Mereloomade poolt allaneelatud prügi – metoodika ja hinnang MSRD aruandluseks

Leping 3-2_14/8507-2/2018

KIK projekt nr 19294

Versioon 2/16.12.2020

Maria Põldma & Kaire Torn

Tartu Ülikooli Eesti mereinstituut

Tallinn 2020

Sisukord

1. Sissejuhatus 3
2. Materjal ja metoodika 3
   2.1. Proovivõtu metoodika 3
   2.2. Proovide analüüs 4
   2.3. Uuritavad liigid 6
3. Tulemused 9
   3.1. Selgrootute poolt allaneelatud prügi 9
   3.2. Kalade poolt allaneelatud prügi 12
   3.3. Mikroprügi suurusklassid 17
4. Indikaator ja seisundi hinnang 19
5. Soovitused seireks 21
6. Kokkuvõte 21

Kirjandus 22

Projekti kajastamine meedias ja konverentsidel 23

Lisa 1. Indikaatorite dokumentatsioon 24

D10C3.1 Kalade poolt allaneelatud mikroprügi kogus ja osakaal 24

D10C3.2 Selgrootute poolt allaneelatud mikroprügi kogus ja osakaal 27

Lisa 2. Analüüsitud isendite suurusjaotus 30

Lisa 3. Fotod 31

1. Sissejuhatus

Kaks peamist ohtu, mida mereprügi elusloodusele kujutab, on sellesse takerdumine ja alla neelamine. Merre sattudes laguneb prügi väiksemateks osadeks ning sellest toitumine võib mereorganismidele põhjustada lämbumist, nälgimist (kuna prügi on seedimatu ning loom ei saa kätte vajalikke toitaineid), füüsilisi vigastusi ja erinevate organite ummistusi olles lisaks üheks toksiliste ainete transpordivektoriks toiduahelas. Alla neelatud plastiosakestest omastab mereorganism ka plastidesse lisatud kemikaale, näiteks plastifikaatoreid (lisatakse elastsuse parandamiseks), tuletõkkelisi aineid ja värvained. Seega võib toksiine sisaldava mikroplastiku kaudu toimuda toksiliste ainete transport kõrgematele toiduvõrgustiku tasemetele, jõudes lõppkokkuvõttes ka inimese toidulauale.

Euroopa komisjoni otsuses 2017/848 on välja toodud merekeskkonna seisundi hindamise kriteeriumina mereloomade poolt allaneelatud prügi ja mikroprügi (D10C3). Merekeskkonna hea seisundi korral on allaneelatud prügi kogus tasemel, mis ei kahjusta asjaomaste liikide tervist. Hetkel puudub Eestis hinnangu koostamiseks vastav indikaator, kuna selle arendamiseks puudub vastav andmestik.

Projekti tegevuste käigus testiti mereloomade poolt allaneelatud prügi hindamise metoodikat ning erinevate kala ja bentiliste liikide sobivust allaneelatud prügi koguste hindamiseks. Koguti andmestik allaneelatud prügi esinemisest 11 kalaliigi ning 6 põhjaloomastiku liigi kohta ning selle alusel esitati soovitused kalade ja selgrootute poolt allaneelatud mereprügi seireks, koostati indikaatorite dokumentatsioon ning defineeriti indikaatorite baasväärtused Eesti merealal.

2. Materjal ja metoodika

2.1. Proovivõtu metoodika

Projektis analüüsitud organismid koguti nii projekti käigus läbiviidud välitööde kui ka olemasolevate seireprogrammide (rannikumere põhjaelustiku ja rannikukalade seire) käigus aastate 2019 ja 2020 jooksul. Põhjaselgrootute proovid koguti sukeldudes või põhjaammutajaga. Substraadile kinnituvad karbid koguti sukeldudes, karbid eemaldati käsitsi ettevaatlikult substraadilt (eemaldati kinnitusniidid). Kalaproovid koguti pelaagilise traalnooda või nakkevõrguga. Traalitõmbe kestus oli 30 min ja nakkevõrgu püügiaeg umbes 12 h. Kalade traalimise ja võrgupüügi korral proovid koguti koheselt peale traalimist/võrgu välja võtmist, et vältida seedetraktist toidu väljutamist ning võimalikku mikroplastiku

kadu. Haiged, toitu taasväljutanud või võrgus toitunud kalad eemaldati, et vältida ebakvaliteetsete isendite kasutamist analüüsideks. Kogutud proovid sügavkülmutati (temperatuuril -20°C,) koheselt kuni laboratoorsete analüüsideni, et vältida seedetraktist toidu väljutamist.

2.2. Proovide analüüs

Allaneelatud prügi hulka isendites hinnati visuaalset binokulaari abil. Enne analüüsimist loputati iga looma Milli-Q veega enne karbipoolmete/pantseri/kesta avamist või lahkamist. Põhjaloomastiku isendite pikkused mõõdeti nihikuga (täpsus 0,01 mm). Kalad mõõdeti (kogupikkus) kasutades mõõdulauda (täpsus 1 mm) ning kaaluti (märgkaal) mikrokaaluga (mikrokaal Kern, Alt 310-4 (täpsus 0,1 mg)). Kalade, rändkrabide ja merikilgi puhul määrati ka sugu. Karpidel eemaldati pintsettide abil pehme kude ning kaaluti (märgkaal) mikrokaaluga. Kalade lahkamise käigus eemaldati kala seedetrakt, alates suust kuni kloaagini. Analüüsi ei valitud kalu kellel oli märke toidu või seedetrakti väljutamisest suu kaudu või kelle seedetrakt on täielikult tühi. Kogu seedetrakt kaaluti (täpsusega kuni 0,1 g). Kalade ja merekarpide iga eemaldatud kude asetati eraldi klaasanumasse ja lisati kaaliumhüdroksiidi (KOH) 10% lahust (3-kordse koguse proovimahust) ning klaasanum suleti alumiiniumpaberiga. Proove soojendati kuivatusahjus temperatuuril 60 °C juures 15 minutit, seejärel asetati loksutile ning loksutati orbitaalsel rotatsioonil kiirusega 130 pööret minutis 12-24 h. Loksutamise aeg sõltus eemaldatud koe massist, mida suurem mass (näiteks suurematel kaladel), seda rohkem kulus aega orgaanilise koe lahustumiseks. Organismis esineva plastiku ja muude osakeste eraldamiseks tekkinud suspensioon filtreeriti klaas-membraanfiltritele (Whatman GF/F, 47 mm, 0,45 µm) kasutades vaakumpumpa. Peale proovi filtreerimist loputati filtri kohal olev klaaslehter Milli-Q veega. Filter asetati Petri tassile ning kaeti klaaskaanega. Enne Petri tassi avamist teostati esmane vaatlus binokulaariga, et loendada, mõõta ning määrata osakeste arv ning asukoht filtril. Rändkrabide ja merikilkide puhul avati pantser/kest, eraldati sisikond pintsettide abil (magu ja soolestik kuni kloaagini) ning asetati Petri tassile. Edasi teostati mikroprügi hindamiseks analüüs visuaalsel teel binokulaari all. Mikroplastiku osakeste tuvastamiseks kasutati kuuma nõela testi (Avio jt., 2020). Kõik leitud mikroprügi osakesed mõõdeti ning liigitati suurusklassi (Valente jt., 2019), kuju ja värvi alusel (tabel 1). Analüüsimisel on lähtutud Galgani, F. jt., 2013 (Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas) ning Matiddi jt., 2020 (Monitoring Micro-Litter Ingestion in Marine Fish: a harmonized protocol for MSFD and RSCs areas) soovitustest.

Tabel 1. Projektis saadud andmed analüüsitud liikide kohta.

Uuritavad isendid	**Andmed uuritava isendi kohta**	**Andmed mikroprügi kohta**
Kalad	Liik, kogupikkus (L), märgkaal, seedetrakti kaal ja sugu	Organismis esinenud mikroprügi koguarv, osakese pikkus (kiud) või diameeter (pundar, tükid), tüüp ja värv. **Osakeste tüüp:** - kiud - sirge või pundar (painduv, jäik); - tükk - plastiku tükk (erikujuline); graanul (kerakujuline); pellet (tööstuslik plastik); kile; vaht; klaas; metall (sh. rooste); värvitükk; puit (sh. süsi). **Osakeste värv:** valge, kollane, must, pruun, roheline (rohelise variatsioonid), sinine (sinise variatsioonid), punane (punase variatsioonid), oranz, roosa, muu (ka mitmevärvilised); Iga osakese puhul märgiti veel, kas osake on läbipaistev või mitte. **Suurusklassid:** 1) 1 mm< x <5 mm; 2) 330 µm< x <1 mm; 3) 100 µm< x < 330 µm.
Merekarbid	Liik, pikkus, pehme koe ja kõhrete märgkaal	
Harilik rändkrabi	Liik, pantseri laius, märgkaal, sugu	
Merikilk	Liik, pikkus, märgkaal, sugu	

Keskkonnast tingitud saastumise kontrollimiseks kasutati igas analüüsi etapis nn “tühjasid” proove. Õhus levivate osakeste kontrolliks: a) lisati sama kogus KOH 10% lahust nagu on kasutatud proovide puhul proovivabadesse anumatesse järgides proovi ettevalmistamisel samu protokolli etappe; b) filtreerimise ajal asetati lähedale puhas filter Petri tassile; c) asetati niiske filterpaber Petri tassile ja tõsteti mikroprügi analüüsiproovi visuaalse vaatluse ajal stereomikroskoobi lähedale. Kontrolllahuste ning filtrite puhul järgiti samu analüüsietappe kui proovide puhul, analüüsimisel leitud mikroprügi osakesi võrreldi samaaegselt proovis leituga ning sarnasuste esinemise korral vastavad osakesed likvideeriti tulemustest.

Lisaks, saastumise vältimiseks/vähendamiseks proovide analüüsimise ajal, suleti laboris aken ja/või konditsioneer ning vähendati analüüsi toimumise ajal laboris töötavate inimeste arvu. Mikroprügi analüüside teostamisel kanti ainult puuvillaseid riideid ja kitlit. Kõik kasutatud anumad ja seadmed loputati enne uue proovi analüüsimist Milli-Q veega.

