

VÕIMALIKUD LAHENDUSED VÄHEVÄÄRTUSLIKU KALATOORME VÄÄRINDAMISEKS EESTIS

UURINGU LÕPPARUANNE

24.04.2015

Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus

Eesti Kalapüügiühistu



Toetab Euroopa Liit

Tallinn, 2015

Sisukord

Sisukord.....	1
Sissejuhatus	3
1 Kalatoorme kaardistamine: Eesti kalapüügi kogused ja tooraine saadavus väärindamise tehase toormaterjalina.....	5
1.1 Eestis püütud kalaliigid, kogused ja sempoonsus.....	6
1.1.1 Kilu püügi dünaamika	6
1.1.2 Räime püügi dünaamika	8
1.1.3 Läänemere kilu- ja räimevarud ning saak	11
1.1.4 Ahvena püügi dünaamika	28
1.1.5 Lesta püügi dünaamika.....	31
1.1.6 Meritindi püügi dünaamika	33
1.1.7 Särje püügi dünaamika	36
1.1.8 Teiste kalaliikide püügidünaamika.....	38
1.1.9 Kalapüük Eesti siseveekogudest.....	41
1.1.10 Eestis püütud kala turustamine.....	43
1.1.11 Eestis püütud kala esmakokkuostuhinnad	46
1.1.12 Eesti kalapüügi sempoonsus	47
1.1.13 Kala tagasiheitmiste keelustamise mõju kalatoorainele	48
1.1.14 Väheväärtuslik kala Eestis.....	49
1.2 Eesti lähipiirkonna kalandus.....	49
1.3 Võimalikud kalakogused meie naabruses (väljaspool Euroopa Liitu)	52
1.4 Kalajäätmed Eesti kalatööstustes	54
1.4.1 Tagasiside jäätmete tekkimise kohta ettevõtete kaupa.....	55
1.5 Kokkuvõte	56
2 Kalatoorme keemilised koostised ja toormaterjali potentsiaali analüüsid.....	58
2.1 Kalatooraine omaduste analüüsid.....	58
2.1.1 Kalaproovide koostised	58
2.1.2 Teiste kalade koostised.....	61
2.2 Kalaliikide dioksiinide, raskemetallide ja püsivate orgaaniliste saasteainete sisaldused – erialakirjanduse ja varasemate uuringute põhjal	62
2.2.1 Saasteained kalades	62
2.2.2 Dioksiinid ja dioksiinilaadsed ühendid	63
2.2.3 Raskemetallid kalas	72
2.2.4 Püsivad orgaanilised saasteained ehk POS.....	73
2.2.5 Saasteainete eraldamine kalast ja kalatoodetest	77

2.3	Saasteainete analüüsid	78
2.3.1	Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite määramine kalaproovides.....	79
2.3.2	Tinaorgaaniliste ühendite määramine kalaproovides	83
2.3.3	Perfluoritud ühendite määramine kalaproovides.....	85
2.4	Ülevaade kalavalgu ja kalarasva toodetest	87
2.4.1	Kalatoorme rasva ja valgu komponentide eraldamine ja iseloomustamine	87
2.4.2	Toormaterjal	88
2.4.3	Kalaõli kvaliteet.....	90
2.4.4	Erinevate tehnoloogiate testimine kalaõli ja kalavalgu tootmiseks.....	91
2.4.5	Tulemused ja arutelu	92
2.4.6	Teoreetiline hinnang võimalikele turgudele ja tootmistehnoloogiatele	106
2.4.7	Järeldused	110
2.4.8	Kokkuvõte	111
3	Kala valgu- ja rasvatoodete turuülevaade, tootmisliinide lähteülesanne ja tootmisliinide projektid.....	112
3.1	Kalavalgu tooted.....	112
3.1.1	Kalajahu.....	112
3.1.2	Kalavalgu konsentraadid (KVK).....	112
3.1.3	Kalavalgu hüdrolüsaadid	112
3.2	Kalarasva ehk kalaõli tooted.....	114
3.2.1	Kalaõli kasutamine	116
3.2.2	Kalavalgu ja kalaõli toodete tootmine	117
3.3	Kalajahu ja kalaõli tehased Läänemere piirkonnas	126
3.4	Kalakomponendi tehase tehnoloogiliste liinide projektid	127
3.5	Kalakomponendi tehase võimalik asukoht	129
3.6	Kalakomponendi tehase äriplaan.....	136
4	Kokkuvõte	139
	Kasutatud kirjandus	146
	<u>LISAD</u>	155

Sissejuhatus

Uuringu “Võimalikud lahendused väheväärtusliku kalatoorme väärindamiseks Eestis” eesmärgid olid:

- Kaardistada Eesti ja selle lähiümbruse kalatoore, selle keemiline koostis ja hinnata kalatoorme potentsiaali kalavalgul ning kalarasval põhinevate toodete tootmiseks;
- Kaardistada kalavalgu ja kalarasva tooted ning nende turg;
- Tellida kalavalgu ja kalarasvatoodete tootmisliinide projektid;
- Hinnata kalatoorme, kalavalgu ja kalarasva toodete tehnoloogiate sobivust Eesti oludes.

Uuringu aruanne koosneb kolmest peatükist:

1. Kalatoorme kaardistamine: Eesti kalapüügi kogused ja tooraine saadavus väärindamise tehase toormaterjalina.
2. Kalatoorme keemilised koostised ja toormaterjali potentsiaali analüüsid.
3. Kala valgu- ja rasvatoodete turuülevaade, tootmisliinide lähteülesanne ja tootmisliinide projektid.

Peatükk 1 “Kalatoorme kaardistamine: Eesti kalapüügi kogused ja tooraine saadavus väärindamise tehase toormaterjalina” kaardistati Eesti kalatoore ning hinnati kalatoorme potentsiaali kalavalgul ja kalarasval põhinevate toodete tootmiseks. Aruandes on detailselt välja toodud Eesti meres ja sisevetes püütavad liigid, püütud kogused, keskmised hinnad jne. Samuti on välja toodud millistes Läänemere alapiirkondades erinevad riigid oma kilu ja räime välja püüavad. Kõige olulisem tegur ehk ressurss on Eesti lähedal olemas. Uuring annab seega ülevaate kogu Eestit ümbritsevast potentsiaalselt toorainest, mida loodav komponenditehas saaks oma tegevuses kasutada.

Peatükk 2 “Kalatoorme keemilised koostised ja toormaterjali potentsiaali analüüsid” analüüsiti potentsiaalselt saada olevat kalatoorainet. Kalade koostise ja rasvhapete sisalduse alusel võib järelada, et kalaõli tootmiseks on sobivad kilu ja räim ning teised kalad sobivad pigem valgupõhiste toodete tootmiseks.

Kalade saasteainete sisalduse hindamisel koostati kirjanduse ülevaade varasematest uuringutest Eesti kalade saasteainete sisalduste kohta ning viidi läbi saasteainete analüüsid kalaproovidele: Bothnia lahe räim, Soome rannaräim, kiisk, koger, särg ja ümarmudil. Tulemused näitasid, et põhilised toorained: räim ja kilu on tõenäoliselt saastunud dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühenditega. See ei ole probleem kala otsesel tarbimisel, kuid vajab tähelepanu kui kalast valmistada kalaõli ja kalavalgu tooteid.

Kalarasva ja kalaõli komponentide potentsiaali analüüsid viidi läbi koostöös Norra teadusuuringulabori Sintefiga, mille tulemused on samuti toodud Peatükis 2. Kilust ja räimest eraldati neljal erineval töötlemise meetodil: termiline, endogeensete ensüümidega töötlemine, ensüümiga Protamax ja ensüümide seguga Papaiin ja Bromelain, kalaõli ja kalavalgu tooted ning hinnati nende väljatulekut ja kvaliteeti.

Käesolevas uuringus määratud kalaõli koostis näitab, et õli ei sisalda piisavalt omega-3 (kilu u 18% ja räim u 21%), et sobida otseselt inimtarbimiseks. Inimtarbimiseks mõeldud kalavalgu ja rasva toodete turule sisenemine võib olla võimalik tulevikus kui on teostatud

täiendavad uuringud, toodete kvaliteedi stabiilsuse, toiteväärtuse ja omastatavuse ning saasteainete sisalduse kohta.

Peatükk 3 “Kala valgu ja rasva toodete turuülevaade, tootmisliinide lähteülesanne ja tootmisliinide projektid” näitasid, et kalast toodetud võimalikud tooted on: valgupõhised - kalajahu, kalavalgu konsentraadid ja kalavalgu hüdroliisaadid, ja rasvapõhised tooted - kalaõli, rafineeritud kalaõli, EPA ja DHA kalaõlid ja oomega 3 kalaõlid. Mida värskemast ja parema kvaliteediga toormaterjalist toodetakse kalavalgu ja kalarasva tooteid, seda parema kvaliteediga ja kõrgema lisandväärtusega need on.

Telliti kalavalgu ja kalarasva tootete tootmisliinide projektid viielt tootjalt: Alfa Laval (LISA 4), Dupps (LISA 5), Haarslev (LISA 6), Hedinn (LISA 7), ZHOUSHAN XINZHOU (LISA 8). Kõikide tehaste projektide tehnoloogilised lahendused on sarnased sellele, mida planeerime kasutada ka Eestis ehk kõik kasutavad auru ja kuumtöötlemist, kuna see on kilu ja räime puhul kõige otstarbekam. Tehaste projekte võrreldi järgmiste kriteeriumite alusel: seadmete maksumus, valmistoodangu väljatulek, energiatarbimine, töötajate arv, kogemus antud valdkonnas, analoogsete seadmete tarne lähiminevikus ja tehase poolne suhtumine erinevate tõstatatud küsimuste lahendamisel. Lisaks võrreldi olemasolevate Läänemere äärsete tehaste tehnoloogilist võimekust ja asukohta Eesti tehase projektidega.

1 Kalatoorme kaardistamine: Eesti kalapüügi kogused ja tooraine saadavus väärindamise tehase toormaterjalina

Kalaliikide väärtust saab defineerida toiteväärtuslikust, tehnoloogilisest ja majanduslikust aspektist. Kala toiteväärtus näitab, millest kala koosneb ja kui vajalikud on need komponendid inimtoiduks ning mis on nende sisaldus võrreldes teiste toiduainetega. Kala tehnoloogiline väärtus näitab, kui keeruliste ja energiamahukate töötlemisviisidega on võimalik kalaliigist valmistada lõpptoode – inimtoiduks, looma- ja kalasöödaks, väetiseks, farmaatsia- või kosmeetikatööstuse tooraineks. Kala majanduslik tasuvus näitab, kui kõrget hinda on turg nõus maksma antud kalaliigi eest.

Toiteväärtuslikust seisukohast on kõik kalaliigid toormaterjalina väärtuslikud, sest on head valgu ja rasva allikad. Kõrgema rasvasisaldusega kalaliigid (nt. kilu, räim) on eriti hinnatud, sest sisaldavad omega-3 ja omega-6 rasvhappeid. Toiteväärtuslikust seisukohast on väärtuslikud ka väikese mõõduga kalad, ebastandardne kala, muljutud kala ja kalatöötlemise jäätmed.

Tehnoloogilisest seisukohast on alati lihtsam töödelda suuremaid kalaliike, sest nende töötlemist on kergem automatiseerida ja muuta efektiivsemaks ning kiiremaks. Tehnoloogilisest aspektist on väheväärtuslikud kalad oma väikese suuruse tõttu näiteks kilu ja räim. Samuti on lihtsam töödelda kalaliike, mis sisaldavad vähem luid ja on kõrvalmaitseteta, sest nende tooteks valmistamiseks on vähem töötlemisetappe, mis samuti muudab töötlemise efektiivsemaks. Tehnoloogilisest aspektist on väheväärtuslikud kalad oma suurte luude sisalduse ja/või kõrvalmaitsete tõttu näiteks kiisk, latikas ja koger. Tehnoloogilisest seisukohast on väheväärtuslikud väikese mõõduga kalad, ebastandardne kala, muljutud kala ja kalatöötlemise jäätmed.

Majanduslik tasuvus on üks olulisemaid aspekte, mis näitab, kas tegemist on väärtusliku või väheväärtusliku kalaliigiga. Kalaliigi majanduslik tasuvus on ajalooliselt välja kujunenud ning klientide ja tarbijate arusaama kalaliigi majanduslikust väärtusest on keeruline muuta (FAO Discards in the world's marine fisheries, in FAO Fisheries technical paper. 2005, The state of world fisheries, 2010). Majandusliku tasuvuse aspektist loetakse väheväärtuslikuks nt. kilu ja räime, aga ka ümarmudilat. Majandusliku tasuvuse seisukohast on väheväärtuslikud väikese mõõduga kalad, ebastandardne kala, muljutud kala ja kalatöötlemise jäätmed.

Võttes arvesse toiteväärtuslikku, tehnoloogilist ja majanduslikku tasuvust erinevate Eestis püütavate kalaliikide kohta saab järeldada, et väheväärtuslik on kala ja kalatooraine, mida kaluril ei ole võimalik mõistliku hinnaga turustada või lihtsate ja kiirete tehnoloogiliste protsessidega väärindada. Järelikult kõik väikese mõõduga kalad, ebastandardsed kalad, muljutud kalad ja kalatöötlemise jäätmed on väheväärtuslikud. Samuti on väheväärtuslikud väikesed, luised, tarbimisharjumuseta ja kõrvalmaitsetega kalaliigid.

Kaluril on alati majanduslikult tasuvam müüa püütud kala inimtoiduks, sest sellisel juhul on klient ja tarbija nõus maksma kala eest kõige kõrgemat hinda. Kalatoore, mida kaluril ei ole võimalik müüa inimtoiduks ning müüakse väheväärtusliku toorainena, on alati madalama hinnaga. Seega on oodata, et jätkub trend, kus kalur müüb kõigepealt kala

inimtoiduks ning alles siis, kui kala ei ole võimalik müüa inimtoiduks, müüb kalur selle väheväärtusliku kalana.

1.1 Eestis püütud kalaliigid, kogused ja sempoonsus

Kilu ja räim moodustavad enamuse Eesti traallaevastiku püügist, vastavalt 64% kilu ja 34% räim. Vähesel määral püütakse turska 1,6%, meritinti 0,24% ja lesta 0,07%. Eesti vetes puudub endiselt tursa töõnduslik varu ja selle kalaliigi sihtpüük pole majanduslikult mõttekas.

Rannakalanduse olulisemad püügikalad on räim, ahven, meritint, lest, koha ja särg. Hüppeliselt on kasvanud ümarmudila väljapüük, kuid ametlikud numbrid selle kala arvukuse kohta ei ole veel saadaval (2012. aastal oli see võõrliik väljapüügil Soome lahes neljandal kohal) (Eesti kalamajandus 2012).

Seega on Eesti olulisemad ja saagikamad püügikalad: kilu, räim, ahven, meritint, lest, koha, särg ja ümarmudil. Tarbijate poolt hinnatumate kalade (ahven, koha ja lest) turustamisega saab kalandussektor edukalt hakkama. Väheväärtusliku kalatoorme väärindamise projekti seisukohalt on oluline hinnata odavamate Eesti püügikalade potentsiaali neist erinevate valgu- ja rasvapreparaatide tootmiseks. Lisaks väiksemõõdulistele ja mitte väga populaarsetele kaladele (kilu, räim, meritint, särg) on väärt analüüsimist ka hõbekoger, kiisk ja ümarmudil.

1.1.1 Kilu püügi dünaamika

Kilu (*Sprattus sprattus*) on üks Eesti olulisemaid traalpüügi töõnduskalasisid. Kiluvaru ja -saagi vanuselise koosseisu eripäraks on nooremate vanuserühmade ülekaal: sõltuvalt põlvkondade arvukusest moodustavad 1–2 aastased kilud saagist kuni 80% (ICES 2013). Kilude keskmine kehamass on aastatega vähenenud. Praegu on 2 aastase kilu keskmine kehamass ca 9g (1970ndatel ca 11g) ja 5 aastase kilu keskmine kehamass on ca 12g (1970ndatel ca 14g) (ICES 2013). Oma väikese suuruse tõttu on kilu kasutamine inimtoiduks komplitseeritud.

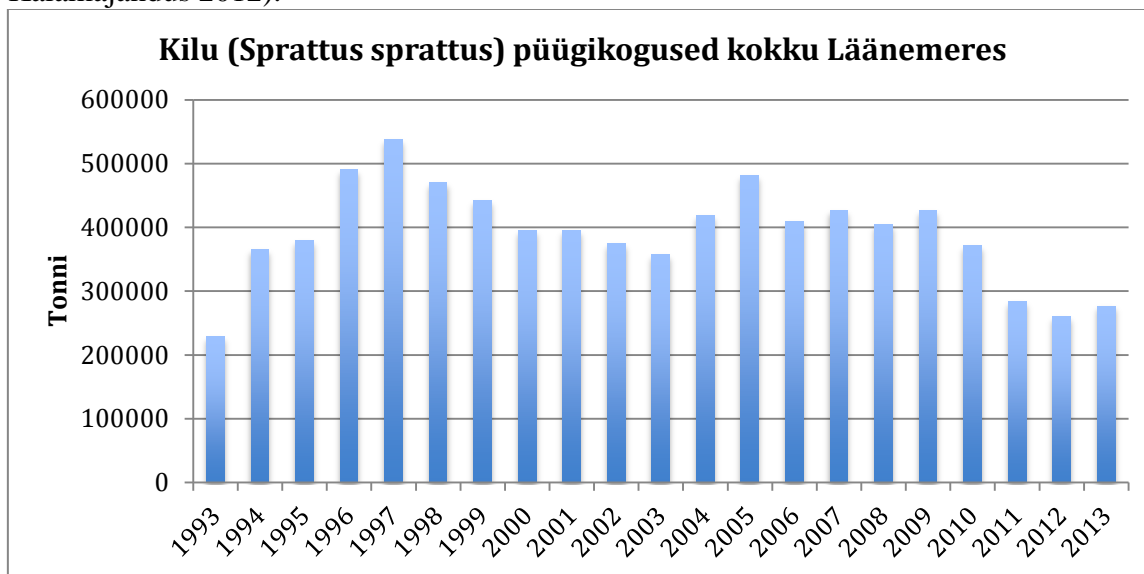
Kilu tarbimisharjumus on olemas vaid väikesel osal inimestel. Tuntumad kilutooted on vürtsikilu, sprotid ja kilukonservid. Nendel toodetel on olemas oma tarbijaskond, kuid pikemas perspektiivis ei ole kindlasti oodata, et nõudlus nende kilutoodete järgi kasvaks.

Kilu oma koostiselt on suurepärase rasvhappelise ja valgulise koostisega. Kilu on suure rasvasisaldusega kala ja sisaldab palju küllastumata oomega-3 ja oomega-6 rasvhappeid (Timberg, 2012). Kalarasv ja küllastumata rasvhapped on nõutud tooraine kalaõli sisaldavate toodete valmistamiseks (toidulisandid, kosmeetikatooted, meditsiinilised preparaadid jms). Seega on otstarbekas hinnata võimalusi kilust kalarasva valmistamiseks ja selle komponentide valmistamise tehnoloogiaid, alustades tooraine saadavuse analüüsist. Kilu püügikogused on toodud ICES kogutud andmetest (www.ices.dk) Läänemere kohta. Andmed on kättesaadavad kuni aastani 2013.

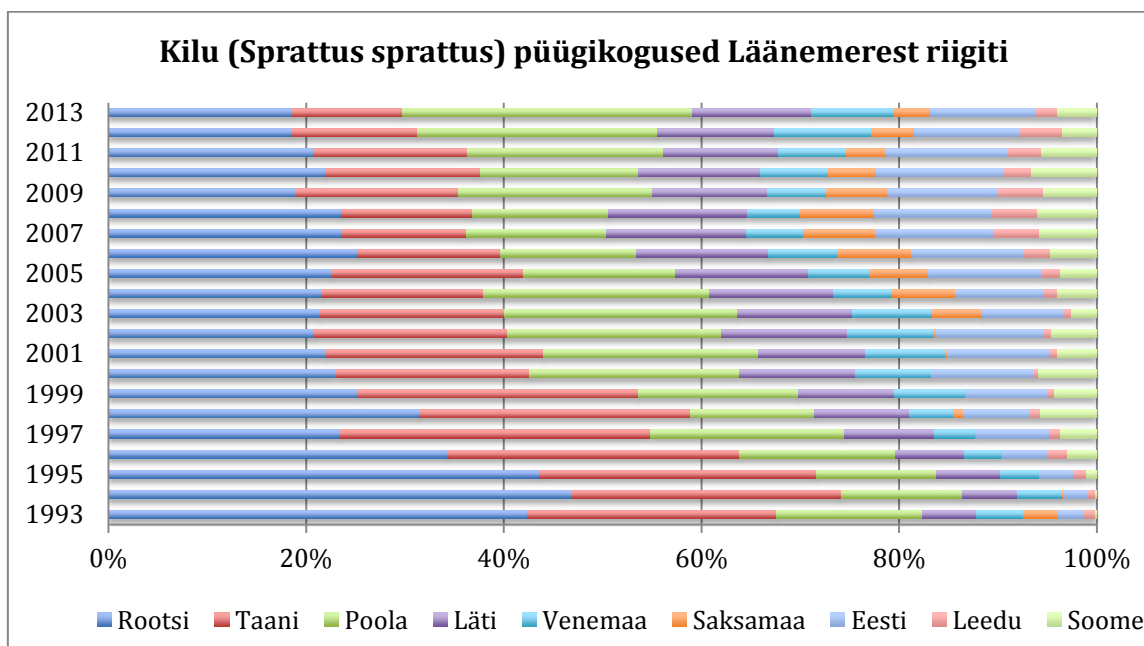
Kilu püügikogused kokku on toodud **Joonisel 1** ja riikide lõikes Läänemerest **Joonisel 2** ja **Tabelis 1** (aastad 1993-2013). Kilu püügikogused on kõige väiksemad olnud 220 tuhande tonni ringi aastal 1993. Kõige suurem kilu püügikogus oli 538 tuhat tonni, seda aastal 1997. Keskmine kilu püügikogus on olnud 390 tuhat tonni aastas. Kõige rohkem

püüdsid kilu Rootsi, Taani ja Poola, püüdes kokku 50-85% Läänemere kilusaagist. Neljandad ja viiendad kilupüüdjad on Läti ja Eesti (5-15%), kellele järgnevad Venemaa, Saksamaa, Soome ja Leedu.

Eestis on vaadeldaval ajavahemikul aastatel 1993-2013 püütud kilu 5,7 tuhat tonni (1993) ja kõige rohkem 55,3 tuhat tonni (2005). Kilu püügimahud olid madalamad vahetult pärast Eesti iseseisvumist ning on pärast seda väikeste kõikumistega kasvanud. Keskmiselt on aastatel 1993-2012 Eestis kilu püütud 35,4 tuhat tonni. Kilu püügimahud sõltuvad eraldatud kvootidest, ilmastiku- ja bioloogilistest tingimustest ning laevastiku võimsusest. Kilu püügikvoodid on Eesti laevastik täis püüdnud 91-99% ulatuses (2007-2012, Eesti Kalamajandus 2012).



Joonis 1. Kilu (*Sprattus sprattus*) püügikogused Läänemeres kokku aastatel 1993-2013



Joonis 2. Kilu püügikogused Läänemerest riigiti, aastatel 1993-2013

Tabel 1. Kilu püügikogused Läänemerest riikide lõikes, aastatel 1993-2013 (tonnides)

	Rootsi	Taani	Poola	Läti	Venemaa	Saksamaa	Eesti	Leedu	Soome	Kokku
1993	96840	57281	33701	12553	10745	8267	5763	2779	206	228135
1994	170900	100042	44556	20132	16719	374	9079	2789	497	365088
1995	165369	106160	46182	24383	14934	230	13051	4799	4103	379211
1996	168171	145118	77472	34211	18287	161	22493	10165	14351	490429
1997	126361	169086	105298	49314	22194	428	39692	6018	19852	538243
1998	147975	129062	59091	44858	21078	4551	32165	4460	27014	470254
1999	111473	125182	71705	42834	31627	182	36407	3117	18886	441413
2000	91163	77320	84325	46186	30369	22	41394	1682	23242	395703
2001	87154	86940	85757	42769	31959	792	40776	3135	15849	395131
2002	78366	73158	81244	47540	32854	950	40717	2800	17354	374983
2003	76688	66204	84097	41743	28663	18023	29366	3032	8961	356777
2004	90668	68440	95798	52399	25109	26354	37308	6185	16584	418845
2005	109395	92603	74329	64647	29749	28975	55285	8635	17894	481512
2006	102748	59479	55891	54638	28324	30779	46689	10814	19057	408419
2007	100441	54068	60203	60454	24808	30972	51007	19745	24625	426323
2008	95571	53536	55557	57301	21337	30423	48582	18296	24270	404873
2009	80956	69875	83416	49550	25512	26454	47299	19515	23176	425753
2010	81404	58375	59277	45851	25647	18061	47862	10223	24612	371312
2011	59334	43702	56490	33056	19458	11448	34976	9730	15772	283966
2012	48474	32768	63115	30719	25687	11269	27697	11245	8970	259944
2013	51544	30839	80988	33310	22895	10315	29805	5775	11086	276557

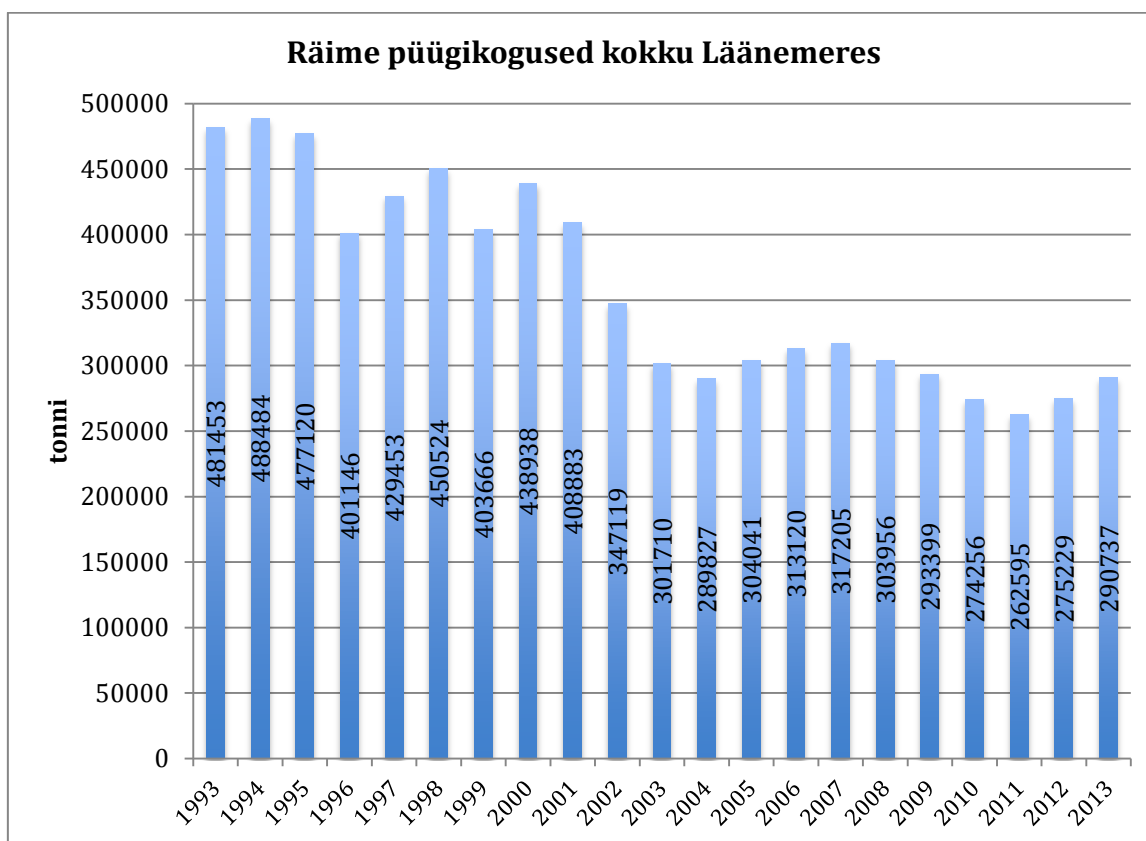
1.1.2 Räime püügi dünaamika

Räim (*Clupea harengus membras*) nagu ka kilu on üks Eesti olulisemaid traalpäügi ja rannapäügi töenduskalasid. Räime keskmine kehamass on viimase 20–25 aasta jooksul kogu Läänemere ulatuses märgatavalt kahanenud. 2 aastase räime kehamass on praegu keskmiselt ca 12g (1970ndatel ca 30g) ja 6 aastase räime kehamass on praegu keskmiselt ca 40g (1970ndatel ca 70g) (ICES 2013). Oma väikese suuruse tõttu on räime kasutamine inimtoiduks seega komplitseeritud.

Räime tarbimisharjumus on olemas vaid väikesel osal inimestel. Tuntumad räimetooted on räimekonservid erinevates kastmetes. Nendel toodetel on olemas oma tarbijaskond, kuid pikemas perspektiivis ei ole kindlasti oodata, et nõudlus nende räimetoodete järgi kasvaks.

Räim on oma koostiselt suurepärase valgulise koostisega, kuid on väherasvasem kui kilu. Üksnes sügisene räim on suure rasvasisaldusega ja seetõttu võib sobida ka kalarasva toodete tootmiseks. Räim on aga väga hea valguallikas ning seetõttu tuleks eelkõige uurida võimalusi räimest valgupreparaatide tootmiseks, alustades tooraine saadavuse analüüsist. Räime püügikogused on toodud ICES andmetest (www.ices.dk) Läänemere kohta. Andmed on kättesaadavad kuni aastani 2013.

Räime püügikogused Läänemerest kokku on toodud **Joonisel 3**. Kõige vähem püüti Läänemerest räime 262 tuhat tonni aastal 2011 ja kõige rohkem 488 tuhat tonni aastal 1994. Keskmiselt püüti vaadeldaval ajaperioodil 1993-2013 Läänemerest aastas 360 tuhat tonni räime.



Joonis 3. Räime püügikogused Läänemerest kokku, aastatel 1993-2013

Räime püügikogused riikide lõikes Läänemerest aastatel 1993-2013 on toodud **Joonisel 4** ja **Tabelis 2**. Kõige rohkem püüdsid perioodi alguses räime Taani ja Rootsi, püüdes kokku kuni 55% Läänemere räimesaagist. Perioodi lõpus on üheks suurimaks räimepüüdjaks tõusnud Soome, püüdes välja kuni 40% kogu Läänemere räimesaagist. Poola, Eesti ja Läti püüavad stabiilselt ca 10% Läänemere räimesaagist.

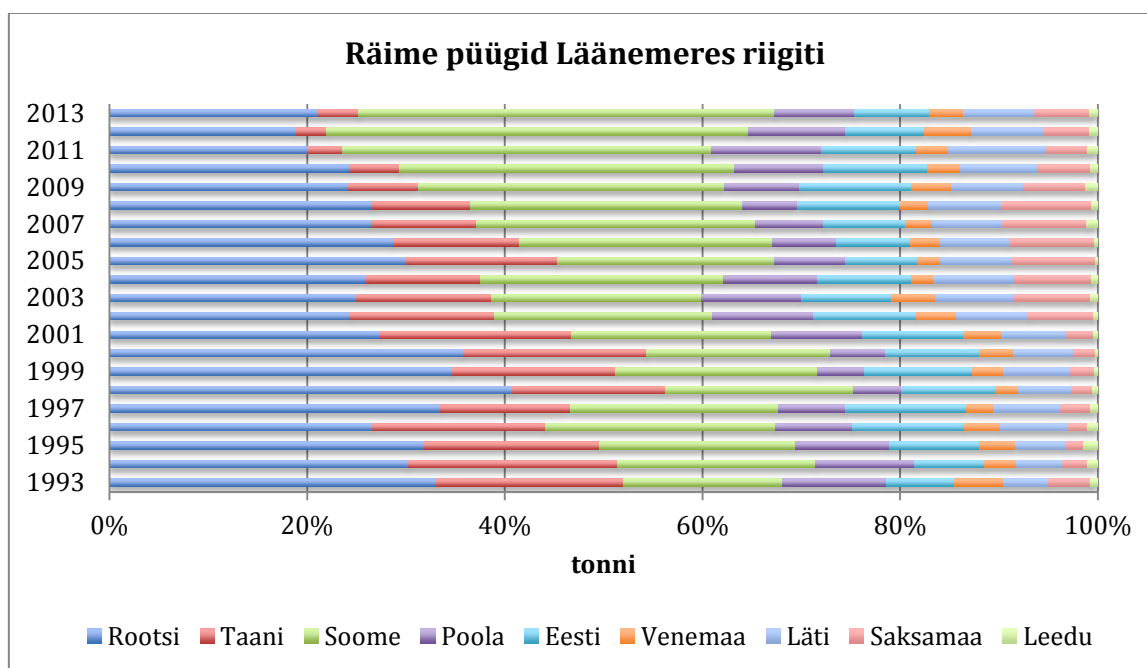
Eestis on vaadeldaval ajavahemikul aastatel 1993-2013 püütud kõige vähem räime 21,0 tuhat tonni (2013) ja kõige rohkem 52,4 tuhat tonni (1997). Poola ja Läti räimepüügi mahud on samas suurusjärgus kui Eesti räimepüügi mahud. Keskmiselt on Eestis püütud aastas räime 33,5 tuhat tonni (1993-2013).

2012. aasta Eesti räimesaagist 66% saadi traalpüügist ja 34% seisevpüünistest. Tähtsamateks traalpüügipiirkondadeks on Eesti majandustsoonis Liivi laht ja Soome laht. Kuna Läänemere avaosa räimevaru on pikemat aega olnud madalseisus, saadakse sealsel traalpüügil räime peamiselt kilu kaaspüügina. Valdav osa Eesti räimest püütakse välja teises kvartalis. Räime püügikvoodid on Eesti laevastik täis püüdnud 80-99% ulatuses (Eesti Kalamajandus 2012).

Vaadates Läti ja Eesti räimesaaki Liivi lahes püügiviiside kaupa, on näha, et kui Eestis saadakse rannikumeres seisevpüünistega peaaegu kolmandik iga-aastasest saagist, siis Lätis on valdavaks traalpüük. Sellel on üsna selge põhjus: seisevnootadega saab püüda rannikumere koelmualade piirkonnas, need aga paiknevad Liivi lahe puhul peamiselt Eesti rannikuvetes. Siit tuleneb ka Läti püüdjate huvi kehtestada traalpüügikeeld võimalikult

hilja, et tagada oma traallaevadele head püügivõimalused. Enamasti jõustub traalpüügikeeld Eesti majandustsoonis palju varem kui Läti tsoonis, kuid eeltoodu tõttu arvestatakse siiski ka Eesti traalpüüdjate huve. Liivi lahes ei ole haruldased talved, mil laht kattub mitmeks kuuks jääga. Siis on traalpüük aasta esimesel poolel võimalik üksnes loetud nädalate jooksul märtsi lõpus ja aprillis (Eesti Kalamajandus 2012).

Räime pikkuspiirang (üle 17 cm räime inimtoiduks turustamise piirang) tekitab probleeme peamiselt seisevpüünistega püüdjatele. Kevadel on lubatud suuremad räimed saagis enamasti püügiperioodi algul. Need on pärit Läänemere teistest piirkondadest, seega on tegu nn meretüüpi kaladega. 2012. aastal ei ületanud Pärnumaa seisevnoodapüügis üle 17 cm pikkuste räime osakaal 5%. Saaremaa lõunarannikul ulatus see näitaja 37%ni ja Väinamere seisevpüünistes 27%ni, ehkki püügiperioodi algul võis see mõnel üksikul püügil Pärnumaa rannikumeres läheneda 60%le, Saaremaa ja Muhumaa ning Väinamere piirkonnas üksikjuhtudel isegi 90%ni. Sügisel ületab Kihnu ja Saaremaa rannikumeres kudevatest räimedest valdav osa lubatud piirpikkuse 17 cm (Eesti Kalamajandus 2012).



Joonis 4. Räime püügikogused Läänemere riigiti, aastatel 1993-2013

Tabel 2. Räime püügikogused Läänemere riikide lõikes aastatel 1993 – 2013 (tonnides)

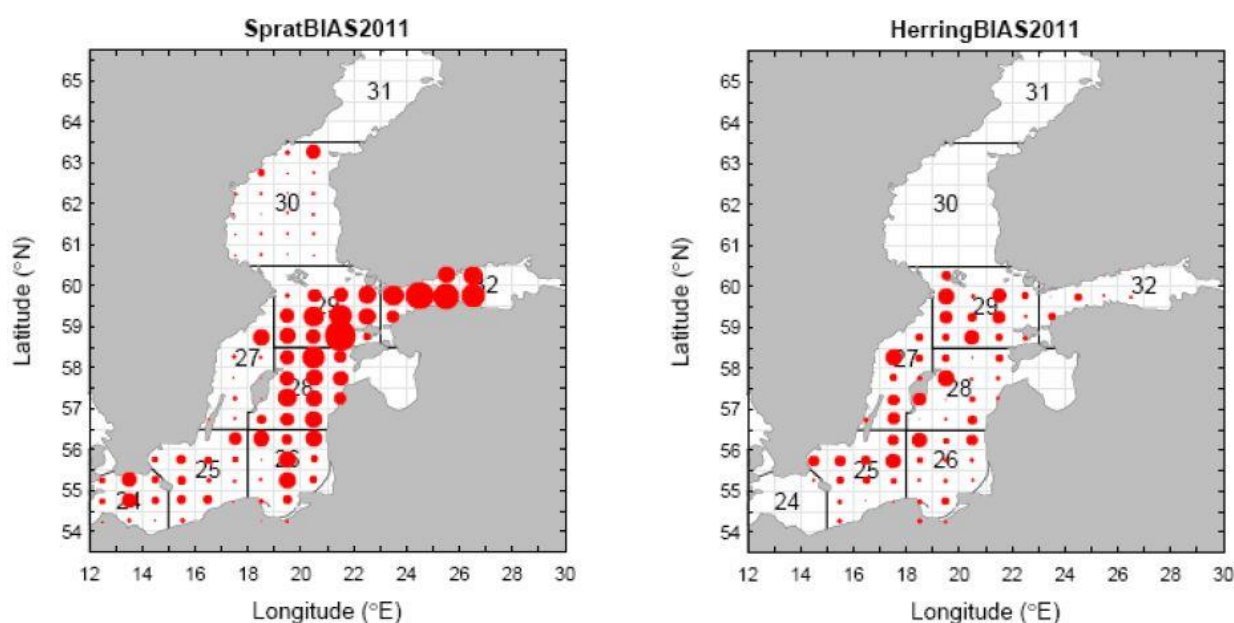
	Rootsi	Taani	Soome	Poola	Eesti	Venemaa	Läti	Saksamaa	Leedu	Kokku
1993	159376	91208	77353	50833	32982	23545	22238	20143	3775	481453
1994	147684	103587	97674	49111	34493	15904	22676	12367	4988	488484
1995	152228	84223	94613	45676	43482	16970	24972	7898	7058	477120
1996	106734	70236	93337	31246	45296	14780	27523	7737	4257	401146
1997	144089	56439	90334	28939	52436	11801	29330	12755	3330	429453
1998	183654	69888	85545	21873	42721	10544	24417	9514	2368	450524
1999	140326	66488	82237	19229	44039	12756	27163	10115	1313	403666
2000	157295	81240	81648	24516	41735	15063	26768	9475	1198	438938
2001	112202	78931	82867	37611	41737	15797	26652	11447	1639	408883
2002	84774	50400	76530	35512	36251	14168	25284	22661	1539	347119
2003	75415	41190	64021	30703	27360	13363	24187	23362	2109	301710
2004	75354	33561	71073	27764	27358	6585	23559	22728	1845	289827
2005	91471	46256	66978	21766	22099	7016	22202	25505	748	304041
2006	89868	40151	79889	20544	23192	9780	21762	26762	1172	313120

2007	84039	33780	89392	22021	26108	8771	22404	27098	3592	317205
2008	80817	30214	83591	16848	31842	8567	22528	27756	1793	303956
2009	70935	20936	90834	22234	33170	11808	21556	18119	3807	293399
2010	66721	13856	92757	24897	28862	9128	21373	14620	2042	274256
2011	52643	9219	98002	29296	25325	8487	25789	11037	2797	262595
2012	52171	8247	117521	27114	22047	13058	20100	12695	2276	275229
2013	61247	12171	122318	23560	21941	10105	20720	16200	2475	290737

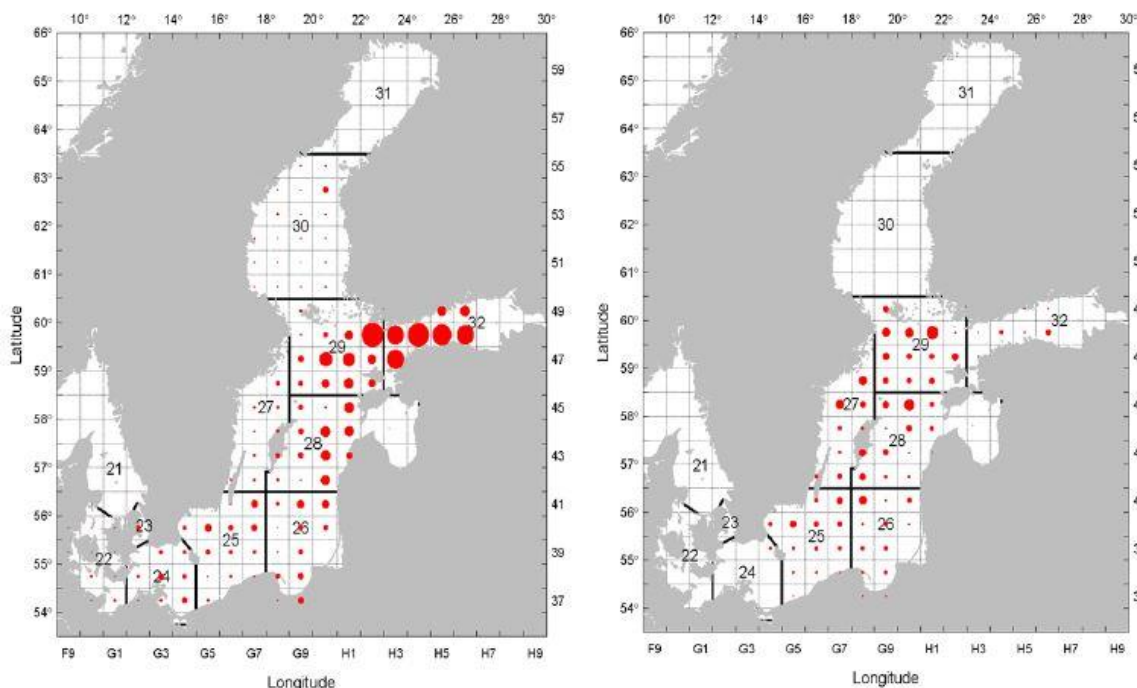
1.1.3 Läänemere kilu- ja räimevarud ning saak

1.1.3.1 Läänemere kilu ja avaosa räime varu paiknemine

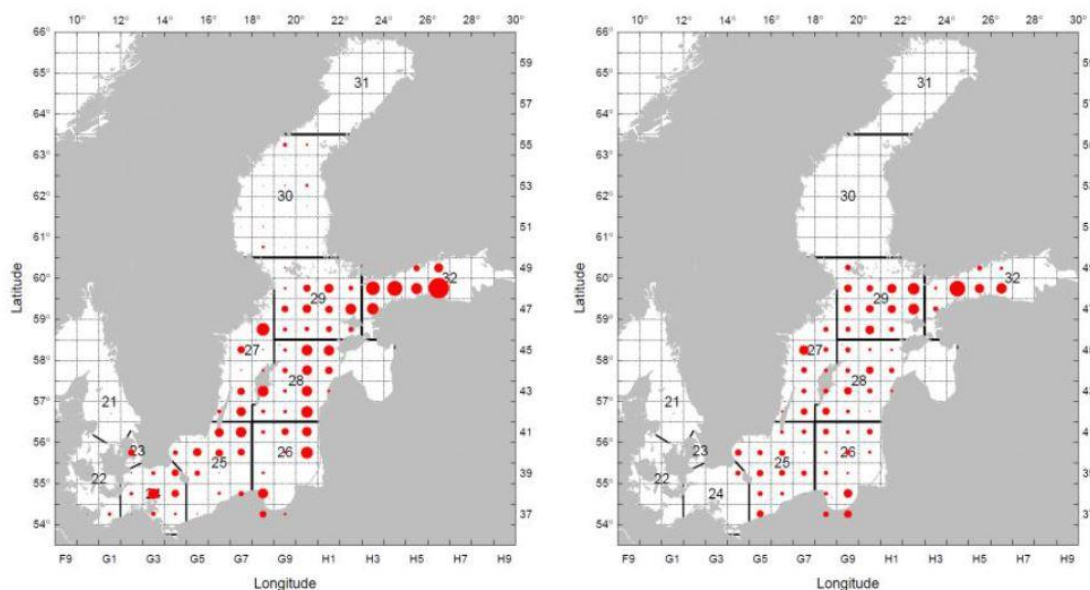
Infot kilu- ja räimevarude paiknemise kohta annavad sügisedes rahvusvahelised pelaagiliste kalavarude akustilised uuringud. Akustikareisidelt saadud andmete põhjal võib üldjoontes järeldada, et viimastel aastatel on räime ja eriti kilu varu vähenenud peamiselt Läänemere lõunaosas (*Joonised 5–7*). 2013. aasta andmetel paiknes kilu enamasti Läänemere kesk- ja kirdeosas ning avamere räim põhja- ja kirdeosas (*Joonis 7*).



