1000 MW keev- ja surveveereaktorite puhul jäävad jaama lammutusjäätmete kogused vahemikku 5000 kuni 10 000 m^3. Enamik neist on väga madala aktiivsusega ning jäätmete mahtu on võimalik erinevate võtetega vähendada, näiteks nende kokku pressimisega. Tuumaelektrijaamas tekkivad madal- ja keskaktiivsed jäätmed tuleb ladustada selleks rajatavasse maapealsesse ja/või maapinnalähedasse lõppladustuspaika, mis on analoogne Paldiskisse Nõukogude Liidu tuumaallveelaevnike õppekeskuse reaktorisektsioonide likvideerimise tarvis rajatava lõppladustuspaigaga.

Tuumaelektrijaama käitamisperioodil on omanik/käitaja vastutav jaamas tekkiva kasutatud kütuse ja muude radioaktiivsete jäätmete käitlemise ja lõppladustamise-eelse vaheladustamise eest ning peab arvestama selle vajadusega jaama disainis ja personali planeerimisel. Kavandada tuleb kasutatud kütuse märg- või kuivhoidla ning hoidla madal- ja keskaktiivsetele jäätmetele. Madal- ja keskaktiivsete jäätmete käitlemisel ja vaheladustamisel on täiendavaks võimaluseks analüüsida koostöövõimalusi riikliku radioaktiivsete jäätmete käitlemise ja ladustamisega tegeleva ettevõttega.

17.3.1 SULETUD JA AVATUD KÜTUSETSÜKKEL

Riigil tuleb teha valik avatud ja suletud kütusetsükli vahel ehk otsustada, kas kasutatud kütust käsitletakse jäätmena, mis vajab pikaajaajalist hoiustamist ja seejärel lõppladustamist või nõuda selle ümbertöötlemist.

Kui Eesti otsustaks suletud kütusetsükli kasuks, siis hetkel oleks Euroopas ainsaks võimalikuks kütuse ümbertöötlejaks Prantsusmaa. Ümbertöötlemise puhul tuleb aga arvestada tuumamaterjali keeruka ja kalli transpordiga ning leida kasutatud kütusest valmistatud MOX-kütusele ostja, kui meil endil seda tüüpi kütuse kasutamise võimalus puudub. Seejuures tagastatakse riigile ümbertöötlemise järel siiski väike kogus jäätmeid, mida ei saa ringlusse võtta ning millele tuleb ikkagi leida lõppladustamise võimalus.

Avatud kütusetsükli osas pakub analüüs kasutatud kütuse lõppladustamiseks välja kolm valikut:

1. sügavgeoloogilise lõppladustuspaiga rajamine sarnaselt Soomele ja Rootsile;
2. puurauk meetodil lõppladustuspaiga rajamine, kus jäätmed viiakse spetsiaalsetes kapslites 1–3 km sügavusele maa alla;
3. osalemine regionaalse lõppladustuspaiga rajamisel.

Sügavgeoloogilise lõppladustuspaiga ja puurauk-meetodil lõppladustuspaiga rajamise võimalusi on käsitletud ruumianalüüsi alltöörühma tellitud analüüsis „Tuumaelektrijaama ja kasutatud tuumkütuse lõppladustuspaiga potentsiaalsete asukohtade ruumianalüüs“ (Lisa 5). Puurauk meetodil lõppladustuspaiga rajamine on alles katsetamisjärgus, mille esimene katserajatis on loodud ettevõtte Deep Isolation poolt USA-sse Texase osariiki[105]. Euroopas regionaalse lõppladustuspaiga rajamise projekti elluviimise võimaluste analüüsimiseks on loodud ERDO assotsiatsioon, kuhu kuuluvad Sloveenia, Hollandi, Taani, Norra, Itaalia, Horvaatia ja Belgia riiklikult nimetatud esindajad.[106]

[105] https://www.deepisolation.com/
[106] https://www.erdo.org/

Eestile on soovituseks hoida oma kasutatud tuumkütuse haldamise valikud avatuna. Tänases olukorras ei pruugi väikese koguse kasutatud tuumkütuse ümbertöötlemine olla majanduslikult ja rahvusvahelistest lepingutest tulenevalt esmaseks valikuks, kuid sellegipoolest ei tohiks kütuse ümbertöötlemise varianti õiguslikult piirata, sest tulevikus võib see ikkagi osutuda otstarbekaks. Seetõttu võiks kavandatava SMR-i projekteerimisel näha tehniliselt ette ka MOX-kütuse kasutamist.

17.4 KASUTATUD TUUMKÜTUSE PIKAAJALISE OHUTUSE TAGAMINE

Kuigi lõppladustamist vajavate jäätmete kogused on väiksed, tuleb silmas pidada, et kasutatud tuumkütus on varjestamata kujul inimesele ohtlik ning isegi mõneminutiline kokkupuude reaktorist vahetult välja võetud kütusega tähendaks kindlat surma. Seetõttu rakendatakse kasutatud kütuse käitlemisele ülirangeid ohutusstandardeid ja tuumaenergia peaaegu 70-aastasest ajaloost pole teada ühtegi jäätmete käitlemisega seotud surmajuhtumit. Kasutatud tuumkütuse kiirgustase hakkab küll kiiresti langema, kuid oma radioaktiivsust ei kaota ta tema koostises olevate isotoopide ülipikast poolestusajast tingituna täielikult kunagi. Vahetul kokkupuutel jääb kasutatud tuumkütus inimesele ohtlikuks siiski sadadeks, mitte tuhandeteks aastateks ning seejärel kujutaks need terviseohtu vaid juhul, kui need organismi satuvad, nt endale sisse süües. Jäätmete radioaktiivsuse loomulik vähenemine toimub selles sisalduvate radioisotoopide radioaktiivse lagunemise tõttu. Kõrgaktiivsed radioaktiivsed jäätmed saavutavad algselt kaevandatud maagi radioaktiivsuse taseme 1000–10 000 aasta jooksul[107].

17.4.1 RADIOAKTIIVSETE JÄÄTMETE LÕPPLADUSTAMISE JA JAAMA DEKOMISSIONEERIMISE FOND

Tuumajaamas tekkivate jäätmete ohutustamine ei tohi jääda tuumajaama eluea lõppedes riigi ega tulevaste põlvkondade kanda. Seepärast hakatakse jaama dekomissioneerimiseks (lammutamiseks) ja jäätmete lõppladustamiseks koguma raha kohe, kui tuumajaam on oma tööd alustanud. Enamuses tuumaenergiat tootvates riikides on see üheks elektrihinna komponendiks. Ka **Eestis tuleks tuumaelektrijaama rajamise otsuse korral ette näha tuumajaama käitajale rakendatav jäätmekäitluse ja dekomissioneerimise ehk likvideerimise fondi tasu.**

Pärast põhjalikke geoloogilisi uuringuid ja ohutuse hindamist ehitatakse lõppladustuspaik, kus on jäätmete ohutus tagatud aastatuhandeteks. Vahendeid kogutakse regulaarsete rahaliste maksetena ning hoitakse selleks loodavas riiklikus radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise ja dekomissioneerimisfondis, mille vara on riigieelarvest eraldatud ja millest võib teha väljamakseid üksnes tuumakäitise dekomissioneerimiseks peale selle kasutamise lõpetamist või piiratud ulatuses ka vastavate teadusuuringute või tehnoloogiate väljatöötamise rahastamiseks. Riik peab fondi asutamiseks ja valitsemiseks põhimõttel „saastaja maksab“ looma õigusliku raamistiku.

Fondi maksete suuruse üle ja väljamaksete tegemise riiklikust dekomissioneerimisfondist otsustab regulaator. Maksete suurus määratakse jäätmete lõppladustamise ja jaama dekomissioneerimise eeldatava maksumuse põhjal. Kõige levinum mehhanism fondidesse vahendite kogumiseks on tuumajaamas toodetava elektrienergia maksustamine. Näiteks 0,1 senti/kWh USA-s, 0,14 senti/kWh

[107] https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/radioactive-wastes-myths-and-realities.aspx

Prantsusmaal või 0,2 senti/kWh Rumeenias. Teised näited hõlmavad kindlaid aastatasusid (Koreas) või makseid proportsionaalselt tekitatud jäätmete mahtudelt (Belgias)[108].

Reservi suuruse hindamise metoodika, riikliku fondi sissemaksete ja sellest väljamaksete tegemise ning vara valitsemise, paigutamise ja kasutamise täpsemad tingimused ja kord tuleb kehtestada TEOS alamaktiga. Reservi suuruse määramisel tuleb lähtuda tuumakäitise kasutamise ja dekomissioneerimise ning tuumajäätmete ladustamise aluspõhimõtetest ning põhimõttest, et kulude katteks on riiklikus fondist iga ajahetkel piisavalt vahendeid. Reservi esmase suuruse iga tuumakäitise eeldatava kasutusaja kalendriaasta kohta määrab regulaator käitamisloa tingimustega.

Reservi summa peab katma:

1. tuumakäitise dekomissioneerimise kulud;
2. tuumakäitise käitamisel tekkinud kasutatud tuumkütuse, kiirgusallikate või radioaktiivsete jäätmete ohutustamise kulud;
3. kasutatud tuumkütuse või tuumajäätmete lõppladustamise eeldatavad kulud tuumakäitise eeldatava kasutusaja ja dekomissioneerimise vältel;
4. loa omaja kulud teadus- ja arendustegevusele;
5. eeldatavad kulud, mis on vajalikud jäätmete käitlemisega seotud järelevalveks;
6. riikliku fondi haldamise kulud.

Tuumajaama omaja/käitaja peab regulaatorile esitama algse dekomissioneerimiskulude prognoosi ning edaspidi seda regulaarselt uuendama, mille sagedus kehtestatakse õigusaktidega. Esimene uuendus tehakse rahvusvahelise praktika kohaselt reeglina viie aasta möödudes esmasest dekomissioneerimiskulude prognoosi esitamisest. Kui regulaator tuvastab, et dekomissioneerimis-reservi suurus ei kata tuumakäitise dekomissioneerimise või radioaktiivsete jäätmete lõppladustuskoha kulusid, on tal õigus suurendada reservi suurust. Fond registreeritakse riigi- ja kohaliku omavalitsuse asutuste riiklikus registris selle registri põhimääruses sätestatud korras. Fond juhindub tegevuses TEOSest, fondi põhikirjast ja teistest õigusaktidest. Põhikirja kinnitab ja selles teeb muudatusi Vabariigi Valitsus valdkonna eest vastutava ministri ettepanekul.

Eestis olemasolevad ja tekkivad radioaktiivsed jäätmed on eelkõige madala ja keskmise aktiivsusega tahked jäätmed. Enamik Eesti radioaktiivsetest jäätmetest pärineb Nõukogude Liidu ajast. Tänapäeval on peamised radioaktiivsete jäätmete tekitajad kiirgustegevusluba omavad meditsiini-, tööstus- ja teadusasutused. Ainsaks tegutsevaks rajatiseks radioaktiivsete jäätmete käitlemiseks ja vaheladustamiseks Eestis on Paldiskis asuv endine tuumaobjekt, mida haldab Kliimaministeeriumile kuuluv AS A.L.A.R.A. Paldiskis asuva endise Nõukogude Liidu tuumaallveelaevnike õppekeskuse reaktorisektsioonide likvideerimine toimub perioodil 2040–2050 ja peamiselt selleks otstarbeks Paldiskisse rajatav radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaik on kavandatud valmima aastaks 2040.