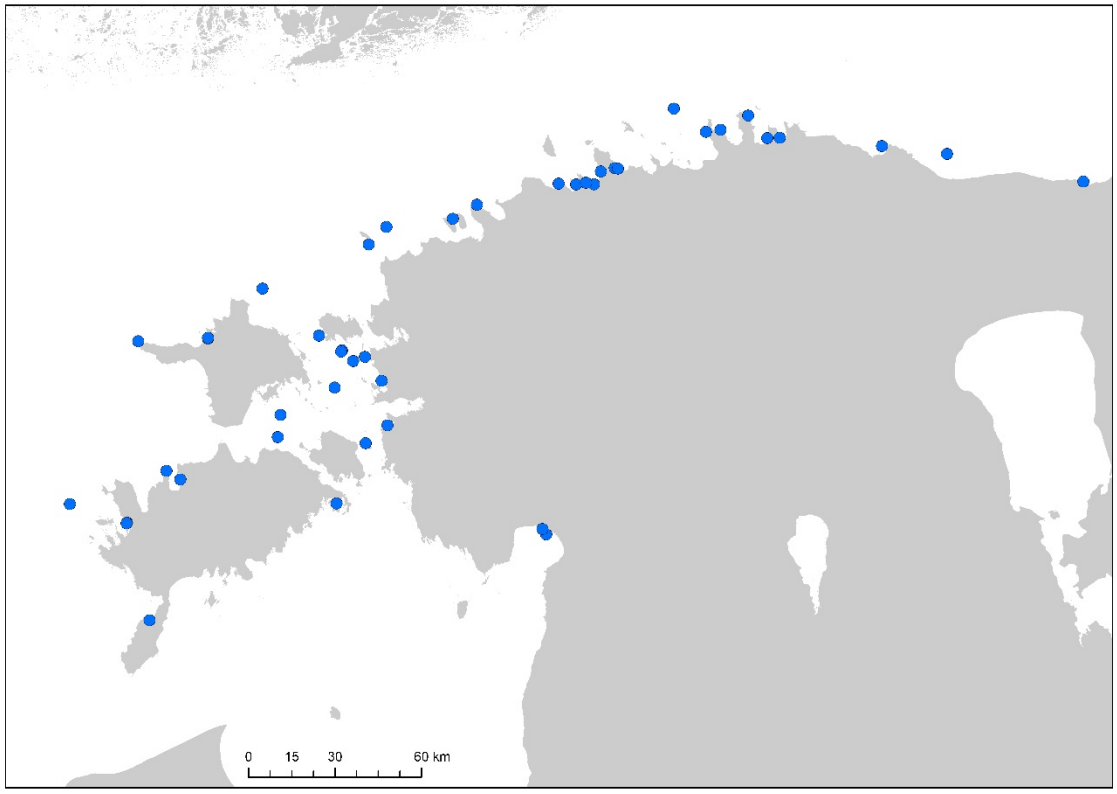
2.3. Uuritavad liigid

Vastavalt eeldatavale liikide kättesaadavusele sõltuvalt nende elupaigast ning püügimeetodite (kalade puhul traali- ja võrgupüük) võrdlemise võimalusele olid osade liikide puhul projektis testitavateks piirkondadeks eraldi Pärnu laht ja Eesti rannikumeri. Lisaks projekti jaoks eelvalitud liikidele (ahven *Perca fluviatilis*, koha *Sander lucioperca*, lest *Platichthys flesus*, ümarmudil *Neogobius melanostomus*, söödav rannakarp *Mytilus trossulus*, liiva-uurikkarp *Mya arenaria*, harilik rändkrabi *Rhithropanopeus harrisii*) analüüsiti lisaks mitmeid teisi kala ja põhjaloomastiku liike (nurg *Blicca bjoerkna*, kammeljas *Scophthalmus maximus*, emakala *Zoarces viviparus*, tursk *Gadus morhua*, kilu *Sprattus sprattus*, räim *Clupea harengus membras*, meritint *Osmerus eperlanus*, söödav südakarp *Cerastoderma glaucum*, balti lamekarp *Limecola balthica* ja merikilk *Saduria entomon*). Iga liiki koguti üle Eesti,. kokku analüüsiti ühest testitavast piirkonnast kalaliikide puhul 9-114 isendit ning põhjaloomade puhul 68-245 isendit ühe liigi kohta (Tabel 2).

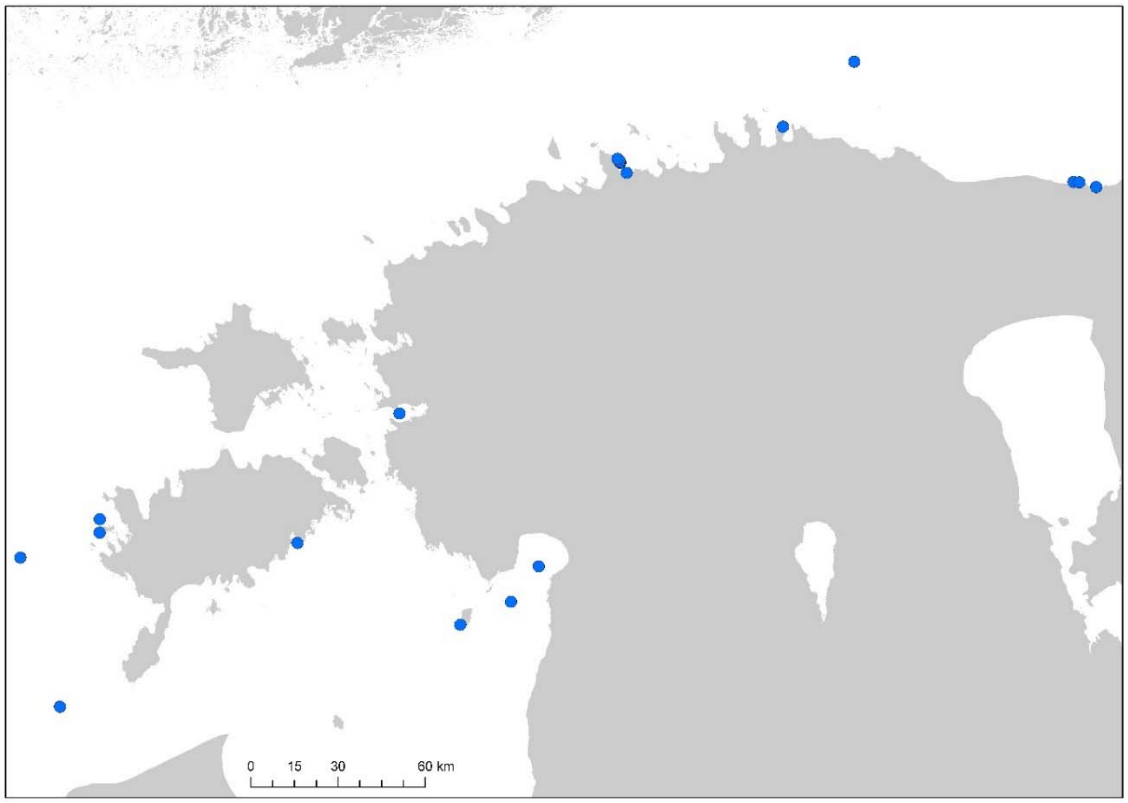
Tabel 2. Analüüsitud isendite/proovipunktide arv ja piirkonnad.

Liik	Analüüsitud isendite arv			
	Pärnu laht*	Soome laht*	Lääne-Eesti rannikumeri*	Kokku Eesti rannikumeres
Ahven	53/3	26/3	27/3	106/9
Koha	46/2	-	-	46/2
Nurg	28/1	-	-	28/1
Lest	17/2	20/3	14/2	51/7
Kammeljas	-	11/1	-	11/1
Emakala	-	9/1	-	9/1
Ümarmudil	54/3	85/8	29/3	168/14
Tursk	-	-	13/2	13/2
Kilu	-	10/1	-	10/1
Räim	20/2	20/2	30/3	70/7
Meritint	-	10/1	2/1	12/2
Kalad kokku	**218/3**	**191/9**	**115/6**	**524/18**
Söödav rannakarp	-	122/10	119/8	241/18
Söödav südakarp	-	46/7	75/11	121/18
Balti lamekarp	-	118/14	127/11	245/25
Liiva-uurikkarp	-	35/7	33/8	68
Karbid kokku	**-**	**321/21**	**354/21**	**675/42**
Harilik rändkrabi	123/2	-	-	123/2
Merikilk	-	10/1	-	10/1
Isendeid kokku	**342/5**	**512/31**	**469/27**	**1332/63**

*Proovid on kogutud Soome lahes 30., Pärnu lahes 5. ja Lääne-Eesti rannikumeres 27. proovipunktist (proovipunktide kaardid põhjaselgrootute ja kalade kohta on toodud joonistel 1 ja 2).



Joonis 1. Põhjaselgrootute proovipunktide kaart.

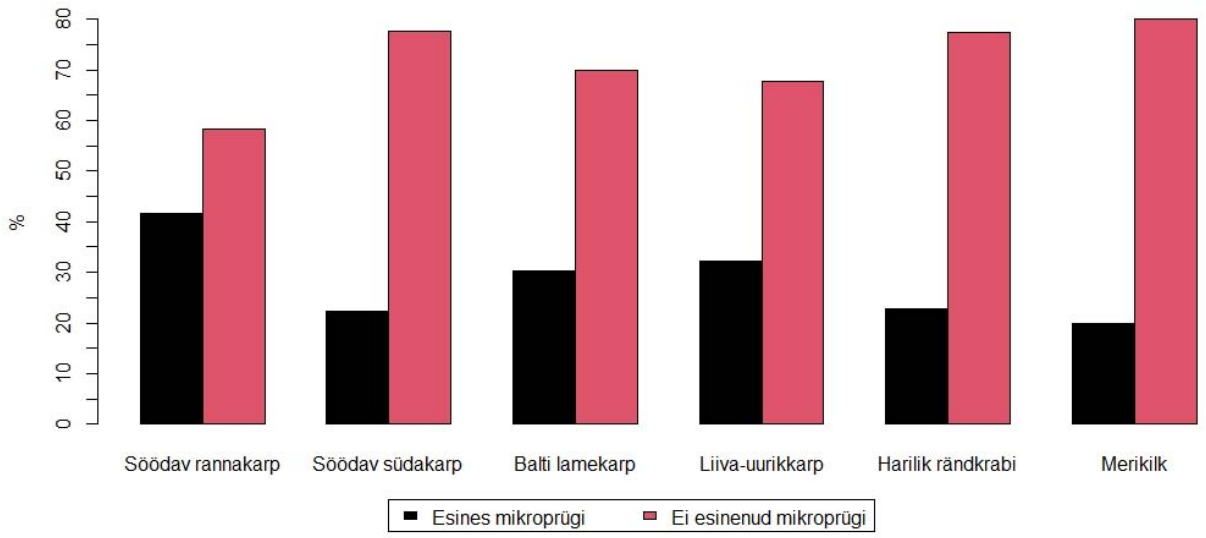


Joonis 2. Kalade proovipunktide kaart.