Joonis 5. Läänemere kilu (ICES alampiirkonnad 22-32; vasakul) ja avamere räime (ICES alampiirkonnad 25-29, 32 v.a. 28-1; paremal) paiknemine 2011. aasta neljandas kvartalis. Allikas: ICESi akustikauuringute (BIAS) andmed, ICES 2012



Joonis 6. Läänemere kilu (ICES alampiirkonnad 22-32; vasakul) ja avamere räime (ICES alampiirkonnad 25-29, 32 v.a. 28-1; paremal) paiknemine 2012. aasta neljandas kvartalis. Allikas: ICESi akustikauuringute (BIAS) andmed, ICES 2013

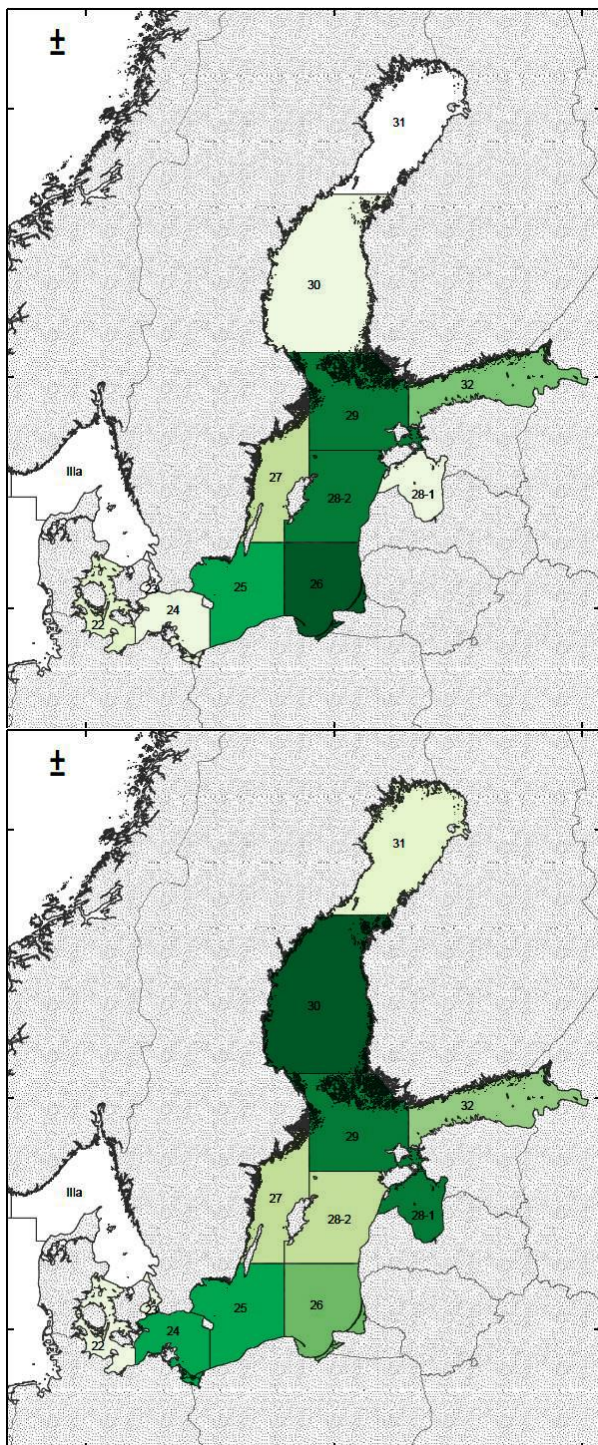


Joonis 7. Läänemere kilu (ICES alampiirkonnad 22-32; vasakul) ja avamere räime (ICES alampiirkonnad 25-29, 32 v.a. 28-1; paremal) paiknemine 2013. aasta neljandas kvartalis. Allikas: ICESi akustikauuringute (BIAS) andmed, ICES 2014

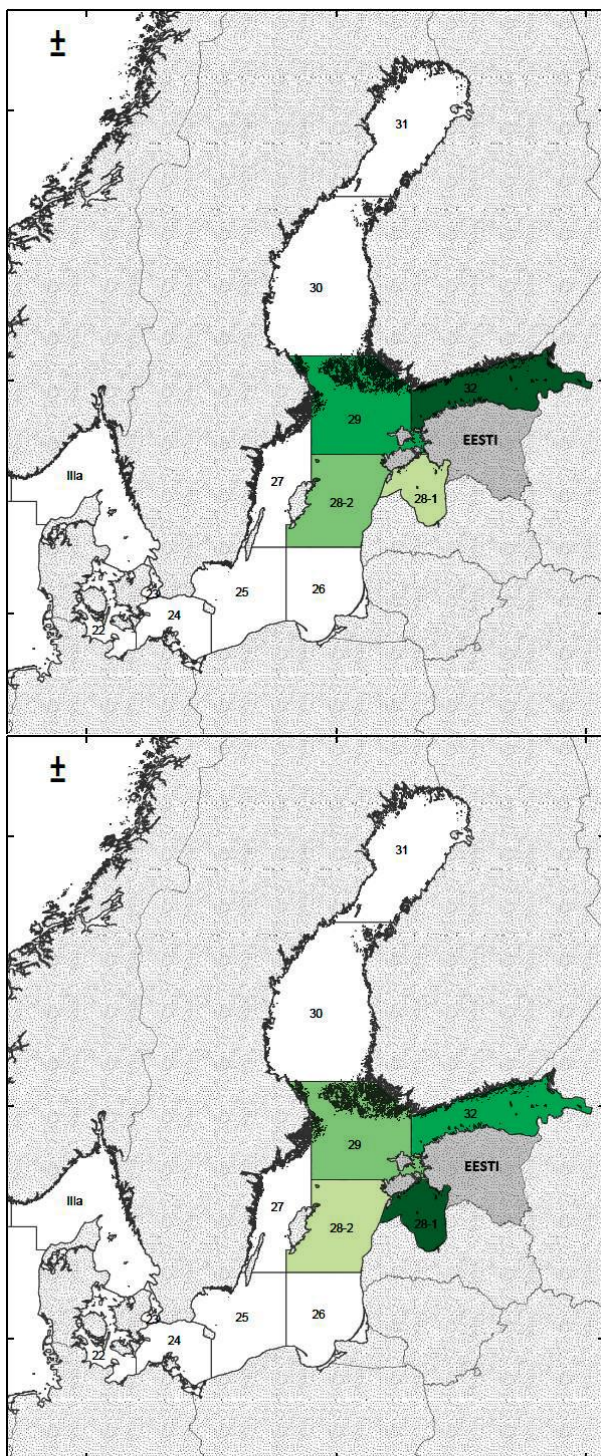
1.1.3.2 Läänemere kilu- ja räimesaagi ruumiline jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes

Andmaks edasi kilu- ja räimesaagi ruumilist jaotumist, kaardistati 2013. aasta kilu- ja räimesaagid ICES alampiirkondade (22-32) lõikes. Kaardid on koostatud nii kogu Läänemere kohta kokku kui ka riikide lõikes eraldi (Joonised 8–17). Kaartidel ei tooda

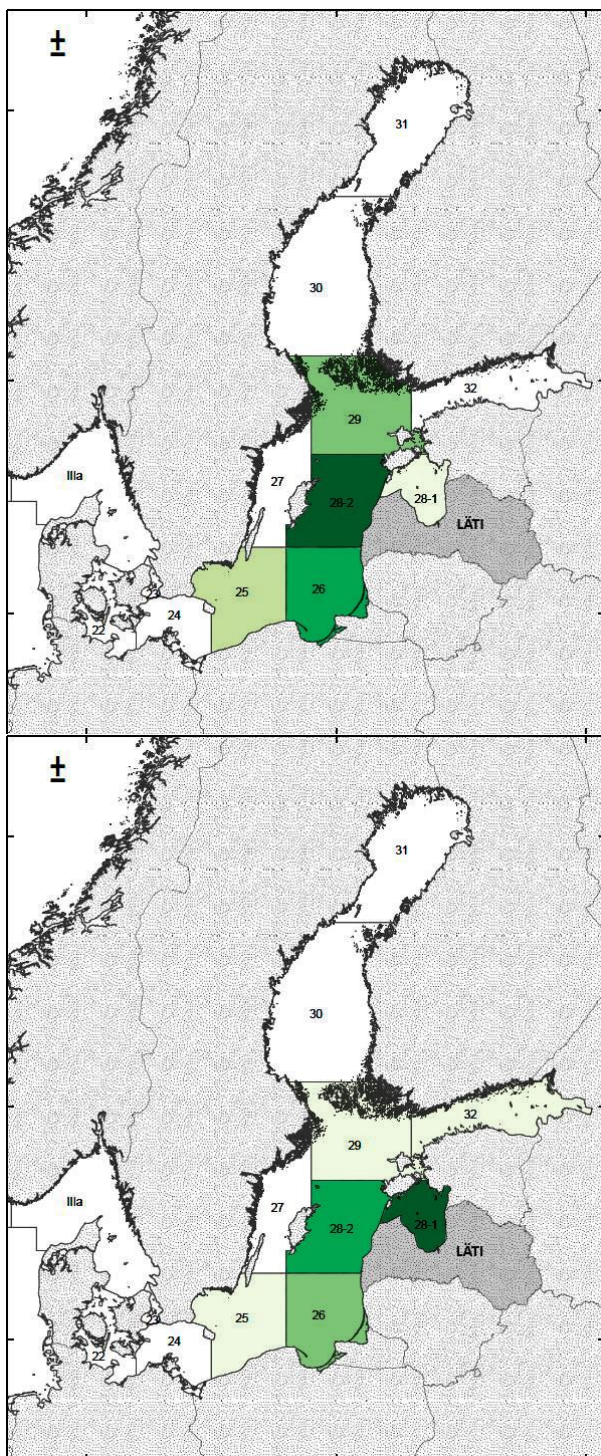
välja saakide koguseid, vaid vastavalt värvitooni tugevusele näidatakse, millisest ICES alampiirkonnast saak peamiselt saadi. Näiteks püüti 2013. aastal suurem osa Läänemere kilusaagist ICES alampiirkonnas 26 ning räimesaagist alampiirkonnas 30 (*Joonis 8*).



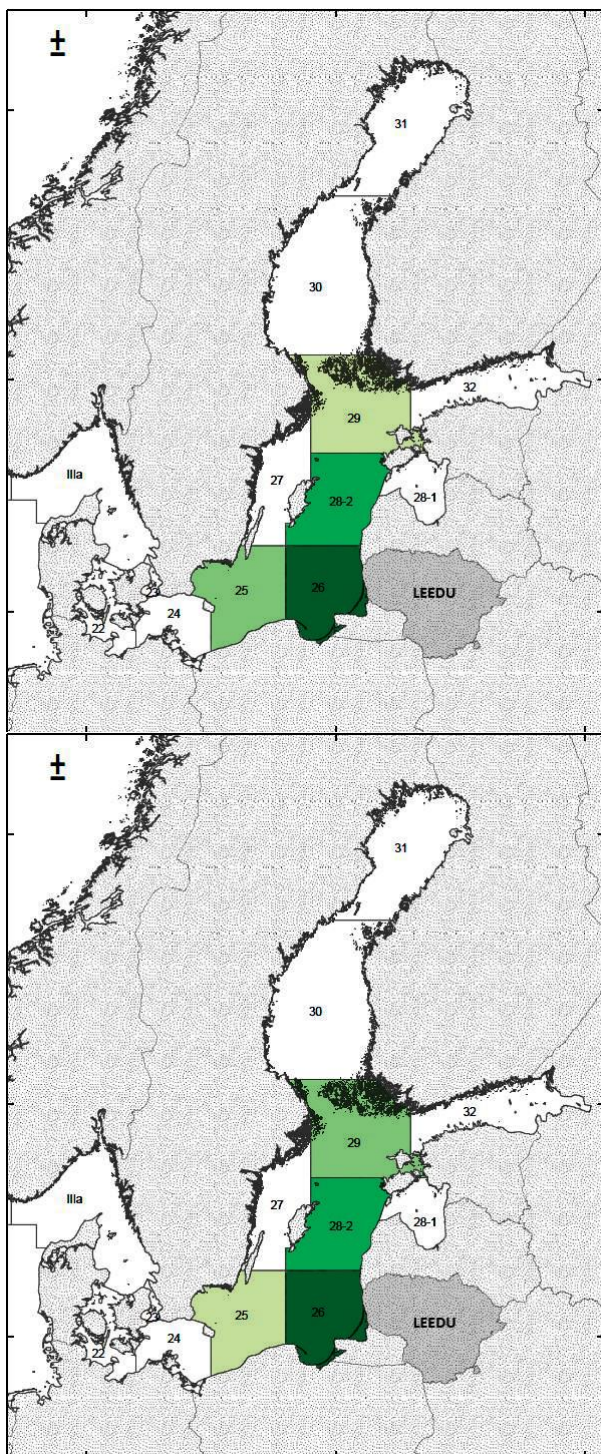
Joonis 8. Kogu Läänemere kilu- ja räimesaagi (vastavalt ülemine ja alumine joonis) jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes 2013. aastal. Tumedam alampiirkonna värvitoon näitab suuremat saaki. Allikas: Eurostat



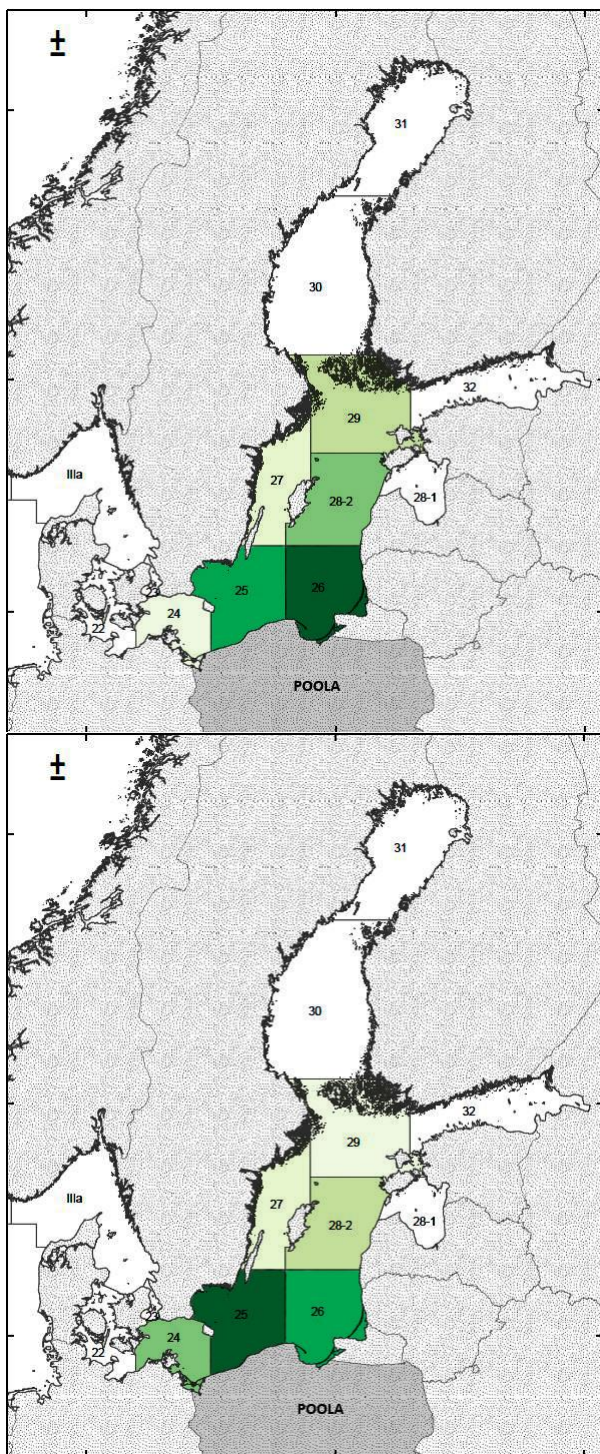
Joonis 9. Eesti kilu- ja räimesaagi (vastavalt ülemine ja alumine joonis) jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes 2013. aastal. Tumedam alampiirkonna värvitoon näitab suuremat saaki. Allikas: Eurostat



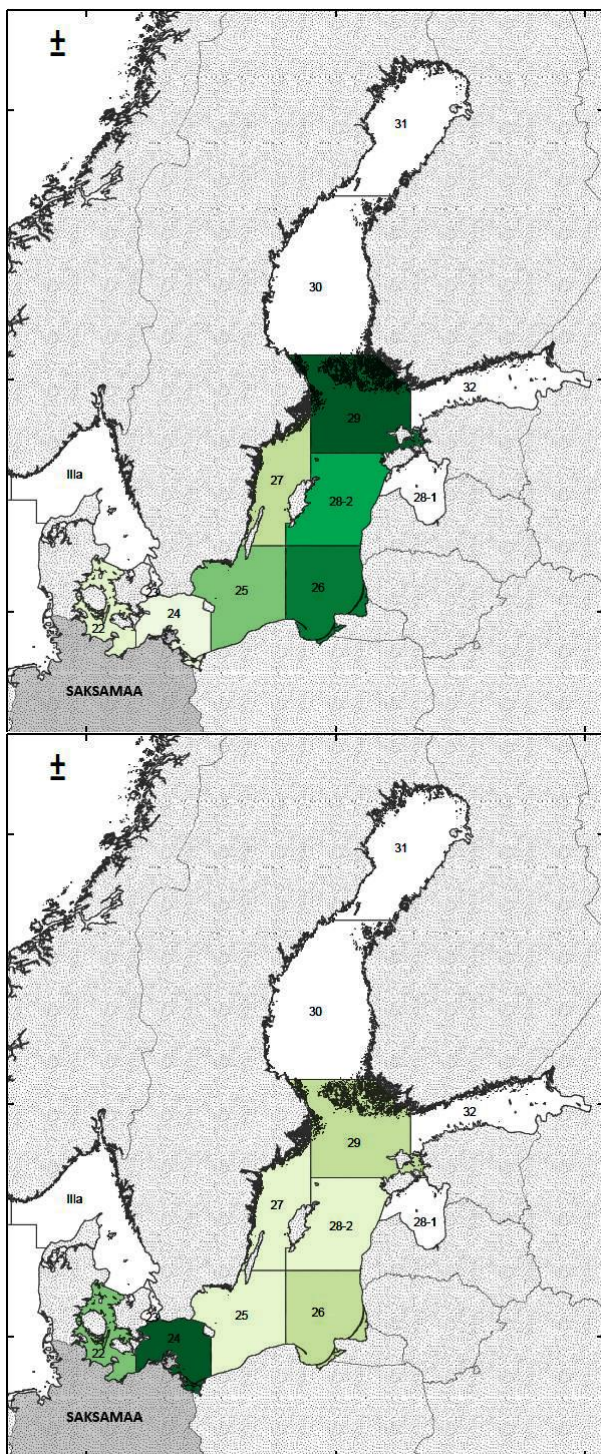
Joonis 10. Läti kilu- ja räimesaagi (vastavalt ülemine ja alumine joonis) jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes 2013. aastal. Tumedam alampiirkonna värvitoon näitab suuremat saaki. Allikas: Eurostat



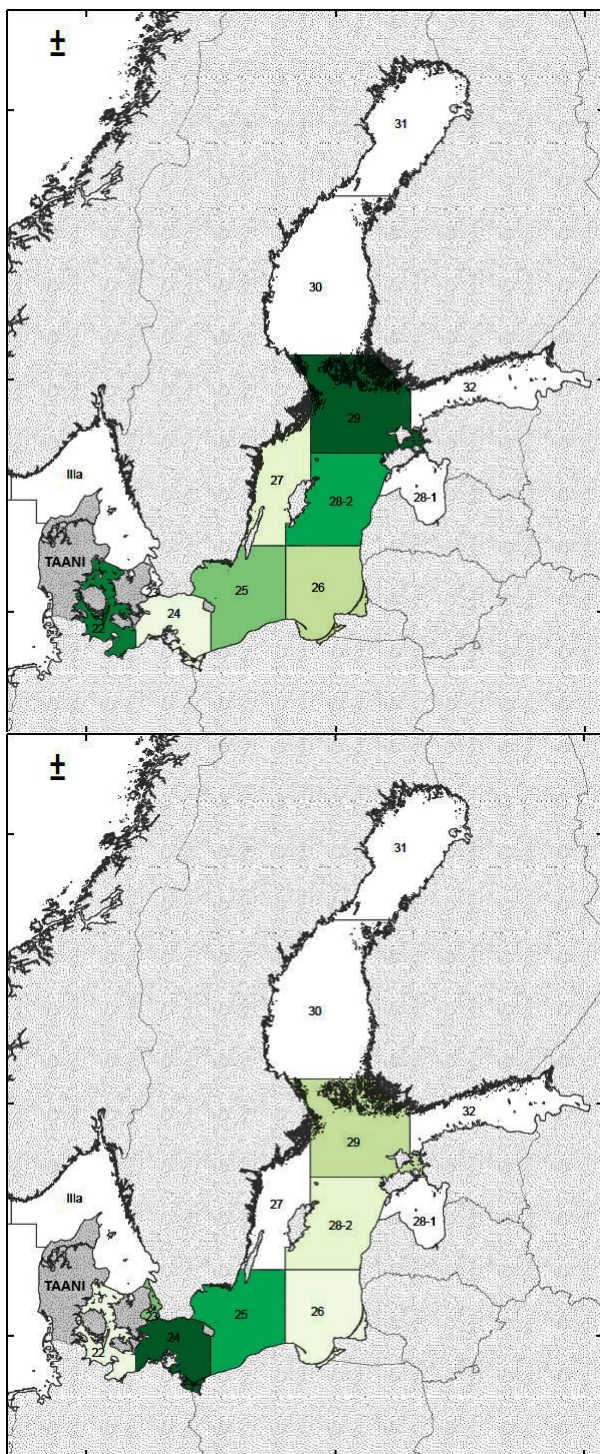
Joonis 11. Leedu kilu- ja räimesaagi (vastavalt ülemine ja alumine joonis) jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes 2013. aastal. Tumedam alampiirkonna värvitoon näitab suuremat saaki. Allikas: Eurostat



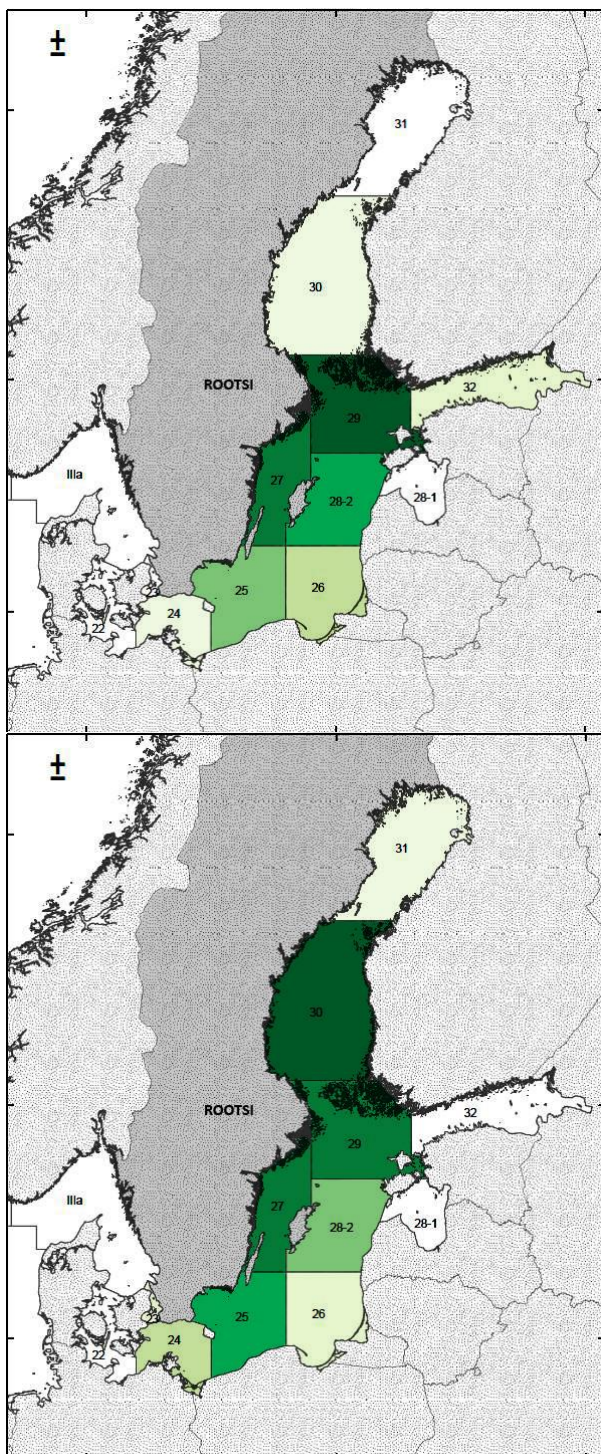
Joonis 12. Poola kilu- ja räimesaagi (vastavalt ülemine ja alumine joonis) jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes 2013. aastal. Tumedam alampiirkonna värvitoon näitab suuremat saaki. Allikas: Eurostat



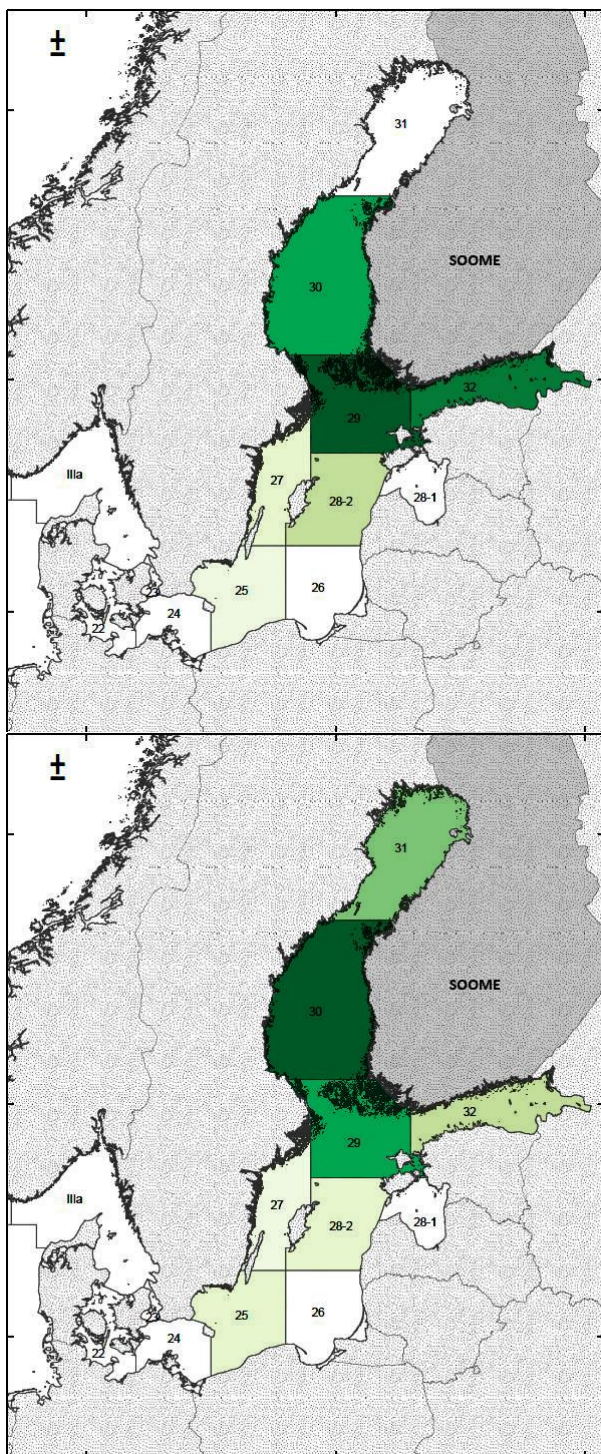
Joonis 13. Saksamaa kilu- ja räimesaagi (vastavalt ülemine ja alumine joonis) jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes 2013. aastal. Tumedam alampiirkonna värvitoon näitab suuremat saaki. Allikas: Eurostat



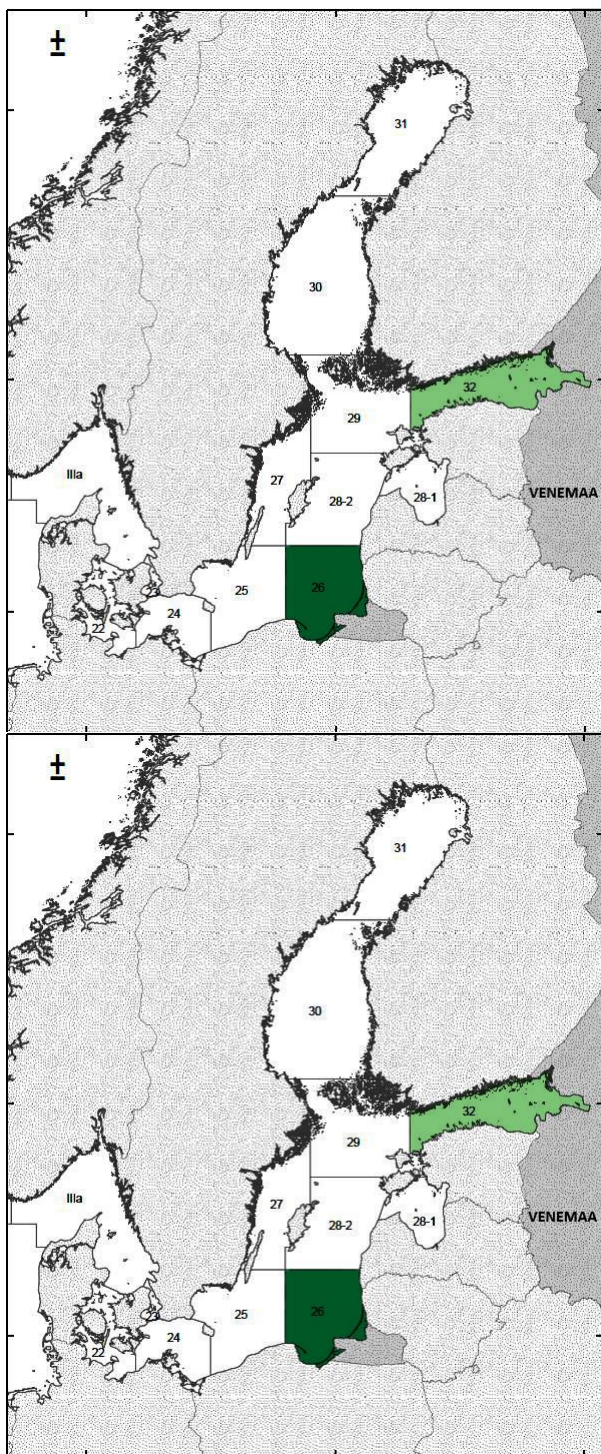
Joonis 14. Taani kilu- ja räimesaagi (vastavalt ülemine ja alumine joonis) jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes 2013. aastal. Tumedam alampiirkonna värvitoon näitab suuremat saaki. Allikas: Eurostat



Joonis 15. Rootsi kilu- ja räimesaagi (vastavalt ülemine ja alumine joonis) jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes 2013. aastal. Tumedam alampiirkonna värvitoon näitab suuremat saaki. Allikas: Eurostat



Joonis 16. Soome kilu- ja räimesaagi (vastavalt ülemine ja alumine joonis) jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes 2013. aastal. Tumedam alampiirkonna värvitoon näitab suuremat saaki. Allikas: Eurostat

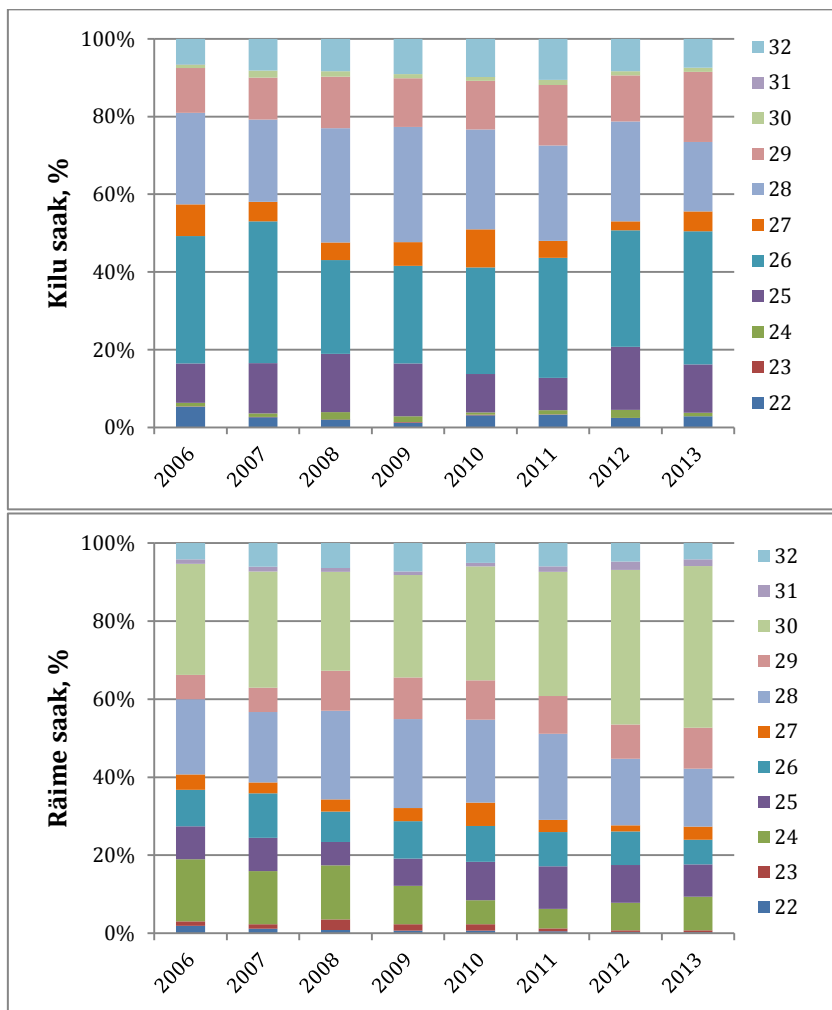


Joonis 17. Venemaa kilu- ja räimesaagi (vastavalt ülemine ja alumine joonis) jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) lõikes 2013. aastal. Tumedam alampiirkonna värvitoon näitab suuremat saaki. Allikas: Eurostat

1.1.3.3 Läänemere kilu - ja räimesaagi jaotumine ICES alampiirkondade (22-32) ja riikide lõikes aastatel 2006–2013

Selleks, et võrrelda, kas kilu- ja räimesaagi osatähtsused on ICES alampiirkondade (22-32) lõikes aastate jooksul muutunud, koostati tulpdiagrammid. Joonistel võrreldakse aastaid

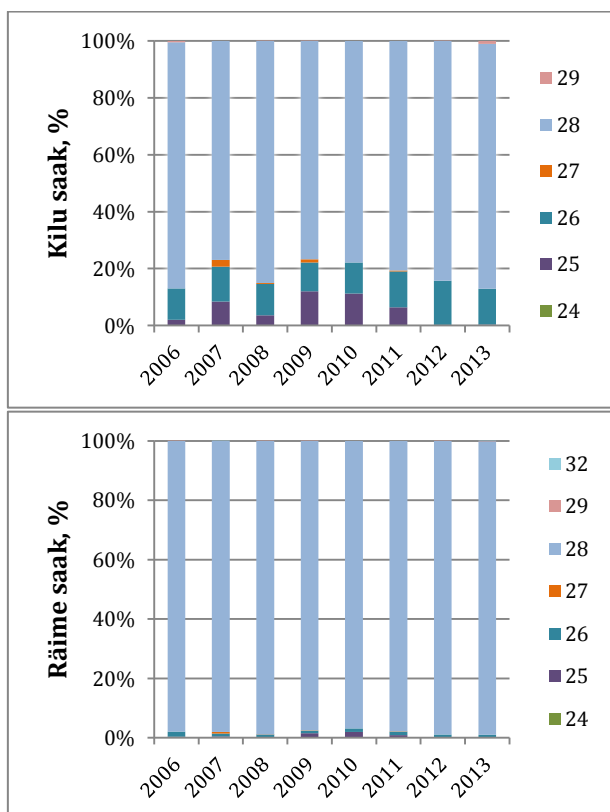
2006–2013 ning need on koostatud nii kogu Läänemere kohta kui ka riikide lõikes eraldi (*Joonised 18–27*). Kui võrrelda kogu Läänemere kilu- ja räimesaagi jaotumist, siis selgub, et peamised püügipiirkonnad on jäänud erinevatel aastatel samaks (*Joonis 18*). Samas on näha mõningaid muutusi püügipiirkondade osatähtsuses. Näiteks kilusaagi puhul on 2013. aastal vähenenud Läänemere keskosa (ICES alampiirkond 28) osatähtsus ning tõusnud põhjapoolsema püügipiirkonna (ICES alampiirkond 29) osatähtsus. Läänemere räimesaagi puhul eristub selgesti ICES alampiirkonna 30 osatähtsuse kasv viimastel aastatel. Riikide lõikes on muutused püügipiirkondade osatähtsuses väga erinevad.