Enne tuumaelektrijaamas tekkivate radioaktiivsete jäätmete strateegia väljatöötamist või olemasoleva radioaktiivsete jäätmete käitlemise tegevuskava täiendamist tuleb luua õiguslik raamistik, milles jäätmete haldamine toimub, koos reguleeriva raamistikuga, mis määratleb, kuidas jäätmete haldamise tegevusi reguleeritakse.

[108] https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/radioactive-waste-management.aspx

TET tellimusel viidi läbi analüüs tuumaelektrijaama käitamisel tekkivate radioaktiivsete jäätmete käitlemisest, ladustamisest ja riiklikust poliitikakujundamisest. Analüüsi kohaselt on Eesti võimaliku tuumajaama ühe reaktori aastane kasutatud kütuse kogus oleks tõenäoliselt 12 tonni. Arvestades tuumaelektrijaama elueaks 60 aastat, tekiks selle aja jooksul kasutatud kütust ühe reaktori kohta kokku 720 tonni. Tuumaelektrijaama käitamisperioodil on omanik/käitaja vastutav jaamas tekkiva kasutatud kütuse ja muude radioaktiivsete jäätmete käitlemise ja lõppladustamise eelse ladustamise eest ning arvestama selle vajadusega jaama disainis ja personali planeerimisel.

Riigil tuleb teha valik avatud ja suletud kütusetsükli vahel ehk otsustada, kas kasutatud kütust käsitletakse jäätmena, mis vajab pikaajaajalist hoiustamist ja seejärel lõppladustamist või nõuda selle ümbertöötlemist. Avatud kütusetsükli osas pakub analüüs kasutatud kütuse lõppladustamiseks välja kolm valikut:

1. sügavgeoloogilise lõppladustuspaiga rajamine sarnaselt Soomele ja Rootsile;
2. puurauk meetodil lõppladustuspaiga rajamine, kus jäätmed viiakse spetsiaalsetes kapslites 1-3 km sügavusele maa alla;
3. osalemine regionaalse lõppladustuspaiga rajamisel.

Soovituseks on hoida oma kasutatud tuumkütuse haldamise valikud avatuna. Tänases olukorras ei pruugi väikese koguse kasutatud tuumkütuse ümbertöötlemine olla esmaseks valikuks, kuid sellegipoolest ei tohiks kütuse ümbertöötlemise varianti õiguslikult piirata.

Tuumaelektrijaamas tekkivad madal- ja keskaktiivsed jäätmed tuleb ladustada selleks rajatavasse maapealsesse ja/või maapinnalähedasse lõppladustuspaika, mis on analoogne Paldiskisse Nõukogude Liidu tuumaallveelaevnike õppekeskuse reaktorisektsioonide likvideerimise tarvis rajatava lõppladustuspaigaga.

Selleks, et tuumajaamas tekkivate jäätmete ohutustamine ei jääks riigi ega tulevaste põlvkondade kanda, tuleks Eestis tuumaelektrijaama rajamise otsuse korral ette näha tuumajaama käitajale rakendatav jäätmekäitluse ja dekomissioneerimise ehk likvideerimise fondi tasu.

18. TÖÖSTUSE KAASAMINE

Tuumaelektrijaama rajamine pakub võimalusi kohaliku tööstussektori rakendamiseks ja arendamiseks. Tuumaprogrammides kaardistatakse, mis ulatuses oleks võimalik tuumaelektrijaama rajamine kohalike ettevõtete osalusel, arvestades juba olemasolevaid võimekusi, pakutavaid tehnilisi teenuseid, rakendatud kvaliteedi standardeid ja tõenäolisi investeeringuid. Kohaliku tööstussektori kaasamine on oluline, et toetada ohutut ja usaldusväärset tuumaenergiaprogrammi selle erinevates etappides – tuumaelektrijaama planeerimisest kuni kasutusest kõrvaldamiseni (dekomissioneerimine).

Kohalikult tööstuselt nõuab tuumaenergiaprogrammis osalemine suutlikkust järgida rangeid kvaliteedinõudeid ning standardeid ja vastavate juhtimissüsteemide ja kvaliteediprogrammide arendamist ning rakendamist. Teiste riikide kogemus on tõestanud, et tööstuse pingutused kõrgeid kvaliteedi nõudeid täita kanduvad üle ka teistesse tööstussektoritesse ja ei piirdu ainult tuumaenergiaprogrammiga seotud projektidega. Riigi ülesanne on välja töötada kohaliku tööstuse kaasamise poliitika ja eesmärgid, sh võimalikud toetusmehhanismid tööstuse võimekuste väljaarendamiseks, et saavutada tuumaalase oskusteabe ja kogenud personali optimaalne tase, et tagada tuumajaama tõhus ja ohutu käitlemine ning hooldus. [109]

Suuremahulisi investeeringuid nõudvate projektide puhul toetab kohalike ettevõtete suurem osalus majanduskasvu ja töökohtade loomist. See reegel kehtib ka projektide puhul, mis ei ole kunagi realiseerunud või on valminud hilinemisega ja üle eelarve. Seni, kuni raha kulutatakse kohalikult, on suur tõenäosus, et see avaldab positiivset makromajanduslikku mõju[110].

18.1 EESTI TÖÖSTUSETTEVÕTETE POTENTSIAAL TUUMAELEKTRIJAAMA EHITAMISEL OSALEMISEKS

Võimalikest teenusepakkujatest ülevaate saamiseks viis Fermi Energia AS-i 2022. a. läbi tarneahela analüüsi. Informatsioon koguti ettevõtete esindajatega tehtud intervjuudest ja/või ettevõtete ametlikelt veebilehtedelt. Analüüsi põhjal oleks tuumaelektrijaama ehitamisse ja selle komponentide tootmise protsessis kõige suurema tõenäosusega võimalik kaasuda järgmiste valdkondade ettevõttetel:

1. Elektriseadmed;
2. Metallitööstus;
3. Masinad ja seadmed;
4. Ehitus;
5. Arhitektuuri- ja inseneriteenused;
6. Tehnilised katse- ja analüüsiteenused;
7. Transporditeenused;
8. Arvuti-, elektroonika- ja optikatooted;
9. Programmeerimine, info ja kommunikatsiooniteenused;
10. Masinate ja seadmete remondi- ja paigaldusteenused.

Nimekirja esimesed neli oleks tuumaelektrijaama ehitamisel jaoks kõige suurema osalemise võimalusega. Nendes valdkondades on potentsiaali tuumaelektrijaama ehitusel osalemiseks ca 30-l Eestis registreeritud ettevõttel. Mitmed neist on osalenud tuumaelektrijaamade rajamisel Soomes või

[109] https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1703_web.pdf
[110] https://nucleus.iaea.org/sites/INPRO/df15/IAEA/DARDOUR.pdf

tootnud komponente EL riikides asuvatele tuumaelektrijaamadele. Lisaks oleks väiksemas mahus kaasatud administratiivhoonete sisustuse, kommunaal- ja keskkonnateenused, logistikateenused jne nagu mistahes muu suuremahulise tööstusprojekti puhul.

Tuumaelektrijaama rajamise projektis osalemiseks on olulised eelkõige kvaliteedi- ja keskkonna-juhtimissüsteemi ning valdkonnaspetsiifilisi nõudeid sisaldavad tehnoloogiatarnija päritolumaa standardid, ISO standardid, IEC standardid, IAEA standardid ja regulaatorite poolt kehtestatud erinõuete järgimine.

Eestis on hulk ettevõtteid, mis toodavad terasest struktuure, anumaid ja soojusvaheteid, mis moodustavad suure osa nii soojus- ja elektrijaamade kui ka tuumaelektrijaama komponentidest. Lisaks ISO ja IEC standarditele on kohalike ettevõtete seas ka NATO standardeid järgivaid tööstusettevõtteid. Eeltoodust lähtuvalt on Eestil head võimalused kohaliku tarneahela arendamiseks tuumaelektrijaama komponentide tootmiseks ning tuumaelektrijaama ehitusel osalemiseks.

18.2 RIIGI ROLL TÖÖSTUSSEKTORI KAASAMISEL

Riiklikul tasandil ei ole Eestis tööstuse kaasamiseks tuumaelektrijaama rajamisse käesolevas etapis kindlaks määratud eesmärke ega poliitikat. Üldised tööstussektori aredamise eesmärgid on kirjeldatud 2023. a. augustis Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi poolt koostöös tööstuse erialaliitude ja ettevõtjatega koostatud dokumendid „Tööstuspoliitika 2035“, mis käsitleb üle arengukavade neid teemasid, mis vajavad Eesti tööstuse tervikliku arengu seisukohast poliitikakujundajatelt tugevamat tähelepanu. Selle üheks eesmärgiks on tagada tööstuse kui Eesti peamise majandusharu nähtavus ja väärtustamine ning tööstusettevõtetega arvestamine otsuste tegemisel. Tööstuspoliitika dokumendi eesmärkidest lähtuvalt lepivad Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium ja dokumendi koostamises osalenud partnerid kokku iga-aastased tegevused nende elluviimiseks.[111]

Tuumaelektrijaama rajamise projektis osalemise soodustamiseks tuleks tegevuskavas ette näha ka tegevused selle toetamiseks. Ettepaneku välja töötada riiklik poliitika kohaliku tööstussektori kaasamiseks tuumaprogrammi rakendamisse esitas Eestile ka IAEA 23.–30.10.2023 toimunud INIR missiooni käigus.

Tööstussektori kaasamiseks on kogu projekti vältel säilitada avatus ja pakkuda kohalikele ettevõtetele (näiteks erialaliitude kaudu) informatsiooni ja võimalusi ettepanekute esitamiseks. Kaasamise, koostöö ja teabe vahetamise osas potentsiaalsete tarnijate ja kohalike tööstusorganisatsioonidega tuleb jätkata infoseminaride korraldamist, seda ka riigi poolt, ning kaasata neid tuumaenergiaga seotud üritustele. Tuumaelektrijaama rajamise projektis vajalike sertifikaatide, kvalifikatsiooninõuete täitmiseks ja arendustegevusteks on võimaluseks kasutada Ettevõtluse ja Innovatsiooni Sihtasutus (EISA) (endise nimega KredEx ja Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus) võimalusi. EISA eesmärkideks on suurendada Eesti rahvusvahelist konkurentsivõimet, arendada ettevõtlust ja elukeskkonda, tuua Eestisse kõrge lisandväärtusega välisinvesteeringuid ning aidata värvata tipptasemel rahvusvahelisi töötajaid. Ettevõtetele pakutakse toetusi, laene, riskikapitali, krediidikindlustust ja garantiisid, et toetada nende kiiret arengut ja turvalist laienemist välisturgudele. Samuti saaks ettevõtteid toetada Eesti Kaubandus-Tööstuskoda, mis pakub nõustamisteenust erinevatest ettevõtlusvaldkondadest, sh juriidilist ekspordialast, väliskaubandus- ja tollialast ning EL-alast konsultatsiooni.

Novembris 2023 Slovakkias Bratislavas toimunud ENEF kohtumisel teavitas Euroopa Komisjon liikmesriike ettevalmistustöödest Euroopa väikereaktorite tööstusliidu loomiseks.