3. Tulemused

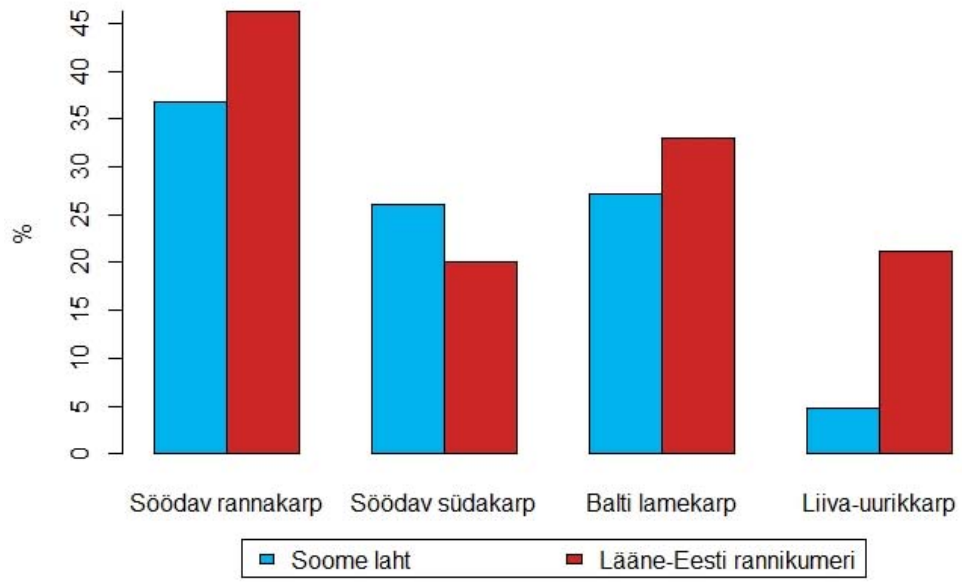
3.1. Selgrootute poolt allaneelatud prügi

Mikroprügi osakesi leiti 31,3 % (n = 808) analüüsitud selgrootutest, keskmiselt 0,47 osakest isendi kohta. Soome lahest ja Lääne-Eesti rannikumerest kogutud merekarpides mikroprügi esinemissageduse puhul olulist erinevust ei täheldatud, Soome lahes leiti mikroprügi 32,3 % isenditest ja Lääne-eesti rannikumeres 33,6 % isenditest. Mikroprügi osakesi esines kõige rohkem söödavas rannakarbis ehk 41,7 % (n = 241) analüüsitud isenditest. Ülejäänud karpide puhul, liiva-uurikkarbi isenditest sisaldas prügiosakesi 32,3 % (n = 68), balti lamekarbi isenditest 30,2 % (n = 245) ning söödava südakarbi isenditest 22,3 % (n = 121). Hariliku rändkrabil ja merikilgil leiti mikroprügi vastavalt 22,7 % (n = 123) ja 20 % (n = 10) analüüsitud isenditest (Joonis 3).



Joonis 3. Mikroprügi esinemissagedus (prügi sisaldanud ja mitte sisaldanud isendite osakaal (%)) Eesti rannikumere põhjaselgrootutes.

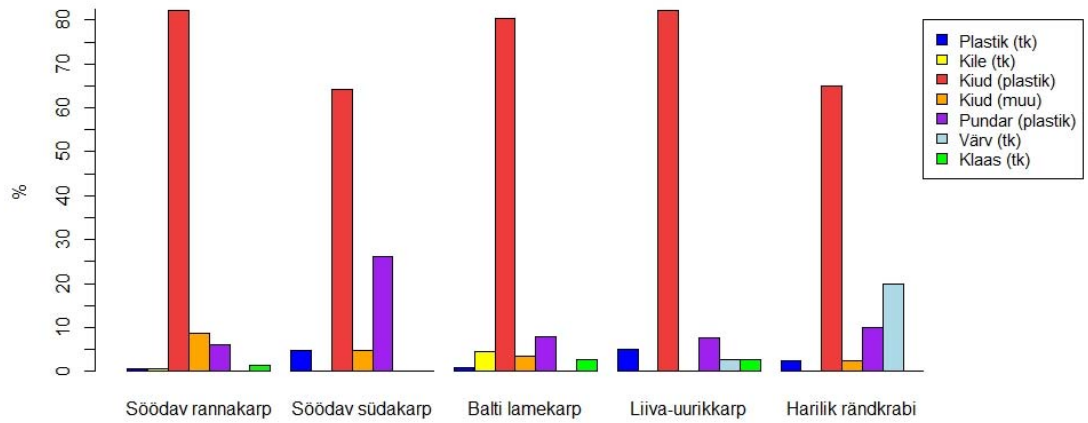
Hinnates prügi esinemist Soome lahest ja Lääne-Eesti rannikumerest kogutud merekarpides eraldi, siis mikroprügi leiti rohkem Lääne-Eesti piirkonnast kogutud söödava rannakarbi (46,2 %, n = 119), balti lamekarbi (33 %, n = 127) ja liiva-uurikkarbi isenditest. Kõige suuremat erinevust täheldati liiva-uurikkarbi isendite puhul, kus Lääne-Eestist kogutud isenditest leiti mikroprügi 21,1 % (n = 33) ja Soome lahest kogutud isenditest vaid 4,8 % (n = 35) (Joonis 4). Söödava südakarbi puhul leiti mikroprügi rohkem Soome lahest kogutud isenditest (26 %, n = 46).



Joonis 4. Mikroprügi esinemissageduse võrdlus (prügi sisaldanud isendite osakaal (%)) Soome lahe ja Lääne-Eesti rannikumere merekarpides.

Eesti rannikumerest kogutud karpides olid domineerivaks mikroprügi tüübiks kiud (Joonis 5), moodustades kuni 97,3 % kogu karpides leitud osakestest. Merekarpide puhul sisaldas valdav osa kiududest plasti. Plasti mitte sisaldanud kiude sisaldasid olenevalt liigist kuni 8,8 % isenditest. Enim esines sinist ja punast värvi kiude, mis moodustasid vastavalt 60,9 % ja 16,6 % kõigist kiududest. Valdaval enamusel ehk 69,6 % analüüsitud karpidest esines üks mikroprügi osake isendi kohta, 19,2 % sisaldasid kaks osakest ning ülejäänud rohkem kui kaks osakest isendi kohta. Olenevalt liigist, kiududest 6,1 – 26,2 % moodustasid karpide sisikonnas puntras olnud kiud.

Rändkrabi puhul olid domineerivateks osakesteks samuti plasti sisaldavad kiud, moodustades 65 % kõigist prügiosakestest, plasti mitte sisaldavaid kiude esines 2,5 % prügi sisaldanud isenditest. Kiududest 10 % moodustasid krabi maos puntras olnud kiud, millest lahti harutatuna oli pikim 19,302 mm. Soome lahest kogutud kümnest merikilgist kahel leiti seedetraktist mikroprügi.



Joonis 5. Erinevat tüüpi mikroprügi osakeste osakaal (%) Eesti rannikumere selgrootutes.

Keskmine osakeste arv põhjaselgrootutes oli suurem söödaval rannakarbil, keskmiselt 0,61 (n = 241) mikroprügi osakest ühe isendi kohta ning liiva-uurikkarbil, 0,57 (n = 68) osakest ühe isendi kohta (Tabel 3). Samuti täheldati nende kahe liigi puhul suurimat erinevust Soome lahest ja Lääne-Eesti rannikumerest kogutud isendite puhul. Söödava rannakarbil leiti rohkem mikroprügi osakesi Lääne-Eesti rannikumerest kogutud isendites, keskmiselt 0,74 (n = 119) osakest ühe isendi kohta. Liiva-uurikarbil oli keskmine mikroprügi osakeste arv ühe isendi kohta suurem Soome lahes ehk 0,8 (n = 35) osakest. Söödava südakarbil ja Balti lamekarbil oli keskmine osakeste arv isendis vastavalt 0,35 (n = 121) ja 0,46 (n = 245).

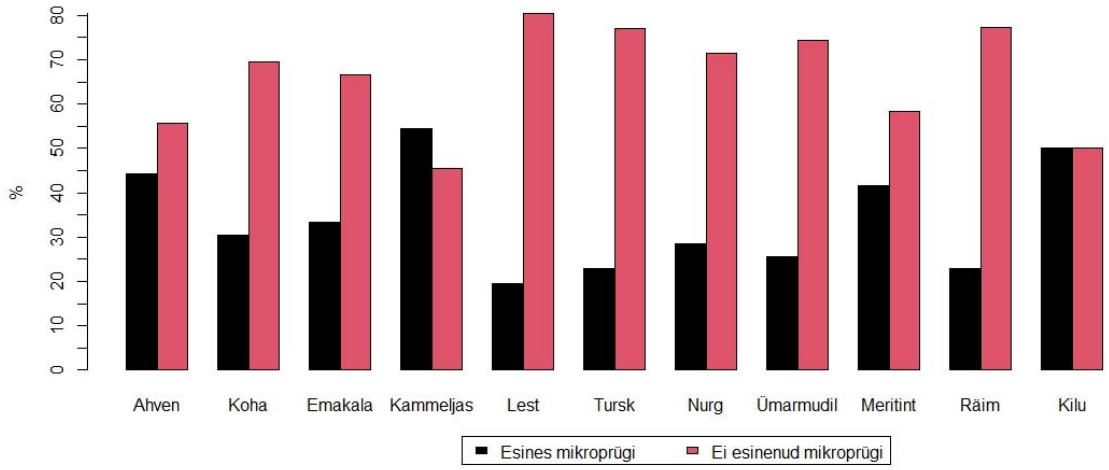
Tabel 3. Prügiosakeste arv selgrootutes (n – analüüsitud isendite arv).