Joonis 18. Kogu Läänemeresel püütud kilu- ja räimesaagi jaotumine (%) ICES alampiirkondade (22-32) lõikes aastatel 2006–2013. Allikas: Eurostat



Joonis 19. Eesti poolt püütud kilu- ja räimesaagi jaotumine (%) ICES alampiirkondade (22-32) lõikes aastatel 2006–2013. Allikas: Eurostat



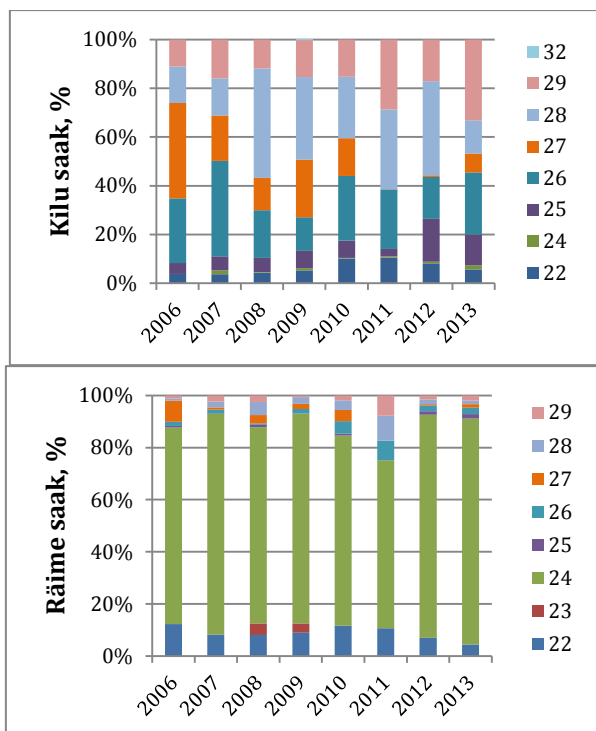
Joonis 20. Läti poolt püütud kilu- ja räimesaagi jaotumine (%) ICES alampiirkondade (22-32) lõikes aastatel 2006–2013. Allikas: Eurostat



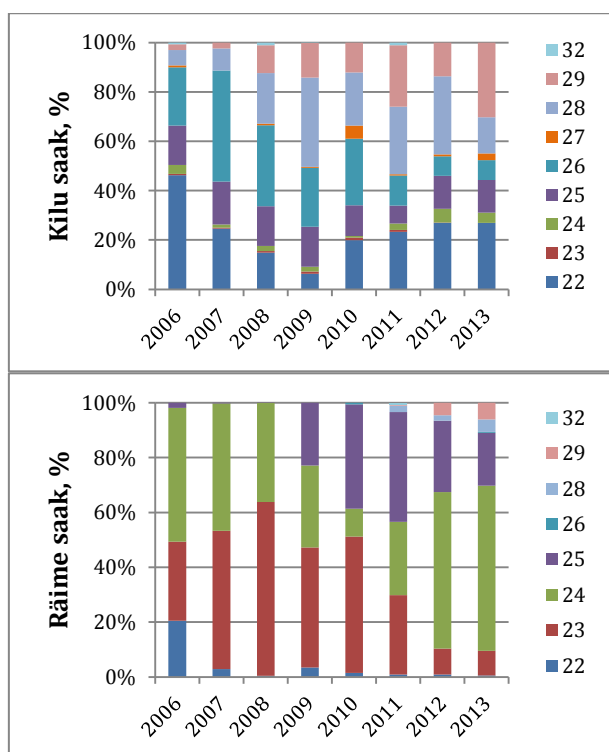
Joonis 21. Leedu poolt püütud kilu- ja räimesaagi jaotumine (%) ICES alampiirkondade (22-32) lõikes vastavalt aastatel 2007–2013 ja 2009–2013 (Leedu varasemad andmed olid puudulikud). Allikas: Eurostat



Joonis 22. Poola poolt püütud kilu- ja räimesaagi jaotumine (%) ICES alampiirkondade (22-32) lõikes aastatel 2006–2013. Allikas: Eurostat



Joonis 23. Saksamaa poolt püütud kilu- ja räimesaagi jaotumine (%) ICES alampiirkondade (22-32) lõikes aastatel 2006–2013. Allikas: Eurostat



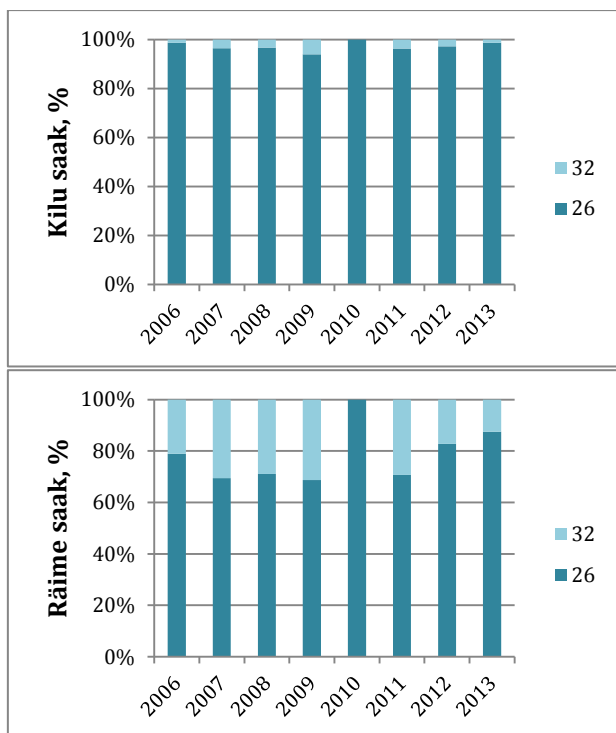
Joonis 24. Taani poolt püütud kilu- ja räimesaagi jaotumine (%) ICES alampiirkondade (22-32) lõikes aastatel 2006–2013. Allikas: Eurostat



Joonis 25. Rootsi poolt püütud kilu- ja räimesaagi jaotumine (%) ICES alampiirkondade (22-32) lõikes aastatel 2006–2013. Allikas: Eurostat



Joonis 26. Soome poolt püütud kilu- ja räimesaagi jaotumine (%) ICES alampiirkondade (22-32) lõikes aastatel 2006–2013. Allikas: Eurostat



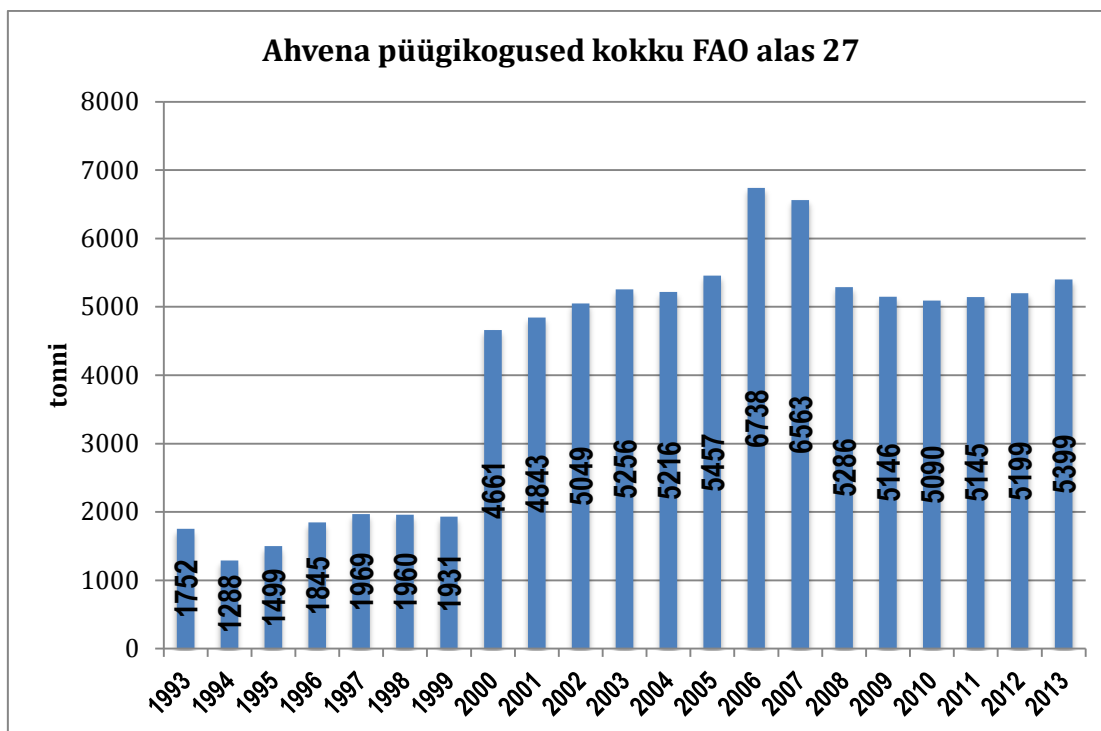
Joonis 27. Venemaa poolt püütud kilu- ja räimesaagi jaotumine (%) ICES alampiirkondade (22-32) lõikes aastatel 2006–2013. Allikas: Eurostat

1.1.4 Ahvena püügi dünaamika

Ahven (*Perca fluviatilis*) on üks Eesti olulisemaid püügikalasid ja seda just rannakaluritele. Ahven on hinnatud kala ja tema turustamisega ei ole kaluritel reeglina probleeme. Küll aga jääb ahvena töötlemisel üle nn. teisest toorainet (pead, nahad, lihaga selgroud), mida saab kasutada toorainena näiteks kalavalgu preparaate tootmisel. Selle tooraine potentsiaalse hulga hindamiseks on mõistlik hinnata, millistes kogustes ahvenat üldse püütakse.

Ahvena püügikogused on toodud ICES kogutud andmetest (www.ices.dk) FAO püügipiirkonna 27III kohta (Läänemere äärsed riigid). Andmed on kättesaadavad kuni aastani 2013.

Läänemerest püüti ahvenat kõige vähem 1994. aastal, mil saagiks oli 1288 tonni (**Joonis 28**). Kõige suurem on olnud saak vaadeldud ajaperioodil 6738 tonni aastal 2006. Keskmiselt on aasta püügimahuks olnud 4095 tonni ahvenat.

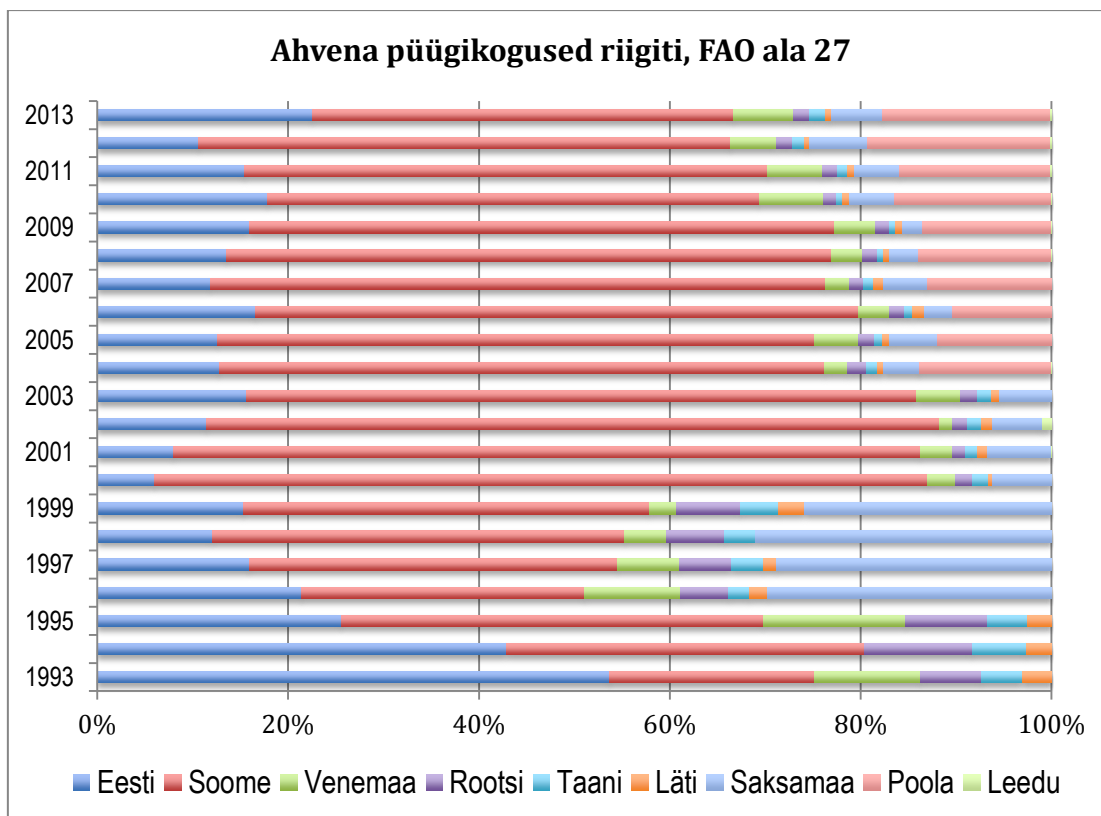


Joonis 28. Ahvena (*Perca fluviatilis*) püügikogused kokku, aastatel 1993-2013 FAO alas 27

Ahvena püügikogused on riikide lõikes aastatel 1993-2013 toodud **Joonisel 29** ja **Tabelis 3**. Kõige rohkem püüdis ahvenat perioodi alguses Eesti, kuid alates aastast 1996 on suurim ahvenapüüdja olnud Soome (kuni 82%).

Eestis püüti ahvenat kõige vähem 280 tonni aastal 2000 ja kõige rohkem 1217 tonni aastal 2013. Keskmise aastane ahvenasaak on olnud Eestis 611 tonni. Eeldades, et kõik ahvenad fileeritakse, siis võiks maksimaalne fileerimisjäätmete hulk olla 50%¹ ehk aastas keskmiselt 306 tonni. Kindlasti on siin oluline jäätmete kättesaadavus, nende logistika ja kvaliteet. Ilmselt on võimalik koguda eelkõige külmutatud ahvena fileerimise jäätmel, mis omakorda toob kindlasti kaasa toormaterjali kvaliteedi alanemise. Hea kvaliteediga mittestandardne ahven on aga saadavuse korral kindlasti väga heaks lisa toormaterjaliks kalakomponendi tehasele.

¹ Kala fileerimisjäätmete osakaaluks peetakse tööstustes keskmiselt 50%.



Joonis 29. Ahvena püügikogused riigiti aastatel 1993-2013, FAO ala 27

Tabel 3. Ahvena püügikogused riikide lõikes aastatel 1993-2013 (tonnides)

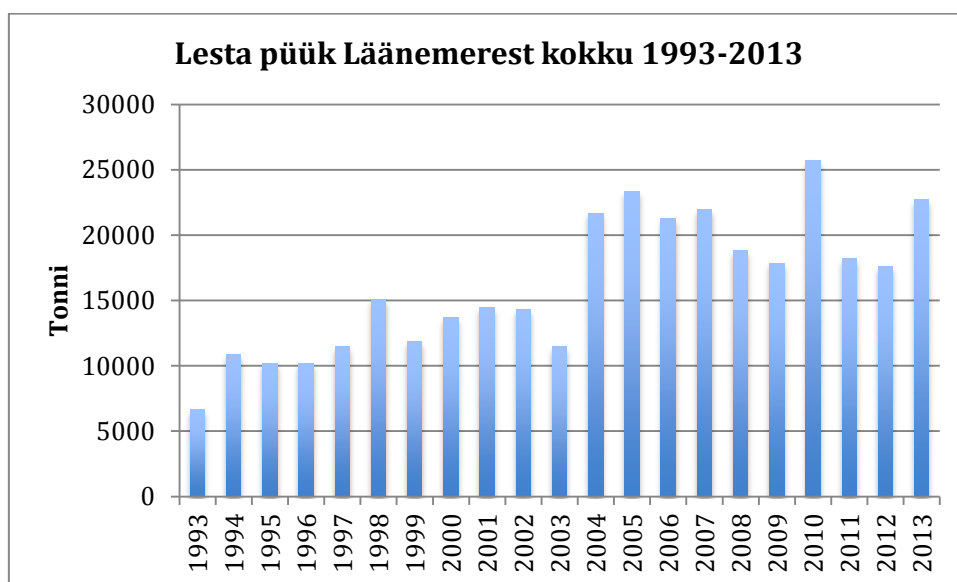
	Eesti	Soome	Venemaa	Rootsi	Taani	Läti	Saksamaa	Poola	Leedu
1993	940	377	195	112	74	54	0	0	0
1994	552	484	0	145	73	34	0	0	0
1995	384	663	223	129	63	37	0	0	0
1996	396	546	185	93	42	34	549	0	0
1997	315	759	127	107	67	27	567	0	0
1998	237	847	85	119	65	0	607	0	0
1999	297	821	54	130	77	53	499	0	0
2000	280	3774	140	80	77	24	286	0	0
2001	385	3794	161	67	60	49	326	0	1
2002	578	3878	69	81	73	59	263	0	48
2003	824	3691	242	94	74	42	289	0	0
2004	666	3312	123	104	59	36	196	719	1
2005	689	3415	248	94	43	39	275	654	0
2006	1117	4260	215	108	56	84	196	702	0
2007	777	4232	168	92	69	68	301	856	0
2008	715	3352	173	83	31	34	160	737	1
2009	819	3159	220	73	34	37	111	691	2
2010	911	2623	338	73	30	37	239	838	1
2011	796	2818	298	77	58	36	243	814	5
2012	550	2902	251	84	65	31	316	996	4
2013	1217	2384	336	91	91	35	288	952	5

1.1.5 Lesta püügi dünaamika

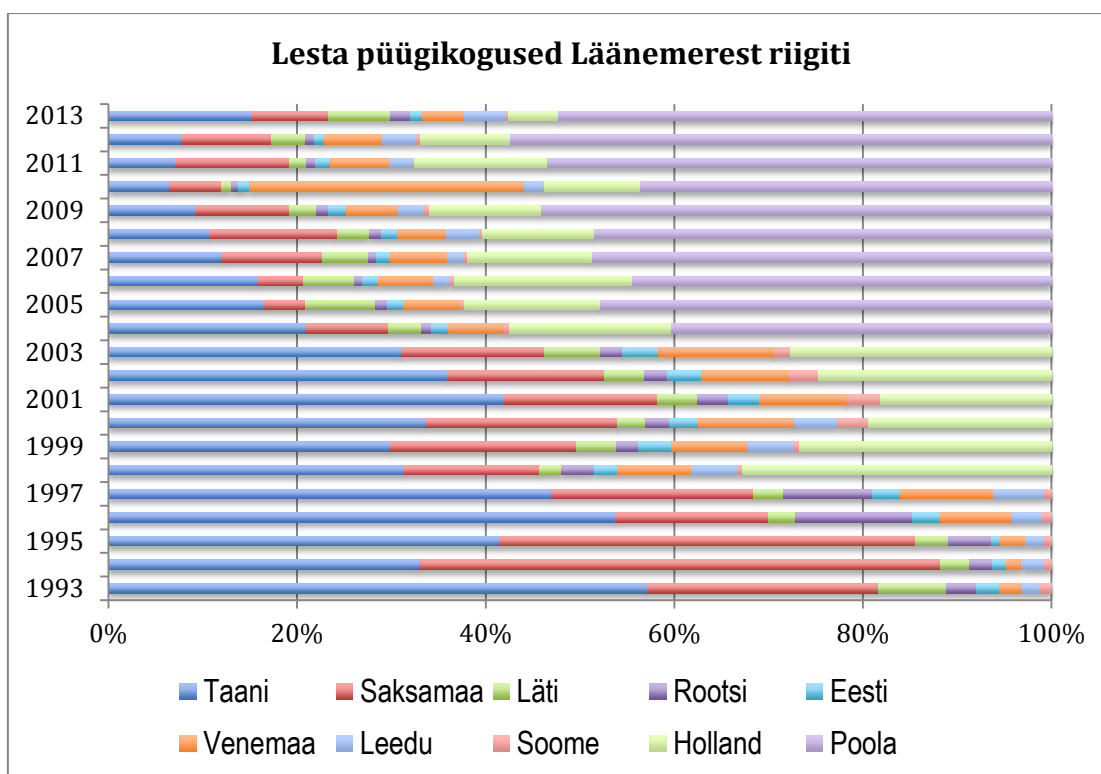
Lest (*Platichthys flesus*) on üks Eesti olulisemaid püügikalasid ja seda just rannakaluritele. Lest on hinnatud kala ja tema turustamisega ei ole kaluritel reeglina probleeme. Küll aga jääb lesta töötlemisel üle nn. teisest toorainet (pead, nahad, lihaga selgroud), mida saab kasutada toorainena näiteks kalavalgu preparaate tootmisel. Selle tooraine potentsiaalse hulga hindamiseks on mõistlik hinnata, milliseid koguseid lesta üldse püütakse. Lesta püügikogused on toodud ICES kogutud andmetest (www.ices.dk) Läänemere kohta. Andmed on kättesaadavad kuni aastani 2012.

Läänemere suurimad lestapüüdjad on Taani, Poola, Holland ja Saksamaa (**Joonis 30, 31 ja Tabel 4**). Läänemerest on lesta püütud kõige vähem 6600 tonni, seda aastal 1993. Kõige rohkem lesta on püütud Läänemerest 25700 tonni aastal 2010. Keskmiselt on Läänemerest püütud lesta 15800 tonni, ajavahemikus 1993-2013.

Eestis püüti lesta kõige vähem 102 tonni aastal 1995 ja kõige rohkem 515 tonni aastal 2002. Keskmise aastane lestasaak on olnud Eestis 330 tonni. Eeldades, et kõik lestad fileeritakse, siis võiks maksimaalne fileerimisjäätmehulk olla 50% ehk aastas keskmiselt 165 tonni. Siinkohal tuleb ka arvestada, et lesta fileerivad Eestis vähesed kalakäitlejad ja enamuses turustatakse roogitud lesta. Seega on lestast saadav toormaterjal tõenäoliselt valdavalt lesta sisikond ja ka nende hulk on väiksem. Lesta sisikond ilmselt ei ole nii väärtuslik tooraine, kui seda oleksid fileerimisjätmed. Kindlasti on siin oluline ka jätmete kättesaadavus, nende logistika ja kvaliteet. Ilmselt on võimalik koguda eelkõige külmutatud lesta rookimise ja fileerimise jätmeid, mis omakorda toob kindlasti kaasa toormaterjali kvaliteedi alanemise. Hea kvaliteediga mittestandardne lesta on aga saadavuse korral kindlasti väga heaks lisa toormaterjaliks kalakomponendi tehasele.



Joonis 30. Lesta püügikogused Läänemeres kokku, aastatel 1993-2013



Joonis 31. Lesta püügikogused Läänemerest riikide lõikes, aastatel 1993-2013

Tabel 4. Lesta püügikogused riikide lõikes aastatel 1993-2013 (tonnides)

Riik	Taani	Saksamaa	Läti	Rootsi	Eesti
1993	3798	1630	475	211	165
1994	3585	6018	329	275	162
1995	4233	4489	362	460	102
1996	5468	1637	294	1261	297
1997	5378	2451	367	1079	334
1998	4725	2159	364	526	355
1999	3527	2347	509	274	416
2000	4605	2766	418	341	420
2001	6064	2349	613	468	482
2002	5143	2385	599	357	515
2003	3561	1737	673	270	443
2004	4525	1913	769	212	406
2005	3851	1025	1713	310	403
2006	3371	1018	1163	181	352
2007	2650	2350	1055	193	335
2008	2046	2515	651	225	324
2009	1653	1778	518	222	336
2010	1664	1422	281	183	285
2011	1297	2202	320	187	280
2012	1379	1659	631	171	190
2013	3458	1854	1479	485	284
Tabel jätkub					

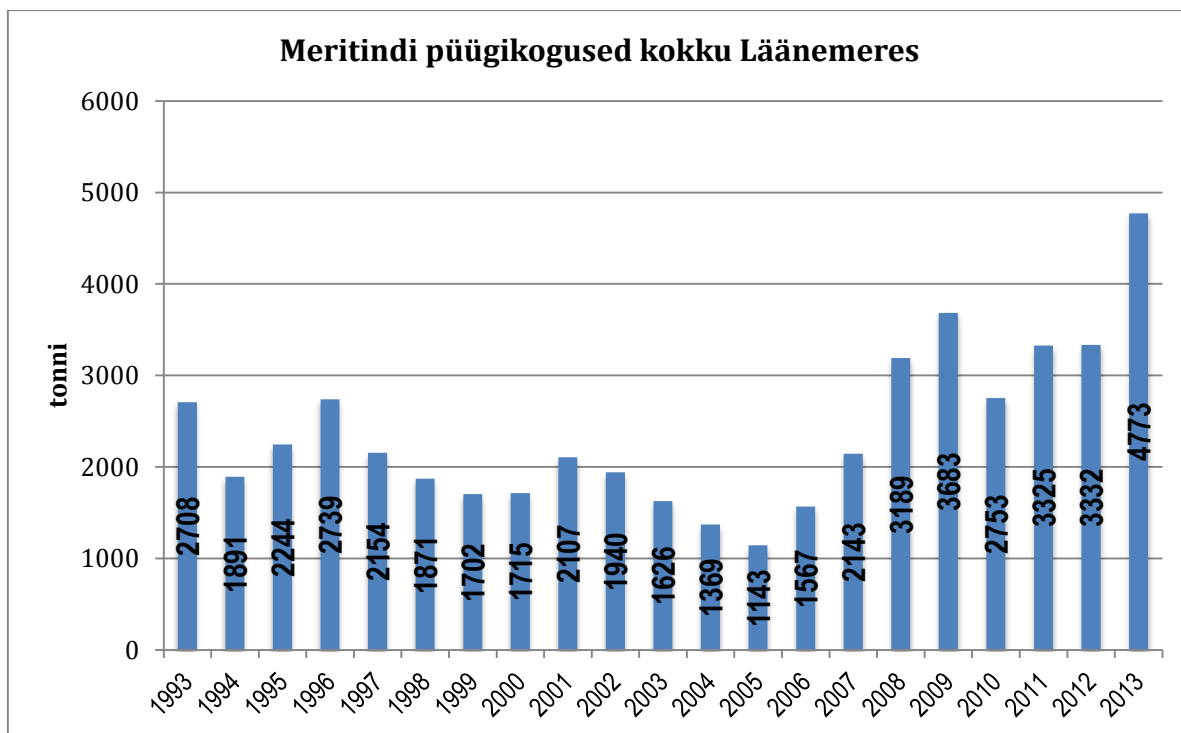
Riik	Venemaa	Leedu	Soome	Holland	Poola
1993	159	120	85	0	0
1994	173	262	79	0	0
1995	268	194	89	0	0
1996	774	330	93	0	0
1997	1131	624	80	0	0
1998	1188	736	74	4942	0
1999	965	571	76	3159	0
2000	1392	618	448	2658	0
2001	1351	0	499	2620	0
2002	1327	0	448	3531	0
2003	1402	0	196	3172	0
2004	1277	0	118	3723	8740
2005	1400	0	104	3364	11135
2006	1237	376	97	4021	9427
2007	1328	361	96	2927	10693
2008	980	665	49	2233	9111
2009	983	499	91	2126	9654
2010	7514	502	37	2617	11202
2011	1147	450	26	2575	9725
2012	1079	644	63	1678	10089
2013	1019	1003	61	1213	11869

1.1.6 Meritindi püügi dünaamika

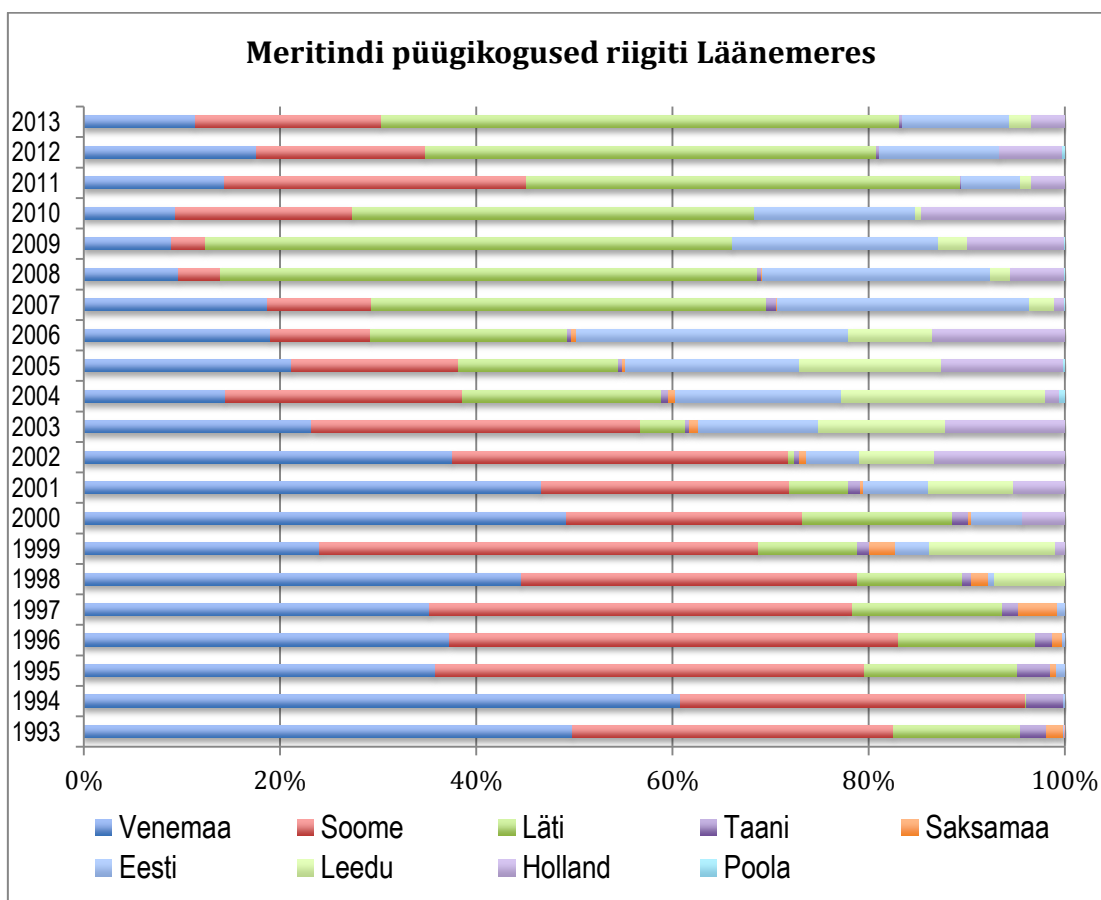
Meritint (*Osmerus eperlanus eperlanus*) on üks Eesti olulisemaid püügikalasid rannakaluritele. Meritint on hea magusa lihaga kala, kuid ta on väga pehme lihaga ja seetõttu rikneb väga kiiresti. Meritinti tarbitakse eelkõige värskelt püügihooajal. Meritint sisaldab ca 15-17% valku ja 1-3% rasva, mis on hinnanguliselt sobiv erinevate valgu- ja rasvapreparaatide tootmiseks. Selle tooraine potentsiaalse hulga hindamiseks on mõistlik hinnata, milliseid koguseid meritinti püütakse. Meritindi püügikogused on toodud ICES kogutud andmetest (www.ices.dk) Läänemeres. Andmed on kättesaadavad kuni aastani 2013.

Läänemerest on meritinti püütud kõige vähem 1100 tonni, aastal 2005 (**Joonis 32**). Kõige rohkem meritinti on püütud Läänemerest 4773 tonni, aastal 2013. Keskmiselt on Läänemerest püütud meritinti 2300 tonni, ajavahemikus 1993-2013. Meritindi püügikogused on riikide lõikes aastatel 1993-2012 toodud **Joonisel 33** ja **Tabelis 5**. Läänemere suurimad meritindi püüdjad on Venemaa, Soome ja Läti (**Joonis 33** ja **Tabel 5**).

Eestis püüti meritinti kõige vähem 3 tonni aastatel 1993 ja 1994 ja kõige rohkem 773 tonni aastal 2009. Keskmise aastane meritindisaak, perioodil 2000-2012 on olnud Eestis 348 tonni. Hea kvaliteediga mittestandardne meritint on aga saadavuse korral kindlasti väga heaks lisa toormaterjaliks kalakomponendi tehasele.



Joonis 32. Meritindi (*Osmerus eperlanus eperlanus*) püügikogused Läänemeres kokku, aastatel 1993-2013



Joonis 33. Meritindi püügikogused riikide lõikes Läänemeres, aastatel 1993-2013

Tabel 5. Meritindi püügikogused tonnides riikide lõikes Läänemerest, aastatel 1993-2013

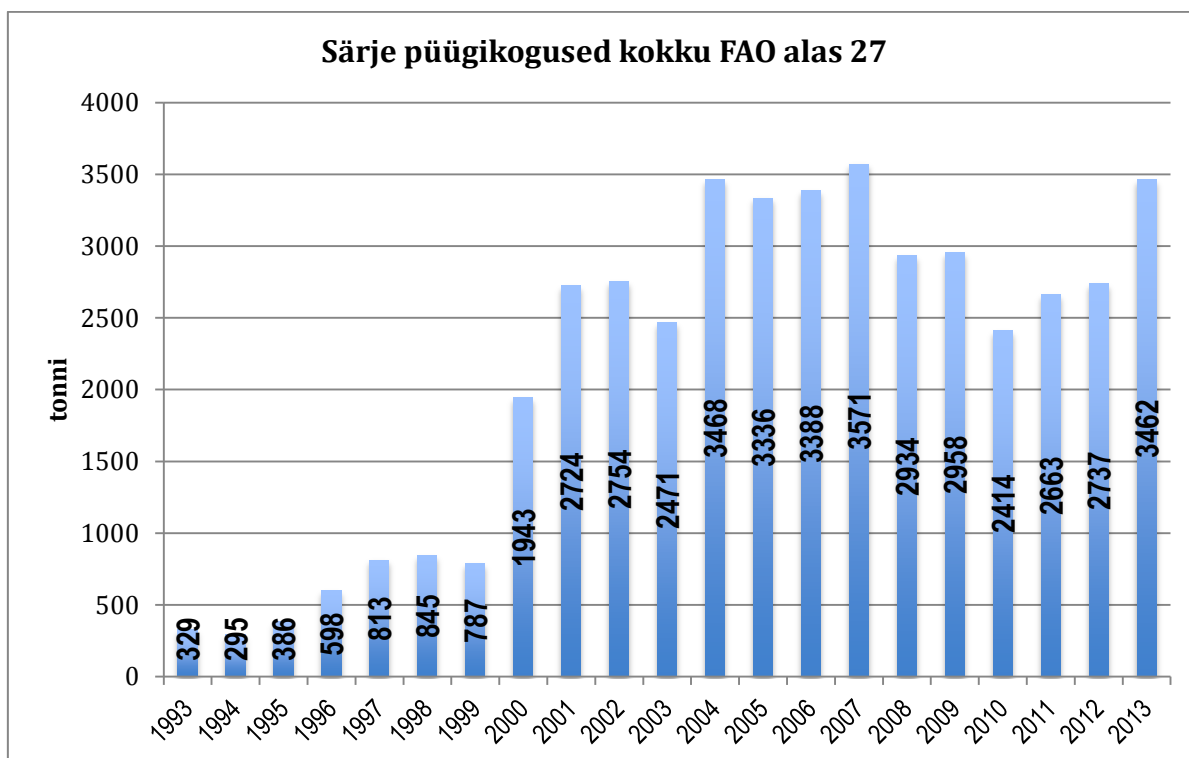
Riik	Venemaa	Soome	Läti	Taani	Saksamaa
1993	1351	886	351	71	46
1994	1150	666	2	70	0
1995	805	980	351	76	12
1996	1022	1252	384	46	29
1997	760	927	331	34	87
1998	835	640	200	18	32
1999	409	762	172	20	45
2000	844	413	261	29	4
2001	982	534	127	25	7
2002	730	663	13	10	13
2003	378	544	76	6	14
2004	198	331	277	10	9
2005	242	194	187	5	3
2006	298	160	314	7	8
2007	402	227	862	23	1
2008	309	135	1745	15	1
2009	330	125	1979	3	0
2010	256	497	1128	2	0
2011	477	1024	1470	4	0
2012	588	572	1534	10	0
2013	545	901	2522	17	0
Tabel jätkub					
Riik	Eesti	Leedu	Holland	Poola	
1993	3	0	0	0	
1994	3	0	0	0	
1995	20	0	0	0	
1996	6	0	0	0	
1997	15	0	0	0	
1998	12	134	0	0	
1999	60	218	16	0	
2000	90	0	74	0	
2001	139	182	111	0	
2002	105	148	258	0	
2003	200	210	198	0	
2004	232	285	19	8	
2005	203	165	143	1	
2006	435	134	211	0	
2007	550	55	22	1	
2008	741	65	177	1	
2009	773	107	364	2	
2010	452	17	401	0	
2011	200	36	114	0	
2012	406	0	215	7	
2013	517	107	164	0	

1.1.7 Särje püügi dünaamika

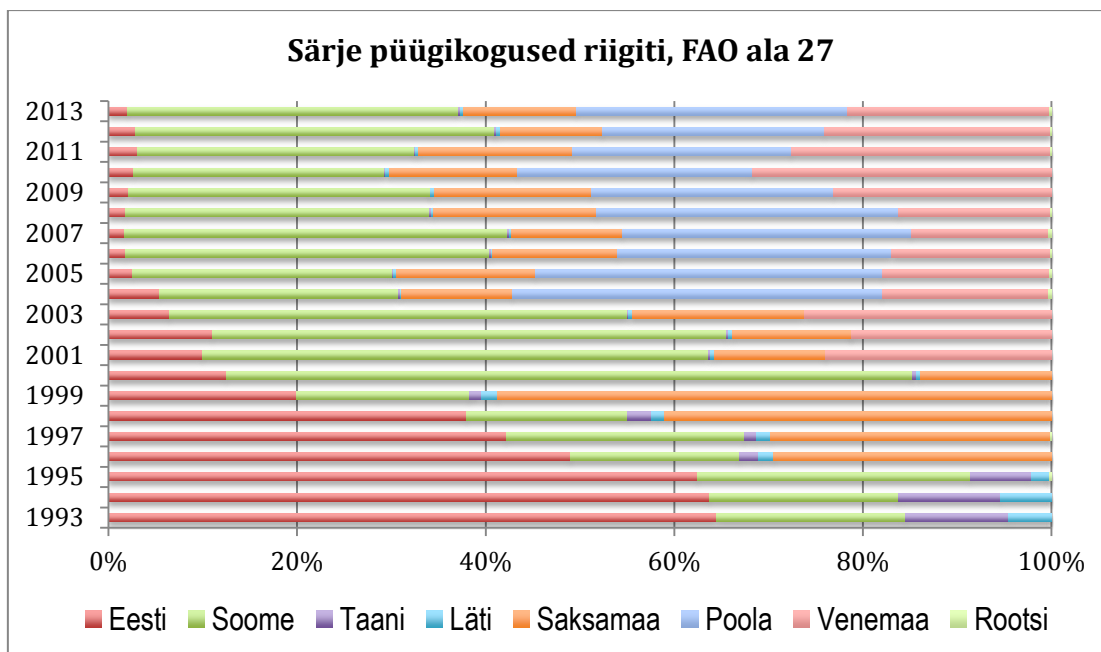
Särg (*Rutilus rutilus*) on üks Eesti levinumaid püügikalasid. Särg on valdavalt taimtoiduline ja seetõttu on tema liha kerge mudamaitsega. Lisaks on särg luine ning seetõttu ei ole populaarne söögikala. Särg sisaldab ca 18-20% valku ja 2-5% rasva, mis on hinnanguliselt sobiv erinevate valgu ja rasvapreparaatide tootmiseks. Selle tooraine potentsiaalse hulga hindamiseks on mõistlik hinnata, milliseid koguseid särge püütakse. Särje püügikogused on toodud ICES kogutud andmetest (www.ices.dk) FAO püügipiirkonna 27 kohta (Atlandi ookeani põhja ja idapoolne ala). Andmed on kättesaadavad kuni aastani 2013.

Särge püüti kõige vähem 1994. aastal, mil saagiks oli 295 tonni (**Joonis 34**). Kõige suurem on olnud saak vaadeldud ajaperioodil 3571 tonni aastal 2007. Keskmiselt on aasta püügimahuks olnud 2071 tonni särge. Särje püügikogused on riikide lõikes aastatel 1993 – 2013 toodud **Joonisel 35** ja **Tabelis 6**. Kõige rohkem püüdis särge perioodi alguses Eesti, kuid alates aastast 2000 on suurim särjepüüdja olnud Soome (kuni 50%). Suuremad särjepüüdjad on veel ka Venemaa ja Poola.