[111] https://www.mkm.ee/ettevotlus-ja-innovatsioon/toostus/toostuspoliitika

Väikereaktorite tööstusliit keskendub:

1. **Turu soodustamisele**
   vastates energiamahukate tööstuste vajadustele ja SMR-ide poolt pakutavatele lahendustele.
2. **Rahastamisele**
   analüüsitakse kulude jagamise võimalusi ja finantsabi individuaalsete projektide jaoks.
3. **Tagamisega, et tuumaenergia tööstus oleks hästi varustatud**
   sealhulgas hariduse ja koolituse tugevdamine, et tagada oskustööjõud ning Euroopa Liidu tarneahela suurendamine SMR-ide arendamisel.
4. **Innovatsiooni, uurimistöö ja arenduse toetamine**
   tuvastades vajadused asjakohaste programmide ja rajatiste loomiseks[112].

Kohalike ettevõtete suurem osalus tuumaelektrijaama rajamise projektis toetab majanduskasvu ja töökohtade loomist ning loob eeldused tagamaks tuumaelektrijaama tõhus ja ohutu käitlemine. Kõige suurema tõenäosusega on võimalik kaasuda elektriseadmete tootmise, metallitööstuse, masinate ja seadmete ning ehituse valdkonna ettevõtetel. Osalemise soodustamiseks tuleks „Tööstuspoliitika 2035“ tegevuskavas ette näha ka tegevused selle toetamiseks ning jätkata ettevõtetega avatud suhtlust, koostööd ja teabevahetust tuumaenergia kasutuselevõtu küsimustes.

[112] https://www.nuclearеurope.eu/press-release/european-commission-announces-creation-of-small-modular-reactor-alliance/

19. HANKED

IAEA juhendis eeldatakse, et tuumajaam rajatakse „võtmed kätte“ lepinguga (EPC), kus töövõtja sõlmib tellijaga ühe lepingu ning teostab kõik projekti etapid alates projekteerimisest kuni ehituseni. Töövõtja peab olema teadlik, et tuumaelektrijaama varustuse ja teenuste hangetele rakenduvad eritingimused. IAEA on liikmesriikidele välja töötanud ka vastava juhendi NP-T-3.21 „Tuumarajatiste käitamise ja hoolduse hanketehnika ja tarneahela juhised“[113]. Rakenduvateks eritingimusteks on näiteks ohutusstandardid, kvaliteedikontroll, sertifikaadid, mis tõendavad toodete vastavust standarditele ja nõuetele. Sinna juurde kuulub ka põhjalik dokumentatsioon komponentide omaduste, testimise ja hoolduse kohta, mis peab olema kättesaadav regulaatoritele ja jaama käitajale. Nende tingimuste täitmist peavad kontrollima nii lepinguline töövõtja kui tellija. Samuti kontrollib ja teostab nõuete täitmise üle järelevalvet regulaator lubade väljastamise protsessi käigus.

Kaupade, teenuste ja tuumaelektrijaamadega seotud tööde hankimine peab vastama asjakohastele EL-i õigusaktidele tuumaohutuse, turvalisuse ja kiirguskaitse valdkonnas ning ka riiklikele seadustele ja määrustele. Tuumaelektrijaamade hanketegevused peavad tagama, et personali, avalikkuse ja keskkonna ohutus ja turvalisus oleksid tagatud ning kasutatud materjalid ja tehnoloogia vastaksid kõrgeimatele standarditele.

19.1 HANGETE LÄBIVIIMISEL JULGEOLEKURISKIDEGA ARVESTAMINE

Lisaks kvaliteedi ja ohutusega seotud aspektidele võivad osade tuumaelektrijaamas kasutatavate komponentide ja seadmete hangete puhul olulist rolli mängida ka julgeoleku aspektid, mille puhul võidakse välistada osad tootjad või hooldus- või tugiteenuste pakkujad nendest tuleneva kõrge riski tõttu. Vastavad sätted peavad sisalduma ka siseriiklikes õigusaktides. Näitena saab siinkohal tuua elektroonilise side seaduse[114], mille § 87^3 lõike 1 kohaselt ei tohi sideteenuse osutamisel sidevõrgus kasutatav riist- või tarkvara ohustada riigi julgeolekut.

Reaktori peamiste komponentide osas on eeldatud, et need tarnib SMR-i tootja, kes omakorda võib nende tootmiseks kasutada mitmeid ettevõtteid. Kui riigi poolt oleme teinud otsuse/rakendame põhimõtet, et ei luba tuumajaam rajamisel kasutada teatud riikides (nt Venemaal) toodetud komponente, siis kontrollitakse selle nõude täitmist tuumajaama rajamise tehnilise dokumentatsiooni läbivaatamisel regulaatori poolt. Eelnev hankedokumentide kontroll peab selles osas olema tehtud jaama rajaja poolt, et sellised pakkujad kõrvale heita. Põhjalik kontroll on hilisema laotaotluse menetluse seisukohast ka nende jaoks oluline, sest iga eksimus pikendab projekti elluviimise tähtaega.

Kui tuumareaktori ehituses kasutatavate detailide ja tuumkütuse osas on ebasõbralikke riike lihtne välistada, siis jaamas kasutusel olevate mitte-tuumaspetsiifiliste osadega, nt osade elektroonikaseadmetega puhul võib nende välistamine osutuda keerulisemaks. Nendel juhtudel tuleb lähtuda riskihinnangust. Teatud riikide tootjad tuleb välistada jaama turvalisuse seisukohast olulist rolli mängivate seadmete puhul, nt valvekaamerad, ruuterid, sidevahendid.

[113] https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1725_web.pdf
[114] https://www.riigiteataja.ee/akt/120122022010

19.2 RIIGIHANKED

Lisaks tuumaelektrijaama tellijale ja ehitajale peavad tuumaprogrammi rakendamisega seotud teenuseid sisse ostma ka riigiasutused, kes järgivad selles protsessis riigihangete seadust[115]. Riigiasutused ja riigi äriühingud lähtuvad hangete läbiviimisel riigihangete seadusest (RHS) ja selle alusel välja antud õigusaktidest, riigihangete valdkonda reguleerivatest direktiividest, Euroopa Liidu kohtupraktikast ning ministeeriumi sisemist töökorraldust reguleerivatest õigusaktidest. Välisrahastaja korral arvestatakse lisaks nende finantseerimisasutuste kehtestatud erinõudeid. Sõltumata hanke eeldatavast maksumusest, tuleb hanke korraldamisel järgida riigihangete seaduses sätestatud üldpõhimõtteid. Hankega seotud isikul on kohustus järgida huvide konflikti vältimist. RTK hankeüksus viib läbi hankeid vastavalt RTK hankeüksuse ja riigiasutuse vahel kokku lepitud toimemudelile. Väikeostud maksumusega kuni 29 999,99 eurot käibemaksuta viib üldjuhul läbi iga asutus ise vastavalt oma asutuses kehtestatud väikeostude läbiviimise korrale.

TET tuumaenergia kasutuselevõtu kaalumise protsessis viidi 2022–2023 läbi riigihanked järgmiste tööde tellimiseks:

1. Tuumaelektrijaama ja kasutatud tuumkütuse lõppladustuspaiga potentsiaalsete asukohtade ruumianalüüs;
2. Inimressursside arendamise strateegia ja regulatiivse raamistiku kaardistamine;
3. Õigusraamistiku kaardistamine tuumaprogrammiga alustamiseks ning tuumaseaduse eelnõu ajakohastamine.

Positiivsele otsusele järgnevas etapis on 8 kuu jooksul tõenäoliselt vajalik läbi viia vähemalt järgmised riigihanked:

1. riiklike poliitikate loomiseks;
2. õigusloome protsesside toetamiseks;
3. kommunikatsiooni ja kaasamistegevusteks;
4. regulaatori ja lubade väljastamise süsteemi loomise toetamiseks;
5. inimressursside arendamiseks.

Tuumaprogrammi rakendamise hilisemates etappides lisanduvad teenuste hangetele ka hanked laboritehnika ja päästevarustuse soetamiseks. Osade tegevuste puhul on võimalik riigihangete läbiviimise asemel kasutada ka rahvusvahelise koostöö võimalusi. Näiteks on võimalik regulaatori loomiseks ja selle personali arendamiseks teha koostööd IAEA ja/või USA ning teiste riikide valitsusasutustega.

Tuumaelektrijaama varustuse ja teenuste hangetele rakenduvad eritingimused. Nende täitmist kontrollivad lepinguline töövõtja, tellija ja regulaator lubade väljastamise protsessi käigus. Arvestama peab ka julgeoleku aspektidega, et vältida ebasõbralike riikide tootjaid. Riigiasutuste poolt tuumaprogrammi rakendamise protsessis vajalike teenuste ja seadmete ostmisel lähtutakse riigihanke seadusest.

[115] https://www.riigiteataja.ee/akt/123022023007

20. TUUMAPROGRAMMI RAKENDAMISE AJA- JA TEGEVUSKAVA

Tabelis 13 on esitatud tuumaprogrammi rakendamise erinevate etappide peamised tegevused koos nende kestuse ajaga ning etappide eelarvega.

<table>
<tr><td>Ajakava</td><td colspan="4">I ETAPP: analüüs ja kaalutlused enne otsust</td><td colspan="16">II ETAPP: ettevalmistavad tegevused</td><td colspan="16">III ETAPP: tegevused tuumaelektrijaama kasutuselevõtmiseks</td><td rowspan="3">Elektritootmise algus</td></tr>
<tr><td>Aasta</td><td colspan="4">0</td><td colspan="4">1</td><td colspan="4">2</td><td colspan="8">3</td><td colspan="4">4</td><td colspan="4">5</td><td colspan="4">6</td><td colspan="4">7</td><td colspan="4">8</td><td colspan="4">9</td><td colspan="4">10</td><td colspan="4">11</td></tr>
<tr><td>Kvartal</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Tegevus</td><td colspan="2">TET lõpparuanne</td><td colspan="6"></td><td colspan="8">Tuumaenergia ja -ohutuse seaduse eelnõu menetlus</td><td colspan="8"></td><td>IAEA SEED missioon</td><td></td><td colspan="2">IAEA INIR-2 missioon</td><td colspan="12"></td><td>IAEA INIR-3 missioon</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3">Põhimõtteline otsus</td><td colspan="6"></td><td colspan="16">Täiendavate õigusaktide koostamine</td><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td><td colspan="3">Tuumaregulaatori loomine</td><td colspan="3"></td><td colspan="8">Regulaatori poolt asukohavaliku tuumaohutuse hindamine</td><td colspan="6">Ehitusloa menetlus</td><td colspan="10">Regulaatori poolne järelevalve ja kontroll</td><td colspan="4">Kasutusloa menetlus</td><td colspan="3">Kütuse laadimise luba</td><td colspan="2">Käitamis-luba</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td colspan="3">TET kooseisu uuendamine, alltöörühmade loomine</td><td colspan="16">Ruumiline planeerimine (IAEA asukohavalik)</td><td colspan="8"></td><td colspan="8">Tuumajaama ehitus</td><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td colspan="20"></td><td colspan="20">Pääste- ja tehnilise võimekuse loomine</td></tr>
<tr><td colspan="4">Riiklike baaskompetentside arendamine</td><td colspan="36">Riiklike pädevuste arendamine: regulaatori personali koolitamine, haridusprogrammid, pääste- ja tervishoiu valdkondlikud pädevused</td><td>Kokku kuni</td></tr>
<tr><td>Eelarve (RE)</td><td colspan="4">0,37 mlj €</td><td colspan="20">37,73 milj € + kuni 18,08 milj € päästevõimekuse arendamiseks</td><td colspan="16">34,83 milj € + kuni 36,17 mil € päästevõimekuse arendamise kulusid</td><td>127 milj €</td></tr>
<tr><td>Pos. stsenaarium (30% kokkuhoidu)</td><td colspan="4">0,26 milj €</td><td colspan="20">26,41 € milj + kuni 12,66 milj € päästevõimekuse arendamiseks</td><td colspan="16">24,38 milj € + 25,32 milj € päästevõimekuse arendamiseks</td><td>88,03 milj €</td></tr>
<tr><td>Neg. stsenaarium (30% kallinemist)</td><td colspan="4">0,48 milj €</td><td colspan="20">49 milj € + kuni 24,44 milj € päästevõimekuse arendamiseks</td><td colspan="16">45,28 milj € + kuni 47,02 milj € päästevõimekuse arendamiseks</td><td>166,22 milj €</td></tr>
</table>