Liik	Soome laht			Lääne-Eesti rannikumeri			Eesti rannikumeri		
	Keskmine	Maksimaalne	n	Keskmine	Maksimaalne	n	Keskmine	Maksimaalne	N
Söödav rannakarp	0,48	3	122	0,74	10	119	0,61	10	241
Söödav südakarp	0,41	4	46	0,31	5	75	0,35	5	121
Balti lamekarp	0,41	5	118	0,5	7	127	0,46	7	245
Liiva-uurikkarp	0,8	5	35	0,33	4	33	0,57	5	68
Harilik rändkrabi*	-	-	-	-	-	-	0,33	4	123
Merikilk	0,3	2	10	-	-	-	0,3	2	10

** Hariliku rändkrabi andmed on Pärnu lahe kohta*

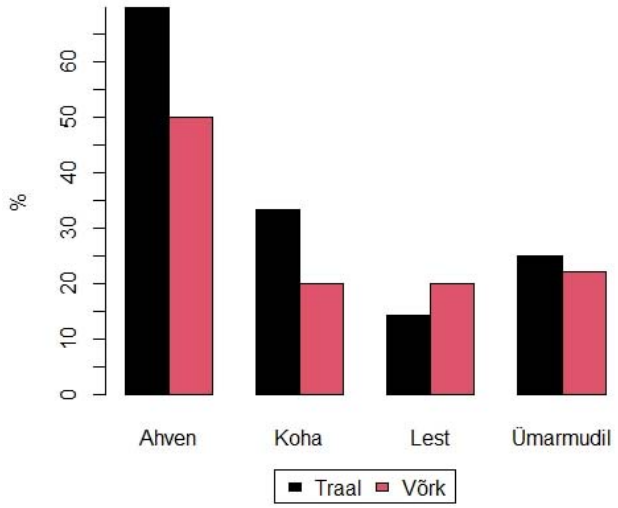
3.2. Kalade poolt allaneelatud prügi

Mikroprügi sisaldas kokku 30,5 % (n = 524) kõigist analüüsitud kaladest, keskmiselt esines ühe isendi kohta 0,54 osakest. Liigiti esines prügiosakesi enim kammeljas ehk 54,5 % (n = 11) analüüsitud isenditest, kiludest sisaldas mikroprügi 50 % (n = 10), ahvenatest 44,3 % (n = 106) ja meritintidest 41,6 % (n = 12). Emakala puhul sisaldas mikroprügi 33,3 % (n = 9) analüüsitud isenditest. Koha puhul leiti mikroprügi analüüsitud isenditest 30,4 % (n = 46), nurul 28,5 % (n = 28), ümarmudilal 25,5 % (n = 168), tursal 23 % (n = 13), räimel 22,8 % (n = 70) ja lestal 19,6 % (n = 51) (Joonis 6). Analüüsitud isendite arv iga liigi kohta on toodud tabelis 2.



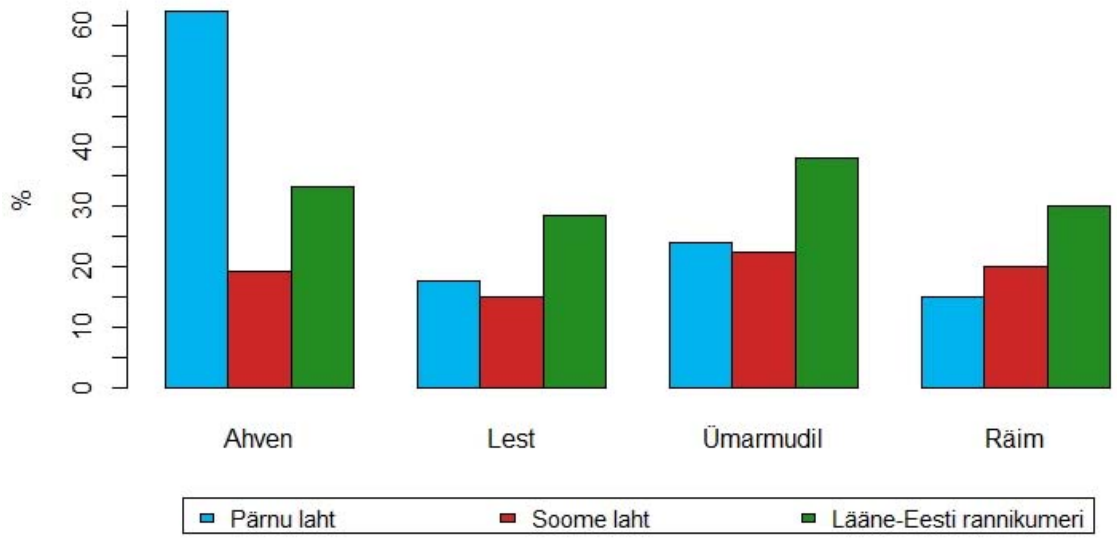
Joonis 6. Mikroprügi esinemissagedus (%) Eesti rannikumere kalades.

Hinnates kahe erineva meetodiga Pärnu lahest kogutud kalaliike eraldi, siis mikroprügi osakesi leidus kokku 37,8 % (n = 140) kõigist analüüsitud kaladest, mis olid kogutud pelaagilise traalnoodaga Pärnu lahest. Liigiti leiti prügi vastavalt 69,6 % (n = 33) ahvenatest, 33,3 % kohadest, 14,3 % lestadest ja 25 % ümarmudilatest. Nakkevõrguga kogutud kaladest leiti mikroprügi osakesi 27 % kõigist analüüsitud kaladest Pärnu lahes (n = 68), mis on mõnevõrra vähem kui mikroprügi sisaldanud isendite osakaal pelaagilise traalnoodaga kogutud kalades. Liigiti esines Pärnu lahe kaladest mikroprügi kõige rohkem samuti ahvenas (50 %, n = 20), kuid mikroprügi sialdanud isendite osakaal jäi väikemaks kui traaliga kogutud ahvenas. Sarnaselt ahvanale, sisaldas mikroprügi väiksem osakaal kohasid (20 %, n = 10) kui traaliga kogutud kohade puhul. Nakkevõrguga kogutud lestade, ümarmudilate ja räimede puhul mikroprügi sisaldanud isendite osakaal ei erinenud oluliselt traaliga kogutud kaladest, protsendid jagunesid vastavalt, lestadest 20 % (n = 10) ja ümarmudilatest 22,2 % (n = 18) (Joonis 7). Pärnu lahe traalipüügil räime ei saadud, kuid nakkevõrkudest saadud räimedest sisaldasid mikroprügi 15 % (n = 17) analüüsitud isenditest.



Joonis 7. Mikroprügi esinemisagedus (mikroprügi osakesi sisaldanud isendite osakaal, %) Pärnu lahest kahe erineva meetodiga (pealaagiline traalnoot ja nakkevõrk) kogutud kalades.

Kalade puhul anti ka hinnang mikroprügi esinemissageduse kohta eraldi Pärnu lahes, Soome lahes ja Lääne-Eesti rannikumeres. Pärnu lahes leiti mikroprügi 36,1 % (n = 144), Soome lahes 22,7 % (n = 191) ja Lääne-Eesti rannikumeres 33,1 % (n = 115) analüüsitud kaladest. Pärnu lahe kaladest esines mikroprügi 62,3 % ahvenatest (n = 53), 24 % (n = 54) ümarmudilatest ning lestade ja räimede puhul oli osakaal vastavalt 17,6 % (n = 17) ja 15 % (n = 20). Koha ja nurgu saadi ainult Pärnu lahe traalidest ning mikroprügi sisaldanud isendite osakaal oli vastavalt 30,4 % (n = 46) ja 28,5 % (n = 28). Soome lahe kalades esines mikroprügi 22,3 % (n = 85) ümarmudilatest, 19,2 % (n = 26) ahvenatest, 20 % (n = 20) räimedest ning 15 % (n = 20) lestadest. Ülejäänud kalaliikidel analüüsiti isendeid 9-11 ning mikroprügi leiti 54,5% kammeljatest, 50 % kiludest, 33,3 % emakaladest ja 30 % meritintidest. Lääne-Eesti rannikuvetest kogutud kalade puhul esines mikroprügi 37,9 % (n = 29) ümarmudilatest, 33,3 % (n = 27) ahvenatest ja 30 % (n =30) räimedest. Teisi kalaliike analüüsiti 11-14 isendit ning mikroprügi sisaldasid 28,5 % lestadest ja 23 % turskadest. Meritinti koguti Lääne-Eesti rannikumerest ainult kaks, kuid mõlemad sisaldasid prügiosakesi. Joonisel 8 on toodud võrdlusena kõikides uuritud piirkondades esinenud kalaliikide – ahvena, lesta, ümarmudila ja räime – mikroprügi sisaldanud isendite osakaalud (%) piirkondade lõikes.



Joonis 8. Mikroprügi sisaldanud isendite osakaal (%) eri piirkondade kalades.

Pelaagilise traalnoodaga kogutud kaladest leiti mikroprügi kõige rohkem ahvenatest, sisaldades keskmiselt 1,7 (n = 33) osakest ühe isendi kohta, ka kogu Eesti rannikumere puhul oli arv keskmiselt suurim ahvenal (0,86; n = 106). Koha puhul oli prügiosakeste arv kalades keskmiselt 0,57 (n = 46) ja lesta puhul 0,53 (n = 51). Teiste kalaliikide puhul oli keskmine prügiosakeste arv ühe kala kohta oluliselt madalam, näiteks ümarmudila puhul 0,36 (n = 36). Ühe kala kohta leiti kuni 7 prügiosakest, sealjuures 46,2 % kaladest sisaldasid 1 osakese, 23,1 % kaladest 2 osakest, 15,4 % kaldest 3 osakest ning 9,6 % kaladest 4 osakest ühe kala kohta. Üle 4 mikroprügi osakese kala kohta leiti üksikutest analüüsitud isenditest (Tabel 4).

Nakkevõrguga kogutud kalades esines mikroprügi keskmiselt 0,44 (n = 522) osakest ühe isendi kohta. Suurim oli keskmine osakeste arv ahvena puhul (0,7; n = 99). Ühe kala kohta leiti 1-14 prügiosakest (Tabel 4). Pärnu lahes sisaldasid üle poole kaladest 1 osakese moodustades 57,1 %, 2 osakest sisaldasid 28,6 % ning 3 osakest 14,3 % kaladest. Soome lahes sisaldasid 1 osakese 66,7 %, 2 osakest 22 %, 3 osakest 6,3 % kaladest ning 6 osakest sisaldas üks isend. Lääne-Eesti rannikumeres moodustasid 1 osakese sisaldanud kalad valdava enamuse ehk 73,7 % ja 2 osakest sisaldanud kalad 15,8 %, suuremat osakeste arvu täheldati üksikutes isendites.

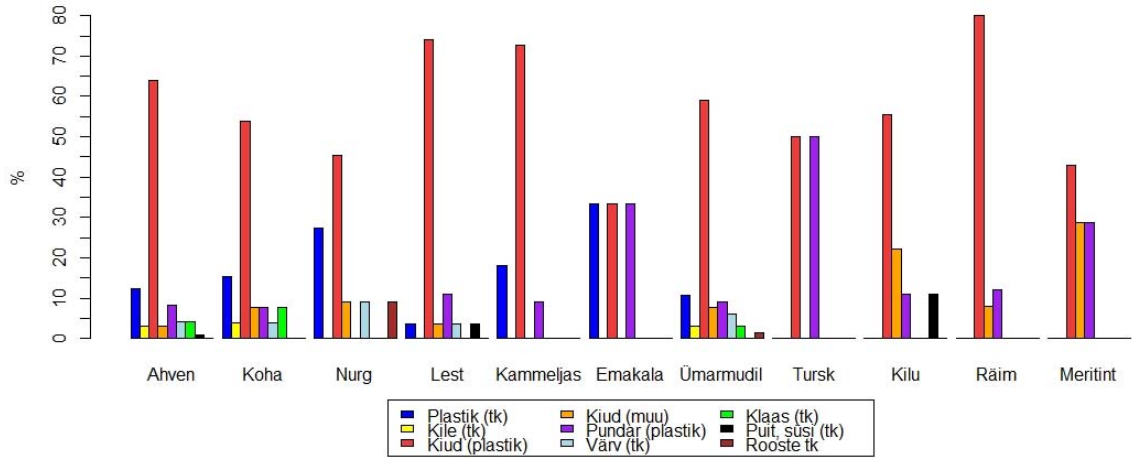
Tabel 4. Prügiosakeste arv kalades (n – analüüsitud isendite arv).