Eestis püüti särge kõige vähem 54 tonni aastal 2008 ja kõige rohkem 212 tonni aastal 1993. Keskmise aastane särjesaak on olnud Eestis 174 tonni. Hea kvaliteediga särg on aga saadavuse korral kindlasti väga heaks lisa toormaterjaliks kalakomponendi tehasele.



*Joonis 34. Särje (*Rutilus rutilus*) püügikogused kokku, aastatel 1993-2013, FAO alas 27*



Joonis 35. Särje püügikogused riigiti aastatel 1993-2013, FAO ala 27

Tabel 6. Särje püügikogused riikide lõikes aastatel 1993-2013 (tonnides)

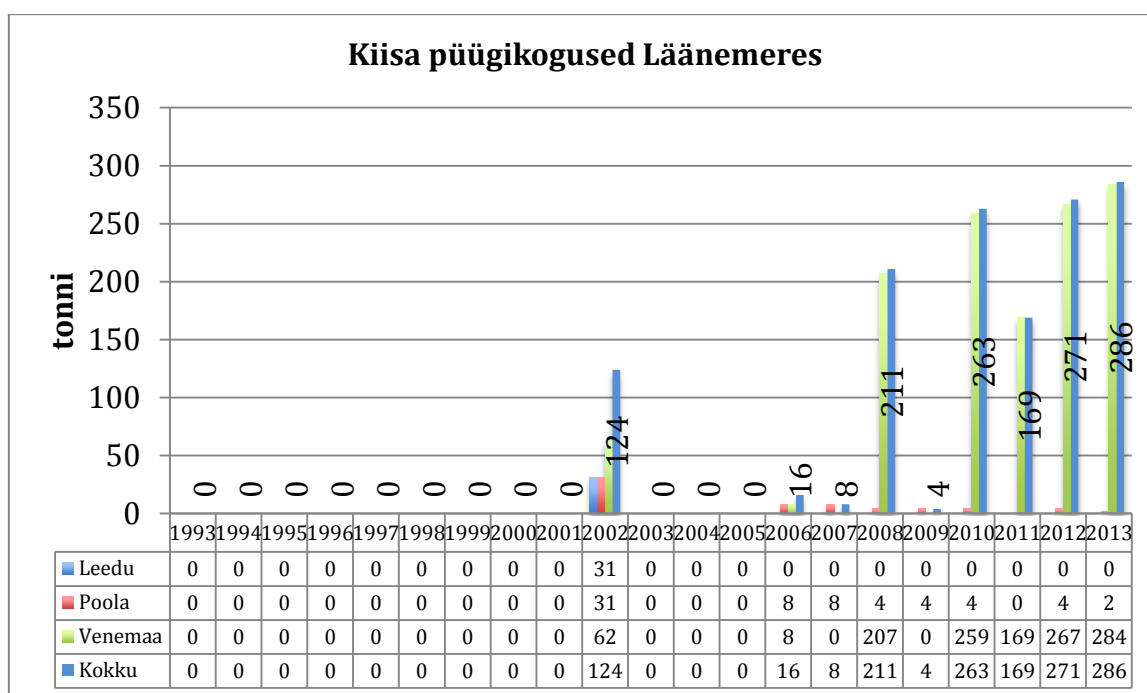
	Eesti	Soome	Taani	Läti	Saksamaa	Poola	Venemaa	Rootsi
1993	212	66	36	15	0	0	0	0
1994	188	59	32	16	0	0	0	0
1995	241	112	25	7	0	0	0	1
1996	293	107	12	10	176	0	0	0
1997	343	205	11	12	241	0	0	1
1998	321	144	22	11	347	0	0	0
1999	157	144	10	14	462	0	0	0
2000	243	1413	8	10	269	0	0	0
2001	272	1460	7	11	321	0	653	0
2002	303	1501	6	12	347	0	585	0
2003	160	1199	5	8	453	0	646	0
2004	187	881	5	6	406	1361	611	11
2005	85	920	5	8	494	1227	590	7
2006	61	1309	5	6	449	985	570	3
2007	63	1449	6	7	421	1096	518	11
2008	54	945	5	7	507	939	475	2
2009	62	948	1	12	492	758	685	0
2010	64	644	1	10	329	601	765	0
2011	83	781	3	10	433	618	732	3
2012	78	1044	5	11	297	644	656	2
2013	71	1216	7	8	416	994	744	6

1.1.8 Teiste kalaliikide püügidünaamika

1.1.8.1 Kiisk

Kiisa (*Gymnocephalus cernuus*) püügikogused ja püügiga tegelevad riigid on toodud ICES kogutud andmetest (www.ices.dk). Andmed on kättesaadavad kuni aastani 2013 (**Joonis 36**).

Kiiska on püütud ajavahemikul 1993 kuni 2013 ainult mõnedel aastatel. Kiisapüük toimus 2002. ja 2006. kuni 2013. aastal. 2002. aastal püüti kiiska kokku 124 tonni, millest poole püüdis Venemaa (62 tonni) ning Leedu ja Poola püüdsid mõlemad võrdselt 31 tonni. Aastatel 2006, 2007 ja 2009 on püütud kiisakogused olnud vastavalt 16 tonni, 8 tonni ja 4 tonni. 2008, 2010, 2011, 2012 ja 2013 aastatel püüti suuremad kogused kiiska, vastavalt 211, 263, 169, 271 ja 286 tonni. Siiski on need kogused väga väikesed ning ei ole piisavad ega stabiilsed kalatooraine väärindamise tehase toormaterjaliks. Hea kvaliteediga kiisk on aga saadavuse korral kindlasti väga heaks lisa toormaterjaliks kalakomponendi tehasele.



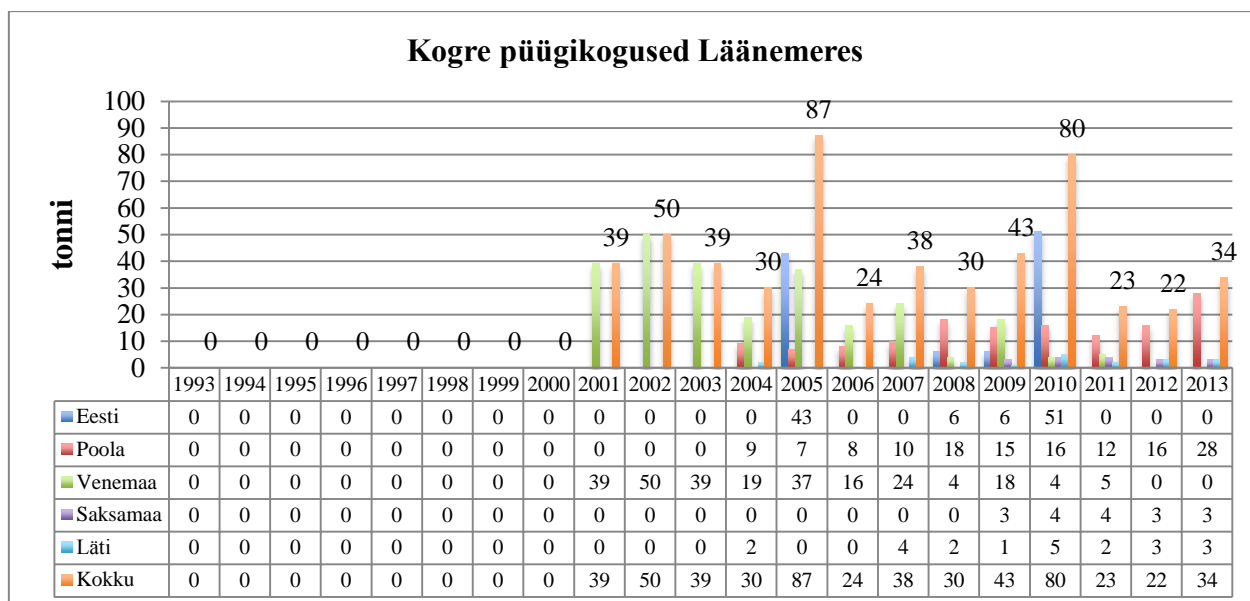
Joonis 36. Kiisa (*Gymnocephalus cernuus*) püügikogused Läänemeres kokku aastatel 1993-2013

1.1.8.2 Koger

Kogre (*Carassius carassius*) püügikogused ja püügiga tegelevad riigid on toodud ICES kogutud andmetest (www.ices.dk). Andmed on kättesaadavad kuni aastani 2013 (**Joonis 37**).

Kogre on püütud ajavahemikul 1993 kuni 2013 ainult alates aastast 2001. Kõige rohkem kogre püüti kokku 87 tonni aastal 2005. Kõige vähem kogre püüti kokku 22 tonni aastal 2012. Riikide lõikes on püüdnud kõige stabiilselt kogre Venemaa, vahemikus 4 kuni 50 tonni. Eestis on kogre püütud neljal aastal: 2005, 2008, 2009, 2010, kogustes vastavalt 43,

6, 6 ja 51 tonni. Keskmiselt püüti aastatel 2001-2012 kokre 42 tonni ja kõikide vaadeldud aastate peale kokku 505 tonni. Need kogused on väga väikesed ning ei ole piisavad ega stabiilsed kalatooraine väärindamise tehase toormaterjaliks. Hea kvaliteediga koger on aga saadavuse korral kindlasti väga heaks lisa toormaterjaliks kalakomponendi tehasele.

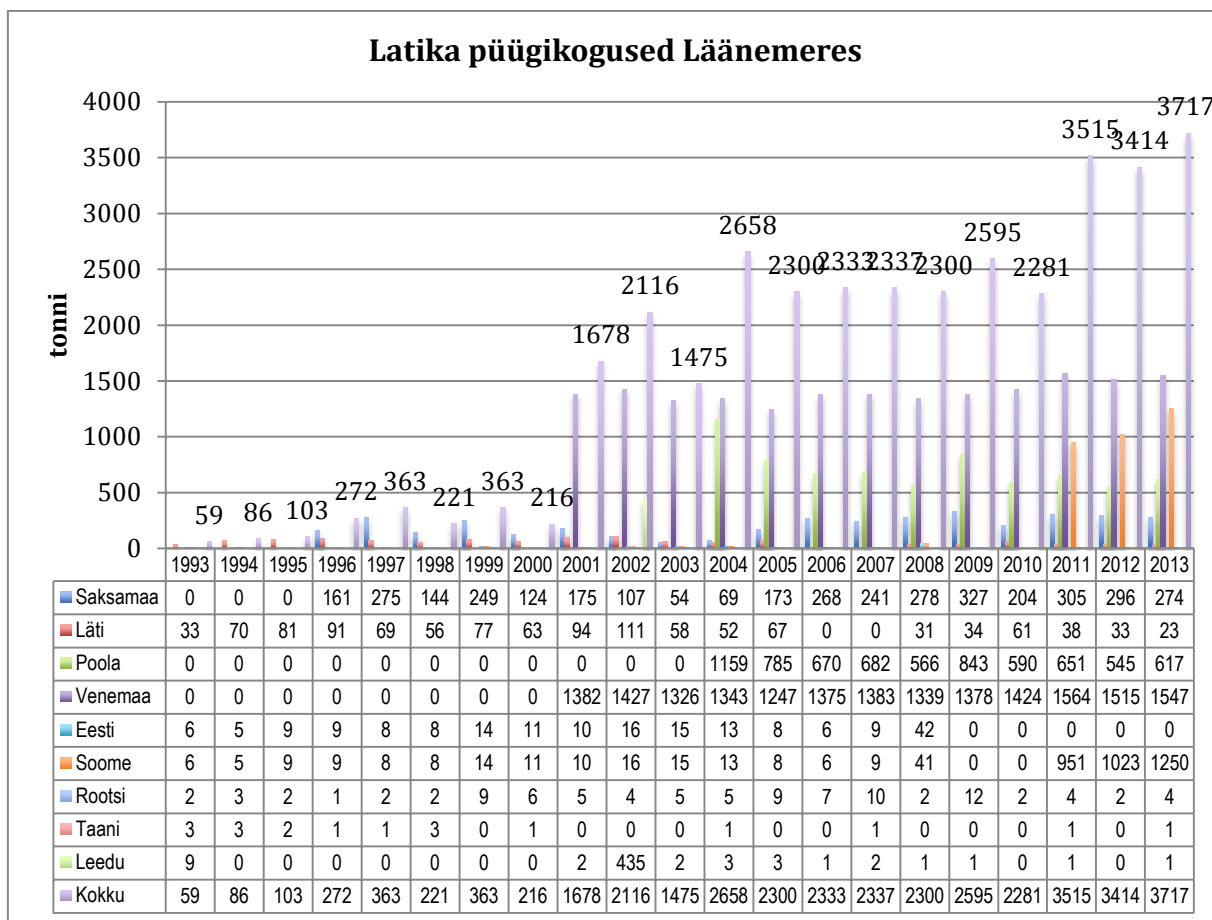


Joonis 37. Kogre (*Carassius carassius*) püügikogused Läänemeres kokku aastatel 1993-2013

1.1.8.3 Latikas

Latika (*Abramis brama*) püügikogused ja püügiga tegelevad riigid on toodud ICES kogutud andmetest (www.ices.dk). Andmed on kättesaadavad kuni aastani 2013 (Joonis 38).

Kõige rohkem latikat püüti kokku 3717 tonni aastal 2013. Kõige vähem latikat, kokku 59 tonni, püüti aastal 1993. Alates aastast 2001 püüab Venemaa Läänemeres kõige rohkem latikat, keskmiselt 1392 tonni aastas. Perioodi lõpu poole on suuremaid latikakoguseid püüdnud ka Poola ja Soome, aastal 2012 vastavalt 545 ja 1023 tonni. Eesti on kõige rohkem latikat püüdnud 42 tonni 2008. aastal. Keskmiselt on Eesti püüdnud Läänemeres 9 tonni latikat aastas. Need kogused on väikesed ning ei ole piisavad ega stabiilsed kalatooraine väärindamise tehase toormaterjaliks. Hea kvaliteediga latikas on aga saadavuse korral kindlasti väga heaks lisa toormaterjaliks kalakomponendi tehasele.



Joonis 38. Latika (*Abramis brama*) püügikogused Läänemeres kokku aastatel 1993-2013

1.1.8.4 Ümarmudil

Ümarmudil (*Neogobius melanostomus*) riigipiire ei tunne ja on tänaseks ennast sisse seadnud suuremal osal Läänemerele. Taani teadlased on arvutanud, et ümarmudil võib oma paiknemispiirkonda suurendada kuni 30 km aastas. Soomlased on Helsinki ümbruses märganud edasi liikumist keskmiselt 1 km aastas. Erinevates riikides on täheldatud ka seda, et teatud piirkondades ei ole võimalik midagi muud enam püüda, kuna kõik püügivahendid on ümarmudilat täis.

Teadlased nendivad, et riikidel puuduvad ühtsed jälgimisprogrammid ümarmudila osas ja sellepärast on keeruline teha ka ühtseid järeldusi (4-5. september 2014 DTU Aqua ümarmudila töögrupp). Samuti ei osata öelda, palju seda liiki meil Läänemeres asub ja kuidas teda ohjeldada saaks. Teadlased on leidnud ümarmudilat väga kaugel rannikust (rohkem kui 30 meremiili) ja ka väga sügavalt (kuni 60-70 meetri sügavuselt). Teadlased on avastanud, et ta suudab elutseda väga erineva soolsusega vees, kuigi esmasel uuringul näitavad et enamjaolt paikneb ümarmudil alla 12% soolsusega vees (4-5. september 2014 DTU Aqua ümarmudila töögrupp). Sama uuring kinnitab, et suurem osa on oluliselt suurem 10-20% soolsuse juures.

Taanlased on püüdnud ümarmudilale turgu leida ka väljaspool Läänemere regiooni, väidetavalt kaubeldakse sellega näiteks Itaalias (hinnaga 5 eurot/kg). Enamjaolt müüvad kalurid kala siiski kalajahuks ja õliks saades 2013. aastal isegi 0,30 eurot kilogrammist, kuid käesoleval aastal 0,20 eurot/kg. Lisaks on Taanis olnud näiteid, kus ümarmudilast tehtud „silo“ söödetakse seapõrsastele ning kasutatakse ka karusloomafarmides loomasöödana.

Lätlased kinnitavad, et Liivi lahest leiti ümarmudil esmakordselt 2004. aastal. Kutseliste kalurite püükides kajastus see esimest korda 2006. aastal ja suur hüpe toimus 2013, kus väljapüügid ulatusid 25 tonnini. Tänapäevaks on kala laialt levinud ja esineb erinevate püügivahendite väljapüükides. Lätlaste kinnitusel on väljapüügid pidevas suurenemises, seda eriti just rannikualadel, suurimad väljapüügid on mais, juunis ja juulis. Lätis ümarmudilat suitsutatakse, kuid enamus sellest läheb siiski kalajahuks.

Leedus püüti ümarmudil esimest korda 2002. aastal. Leedulaste kinnitusel võib ümarmudil paikneda ka küllaltki sügavas vees (rohkem kui 14 meetrit). Leedus on teatud määral märgata lesta vähenemist piirkonnas, kus ümarmudilat rohkem on, kuid otsest teaduslikku kinnitust sellele seosele veel ei ole. Kalurite väljapüügid ümarmudila osas on olnud isegi ühest tonnist kuni nelja tonnini ja hinnad, millega müüakse kala inimotstarbeks, on 0,3 eurost kuni 0,7 euronini.

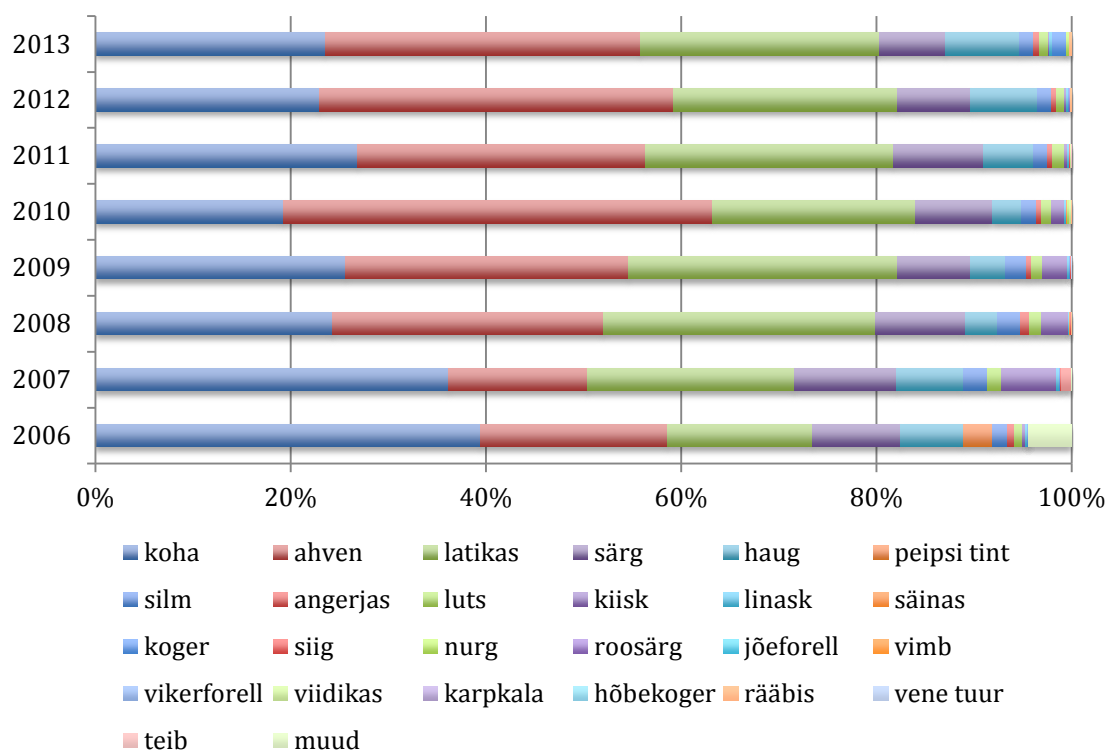
Poolas Gdanski lahes püüti esimene ümarmudil 1990. aastal. Püütakse võimalikult palju kasutada inimotstarbeks (hind u 0,6-0,7 eurot/kg). Poola teadlased on täheldanud, et ümarmudil on peamiseks toiduallikaks ka kormoranidele ning samuti on ümarmudila marja leitud angerjate kõhust, kes sellest samuti toituvad.

Henn Ojaveer'i kinnitusel on praeguseks kaardistatud mudila levikuala kogu Läänemeres (sh. ka Eesti vetes), kuid püüginumbreid ei ole võimalik hinnata. Samuti ei ole võimalik väita, kui suur on ümarmudila biomassi Eesti rannikumeres. Väga palju on ümarmudilat kevadeti (mai-juuni). Kui sel perioodil mõrrad vette panna teatud Eesti piirkondades (Saaremaa ümbrus), siis on püügivahendid mudilat täis. Vestlustest kaluritega selgus, et kui kilogrammi eest makstaks 0,20 eurot ja rohkem, siis tasuks kokkuostu kala toomine ennast kalurile juba ka ära. Mingil määral on mudilat kokku ostetud, kuid minimaalselt. Hetkel visatakse kala merre tagasi või viiakse metsa alla loomadele. Hea kvaliteediga ümarmudil on aga saadavuse korral kindlasti väga heaks lisa toormaterjaliks kalakomponendi tehasele.

1.1.9 Kalapüük Eesti siseveekogudest

Töõnduslik püük toimub arvestataval määral Peipsi järvel ja Võrtsjärvel. Püügivahenditeks on võrgud, mõrrad, seisev- ja põhjanoodad. Peamisteks püügikaladeks on ahven, koha, latikas, haug ja särg (*Joonis 39*). Kokku püütakse sisevetest kala 2,5 kuni ligi 3 tuhat tonni aastas (*Tabel 7*).

Kalapüük Eesti siseveekogudest kalaliigiti 2006-2013



Joonis 39. Kalapüük Eesti siseveekogudest kalaliigiti aastatel 2006-2013

Tabel 7. Kutseline kalapüük siseveekogudest tonnides aastatel 2006-2013

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
koha	1126,7	928,9	665,8	721,9	534,1	708,1	681,5	672,0
ahven	546,7	365,3	756,8	816,8	1217,4	775,3	1076,8	920,4
latikas	424,7	545,5	765,0	775,8	574,0	668,1	681,2	696,3
särg	256,6	268,1	249,9	209,3	217,9	243,0	221,9	194,3
haug	186,7	176,1	89,7	101,7	84,6	134,3	203,0	216,7
peipsi tint	83,4							
silm	42,8	62,0	66,7	59,0	40,4	38,7	44,6	40,2
angerjas	23,0		24,5	16,4	14,2	13,4	15,2	15,5
luts	20,9	37,3	32,6	29,5	28,6	32,2	24,6	28,4
kiisk	8,4	145,3	75,2	74,7	38,8	7,9	4,8	1,1
linask	6,6	7,3	4,5	3,6	4,9	5,1	5,2	8,6
säinas	1,3	1,4	1,0	0,9	1,4	1,3	1,0	1,2
koger	1,1	1,5	2,0	1,6	0,5	0,5	1,7	40,4
siig	0,8	2,2	1,1	2,8	0,5	0,1	0,4	0,5
nurg	0,3	1,3	0,2	0,6	5,3	0,5	1,5	7,3
roosärg	0,1	0,1	0,2	0,5	0,6	1,9	1,7	0,7
vimb		0,1						
viidikas		0,1			4,2	0,1	1,7	0,3
karpkala		0,1	0,1	0,1	0,1			0,1
hõbekoger			0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
räabis		1,2			0,7	1,0	1,9	6,1
muud	126,0	0,44						
Kokku	2856,1	2567,8	2735,6	2815,3	2768,7	2632,1	2968,9	2850,4

1.1.10 Eestis püütud kala turustamine

Töötlev tööstus Eestis toodab erinevaid mereande, sealhulgas plokk-külmutatud kilu ja räime, konserveeritud tooted, suitsutatud ja marineeritud kalad nii siseturu tarbeks kui ka müügiks rahvusvahelisel turul. Töödeldud kalatooted enamasti eksporditakse: külmutatud ja soolatud tooted saadetakse idaturule ning ahvena- ja kohafilee Lääne turgudele. Eesti rannapüük annab piisavalt suurtes kogustes kallist mageveekala nagu ahven, koha ja haug. Neid liike on võimalik ekspordida Lääne turgudele praktiliselt piiramatus koguses.

Eestis on umbes 52 ettevõtet, kelle põhitegevus hõlmab kala, koorikloomade ja molluskite töötlemist ja konserveerimist. Keskmine ettevõtete müügitulu kokku ületab 100 miljonit eurot ning enamik neist tegutseb Harju- ja Pärnumaal.

Läbi kahekümne aasta on ekspordi osakaal kalatöötlemisettevõtete kogumüügitulus olnud kesmiselt 76%, mis näitab Eesti kalatööstuse suurt sõltuvust ekspordist. Kui arvestada Eesti väliskaubandust tervikuna, kus peale Eesti toodangu on kajastatud ka kõik Eestit läbinud kalatoodete kogused, siis kala ja kalatoodete (sh limused, vähid ja muud veeselgrootud) osakaal *põllumajandussaaduste ja toiduainete* (KN² 1-24) ekspordis oli 2013. aastal 15,7%. Rohkem eksporditi ainult jooke (sh alkohol) (18%) ning piima ja piimatooteid (17%).

2013. aastal eksporditi kala ja kalatooteid 54 erinevasse sihtriiki, kaubavahetust peeti kokku 63 riigiga. Kui järjestada peamised toodangu ekspordiriigid, siis olid need toodangu koguse ja väärtuse lõikes erinevad (**Tabel 8**). Koguseliselt olid Eestile peamised ekspordiriigid Venemaa (36 844 tonni) ja Ukraina (26 050 tonni), vastavalt 33% ja 23% kala ja kalatoodete koguekspordist. Toodangu väärtuse alusel olid peamised ekspordiriigid Soome (22,6 mln eurot), Saksamaa (21,8 mln eurot) ja Slovakkia (20,9 mln eurot), vastavalt 11,8%, 11,4% ja 10,9% kala ja kalatoodete koguekspordist. Venemaa ja Ukraina olid siin alles viiendal ja kuuendal kohal. See viitab asjaolule, et Venemaale ja Ukrainasse jõuab peamiselt väiksema väärtusega toodang, näiteks külmutatud kala.

Võrreldes 2012. aastaga, 2013. aastal ekspordimahud Venemaale (2012. aastal 40 666 tonni) ja Ukrainasse (2012. aastal 28 594 tonni) vähenesid. Siin võisid oma osa mängida Venemaa kehtestatud sisseveopiirangud 2013. aasta lõpus ja keeruline poliitiline olukord Ukrainas.

Tabel 8. Kümme peamist kala ja kalatoodete ekspordiriiki toodangu koguse ja väärtuse lõikes 2013. aastal

Eksport tonnides		Eksport eurodes	
Venemaa	36844	Soome	22 611 221
Ukraina	26050	Saksamaa	21 816 636
Läti	7533	Slovakkia	20 853 482
Valgevene	5020	Läti	17 622 869
Soome	3821	Venemaa	16 372 172
Island	3660	Ukraina	13 836 801
Leedu	3520	Rootsi	13 042 439

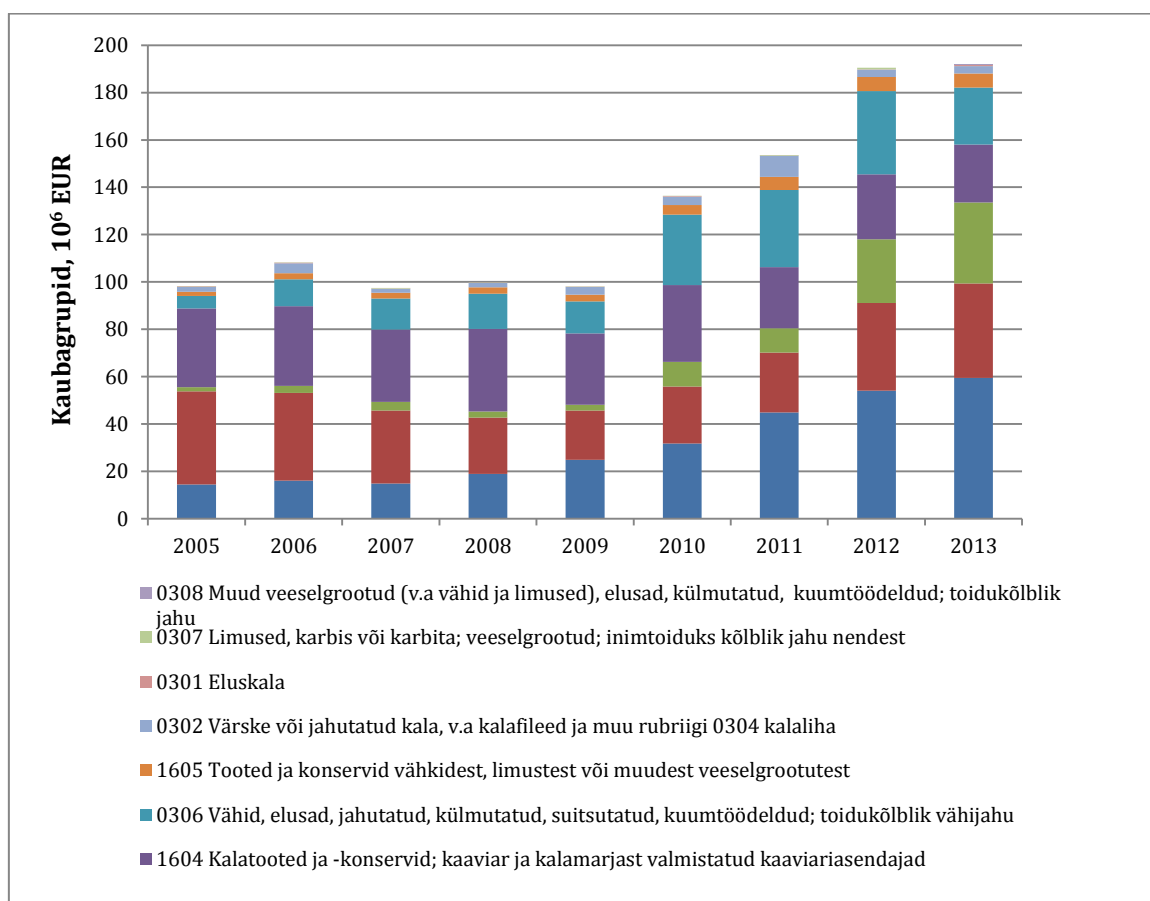
² EL seadustega kindlaks määratud kaupade klassifitseerimisel kasutatav kombineeritud nomenklatuur (KN)

Kasahstan	3140	Taani	7 387 190
Moldova	2802	Šveits	6 888 665
Saksamaa	2756	Island	6 856 586

Allikas: Statistikaamet

Aastatel 2005-2013 tõusis eksporditavate kala ja kalatoodete koguväärtus ligi kaks korda, 98 miljonilt eurolt 192 miljoni euroni (**Joonis 40**). Suurima ekspordivääringuga olid 2013. aastal viis kaubagruppi, mis moodustasid kokku 95% eksporditava toodangu koguväärtusest (kaubagrupi ees on märgitud KN kood):

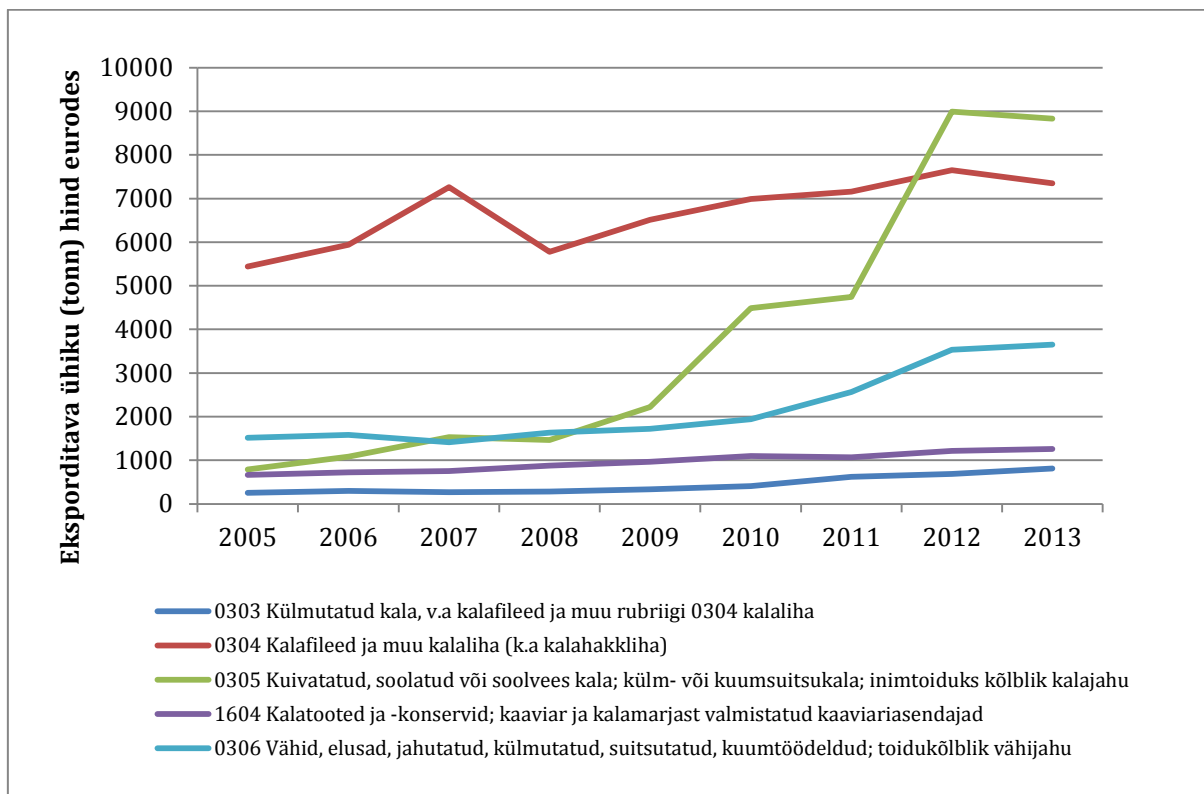
- 0303 Külmutatud kala, v.a kalafileed ja muu kaubagrupi 0304 kalaliha;
- 0304 Kalafileed ja muu kalaliha (k.a kalahakkliha);
- 0305 Kuivatatud, soolatud või soolvees kala; külm- või kuumsuitsukala; inimtoiduks kõlblik kalajahu;
- 1604 Kalatooted ja -konservid; kaaviar ja kalamarjast valmistatud kaaviariasendajad;
- 0306 Vähid, elusad, jahutatud, külmutatud, suitsutatud, kuumtöödeldud; toidukõlblik vähijahu.



Joonis 40. Kala ja kalatoodete (sh limused, vähid ja muud veeselgrootud) ekspordi müügitulu dünaamika kaubagruppide lõikes aastatel 2005-2013. Allikas: Statistikaamet

Joonisel 40 on näha, et võrreldes 2005. aastaga suurenes 2013. aastaks oluliselt kaubagruppide 0303, 0305 ja 0306 osakaal kala ja kalatoodete ekspordi koguväärtuses.

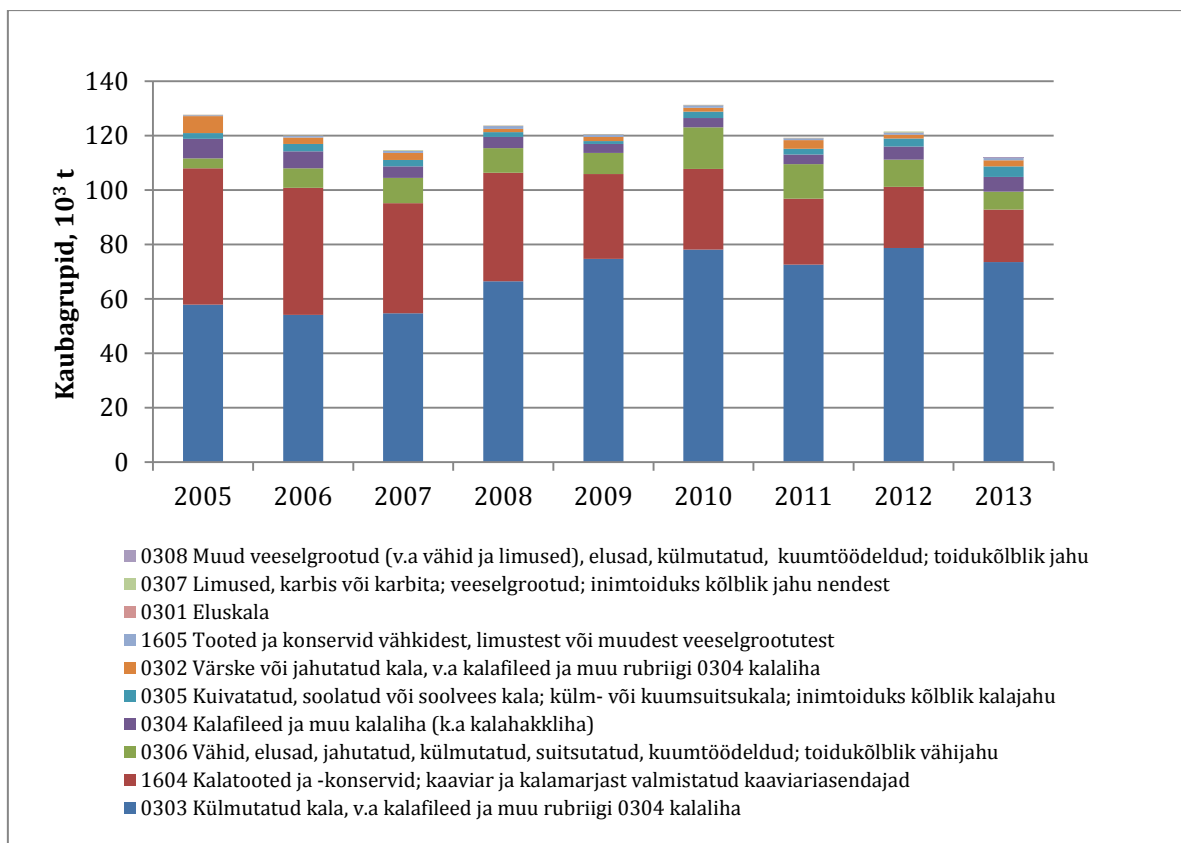
Ekspordi müügitulu on aidanud kasvatada eksporditava ühiku väärtuse kasvu enamikes kaubagruppides. Kõige suurema tõusu on läbi teinud kaubagrupp 0305 (kuivatatud, soolatud või soolvees kala; kül- või kuumsuitsukala; inimtoiduks kõlblik kalajahu), mille eksporditava ühiku väärtus on tõusnud vaadeldaval ajaperioodil 11 korda (*Joonis 41*). Külmutatud kala, mis on olnud viimaste aastate ekspordis nii toodangu koguse kui ka väärtuse lõikes esikohal, eksporditava ühiku väärtus on kasvanud kolm korda.



Joonis 41. Viie suurima ekspordivääringuga kala ja kalatoodete kaubagrupi eksporditava ühiku hinna dünaamika aastatel 2005-2013. Allikas: Statistikaamet

Kuigi eksporditud kala ja kalatoodete väärtus on aastate jooksul oluliselt kasvanud, siis koguseliselt on toodangu maht püsinud enam-vähem samal tasemel (*Joonis 42*). Võrreldes 2005. aastaga, oli 2013. aastal ekspordi maht isegi 12% väiksem. Läbi aastate on suurima ekspordimahuga olnud kaks kaubagruppi, mis 2013. aastal moodustasid kokku 83% eksporditava toodangu kogumahust:

- 0303 Külmutatud kala, v.a kalafileed ja muu kaubagrupi 0304 kalaliha;
- 1604 Kalatooted ja -konservid; kaaviar ja kalamarjast valmistatud kaaviariasendajad.



Joonis 42. Kala ja kalatoodete (sh limused, vähid ja muud veeselgrootud) ekspordi müügitulu dünaamika kaubagruppide lõikes aastatel 2005-2013. Allikas: Statistikaamet

Joonisel 42 on näha, et alates 2005. aastast on külmutatud kala ekspordi maht üldjoontes tõusnud, seevastu kalatoodete ja -konservide eksport aga vähenenud. Kalafilee ja muu kalaliha (k.a kalahakkliha) eksporditavad kogused on aastatel 2005-2013 püsinud suhteliselt stabiilsed, moodustades 3-5% kala ja kalatoodete kogueksportidist.

1.1.11 Eestis püütud kala esmakokkuostuhinnad

Eestis püütud kala esmakokkuostuhinnad (Eesti Kalamajandus 2013), kala väärindamise tootmisele hinnanguliselt kättesaadava materjali protsent ja kogus tonnides ning potentsiaalse väärindamise tootmise toormaterjali maksumus on toodud **Tabelis 9**.