Tabel 13. Tuumaprogrammi rakendamise tegevused, ajakava ja eelarve aastatel 0-11 (*Allikas: TET*)

20.1 I ETAPP: ANALÜÜS JA KAALUTLUSED

I etapis toimuvad käesoleva aruande põhja algatatud arutelud Vabariigi Valitsuses ja Riigikogus, millele järgneb esmase põhimõttelise otsuse langetamise tuumaenergia kasutuselevõtu osas. Kui otsus on positiivne ja riik otsustab alustada tuumaenergia kasutuselevõtuks riikliku taustsüsteemi loomisega, jätkab TET selleks ettevalmistuste tegemist. Selleks on vaja:

1. **Vabariigi Valitsuse poolt uuendada TET mandaati**
   andes volitused regulatiivse- ja õigusraamistiku loomiseks ning kehtestades tähtajad regulaatori loomise ettepaneku ja TEOS eelnõu esitamiseks;
2. **uuendada TET koosseisu**
   lisades liikmeteks täiendavate asutuste, riigi ettevõtete ja ülikoolide esindajad. Lisaks tuleks formaliseerida koostöömemorandumi sõlmimisega potentsiaalse arendaja suhtlus ja sisendi andmine TET tegevusse;
3. **luua alltöörühmad:**

   - **õigusloomeks**
     TEOS-e ja selle alamaktide eelnõude koostamiseks ja teiste õigusaktide muutmiseks ja täiendamiseks Kliimaministeeriumi juhtimisel;
   - **inimressursside arendamiseks**
     regulaatori töötajate koolituskavade, haridusprogrammide koostamiseks, pääste- ja tervishoiu valdkonna töötajate täiendõppe korraldamiseks Haridus- ja Teadusministeeriumi juhtimisel;
   - **regulaatori loomiseks ettevalmistuste tegemiseks**
     Vabariigi Valitsuse seaduse muutmise eelnõu ettevalmistamiseks, põhimääruse koostamiseks, kvaliteedijuhtimissüsteemi loomiseks, töötajate värbamiskava koostamiseks, rahvusvahelise suhtluse ja abi koordineerimiseks Keskkonnaameti juhtimisel.

I etapis jätkatakse riiklike tuumaenergiaalaste baaskompetentside arendamist koostöös IAEA-ga ning USA FIRST programmi raames.

20.2 II ETAPP: ETTEVALMISTAVAD TEGEVUSED

Ettevalmistuste tegemise etapp kestab programmi rakendamise esimese aasta algusest viienda aasta alguseni, kiirendatud ajakava korral kuni aasta võrra vähem. Etapi alguses toimub tuumaregulaatori moodustamine Vabariigi Valitsuse seaduse alusel, kuid toimepädevuse saavutab regulaator TEOS vastuvõtmise järgselt. Alustatakse regulaatorisse võtmekompetentsidega personali värbamist vastavalt I etapis koostatud värbamiskavale.

Tuumaprogrammi rakendamise esimesel aastal alustatakse TEOS-e ja selle alamaktide ning teiste õigusaktide eelnõude menetlust. TEOS eelnõu menetluse ajakuluks – eelnõu väljatöötamiskavatsuse kooskõlastamiseks, huvirühmadega konsulteerimiseks, eelnõu koostamiseks, kooskõlastamiseks ja menetluseks Vabariigi Valitsuses ning Riigikogus on kavandatud 33 kuud, kiirendatud ajakava korral 24 kuud.

TEOS-ega samas ajaraamis tuleks menetleda ka määrus, millega kehtestatakse jaama asukoha tuumaohutushinnangu koostamise kriteeriumid – nõuded disaini ja asukoha ohutusele ja tootja ning taotleja juhtimis- ja kvaliteedisüsteemidele. Samuti tuleb sellega sätestada vajadus asukohale koostatud tuumaohutushinnangu heaks kiitmiseks regulaatori poolt. Täiendavate õigusaktide koostamine ja menetlemine algab paralleelselt TEOS-e menetlusega, kuid kestab ajaliselt 60 kuud ehk 5 aastat, kiirendatud ajakava puhul 39 kuud ehk kogu II etapi kestuse vältel ning jätkub ka III etapis. Pikk õigusloome protsess on seotud eelkõige tuumaprogrammi edenedes vajalike määruste ja õigusaktide muudatustega, mis on vajalikud asukohauuringuteks, ohutushinnanguteks, lubade menetlusprotsessis, ehitustegevuse ettevalmistamiseks, hädaolukordadeks valmisoleku tagamiseks jne. Kiirendatud ajakava puhul kasutatakse õigusaktide eelnõude koostamisel suuremas mahus õiguspartneritelt ja rahvusvahelistelt ekspertidelt sisseostetavaid teenuseid.

Lisaks riiklikele baaskompetentsidele tuleb II etapis alustada spetsialistide koolitamist koostöös välisülikoolidega ning arenda Eesti ülikoolide ja kutsehariduskeskuste õppeprogramme. Samuti tuleb CBRN teemade senisest põhjalikum käsitlus sisse viia Sisekaitseakadeemia õppekavasse.

Etapi alguses algavad planeerimisseaduse alusel ka ruumilise planeerimise tegevused tuumaelektrijaamale parima asukoha väljaselgitamiseks. Riigi eriplaneeringu protsess koosneb kahest etapist ja 2023. a. märtsis jõustunud planeerimisseaduse muudatuse alusel on võimalik loobuda teise etapi menetlusest. Riigi eriplaneeringu detailse lahenduse (teine etapp) koostamisest loobumisel on võimalik planeering koostada 36 kuu ehk 3 aastaga. Detailse lahenduse koostamisel lisandub 24 kuud ehk 2 aastat. Ruumilise planeerimise käigus suureneb tuumaregulaatori roll ja algab esimeste lubade menetlus, millest esimesena antakse kinnitus asukohavalikule.

Riigi eriplaneeringu koostamisel on maakasutus- ja ehitustingimuste määramiseks ja ohutushinnangu koostamiseks tarvilik teada tuumajaama tehnoloogiat. Selle eelduseks on ohutuse hindamiseks vajalike õigusaktide vastuvõtmine (TEOS ja selle määrused). Samuti on tehnoloogiavalik oluline päästevõimekuse arendamise seisukohast vajaduste väljaselgitamiseks ja konkreetsete võimekuste väljaarendamiseks. Tehnoloogia/disaini ohutuse hindamine on tuumaohutushinnangu osa. Ohutushinnangu koostamine ja valideerimine toimub planeerimisprotsessis asukohapõhiselt. Selle põhjal toimuks ka asukohavaliku heakskiit regulaatori poolt.

Päästevõimekuse ja tervishoiu valdkonnas algavad tegevused tehnoloogiavaliku ja planeerimisprotsessiga paralleelselt, sest lisaks tehnoloogiale on võimekuste arendamise vajadus sõltuv ka tuumajaama asukoha piirkonnas olemasolevatest ressurssidest ning julgeoleku aspektide planeerimisel ka kaugusest riigipiirist.

Kuna ka II etapi tegevuste planeerimine toimub IAEA „Teekaart“ juhendi kohaselt, siis on enne etapi tegevuste lõppemist vajalik läbi viia IAEA INIR-2 missioon, mille käigus hinnatakse ettevalmistustegevuste piisavust järgmisesse etappi liikumiseks ning esimese INIR missiooni ettepanekute rakendamist. Planeerimise protsessi lõpus on soovitatav läbi viia IAEA SEED (*Site and External Events Design Review Service*) missioon, mille moodulid käsitlevad asukohavalikut ja selle ohutuse hindamist. Seejärel toimuks liikumine järgmisesse, III etappi.

20.3 III ETAPP: TEGEVUSED TUUMAELEKTRIJAAMA KASUTUSELEVÕTMISEKS

III etapp algab ehitusloa taotlemisega regulaatorilt. Ehitusloa menetlusprotsess kuni selle väljastamiseni kestab hinnanguliselt kuni 24 kuud ehk 2 aastat. Paralleelselt loamenetlusega on taotlejal kinnitatud asukohas võimalik teha ettevalmistavaid tegevusi ehituse alustamiseks nagu näiteks

pinnasetööd, toetava taristu väljaehitamine jne. Tuumaelektrijaama ehituse ajaliseks kestuseks on arvestatud 42 kuud ehk 3,5 aastat. SMR-ide arendajate prognooside kohaselt võiks jaama kohapeale ehitus aega võtta kuni 3 aastat. Võrreldes suurte tuumaelektrijaamadega on SMR-ide ehitusaeg eelduste kohaselt oluliselt lühem, sest jaama põhikomponendid tarnitakse asukohta valmiskujul ning vajavad vaid kohapealset monteerimist.

Ehituse lõppedes on vajalik tuumajaama kasutusele võtmiseks taotleda regulaatorilt kasutusluba. Arvestades ehituse pikkust ja selle ranget järelevalvet ja kvaliteedikontrolli nii taotleja kui ka regulaatori poolt, võiks olla kasutusloa menetlemine selle väljastamiseni võimalik hinnanguliselt 9 kuuga. Kasutusloa alusel kinnitatud kasutuselevõtu kavas kinnitatud tegevuste lõpule viimisel (erinevad testid jms tõendamaks, et valminud jaam on kasutusele võtmiseks nõutava kvaliteediga) järgnevad veel kütuse kasutusele võtmise loa ja elektritootmise võrku alustamise loa taotluste menetlused, mis on samuti vajalikud elektritootmise alustamiseks, kuid mille menetluste ajaline kestvus on lühike. Ehk siis kasutusloa taotlemisest kuni elektri tootmiseni võiks ajakuluks hinnata ca 15 kuud ehk pisut üle aasta.

Kogu III etapi pikkuseks alates ehitusloa taotlemisest kuni elektritootmise alguseni võiks siis hinnata ligikaudu 7 aastat. Kiirendatud ajakava korral, kui vajalikke lube menetletakse võimalikult palju paralleelselt, oleks vastav ajakulu 57 kuud ehk alla 5 aasta.

Paralleelselt toimuks riiklike pädevuste, pääste- ja tervishoiu valdkonna võimekuste arendamise tegevuste jätkumine.

Etapi lõpus tuleks vastavalt IAEA „Teekaardi“ juhendile läbida INIR-3 missioon, mille käigus hinnatakse taristu valmisolekut tuumajaama käitamiseks. Tuumaelektrijaamas toodetava elektri müük tarbijatele võiks seejärel tuumaprogrammi rakendamise alguses tehtud põhimõttelisele otsusele järgnevalt alata 11. aasta lõpus, kiirendatud ajakava korral 9. aasta lõpus.