Liik	Pärnu laht[1]			Pärnu laht[2]			Soome laht			Lääne-Eesti rannikumeri			Eesti rannikumeri		
	Keskmine	Maksimaalne	n	Keskmine	Maksimaalne	n	Keskmine	Maksimaalne	n	Keskmine	Maksimaalne	n	Keskmine	Maksimaalne	n
Ahven	1,7	7	33	0,85	3	20	0,23	2	26	0,44	3	27	0,86	7	106
Koha	0,61	3	36	0,3	2	10	-	-	-	-	-	-	0,57	3	46
Lest	0,57	4	7	0,2	1	10	0,2	2	20	1,21	14	14	0,53	14	51
Nurg	0,39	4	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,39	4	28
Kammeljas	-	-	-	-	-	-	1	6	11	-	-	-	1	6	11
Emakala	-	-	-	-	-	-	0,33	1	9	-	-	-	0,33	1	9
Ümarmudil	0,36	3	36	0,33	3	18	0,33	3	85	0,55	4	29	0,38	4	168
Tursk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	2	13	0,31	2	13
Kilu	-	-	-	-	-	-	0,9	3	10	-	-	-	0,9	3	10
Räim	-	-	-	0,25	3	20	0,25	2	20	0,47	4	30	0,34	4	70
Meritint	-	-	-	-	-	-	0,5	2	10	1	1	2	0,58	2	12

[1] *Pelaagilise traalnoodaga kogutud kalad*

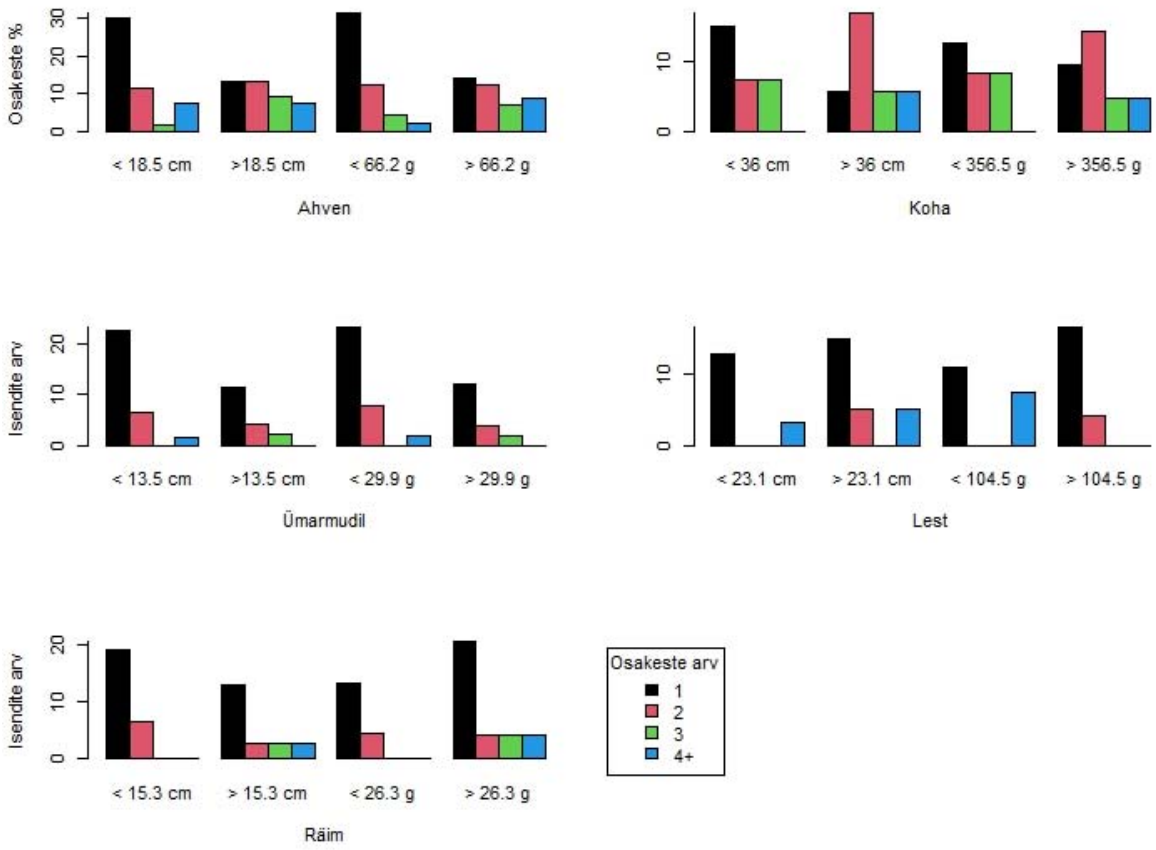
[2] *Nakkevõrguga kogutud kalad*

Eesti rannikumere kalades oli domineerivaks mikroprügi tüübiks kiud, moodustades kokku 79 % kõigist leitud osakestest. Samuti esines enim kiudusid kõikide kalaliikide puhul (Joonis 9). Kiududest enamik sisalasid plasti, moodustades kõikidest osakestest olenevalt kalaliigist 33,3 kuni 80 %. Plasti mitte sisaldanud kiud moodustasid olenevalt kalaliigist 0-28,6 % kõigist leitud osakestest. Värvuselt olid kiud valdavalt sinised (52,6 %). Plasti tükke leiti ahvenates, kohades, nurgudes, lestades, kammeljates, emakalas ja ümarmudilas, kuid mitte pelaagilistes kalades, kilus, räimes ja meritindis. Samuti ei leitud pelaagilistest kaladest klaasi- ja värvitükke. Kõige rohkem eri tüüpi osakesi leiti ahvenas, kohas ja ümarmudilas.



Joonis 9. Erinevate mikroprügi tüüpide osakaal (%) Eesti rannikumere kalades.

Mikroprügi osakeste arvu seost kalade märgkaalu ja pikkusega hinnati ahvenal, kohal, ümarmudilal, lestal ja räimel (Joonis 10). Ahvena, koha ja ümarmudila puhul täheldati, et väiksemate isendite puhul olid ülekaalus need, kelle seedetraktist leiti 1 mikroprügi osake. Räimedest leiti kolm ja enam osakest vaid pikematel ja suurema märgkaaluga isenditel ning 4 ja rohkem osakest sisaldasid vaid suuremad kohad. Analüüsitud kalade ja teiste projektis analüüsitud liikide pikkuste ja märgkaalude vahemikud on toodud lisas 2. Mikroprügi mitte sisaldanud kalade puhul ei täheldatud selle seost kala pikkuse või märgkaaluga.



Joonis 10. Mikroprügi osakeste arv erineva pikkuse (L) ja märgkaaluga (g) kalades. Kalade pikkus ja kaal on jagatud rühmadesse analüüsitud isendite pikkuse ja märgkaalu mediaanväärtuste alusel.

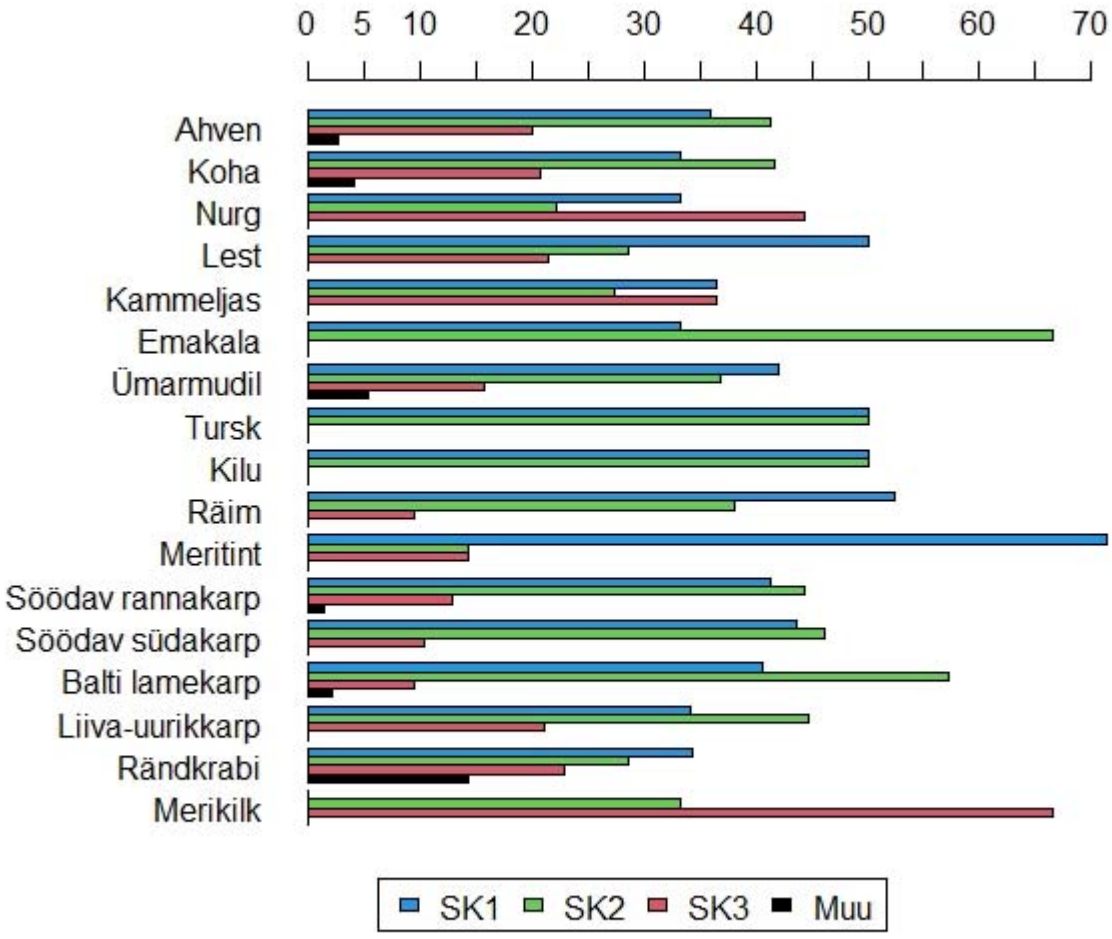
3.3. Mikroprügi suurusklassid

Kõikide analüüsitud liikide puhul oli mõõtudelt domineerivaks mikroprügi, mis oli suurusklassis 1 (1 mm< x <5 mm) või 2 (330 µm< x <1 mm) (Joonis 11). Karbiliikides esinenud mikroprügi oli peamiselt suurusklassis 2, moodustades kõigist osakestest 44,4 -57,3 %. Kõige vähem esines karpides väiksemate mõõtudega ehk suurusklassi 3 (100 µm< x < 330 µm) kuuluvaid osakesi, moodustades 9,4-21,1 %. Karpides leitud osakestest 1,5-2,1 % olid suuremad kui 5 mm.