Eesti kõige suuremate püügimahtudega kalad, kilu ja räim, on sobivaim põhitooraine kala väärindamise tehasele. Kala ja kalatoodete tarbimisharjumuste kohta Eestis on teinud uuringuid Eesti Konjunktuuriinstituut, millest on välja tulnud, et tarbijate lemmikkalad on lõhe ja forell (Kala ja kalatoodete tarbimisuuring. 2012, Marje Josing). Samuti uuriti, milliseid kalu ostaksid tarbijad rohkem, kui nende sissetulekud paraneksid ning ka siinkohal eelistasid tarbijad lõhe, forelli, lesta ja ahvenat. Räim on küll Eesti rahvuskala ja kilu enampüütud kalaliik Eestis, kuid Eesti tarbijad peavad oma lemmikkalaks ikkagi lõhe ja forelli.

Sarnane trend väikeste pelaagiliste kalade madala tarbimisharjumuse kohta on levinud Läänemaailmas, mille on välja toonud nii FAO (Discards in the world's marine fisheries, in FAO Fisheries technical paper. 2005, The state of world fisheries, 2010) kui ka erinevad uurimustööd, nt. Rootsist Sofia Marmon (2012), Taanist Caroline Baron (2015), Arason, jt

Põhjamaade uuringuprojekt (2009), Rustad, jt. Norrast (2011). Kilu ja räime püügikogused, kokkuostuhinnad ja tarbimisharjumused toetavad just eelkõige nende kalaliikide kasutamist “Ülevaade räime- ja kilutoodete arenguvõimaluste uuringust. Lõpparuanne” 2009 <http://www.agri.ee/uuringud-3/>.

Tabel 9. Kala väärindamise tehase potentsiaalse toormaterjali keskmised püügikogused, esmakokkuostuhinnad (Eesti Kalamajandus 2013), kättesaadavus, 1993-2013 aastate andmetel

	Keskmine aastane püügikogus, tonni	Keskmine esmakokkuostuhind aastatel 2006-2013 ja keskmine esmakokkuostuhind aastal 2013 €/kg	Kala väärindamise tootmisele hinnanguliselt kättesaadav toormaterjal	Potentsiaalse toormaterjali kogus, tonni	Potentsiaalse toormaterjali makumus 2013a seisuga, €
Kilu	35380	0,16 / 0,22	75%	26535	5307000
Räim	34146	0,15 / 0,23	75%	25610	5634090
Ahven	611	1,76 / 1,82	25%	153	316193
Lest	330	0,46 / 0,64	25%	83	43725
Meritint	348	0,40 / 1,00	75%	261	208800
Särg	174	0,38 / 0,55	80%	139	69600
Ümarmudil* 2012 püük(PMM)	16	0,28 / 0,14	80%	13	2560
Kiisk* 2007-2012 keskmine(PMM)	48	0,12 / 0,20	80%	38	7680
Höbekoger* 2007-2012 keskmine(PMM)	53	0,12 / 0,12	80%	42	5088
Kokku	71106			52831	11589648

1.1.12 Eesti kalapüügi sesoonsus

Traditsiooniliselt püüavad Eesti lipu all sõitvad laevad kilu ja räime Läänemerest alates septembri keskpaigast kuni aprilli lõpuni. On ka aastaid, kus alustatakse oktoobris. Seda ennekõike sellepärast, et vee temperatuur on liialt soe ja kala sellest tulenevalt pehme. Samuti on kilul ja räimel kõhus kaljaanus (millest kilu ja räim toituvad), mis tähendab aga, et sel perioodil tulevad kaladel kõhud väga kergesti maha. Antud perioodil püütud kala on väga keeruline kaubanduslikult hea välimusega töödelda. Et see üldse võimalik oleks, tehakse sügisel väga lühikesed traalid (maksimaalselt 3-4 tundi), pannakse kalale rohkelt jääd ning püütakse sadama lähedalt.

Talvel (detsembrist kuni märtsini) on kala konsistents tugevam, kala kannatab ka pikemaid traale ja ülesõite. Antud perioodil püüavad meie vetes ka kõigi teiste riikide laevad. Kala kvaliteedil on oluline tähendus eriti inimotstarbelisel püüdmisel, kuid ka kalajahuks ja

õliks püüdmisel, sest koos kala värskusastmega langevad ka mitmed näitajad, millest sõltub oluliselt kalajahu ja õli kvaliteet.

Komponenditehast silmas pidades ei ole kaubanduslik välimus kalal nii oluline. Nii et soovi korral on laevadel võimalik alustada hooaega varem (augusti keskpaigast) või lõpetada hiljem (mai lõpus või juuni keskel) ja tarnida kala komponenditehasele.

Eesti kilu ja räime püügil saab sesoonsusest rääkida kahel juhul. Kilu on sügiseti (september ja oktoober) pigem kaldale lähemal ja madalamas vees. Kui vesi läheb külmemaks liigub ka kilu pikkamööda sügavamale. Kevadel Liivi lahes on esialgu räim sügaval (rohkem kui 50 m), kui vee soojenedes hakkab liikuma madalamasse ja tuleb aprilli keskpaigaks üldjuhul juba 20-25 meetri sügavusele. Eesti traalidel on lubatud püüda sügavamal 20 m sügavusjoonest, nii et kui kala tuleb sellest joonest madalamale, siis on traalpüük lõppenud.

1.1.13 Kala tagasiheitmiste keelustamise mõju kalatoorainele

Tagasiheite puhul lastakse soovimatu saak surnult või elusalt merre tagasi, sest see on kas mõõdult liiga väike, kaluril puudub vastav kvoot või on põhjuseks teatavad saagi koostise eeskirjad. Lossimiskohustuse abil kaotatakse uue ühise Euroopa Liidu kalanduspoliitika raames raiskav tagasiheitmise tava. Käesoleva korra muutus soodustab suuremat selektiivsust ning võimaldab saada usaldusväärsemaid püügiandmeid.

Selleks, et kalurid saaksid muutustega kohaneda, kehtestatakse Euroopa vetes ajavahemikus 2015–2019 järk-järgult kogu töendusliku kalapasaagi lossimiskohustus. Vastavalt lossimiskohustusele tuleb kogu saak jätta laeva pardale, lossida ja kvootidest maha arvestada. Alamõdulisi kalu inimitoiduks turustada ei tohi. Eestis on tagasiheitmise keelustatud juba aastast 2005, seda nende püügivahendite korral, kust kala eluvõimelisena vabastada võimalik ei ole. Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EL) 1380/2013 artikkel 15 sätestab, et alates 1. jaanuarist 2015 laieneb lossimiskohustus Läänemerel kilule, räimele, tursale ja lõhele. Püütud kala tuleb tuua kalalaeva pardale ja seal hoida, dokumenteerida, lossida ning üldjuhul arvestatakse tavapäraselt kvootidest maha.

Kuna Läänemeres püütakse tööstuslikult suhteliselt vähe kvootidega reguleeritud liike (tursk, räim, kilu, lõhe) ja püügivahendid ning püügitehnikad on suhteliselt arenenud, siis üldiselt on tagasiheidetud kogused Läänemerel olnud suhteliselt väikesed. Raporteeritud tursa tagasiheitmise määrad traalpüügis on enamikel aastatel jäänud alla 7%. Lõhe ja tursa võrgupüügil on tagasiheitmiste tase alla 5%, kuid antud tagasiheitmiste peamiseks põhjuseks on hüljeste poolt kahjustatud kala. Kilu ja räime püügil tagasiheitmise ei esine, kuna ka enamuse Läänemere laevastikust lossib antud püügid loomasöödaks või kalajahuks. ICES on oma 2000 aastal tehtud hinnangutes leidnud, et kogu Läänemere püükide tagasiheitmise tase kokku on 1,4%. Võrreldes muude piirkondadega on see väga väike number (Põhjamerel tehtud liikide puhul tagasiheitmise 20-50%). Kõigest sellest võime järeldada, et tagasiheitmise keeld oluliselt kala lossimiskogust ei suurenda ja seda ennekõike Eesti lähinaabruses, kus traalidega tursapüüki ei toimu. Tursapüügil, kus esineb endiselt mõningal määral alamõdulist kala ning erinevaid lesta liike kaaspüügina, on lossimisel tekkida võivad kogused, mida inimitstarbeks müüa ei saa, suuremad. Alamõduline kala, millele kohaldub tagasiheitekeeld (tursk ja lõhe) ei tohi turustada inimitoiduks. Selle võib jätta omatarbeks või kasutada loomasöödaks.

Kilu ja räime puhul ei ole tagasiheitmise keelu rakendamine probleemiks, sest antud liikidele ei ole kehtestatud miinimum suuruseid ja kogu püük lossitakse. Nii on see olnud kogu ajaloo vältel. Sellest tulenevalt ei muutu kilu ja räime püügil oluliselt ka püügipraktika peale tagasiheite keelu rakendamist. Tursa puhul aga küll. Sõltumata püügivahenditest ja kala mõõdust tuleb püütud tursk reeglina lossida ja kvoodist maha arvestada. Erandina määruse (EL) 1380/2013 artikli 15 lõikest 1 ei kohaldata lossimiskohustust ehk tagasiheitekeeldu tursa suhtes, mis on püütud mõrra, lõkspüüniste, ääremõrra ja seisevnoodaga. Kogu selliselt püütud alamõõduline tursk tuleb elusalt vabastada ja merre tagasi lasta. Nimetatud erand on kehtestatud määrusega 1396/2014 (tagasiheitekava seoses kalapüügiga Läänemerel). Nimetatud määrus kehtestab ka tursa alammõõduks 35 cm.

1.1.14 Väheväärtuslik kala Eestis

Rannikumerest ja sisevetest väheväärtusliku kala kokkukorjamisel saavad kõige suuremateks probleemideks väikesed kogused ja keeruline ning kulukas logistika. Selleks, et kaluritel oleks võimalik oma väljapüügid mingil määral kokku korjata suurematesse partiidesse, peaks kala vahepeal külmutama. Vaadates Eesti rannikujoont ja Peipsi ümbrust, on enamikes paikades kala külmutamise võimalused olemas.

Saaremaal on selleks võimalused Mõntus, Kaunispel, Läätsal, Nasval ja Veerel; Hiiumaal Kõrgessaares; Kihnu saare külmhoones; Pärnu maakonnas Lius, Lemmetsas, Pärnu linnas mitmes külmhoones ja Võistes; Läänemaal Haapsalus ja Dirhamis; Harjumaal Paldiskis, Tallinnas ja Tallinna ümbruses paljudes kohtades; Ida-Virumaal Vokal ja Peipsi ääres Kallastel, Lohusuus, Vasknarvas, Kolkjal ja Omedul. Pisut keerulisem on seis Võrtsjärve kaluritel, kuid kindlasti on rannikul ja sisevete ääres veel töötlemiskohti, mis oleksid võimalised väiksemaid kalapartiisid külmutama.

Kaluritele on viimasel ajal probleemseteks liikideks olnud peaaesjalikult kiisk, ümarmudil, särge, latikas, karpkala ja muu peenkala. Ümarmudila osas vt eraldi lõiku, mis selgitab Läänemere olukorda üldisemalt. Kiiska on rohkem 2-3 nädalasel perioodil kevadel (mais). Probleem kiisaga on see, et seda ei taha ka loomad süüa, kuna väikeses kiisas on väga palju luid. Suurema mõõduga kiiska ostetakse vähemal määral kokku ja fileeritakse. Särge, karpi ja muud kala proovitakse ka praegu kalurite käest kokku osta: 0,10 eur/kg ei ole piisav, et seda kokkuostu tuua. 0,15 eur/kg tuuakse kokkuostu, kui kala rohkem on. Üldiselt liiguvad siiski sel viisil väga väikesed kogused.

Võrtsjärve peenkala seisust on teinud väga põhjaliku uuringu Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Limnoloogiakeskus. Uuringu nimeks on: „Võrtsjärve kalavarude seisund ja Eesti angerjamajandamiskava täitmise analüüs“. Ain Järvalt, Limnoloogiakeskuse juhataja on kinnitanud, et Võrtsjärvel tekib mõrdade kaaspüügilt väheväärtuslikku peenkala aastas kokku 150-200 tonni. Kui kala eest makstaks ligikaudu 0,5 eurot/kg, oleks kaluritel huvi kala kaldale tuua. Pikaajaliste mõrrapüügi analüüside järgi moodustab peenkalast 85% väike latikas ja nurg. Väheväärtusliku peenkala arvukuse kiire kasv Võrtsjärves on mitme järjestikuse aasta peenkala mõrdadest tagasilooimise tagajärg.

1.2 Eesti lähipiirkonna kalandus

Soome

Soome 2013. aasta kogupüük Läänemerel oli 138 388 tonni, millest traalpüük andis 91%. Enamuse (88%) kogupüügist moodustas räim (121 616 tonni), järgnesid kilu (11 074 tonni), latikas (965 % kogu Läänemere räimesaagist. Soome merekalapüügist saadav tulu ulatus 2013. tonni), meritint (901 tonni), ahven (833 tonni) ja merisiig (687 tonni). Suurem osa (77%) kogusaagist püüti välja aasta esimeses pooles (jaanuar – juuni). Püütud räime kogus tegi 2013. aastal Soomest suurima räimepüüdja Läänemerel – Soome püütud räimesaak moodustas u 46aastal ligi 47 miljoni euronit, millest räim moodustas 73% ehk 34 miljonit eurot. Majanduslikult tähtsamad liigid olid veel merisiig (2,7 miljonit eurot), kilu (2,6 miljonit eurot), ahven (1,6 miljonit eurot), koha (1,6 miljonit eurot) ja lõhe (0,9 miljonit eurot). (FGFRI 2014a)

2013. aastal tõusis mõningal määral keskmine kaluritele makstud räime hind. Räime hind sõltus kala suurusklassist. Inimtoiduks kasutatava räime keskmine hind oli 290 eurot tonn. Suurem osa sellest kalast eksporditi. Söödana kasutatava räime hind oli keskmiselt 220 eurot tonn. Kilu tonni eest maksti keskmiselt 230 eurot. (FGFRI 2014d)

Käibe ja kasumi suurendamiseks ning toorainepuuduse leevendamiseks on mõned Eesti kalapüügifirmad soetanud tüdarettevõtteid Soomes. Enne seda, kui eestlased Soome kalalaevadesse investeerisid läks kogu Soome laevade poolt püütud kilu ja 60-70% räimest loomatoiduks. Tänapäevaks on pilt pisut muutunud, aasta alguses Soome lahest püütav kilu lossitakse 70% ulatuses Eestisse inimotstarbeliseks toiduks. Botnia lahe räimepüükidest läheb endiselt 2/3 jahuks või loomadele.

2013. aastal kasutasid Soome kalatöötlemisettevõtteid toorainena u 80 tuhat tonni kala, millest 53 tuhat tonni oli kodumaist päritolu ja 27 tuhat tonni imporditud. Umbes 51% toormaterjalist moodustas Läänemere räim ja kilu, mis eksporditi külmutatult. Kalafilee ja teiste mehaaniliselt töödeldud kalatoodete valmistamiseks kasutati ühtekokku 21 tuhat tonni kodumaist ja 23 tuhat tonni imporditud kala. Kõrgemal määral töödeldud kalatooteid valmistati 9 tuhandest tonnist kalast, millest 56% oli kodumaist päritolu. Enam kasutatavad kalaliigid Soome kalatöötlemisettevõtetes olid räim, vikerforell, lõhe ja merisiig. 2013. aastal oli Soomes 136 kalatöötlemisega tegelevat ettevõtet, millest 22 ettevõttes töödeldi aasta jooksul enam kui tuhat tonni kala. Need 22 ettevõtet töötlesid 88% kogu Soomes töödeldavast kalast. (FGFRI 2014b)

2013. aastal ekspordis Soome ligi 61 tuhat tonni kala ja kalatooteid, mille väärtus ulatus 45 miljoni euronit. Kala ja kalatooteid eksporditi 39 riiki. Peamised ekspordiriigid olid Eesti (18,7 miljonit eurot), Venemaa (9,1 miljonit eurot), Taani (6,9 miljonit eurot) ja Rootsi (5,8 miljonit eurot). Peamised eksporditavad tooted olid värsked ja külmutatud räim ja kilu, värsked lõhe ja vikerforell, heeringa ja räime pooltooted ja hoidised, kalamari ja tooted kalamarjast, ning loomasööt. Võrreldes 2012. aastaga kasvas 2013. aastal eksport Eestisse oluliselt, rohkem kui 6 miljonit eurot. (FGFRI 2014c)

Läti

Läti 2013 aasta kogupüük Läänemere avaosal ja Liivi lahel oli 61 tuhat tonni, mille väärtus ulatus 23,1 miljoni euronit. Enamuse (88,6%) kogupüügist moodustasid kilu (33 310 tonni) ja räim (20 720 tonni), järgnesid tursk (2 570 tonni), meritint (2 522 tonni) ja lest (1 479

tonni). Lätis lossitud inimotstarbelise kilu ja räime hind oli 2013. aastal Eurostati andmetel vastavalt 344 ja 272 eurot tonn. (Eurofish; Eurostat)

Läti kalatööstused on hästi arenenud ja lokaalselt oluline sektor, mis asuvad piki Läti rannikut. Kalatööstus on üks suurimaid toiduainete tootmissektoreid Lätis ja annab tööd u 5 900 inimesele. Viimastel aastatel töötlemisettevõtete arv oluliselt muutunud ei ole. Aastal 2013 oli Lätis 101 kalatöötlemisega tegelevat ettevõtet. Ajalooliselt on Läti kalatöötlemisettevõtted tootnud nii sise- kui ka eksporditurule. Toodetakse väga erinevaid kalatooteid – külmutatud kala, soolatud ja suitsutatud kala, valmistooteid ja kalakonserve. Konservitööstuste enamik toorainest pärineb Läänemerest. Kuid selleks, et tootevalik oleks laiem, kasutavad kalatöötledajad ka muid liike, nagu heeringas, makrell, sardiin jne. Kalaliike (haug, säga, karpkala jt) kasutatakse väikestes kogustes. Näiteks 2012. aastal ulatus Läti kalatööstuse kogukäive ligi 227 miljoni euronit ning kalatoodete kogutoodangu maht jõudis 110,3 tuhande tonnini. Üldiselt on kalatöötlemissektor kasvanud alates 2000. aastast. (Eurofish; STECF 2014)

2013. aastal eksportis Läti u 130 tuhat tonni kala ja kalatooteid (k.a konservid), mille väärtus ulatus 222 miljoni euronit. Konservide osakaal ekspordi mahus oli 49,5% ehk 64 181 tonni. Kala ja kalatooteid eksporditi 54 riiki. Kui jätta välja konservid, siis peamised kala ja kalatoodete ekspordiriigid olid Leedu (13 299 tonni), Eesti (12 247 tonni), Valgevene (5 691 tonni), Venemaa (5 396 tonni) ja Ukraina (5 347 tonni). Konservid müüdi peamiselt Venemaale (32 270 tonni) ja Ukrainasse (6 133 tonni). (Eurofish; Latvian fisheries in numbers and figures 2014)

Rootsi

Rootsi 2013. aasta kogupüük Läänemerel oli 103 254 tonni, mille väärtus võis hinnanguliselt ulatuda ligikaudu 45 miljoni euronit. Enamuse (90,4%) kogupüügist moodustasid kilu (51 032 tonni) ja heeringas/räim (42 306 tonni), järgnesid tursk (7 002 tonni), räabis (1 479 tonni), lest (474 tonni), angerjas (264 tonni) ja lõhe (188 tonni). Rootsis lossitud kala hinnad sõltusid kala kvaliteedist, kala kasutamise eesmärgist ning lossimise piirkonnast. Lossitud tursa keskmine hind (arvestades sel ajal Rootsi krooni kurssi) oli 2013. aastal Rootsi lõunarannikul 1348 eurot ning idarannikul 1798 eurot tonn. Rootsi lõunarannikul olid inimtoiduks kasutatava lossitud kilu ja heeringa/räime keskmised hinnad vastavalt 408 ja 554 eurot tonn ning idarannikul vastavalt 313 ja 341 eurot tonni eest. Seevastu inimtoiduks mittekasutatava kala hind oli lõunarannikul 225 ja idarannikul 192 eurot tonn. Suurem osa inimtoiduks mittekasutatava kala lossiti välismaal, kus selle eest saadi keskmiselt 296 eurot tonni eest. (Swedish Agency for Marine and Water Management 2014)

Rootsi kalatööstus toodab laias valikus värsked, jahutatud, külmutatud ja konserveeritud tooteid. Nende toodete toorainena kasutatakse peamiselt heeringat/räime, valget kalaliha (tursk jt), krevette ja kalamarja. Viimasel ajal on kasvanud nõudlus pooltoodete järele. Kalatöötlemisettevõtted (eriti suuremad) sõltuvad suuresti tooraine kvaliteedist ja kogusest. Seetõttu u kolm neljandikku vajalikust toorainest imporditakse. Tuginedes 2012. aasta andmetele, oli sel ajal Rootsis 343 kalatöötlemisettevõtet, millest peategevusena töötles kala 223 ettevõtet. Enamus ettevõtteid on väikesed (vähem kui 10 töölit), mis on peamiselt spetsialiseerunud kindlatele toodetele. Kalatöötlemisettevõtete kogukäive ulatus

725 miljoni euron. Rootsi kalatööstused paiknevad peamiselt piki lääne- ja lõunarannikut. (STECF 2014)

Kui vaadata Rootsi kala ja muude mereandide kaubandust, siis suurem osa sellest eksporditakse EL riikidesse nagu Prantsusmaa, Poola, Portugal, Hispaania ja UK. Märkimisväärselt suure osa nii impordis ja ekspordis (70-75%) haarab enda alla lõhekaubandus. Põhjus on selles, et peale ühinemist EL-ga sai Rootsist transiitmaa Norra kalale, eriti lõhele. Mis aga puudutab töödeldud kalatoodete ekspordi, siis on suurimad kaubanduspartnerid väljaspool Euroopa Liitu Norra ja USA ning Euroopa Liidu sees Soome, Saksamaa, Taani ja Prantsusmaa. (STECF 2014)

1.3 Võimalikud kalakogused meie naabruses (väljaspool Euroopa Liitu)

Venemaa

Venemaa 2013. aasta kogupüük Läänemerel oli 41 858 tonni. Enamuse (78,8%) kogupüügist moodustasid kilu (22 895 tonni) ja räim (10 105 tonni), järgnesid tursk (3 091 tonni), latikas (1 547 tonni), lest (1 017 tonni) ja särg (744 tonni) (ICES Datasets). Venemaa püüab Läänemerel kilu enamasti inimotstarbeks. Peamised püügiälad on Vistula lagoon Kaliningradi oblasti lähedal ja Soome lahe idaosa.

Läänemere püük moodustab ainult väikese osa Venemaa kala ja muude mereandide kogupüügist. 2013. aastal püüti Venemaa kalurite poolt u 4,15 miljonit tonni meresaadusi. Peamine Venemaa kalurite poolt püütav kala on pollak, kelle saak (1,6 miljonit tonni) moodustas 2013. aasta kogusaagist 37,5%. Olulisemad kalaliigid olid veel tursk (510 tuhat tonni), heeringas (474 tuhat tonni) ja lõhe (360 tuhat tonni). Venemaa peamised püügipiirkonnad on Kaug-Ida bassein ja Põhja bassein, kus 2013. aastal püüti vastavalt 2,805 ja 0,605 miljonit tonni (ehk 67,6% ja 14,6% kogupüügimahust). Kaspia basseinis püüdsid Venemaa kalurid 39 600 tonni ning Mustamere ja Aasovi mere basseinis 29 900 tonni kala ja muid meresaadusi. (USDA 2014)

Venemaa kalatöötlemissektor on jätkuvalt vähearenenud ning see on olnud ka põhjuseks kalatoodete impordi tõusule. Tootmisüksuste kehv olukord ei lase võrdselt konkureerida teiste ülemaailmsete tootjatega. Olukord on viinud näiteks selleni, et oluline osa Hiinast Venemaale imporditud kalast on püütud tegelikult Venemaa kalurite poolt ning viidud otse Hiinasse töötlemiseks. Venemaa valitsus on asunud sellist tegevust piirama ning kohalikud omavalitsused Kaug-Idas ja Murmanski regioonis on suurendanud toetusi töötlemisüksuste arendamisele rannikul. Selleks et arendada oma kalatööstust võttis Venemaa valitsus 2013. aastal vastu programmi Venemaa kalatöötlemissektori arendamiseks aastatel 2013 – 2020. Programmi eesmärk on ümber fookuseerida kalatööstuse eesmärgid – madala lisandväärtusega toodete (ehk tooraine) tootmise ja ekspordi asemel tuleks keskenduda toodetele lisandväärtuse andmisele, varude säästvale kasutamisele ning uute tehnoloogiate rakendamisele, et tagada Venemaa kala ja kalatoodete konkurentsivõime. (USDA 2013)

2012. aasta andmetel tegutses Venemaal 680 kalatöötlemisettevõtet. Suurem osa ehk 55% riigi kalatöötlemismahust asub Kaug-Idas. 2012. aastal toodeti Venemaal kalatooteid (k.a konservid) 3,6 miljonit tonni. Kogutoodangust näiteks 62,6 % (2,2 miljonit tonni) moodustas külmutatud kala, 4% konservid, 2,5% külmutatud kalafilee, 1,9% kulinaarsed tooted, 1,1% preservid. Suurimat tõusu näitas aastatel 2011 ja 2012 külmutatud kalafilee tootmine. Värske ja jahutatud kala maht oli 2012. aastal 1,4 miljonit tonni. (USDA 2013)

Venemaa kala ja meresaaduste eksport 2013. aastal oli 2,6 miljardit USD. Peamised eksporditurud olid Ida-Aasias. Kogu Venemaa meresaaduste ekspordist eksporditi Lõuna-Koreasse 41% (1 miljard USD), Hiinasse 34% (898 miljonit USD) ning Jaapanisse 11% (281,5 miljonit USD). Paljud ettevõtted eelistavad varustada pigem Aasia turgu kodumaisele, sest Aasia turg pakub konkurentsivõimelisemaid hindu, on vähem logistilisi ja administratiivseid takistusi ning on olemas pidev ja suur tarbijate poolne nõudlus. Peamine eksporditüüp oli 2013. aastal külmutatud alaska pollak (36% ekspordi väärtusest), järgnesid külmutatud kalamaks ja -mari (11%), külmutatud krabid (9%) ja külmutatud heeringas (7%). (USDA 2014)

2013. aasta esimeses pooles oli ilma peata ja roogitud alaska pollaki hind koduturul (Vladivostok) 1.03-1.06 EUR/kg, ekspordihind aga 1128-1151 EUR/t. Vaikse ookeani heeringa (idaheeringa) ekspordihind oli 557-587 EUR/t. (FAO Globefish Reports)

Ukraina

Ukraina 2012. aasta registreeritud kogupüük Mustal merel oli u 41 tuhat tonni. Enamuse (94,3%) kogupüügist moodustasid anšoovis (u 23 tuhat tonni) ja kilu (u 16 tuhat tonni), kaladest järgnesid makrell (u 530 tonni) ja kammeljas (u 250 tonni). (Shlyakhov 2013)

Kuna enimpüütud liigid on eelnevatel aastatel periooditi olnud väga konkurentsivõimeliste hindadega, siis nähti neis potentsiaali võimaliku toormaterjalina. Näiteks on värske kohaliku kilu hinnad eelnevatel aastatel jäänud vahemikku 0,20-0,25 EUR/kg ja külmutatud kala hinnad on olnud alla 0,35 EUR/kg. Sellist hinda maksid eelnevatel aastatel ka Valgevene karuslooma farmid koos transpordiga Valgevenes kohapeal. Arvestades aga et Ukraina sisene raudteetransport oli sel perioodil väga odav, siis see oluliselt hinda ei muutnud. Eestist püütud kala koos transpordi ja tollimaksudega on alati olnud suurusjärgus 40-50% kallim. Samas, hetkel kehtib Ukrainas keeld toiduainete impordile Krimmist ja seal paikneb ka enamus Musta mere kalalaevastikust. Sellest tulenevalt turustatakse enamus väljapüükidest Krimmis kohapeal, kuid seda kasutavad ka sealsed kalatööstused ja kala viiakse ka üle piiri Venemaale Rostovi linna.

Tingituna geopoliitiline olukorra muutumisest ei ole lähiajal enam Ukrainast, eriti Krimmist, mõeldav suuremas koguses väheväärtusliku kala kokku korjamine ja Eestisse transportimine. Samuti asub Eesti ja Musta mere vahel Valgevene, kes tarbib üpris suurtes kogustes kala loomasöödaks ja eelnevatel aastatel liikuski Mustalt merelt püütud väheväärtuslikum kala ennekõike Valgevenesse.

Kokkuvõte ja järeldused

Keskendusime uuringus ennekõike Venemaa ja Ukraina kalanduse ülevaatele, kuna need kaks riiki on olnud Eesti peamised eksporditurud viimastel aastakümnetel ja suurem osa Eestis töödeldud kilust ja räimest on oma väljundi leidnud neil kahel turul. Andsime üldise ülevaate nende kahe riigi kalandusest, kuid ennekõike keskendusime võimalikele liikidele, mis oleksid sealsetel turgudel piisavalt soodsas hinnaklassis, et võiks kaaluda nende impordi Eestisse potentsiaalse tehase tooraineks. Paraku selliseid liike sobilikus koguses ja ennekõike sobilikus hinnas me ei leidnud ja seda isegi sellise tulevikustsenaariumi korral, kui geopoliitiline olukord peaks oluliselt paranema. Venemaa poolt kehtestatud

sanktsioonid kalatoorme sisseveole Euroopa Liidu riikidest tähendavad seda, et nende oma püütud tooraine on oluliselt rohkem hinnas kui veel mõni aeg tagasi. Tehased on viimasel aastal teinud täiendavaid investeeringuid kohtadesse, kus omapüütud kala lossitakse ja ka juhul kui keelud peaksid tulevikus kaduma, siis on neil võimekus ja soov oma püütud kala ise väärindada.

Sesoonsust silmas pidades püütakse Venemaa Läänemere osas kilu ja räime Vistula laguunis Kaliningradi oblasti lähedal ja Soome lahe idaosas. Kilu ja räimepüük Kaliningradi oblastis on sarnane meie püügirajoonidega. Üldiselt alustatakse püükidega septembris ja lõpetatakse kevadel. Soome lahe idaosas püütakse enamjoalt räime, kilu kaaspüük on väga väike. Talvel enamikel aastatel püüda ei saa, kuna perioodil detsembrist märtsini segab püüke jää. Peale jää kadumist on kahel kuul võimalik püüda räime suhteliselt edukalt. Ukrainas Musta mere poole pealt jääb kohaliku anšoovise ehk hamsa peamine püügihooaeg perioodi alates oktoobrist kuni aasta lõpuni. Tülka ehk kaspia kilu püütakse rohkem Aazovi mere poolt ja selle püügihooaeg jääb veebruarist kuni märtsini. Mõlema ülalmainitud liigi püüki võib mingil määral segada ka ilmastik, sest laevad millega püütakse on suhteliselt väikesed ja sellest tulenevalt võivad nii ilma- kui jääolud oluliselt hooaega mõjutada. Kolmandaks oluliseks liigiks, mida suures mahus püütakse on kohalik ümarmudil, mida püütakse aastaringselt. Kuna Eestis leiduvast ümarmudilast on see suurem, siis on antud liik leidnud oma väljundi inimeste laual ja seda pakutakse ka paljudes Musta mere äärsetes kalarestoranides.

1.4 Kalajäätmed Eesti kalatööstustes

Kalajäätmete hetkeolukorra kaardistamiseks viidi läbi küsitlus kalatöötlemise ettevõtete seas. Üldine hoiak on, et ettevõtted jäätmete teemat eriti ei soovinud kommenteerida ja ütlesid, et jäätmetest probleeme ei teki. Suurim tegija jäätmete kokkuostu ja müügi alal on Pärnu Laht. Vesiviljelejatel praktiliselt jäätmeid ei teki. Fileerijate jäätmetega tegeleb põhiliselt Pärnu Laht (Peipsi regioon). Spratfil'i jäätmed suure soolsusega ja maetakse maha (anšoovise jäätmed).

Kokku kõikide vastanud kalatöötajate peale tekib aastas 469-500 tonni jäätmeid, mille hulgas on nii rookimis- kui ka töötlemisjäätmed ja samuti ebakvaliteetne kala (**Tabel 10**). Kalajäätmete müügihinnad on käesoleval hetkel 30-250 €/tonn. Lisaks kalajäätmetele tekib ka krevetitöötlemise jääke 40-50 tonni kuus (Läätsa Kalatööstus ja Japs MVM), mille turustamise hind on hetkel 10-30 €/tonn. Tekkivate kalajäätmete kogused on väikesed ega ole piisavalt stabiilsed väärindatud kalatoodete tehase tooraineks.

Tabel 10. Kalakäitlemisel tekkivate jäätmete kogused ja hinnad ettevõtetes

	Tekkivad kalajäätmed, tonni aastas	Jäätme liik	Jäätmete müügihind, €/kg
Pärnu Laht	36-48	Rookimisjäätmed, ebakvaliteetne kala	0,18-0,22
Läätsa Kalatööstus	50	Rookimisjäätmed, ebakvaliteetne kala	-
Logi-F	240	Rookimisjäätmed (ahven, koha)	0,08
Saare Fishexport	20-30	Ebakvaliteetne kala (kilu, räim)	0,1-0,25
MMM SPRATTUS	51	Rookimisjäätmed	-

		(ahven, koha, haug)	
Kajax Fishexport	16-20	Ebakvaliteetne kala (kilu, räim)	0,15-0,2
Eesti Traalpäügi Ühistu	20-30	Ebakvaliteetne kala (kilu, räim)	-
ÖselFish	36	Rookimisjäätmel, ebakvaliteetne kala (räim, kilu, lest, forell, siig, muu)	0,03-0,18
OÜ Vettel	50	Rookimisjäätmel, ebakvaliteetne kala (räim, kilu, lest, lõhe, forell, siig, muu)	0,2
Kokku	519-550		

1.4.1 Tagasiside jäätmete tekkimise kohta ettevõtete kaupa

Pärnu Laht , Pärnu

3. kategooria jäätmekäitlisluba.

Tekkivad jäätmed on: põhiliselt külmutusjäätmed; kuid samuti ostetakse teistelt jäätmeid kokku ja külmutatakse blokki ning müüakse Läti karusloomafarmidele. Suveperioodil, kui Pomes Feed puhkab, siis tekib nädalas jäätmeid ca 10 tonni. Teistel perioodidel nädalas tekib ca 3-4 tonni põhiliselt Peipsi tehaste jäätmed ja VOKA jäätmed. Ostul hind 8-12 sent/kg; müügil 18-22 sent/kg (külmutatud blokki).

Läätsa Kalatööstus, Saare maakond

2013. a tekkis kala töötlemisel aastas 3. kategooria jäätmeid 49 980 kg ning kreveti töötlemisel 18 950 kg. 3. kategooria jäätmed tekivad aastaringselt.

Tekkivad jäätmed on: kala rookimisjäägid – pead, sisikond, ebakvaliteetne kala, mehaaniline vigastus, töötlemise käigus põrandale kukkunud kala, kaaspüük.

Krevettide glasuurimisel ja pakendamisel tekkinud jäätmed – vurrud, ebakvaliteetne krevett, töötlemise käigus põrandale kukkunud krevett. Hetkel on olemas kindel partner, kes ostab kogu 3. kategooria jäätmed kokku. Jäätmete müügihinda ei soovitud kommenteerida.

Logi-F, Pärnu linn

Kalatöötlemise jääke tekib ca 20 tonni kuus. Kogused on valdavalt samas suurusjärgus igal kuul. Kevad-talvel on kogused veidi väiksemad.

Tekkivad jäätmed on: põhiliselt ahvena ja koha töötlemisjäägid. Vähesel määral ka haugi ja teiste vähese väärtusega kalade (nurg, kiisk, hõbekoger) jne jäägid. Jääkidena realiseeritakse kogu kala fileerimisel tekkiv jääde, s.h. ka nahk ja soomused.

Tootmisjäätmed müüakse kõik ühele teatud Läti ettevõttele, mis tegeleb karusloomade kasvatamisega, nemad organiseerivad ka transpordi konteinerid. Käesoleval hooajal on hinnad langenud 0.08 euron/kg. Põhjus on selles, et räime kokkuostu hinnad olid Lätis umbes 0,1 eurot. Suuri probleeme jääkide turustamisega pole kunagi olnud, kuna jääde on vähese rasvasisaldusega, seepärast sobib hästi karusloomade söögiks.

Saare Fishexport, Nasva, Saaremaa

Kalatöötlemise jääke tekib ca 20-30 tonni aastas. Jäätmed tekivad perioodil september – mai tasahaaval.

Tekkivad jäätmed on: mahakukkunud ja katkised kilud/räimed. Tootmisjäätmed müüakse Lätti, hinnaga 0,10 -0,25 € senti. Jäätmete käitlemine toimib.

MMM SPRATTUS (fileerija), Pärnu linn

Kalatöötlemise jääke tekkis 51 000 kg 2013. aastal. Jäätmed tekivad aastaringselt. Tekkivad jäätmed on: koha, ahven, haug. Jäätmed turustatakse ettevõtetele Pärnu Laht AS, Pomes Feeds AS, erinevate hindadega.

Kajax Fishexport, Liu küla, Audru vald

Kalatöötlemise jäätmeid tekib 100 tonni kohta 250 kg, kuus keskmiselt 2500 kg, kokku 16-20 tonni. Jäätmed tekivad hooajal oktoobrist kuni maikuuni. Tekkivad jäätmed on: Sorteermisel maha kukkunud kala, räime - kilu kõrvalpüük. Jäätmed turustatakse Pomes Feeds ASi ja teatud hulgal Lätti, kuid olukord karusloomadega on pingeline. Samas ei ole kogused suured. Terve kala läheb ka koerte-kasside toidu valmistamiseks. Jäätmete müügihinnad 0,15-0,20€ vastavalt jäätmete kvaliteedile.

Eesti Traalpüügi Ühistu, Paldiski

Kalatöötlemise jäätmeid tekib ca 2000-7000 kg/kuus. Jäätmeid tekib traalpüügihooajal rohkem. Tekkivad jäätmed on: peamiselt kilu ja räim. Jäätmed turustatakse karusloomafarmidele ja jahimeestele.

JAPS MVM, Narva, Audru ja Riia

Jääke tekib ca 40-50 tonni krevetikoori kuus. Jäätmed tekivad aastaringselt suhteliselt stabiilses koguses. Tekkivad jäätmed on: Krevetikoored. Jäätmed turustatakse: lätlaste kalajahu tehastele, hinnaga ca 10-30€/tonn. Aasta tagasi oli hind veel 130 €/tonn. Suhteliselt keeruline on koori turustada, kuna koortel praktiliselt puudub vajalik proteiini sisaldus. Saab töödelda ainult segatuna teiste kalajäätmetega.

ÖselFish, Leedevälja, Saaremaa

Kalatöötlemise jäätmeid tekib 36 000 kg aastas. Jäätmed tekivad aastaringselt. Tekkivad jäätmed on: magedad tootmisjäädid erinevatelt kaladelt (räim, kilu, lest, forell, siig, muu). Jäätmed turustatakse: Megateam OÜ hinnaga 0,03-0,18 eur/kg. Tegemist on keerulise valdkonnaga ja oleks vaja leida stabiilne lahendus. Hetkel jäätmete vedu ja hind väga ebastabiilne.

1.5 Kokkuvõte

Eesti kõige suuremate püügimahtudega kalad, st kilu ja räim, on sobivaim põhitooraine kala väärindamise tehasele. Kilu ja räime püügikogused, kokkuostuhinnad ja tarbimisharjumused toetavad just eelkõige nende kalaliikide kasutamist (***Tabel 9***).

Teised Eesti püügikalad pärinevad rannakalandusest ja sisevete kalandusest ning nende kogused on tunduvalt väiksemad. Samuti on oluline nende kalade kättesaadavuse ja logistika korraldamine, et tooraine jõuaks töötlemisele võimalikult hea kvaliteediga (soovitavalt kiirelt külmutatult ja sorteeritult). Siiski planeeritakse kala väärindamise tehase projekteerimisel rakendada ka teisi enampüütud/rohkearvulisi kalasid ja kalatöötlemise jäätmeid (latikas, meritint, särg, ümarmudil, kiisk, hõbekoger, lest, ahven, jt.), et anda kaluritele/töötlejatele võimalus kogu väljapüütud saak/tooraine optimaalselt realiseerida.

2 Kalatoorme keemilised koostised ja toormaterjali potentsiaali analüüsid

2.1 Kalatooraine omaduste analüüsid

Varasemad uuringud erinevatelt teadlastelt ja uurimisgruppidele on määranud ära kalaliikide keemilise koostise liigiti ja püügihooajati. Seetõttu võeti kalaproove analüüsimiseks igast selles uuringus olulisest liigist üks proov. Kala töötlemisjääkidele ei teostatud eraldi analüüse, sest toormaterjali analüüs näitas, et nende kogused on väga väikesed ja suuremad kogused koosnevad valdavalt kalast, mis on ebastandardse välimusega, kuid koostiselt ei erine sama liigi kalast.