20.4 ETAPPIDE EELARVE

Eelarvevajaduste prognoosimisel on arvestatud kolme stsenaariumiga:

1. tavastsenaarium, kus riigieelarvelised vahendid planeeritakse vastavalt koostatud eelarveprognoosidele;
2. positiivne stsenaarium, kus rahvusvahelise koostöö ja EL struktuurfondide vahendite maksimaalsel ärakasutamisel saavutatakse 30% kulude kokkuhoid;
3. negatiivne stsenaarium, kus riigieelarvelised kulud osutuvad kavandatust 30% suuremaks.

I etapi tegevuste eelarve 0,37 miljonit eurot (pos stsenaariumi korral 0,26 miljonit eurot ja neg stsenaariumi korral 0,48 miljonit eurot) on kavandatud TET ja selle juurde loodavate täiendavate alltöörühmade tegevuseks, mis on mõeldud analüüside ja konsultatsiooniteenuste tellimiseks ning töörühmade tegevuste koordineerimiseks täiendava personali palgakuludeks.

II etapi riigieelarvelised kulutused, millest lõviosa kulub regulaatori mehitamisele ja haridus-programmide koostamisele on eelarve on 37,73 miljonit eurot (pos 26,41 miljonit eurot, neg 49 miljonit eurot). Sellele lisanduvas pääste- ja tehnilise võimekuse väljaarendamise kulud, mida pole hetkel võimalik realistlikult prognoosida ning mille hinnangud on Tabelis 13 arvestatud suurtest, üle 1000 MW tuumaelektrijaamades tekkida võivate hädaolukordade põhjal. SMR-ide puhul ka kõige konservatiivsemate stsenaariumite põhjal päästevõimekuse väljaarendamise kulud kõigi eelduste kohaselt siiski kordades väiksemad.

III etapi eelarve on 34,83 miljonit eurot (pos 24,38 miljonit eurot, neg 45,28 miljonit eurot). Selles etapis toimuks hädaolukordadeks valmisoleku ja tervishoiu sektori võimekuse arendamise põhiinvesteeringud. Peamiselt mõõteseadmete, laborivarustuse ja eritehnika soetamise näol.

Tegevuste lühem aeg ja paralleelsed menetlused annaksid küll teatava ajalise võidu, kuid eeldavad oluliste teenuste ja kompetentside väljast sisseostmist, mis ei too kokkuvõttes riigieelarveliste kulude märkimisväärset kokkuhoidu. Samas võimaldaks lühem ajakava, eeldusel, et soovitud tehnoloogia on ajakavaga kooskõlas olevalt ehitusküps, alustada elektritootmist varem, mis tooks riigile täiendavaid tulusid algsest ajaraamist kiiremini.

Riigieelarveliste vahendite kasutamise osas on tõenäoliselt võimalik kõige suuremat kokkuhoidu saavutada hädaolukordadeks valmisoleku kulude osas, mille tarbeks on võimalik kasutada EL struktuurfondide vahendeid ja rahvusvahelisi koostööprogramme. Samuti pole enamus vastava võimekuse loomisest seotud ainult tuumaprogrammi rakendamisega, vaid on tegevustena kavandatud üldise kriisivõimekuse parandamiseks ehk nende rakendamine täidaks lisaks tuumajaama ohutuse tagamisele ka teisi elanikkonnakaitse eesmärke. Väga spetsiifilise tehnilise võimekuse väljaarendamise asemel rakendatakse riikide praktikas ka naaberriikidega sõlmitud koostöömemorandumite alusel hädaolukorras tehnilise abi osutamist, arvestades eritehnika maksumust ning selle kasutamise sageduse äärmiselt väiksest tõenäosust.

LISA 1: TUUMAENERGIA TÖÖRÜHMA LIIKMED PERIOODIL 2021-2023

	Nimi	Asutus	Roll	Liikmelisuse periood	
1.	Meelis Münt	Keskkonnaministeerium	esimees	käskkiri 20.04.2021 nr 1-2/21/199; 20.04.2021	30.06.2023
2.	Harry Liiv	Keskkonnaministeerium	esimehe asetäitja	20.04.2021	21.04.2022
3.	Antti Tooming	Keskkonnaministeerium	esimehe asetäitja	käskkiri 21.04.2022 nr 1-2/22/147, 21.04.2022	
4.	Reelika Runnel	Keskkonnaministeerium	koordinaator	20.04.2021	
5.	Ilmar Puskar	Keskkonnaamet	töörühma liige	20.04.2021	
6.	Lauri Lugna	Siseministeerium	töörühma liige	20.04.2021	21.04.2022
7.	Viola Murd	Siseministeerium	töörühma asendusliige	20.04.2021	
8.	Priit Laaniste	Siseministeerium	töörühma asendusliige	21.04.2022	
9.	Kaia Sarnet	Rahandusministeerium	töörühma asendusliige	20.04.2021	
10.	Tiit Oidjärv	Rahandusministeerium	töörühma asendusliige	20.04.2021	21.04.2022
11.	Katri-Liis Ennok	Rahandusministeerium	töörühma asendusliige	21.04.2022	27.08.2022
12.	Heddy Klasen	Rahandusministeerium (alates 1. juulist 2023 Regionaal- ja Põllumajandusministeerium)	töörühma liige	käskkiri 27.08.2022 nr 1-2/22/285, 27.08.2022	
13.	Tõnis Saare	Justiitsministeerium	töörühma liige	20.04.2021	
14.	Heddi Lutterus	Justiitsministeerium	töörühma asendusliige	20.04.2021	
15.	Indrek Reimand	Haridus- ja Teadusministeerium	töörühma liige	20.04.2021	21.04.2022
16.	Renno Veinthal	Haridus- ja Teadusministeerium	töörühma liige	21.04.2022	

17.	Katrin Pihor	Haridus- ja Teadusministeerium	töörühma asendusliige	20.04.2021	01.01.2023
18.	Margus Haidak	Haridus- ja Teadusministeerium	töörühma asendusliige	01.01.2023	
19.	Timo Tatar	Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium	töörühma liige	20.04.2021	
20.	Jaanus Uiga	Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium	töörühma asendusliige	20.04.2021	08.12.2022
21.	Rein Vaks	Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium	töörühma asendusliige	08.12.2022	
22.	Kristjan Prikk	Kaitseministeerium	töörühma liige	20.04.2021	01.06.2021
23.	Kusti Salm	Kaitseministeerium	töörühma liige	käskkiri 01.06.2021 nr 1-2/21/261; 01.06.2021	
24.	Marti Magnus	Kaitseministeerium	töörühma asendusliige	20.04.2021	08.12.2022
25.	Asko Kivinuk	Kaitseministeerium	töörühma asendusliige	08.12.2022	
26.	Kaja Tael	Välisministeerium	töörühma liige	20.04.2021	30.08.2023
27.	Andres Ideon	Välisministeerium	töörühma asendusliige	20.04.2021	30.08.2023
28.	Katrin Saarsalu-Layachi	Välisministeerium	töörühma liige	30.08.2023	
29.	Gert Siniloo	Välisministeerium	töörühma asendusliige	30.08.2023	
30.	Marika Priske	Sotsiaalministeerium	töörühma liige	20.04.2021	21.04.2022
31.	Sten Andreas Ehrlich	Sotsiaalministeerium	töörühma asendusliige	20.04.2021	21.04.2022
32.	Aive Telling	Sotsiaalministeerium	töörühma liige	21.04.2022	
33.	Kristi Suur	Sotsiaalministeerium	töörühma asendusliige	21.04.2022	27.08.2022
34.	Ulla Saar	Sotsiaalministeerium	töörühma asendusliige	27.08.2022	25.10.2023
35.	Triin Reisner	Riigikantselei	töörühma liige	20.04.2021	

36.	Kristi Talving	Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet	töörühma liige	27.10.2022 nr 1-2/22/381, 27.10.2022	
37.	Ingrid Teinemaa	Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet	töörühma asendusliige	27.10.2022	
38.	Ahti Kuningas	Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium	töörühma liige	14.12.2023	
39.	Sandra Särav	Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium	töörühma asendusliige	14.12.2023	

LISA 2: RAHVUSVAHELISE AATOMIENERGIAAGENTUURI (IAEA) 23.–30.10.2023 INIR-MISSIOONI ETTEPANEKUD JA SOOVITUSED

Kokku esitati IAEA ekspertide poolt 12 ettepanekut ja soovitust (6 ettepanekut, 6 soovitust) 8 teemapunkti kohta. Lisaks tuvastati 3 head praktikat. Missiooni käigus hinnati vastavalt IAEA juhendile NG-G-3.1 (Rev.1) „Teekaart riikliku tuumaenergia taristu arendamiseks“ 19 teemapunkti:



Rahvusvahelise Aatomienergiaagentuuri (IAEA) tuumaenergia taristu hindamise ekspertmissiooni (INIR missioon) käigus tuumaenergia töörühmale (TET) esitatud ettepanekud ja soovitused

Teema	(E) ettepanek (S) soovitus (H) hea praktika	Selgitus	Planeeritav tegevus
Riiklik seisukoht	**S**: Valitsus võiks selgemalt välja tuua oma pühendumuse tuumaohutusele, -julgeolekule ja tuumarelvade leviku tõkestamisele (3S).	TET-le 2021. a aprillis VV kabinetinõupidamise memorandumiga antud mandaadis on neid teemasid küll käsitletud, kuid pole eraldi rõhutatult välja toodud.	Juhul, kui Riigikogu langetab tuumaenergia kasutuselevõtu osas positiivse otsuse, tuua need kolm punkti selgelt välja TET mandaadi uuendamisel.
	S: TET koosseisu võiks laiendada	Hetkel on TET liikmeteks ministeeriumid, KeA, TTJA ja Riigikantselei. Teised riigiasutused ja riigi omanduses olevad ettevõtted on kaasatud	Positiivse otsuse korral laiendada TET koosseisu teises etapis enim puutumust omavate

		vastavate ministeeriumite kaudu ning alltöörühmade kaudu, mille liikmeteks on ka sidusrühmade esindajad. TET liikmeteks pole aga nt võimalik projekti arendaja või võrgu operaator.	asutuste/sidusrühmade esindajatega.
	E: Lõpule viia TET lõpparuande koostamine	Missiooni toimumise ajaks ei olnud lõpparuanne veel valmis	TET lõpparuanne valmib 2023. a lõpuks
	S: Üle vaadata tuumaprogrammi rakendamise ajakava	Missiooni ettevalmistamiseks esitatud algse ajakavaga võrreldes on vahepeal tehtud planeeritavate tegevuste osas täiendusi ja muudatusi, mis tuleb üle kanda ka ajakava skeemi	Uuendatud tegevuste loetelu, ajakava ja vastav skeem esitatakse TET lõpparuandes 2023. a lõpuks.
	H: TET on lõpparuande koostamise protsessis analüüside koostamiseks kasutanud välisekspertide abi, mis toetab teadliku otsuse langetamist.		
Rahastamine	**E**: Lõpule viia järgnevates etappides riigieelarvest vajaminevate eelarveliste vahendite analüüs ning lisada see lõpparuandele	Missiooni toimumise ajaks polnud veel laekunud kõigi valdkondade eelarvevajaduste sisendeid ning seetõttu ei olnud esitletud eelarvetabel terviklik.	Eelarvevajaduste sisendid laekuvad hiljemalt novembri lõpuks ja lisatakse TET lõpparuandesse.
Õigusraamisik	**E:** Analüüsida täiendavalt kahe eraldi valdkondliku seaduse (kiirgusseadus ja TEOS) võimalikke eeliseid ja puuduseid võrreldes ühe tervikliku seadusega	IAEA juhendite kohaselt on eelistatud lahenduseks kõikehõlmava tuumaseaduse olemasolu, mis reguleerib kõiki kiirgustegevuste valdkondi. TET plaani kohaselt jääks Eestis aga kehtima kiirgusseadus ning selle kõrvale luuakse eraldi TEOS, mis reguleerib ainult tuumaenergia	Kuna maailma praktikas on väga paljudes riikides kiirgusseadus ja tuumaseadus eraldi õigusaktidena, sh nt Soomes, siis ei näe TET hetkel vajadust Eestis kiirgusseaduse ja TEOS-e liitmiseks, sest see nõuaks omakorda olemasoleva ning toimiva süsteemi ümberkorraldamist. IAEA-le esitatakse