Toitumisviisilt põhjatoidulistes kalaliikides lestas ja ümarmudilas ning pealaagiliselt toituvatest liikidest räimes ja meritindis olid mõõtudelt domineerivaks suuremad mikroprügi osakesed ehk suurusklassi 1 kuuluvad osakesed. Ahvenas, kohas ja emakalas (põhjatoidulised kalaliigid) domineerisid suurusklassi 2 kuuluvad mikroprügi osakesed. Võrdselt 1 ja 2 suurusklassi prügi leiti tursas ja kilus ning kammeljas esines võrdselt 1 ja 3 suurusklassi mikroprügi. Kalaliikidest ainus oli nurg, kelle puhul domineeris

mõõtudelt väikseima ehk suurusklassi 3 mikroprügi. Kalades leitud osakestest 2,7- 5,3 % osakestest olid suuremad kui 5 mm.

Rändkrabist leitud prügiosakestest 34,3 % olid suurusklassis 1, 22,9-28,6 % osakesi olid suurusklassis 2 ja 3 ning suuremad kui 5 mm olid 14,3 % osakestest. Rändkrabist leitud viiest värvitükist neli olid mõõtudelt alla 0,1 mm. Merikilgis domineerisid (66,6 %) kõige väiksemad prügiosakesed (suurusklass 3), suuruselt 2 suurusklassi kuuluvad osakesed moodustasid 33,3 %.



Joonis 11. Analüüsitud liikides esinenud mikroprügi suurusklasside (SK) osakaal (%). SK1 – 1 mm < x < 5 mm; SK2 – 330 µm < x < 1 mm; SK3 – 100 µm < x < 330 µm; Muu – prügiosakesed, mis olid mõõtudelt suuremad kui 5 mm.

4. Indikaator ja seisundi hinnang

Tunnuse D10 mikroprügi kriteeriumi D10C3 all on hea keskkonnaseisund (HKS) defineeritud mereloomade poolt allaneelatud mikroprügi kogusena, mis ei kahjusta asjaomaste liikide tervist. Allaneelatud prügi kogust hinnatakse ükskõik millises liigis, mis kuulub järgmistesse rühmadesse: linnud, imetajad, roomajad, kalad või selgrootud. Kriteeriumi D10C3 hindamise tulemused väljendatakse prügi ja mikroprügi kogus iga liigi ja kategooria kohta ning teave selle kohta, kas kehtestatud läviväärtused on saavutatud. Liikmesriigid koostavad kõnealuste hinnatavate liikide loetelu piirkondade või allpiirkondade koostöö kaudu (EL komisjoni otsus 2017/848).

Käesoleval hetkel ei ole veel liikmesriikide poolt kokkulepitud liikide nimekirja ega kriteeriumi läviväärtusi. MSRD töörühm Marine Litter ettepanekul on enamus liikmeriikides (sh Läänemeres) laialt levinud anšoovis (*Engraulis encrasicolus*), kilu (*Sprattus sprattus*), harilik stauriid (*Trachurus trachurus*) ja harilik makrell (*Scomber scombrus*) (Matiddi jt., 2020). Eesti tingimustes oleks neist hindamiseks kasutatav vaid kilu. Kõik nimetatud kalad on pelaagilised ning seetõttu tuleks põhjatoidulised kalad leppida kokku nt HELCOMI tasemel. Kuni seda pole tehtud, soovitab MSRD töörühm põhjatoidulised kalad valida välja regionaalsel tasemel.

MSRD töörühm Marine Litter avaldas 2020. aastal läviväärtuste määratlemise arutelu dokumendi (Werner jt., 2020). Mõned esitatud seisukohad:

- ennem läviväärtuste seadmist tuleb kokku leppida üldised põhimõtted
- kriteeriumi D10C3 liiginimekirjad on arendamisel
- kindlasti peab liiginimekirjas olema esindatud filtreeria (nt rannakarp)
- kui ei ole võimalik numbrilist läviväärtust määrata, siis võiks kehtestada vahe eesmärgid, mis põhinevad ettevaatusprintsiibil ja mille eesmärgiks on langustrend või seisundi halvenemise vältimine
- tunnuse D10 mikroprügi kriteeriumi D10C3 hindamiseks on soovitatud esmajärjekorras hinnata merekeskkonnas mikroprügi allaneelanud isendite osakaalu (%), mis arvestab ka populatsiooni vähenemisega tingituna muust võimalikust inimtekkelisest survest.

Hea keskkonnaseisund (HKS) on defineeritud mereloomade poolt allaneelatud mikroprügi kogusena, mis ei kahjusta asjaomaste liikide tervist. Kuigi uurimuste hulk mikroprügi kahjulikest omadustest elustikule on tõusuteel, ei ole praeguste teadmiste kohaselt võimalik määratleda piiri, kust algab mõju, mis kahjustab asjaomaste liikide tervist. Kahjulik mõju ulatus elustikule erineb nii liigiti kui piirkonniti (GESAMP, 2015). Seni kuni ühtselt määratud metoodika ja piirid puuduvad, tuleks kasutada siseriiklikke

indikaatoreid kriteeriumi hindamiseks (Walmsley jt., 2017). Seetõttu soovitame hinnata mikroprügi koguse/osakaalu muutuse trende elustikus.

Tunnuse D10 kriteeriumi D10C3 hindamiseks soovitame kahte indikaatorit: D10C3.1 Kalade poolt allaneelatud mikroprügi kogus, D10C3.2 Selgrootute poolt allaneelatud mikroprügi kogus. Kalade indikaator põhineb nelja ja selgrootute indikaator kolme liigi hindamisel. Indikaatorliikide valimisel on jälgitud järgmisi kriteeriume (soovitused antud ML Monitoring in Fish 2020): a) erinevate elukoha- ja toitumistüüpide esindatavust, b) on tavalised MSRD piirkondades, c) omavad kaubanduslikku väärtust, d) on esindatud seires. Indikaatorliikideks on valitud liigid, mis käesoleva projekti tulemuste järgi sobivad kõige paremini esindama kogu Eesti rannikumerd ning vastavad loetletud kriteeriumitele. Kaladest valiti indikaatorliikideks põhjaeluviisiga liikidest ahven ja lest. Pelaagilise eluviisiga liikidest soovitame paralleelselt indikaatorliikideks nii räime kui kilu. Kilu on oluline hinnangu andmiseks ja võrdluste tegemiseks teiste, ka kaugemate, piirkondadega. Räime asurkonna struktuur on aga Eesti merealadel komplitseeritum, koosneb mitmetest alamaasurkondadest (avamere,- Liivi lahe ja Väinamere alamasurkond) ja seega kajastab potentsiaalselt täpsemalt olukorda lokaalses mastaabis. Kasutades indikaatorliikidena nii räime kui kilu saame ülevaate, nii laiemateks võrdlusteks kui kohalike tegurite hindamiseks. Vastavalt eelpoolmainitule, valiti filtertoidulistest põhjaselgrootutest indikaatorliikideks kaks arvukamat merekarbi liiki Eesti rannikumeres – söödav rannakarp ja balti lamekarp ning segatoiduline harilik rändkrabi.

Hindamistulemused esitatakse agregeerides eri piirkondadest analüüsitud isenditest leitud mikroprügi osakaal ning leitud allaneelatud mikroprügi koguse keskmised väärtused iga indikaatorliigi kohta Eesti rannikumeres. Indikaatorite dokumentatsioon on esitatud lisas 1.

Käesoleva projekti tulemusena esitati kogutud andmete põhjal valitud liikide poolt allaneelatud prügi koguse ja osakaalu baasväärtused, mis võimaldavad edaspidi hinnata muutusi. Langustrend viitab keskkonnaseisundi halvenemisele. Mereloomade poolt alla neelatud prügi kogust hinnati 3 kalaliigi (ahven, lest, räim), ning 3 põhjaloomastiku liigi (söödav rannakarp, balti lamekarp, rändkrabi) põhjal Eesti rannikumeres. Käesolevas projektis ei õnnestunud saada piisaval hulgal kilu isendeid, et arvutada baasväärtus ning anda adekvaatne hinnang mikroprügi esinemise kohta. Madala sooluse tõttu esineb kilu ranniku seirepüükides vähe. Allaneelatud mikroprügi koguste hindamiseks kilus on vajalik edaspidi teostada eraldi sihipäraseid püüke rannikumerest kilu saamiseks ning koguda kalu ka ICES poolt koordineeritud traalimiste käigus Läänemerel.

5. Soovitused seireks

Soovitused mereelustikus allaneelatud mikroprügi koguste ja osakaalu hindamiseks seires (arvestatud on Matiddi jt. 2020 soovitustega):

- Proove koguda üle Eesti rannikumere
- Proovide kogumine ühildada kalanduse riikliku andmekogumise programmi ning ranniku- ja avamere põhjaelustiku seirega, tagades nii järjepideva proovide kogumise elustiku poolt allaneelatud mikroprügi hindamiseks.
- Ühte indikaatorliiki koguda ühest proovivõtupunktist, võrgust, traalist vähemalt 50 isendit (kalade puhul 50 ühest suurusklassist).
- Prügi kogust hinnata kaladest ahvena, lesta, räime ja kilu ning põhjaloomadest söödava rannakarbi, balti lamekarbi ja rändkrabi isendites.
- Allaneelatud mikroprügi koguste hindamiseks kilus on vajalik edaspidi teostada eraldi sihipäraseid püüke rannikumerest kilu saamiseks ning koguda kalu ka ICES poolt koordineeritud traalimiste käigus Läänemerel.

6. Kokkuvõte

Kokku analüüsiti 1332 isendit kaladest ja põhjaselgrootutest. Mikroprügi osakesi leiti neist 414 loomal, mis moodustas 31,1 % analüüsitud isenditest. Eesti rannikumere põhjaselgrootutest sisaldasid prügi 31,3 % (n = 808) analüüsitud isenditest, keskmiselt 0,47 osakest isendi kohta. Kalades esines mikroprügi 30,5 % (n = 524) analüüsitud isenditest, keskmiselt 0,54 osakest isendi kohta.