Uuringu käigus teostati analüüsid kuuele kalaproovile, millest osad olid varem kogutud ja sügavkülmutatud:

1. Soome räim, rannakala, Saaristomeri, püütud juuni 2014, analüüsid teostatud alates 23.07.2014
2. Botnia lahe räim, traal, püütud aprill 2014, analüüsid teostatud alates 23.07.2014
3. Ümarmudil, ruut 293, püütud 30.04.2014, analüüsid teostatud alates 23.07.2014
4. Kiisk, Nasva jõgi, püütud märts 2014, analüüsid teostatud alates 23.07.2014
5. Koger, ruut 293, püütud 26.09.2013, analüüsid teostatud alates 23.07.2014
6. Särg, ruut 293, püütud 26.06.2014, analüüsid teostatud alates 23.07.2014

Proovidele viidi läbi järgmised analüüsid:

- Koostis: valk, rasv, veesisaldus, rasvhappeline koostis
- Saasteained: Kesklabor – kloororgaanilised pestitsiidid ja polüklooritud bifenuülid, raskemetallid (Cd, Hg, Pb, Ci, Zn, Ni, As); Terve ja Hyvinvoinnin Laitos – PCB, PCDD/PCDF, PBDE, PFAS, orgaanilised tinaühendid.

2.1.1 Kalaproovide koostised

Kalaproovide analüüsimisel mõõdeti võimalusel vähemalt 100 kala pikkust ja kaalu. Kalad fileeriti ja analüüsid viidi läbi kalafileedele. Nahaga kalafileedele viidi analüüsid läbi sellepärast, et oleks võimalik planeerida kalatoorme kasutamist peale väärindatud kalatoote ka inimtoiduks ning hinnata sellega seotud reaalseid ohte. Väärindatud kalatoodete valmistamise puhul on reaalne oodata, et terve kala valgu, rasva ja saasteainete sisaldus on madam ja fileerimisjääkides on valgu, rasva ja saasteainete sisaldus jälle madalam. Kuna kalatooraine on bioloogiline materjal, mille koostis varieerub isendi ja püügihooaja lõikes ja on olemas ka varasemad uuringutulemused kalade valgu, rasva ja saasteainete sisaldusele, siis leiti, et siinkohal on otstarbekas läbi viia analüüsid kalafileedele. Fileerimisjäätmete osakaal on tunduvalt väiksem kui kilu ja räime kogused ning nendest eraldi toodete valmistamine ei ole hetkel otstarbekas ja seega ka ei ole neid eraldi analüüsimisele võetud.

Kalade suuruse ja koostise analüüside tulemused on toodud **Tabelis 11A ja 11B**. Soome rannaräime keskmine kaal oli 25,1 g ja keskmine pikkus 15,7 cm. Botnia lahe traalpüügiräime keskmine kaal ja pikkus olid tunduvalt suuremad, vastavalt 36,0 g ja 17,4 cm. Rannikumere räime veesisaldus ja valgusisaldus olid kõrgemad kui traalpüügi räimel.

Valgusisalduse poolest olid ümarmudil, kiisk, koger ja särg väga sarnased. Kõige vähemrasvasem oli ümarmudil, tema lihas oli ainult 0,5 g rasva 100 g kalaliha kohta.

Tabel 11A. Kalade suurused ja koostised

	Botnia räum	Ranniku räum	Ümarmudil	Kiisk	Koger	Särg	Kilu ³	Räum ³
Keskmine kaal, g	25,1	36,0	48,5	75,7	330,6	154,9	-	-
Keskmine pikkus, cm	15,7	17,4	13,9	16,9	24,2	23,3	-	-
Valgusisaldus, %	15,7	16,3	18,0	18,2	17,8	18,4	12,0	12,5
Rasvasisaldus, %	5,0	4,7	0,5	2,0	2,6	3,6	12,8	9,7
Niiskusesisaldus, %	69,0	73,7	74,9	73,7	67,1	70,1	73,0	76,1

Tabel 11B. Botnia räime rasvasisaldused varasemate uuringute andmetel

Autor	Rasvasisaldus g/100g kalas
A. Miller jt. / Marine Pollution Bulletin 73 (2013) 220–230	2,5-3,4
R. Airaksinen, jt. / Chemosphere, vol 114 (2014) 165-171	5,0-5,7
R. Parmanne jt. / Marine Pollution Bulletin 52 (2006) 149–161	6,3-14,8
H. Kiviranta jt. / Chemosphere 50 (2003) 1201–1216	3,6-7,2
P. Isosaari jt. / Environmental Pollution 141 (2006) 213-225	2,5-8,7

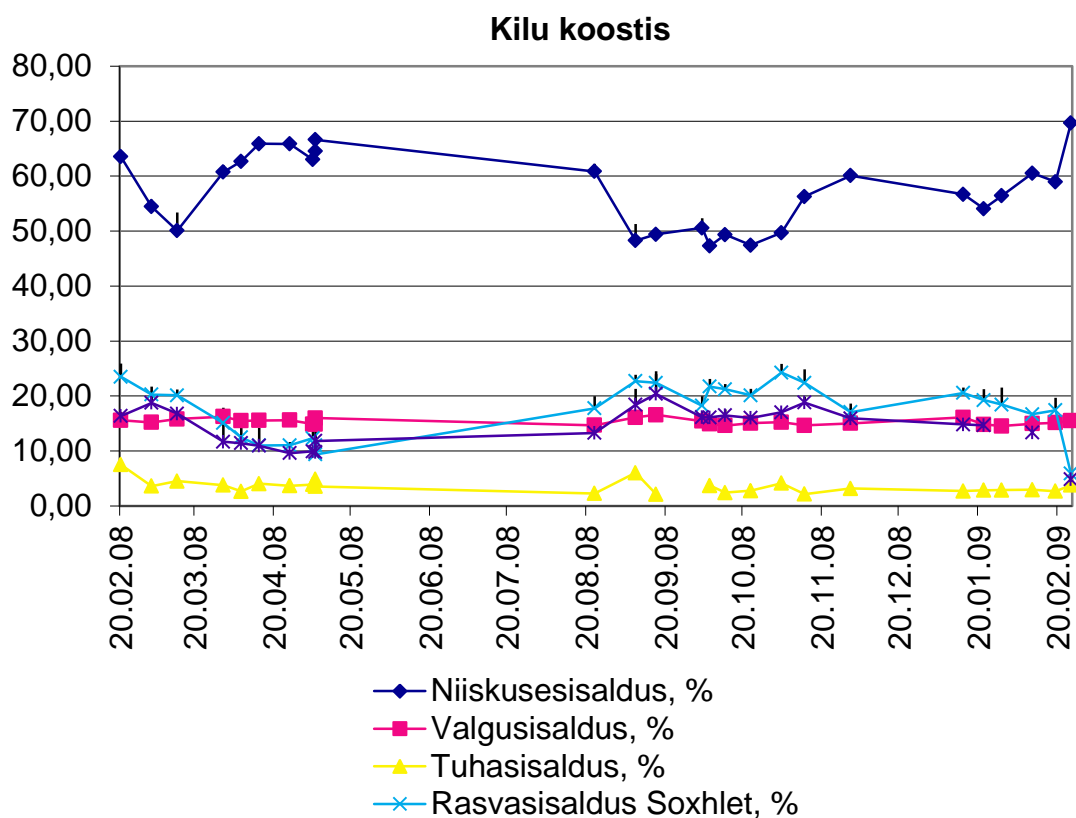
Rasvhappelises koostises oli kõige rohkem polüküllastumata rasvhappeid räime proovides (Tabel 12). Kõige vähem polüküllastunud rasvhappeid oli ümarmudilas.

Tabel 12. Kalade rasvhappelised koostised (grammi rasvhappeid 100 grammis kalas)

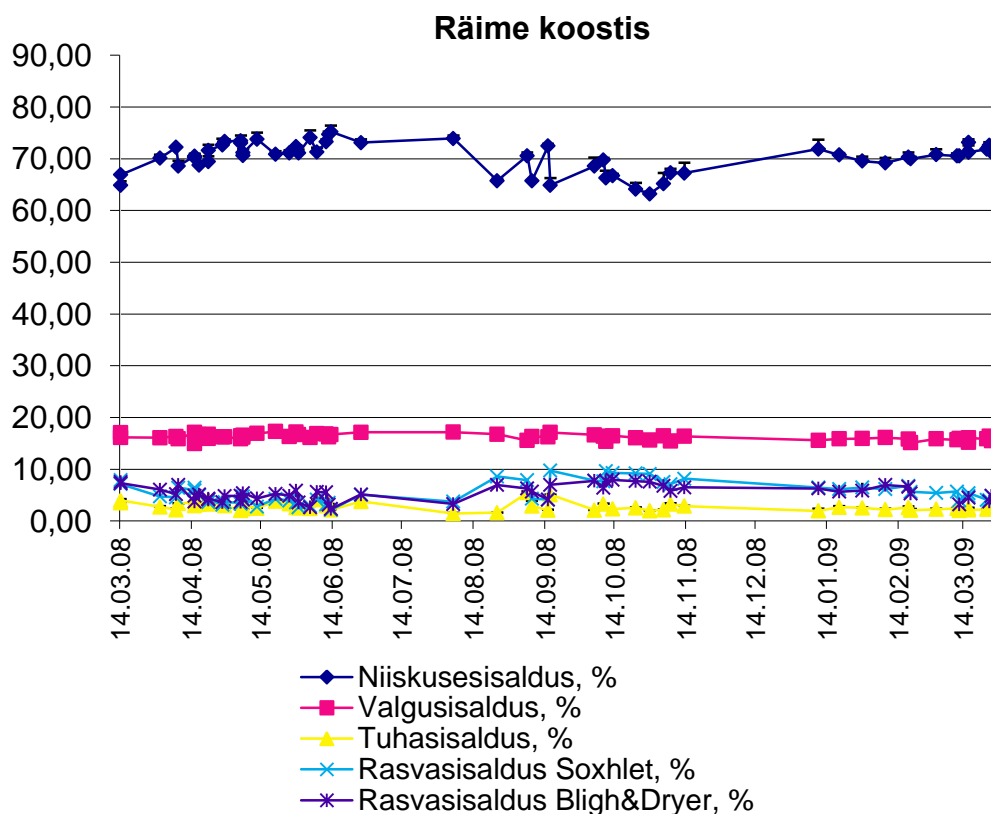
	Küllastunud rasvhapped	Mono-küllastumata rasvhapped	Trans-rasvhapped	Polüküllastumata rasvhapped
Botnia räum	1,24	1,28	0,097	0,82
Ranniku räum	1,13	0,78	0,074	0,65
Ümarmudil	0,22	0,24	0,017	0,09
Särg	0,34	0,50	0,080	0,16
Kiisk	0,32	0,45	0,028	0,23
Koger	0,31	0,29	0,027	0,26
Kilu ³	3,84	5,12	0,081	3,73
Räum ³	2,99	3,20	0,079	3,48

Eestist püütud kilu ja räime koostist on mõõdetud varasemate uuringute käigus terve püügihooaja vältel aastatel 2008-2009 (Joonis 43, 44) ja kilu ning räime koostist analüüsiti Sintefi laboris (Peatükk 2.4). Kilu ja räum on kõrgema rasvasisaldusega ja sobivad kalarasva tootmiseks. Kalaproovide koostise ja rasvhapete sisalduse alusel võib järeldada, et kalaõli tootmiseks on sobivad kilu ja räum ning teised kalad sobivad pigem valgupreparaatide tootmiseks.

³ Analüüstud Sintefi laboris Norras



Joonis 43. Kilu koostis püügihooaja lõikes, aastatel 2008-2009



Joonis 44. Räime koostis püügihooaja lõikes, aastatel 2008-2009

2.1.2 Teiste kalade koostised

Käesolev peatükk kirjeldab väheväärtuslike kalaliikide, millele ei ole välja kujunenud kindlat turgu ja tarbimisharjumusi – kiisk, koger, särj ja väike latikas –, keemilist koostist ja selle varieeruvust. Kalade koostised on toodud keskmisena Soome, Eesti ja Taani toidukoostise andmebaasidest ja erinevatest teadusartiklitest.

Kiisa veesisaldus on olnud erinevate uuringute andmetel 72 kuni 80%, rasvasisaldus 2 kuni 6% ja valgusisaldus 15 kuni 18%. Kogre veesisaldus on olnud erinevate uuringute andmetel 73 kuni 78%, rasvasisaldus 2 kuni 5% ja valgusisaldus 16 kuni 18%. Latika veesisaldus on olnud erinevate uuringute andmetel 73 kuni 77%, rasvasisaldus 2 kuni 4% ja valgusisaldus 16 kuni 18%. Särje veesisaldus on olnud erinevate uuringute andmetel 73 kuni 78%, rasvasisaldus 2 kuni 4% ja valgusisaldus 18 kuni 19%.

Kõik loetletud kalad sisaldavad vähe rasva, mille tõttu need ei ole sobilikud kalarasva toodete valmistamiseks. Küll aga sisaldavad kõik vaadeldud kalad (kiisk, koger, särj ja latikas) valku 15 kuni 19%, mis võib olla sobilik kalavalgu toodete valmistamiseks.

Madala rasvasisaldusega kalades ladestub ka vähem saasteainete: dioksiinide, raskemetallide ja pestitsiidide sisaldust. Kalade saasteainete sisaldus võib sestooselt kasvada kui nad koguvad lisa rasva, millega koos ladustuvad ka saasteained. Kui aga on tegemist madala rasvasisaldusega kaladega nagu: kiisk, koger, latikas ja särj, siis on nii rasvasisaldus kui ka saasteainete sisaldus püsiv.

Kasutatud allikad:

Fineli[®] - elintarvikkeiden koostumustietopankki www.Fineli.fi

Eurofins Scientific Finland oy <http://www.eurofins.fi>

The official Danish Food Composition Database <http://www.foodcomp.dk>

Ljubojevic, D., Radosavljevic, V., Puvaca, N., Zivkov Balos, M., Dorpevic, V., Jovanovic, R., Cirkovic, M. Interactive effects of dietary protein level and oil source on proximate composition and fatty acid composition in common carp.

2.2 Kalaliikide dioksiinide, raskemetallide ja püsivate orgaaniliste saasteainete sisaldused – erialakirjanduse ja varasemate uuringute põhjal

2.2.1 Saasteained kalades

Kalades sisalduvad saasteained on ülemaailmse tähelepanu all ja nende sisaldust ning mõju inimese tervisele uurivad mitmed eksperdid, ametiasutused ja organisatsioonid (nt. FAO – Food and Agriculture Organization; WHO – World Health Organization; EFSA – European Food Safety Authority, Läänemere piirkonnas: SNFA – Swedish National Food Agency; NORDEN – Nordic Council of Ministers; HELCOM – Baltic Marine Environment Protection Commission; Soomes - Game and Fisheries Research, Evira – Finnish Food Safety Authority; Taanis DTU National Food Institute, DTU Aqua; BFR - Bundesinstitut für Risikobewertung– Federal Institut for Risk Assessment, Saksamaa; Eestis: Eesti Keskkonnauuringute Keskus; Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut; Põllumajandusministerium; Veterinaar- ja Toiduamaet; Terviseameti Tartu Labor).

Läänemeri on Eesti kalurite peamine merepüügipiirkond (üle 80% kogu merepüügist). 2012. aastal püüti Läänemerest 52 000 tonni kala. Enim püütakse kilu (28 000 tonni), räime (22 000 tonni), turska (aastal 700 tonni), ahvenat (aastal 500 tonni) ja lesta (aastal 200 tonni). Sisevetest püüti 2012. aastal 3 000 tonni kala, sh Peipsi järvest 2600 tonni (ahvenat 1 000 tonni, koha 600 tonni, latikat 600 tonni).

Läänemeri kuulub teatavalt maailma kõige reostatumate merede hulka. Oluliseks probleemiks Läänemeres on ohtlikud ained, mis jõuavad merekeskkonda reovee, õhu, põllumajandusliku äravoolu, laevatranspordi, sadamate ja avamererajatiste kaudu. Läänemerest võib leida palju ohtlikke kemikaale nagu dioksiinid, PCB, bromeeritud tuleohtlikkuse vähendajad jt. Antud ained jäävad keskkonda väga pikaks ajaks. Paljud neist ei lagune ohutumateks kemikaalideks ja võivad liikuda pikki vahemaid kandudes ühest keskkonnaosast teise. Nad akumulēeruvad toiduahelas ning jõuavad ringiga tagasi meie toidulauale ja toiduga koos meie organismi. Ohtlikud ained põhjustavad mitmesuguseid terviseprobleeme. Nad võivad kahjustada immuunsüsteemi, siseorganite tööd, närvisüsteemi, viljakust, põhjustada vähkkasvajaid, geneetilisi kahjustusi, arenguhäireid jms.

Kalades võib leiduda erinevaid saasteaineid:

- Dioksiinid ja dioksiinilaadsed ühendid – PCDDd (polükloorsed dibenso-p-dioksiinid), PCDF (polükloorsed dibesofuraanid), PCBd - polükloorsed dibesofuraanid ja polükloorsed bifenüülid
- PAHd – polütsükliilised aromaatsed süsivesinikud, tuntuim benzo(a)pireen
- Fenoolid, alküülfenoolid ja nende etoksülaadid
- Raskemetallid – elavhõbe, plii, arseen, kaadmium, vask, tina
- Püsivad orgaanilised saasteained (POS), sh. kloororgaanilised pestitsiidid (nt.DDT dikloro-difenüül-dikloroetaan) – taanduv probleem ja bromeeritud tuleohtlikkuse vähendajad (BFR).

Eesti veekeskkonnas on siiani määratud järgmiseid veekeskkonnale ohtlikke aineid ja nende ainete rühmasid: raskmetallid, fenoolid, alküülfenoolid ja nende etoksülaadid, polüaromaatsed süsivesinikud, lenduvad orgaanilised ühendid, tinaorgaanilised ühendid, ftalaadid, dioksiinid (PCDD/PCDF), dioksiinilaadsed polüklooritud bifenüülid (DL-PCB), polübroomitud difenüülid, difenüüleetrid ja polübroomitud orgaanilised ühendid, naatriumtripolüfosfaat, lühi- ja keskmise ahelaga klooritud parafiinid, perfluorühendid, tsüaniidid, pestitsiidid jt. Valdavalt on läbiviidud uuringute tulemused näidanud suhteliselt madalaid kontsentratsioone, mis reeglina jäävad alla kehtestatud ohutustasemetele. Kõige paremini on teada olukord raskemetallidega.

Läänemere räime ja kilu saasteainete sisalduse uuringud on näidanud, et erinevate Läänemere piirkondade kalade saasteainete sisaldused varieeruvad. Saasteainete sisalduse variatsiooni täpsed põhjused ei ole teada, kuid võib oletada, et tähtsal kohal on kohalikud looduslikud ja inimtegevuslikud tingimused, kalade kasvukiirus ja saagi saadavus (Peltonen, jt. 2007).

2.2.2 Dioksiinid ja dioksiinilaadsed ühendid

Dioksiine ja dioksiinilaadseid ühendeid Läänemere kalades mõõdetakse ja monitooritakse erinevate uurimisgruppide poolt ja need andmed on omavahel kattuvad. Dioksiinilaadsete ja dioksiinide summa sisaldused toidus, sh ka kalas ja kalatoodetes on normeeritud EK määruses 1881/2006 sätestatud piirnormidega (max 6,5 pg/g märgmassi kohta).

Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite uuringuid on läbi viidud mitmeid, näiteks: Soomes Hallikainen, jt., 2004, Isosaari, jt., 2006, Kiviranta, jt. 2001, 2004; Rootsis SNFA 2004, 2005, Ankarberg, jt., 2007, Bignert, jt., 2008; Põhjamaade uuring TemaNord 2010:53, Saksamaalt Karl, jt., 2002, Karl ja Ruoff, 2004, Venemaalt Shelepchikov, jt., 2008.

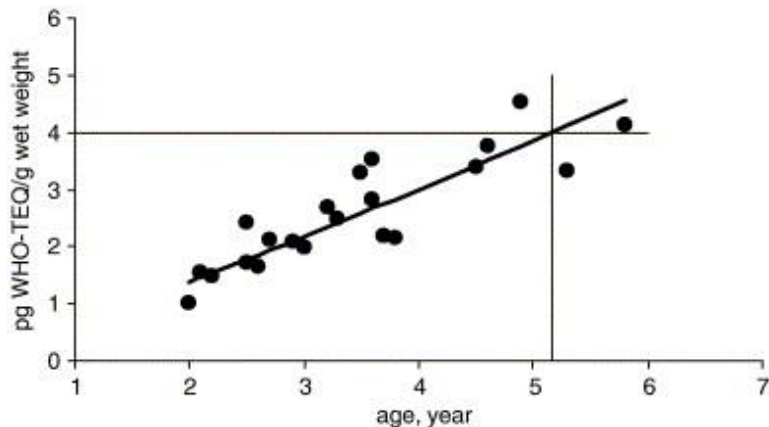
Nende andmete põhjal saab olulisema kokku võtta järgnevalt:

- Dioksiinid ja dioksiinilaadsed ühendeid on üle 200 ja umbes 17 neist on teadaolevalt tervistkahjustavate omadustega
- Dioksiine ja dioksiinilaadseid ühendeid eraldus keskkonda keemiatööstuse kõrvalproduktina kõige rohkem 1970. kuni 1990. aastatel ja need on ladestunud veekogude põhjakihtidesse
- Dioksiinid ja dioksiinilaadsed ühendeid on bioakumuleeruvad ja neid koguneb rohkem organismidesse, kes on toiduahela lõpus (sh. ka inimene)
- Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus on kõrgem rasvastes kalades ja vanemates kalades
- Kalade bioloogiline varieeruvus ja uurimustööde andmete erinevad analüüsimeetodid ja andmete erinev esitamine autorite poolt teeb väga keeruliseks pikaajaliste dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisalduse trendide ennustamise
- Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus kalas oli kõige kõrgem 1970. aastatel, nende sisaldus on järkjärgult vähenenud, kuid on stabiliseerunud 1990. aastate tasemele
- Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus sõltub rohkem kala vanusest kui kala rasvasisaldusest
- Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus on kõrgem ida ja põhjapoolt püütud kalades (Karl jt., 2002, Karl ja Ruoff, 2004)

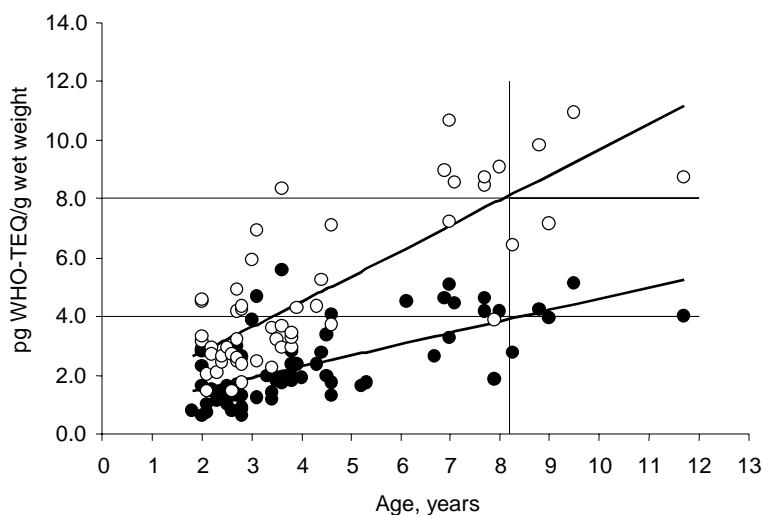
- Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus on keskmiselt 10% kõrgem emastes kalades (Lundstedt-Enkel jt. 2010)
- Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus võib olla räimes väga kõrge, eriti vanemas kalas, suurimad sisaldused 30 pg/g märgmassi kohta.

2.2.2.1 Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus räimes ja kilus

- Rootsi rannikuvetest ja Botniast püütud räimede dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus on püsinud stabiilsena viimase 20 aasta jooksul, olles keskmiselt 0,9 TEQ pg/g märgmassi kohta Rootsi põhjarannikul ja 0,7 TEQ pg/g märgmassi kohta Rootsi lõunarannikul ning 0,4 TEQ pg/g märgmassi kohta Rootsi läänerrannikul (Bignert, jt., 2008). Nendeks monitooringu katseteks püütakse kala alati sügisel, kindlatest püügikohtadest ja tavaliselt on kalad 2-5 aastased. Teised uuringud, kus on püütud 5-10 aastaseid kalu, mis tavaliselt lähevad inimtoiduks, on dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldused olnud tunduvalt kõrgemad 2-6,4 TEQ pg/g märgmassi kohta (Bignert, jt., 2008).
- Norrlandi piirkonnast püütud räime dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus on keskmiselt 9,4 pg TEQ/ g märgkaalu kohta, mis on Rootsist püütud räime kõige kõrgemad väärtused.
- Soome rannikuvetest ja Botniast püütud räime dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldused on olnud:
 - 2-4 TEQ pg/g märgmassi kohta 1-5 aastates kalades ja 3-27 TEQ pg/g märgmassi kohta 6 aastates ja vanemates kalades (Kiviranta, jt., 2003, Hallikainen, jt., 2004, Isosaari, jt., 2006).
 - Kõik eelpoolmainitud uuringud näitasid, et dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus oli kõrgem Botnia meres ja lahes võrreldes Soome lahega.
- Eesti rannikuvetest püütud räime dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldused on olnud
 - 0,6-2,5 TEQ pg/g märgmassi kohta 1-5 aastates kalades (Pandelova jt., 2008)
 - 3,03-4,42 TEQ pg/g märgmassi kohta (OÜ Keskkonnauuringute Keskus: 2007, 2008, 2009, 2010)
- Läänemere lõunaosas on dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldused räimes olnud
 - 1,6-11 TEQ pg/g märgmassi kohta (Karl ja Ruoff, 2007; Szlinder-Richert, jt., 2009).
- Kilu dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisalduseks Läänemeres on saadud:
 - 1-4,5 TEQ pg/g märgmassi kohta (Pandelova jt., 2008)
 - 1,8-4 TEQ pg/g märgmassi kohta (Roots ja Simm, 2007)
 - 1,5-9,9 TEQ pg/g märgmassi kohta (Roots, jt., 2006)
 - 0,8-3,1 TEQ pg/g märgmassi kohta (Isosaari, jt., 2006)
 - 2,5-4,1 TEQ pg/g märgmassi kohta (Szlinder-Richert, jt., 2009)
 - 4,19-4,34 TEQ pg/g märgmassi kohta (OÜ Keskkonnauuringute Keskus: 2007, 2010)
- Võrreldes räimega koguneb kilusse dioksiine ja dioksiinilaadseid ühendeid kiiremini. Simmi jt. 2006. a. uuringust on näha, et kilus, vanusega üle 5,2 aasta on dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus väga tõenäoliselt üle 4 pg WHO-TEQ/g märgkaalu kohta (**Joonis 45 ja Joonis 46**).

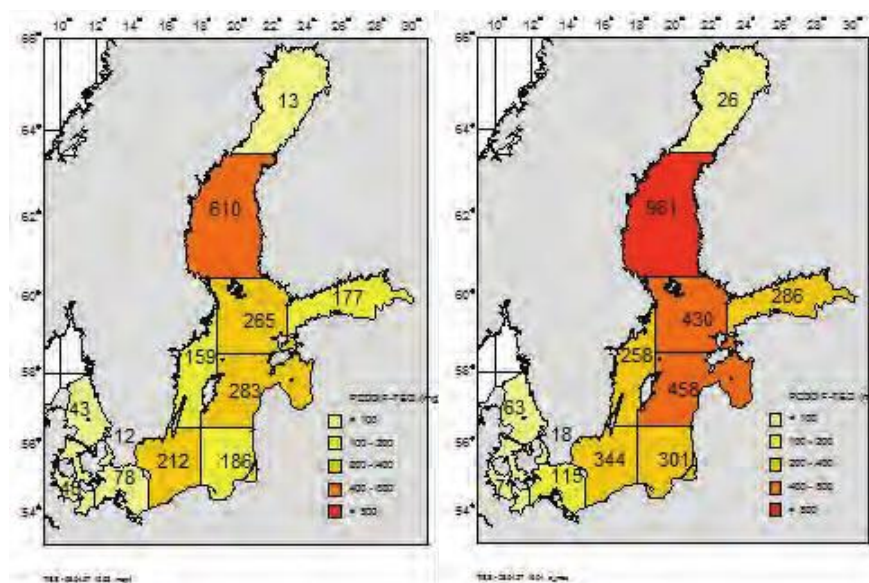


Joonis 45. Dioksiini ja kilu vanuse omavaheline sõltuvus Soome lahest püütud kiludes. EL maksimaalne lubatud sisaldus (4 pg WHO-TEQ/ g märgkaalu kohta) ja kilu vanus, mil see sisaldus saavutatakse (5,2 aastat) on märgitud joontega (Simm, jt., 2006)



Joonis 46. Dioksiini ja dioksiinilaadsete ühendite ning Eesti räime (must) ja Soome räime (valge) vanuse omavaheline sõltuvus. EL maksimaalne lubatud sisaldus (lubatud dioksiini sisaldus 4 pg WHO-TEQ/ g märgkaalu kohta; artikli avaldamise ajal lubatud dioksiini ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus, 8 pg WHO-TEQ/ g märgkaalu kohta) ja räime vanus, mil see sisaldus saavutatakse (Eesti räim 8,2 aastat, Soome räim 3,5 aastat) on märgitud joontega (Roots, jt., 2011)

- Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldust Läänemere erinevate osade räämedes hinnati TemaNord 2010:534 teadusgrupi poolt ning uuringute hinnangud Läänemere räime saastatusele dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühenditega saab näha **Joonisel 47**. Kõige saastunumaks hinnati Botnia mere piirkonna räimi.



Joonis 47. Hinnanguline dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus Läänemere erinevate osade räämes (vasakul keskmised sisaldused ja paremal maksimaalsed sisaldused). Mida tumedam värv, seda kõrgem on dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus (TemaNord 2010:534)

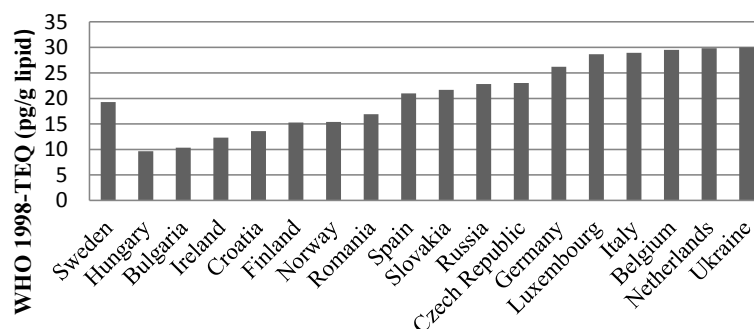
2.2.2.2 Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite võimalik mõju kalatarbijatele

Saasteainete mõju määramiseks on viidud läbi riskianalüüse, kus integreeritakse omavahel tarbijate kalasöömise harjumusi ja piirkonnas traditsiooniliste kalade potentsiaalset saasteainete sisaldust. Euroopas ja eriti Läänemere piirkonnas on kõrgendatud tähelepanu alla võetud Läänemere räim ja lõhe. Antud tööd on alati läbi viidud oma ala parimate ekspertide poolt ning nende tulemusi saab edukalt rakendada kaalutud otsuste tegemiseks. SNFA 2013. aastal läbi viidud uuringu alusel Läänemere räime ja lõhe tarbimise riskidest ja eelistest, saab välja tuua olulisemad aspektid:

- Läänemere räime ja lõhe tarbimisega peavad piiri pidama lapsed, noored, noored sünnitamata naised ja imetavad emad.
- Suured kalatarbijad (kalurid ja kalurisadamatest kala hankivad inimesed) võivad saada räimest ja lõhest liiga palju saasteaineid ja peaksid oma riske minimeerima, süües erinevaid kalaliike ja nooremaid kalu.
- Rootsi kalatarbimise uuringutest oli näha, et täiskasvanud rootslased said dioksiine ja dioksiinilaadseid ühendeid hinnanguliselt 1 pg/1kg kehakaalu kohta/päevas 1990. aastate lõpu seisuga ja 2010. aastal oli see number 0,5 pg/1kg kehakaalu kohta/päevas.

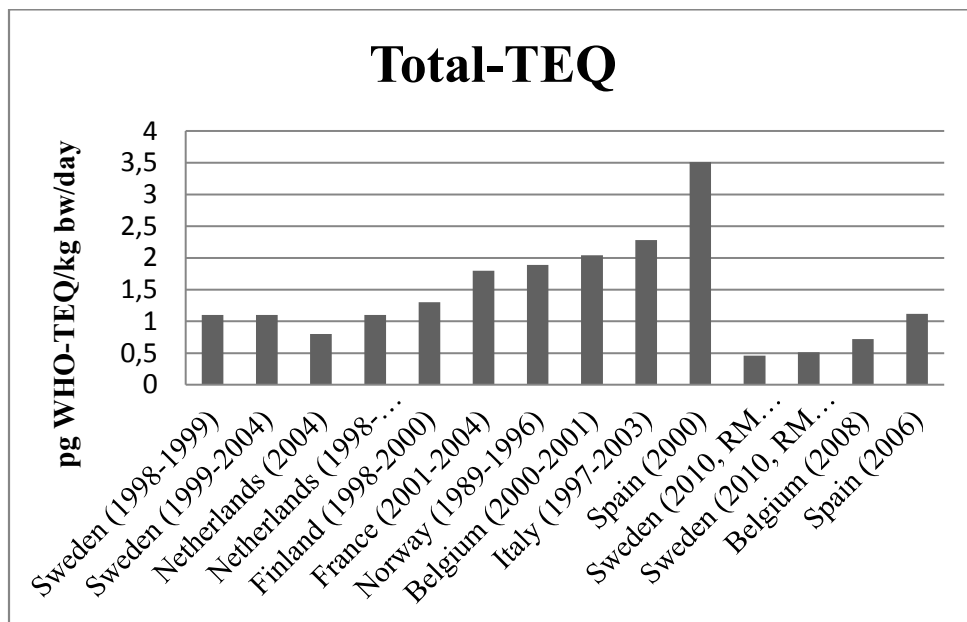
- Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldust inimestes hinnatakse rinnapiima uuringute abil. Rinnapiim sisaldab palju rasva ja seetõttu toob endaga kaasa organismis leitud dioksiinid ja dioksiinilaadsed ühendid. Rinnapiima dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus on kõige kõrgem esimese lapse imetamise ajal ja seda uurimisgruppi kasutatakse, et võrrelda, kuidas aastakümnete jooksul on muutunud dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus inimorganismis. Rootsi naiste rinnapiima dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite uuringud näitavad, et sisaldus väheneb ca 6% aastas. Üldine dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus on Rootsi naiste rinnapiimas veidi madalam kui Euroopa tihedalt asustatud riikide naiste rinnapiimas (Vt. **Joonis 48**: nt. Belgia, Saksamaa, Itaalia, Holland)

Breast milk - total-TEQ



Joonis 48. WHO uuring (2000-2001) dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus rinnapiimas erinevates Euroopa riikides (van Leeuwen ja Malisch, 2002). TEQ – Toxicity Equivalent (Toksilisuse Ekvivalent)

- Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite tarbimisele on WHO kehtestanud TWI – Tolerable Weekly Intake (Tolereeritav Nädalane Tarbimine) väärtuse erinevatele tarbijagruppidele:
 - Tüdrukud, poisid ja noored naised 14 pg TWI
 - Mehed ja sünnitanud naised 35 pg TWI
- Rootsi teadlased soovivad lõpetada EL erandi kõrgema dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldusega räume müügile, sest turul on saadaval piisavas koguses madalama dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühenditega kala ja kui jätkataks kõrge dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühenditega räume müüki, siis seaks see tarbijate tervise ohtu.
- Täiskasvanute dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite saamine toidust erinevates Euroopa riikides on toodud **Joonisel 49**. Uuringud, mis on läbi viidud 1990. aastate lõpus ja 2000. aastate alguses, näitavad kõrgemaid numbreid kui hilisemad uuringud. Andmetest tuleb ka välja, et Läänemere äärsete riikide inimesed ei saa dioksiine ja dioksiinilaadseid ühendeid toidust oluliselt rohkem kui näiteks Hispaania ja Itaalia tarbijad. Seega võib hinnata, et eurooplaste toidu saastumine dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühenditega on vähenenud ja/või on eurooplaste teadlikkus kasvanud ning valitakse toiduks nooremad, erinevat liiki ja madalama rasvasisaldusega kalu.



Joonis 49. Täiskasvanute keskmine dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite saamine toidust erinevates Euroopa riikides (SCOOP 2000; Kiviranta, Hallikainend, jt., 2001; Focant, Eppe, jt., 2002; Baars, Bakker, jt., 2004; Fattore, Fanelli, jt. 2006; Ankarberg, Aune, jt., 2007; Tard, Gallotti, jt., 2007; Colles, Koppen, jt., 2008; Llobet, Marti-Cid, jt., 2008; Windal, Vandevijvere, jt. 2010; RM-Riksmaten, 2013). WHO-TEQ – World Health Organisation – Toxicity Equivalent (Maaima Tervishoiu Organisatsiooni Toksilisuse Ekvivalent); kg bw – kilogram bodyweight (kg kehakaalu kohta); day - päevas

2.2.2.3 Eesti uuringud dioksiinide ja dioksiinilaasete ühendite sisalduse hindamiseks

1. O. Roots, H. Kiviranta, T. Pitsi, P. Rantakokko, P. Ruokojärvi, M. Simm, R. Vokk, L. Järv. Monitoring of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in Estonian food. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 2011, v. 60, No. 3, 193-200.
2. O. Roots, V. Zitko, K.S. Kumar, K. Sajwan, B.G. Loganathan. Contamination Profiles and Possible Trends of Organohalogen Compounds in the Estonian Environment and Biota. Global Contamination Trends of Persistent Organic Chemicals (Ed. B.G. Loganathan, P.K-S. Lam), USA, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011, 305-333.
3. O. Roots, M. Simm, H. Kiviranta and P. Rantakokko. Persistent organic Pollutants (POPs): Food Safety Control in Estonia. In: The Fate of Persistent Organic Pollutants in the Environment (NATO Science for Peace and Security) E. Mehmetli and B. Koumanova (eds), Springer, 2008, 173-185.
4. O. Roots. PCDDs, PCDFs and dl-PCBs in some selected Estonian and imported food samples. - Fresenius Environmental Bulletin, PSP, 2007, v.16, No. 12b, 1662-1666.
5. O. Roots, V. Zitko, M. Simm. Trends of Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD), dibenzofurans (PCDF) and dioxin-like Polychlorinated biphenyls (dl-PCB) in Baltic herring. - Fresenius Environmental Bulletin, PSP, 2007, v.16, No. 9b, 1126-1130.
6. O. Roots, V. Zitko, H. Kiviranta, P. Rantakokko. Profiles of Polybrominated Diphenyl Ethers in Aquatic Biota. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology, 2008, v. 59, No. 3, 153-159.
7. O. Roots, V. Zitko, H. Kiviranta, P. Rantakokko. Profiles of seven brominated difenüül ethers (BDEs) in aquatic biota from the Baltic Sea and great Lales. Organohalogen Compounds, 2008, v. 70, 2102-2106.
8. O. Roots, V. Zitko, H. Kiviranta, P. Rantakokko, P. Ruokojärvi. Concentrations and profiles of brominated diphenyl ethers (BDEs) in Baltic and Atlantic herring. Oceanologia, 2009, 51, No.4, 515- 523.
9. O. Roots, V. Zitko, H. Kiviranta, P. Rantakokko, P. Ruokojärvi. Polybrominated diphenyl ethers in Baltic herring from Estonian waters, 2006-2008, Экологическая химия 2010, 19(1): 14–23.
10. O. Roots, V. Zitko, H. Kiviranta, P. Rantakokko, P. Ruokojärvi. Polybrominated diphenyl ethers in Baltic herring from Estonian waters, 2006-2008. Russian Journal of General Chemistry, 2010, v.80, No.13, 2724–2730.
11. Keskkonnauuringud Dioksiinide sisalduse määramine kalades, 2002.
12. Dioksiinide sisaldus Läänemere räimes ja kilus 2002 aasta sügisel, 2003.
13. Dioksiinide ja dioksiinisarnaste polüklooritud bifenüülide (PCB) sisaldused Eesti rannikumere kalades: 2003, 2004, 2005.
14. Dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB-de sisalduse hindamine Eesti kalades, akvakultuurides, lihas, piimas, võis ja kalaõlis, 2006.
15. Dioksiinide ja dioksiinitaoliste PCB ühendite sisalduse hindamine Eesti kalades, kalatoodetes, lihas, võis ja munades, 2007.
16. Dioksiinide ja dioksiinitaoliste PCB ühendite sisalduse hindamine Eesti kalades, kalatoodetes ja piimas, 2008.
17. Dioksiinide ja dioksiinitaoliste PCB ühendite sisalduse hindamine Eesti kalades (räimes), värskes lihas, võis ja rapsiõlis, 2009.
18. Dioksiinide ja dioksiinitaoliste PCB ühendite sisalduse hindamine Eesti kalades (räim ja kilu), värskes lihas, võis, rapsiõlis ja loomasöödas (nisu, oder), 2010.

19. Eksperthinnangu koostamine rannakalurite kokkupuutele dioksiinide ja dioksiinilaadsete polüklooritud bifenuülidega, 2011.