		kasutamisega seonduvat ning viitab osade teemade puhul kiirgusseaduse sätetele.	täiendav põhjendus meie kaalutluste kohta.
Tuumarelvade leviku tõkestamise kaitse-meetmed	**S:** Töötada välja plaan riikliku tuumamaterjali arvestuse ja kontrolli süsteemi (SSAC) täiendamiseks	Hetkel pole tuumamaterjali arvestussüsteemi täiendamise detailset plaani veel koostatud.	Vajadus täiendatud tuumamaterjali arvestussüsteemi rakendamiseks tekib tuumaprogrammi rakendamise järgnevates etappides. Vastav plaan koostatakse tuumaregulaatori poolt koostöös IAEA, EURATOM-i, käitaja ja sidusrühmadega.
Regulatiivne raamistik	**E:** Positsioneerida loodav tuumaregulaator riiklikus süsteemis selliselt, et tagatud oleks selle sõltumatus ning otsustusõigus määruste sisu üle.	Regulaator ei tohiks alluda ministeeriumile/asutusele, mis tegeleb ka elektrijaamade käitamise või energiasektori arendamisega, et vältida huvide konflikti. Samuti peab regulaatoril olema õigus koostada oma tegevusvaldkonda puudutavaid määruseid ning otsustada nende sisu üle.	TET analüüsides oli arvestatud võimalusega, et regulaator luuakse Keskkonnaministeeriumi allasutusena. Ministeeriumite liitmise tõttu tuleb aga regulaatori paigutamist täiendavalt analüüsida. Regulaatorile tuleb anda ministri määruste sisu üle otsustamisel vetoõigus, et ministeerium ei saaks regulaatori tahte vastaselt määruste sisu muuta.
	S: Analüüsida võimalusi regulaatori loomisega alustamiseks TEOS-e jõustumist	Regulaatori tegevust hakkab reguleerima TEOS, kuid kuna selle menetlus võib aega võtta mitmeid aastaid, siis on oluline leida võimalus regulaatori loomiseks ja võtmepersonali palkamiseks juba selle menetluse faasis.	Positiivse otsuse korral analüüsitakse võimalusi regulaatori loomiseks ja võtmepersonali palkamiseks enne TEOS-e jõustumist.
	S: Alustada pikaajalise inimressursside	TET tellimusel on tehtud võimelünkade analüüs ja	Positiivse otsuse järel luuakse TET juurde

Inim-ressursside arendamine	arendamise strateegia ja võtmeorganisatsioonide personali planeerimise kava koostamist	inimressursside arendamise strateegia, kuid jätkutegevusteks on vajalik detailne värbamiskava, mis ajahetkel, mis asutustes, millise kompetentsiga ja kui palju spetsialiste täpselt vajatakse.	Haridus- ja Teadusministeeriumi juhtimisel inimressursside arendamise alltöörühm, mis hakkab tegelema pikaajalise personalistrateegia koostamisega.
	H: Regulaatori personali palkamisel on võetud kaheastmeline lähenemine, kus algusfaasis ostetakse võtmekompetentsid sisse, arendades paralleelselt siseriiklikke pädevusi, mis toetab omakorda tuumaprogrammi rakendamise edukust nii lühemas kui pikemas perspektiivis.		
Asukoht ja tugirajatised	**S**: Täpsemalt läbi mõelda asukohavaliku kriteeriumite määramise ja litsentseerimise protsess	Missiooni ettevalmistamiseks esitatud materjalides kirjeldati asukohavaliku protsessi lähtuvalt kehtivast riikliku eriplaneeringu protsessist, mida on aga plaanis lähiaastatel muuta.	Positiivse otsuse järel koostatakse asukohavaliku iseloomustamise kriteeriumite määrus. Lõpliku asukohavaliku peab kinnitama tuumaregulaator, kes peab olema asukoha kinnitamise hetkeks loodud ja toimiv.
	H: Asukohtade eelanalüüsi käigus hinnati ka juba kasutatud kütuse geoloogilise lõppladustuspaiga rajamise võimalust, mis tuumaprogrammi jäätmekäitluspoliitika rakendamise ossa kindlustunnet.		
Tööstuse kaasamine	**E**: Välja töötada riiklik poliitika kohaliku tööstussektori kaasamiseks tuumaprogrammi rakendamisse	Käesolevad riiklikud tööstussektori arengukavad ja poliitikadokumendid ei käsitle kohaliku tööstuse osalust võimalikus tuumaprogrammis.	Positiivse otsuse järel leida võimalusi kohalike ettevõtete kaasamiseks tuumaprogrammi rakendustegevustesse.

LISA 3: EESTI LÄHIRIIKIDE JA EL SUUREMATE RIIKIDE ENERGIASEKTORI ARENGUTE KAARDISTUS

1. LÄTI

Läti on viimastel aastatel elektrit tootnud ligi kahe kolmandiku ulatuses taastuvenergiaallikatest, millest enamiku moodustab hüdroenergia (2022. aastal 55,6% kogu elektritootmisest). Väiksemal määral on näha ka tuuleenergia (2022. aastal 3,8% kogu elektritootmisest) ja päikeseenergia kasutamist. Kogu energiatootmisest moodustasid 2022. aastal taastuvallikad 43,3% (viimastel aastatel järjest tõusnud). Gaasitarbimine on viimase 10 aasta jooksul vähenenud üle 42,2% (ja osakaal energiaportfellis 11,4 protsendipunkti võrra). 2022. aastal moodustas see kogu energiatarbimisest 15,5%. Kasutatavast elektrist toodab Läti ise ca 70%.

Läti eesmärgid on vähendada veelgi enam gaasitarbimist ja suurendada taastuvenergia osakaalu. Riiklik energiafirma Latvenergo soovib 5 aasta jooksul oluliselt tootmisvõimsusi suurendada ja investeerida oluliselt tuule- ning päikeseenergiasse. Tuuleenergiaga soovitakse muuhulgas asendada maagaasi vähenev osa.

Kuigi Lätis on paljud poliitikud ja ettevõtjad viidanud tuumaenergia kasutamise vajadusele ja vastavatele võimalustele, on reaalsed sammud jäänud tagasihoidlikeks ja pigem äraootavateks. Teatavat huvi on Läti üles näidanud SMR-ide osas. 2022. aasta aprillis kuulutati välja Läti-USA koostöö FIRST programmi raames. Koostööprojekt näeb ette põhjalikku pädevuste ja teadmiste vahetamist tööjõuarenduse, määrustike ja uute tuumatehnoloogiate (sh SMR) tutvustamise küsimuses, et aidata kaasa Läti energiasõltumatuse ja kliimaneutraalsuse saavutamisele.

2. LEEDU

Leedu impordib 70% oma elektrist ehk oma elektritoodang on väike. Täna toodetakse Leedus 4 TWh elektrienergiat, kusjuures nõudlus on 12 TWh. Peamiselt toodetakse kohalikku energiat biomassist, kuid järk-järgult suurendatakse teiste taastuvenergiaallikate osakaalu. Kui 2022. a. pärines 15% energiatarbimisest taastuvenergiaallikatest (12% tuul ja 3% päike), siis 2023. aastal juba 25% (20% tuul ja 5% päike). Eesmärgiks on võetud toota juba 2030. a. kogu tarbitav elektrienergia taastuvenergiaallikatest ning muutuda elektrit importivast riigist elektrit eksportivaks riigiks.

Leedu parlamendi kevadsessioonil loodetakse kiita heaks uus ja ambitsioonikas energeetikastrateegia, mis näeb ette, et aastal 2050 toodab Leedu 74 TWh elektrienergiat nii maa- kui meretuuleenergiast ja päikesest. Samuti on kavandatavas visioonis juhitavad võimsused (gaasi ja võimalik, et ka tuumaenergia baasil). SMR-ide kasutuselevõtu osas plaanib valitsus teha otsuse 2028. aastal. Uue tuumajaama ehitamine ei ole pärast Ignalina tuumareaktorite sulgemist tõsiselt teemaks olnud.

3. POOLA

Poola elektrienergia tarbimine peaks 2050. aastaks hinnanguliselt tõusma 140 TWh-lt (2020. a.) kuni 330-360 TWh-ni. Poola tugineb oma energiatootmises endiselt fossiilkütustele, mis moodustavad 85% kogu energiatootmisest, sh 70% tootmisest tuleb kivisöest. Kivisöe osakaal elektritootmises langeb eeldatavasti 35%-ni aastal 2030 ja 8%-ni aastal 2040. Samal ajal peaks gaasi osakaal tõusma praeguselt 6% tasemelt 15%-ni 2030. aastal ning püsima samal tasemel ka 2040. aastal. Poola uus energiapoliitika (PEP2040) näeb ette kiiremat arengut taastuvatele energiaallikatele üleminekul, samas kivisöest loobumise ambitsiooni vähendatakse. Selle eesmärk on mitte jääda energiatootmisel liialt sõltuvaks gaasi impordist.

Taastuvenergia moodustas 2022. a. 17% kogu energiatootmisest, mis on märgatavalt EL keskmisest vähem. Peamised taastuvenergia allikad on maismaatuuleenergia ja biomass. PEP2040 näeb ette taastuvenergia osakaalu kasvu elektritootmises 46,6%-ni 2030. a ja 50,8% 2040. aastal, mida plaanitakse saavutada maismaatuuleenergia võimsuse suurendamisega (praeguselt 9 GWlt 20 GWni) ning avameretuuleparkide arenguga.

Surve lõpetada kivisöe kasutamine on suur ja selle valguses on tehtud poliitiline otsus osaliselt tuumaenergiale üle minna. Poola esimest tuumajaama valiti tänavu septembris arendama USA ettevõtte Westinghouse. 3750 MW võimsusega tuumajaama hakatakse ehitama 2026. aastal Lubiatowo-Kopalino regiooni. Juhul kui projekt areneb ilma takistusteta, on eesmärgiks seatud valmimistähtaeg 2033. a. Lisaks suurtele reaktoritele on Poolas suur perspektiiv ka SMRide arendamises, kuna neid saab ehitada ka praeguste kivisöejaamade asukohtadele ning mille ehituse rahastamist plaanivad suured tööstusettevõtted. Prognoositakse, et 2040. a. moodustab tuumaenergia eeldatavasti 22,6% elektritoodangust.

4. SOOME

Soome taastuvenergia osakaal energia kogutarbimisest oli 2022. aastal 42%, sh puitkütus 28,5% (sh tööstuse- ja energiatootmise puukütus 12,8%, must leelis 11%, puidu väikekasutus 4,7%), hüdroenergia 3,7%, tuuleenergia 3,2%, muu taastuvenergia 6,4% (sh päikeseenergia, biogaas, soojuspumbad, biokütus). Tulevikus panustatakse hoogsalt maa- ja meretuuleparkide rajamisse.