Põhjaselgrootutest esines mikroprügi osakesi kõige rohkem söödavas rannakarbis ehk 41,7 % (n = 241) analüüsitud isenditest. Kalade osas arvestada, et osade liikide puhul jäi analüüsitud isendite arv liiga väikeseks, et anda prügi esinemise kohta adekvaatset hinnangut (nendeks liikideks olid kammeljas, emakala, kilu, meritint, tursk). Esinduslik arv isendeid oli võimalik analüüsida ahvenatel, lestadel, kohadel, ümarmudilatel ja räimedel. Eesti rannikumere kaladest sisaldas mikroprügi kõige rohkem ahven ehk 44,3 % (n = 106).

Põhjaselgrootutes leiti mikroprügi osakeste tüüpidest kiude ning plasti-, kile-, klaasi- ja värvitükke. Kalades, esines lisaks viimati mainitule ka puidu- ja roostetükke. Nii põhjaselgrootutes kui kalades olid domineerivaks mikroprügi tüübiks kiud, moodustades põhjaselgrootutes 97,3 % ja kalades kuni 79 % kõigist leitud osakestest. Värvuselt olid kiud peamiselt sinised. Testides kiude „kuuma nõela“ meetodil,

täheldati, et plasti sisaldas valdav enamus kiududest. Peaaegu kõikide analüüsitud liikide puhul täheldati, et peamiselt olid mikroprügi osakesed suuruselt 1. ja 2. suurusklassis ehk suurusega 0,3 – 5 mm, väiksemad osakesed olid ülekaalus vaid nurul ja hariliku rändkrabil. Ahvena, koha, ümarmudila ja räime puhul oli neis leitud osakeste arv suurim suurematel isenditel, väiksemate isendite puhul olid ülekaalus pigem need, kelles leiti üks osake kala kohta.

MSFD tunnuse D10 mikroprügi kriteeriumi D10C3 all on hea keskkonnaseisund (HKS) defineeritud mereloomade poolt allaneelatud mikroprügi kogusena, mis ei kahjusta asjaomaste liikide tervist. Käesoleval hetkel ei ole veel liikmesriikide poolt kokkulepitud liikide nimekirja ega kriteeriumi läviväärtusi hinnangu andmiseks. Seni kuni ühtselt määratud metoodika ja piirid puuduvad, tuleks kasutada siseriiklikke indikaatoreid kriteeriumi hindamiseks (Walmsley jt., 2017). Seetõttu soovitame hinnata mikroprügi koguse/osakaalu muutuse trende elustikus. Hindamiseks soovitame kahte indikaatorit: D10C3.1 Kalade poolt allaneelatud mikroprügi kogus, D10C3.2 Selgrootute poolt allaneelatud mikroprügi kogus. Kalade indikaator põhineb nelja ja selgrootute indikaator kolme liigi hindamisel. Põhjaselgrootutest sobivad indikaatorliikideks Eesti rannikumeres kaks arvukamat filtertoidulist karbiliiki – söödav rannakarp ja balti lamekarp ning segatoiduline harilik rändkrabi. Kaladest sobivad põhjaeluviisiga liikidest ahven ja lest ning pelaagilise eluviisiga liikidest räim ja kilu.

Kirjandus

Avio, G., Pittura, L., d'Errico, G., Abel, S., Amorello, S., Marino, G., Gorbi, S., Regoli, F. 2020. Distribution and characterization of microplastic particles and textile microfibers in Adriatic food webs: General insights for biomonitoring strategies. Environmental Pollution 258, 113766. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113766

Galgani, F., jt., 2013. Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. MSFD TG Marine Litter 2013. EUR 26113. Luxembourg. European Commission. Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability. Publications Office of the European Union. JRC83985. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/30681

GESAMP, 2015. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment (Kershaw, P. J., toim.). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96 lk.

Matiddi M., Pham C.K., Anastasopoulou A., Andresmaa E., Avio C.G., Bianchi J., Chaieb O., Camedda A., Darmon G., de Lucia G.A., Deudero S., Doğan S., Eriksson J., Fischer E., Gómez M., Herrera A., Hattia E., Kaberi H., Kaska Y., Kühn S., Lips I., Miaud C., Nelms S., Piermarini R., Regoli F., Sbrana A., Setälä O., Soederberg L., Tomás J., Tsangaris C., Vale M., Valente T., Silvestri C., 2020. Monitoring Micro-Litter Ingestion in Marine Fish: a harmonized protocol for MSFD and RSCs areas. MSFD TG Marine Litter 2020.

Valente, T., Sbrana, A., Scacco, U., Jacomini, C., Bianchi, J., Palazzo, L., de Lucia, G. A., Silvestri, C., Matiddi, M., 2019. Exploring microplastic ingestion by three deep-water elasmobranch species: A case

study from the Tyrrhenian Sea. Environ. Pollut. 253, 342-350. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.07.001

Werner, S., Budziak, A., van Franeker, J., Galgani, F., Hanke, G., Maes, T., Matiddi, M., Nilsson, P., Oosterbaan, L., Priestland, E., Thompson, R., Veiga, J. and Vlachogianni, T.; 2016; Harm caused by Marine Litter. MSFD GES TG Marine Litter - Thematic Report; JRC Technical report; EUR 28317 EN; doi:10.2788/690366

Werner S., Fischer E., Fleet D., Galgani F., Hanke G., Kinsey S., Mattidi M. 2020. Threshold Values for Marine Litter. EUR 30018 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC114131/threshold_values_for_marine_litter_eur_30018_en_30_7_2020_pdf.pdf

Walmsley, S.F., Weiss, A., Claussen, U., Connor, D. 2017. Guidance for Assessments Under Article 8 of the Marine Strategy Framework Directive, Integration of assessment results. ABPmer Report No R.2733, produced for the European Commission, DG Environment, February 2017. https://circabc.europa.eu/sd/a/cea61b55-06df-4e9e-9830-b0f41ca46fbe/GES_17-2017-02_Guidance_MSFDArt8_Feb2017TestVersion.pdf

Projekti kajastamine meedias ja konverentsidel

Torn, K. 2020. Merevees olev mikroplast võib jõuda ka inimese toidulauale. Intervjuu artikkel. Novaator, 20.04.2020.
Merevees olev mikroplast võib jõuda ka inimese toidulauale | Keskkond | ERR

Põldma, M. 2020. Keskkonnasaade "Jälg". Osa 27.
Jälg (11.11.2020 20:00) - Kanal 2 VeebiTV (postimees.ee)

Põldma, M., 2020. Ettekanne "Mikroprügi mereelustikus". Konverents "Eesti rannikumeri: piirideta mereprügi ja piiritletud looduskaitse". Korraldaja Tartu Ülikooli Eesti mereinstituut. Tallinna Ülikool, 3.12.2020. Tallinn.

Lisa 1. Indikaatorite dokumentatsioon

D10C3.1 Kalade poolt allaneelatud mikroprügi kogus ja osakaal

1. Indikaatori nimetus
D10C3.1 Kalade poolt allaneelatud mikroprügi kogus

2. Indikaatori kood
BALEED10C3.1

3. Autor(id)
Kaire Torn, Maria Põldma

4. Indikaatori päritolu
EL direktiiv

5. Indikaatori eesmärk
Kalaliikide poolt allaneelatud mikroprügi koguse ja osakaalu trendi hindamine

6. Indikaatori kirjeldus
Mikroprügiks nimetatakse tehislikku materjaliosakest, mille suurus jääb alla 5 mm. Need on nii sünteetilised kui mittesünteetilised osakesed (nt plast, tselluloos, puuvill, vill, kumm, metall, klaas, värv). Mikroprügi on otseselt seotud inimtegevusega. Indikaator annab informatsiooni kalade poolt allaneelatud mikroprügi koguste kohta.

7. Hindamisüksus
Eesti mereala

8. Hea keskkonnaseisundi komponent
HKS tunnus 10 kriteerium D10C3

9. Seotud HKS sihid
Allaneelatud mikroprügi koguste vähenemine baastaseme (2019-2020 andmed) suhtes.

10. Teemavaldkond
Prügi (tahked jäätmed, sh mikroprügi) mõju, kood PresInputLitter

11. Muu elupaik

12. Seose dokumentatsioon indikaatori ja surveteguri vahel
Mikroprügi tekib suurema prügi lagunemisel (lainetus ja UV kiirguse mõjul) või otsese merre heitmise teel. Merekeskkonda satub mikroprügi näiteks sanitaar- ja heitvetest, tööstusest, kalandusest, turismist ja laevandusest. Uuringud on näidanud, et kalade poolt allaneelatud prügi hulk on suurem piirkondades, kus mikroprügi sisaldus settes ja vees on suurem (GESAMP, 2015; Li jt., 2020; Sbrana jt. 2020).

13. Teemavaldkonna hindamise element
Allaneelatud mikroprügi

14. Hinnatava elemendi kood
Kunstlikud polümeermaterjalid ARTPOLY *Artificial polymer materials*
Määratlemata prügi UNDEF *Undefined*

15. Indikaatoris kasutatavad parameetrid
Allaneelatud prügi kogus elustikus AMO-I

16. Indikaatori usaldusväärsus
Ajaline uv: madal
Ruumiline uv: keskmine
Metoodiline uv: keskmine

17. Indikaatori väärtuste arvutamise metoodika
Hindamistulemused esitatakse agregeerides eri piirkondadest analüüsitud isenditest leitud mikroprügi sisaldanud isendite osakaal ning leitud allaneelatud mikroprügi koguse keskmised väärtused võrreldes isendi suurusega iga indikaatorliigi kohta Eesti merealal. Määratakse igas isendis esineva prügi kogus (tk) ning kala pikkus ja kaal. Tulemused esitatakse prügi kogusena pikkus- (tk/cm) ja kaaluühiku (tk/kg) kohta. Iga isendi kohta kogutavad andmed keskmistatakse liigiti. Soovitatud indikaatorliikideks on põhjaeluviisiga liikidest ahven ja lest ning pelaagilise eluviisiga liikidest räim ja kilu. Ahven ja räim on kasutatavad ka rannikumere keemilises seires. Kilu on enamus EL liikmeriikides laialt levinud ning soovitatav töörühma Marine Litter ettepanekul.

18. Indikaatori hindamisühik
Andmed kogutakse mikroprügi kogus (tk/kg, tk/cm) isendites ning hinnangu jaoks keskmistatakse liigiti. Esitatakse ka mikroprügi sisaldanud isendite osakaal (%) liigiti.

19. Taustatingimuste määramise metoodika
Mere looduslik seisund on prügivaba (Werner jt., 2020).

20. Hea Keskkonnaseisundi taseme määramise metoodika
HKS taseme aluseks on baastase, mis määrati 2019/2020 kogutud andmete põhjal. Hindamisel võrreldakse indikaatori väärtust baastasemega.