20. Käimasolev uuring: Saasteainete uuring Läänemere kalas, periood 2013-2015.

Kõik eeltoodud aruanded on toodud Põllumajandusministeeriumi ja Veterinaar- ja Toiduameti kodulehtedel Internetis (<http://www.agri.ee/uuringud-statistika/> ja <http://www.vet.agri.ee/?op=body&id=821>).

Eesti kalades hinnatakse saasteainete, sh dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldust põhilistes püügikalades (nt. **Tabel 13**). Ometigi on näha, et selgete trendide ennustamiseks on andmeid ikka veel vähe ja hetkel alakasutatud või kõrvalpüügikalade saasteainete sisaldusi on hinnatud harva või üldse mitte. Seega on vajalik nii käesoleva projekti elluviimiseks kui ka parema saasteainete tervikolukorra kaardistamiseks analüüsida ka alakasutatud ja/või kõrvalpüügikalade saasteainete sisaldust.

Tabel 13. Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus Eesti kalades (pg TEQ/g märgmassi kohta) (Mart Simm, Ott Roots, Heli Špilev 2010; <http://www.lote.ut.ee/786146>)

Kala	arv	PCDD/F	dl-PCB	Summa
Jõesilm	6	5,9 ± 0,6	4,8 ± 0,5	10,7 ± 1,1
Räim	73	2,3 ± 0,1	2,2 ± 0,2	4,8 ± 0,4
Kilu	32	2,4 ± 0,2	2,6 ± 0,2	5,1 ± 0,3
Lõhe	3	4,0 ± 0,3	5,0 ± 0,5	9,0 ± 0,8
Angerjas	3	2,2 ± 0,8	2,2 ± 0,8	4,4 ± 1,4
Ahven	10	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	1,3 ± 0,2
Koha	6	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,8 ± 0,0
Lest	3	0,4 ± 0,1	0,9 ± 0,3	1,3 ± 0,4
Ahven (Peipsi)	3	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Latikas (Peipsi)	1	0,4	0,3	0,7
Vikerforell (Salmistu)	2	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,8 ± 0,1
Angerjas (Võrtsjärv)	2	0,3 ± 0,0	0,8 ± 0,0	1,2 ± 0,0

Dioksiinid ja dioksiinilaadsed PCB-d

Keemilised omadused

Dioksiinid (PCDD/F-id) tekivad inimtegevuse mittetahtliku kõrvalsaadusena. PCDD/F-id tekivad näiteks teatud kemikaalide tootmisel, olmejäätmete põletamisel ning varasemalt ka puidutselluloosi pleegitamisel ning põlemise teel energia tootmisel. Dioksiinid on grupp struktuurselt ja keemiliselt sarnaseid polühalogeenitud süsivesinikke, mille põhilised alaliigid on dibenso-p-dioksiinid (PCDD-d), dibensofuraanid (PCDF-id) ja dioksiinilaadsed difenuülid (PCB-d). Teoreetiliselt võib sellesse gruppi kuuluda 210 ühendit, millest 75 on polüklooritud dibenso-p-dioksiinid (PCDD-d) ja 135 polüklooritud dibensofuraanid (PCDF-id).

Dioksiinid on väga vastupidavad keemilisele ja mikrobioloogilisele lagunemisele ning seetõttu on nad keskkonnas väga püsivad. Ainult 7 ühendit võimalikust 75-st PCDD-st ja

10 ühendit 135-st võimalikust PCDF-ist (millel on kloor ühinenud positsioonides 2,3,7,8) omavad dioksiinilaadset toksilisust. Samamoodi on olemas 209 võimalikku PCB ühendit, millest ainult 12-l esineb dioksiinilaadne mürgisus.

Esinemine

Ligikaudu 95% inimese kokkupuutest dioksiinidega toimub loomse toidu kaudu; peamised allikad on näiteks liha, piimatooted ja kala. Selle põhjus on asjaolu, et PCDD/F-id ja dioksiinilaadsed PCB-d akumulatsioonivad ja biomagnifitseeruvad loomses ja kalarasvas.

Mõju keskkonnale ja tervisele

On leitud, et PCDD/F-id ja dioksiinilaadsed PCB-d on imetajatele ja kaladele teratogeensed, mutageensed ja kantserogeensed. Need ühendid võivad kahjustada immuunsüsteemi, endokriin- ja närvisüsteemi ning mõjuda halvasti viljakusele. PCDD/F-id ja dioksiinilaadsed PCB-d on ühtlasi potentsiaalsed kantserogeenid ja mutageenid. Nad võivad kahjustada immuunsüsteemi ja maksa ning muuta hormoonide tasakaalu.

Soovitused

Toidu teaduskomitee (Scientific Committee on Food – SCF) Euroopas on määranud dioksiinidele ja dioksiinilaadsetele PCB-dele lubatud nädaladoosi (TWI) 14 pg / kg-le kehakaalu kohta (WHO-TEQ). Dioksiinide lubatud sisaldus kala lihaskoes ja kalatoodetes on 3,5 pg/grammi kohta ning dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite lubatud sisaldus kala lihaskoes ja kalatoodetes on 6,5 pg/grammi. SCF-i poolne lubatud nädaladoos ühtib Maailma Terviseorganisatsioon (WHO) kehtestatud lubatava päevadoosiga, mis on 1–4 pg / kg kehakaalu kohta.

Mittedioksiinilaadsed PCB-d

Keemilised omadused

Polüklooritud difenüülid (PCB-d) on klooritud aromaatsed süsivesinikud, mida varasemalt toodeti teadlikult ning tänu oma füüsikalistele ja keemilistele omadustele (näiteks mittesüttivus, keemiline püsivus, kõrge keemistemperatuur, madal soojusjuhtivus, ka kõrge dielektrilised konstandid) leidsid need laialdast tööstuslikku ja kaubanduslikku kasutust, näiteks elektrilistes ja hüdraulilistes seadmetes ja määrdeainena (näiteks jahutusvedelikena trafo- ja kondensaatoriõlide segudes).

PCB-sid on kokku 209 teoreetiliselt võimalikku ühendit, mis võib jagada erinevatesse rühmadesse vastavalt biokeemilistele ja toksikoloogilistele omadustele. Mitte-orto ja mono-orto asendustega PCB-de toksikoloogilised omadused sarnanevad dioksiinidele. Seetõttu nimetatakse neid mõnikord „dioksiinilaadseteks PCB-deks“. Enamik ülejäänud PCB-sid ei oma dioksiinilaadset toksilisust ning seetõttu kutsutakse neid „mittedioksiinilaadseteks PCB-deks“.

Esinemine

Mittedioksiinilaadsed PCB-d kogunevad põllumajandusloomade lihasse, maksa ja eriti rasvkoesse. Lisaks kanduvad mittedioksiinilaadseid PCB-d edasi ka piimale ja munadele.

Üle 90% tavainimese kokkupuutest mittedioksiinilaadsete PCB-dega toimub toidu kaudu. Samuti leidub mittedioksiinilaadseid PCB-sid kalas ja söödavas rupsis, näiteks maksas.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Laboritestide põhjal võib väita, et PCB-de pikaajaline mõju inimesele ja imetajatele avaldub suurenenud vähiriskis, põletikes (immuunsüsteemi kahjustused), kognitiivsete funktsioonide vähenemises ja selle kahjustavas mõjus käitumisele (hüpotoireoos, viljatus, südame isheemiatõbi, hüpertooniatõbi, suhkurtõbi, maksahaigused, astma ja artriit), samuti ka normist madalamas sünnikaalus. Ühtlasi on leitud märke, et PCB on põhjustanud järglaste saamisega seotud probleeme mereröövloomadele, kes on toiduahela tipus, näiteks hülged ja merikotkad.

Soovitused

Vastavalt Health Canadale on lubatud päevadoos 0,01 µg / kg kehakaalu kohta päevas.

2.2.3 Raskemetallid kalas

2.2.3.1 Elavhõbe (Hg)

Raskemetallidest jälgitakse kala ja kalatoodete puhul eelkõige elavhõbeda sisaldust kalas. Elavhõbe võib keskkonnas läbida pikki vahemaid, enne kui ta seotakse metüülelavhõbedaks (MeHg). MeHg läbib kergelt rakumembraanid ja seetõttu koguneb ta organismides kergesti. Elavhõbe on bioakumuleeruv, mis tähendab, et toiduahela ülemised lülid koguvad oma kehasse ka oma saakloomadest pärit elavhõbeda. Seetõttu võib elavhõbeda sisaldus olla kõrge just röövtoidulistest kalades, nt. tursk, koha, haug.

Inimeste jaoks on kala, eriti mageveekala MeHg suurimaks allikaks. Kala MeHg sisaldus sõltub kala püügikohast (Andersson, jt., 1987). Samas võib samast piirkonnast kala MeHg sisaldus kõikuda isegi kuni 10 kordselt (Meili, jt., 2004). MeHg on rohkem suuremates kalades. Rootsi toitumusuuringute (2007) põhjal on MeHg allikaks peamiselt väherasvased kalad (koha, haug, ahven – 0,5-1mg/kg).

Suurem lubatud MeHg saamine toiduga TWI on 4 µg/kg kehakaalu kohta/nädalas (EFSA, 2012), soomlastel oli see väärtus 6,8 mikrogrammi/inimese kohta/päevas. Lubatud sisaldused erinevates toiduainetes on toodud ära Euroopa Komisjoni määruses 1881/2006 ja 629/2008 (kalalihas 0,50 mg/kg).

MeHg riskigruppi kuuluvad suured kalatarbijad – kalurid, nende pered ja lähedased ning rasedad. MeHg sisaldus kalas ja kalatoodetes nõuab jälgimist, kuigi realses ohus on vaid väike, kuid väga oluline osa ühiskonnast.

2.2.3.2 Kaadmium (Cd)

Kaadmiumit võivad sisaldada väetised ja kütused ning mida intensiivsem on tööstus ja põllumajandus, seda rohkem kaadmiumit satub keskkonda. Evira (2010) uuringu põhjal on põhilised kaadmiumi allikad: 74% vili, köögivili ja puuviljad, 5% liha, 5% kala, 3% siseelundid, 3% molluskid, koorikloomad ja karbid, 10% muud toiduained.

Suurem lubatud kaadmiumi saamine toiduga TWI on 2,5 mikrogrammi/kg kehakaalu kohta nädalas (EFSA, 2012), soomlastel oli see väärtus 0,8 mikrogrammi/kg kehakaalu kohta

nädalas ja Euroopas keskmiselt 2,3 mikrogrammi/kg kehakaalu kohta nädalas. Lubatud sisaldused erinevates toiduainetes on toodud ära Euroopa Komisjoni määruses 1881/2006 ja 629/2008 (kalalihas 0,050 mg/kg, krabid 0,50 mg/kg, peajalgseid 1,0 mg/kg, teod 1,0 mg/kg). Seega võib hinnata, et kaadmiumi sisaldus ei vaja antud uuringu käigus eraldi jälgimist, kuid kalaliikides, mille kohta puudub info, on vaja teostada määramised.

2.2.3.3 Plii (Pb)

Plii satub keskkonda tööstusest ja kütustest. Evira (2010) uuringu andmetel on põhilised plii allikad: kala ja kalatooted 22%, vili, köögivili ja puuviljad 32%, mahlad 12%, piim ja piimatooted 11%, liha ja lihatooted 10%, alcohol 7%, muud toiduained 6%. Kõige suuremad plii koguseid on leitud pliiga suletud konservidest (kala, mahlad, liha) ja pesemata lehtköögiviljadest.

Suurim lubatud saamine toidust on täiskasvanutel 200 mikrogrammi päevas, soomlastel on see näitaja 17 mikrogrammi päevas. Lubatud sisaldused erinevates toiduainetes on toodud ära Euroopa Komisjoni määruses 1881/2006 ja 629/2008 (kalalihas 0,30 mg/kg, krabid 0,50 mg/kg, peajalgseid 1,0 mg/kg, teod 1,5 mg/kg). Seega võib hinnata, et plii sisaldus ei vaja antud uuringu käigus eraldi jälgimist, kuid kalaliikides, mille kohta puudub info, on vaja teostada määramised.

2.2.3.4 Arseen (As)

Arseen on keskkonnas orgaanilises (kahjutus) kui ka anorgaanilises vormis. Kalas ja kalatoodetes võib leiduda ohutut orgaanilist arseeni, kuid kalakuumtöötlemisel võib arseen muutuda anorgaaniliseks ja potentsiaalselt ohtlikuks anorgaaniliseks arseeniks. Hakala ja ja Hallikainen (2004) uuringust selgus, et kalades olid arseenisisaldused järgmised: siig 0,017 ug/kg, koha 0,09 ug/kg, haug 0,09 ug/kg, räim 0,16 ug/kg, lõhe 0,74 ug/kg, forell 1,01 ug/kg.

Hetkel ei ole toiduainetele ja kalale ning kalatoodetele kehtestatud arseeni piirmäärasid, sest tavaliselt leidub arseeni nii vähe. Näiteks EFSA uuringu Dietary Exposure of Inorganic Arsenic in European Population (2014) käigus koguti arseeni määramiseks proove üle saja tuhande ja nendest 66% juhtudest oli proovis arseeni alla määramispiiri. Sama on kinnitanud ka Norra teadlaste uuringud (Kaare, jt., 2012), kus samuti ei leitud ligi tuhandest analüüsitud kalaproovist üheski arseeni üle määramispiiri.

Arseeni jaoks on kehtestatud piirmäärad EL Komisjoni poolt looma- ja kalasöötaadele 6 mg/kg kohta. See 6 mg/kg kohta hõlmab nii anorgaanilist kui ka orgaanilist arseeni. Sloth, jt., 2005 aga näitasid, et kalasöödad sisaldasid maksimaalselt 1,6% anorgaanilist arseeni ja ülejäänud oli kõik ohutu orgaaniline arseen. Seega võib hinnata, et arseeni sisaldus ei vaja antud uuringu käigus eraldi jälgimist, kuid kalaliikides, mille kohta puudub info, on vaja teostada määramised.

2.2.4 Püsivad orgaanilised saasteained ehk POS

POS-id on toksiliste omadustega, püsivad, bioakumuleeruvad kemikaalid, mis kanduvad õhu, vee ja rändliikide abil üle riigipiiride ning akumulerevad vee- ja maismaaökosüsteemides kaugel eemal tekkeallikast.

POS-id jagatakse kolme liiki:

1. **taimekaitsevahendid:** aldriin, klordaan, DDT, dieldriin, endriin, heptakloor, heksaklorobenseen (HCB), mirex ja toksafeen;
2. **tööstuses kasutatavad kemikaalid:** polüklooritud bifenuülid (PCB-d);
3. **kemikaalid, mis tekivad tootmisprotsessis kõrvalsaadusena või jäätmete kahjutukstegemisel:** polüklooritud dibenso-p-dioksiinid (PCDD-d), polüklooritud dibensofuraanid (PCDF-d).

Viimased kaks on dioksiinid ja dioksiinilaadsed ühendid ning nendest oli pikemalt juttu juba eelpool.

2.2.4.1 Kloororgaanilised taimekaitsevahendid

Taimekaitsevahendeid hakati Eestis ulatuslikumalt kasutama 1950-ndate aastate lõpul. 1957. aastal kasutati neid 226 tonni, peamiselt DDT ja heksakloraani ning vähesel määral ka puhtimispreparaate. Alates 1960. aastast on Eestis peetud taimekaitsevahendite, sealhulgas kloororgaaniliste taimekaitsevahendite, kasutamise kohta täpset arvestust. ENSV Ministrite Nõukogu 21. oktoobri 1967.a määrusega keelustati kloororgaaniliste taimekaitsevahendite sissevedu Eestisse alates 1968. aastast. Kloororgaanilisi taimekaitsevahendeid ei ole Eestis kunagi toodetud. Kloororgaaniliste taimekaitsevahendite lõplikuks keelustamise ajaks võib lugeda 26. jaanuari 1999. a, mil Vabariigi Valitsuse määrusega nr 36 võeti üle Nõukogu direktiiv 21. detsembrist 1978, millega keelatakse teatavaid toimeaineid sisaldavate taimekaitsevahendite turuleviimine ja kasutamine. Teadaolevaid kloororgaaniliste taimekaitsevahendite varusid Eestis ei ole.

Kalade kloororgaaniliste pestitsiidide seiret on Põllumajandusministeeriumi juhtimisel läbi viidud läbi aastate. Monitooritud on diklorodifenüültri-kloroetaan ja tema isomeerid - DDTd (tuntuim DDT) ning heksaklorobenseeni – HCB. 2003-2008 uuringu tulemused on toodud **Tabelis 14**.

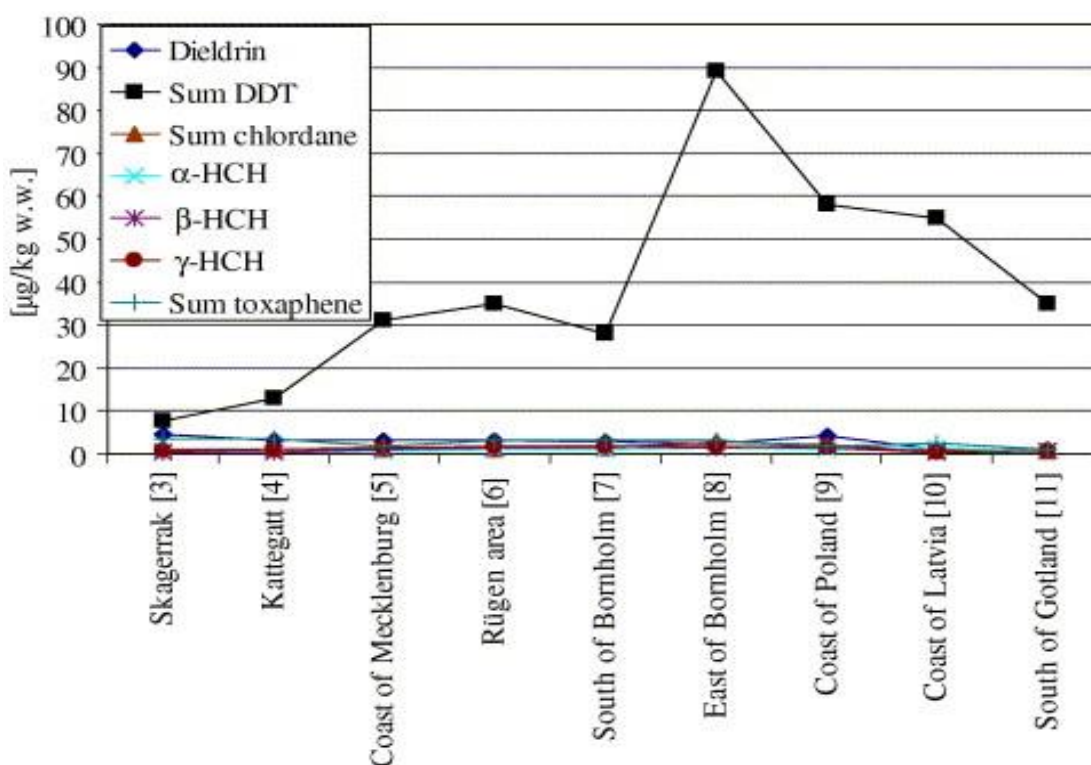
2.2.4.2 Bromeeritud tuleohtlikkuse vähendajaid ehk BFR

Bromeeritud tuleohtlikkuse vähendajaid (BFR) lisatakse elektroonikatoodetesse, ehitusmaterjalidesse, tekstiilidesse, mööblisse ja mujale toodete valmistamiseks kasutatud polümeeride, vahtplastide, jms koostises. Sagedamini kasutatud BFR-d on polübromeeritud bifenuülid (PBB), polübromeeritud bifenuülide eetrid (PBDE) ja heksabromotsüklododekaanid (HBCD). BFR-d on püsivad ühendid ning tänaseks on kogunenud andmed, et nende sisaldused keskkonnas ja inimorganismis on tõusmas. EL-s soovitatakse liikmesliikidel läbi viia BFR-de seiret (EFSA-Q- 2005-244) ja analüüsida nende kemikaalide sisaldust eelkõige kalades.

BFR sisaldused Eesti kalades on toodud samuti **Tabelis 14**. Kloororgaaniliste pestitsiidide sisaldust analüüsisid ka Karl ja Ruoff (2007) ja nende tulemused on toodud **Joonisel 50**. Pikkarainen ja Parmanne (2006) analüüsisid DDTde ja HCB sisaldust Läänemere räämes aastatel 1985-2002, Botnia lahes, Botnia meres, Alandi, Hanko ja Kotka püügipiirkondades ning nägid, et DDTd on kindlas langustrendis.

Tabel 14. Eesti kalade kloororgaaniliste pestitsiidide seire andmed 2003-2008, Tervisekaitseinspeksiooni Tartu Labor

Kala	Püügikoht	Proovide arv	DDTd ug/ kg kala märgkaalu kohta	HCB ug/ kg kala märgkaalu kohta	BFR ug/ kg kala märgkaalu kohta
Räim	Läänemeri	19	2,0-42,4	0-7,0	0-0,3
Räim	Rootsi rannik	5	0-7,0	0-3,0	0
Kilu	Läänemeri	6	0-41,0	0-5,0	Ei analüüsitud
Heeringas	Norra	5	0,6-29,8	0-1,2	0-0,2
Lest	Läänemeri	14	0-28,7	0-1,0	0-0,2
Lõhe	Norra	9	0-19,3	0-3,0	0-2,6



Joonis 50. Kloororgaanilised saasteained räimes erinevates püügipiirkondades (Karl ja Ruoff, 2007)

2.2.4.3 Tinaorgaanilised ühendid

Keemilised omadused

Tinaorgaanilisi ühendeid (eriti tri-asendusega ühendeid) kasutatakse paatidele ja jahutustornidele mõeldud mädanemisvastastes värvides, puidu, puuvilla, tekstiilmaterjali, paberi ja majapeitside säilitusainetes, tööstuslike protsesside limatõrjevahendites, molluskitsiidides skistosomiaasi ennetamiseks ja trifenüültina (TPhT) põllumajandusliku fungitsiidina.

Esinemine

Inimese jaoks kõige olulisem kokkupuutekoht tinaorgaaniliste ühenditega on toit, sh eriti kala ja muud mereannid. Seetõttu määrati käesolevas uuringus kalaproovide tinaorgaaniliste ühendite sisaldus.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Tribütüültina (TBT) ja trifenüültina (TPhT) on väga mürgised veeorganismidele ning lisaks on neil kalduvus toiduahelas bioakumuleeruda (eriti kalades ja mereandides). TBT ja TPhT põhjustavad emastel tigudel ja kaladel maskuliniseerumist (vastassoo tunnustega isendite teke) juba madala kontsentratsiooni puhul (1 ng/liitri vee kohta), mis näitab, et tegu on sisesekretsioonisüsteemi kahjustajaga. Organismi võime metaboliseerida tinaorgaanilisi ühendeid on väga erinev. Limused võivad neid ained koguda üsna suurtes kogustes, kuna nende võõrainete metabolism on nõrk, samas suudavad kalad üsna tõhusalt lagundada TBT-d. On täheldatud, et kalade TPhT metabolism on palju nõrgem kui nende TBT metabolism.

Soovitused

Kehtestatud on lubatud päevadoos nii TBT, DBT, TPhT kui ka DOT jaoks 0,25 ug/kg kehakaalu kohta päevas.

2.2.4.4 Perfluoroalküülitud ained (PFAS)

Keemilised omadused

Perfluoroalküülitud ained (PFAS-id) on üldnimetus suurele fluoritud ühendite rühmale, kuhu kuuluvad oligomeerid ja polümeerid, mis koosnevad neutraalsetest ja anioonsetest pindaktiivsetest ainetest ning mis on suure termilise, keemilise ja bioloogilise inertsusega. Orgaanilised perfluoritud ühendid leiavad laialdast kasutust tööstuslikes ja tarbijale mõeldud rakendustes, näiteks pleki- ja veekindlad katted kangastele ja vaipadele, toiduga kokkupuutumiseks sobivad rasvakiindlad katted pabertoodetele, tulekustutusvahud, kaevandus- ja naftapuuraukude pindaktiivsed ained, põrandapoleerimisvahendid ja putukatõrjevahendite koostis.

Esinemine toidus

Inimese kokkupuude PFAS-i ühenditega, ka perfluorooktaan-sulfonaatide (PFOS) ja perfluorooktaanhappega (PFOA), toimub tõenäoliselt mitmel eri moel: toiduks mittemõeldud ainete allaneelamisel, kokkupuutel nahaga ning sissehingamisel. On tõestatud, et PFOS-il on võime bioakumuleeruda kalas ja muudes mereandides, linnulihas, lihas, puuviljades, köögiviljades, munades, piimas ja piimatoodetes. Teised kokkupuuteviisid on seotud toidu pakendimaterjaliga, kööginõudega ning otsese tehnotasandi kokkupuutega (nt majapidamistolm). Seetõttu määrati käesolevas uuringus kalaproovide perfluorühendite sisaldus.

Mõju keskkonnale ja tervisele

On leitud, et PFC-ühendid on kantserogeensed ning need võivad kahjustada immuun- ja hormonaalsüsteeme. Samuti suurendavad need anoreksia, verevähi, kõrge

kolesteroolitaseme, hüperaktiivsuse ja maksakahjustuste ohtu.

Soovitused

CONTAM-i ekspertkomisjon on määranud PFOS-i lubatud päevadoosi 0,15 ug/kg-le kehakaalu kohta päevas ja PFOA jaoks 1,5 ug/kg-le kehakaalu kohta päevas.

2.2.5 Saasteainete eraldamine kalast ja kalatoodetest

Saasteained kanduvad edasi ka kalast valmistatud toodetesse: kalaõlisse, kalajahusse, kalaproteiini jne. Kalaõli on väga kergesti riknev ja ebastabiilne, lisaks sisaldab saasteaineid nagu dioksiinid, furaanid jne. Kalaõli peab sisaldama PCDD/F vähem kui EL's maksimaalselt lubatud TEQ 2 pg/g rasvas ning dioksiine ja dioksiinilaadseid ühendeid maksimaalselt lubatud TEQ 10 pg/g rasvas. Toorkalaõli töötlemise eesmärgiks on muuta toorkalaõli tarbimiskõlblikuks inimestele, loomadele ja kaladele. Seda nimetatakse ka toorkalaõli rafineerimiseks ehk puhastamiseks. Toorkalaõli tüüpilised töötlemisetapid on: neutraliseerimine, pleegitamine⁴; küllastunud rasvhapete eemaldamine⁵; molekulaarne destillatsioon⁶; deodoriseerimine (lõhnatustamine)⁷.

Neutraliseerimine tähendab toorkalaõli töötlemist söövitava lahusega, mida lisatakse liiaga tagamaks kõikide vabade rasvhapete neutraliseerumist ja fosfolipiidide kõrvaldamist. Protsessi väljundiks on seebistunud substantsi teke, mis eemaldatakse tsentrifuugimisega. Veega pesemist ja tsentrifuugimist korratakse. Seega eemaldatakse neutraliseerimisega vabad rasvhapped, mis muidu jääksid mõjutama õli sensoorseid omadusi. Neutraliseerimise etapis väheneb ka pigmentide, metalliioonide ja muu lahustumatu komponendi sisaldus.

Pleegitamisel eemaldatakse ebasobiv värv, metalliioonid, arseen, elavhõbe ja kaadmium ning lagundatakse peroksiide; ühtlasi paraneb ka oksüdatiivne stabiilsus. Pleegitamisvahendina kasutatakse sool- või väävelhappega aktiveeritud adsorbeeriva mõjuga *savi*, mida sageli kombineeritakse koos aktiivsõega. **Aktiivsüsi** aitab kõrvaldada PCB-ühendeid ja dioksiine, ka väävliühendeid.

Küllastunud rasvhapete eemaldamise etapis saadakse lahti kõrgema sulavustemperatuuriga triatsüülgütseroolidest ja vahadest, jahutades õli aeglaselt kuni 5°C-ni kristallide moodustumiseni. Seejärel eraldatakse triatsüülgütseriidide kristallid vedelast faasist ehk oleiinifaasist filtreerimisega. Suureneb oomega-3 rasvhapete osakaal. Küllastunud rasvhapped põhjustavad hägu teket ja tahke kihi moodustumist õlis ladustamise ajal.

Lühike destillatsioon on täiendavaks meetmeks saasteainete eemaldamisel garanteerimaks õli puhtust ja kvaliteetsust, sest aktiivsõe meetod ei pruugi täiesti efektiivne olla. Molekulaarsele destillatsioonile alluvad PCB-ühendid, dioksiinid, furaanid, pestitsiidid, herbitsiidid, polübromeeritud difenüleetrid ja tulekustutusvahendites kasutatavad retartandid. Kahele viimati mainitud ühenditele aktiivsõe meetod mõju ei avalda.

⁴ *Bleaching* (ingl.k.)

⁵ *Winterization* (ingl.k.)

⁶ *Molecular distillation või short path distillation* (ingl.k.)

⁷ *Deodorization* (ingl.k.)

Deodoriseerimise eesmärgiks on kalaste nootide eemaldamine nii maitsest kui lõhnast. Kalaõli töödeldakse kuuma auruga, lastes seda läbi õlivoo vaakumrõhul 1–6 mmHg 15–120 minuti jooksul 150–190°C juures, mis on ühtlasi ka maksimaalne kalaõli töötlemistemperatuur. Protsess kõrvaldab viimased jäljed vabadest rasvhapetest, peroksiididest ja saasteainetest. Deodoriseerimine viiakse läbi *deodoraiseris*⁸, kas perioodilises⁹ või pidevsüsteemis¹⁰. Lõpuks kuulub rafineeritud kalaõli jahutamisele.

Rafineerimise tulemusena eemaldatakse õlist paratamatult väärtuslikke rasvlahustuvaid vitamiine. Näiteks pakutakse, et rafineeritud õlist on töötlemise jooksul kaduma läinud rohkem kui 80% vitamiinidest A ja D. Vitamiini E (tokoferoolide) sisaldus langeb aga ligikaudu 50%. Kui vitamiin A eemaldatakse enamjaolt pleegitamisetapis, siis vitamiinile D mõjub hävitavalt just deodoriseerimisetapp.

Kokkuvõttes võib öelda, et kalaõli puhastamiseks saasteainetest kasutatakse erinevaid tehnoloogilisi protsesse. Kasutatakse aktiivsöe adsorptsiooni (Kawashima jt., 2009, Kawashima jt., 2011, Ortiz jt., 2011, Oterhals jt., 2007), auruga deodoriseerimist (Carbonnelle jt., 2006, Van Duijn, 2008), lühikest destillatsiooni (Breivik and Thorstad, 2005, Oterhals jt., 2010), CO₂ superkriitilist ekstraktsiooni (Kawashima jt., 2006, Kawashima jt., 2009) ja lahustiga ekstraheerimist (Oterhals ja Nygård, 2008). Millist meetodit kasutada, sõltub toorainest ning kindlasti on vajalik katsetada erinevaid, et leida optimaalsem. Tavaliselt kasutatakse kombinatsiooni: neutraliseerimine, aktiivsöe adsorptsioon, lühike destillatsiooni ja auruga deodoriseerimine.

2.3 Saasteainete analüüsid

Paralleelset käimasoleva uuringuga teostatakse ka projekti „Saasteainete uuring Läänemere kalas“ lõppraportit, mille raames uuriti ka dioksiinide ja PCB sisaldust kilus/räimes, mis valmib maiks 2015.

Hetkel on selle kohta saadaval esmane kokkuvõte:

Esialgsel andmetel oli PCDD/F ja dl-PCB keskmine sisaldus räimes, vastavalt 2,88 ja 1,71 pg WHO₂₀₀₅-TEQ/g märgkaalu kohta, mis annab summaarseks dioksiinide keskmiseks sisalduseks 4,59 pg WHO₂₀₀₅-TEQ/g märgkaalu kohta. Üllatav on piinormist kõrgemad sisaldused kolmes 2 kuni 4 aastaste räimede proovis. Need kõrged sisaldused on tõenäoliselt tingitud kõrgest rasvasisaldusest, aga samuti sellest, et proovid Soome lahe idaosast koguti sügisel, mil kalad on hästi toitunud, kogunud varusid, rasvased. Soome lahe suudmes oli dioksiinide summaarne sisaldus kõrgem lestas, madalam aga ahvenas.

Uuritud Peipsi kalades oli nii PCDD/F kui ka PCDD/F ja dl-PCB summaarne sisaldus oluliselt madalam EL piinormist. PCB sisaldus oli oluliselt madalam Soome lahe suudmeosas, kõrgem aga Liivi lahe räimedes, eriti suurtes ja vanades kalades. Soome lahe suudmes oli PCB sisaldus ahvenas, võrreldes kilu ja lestaga, oluliselt madalam. Peipsi kalades oli PCB sisaldus kõrgem latikas ja madalam kohas ning ahvenas. Analüüsitud Peipsi kalades oli indPCB sisaldus ligikaudu suurusjärgu võrra madalam EL piinormist.

⁸ *Deodorizer* (ingl.k.)

⁹ *Batch system* (ingl.k.)

¹⁰ *Continuous system* (ingl.k.)

2.3.1 Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite määramine kalaproovides

Analüüsi eesmärk oli määrata polüklooritud dibenso-p-dioksiinide ja dibensofuraanide (PCDD/PCDF), polüklooritud difenüülide (PCB) ja polübroomitud difenüül eetrite (PBDE) sisaldus kalaproovides. Analüüsilehed on esitatud Lisas 2: Soome ja Kesklabori analüüsilehed.

Analüüsimeetodi kirjeldus

Kalalihaproovid kuivatati ja neist eraldati dioksiinid ja dioksiinilaadsed ühendid kiirendatud lahustiga ekstraktiooniseadmes (Dionex ASE 300) tolueni/etanooli (85/15) seguga. Seejärel töödeldi proove heksaaniga ning määrati proovide rasvasisaldus gravimeetriselt. Proovid puhastati väävelhappega silikoonkolonnis ja aktiveeritud söekolonnis ning seejärel aktiveeritud alumiiniumi kolonnis.

C¹³ märgistatud PCDD/PCDF (kokku 16 standardit) kasutati sisestandardina selleks, et kvantifitseerida PCDD/PCDF sisaldusi proovides. C¹² PCB 30 ja C¹³ märgistatud PCB segu (PCB 80, 101, 105, 114, 118, 123, 138, 153, 156, 157, 167, 170, 180, 189, 194, 209) ja C¹³ märgistatud mitte-orto segu (PCB 77, 81, 126, 169) kasutati sisestandarditena selleks, et kvantifitseerida PCB sisaldusi proovides. C¹³ märgistatud PBDE (BDE 28, 47, 77, 99, 100, 153, 154, 183, 209) kasutati sisestandardina selleks, et kvantifitseerida PBDE sisaldusi proovides. PCDD/PCDF, PCB ja PBDE sisalduste määramine viidi läbi massspektrometris (HP6890/Autospec Ultima) selektiivse detektoriga ning kasutati kolonni DB-5 MS. Kasutatud meetod on akrediteeritud.

PCDD/PCDF ühendite kvantifitseerimise limiidid olid 0,002-0,08 pg/g kalaliha kohta.

PCB ühendite kvantifitseerimise limiidid olid 0,002-1,1 pg/g kalaliha kohta.

PBDE ühendite kvantifitseerimise limiidid olid 0,1-80 pg/g kalaliha kohta.

Tulemuste juures on toodud toksilisuse ekvivalenti faktorid (TEF), mida kasutati toksilisuse ekvivalentide (TEQ) arvutamiseks.

Analüüsilehtede tulemused on toodud **Tabelis 15A, 15B ja Tabelis 16A, 16B**.

Tabel 15A. Kalaproovide dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldused kalafilee, TEQ pg/g kalas

Proov	Konsentratsioon, TEQ pg/g või ng/g kalas				
	PCDD/PCDF pg/g	PCB dioksiini- laadsed pg/g	PCDD/ PCDF+PCB dioksiini- laadsed pg/g	PCB pg/g	PBDE ng/g
Soome räim	1,7	0,95	2,65	1,0	0,72
Botnia lahe räim	3,7	1,9	5,6	2,0	1,1
Ümar- mudil	0,07	0,07	0,14	0,07	0,53
Kiisk	0,28	0,31	0,59	0,45	0,61
Koger	0,18	0,19	0,37	0,28	0,18
Särg	0,99	0,23	1,22	0,43	0,19

Tabel 15B. Kalaproovide dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldused terves kalas (arvutuslik), TEQ pg/g kalas

Proov	Konsentratsioon, TEQ pg/g või ng/g kalas				
	PCDD/PCDF pg/g	PCB dioksiini-laadsed pg/g	PCDD/ PCDF+PCB dioksiini- laadsed pg/g	PCB pg/g	PBDE ng/g
Soome räim	1,40	0,78	2,19	0,83	0,59
Botnia lahe räim	2,93	1,51	4,44	1,58	0,87
Ümar-mudil	0,04	0,04	0,08	0,04	0,31
Kiisk	0,21	0,23	0,44	0,33	0,45
Koger	0,09	0,09	0,18	0,14	0,09
Särg	0,42	0,10	0,52	0,18	0,08

Tabel 16A. Kalaproovide rasva dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldused kalafilees, TEQ pg/g rasvas

Proov	Konsentratsioon, TEQ pg/g või ng/g rasvas				
	PCDD/PCDF pg/g	PCB dioksiini- laadsed pg/g	PCDD/PCDF+PC B dioksiini- laadsed pg/g	PCB pg/g	PBDE ng/g
Soome räim	34	18,8	52,8	21	14
Botnia lahe räim	81	41,2	122,2	43	24
Ümar-mudil	11	9,4	20,4	9,9	79
Kiisk	11	12,2	23,2	17	24
Koger	8,2	8,9	17,1	13	8,5
Särg	46	10,7	56,7	20	8,9

Tabel 16B. Kalaproovide rasva dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldused terves kalas (arvutuslik), TEQ pg/g rasvas

Proov	Konsentratsioon, TEQ pg/g või ng/g rasvas				
	PCDD/PCDF pg/g	PCB dioksiini- laadsed pg/g	PCDD/PCDF+PC B dioksiini- laadsed pg/g	PCB pg/g	PBDE ng/g
Soome räim	28,07	15,52	43,60	17,34	11,56
Botnia lahe räim	64,16	32,64	96,80	34,06	19,01
Ümar-mudil	6,53	5,58	12,12	5,88	46,93

Kiisk	8,13	9,02	17,15	12,56	17,74
Koger	4,05	4,40	8,45	6,42	4,20
Särg	19,74	4,59	24,33	8,58	3,82

Analüüsitud kalaproovides leidus kõikides dioksiine ja dioksiinilaadseid ühendeid. Dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus on kõrgem rasvas kui kalas, sest dioksiinid ja dioksiinilaadsed ühendid on rasvlahustuvad.

Kõik analüüsitud kalaproovid sisaldasid PCDD/PCDF ühendeid, vahemikus 0,18 kuni 3,7 pikogrammi grammis kalas. PCDD/PCDF ühendeid oli kõige rohkem Botnia lahe räimes 3,7 pikogrammi grammis kalas. Soome lahe räimes oli teiseks kõrgem PCDD/PCDF ühendite sisaldus 1,7 pikogrammi grammis kalas. Särjes oli PCDD/PCDF ühendite sisaldus 0,99 pikogrammi grammis kalas. Kiisk ja koger sisaldasid PCDD/PCDF ühendeid samas suurusjärgus, vastavalt 0,28 ja 0,18 pikogrammi grammis kalas. Ümarmudila PCDD/PCDF ühendite sisaldus oli analüüsitud kalaproovidest kõige madalam: 0,07 pikogrammi grammis kalas.

Analüüsitud kalaproovid sisaldasid PCDD/PCDF ühendeid rasvas, vahemikus 8,2 kuni 81 pikogrammi grammis kalarasvas. PCDD/PCDF ühendeid rasvas oli kõige rohkem Botnia lahe räimes 81 pikogrammi grammis kalarasvas. Särjes oli PCDD/PCDF ühendite sisaldus rasvas 46 pikogrammi grammis kalarasvas. Soome lahe räimes oli PCDD/PCDF ühendite sisaldus rasvas 34 pikogrammi grammis kalarasvas. Kiisk ja ümarmudil sisaldasid PCDD/PCDF ühendeid rasvas ühepalju – 11 pikogrammi grammis kalarasvas. Kogre PCDD/PCDF ühendite sisaldus rasvas oli analüüsitud kalaproovidest kõige madalam: 8,2 pikogrammi grammis kalarasvas.

Kõik analüüsitud kalaproovid sisaldasid PCB ühendeid, vahemikus 0,07 kuni 2,0 pikogrammi grammis kalas. PCB ühendeid oli kõige rohkem Botnia lahe räimes 2,0 pikogrammi grammis kalas. Soome lahe räimes oli teiseks kõrgem PCB ühendite sisaldus 1,0 pikogrammi grammis kalas. Kiisk ja särj sisaldasid PCB ühendeid samas suurusjärgus, vastavalt 0,45 ja 0,43 pikogrammi grammis kalas. Kogres oli PCB ühendite sisaldus 0,28 pikogrammi grammis kalas. Ümarmudila PCB ühendite sisaldus oli analüüsitud kalaproovidest kõige madalam: 0,07 pikogrammi grammis kalas.