Tuumaenergia osakaal kogutarbimises oli 2022. aastal 20,4%. Uusim tuumareaktor, Olkiluoto 3 võeti täismääras kasutusse 2023. aasta kevadel. Pyhäjoel peatatud Hanhikivi tuumaelektrijaama projekti osas ei ole uusi teateid, kohalik omavalitsus selgitab välja, kuidas juba osaliselt väljaehitatud piirkonnaga jätkata.

SMR-ide rajamist, eelkõige keskkütte tagamiseks on arutatud, on ka vastavaid teadusprojekte. Kuivõrd kehtiv seadusandlus on tehtud täismõõdus tuumajaamu silmas pidades, siis 2026. aastaks on Soome Majandus- ja Tööministeeriumil plaanis jõustada õigusaktide muudatused nende kohaldamiseks SMR-idele.

5. ROOTSI

Rootsi energiatarbimises on suurima osakaaluga biomass (28%), järgnevad tuumaenergia (27%) ning nafta- ja naftatooted (20%). Tuule- ja tuumaenergia mahte on kavas suurendada, lisaks töötatakse vesinikulahendustega. Hüdroenergia tootmine on ekspertide sõnul juba maksimumi lähedal. Rootsi elektrienergia tarbimise kasvu prognoositakse 137 TWh-lt (2022) 373 TWh-ni (2050). Kogu energiatarbimine Rootsis on praegu 508 TWh (2020. a. seisuga). SMR temaatika on analüüsimisel ning alternatiivina kaalumisel.

Rootsi valitsus on asendanud varem seatud eesmärgi 100% elektrienergiast taastuvatest allikatest aastaks 2040 uue eesmärgiga, milleks on 100% fossiilivaba elektrienergia tootmine aastaks 2040, mis sillutas teed tuumaenergiaga jätkamiseks. Rootsi kavatseb jõuliselt minna üle tuumaenergia kasutamisele ja kahekordistada tuumaenergia energiatootmist aastaks 2045. Aastal 2024 esitatakse parlamendile kaks seaduseelnõud, mis on energia ja energiauurimise eelnõud. Energiabilansi aluseks saab olema tarnekindlus ja mitte energia tootmise allikas. Rootsi parlament otsustas 1980. aastatel tuumaenergiast väljuda (toetus selleks saadi rahvahääletuselt). Otsusest juhindudes on reaktoreid etapiviisiliselt välja lülitatud. Tänaseks on töös veel 6 reaktorit kolmes asukohas (Forsmark, Oskarshamn, Ringhals).

Alates eelmise aasta lõpust on koostatud mitmeid analüüse tuumaenergiaga jätkamiseks, sh on riigi energiaettevõttele Vattenfall antud ülesandeks teha tasuvusanalüüs uute reaktorite rajamiseks. Kuna Rootsi oli tuumaenergiast väljumas, siis uue poliitika rakendamine nõuab aega (regulatsioon, load) ning on investeeringuna kulukas. Valitsus on lubanud lühendada lubade menetlust ning lisainvesteeringuid, kuid vaatamata sellele on kõige varasem tähtaeg uute reaktorite avamiseks 2030. aastatel.

6. TAANI

Taani on ELi üks juhtivaid taastuvenergia tootjaid ja tarbijaid. 2021. a. seisuga moodustas Taani kogu energiatarbimisest taastuvenergia 46%, vedelkütuste osakaal oli 37%, gaasi osatähtsus 12% ning 6% andsid muud fossiilkütused. Elektritarbimises oli taastuvenergia osakaal mäekõrgune, koguni 81%. Selle näitajaga on Taani ELis kõige rohelisema elektritarbimisega riik. Fossiilkütused on Taanis endiselt tähtsad transpordisektoris, kus taastuvenergia osakaal on 10% ligidal. Gaasi kasutatakse peamiselt kütmiseks.

Taani eesmärk on vähendada emissioone 70% aastaks 2030 ning jõuda 2050. aastal kliimaneutraalsuseni, nagu ELis kokku lepitud. 2030. aastaks on Taani eesmärk minna elektritootmises üle 100% taastuvenergiale.

Kõige olulisem taastuvenergiaallikas on Taanis biomass (72%), mida kasutatakse põhiliselt soojusenergia tootmiseks. Kui vaadata aga üksnes elektritarbimist, on tuuleenergia osakaal ligi 50%. Üha rohkem on Taani ööpäevades neid tunde, kus kogu elekter toodetakse tuulest. Taanis on hetkel juba 15 meretuuleparki koguvõimsusega 2300 MW, kuid plaanis on neid juurde rajada ja veelgi suuremas mahus. Maailma esimene meretuulepark rajati Taani juba 1991. aastal. Otsused pühenduda taastuvenergiale ja eriti tuuleenergiale tehti Taanis juba 1970. aastatel naftakriisi ajal, kui Taani energiamajandus sõltus pea täielikult imporditud naftast.

Lisaks soovile vabaneda naftasõltuvusest motiveeris taanlasi taastuvenergiat arendama ka tuumaenergiavastasus. Kuigi 70ndatel kaaluti ka Taanis tuumaenergia kasutuselevõttu, pole see tänapäeval enam teemaks. Taani ühiskonnas levivad pigem tuumaenergia vastased meeleolud. 1985. aastal võttis Taani parlament vastu otsuse, et riiki tuumajaamu ei ehitata. Samal ajal arendab Taani ettevõte Seaborg Technologies 100 MW ujuvalusel olevat sulasoolareaktorit, mille esimene omataoline peaks valmima 2028. aastal[116].

7. NORRA

Norra kogu energiatarbimine (sh arvestades riigi mandrilava gaasi- ja naftatööstust) oli 2021. a. 326 TWh. Sellest 138 TWh oli elekter, 165 TWh fossiilsed kütused, 16 TWh bioenergia ja 7 TWh kaugküte (põhinedes osalt ka bioenergial). Ajalooliselt on Norra elektrienergia toodetud hüdroelektrijaamades: 2022. a. moodustas hüdroenergia 86% ja teised tootmisjaamad andsid 14% elektritootmisest (s.h 8% tuuleenergia). Taastuvenergia moodustas kogu primaarenergia tarbimisest 44%. 2050. aastal peaks primaarenergia tarbimine põhinema 76% ulatuses taastuvatel allikatel: tuuleenergia, hüdroenergia, bioenergia ja päikeseenergia. Peamine taastuvenergia osakaalu kasv tuleb tuuleenergiast, siinkohal on olulisim meretuuleenergia osakaal. Oluline on jätkuvalt ka gaasi osakaal, mida kasutatakse vesiniku tootmiseks, aga ka nafta- ja gaasitööstuse enda tarbeks.

Kogu energiatarbimise kasv pole ennustuste kohaselt suur ning peaks jääma 2050. aastal sisuliselt samale tasemele nagu praegu. Rahvastiku- ja majanduskasvust tulenev energiatarbe kasv

[116] https://www.seaborg.com/the-reactor

tasandatakse elektrifitseerimisest saavutatud energiatõhususe paranemisega. Elektrienergia tarbimise kasv aastaks 2050 on see-eest märkimisväärne: 373 TWh võrreldes 145 TWh-ga 2022. aastal. Siinkohal võtab lõviosa kasvust vesinikutootmine meretuuleenergiast: hinnanguliselt 136 TWh. See sõltub kindlasti tehnoloogia arengust ja vesiniku nõudlusest. Konservatiivsemate hinnangute järgi võib 2050. a. Norra elektrienergiatarbimine olla hoopis vahemikus 190-232 TWh. Siiski on nii suht- kui absoluutarvudes elektritarbimise kasv oluline.

Tuumaenergia omab Norra energiaallikate seas minimaalset osakaalu. Perioodidel, kus Norra impordib elektrienergiat, võib osa energiast pärineda naaberriikide tuumajaamadest. Norras ei ole hetkel plaane arendada tuumajaamu. Siiski on riigis olemas tugev lobiettevõtte SMRi- juurutamiseks (Norsk Kjernekraft), kellel on mitmete tuuleenergia suhtes skeptiliste omavalitsuste toetus. Suuremad parteid ei välista tuumaenergia arutelu, kuid ametis olev energiaminister ei pea tuumaenergiat Norra jaoks vajalikuks. Hiljutine Norra tööandjate keskliidu tellitud analüüs leidis, et SMR ei saa olla arvestatav alternatiiv enne 2050. a. Põhjuseks on mh SMR-i toodetud energia kõrge hind, võrreldes alternatiividega (maismaa- ja meretuuleenergia) ning arutelu selle üle tõmbaks tähelepanu olulisemalt, tuulenergia arendamiselt, kõrvale.

8. SAKSAMAA

Saksamaa eesmärgiks on saavutada kliimaneutraalsus aastaks 2045, mida peetakse silmas ka elektrivõrgu arendamisel. Majanduse dekarboniseerimisel on keskseks elemendiks taastuvenergia tootmise massiivne suurendamine. Eeldatakse, et Saksamaa elektritarbimine kasvab praeguselt 600 TWh-lt umbes 1000 TWh-ni 2045. aastal. Tuleviku elektritarbimise peavad tagama: maismaatuuleenergia, päikeseenergia, meretuuleenergia, rohelise elektri import ja rohelisel vesinikul töötavad elektrijaamad. Gaas jääb siiski järgnevate aastate jooksul olulist rolli mängima, kuna Saksamaa tööstus ja eramajade küte tugineb gaasile ning selle asendamine taastuvenergiaga võtab aega. 2022. aastal oli taastuvenergia osakaal elektri kogutarbimises 46%. Eesmärgiks on aastaks 2030 tõsta see vähemalt 80% peale, milleks on vajalik toota 600 TWh rohelist elektrit. 2035. aastaks peab elektritootmise peaaegu täielikult tagama taastuvenergia ja roheline vesinik.

Meretuuleenergia tootmise suurendamisel on seatud eesmärgiks saavutada aastaks 2030 tootmisvõimsus vähemalt 30 GW, aastaks 2035 vähemalt 40 GW ja aastaks 2045 vähemalt 70 GW. Selleks on kiirendatud planeerimis- ja loamenetlusi ning laiendatud oksjonite piirkondi. Maismaatuuleenergia arendamisel on seatud eesmärgiks anda tuuleenergia tootmise kasutusse 2% maismaast. Aastaks 2030 soovitakse paigaldada 215 GW päikeseenergia tootmisvõimsust. Päikeseenergia tootmise laiendamiseks on reegleid oluliselt leevendatud. Eesmärgiks on võetud ka maapõuesoojuse kasutamine 10 TWh ulatuses lähiaastatel.

Aprillis 2023 lõpetasid töö Saksamaa kolm viimast tuumaelektrijaama, mille käigushoidmist oli seoses energiakriisiga nelja kuu võrra pikendatud. Kuigi tuumaenergiast loobumist on toetanud varasemalt kõik erakonnad, siis nüüd on näiteks CDU/CSU tuumaenergeetikast väljumist teravalt kritiseerinud. Bundestagi enamuse toetust ei leidnud FDP ettepanek jätta viimased kolm tuumajaama reservi. Lõppladustamist ootab Saksamaal kokku 1900 konteinerit vaheladudes olevat kasutatud tuumkütust. Lõppladustuspaiga asukoha otsus peaks tulema hiljemalt 2031. aastaks. Uusi investeeringuid tuumaenergiasse ei peeta mõistlikuks, aga FDP arvates on tulevikus investeeringud termotuumaenergiasse kindlasti üks valikutest.