21. Hea keskkonnaseisundi taseme väärtus
Indikaatori seisund on HKS, kui kõikide hinnatavate liikide allaneelatud prügi kogus on sama või väiksem võrreldes baastasemega.

22. Hea keskkonnaseisundi taseme väärtuse allikas
Trendi kasutamine HKS taseme määratlemiseks on MSRD töörühma Marine Litter soovitus (Werner jt. 2020).

23. Indikaatori väärtus Eesti mereala jaoks (2019-2020)
Varasemad uuringud mere põhjasette ja veesamba mikroprügi sisalduse kohta ei ole viidanud stabiilsele piirkondlikule erinevusele vaid tulemused on eri aastatel varieerunud (Taltech, 2019). Seetõttu ei ole alust erineva baastaseme kehtestamiseks eri piirkondadele ning soovitame ühte baastaset kogu Eesti merealal kohta. Hindamist võiks edaspidi läbi viia HELCOMI alambasseinide kaupa.

Liik	N	Mikroprügi kogus		Mikroprügi osakaal isendites	Mikroplasti osakaal mikroprügist
		tk/cm	tk/kg	%	%
Ahven	106	0,05	15,5	44,3	91,7
Lest	51	0,03	10,4	19,6	88,9
Räim	70	0,02	11,9	22,8	92

24. Indikaatori viide (URL)

25. Kasutatud kirjandus.

GESAMP, 2015. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment (Kershaw, P. J., toim.). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96 lk.

Li, B., Su, L., Zhang, H., Chen, Q., Shi, H. 2020. Microplastics infishes and their living environments surrounding aplastic production area. Sci. Total Environ. 727, 138662.

Sbrana, A., Valente, T., Scacco, U., Bianchi, J., Silvestri, C., Palazzo, L., de Lucia, G.A., Valerani, C., Ardizzone, G., Matiddi, M. 2020. Spatial variability and influence of biological parameters onmicroplastic ingestion by *Boops boops* (L.) along the Italian coasts(Western Mediterranean Sea), Environ. Polllut. 263, 114429.

Taltech, 2020. Mikroprügi sisalduste uuring merevee pinnakihist ja mere põhjasetetest 2018. aastal. Aruanne. https://www.envir.ee/sites/default/files/kik_mikroprygi_sisalduste_uuring_merevee_pinnakihist_ja_mere_pohjasetetest_2018_taltech_aruanne.pdf

Werner S., Fischer E., Fleet D., Galgani F., Hanke G., Kinsey S., Mattidi M. 2020. Threshold Values for Marine Litter. EUR 30018 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC114131/threshold_values_for_marine_litter_eur_30018_en_30_7_2020_pdf.pdf

D10C3.2 Selgrootute poolt allaneelatud mikroprügi kogus ja osakaal

1. Indikaatori nimetus
D10C3.2 Selgrootute poolt allaneelatud mikroprügi kogus

2. Indikaatori kood
BALEED10C3.2

3. Autor(id)
Kaire Torn, Maria Põldma

4. Indikaatori päritolu
EL direktiiv

5. Indikaatori eesmärk
Bentiliste selgrootute poolt allaneelatud mikroprügi koguse ja osakaalu trendi hindamine

6. Indikaatori kirjeldus
Mikroprügiks nimetatakse tehislikku materjaliosakest, mille suurus jääb alla 5 mm. Need on nii sünteetilised kui mittesünteetilised osakesed (nt plast, tselluloos, puuvill, vill, kumm, metall, klaas, värv). Mikroprügi on otseselt seotud inimtegevusega. Indikaator annab informatsiooni bentiliste selgrootute poolt allaneelatud mikroprügi koguste kohta.

7. Hindamisüksus
Eesti mereala

8. Hea keskkonnaseisundi komponent
HKS tunnus 10 kriteerium D10C3

9. Seotud HKS sihid
Allaneelatud mikroprügi koguste vähenemine baastaseme (2019-2020 andmed) suhtes.

10. Teemavaldkond
Prügi (tahked jäätmed, sh mikroprügi) mõju, kood PresInputLitter

11. Muu elupaik

12. Seose dokumentatsioon indikaatori ja surveteguri vahel
Mikroprügi tekib suurema prügi lagunemisel (lainetus ja UV kiirguse mõjul) või otsese merre heitmise teel. Merekeskkonda satub mikroprügi näiteks sanitaar- ja heitvetest, tööstusest, kalandusest, turismist ja laevandusest. Kuna mikroprügi sisaldus keskkonnas on tõusnud, on suurenenud ka karpide poolt allaneelatud prügi hulk (GESAMP, 2015; Blastic.eu).

13. Teemavaldkonna hindamise element
Allaneelatud või organismi filtreerunud mikroprügi

14. Hinnatava elemendi kood
Kunstlikud polümeermaterjalid ARTPOLY *Artificial polymer materials*
Määratlemata prügi UNDEF *Undefined*

15. Indikaatoris kasutatavad parameetrid

Allaneelatud prügi kogus elustikus AMO-I

16. Indikaatori usaldusväärsus
Ajaline uv: madal
Ruumiline uv: keskmine
Metoodiline uv: keskmine

17. Indikaatori väärtuste arvutamise metoodika
Hindamistulemused esitatakse agregeerides eri piirkondadest analüüsitud isenditest leitud mikroprügi sisaldanud isendite osakaal ning leitud allaneelatud mikroprügi koguse keskmised väärtused võrreldes isendi suurusega iga indikaatorliigi kohta Eesti merealal. Määratakse igas isendis esineva prügi kogus (tk) ning karbi suurus ja pehme koe märgkaal. Tulemused esitatakse prügi kogusena pikkus- (tk/cm) ja kaaluühiku (tk/kg) kohta. Iga isendi kohta kogutavad andmed keskmistatakse liigiti. Soovitatud indikaatorliikideks on filtertoidulistest põhjaselgrootutest kaks arvukamat merekarbi liiki Eesti rannikumeres – söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) ja balti lamekarp (*Limecola balthica*) ning segatoiduline ja toidu suhtes vähevaliv rändkrabi (*Rhithropanopeus harrisii*).

18. Indikaatori hindamisühik
Andmed kogutakse mikroprügi kogus (tk/kg, tk/cm) isendites ning hinnangu jaoks keskmistatakse liigiti. Esitatakse ka mikroprügi sisaldanud isendite osakaal (%) liigiti.

19. Taustatingimuste määramise metoodika
Mere looduslik seisund on prügivaba (Werner jt., 2020).

20. Hea Keskkonnaseisundi taseme määramise metoodika
HKS taseme aluseks on baastase, mis määrati 2019/2020 kogutud andmete põhjal. Hindamisel võrreldakse indikaatori väärtust baastasemega.

21. Hea keskkonnaseisundi taseme väärtus
Indikaatori seisund on HKS, kui kõikide hinnatavate liikide allaneelatud prügi kogus on sama või väiksem võrreldes baastasemega.

22. Hea keskkonnaseisundi taseme väärtuse allikas
Trendi kasutamine HKS taseme määratlemiseks on MSRD töörühma Marine Litter soovitus (Werner jt. 2020).

23. Indikaatori väärtus Eesti mereala jaoks (2019-2020)
Varasemad uuringud mere põhjasette ja veesamba mikroprügi sisalduse kohta ei ole viidanud stabiilsele piirkondlikule erinevusele vaid tulemused on eri aastatel varieerunud (Taltech, 2019). Seetõttu ei ole alust erineva baastaseme kehtestamiseks eri piirkondadele ning soovitame ühte baastaset kogu Eesti merealal kohta. Hindamist võiks edaspidi läbi viia HELCOMI alambasseinide kaupa.

Liik	N	Mikroprügi kogus		Mikroprügi osakaal isendites	Mikroplasti osakaal mikroprügist
		tk/cm	tk/kg	%	%
Söödav rannakarp	240	0,43	6645,6	41,7	89,8
Balti lamekarp	245	0,46	7082,9	30,2	93,8
Rändkrabi	123	0,26	708,5	22,7	77,5

24. Indikaatori viide (URL)

25. Kasutatud kirjandus.

Blastic. Plastic ingestion by bivalves. https://www.blastic.eu/knowledge-bank/impacts/plastic-ingestion/bivalves/

GESAMP, 2015. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment (Kershaw, P. J., toim.). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96 lk.

Taltech, 2020. Mikroprügi sisalduste uuring merevee pinnakihist ja mere põhjasetetest 2018. aastal. Aruanne. https://www.envir.ee/sites/default/files/kik_mikroprygi_sisalduste_uuring_merevee_pinnakihist_ja_mere_pohjasetetest_2018_taltech_aruanne.pdf

Werner S., Fischer E., Fleet D., Galgani F., Hanke G., Kinsey S., Mattidi M. 2020. Threshold Values for Marine Litter. EUR 30018 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC114131/threshold_values_for_marine_litter_eur_30018_en_30_7_2020_pdf.pdf

Lisa 2. Analüüsitud isendite suurusjaotus

Tabel 5. Analüüsitud isendite pikkuse (cm) ja märgkaalu (g) varieeruvus liikidel.

Liik	Pikkus (cm)		Märgkaal (g)	
	Miinimum	Maksimum	Miinumum	Maksimum
Ahven	10	32.3	9.3	416.6
Koha	5.1	45.5	48.9	1225
Nurg	12	29.1	20.0	383.3
Lest	10.7	33.2	16.0	449
Kammeljas	15.5	26.6	72.0	326
Emakala	15	18.5	13.6	32.5
Ümarmudil	5.4	23.6	1.61	160.4
Tursk	13	28	17.4	100.6
Kilu	10.9	13.3	7.2	13.5
Räim	12.2	20.8	11.3	132.6
Meritint	12	18.1	7.2	37.4
Söödav rannakarp	0.275	3.52	0.005	0.868
Söödav südakarp	0.587	2.125	0.012	1.117
Liiva-uurikkarp	0.618	2.928	0.007	0.970
Balti lamekarp	0.5	2.264	0.003	0.352
Harilik rändkrabi	0.42	2.06	0.021	3.1
Merikilk	4.78	6.95	1.78	6.05

Lisa 3. Fotod

Foto 1. Klaasfiiberfiltritele filtreeritud 10 % KOH lahuses lahustunud merekarbi sisikond.

Foto 2. Klaasfiiberfiltritele filtreeritud 10 % KOH lahuses lahustunud ümarmudila seedetrakti (filtril näha söödud merekarpide kojad, mis KOH lahuses ei lahustu).

Foto 4. Mikroprügi analüüs merikilgist.

Foto 4. Koha seedetraktist leitud roheline kiletükk (2,77 mm) enne ja peale kuuma nõelaga töötlemist