Viimased kivisöel töötavad elektrijaamad on kavas sulgeda hiljemalt 2038. aastaks. 2022. aasta lõpus kiideti heaks seadusemuudatus, mis kohustab aastaks 2030 lõpetama pruunsöe kasutamise Reini kaevanduspiirkonnas. 2023. aasta lõpuks soovib liiduvalitsus esitada elektrijaamade strateegia, milles

seatakse eesmärgid taastuvenergia tasakaalustamiseks vajalike juhitavate (vesinikuvalmidusega) elektrijaamade ehitamiseks.

9. PRANTSUSMAA

Prantsusmaa energiatootmises on tuumaenergia jätkuvalt ülekaalukalt esikohal. 2022. aasta alguse seisuga tugines energiatootmine 63% tuumaenergiale, 8% tuuleenergiale, 11% gaasile, 10% hüdro-, 9% päikese-, 2% bioenergiale. Prantsusmaa energiastrateegia keskendub kahele põhisambale: taastuv- ja tuumaenergia.

Eelistatumad taastuvenergiaallikad on päikese-, mere- ja maismaatuuleenergia. Päikeseenergia tootmist soovitakse 2050. aastaks 10 korda suurendada, ületades 100 GW. Meretuuleenergia osas loodetakse rajada 50 meretuuleparki, et toota 40 GW 2050. aastaks. Maismaatuuleenergia osas toodetakse hetkel 18,2 GW aastas ja loodetakse kahekordistada võimsust 2050. aastaks.

Tuumaenergia osas on riiklik strateegia muutunud: kui paar aastat tagasi oli eesmärgiks selle järk-järguline vähendamine, siis nüüd tootmist on plaanis tõsta 360 TWh-ni. Siinkohal on riigil kaks peamist prioriteeti: (1) olemasolevas tuumapargis ei suleta ühtegi tootmisvõimelist reaktorit (v.a ohutuskaalutustel) ning uuritakse võimalust pikendada olemasolevate reaktorite tööiga üle 50 aasta; (2) 6 EPR2 reaktori ehitamine ja võimalik, et veel 8 lisareaktori ehitamine. Lisaks sellele panustab riik 1 miljard eurot innovaatilisemate reaktorite (sh NUWARD SMR-i) väljatöötamisse.

Riigi ambitsioon on 2050. aastaks loobuda fossiilkütustest, samas kui viimased, eesotsas nafta ja gaasiga, moodustavad tänaseni 60% energiatarbimisest. Selles osas on määratud kaks eesmärki: vähendada seda osakaalu 2030. aastal 42%-ni ja 2035. aastal 29%-ni ehk poole vähem. See toob kaasa omakorda elektrienergia tarbimise kasvu. Elektrisüsteemihalduri RTE sõnul peab Prantsusmaa aastaks 2050 tootma 35% rohkem elektrit ning 30 aasta pärast peaks elekter moodustama üle 55% prantslaste energiatarbimisest. Prantsuse riikliku elektriettevõtte EDF-i hinnangul on see arv alahinnatud. President Macron on näiteks maininud, et järgnevate aastakümnete jooksul peab olema valmis tootma kuni 60% rohkem elektrit kui praegu, sest elektritarbimine on kasvav trend.

LISA 4: RIIGIEELARVELISED KULUD TUUMAENERGIA KASUTUSELEVÕTUKS AASTATEL 0-11

Riigieelarvelised kulud (va pääste- ja tehniline võimekus) tuumaenergia kasutuselevõtuks aastatel 0-11			
Aasta	**Tegevus**	**Kulu (€)**	**Selgitus**
0	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	150 000	Sh IAEA INIR missiooni ettepanekutega arvestamiseks, rahastus osaliselt T&A vahenditest.
	Õigusloome	100 000	Õigusloome alltöörühmale õiguspartneri leidmine, määruste kavandite koostamise tellimine.
	Täiendavad töökohad	33 600	2 töökohta alates 0 aasta IV kvartalist palgafondiga 4200 eurot kuus inimese kohta (brutopalk ca 3200 eurot)
	Kommunikatsioon	55 000	Kommunikatsioonistrateegia tellimine, teavitusüritused ja -materjalid
	Inimressursside arendamine	30 000	Koolitused IAEA, FIRST, kus kuluks on lähetuskulu, sisse tellitud koolitused tehnilise toe organisatsioonidelt (TSO).
	Kokku:	**368 600**	Võimalikud välisrahastuse allikad: IAEA tehnilise koostöö programm, USA (FIRST, GTRI, NNSA, Phoenix), EL struktuurfondid ja T&A vahendid, stipendiumiprogrammid
1	Regulaatori personal	1 584 000	24 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus. Ei ole arvestatud olemasoleva personaliga (18 in) Keskkonnaametis, kes tuleks loodavasse asutusse olemasoleva palgafondiga üle
	Inimressursside arendamine	222 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	800 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (*train-the-trainers*), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	144 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 24 inimesele (Workland äripinna hinnakirja alusel)

	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	250 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	2024.a loodud 2 töökohta + 5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**3 252 000**	
2	Regulaatori personal	2 310 000	35 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus.
	Inimressursside arendamine	305 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	1 160 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (*train-the-trainers*), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	210 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 35 inimesele (Workland näitel)
	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	350 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**4 587 000**	
3	Regulaatori personal	3 300 000	50 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus.
	Inimressursside arendamine	350 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	1 270 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (train-the-trainers), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	300 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 50 inimesele (Workland äripinna hinnakirja alusel)

	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	500 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**5 972 000**	
4	Regulaatori personal	4 290 000	65 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus.
	Inimressursside arendamine	395 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	1 220 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (train-the-trainers), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	390 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 65 inimesele (Workland äripinna hinnakirja alusel)
	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	650 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**7 197 000**	
5	Regulaatori personal	5 280 000	80 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus.
	Inimressursside arendamine	440 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	1 320 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (train-the-trainers), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	480 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 80 inimesele (Workland äripinna hinnakirja alusel)

	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	500 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**8 272 000**	
6	Regulaatori personal	5 478 000	83 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus.
	Inimressursside arendamine	449 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	1 320 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (*train-the-trainers*), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	498 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 83 inimesele (Workland äripinna hinnakirja alusel)
	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	450 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**8 447 000**	
7	Regulaatori personal	5 148 000	83 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus.
	Inimressursside arendamine	434 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	1 110 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (train-the-trainers), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	468 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 78 inimesele (Workland äripinna hinnakirja alusel)

	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	400 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**7 812 000**	
8	Regulaatori personal	4 818 000	73 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus.
	Inimressursside arendamine	419 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	960 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (*train-the-trainers*), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	438 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 73 inimesele (Workland äripinna hinnakirja alusel)
	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	300 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**7 187 000**	
9	Regulaatori personal	4 422 000	67 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus.
	Inimressursside arendamine	401 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	960 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (*train-the-trainers*), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	402 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 67 inimesele (Workland äripinna hinnakirja alusel)

	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	300 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**6 737 000**	
10	Regulaatori personal	4 422 000	67 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus.
	Inimressursside arendamine	395 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	960 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (train-the-trainers), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	402 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 67 inimesele (Workland äripinna hinnakirja alusel)
	Analüüsid ja konsultatsiooni-teenused	300 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**6 731 000**	
11	Regulaatori personal	4 092 000	62 inimest keskmise palgafondiga 5500 eurot kuus.
	Inimressursside arendamine	386 000	TET liikmeks olevate asutuste töötajate koolitamine, regulaatori koolitused, stipendiumiprogrammid
	Kõrgharidus-programmid	960 000	Eesti ülikoolide spetsialistide koolitamine (*train-the-trainers*), koostöökokkulepete sõlmimine välisriikide ülikoolidega spetsialistide koolitamiseks või õppekavade väljatöötamine vastavate koolitusvõimaluste loomiseks Eestis.
	Regulaatori halduskulud	372 000	Arvestusega 500 eurot kuus inimese kohta 60 inimesele (Workland äripinna hinnakirja alusel)

	Analüüsid ja konsultatsioonite enused	300 000	
	TET täiendavad töökohad	252 000	5 töökohta palgafondiga 4200 eurot kuus
	Kokku:	**6 362 000**	Jääb tuumajaama töötamise ajal iga-aastaseks püsikuluks
	Aastatel 0-11 kokku:	**72 924 600**	Lisanduvad pääste- ja tehnilise võimekuse, võimekuse arendamise kulud suurusjärgus kuni 54 miljonit eurot.

LISA 5: TET LÕPPARUANDES KASUTATUD ANALÜÜSID, STRATEEGIAD JA UURINGUD

1. Tuumaenergia töörühma kommunikatsioonistrateegia, META Advisory Group OÜ (oktoober 2022) (asutusesiseseks kasutamiseks);
2. Julgeoleku ja hädaolukordadeks valmisoleku analüüs, tuumajulgeoleku ja hädaolukordadeks valmisoleku alltöörühm Rahvusvahelise Kaitseuuringute Keskuse SA materjalide põhjal (juuni 2023) (asutusesiseseks kasutamiseks, avalik kokkuvõte "Tuumajulgeolek ja hädaolukordadeks valmistumine");
3. Julgeoleku ja hädaolukordadeks valmisoleku analüüsi Lisa 1 "Kulude analüüs", tuumajulgeoleku ja hädaolukordadeks valmisoleku alltöörühm asutuste sisendi põhjal (detsember 2023) (asutusesiseseks kasutamiseks);
4. Tuumaenergia töörühmale inimressursside arendamise strateegia ja regulatiivse raamistiku kaardistamine, Advokaadibüroo SORAINEN AS (märts 2023);
5. Õigusraamistiku kaardistamine tuumaprogrammiga alustamiseks, TRINITI Advokaadibüroo AS (märts 2023);
6. Tuumaseaduse eelnõu ajakohastamine, väljatöötamiskavatsuse ja seletuskirja koostamine, TRINITI Advokaadibüroo AS (november 2023), (asutusesiseseks kasutamiseks);
7. Tuumaelektrijaama ja kasutatud tuumkütuse lõppladustuspaiga potentsiaalsete asukohtade eelanalüüsi vahearuanne, Skepast&Puhkim OÜ ja OÜ Inseneribüroo STEIGER (detsember 2022);
8. Tuumaelektrijaama ja kasutatud tuumkütuse lõppladustuspaiga potentsiaalsete asukohtade eelanalüüsi lõpparuanne, Skepast&Puhkim OÜ ja OÜ Inseneribüroo STEIGER (mai 2023);
9. Kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete käitlemise analüüs, Breitenstein-Solutions (juuli 2023);
10. Kiirguskaitse analüüs, STUK International OY, STUK International OY (juuli 2023);
11. Tuumamaterjali kaitsemeetmete analüüs, Proxion Plan OY (august 2023).
12. Küsitluse Tuumaenergia valdkonna teadlikkus ning valmisolek selle kasutuselevõtuks Eestis aruanne, Emor AS (aprill 2022)
13. Küsitluse Eesti elanike teadlikkus tuumaenergiast ning valmisolek selle kasutuselevõtuks Eestis aruanne, Norstat Eesti AS (mai 2023)
14. Küsitluse Tuumaenergia valdkonna teadlikkus ning valmisolek selle kasutuselevõtuks Eestis aruanne, Norstat Eesti AS (oktoober 2023);
15. IAEA INIR missiooni tulemuste aruanne (asutusesiseseks kasutamiseks kuni 17.01.2024)

Uuringuaruanded ja täiendavad lisamaterjalid on kättesaadavad Kliimaministeeriumi kodulehel: https://kliimaministeerium.ee/elurikkus-keskkonnakaitse/kiirgus/tuumaenergia-tooruhm