Kõik analüüsitud kalaproovid sisaldasid PCB ühendeid rasvas, vahemikus 9,9 kuni 43 pikogrammi grammis kalarasvas. PCB ühendeid oli kõige rohkem Botnia lahe räimes 43 pikogrammi grammis kalarasvas. Soome lahe räimes ja särjes oli teiseks kõrgem PCB ühendite sisaldus rasvas, vastavalt 21 ja 20 pikogrammi grammis kalarasvas. Kiisk sisaldas PCB ühendeid rasvas 17 pikogrammi grammis kalarasvas. Kogres oli PCB ühendite sisaldus rasvas 13 pikogrammi grammis kalarasvas. Ümarmudila PCB ühendite sisaldus rasvas oli analüüsitud kalaproovidest kõige madalam: 9,9 pikogrammi grammis kalarasvas.

Kõik analüüsitud kalaproovid sisaldasid PBDE ühendeid, vahemikus 0,18 kuni 1,1 nanogrammi grammis kalas. PBDE ühendeid oli kõige rohkem Botnia lahe räimes: 1,1 nanogrammi grammis kalas. Soome lahe räimes oli teiseks kõrgem PBDE ühendite sisaldus, st 0,72 nanogrammi grammis kalas. Kiisk ja ümarmudil sisaldasid PBDE ühendeid samas suurusjärgus, vastavalt 0,61 ja 0,53 nanogrammi grammis kalas. Kogres ja

särjes oli PBDE ühendite sisaldus analüüsitud kalaproovides kõige madalam ja ühes suurusjärgus, vastavalt 0,18 ja 0,19 nanogrammi grammis kalas.

Analüüsitud kalaproovide rasv sisaldas PBDE ühendeid, vahemikus 8,5 kuni 79 nanogrammi grammis kalarasvas. PBDE ühendeid oli kõige rohkem ümarmudila rasvas: 79 nanogrammi grammis kalarasvas. Botnia lahe räime ja kiisa rasv sisaldas teiseks kõige rohkem PBDE ühendeid, 24 nanogrammi grammis kalarasvas. Soome lahe räime rasvas oli PBDE ühendite sisaldus 14 nanogrammi grammis kalarasvas. Kogre ja särje rasvas oli PBDE ühendite sisaldus analüüsitud kalaproovides kõige madalam ja ühes suurusjärgus, vastavalt 8,5 ja 8,9 nanogrammi grammis kalarasvas.

Dioksiine ja dioksiinilaadsed PCB ühendeid oli analüüsitud kalaproovides vahemikus 0,37 kuni 5,6 pikogrammi grammis kalas. Dioksiine ja dioksiinilaadsed PCB ühendeid oli kõige rohkem Botnia lahe räimes 5,6 pikogrammi grammis kalas. Soome lahe räimes oli teiseks kõrgem dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus 2,65 pikogrammi grammis kalas. Särjes dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus oli 1,22 pikogrammi grammis kalas. Kiisas oli dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus 0,59 pikogrammi grammis kalas. Kogres oli dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus 0,37 pikogrammi grammis kalas. Ümarmudila dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus oli analüüsitud kalaproovidest kõige madalam: 0,13 pikogrammi grammis kalas.

Dioksiine ja dioksiinilaadsed PCB ühendeid oli analüüsitud kalaproovide rasvas vahemikus 17,1 kuni 122,2 pikogrammi grammis kalarasvas. Dioksiine ja dioksiinilaadsed PCB ühendeid oli kõige rohkem Botnia lahe räime rasvas: 122,2 pikogrammi grammis kalarasvas. Särje ja Soome lahe räime rasvas oli dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus sarnane, vastavalt 56,7 ja 52,8 pikogrammi grammis kalarasvas. Kiisa rasvas oli dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus 23,2 pikogrammi grammis kalarasvas. Ümarmudila rasvas oli dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus 20,4 pikogrammi grammis kalarasvas. Kogre rasva dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus oli analüüsitud kalaproovidest kõige madalam: 17,1 pikogrammi grammis kalarasvas.

Kalaproovides sisalduvatele PCDD/PCDF ühenditele kehtestatud lubatud päevase piirmäära ületas Botnia lahe räim, mille PCDD/PCDF ühendite sisaldus oli 3,7 pg/g kalas. Seega ületas Botnia lahe räime PCDD/PCDF sisaldus 0,2 pg/g kala kohta lubatud piirmäära. Teiste analüüsitud kalaproovide PCDD/PCDF ühendite sisaldus jäi lubatud piiridesse.

Dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus jäi kõikide analüüsitud kalaproovide puhul lubatud maksimaalsest määrast 6,5 pg/g kala kohta madalamaks.

Mittedioksiinilaadsete PCB ühendite piirnorm on 0,1 ug/kg kehakaalu kohta. Kõikide analüüsitud kalaproovide mitteoksiinilaadsete PCB ühendite sisaldus oli madal ning ei küündinud piirnormini. Selleks, et saada analüüsitud kalaproovidest mittedioksiinilaadsete PCB ühendite piirnorm 0,1 ug/kg, tuleb ära süüa 5-10 kg räime päevas ja teiste analüüsitud kalaliikide puhul koguni kuni 142 kg kala päevas.

Seega võib järeldada, et tavalisele kalatarbijale, kes tarbinb kala 2 – 3 korda nädalas, 100-200 grammiste portsjonitena ei põhjusta enamuse analüüsitud kalaproovide dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühendite sisaldus kalas terviseriske. Erandiks on Botnia lahe räim, mille dioksiinilaadsete ühendite sisaldus ületas piirnormi.

2.3.2 Tinaorganiliste ühendite määramine kalaproovides

Tinaorganiliste ühendite analüüsimeetod

Külmutatud kalalihaproovid töödeldi tetrametüülammooniumhüdrosiidi ja äädikhappega ning lüofiliseeriti. Orgaanilised tinaühendid reageeriti tropolooniga kompleksi ning ekstraheeriti eeter-heksaan segusse. Naatriumtetraetüülboraadiga eraldati tinaorganilised üendid eeter-heksaan segust. Tinaorganiliste ühendite segud puhastati aktiveeritud alumiiniumi kolonnis. Deuteeritud analoogid lisati kalaproovidesse ja neid kasutati hiljem määramisel sisestandardina. Tinaorganiliste ühendite kvantifitseerimine viidi läbi Agilent/Waters gaaskromatograaf massspektromeetriga. Määramise täpsus oli 0,1-1,1 ng ühend/g toore kala kohta.

Analüüside tulemused on toodud **Tabelis 17A ja 17B**.

Tabel 17A. Kalaproovide tinaorganiliste ühendite sisaldused, ug ühend/kg kalafilee (MBT – monobutüültina, DBT – dibutüültina, MphT – monofenüültina, DOT – dioktüültina, DphT – difenüültina, TBT – tributüültina, TphT – trifenüültina, AMP – allapoole määramispiiri)

Proov	Kuivaine %	Konsentratsioon, ug ühend/kg kalas							
		MBT	DBT	MphT	DOT	DphT	TBT	TphT	Kokku
Soome räim	21,0	AMP	AMP	AMP	AMP	0,12	1,5	1,6	3,22
Botnia lahe räim	22,1	AMP	AMP	AMP	AMP	0,14	0,95	2,8	3,89
Ümar-mudil	20,2	AMP	AMP	AMP	AMP	AMP	0,48	0,33	0,81
Kiisk	23,5	AMP	AMP	AMP	AMP	AMP	1,2	0,62	1,82
Koger	24,9	AMP	AMP	AMP	AMP	AMP	AMP	0,21	0,21
Särg	23,2	AMP	AMP	AMP	AMP	AMP	1,3	0,65	1,95

Tabel 17B. Kalaproovide tinaorganiliste ühendite sisaldused, ug ühend/kg terves kalas (arvutuslik) (MBT – monobutüültina, DBT – dibutüültina, MphT – monofenüültina, DOT – dioktüültina, DphT – difenüültina, TBT – tributüültina, TphT – trifenüültina, AMP – allapoole määramispiiri)

Proov	Kuivaine %	Konsentratsioon, ug ühend/kg kalas							
		MBT	DBT	MphT	DOT	DphT	TBT	TphT	Kokku
Soome räim	21	AMP	AMP	AMP	AMP	0,099087038	1,24	1,32	2,66
Botnia lahe räim	22,1	AMP	AMP	AMP	AMP	0,110898941	0,75	2,22	3,08
Ümar-mudil	20,2	AMP	AMP	AMP	AMP	AMP	0,29	0,20	0,48
Kiisk	23,5	AMP	AMP	AMP	AMP	AMP	0,89	0,46	1,35
Koger	24,9	AMP	AMP	AMP	AMP	AMP	AMP	0,10	0,10
Särg	23,2	AMP	AMP	AMP	AMP	AMP	0,56	0,28	0,84

Analüüsitud kalaproovides leidis tinaorgaanilistest ühenditest kolme: TBT, DphT ja TphT tina. Kõige kõrgem tinaorgaaniliste summaarne sisaldus oli Botnia lahe räämes – 3,89 mikrogrammi kilogrammis kalas. Teiseks kõrgem tinaorgaaniliste ühendite summaarne sisaldus oli Soome räämes – 3,22 mikrogrammi kilogrammis kalas. Kiisas ja särjes oli tinaorhaaniliste ühendite summaarne sisaldus samas suurusjärgus, vastavalt 1,82 ja 1,95 mikrogrammi kilogrammis kalas. Ümarmudil sisaldas tinaorgaanilisi ühendeid kokku 0,81 mikrogrammi kilogrammis kalas. Kõige madalam summaarne tinaorgaaniliste ühendite sisaldus oli kogres – 0,21 mikrogrammi kilogrammis kalas.

Kõik analüüsitud kalaproovid sisaldasid TphTd, vahemikus 0,21 kuni 2,8 mikrogrammi kilogrammis kalas. TphTd oli kõige rohkem Botnia lahe räämes 2,8 mikrogrammi kilogrammis kalas. Soome lahe räämes oli teiseks kõrgem TphT sisaldus 1,6 mikrogrammi kilogrammis kalas. Kiisk ja särg sisaldasid TphTd samas suurusjärgus, vastavalt 0,62 ja 0,65 mikrogrammi kilogrammis kalas. Ümarmudila ja kogre TphT sisaldus oli vastavalt 0,33 ja ja 0,21 mikrogrammi kilogrammis kalas.

Kõik analüüsitud kalaproovid, va. kogre sisaldasid TBTD, vahemikus 0,48 kuni 1,5 mikrogrammi kilogrammis kalas. TPTd oli kõige rohkem Soome lahe räämes – 1,5 mikrogrammi kilogrammis kalas. Kiisas ja kogres oli TPT sisaldus sarnane, vastavalt 1,2 ja 1,3 mikrogrammi kilogrammis kalas. Botnia lahe räämes oli TPTd 0,95 mikrogrammi kilogrammis kalas. Kõige madalam TPT sisaldus oli ümarmudilas – 0,48 mikrogrammi kilogrammis kalas. Soome lahe rääm ja Botnia rääm sisaldasid ka veel kolmandat tinaorgaanilist ühendit – DphTd, vastavalt 0,12 ja 0,14 mikrogrammi kilogrammis kalas. Teisi analüüsitud tinaorgaanilisi ühendeid kalaproovid ei sisaldanud.

Leitud tinaorgaanilistele ühenditele on kehtestatud lubatud päevadoos TBTle ja TphTle 0,25 ug / kg kehakaalu kohta päevas. TphT sisaldus ületab lubatud päevadoosi Botnia lahe räämes, kui seda tarbida üle 100 grammi päevas/kehakaalu kohta päevas. TphT sisaldus ületab lubatud päevadoosi Soome räämes, kui seda tarbida üle 125 grammi päevas/kehakaalu kohta päevas. TphT sisaldus ületab lubatud päevadoosi särjes ja kiisas, kui neid tarbida üle 300 grammi päevas/kehakaalu kohta päevas. TphT sisaldus ületab lubatud päevadoosi ümarmudilas, kui neid tarbida üle 850 grammi päevas/kehakaalu kohta päevas. TphT sisaldus ületab lubatud päevadoosi kogres, kui neid tarbida üle 1000 grammi päevas/kehakaalu kohta päevas.

TBT sisaldus ületab lubatud päevadoosi Soome räämes, kui seda tarbida üle 160 grammi päevas/kehakaalu kohta päevas. TBT sisaldus ületab lubatud päevadoosi särjes ja kiisas, kui neid tarbida üle 200 grammi päevas/kehakaalu kohta päevas. TBT sisaldus ületab lubatud päevadoosi Botnia lahe räämes, kui neid tarbida üle 260 grammi päevas/kehakaalu kohta päevas. TBT sisaldus ületab lubatud päevadoosi ümarmudilas, kui neid tarbida üle 520 grammi päevas/kehakaalu kohta päevas.

Seega võib järeldada, et tavalisele kalatarbijale, kes tarbib kala 2–3 korda nädalas, 100-200 grammiste portsjonitena, ei põhjusta tinaorgaaniliste ühendite sisaldus kalas terviseriske. Valmistades antud omadustega toorainest väärindatud kalatoote, võib tähendada kala veesisalduse vähendamist ja seega ka tinaorgaaniliste ühendite konsentreerumist. Kindlasti on vaja võtta kasutusele mõni järgnevatest puhastustehnoloogiatest: aktiivsöe adsorptsioon, auruga deodoriseerimist, lühike destillatsioon, CO₂ superkriitiline ekstraktsioon või lahustiga ekstraheerimine.

2.3.3 Perfluoritud ühendite määramine kalaproovides

Kalaproovid lüofiliseeriti ja homogeniseeriti. Enne analüüse lisati proovidele sisestandard PFAS ühendite sisalduse määramiseks. Perfluoroalküülhapped ekstraheeriti metanooliga ja ekstrakt puhastati sadestamise teel. Perfluoritud ühendite sisaldus määrati vedelikkromatograaf massspektromeetril.

Perfluorühendite analüüside tulemused on toodud **Tabelis 18A ja 18B**.

Tabel 18A. Perfluorühendite sisaldus kalaproovides, ng/g kalafilees (< märk näitab, et ühendi sisaldus on olnud alla kvantifitseerimise piiri)

	Soome räum, ng/g kalas	Botnia lahe räum, ng/g kalas	Ümar-mudil, ng/g kalas	Kiisk, ng/g kalas	Koger, ng/g kalas	Särg, ng/g kalas
Perfluoroalküül karboksülaadid						
PFHxA	<1,7	<1,8	<1,6	<2,0	<2,0	<1,9
PFHpA	<0,21	<0,22	<0,20	<0,24	<0,24	<0,23
PFOA	1,5	<0,14	<0,13	0,86	<0,16	<0,15
PFNA	1,2	0,90	<0,13	2,6	1,9	<0,15
PFDA	0,28	0,27	<0,13	<0,16	0,33	<0,15
PFUnA	0,27	<0,14	0,21	0,39	0,79	<0,15
PFDoA	<0,35	<0,36	<0,33	<0,39	<0,41	<0,38
PFTTrA	<0,69	<0,72	<0,66	<0,79	<0,82	<0,76
PFTeA	<0,69	<0,72	<0,66	<0,79	<0,82	<0,76
Perfluoroalküül sulfaadid						
PFHxS	<0,21	<0,22	<0,20	<0,24	<0,24	<0,23
PFHpS	<0,14	<0,14	<0,13	<0,16	<0,16	<0,15
PFOS	1,5	2,2	0,50	1,2	1,5	0,52
PFDS	<0,35	<0,36	<0,33	<0,39	<0,41	<0,38
Kokku	4,7	3,4	0,71	5,1	4,6	0,52

Tabel 18B. Perfluorühendite sisaldus kalaproovides, ng/g terves kalas (arvutuslik) (< märk näitab, et ühendi sisaldus on olnud alla kvantifitseerimise piiri)

	Soome räum, ng/g kalas	Botnia lahe räum, ng/g kalas	Ümar-mudil, ng/g kalas	Kiisk, ng/g kalas	Koger, ng/g kalas	Särg, ng/g kalas
Perfluoroalküül karboksülaadid						
PFHxA	<1,7	<1,8	<1,6	<2,0	<2,0	<1,9
PFHpA	<0,21	<0,22	<0,20	<0,24	<0,24	<0,23
PFOA	1,24	<0,14	<0,13	0,64	<0,16	<0,15
PFNA	0,99	0,71	<0,13	1,92	0,94	<0,15
PFDA	0,23	0,21	<0,13	<0,16	0,16	<0,15
PFUnA	0,22	<0,14	0,12	0,29	0,39	<0,15
PFDoA	<0,35	<0,36	<0,33	<0,39	<0,41	<0,38

PFTrA	<0,69	<0,72	<0,66	<0,79	<0,82	<0,76
PFTeA	<0,69	<0,72	<0,66	<0,79	<0,82	<0,76
Perfluoroalküül sulfaadid						
PFHxS	<0,21	<0,22	<0,20	<0,24	<0,24	<0,23
PFHpS	<0,14	<0,14	<0,13	<0,16	<0,16	<0,15
PFOS	1,24	1,74	0,30	0,89	0,74	0,22
PFDS	<0,35	<0,36	<0,33	<0,39	<0,41	<0,38
Kokku	3,88	2,69	0,42	3,77	2,27	0,22

Analüüsitud kalaproovides leidis perfluoro ühenditest kvantifitseerimise piirides: PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA ja PFOS. Kõige kõrgem perfluoro ühendite summaarne sisaldus oli kiisas – 5,1 nanogrammi grammis kalas. Teiseks kõrgem perfluoro ühendite summaarne sisaldus oli Soome räimes ja kogres, vastavalt 4,7 ja 4,6 nanogrammi grammis kalas. Botnia lahe räimes oli perfluoro ühendite summaarne sisaldus 3,4 nanogrammi grammis kalas. Ümarmudil sisaldas perfluoro ühendeid kokku 0,71 nanogrammi grammis kalas. Kõige madalam summaarne perfluoro ühendite sisaldus oli särjes – 0,52 nanogrammi grammis kalas.

Kõik analüüsitud kalaproovid sisaldasid PFOS, vahemikus 0,50 kuni 2,2 nanogrammi grammis kalas. PFOSi oli kõige rohkem Botnia lahe räimes: 2,2 nanogrammi grammis kalas. Soome lahe räimes ja kogres oli teiseks kõrgem PFOS sisaldus, st 1,5 nanogrammi grammis kalas. Kiisk sisaldas PFOSi 1,2 nanogrammi grammis kalas. Ümarmudila ja särje PFOS sisaldus oli vastavalt 0,50 ja 0,52 nanogrammi grammis kalas.

Kõik analüüsitud kalaproovid, va. särg ja ümarmudil, sisaldasid PFNAd, vahemikus 0,90 kuni 2,6 nanogrammi grammis kalas. PFNAd oli kõige rohkem kiisas – 2,6 nanogrammi grammis kalas. Kogres oli PFNA sisaldus 1,9 nanogrammi grammis kalas. Soome räimes oli PFNAd 1,2 nanogrammi grammis kalas. Kõige madalam PFNA sisaldus oli Botnia lahe räimes – 0,90 nanogrammi grammis kalas.

PFDA sisaldasid Botnia räim, Soome lahe räim ja kogres, vastavalt 0,27; 0,28 ja 0,33 nanogrammi grammis kalas.

PFUnAd sisaldasid ümarmudil, Soome lahe räim, kiisk ja kogres, vastavalt 0,21; 0,27; 0,39 ja 0,79 nanogrammi grammis kalas. Teisi analüüsitud perfluoro ühendeid kalaproovid ei sisaldanud.

Leitud perfluoro ühenditele on kehtestatud lubatud maksimummäär PFOSle 0,15 ug/kg kehakaalu kohta ja PFOAle 0,25 ug/kg kehakaalu kohta päevas.

PFOS sisaldus ületab lubatud päevadoosi Botnia lahe räimes, kui seda tarbib 70kg kaaluv inimene üle 470 grammi päevas. PFOS sisaldus ületab lubatud päevadoosi Soome räimes, kogres ja kiisas, kui seda tarbida üle 700 grammi päevas. PFOS sisaldus ületab lubatud päevadoosi särjes ja ümarmudilas, kui neid tarbida üle 2000 grammi päevas. PFOA sisaldus ületab lubatud päevadoosi Soome räimes ja kiisas, kui neid tarbida kümnete kilode kaupa päevas.

Seega võib järeldada, et tavalisele kalatarbijale, kes tarbib kala 2–3 korda nädalas, 100-200 grammiste portsjonitena, ei põhjusta perfluoro ühendite sisaldus kalas terviseriske.

Valmistades antud omadustega toorainest väärindatud kalatoote, võib tähendada kala veesisalduse vähendamist ja seega ka perfluoro ühendite kontsentreerumist. Kindlasti on vaja võtta kasutusele mõni järgnevatest puhastustehnoloogiatest: aktiivsöe adsorptsioon, auruga deodoriseerimist, lühike destillatsioon, CO₂ superkriitiline ekstraktsioon või lahustiga ekstraheerimine. Varasemad uuringud on näidanud, et puhastustehnoloogiad võimaldavad efektiivselt eemaldada saasteained.

Kokkuvõte

Põhilised toorained, st räim ja kilu on tõenäoliselt saastunud dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühenditega ja MeHg-ga. See ei ole probleem kala otsesel tarbimisel, kuid osutub probleemiks, kui kalast valmistada kalaõli ja kalavalgu kontsentraate. Seetõttu on vajalik kalaproteiinide ja kalaõli liini projekteerimiseks anda info maksimaalsete raporteeritud saasteainete sisalduse kohta ja esitada nõue, et tootmisprotsessis peab olema võimalik neid saasteaineid toorainest eraldada. Samuti on vajalik katsetada võimalusel erinevate saasteainete eraldamise tehnoloogiatega, et saada teada, milline nendest on kõige efektiivsem Läänemere kilu ja räime puhul.

2.4 Ülevaade kalavalgu ja kalarasva toodetest

Kala koostises on kaks tähtsat komponenti: valgud ja rasvad. Kalast toodetud tooteid saab jagada valgupõhisteks ja rasvapõhisteks toodeteks. Valgupõhised tooted on: kalajahu, kalavalgu kontsentraadid ja kalavalgu hüdrolysaadid. Rasvapõhised tooted on: kalaõli, rafineeritud kalaõli, EPA ja DHA kalaõlid ja oomega-3 kalaõlid.

Kalavalgu ja kalarasva tooted saab omakorda jagada tavatoodeteks ja lisandväärtusega toodeteks. Tavatooted on näiteks kalajahu ja kalarasv, mille kvaliteet on kõikum. Lisandväärtusega tooted on kõrge toiteväärtusega ja bioaktiivsete komponentidega kalavalgu ja kalarasva tooted. Mida värskemast ja parema kvaliteediga toormaterjalist toodetakse kalavalgu ja kalarasva tooteid, seda parema kvaliteediga ja kõrgema lisandväärtusega need on.

2.4.1 Kalatoorme rasva ja valgu komponentide eraldamine ja iseloomustamine

Eesti väheväärtusliku kalatoorme püügidünaamika ülevaade näitas, et kõige suurema koguse võimalikust kalatoorainest moodustavad kilu ja räim. Kilu ja räim valiti kaladeks, millele telliti kalatoorme rasva ja valgu komponentide eraldamine ja iseloomustamine varasemat sarnast töökogemust omavalt Norra uuringulaborilt Sintef.

Teised kalaliigid võimaliku toormaterjalina väärindatud kalatoodete tootmisel on saadaval väikestes kogustes ning nende baasil ei ole võimalik planeerida stabiilset tootmist ja stabiilsete omadustega väärindatud tooteid.

Uuringu käigus tutvusime Soomes läbiviidud väheväärtuslike kalade väärindamise pilootuuringuga (Pilottihanke vajaasti hyödynnetyn kalan käytön edistämiseksi, 2012, Riista- ja Kalatalouden Tutkimuslaitos) ning antud uuringu käigus teostati analüüsid karplastele ja särjele ja tulemused näitasid, et nendest kaladest valmistatud kalajahu hind ei kata püügi ja töötlemiskulusid, sest rasvasisaldus on liiga madal. Sama uuring näitas, et sellistest kaladest on majanduslikult palju kasulikum toota tooteid inimtarbimiseks ning, et antud liigid vajavad toidutoote tootearendust.

Kalatooraine iseloomustamist alustatakse laboratoorselt, et oleks võimalik testida erinevaid töötlemise tingimusi mõistliku koguse toormaterjaliga. *Pildil 1* on näha, kuidas viidi läbi kilu ja räime proovide töötlust Sintefi laboris. See protsess imiteerib tööstusliku kalavalgu ja kalarasva komponentide eraldamist. Kõik kala komponentideks eraldamise tehnoloogiad algavad kala peenestamisest, millele järgnevad erinevad töötlemise etapid kas kuumutamise või ensümaatilise töötlemise kaudu, erinevate fraktsioonide eraldamine (rasv, tahke faas, veefaas) ja nende puhastamine.



Pilt 1. Kalatoormest rasva ja valgu komponentide eraldamine laboris

2.4.2. Toormaterjal

Kaks erinevat kalatoorainet, külmutatud kilu (terve kala) ja räim (terve kala), saadeti Eestist SFAsse (Trondheim, Norra). Mõlemad kalad püüti 29.12.2014 sama laeva poolt. Kala traalimise aeg oli u 7 tundi, laeva sõit sadamasse u 4 tundi, kala transport maad mööda u 4 tundi ja tootmine (sorteerimine, külmutamine) u 5 tundi. Kala külmutati 10 kg plokkides, kaeti polüetüleenkilega ja hoiti -20°C juures kuni 5. jaanuarini. Kalaplokkid pakiti termokasti koos kuiva jääga ja saadeti Norrasse. Kalaproovid jõudsid SFAsse külmunult. SFAs pandi kalaproovid külmkambrisse (-30°C) kuni analüüsimiseni.

Päev enne eksperimenti võeti kalaproovid jahekambrisse (4°C) ja hoiti seal üleöö. Eksperimendi päeval kala peenestati hakklihamasinas (6 mm sõelaavad). Kalahakkmassi hoiti jääs kuni analüüside teostamiseni (mitte kauem kui 2 tundi).

2.4.2.1 Toormaterjali kaardistamine

Keemiline koostis

Kuivaine/niiskus/tuhk

Kuivaine ja niiskusesisaldus määrati homogeniseeritud kalahakklihast gravimeetriliselt, kus proove (2–5 g) kuivatati 24 tundi 105°C juures laboratoorses kuivatusahjus (TS 8136, Termaks AS, Bergen, Norway). Tulemused on antud kui protsent vett või kuivainet kalalihas, kolme proovi keskmisena ja \pm standardhälbega. Tuhasisaldus määrati proovide põletamisel 550°C juures 12 tundi. Tulemused on antud kui protsent tuhka kalalihas või kuivaines, kolme proovi keskmisena ja \pm standardhälbega.

Kogu rasvasisaldus – Bligh & Dyer meetod

Kogu rasvasisaldus kalaroovides määrati Bligh & Dyer meetodiga, mis kasutab binaarset kloroformi ja metanooli segu ning destilleeritud vett kui ekstraktsiooni vahendit (Bligh and Dyer, 1959). Ekstraktsiooni viidi läbi kolm korda.

Kogu valgusisaldus

Valgusisaldus saadi arvutuslikult massibilansi kaudu:

$$100 = \text{Vesi} + \text{Rasv} + \text{Tuhk} + \text{Valk}$$

Kus: Vesi – veesisaldus 100 g kalas; Rasv – rasvasisaldus 100 g kalas ja Tuhk – tuhasisaldus 100 g kalas.

Lipiidide klassid

Lipiidide klassid määrati õhukese kihi kromatograafiaga leekionisatsioon detektoriga seadmega Iatroscan TLC-FID (MK-6, Mitsubishi Kagaku Iatron Inc., Tokyo, Japan) Fraser jt. meetodi järgi (Fraser, Tocher, et al., 1985). Lipiidid lahustati kloroformis (10 mg/mL) ja süstiti (3 µL) silikooniga kaetud kappillaaridesse (Chromarod-SIII, Mitsubishi Chemical Medience, Tokyo, Japan). Kapillaarid pandi ilmutustanki koos ~10 mL küllastunud NaCl lahusega 8 minutiks, ja pärast ilmutustanki 100 mL n-heksaan/dietüül eeter/sipelghape (85:15:0.04, v/v/v) 27 minutiks. Lahusti aurustati kapillaaridest ja kapillaarid skanneeriti detektsiooniseadmes. Lipiidide klassid identifitseeriti võrreldes kommertsiaalsete standardite retentsiooniga samadel tingimustel. Minimaalselt viidi läbi kolm paralleelkatset ja tulemused on antud kui protsent kogu piigi pindalast ± standardhälve.

Rasvhappeline koostis

Rasvhapete metüleerimine viidi läbi enne rasvhapete analüüsi: 10 mg lipiide pandi klaasist suletavasse tsentrifuugitopsi ja lahustati kloroformiga, mis sisaldas 10% (suhtes lipiidide massi) sisestandardit (21:0 rasvhapped). Kloroform aurustati N₂ juures ja lipiidid lahustati 1 mL 0.5 M NaOH metanoolilahuses. Lipiide hüdrolüüsi 15 minutit 100°C juures ja jahutati. 2 ml segule lisati 10% BF₃ metanoolilahust ja keedeti 5 minutit 100°C juures ja jahutati. Seejärel lisati segule 1 mL heksaani ja inkubeeriti 1 minut 100°C juures ja jahutati. Viimasena lisati segule 0.5 mL heksaani ja 2 mL küllastunud NaCl lahust, mille järel segu segati vorteksil ja tsentrifuugiti 3 minuti jooksul pööretel 2000 rpm. Heksaanifaas, mis sisaldas rasvhapete metüülestreid (FAME), eraldati, lahjendati 0.5 mL heksaaniga ja tsentrifuugiti uuesti. Viimast etappi korrati eraldatud heksaanikihiga veel üks kord.

Rasvhappeid metüleeritud kujul analüüsiti gaaskromatograafil leekionisatsiooni detektoriga seadmel Agilent Technologies 7890A GC-FID gaaskromatograaf, millel oli 7693 autosampler (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA), kasutades Dauksas jt. meetodit (Dauksas, Falch, et al., 2005). Detektori temperatuur oli 270°C ja leeki hoiti 25 mL/min H₂ gaas ja 400 mL/min filtreeritud õhk. Kromatograferimisel kasutati kolonni Cp-wax 52CB, 25 m x 0.25 mm with id = 0.2 µm column (part no. CP7713, Agilent Technologies). Kandegaasina kasutati heeliumit, voolukiirusega 1.5 mL/min. GC sisestustemperatuur oli 250°C.

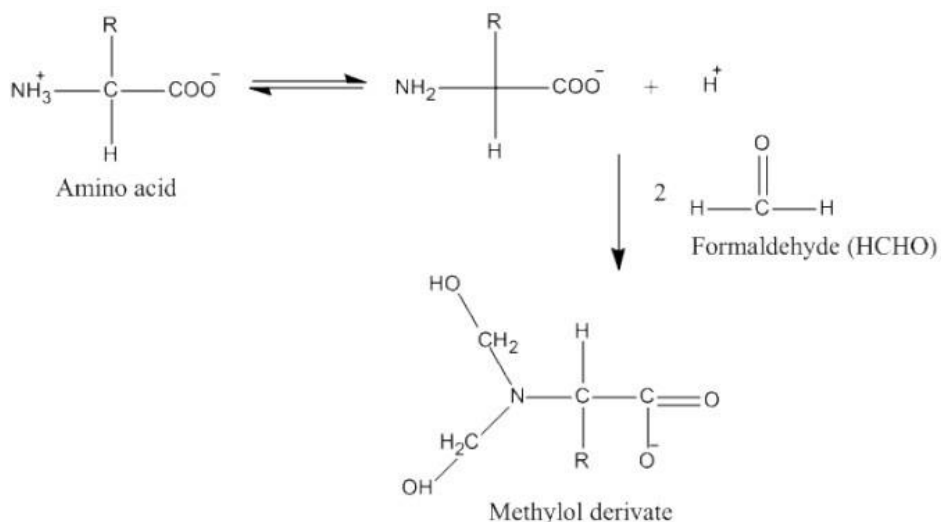
Ahju esialgne temperatuur oli 80°C ja seda tõsteti 180°C-ni 25°C/min, millele järgnes 2 min temperatuuri hoidmine, peale mida temperatuur oli tõusnud 205°C-ni 2.5°C/min,

millele järgnes 6 min temperatuuri hoidmine, peale mida oli temperatuur tõusnud 215°C-ni 2.5°C/min, millele järgnes 4 min temperatuuri hoidmine. Rasvhapped määrati võrreldes kommertsiaalse sisestandardi retentsiooniaegu ja kvantifitseeriti sisestandardi järgi. Kõiki proove analüüsiti kaks korda ja protsent (w/w) kogu rasvhapetest arvutati iga rasvhappe kohta. Tulemused on toodud keskmise % kogu rasvhapete kohta ja lisatud on ± standardhälve.

Hüdrolüüsiaste

Hüdrolüüsiaste määrati kui α -amino lämmastiku proportsioon (%) kogu proovi lämmastikku (Taylor, 1957). Analüüsid viidi läbi duplikaatides/triplikaatides. Hüdrolüüsiaste saadi mõõtes vabade aminohapete arvu FPHs. Vabad aminohapped tekivad, sest proteolüütilise aktiivsuse tagajärjel lagunevad peptiidsidemed.

Meetod, mida käesolevas töös kasutati, põhineb reaktsioonile, mis on toodud **Joonisel 51**. Laadimata aminogrupp NH_2 (kalavalgu hüdrolüsaadist) reageerib formaldehüdiga ($2 \text{CH}_2\text{O}$) ja tekib hüdroksümetüüli derivaat ($2 \text{CH}_2\text{OH}$). See põhjustab H^+ eemaldamise NH_3 grupist. Need aminogrupid asuvad vabades aminohapetes peptiidsideme amino otsas ja eemaldatud prootonid saavad reageerida NaOH ning selle kaudu saab määrata aminogruppide osakaalu.



Joonis 51. Illustratsioon aminohappe ja formaldehüüdi vahelisest reaktsioonist, millel põhineb vabade aminohapete ja hüdrolüüsisastme määramine formol tiitrimisega (Adler-Nissen, 1986)

2.4.3 Kalaõli kvaliteet

Peroksiidaru (PV)

Lipiidide hüdroperoksiidid (LOOH) kvantifitseeriti määrares peroksiidaru (PV) vastavalt jodomeetrilisele titreerimismeetodile, mis on tuntud kui AOAC ametlik meetod (Cd 8b-90) ja viidi läbi titreerimissüsteemiga Radiometer Analytical SAS (TTIP02-01AFD/2002-06A, 2002). Tiitrimise lõpp-punkt määrati potentsiomeetriliselt kasutades automaatritraatorit (TitraLab980), mis oli varustatud plaattina elektrodiga (M21Pt) ja võrdluselektrodiga (REF 921) (kõik süsteemi osad toodetud Radiometer Analytical ASA, Copenhagen, Denmark). Standardiseeritud titrandi (0.01 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) (TTEP01-08MIN/2001-05A, 2002) minimaalne ja maksimaalne lisamine kiirus oli 0.20 mL/min ja 3.0 mL/min,

vastavalt; stõhhiomeetria parameeter oli 1. Tulemused on toodud meq LOOH/kg õli kohta \pm standardhälve nelja paralleeli kohta.

Anisidiinarv (AV)

p-Anisidiinarv (AV) õlides määrati vastavalt AOAC ametlikule meetodile Cd 18-90 (AOAC, 2003) kasutades spektrofotomeetrit. Tulemused on toodud AV ühikutes keskmise väärtusena \pm standardhälve nelja paralleeli kohta.

Vabad rasvhapped (FFA)

Vabade rasvhapete (FFA) sisaldust õlis analüüsiti vastavalt Bernardez jt. meetodile (Bernardez, Pastoriza, et al., 2005). Tsükloheksaani asemel kasutati isooktaani lipiidide lahustina. Vabade rasvhapete koguste arvutamiseks kasutati kalibreerimiskõverat, mis saadi oleiinhappe standardiga (0 – 20 μ mol). Tulemused on toodud kui protsent vabatest rasvhapetest proovis \pm standardhälve nelja paralleeli kohta.

2.4.4 Erinevate tehnoloogiate testimine kalaõli ja kalavalgu tootmiseks

Termiline kalaõli eraldamine

Termiline kalaõli eraldamine viidi läbi laboratoorsel skaalal. Kalahakkliha (40 ± 0.1 g) pandi 50 mL plastikust tseentrifuugituubi. Kokku tehti 10 tseentrifuugituubi 40 g kalahakklihaga mõlemast toorainest. Tuubid koos kalahakklihaga kuumutati mikrolaineahjus temperatuurini $>90^{\circ}\text{C}$ ja asetati seejärel keevasse vette 10 minutiks. Peale termilist töötlemist tseentrifuugiti tuube pöõretel 2300 rpm 10 minutit ja külmutati koheselt -20°C juures. Õli väljatuleku määramiseks võeti tuubid toatemperatuurile 5 minutiks, mis pehendas proove piisavalt, et oli võimalik proovidest eemaldada ja kaaluda õli. Tuube hoiti veel toatemperatuuril, et eraldada ka veefraktsioon ja tahke fraktsioon. Määrati kõikide fraktsioonide mass ja kuivainesisaldus selleks, et leida õli eraldamise massibilanss.

Eraldatud fraktsioonidel määrati koostis ja kvaliteet järgmiste analüüsidega:

- Õli: rasvhappeline koostis
- Vee fraktsioon: valgusisaldus ja rasvasisaldus, hüdrolüüsi aste
- Tahke fraktsioon: veesisaldus, valgusisaldus ja rasvasisaldus ja rasvhappeline koostis.

Ensümaatiline hüdrolüüs

Kalahakkmassi (kogus 1.1 kg) hüdrolüüs viidi läbi 4 L suletud klaasnõus, mis oli asetatud veevanni (52°C) ja segati tiiviksegajaga (100-150 rpm), selleks et tagada segu homogeensus kogu hüdrolüüsiprotsessi jooksul. Eksperimendi läbiviimiseks lisati kalahakkmassile sooja (ca 50°C) destilleeritud vett (vahekorras 1:1). Ensümaatilist hüdrolüüsi alustati, kui segu temperatuur oli 50°C lisades kas 0,1% (segu kaalu järgi) Protexi või 0.05%+0.05% Papaiini ja Bromelaini ensüüme. Kontrollhüdrolüüs viidi läbi ainult tooraine enda endogeensete ensüümide juuresolekul (ei lisatud kommertsiaalseid ensüüme). Hüdrolüüsamise protsess vältas 60 minutit, millele järgnes ensüümide inaktiveerimine mikrolaineahjus kuumutamisega 10 minuti jooksul, kus segu temperatuur tõusis $>90^{\circ}\text{C}$. Hüdrolüüsaati tseentrifuugiti 20 minutit 2250xg juures. Määrati kõikide fraktsioonide kaal: õli, kalavalguhüdrolüsaat (FPH) ja tahke fraktsioon. FPH fraktsioonid lüofiliseeriti. Tahke fraktsioon külmutati.

Hüdrolüüsil saadud fraktsioonide koostis ja omadused kirjeldati järgmiste analüüsidega:

- Õli: rasvhappeline koostis
- Vees lahustunud fraktsioon: valgusisaldus, rasvasisaldus, hüdrolüüsiaste
- Tahke fraktsioon: niiskusesisaldus ning rasvasisaldus ja rasvhappeline koostis

2.4.5 Tulemused ja arutelu

2.4.5.1 Toormaterjali analüüs

Eksperimendis analüüsitud kilu ja räime pikkus/kaal olid vastavalt: 10-12 cm/9-15g ja 7-17cm/8-39g. Kalahakkmassi keemiline koostis on toodud **Tabelis 19**. Kilu rasvasisaldus oli veidi madalam (13-15%) kui Røjbek jt. (2014) tulemustes. Seevastu räime rasvasisaldus oli veidi suurem (6-8%) kui Røjbek jt. (2014) tulemustes. Selline väike varieeruvus on tõenäoliselt tingitud teistsugusest toitumisest, hooajast ja püügikohast.

Tabel 19. Kilu ja räime keemiline koostis. Tulemused on toodud keskmisena ± SD

Tooraine	Niiskus, g/100g ww	Kuivaine, g/100 g ww	Tuhk, g/100g ww	Rasv, g/100g ww	Valk*, g/100g ww
Kilu	73.0 ± 0.8	27.0 ± 0.8	2.2 ± 0.2	12.8 ± 0.3	12
Räim	76.1 ± 1.1	23.9 ± 1.0	1.7 ± 0.1	9.7 ± 0.4	12.5

* - valgusisaldus on arvatatud massibilansi kaudu (niiskuse, tuha, rasva ja valgu summa võrdub 100 g)

Kilust ja räimest eraldatud lipiidide klassidest oli kõige rohkem triglütseriidide (**Tabel 20**). Räimest saadi rohkem fosfolipiide kui kilust. Fosfolipiidide klassid olid samad kilus ja räimes: 75% fosfatidülkoliin ja 25% fosfatidületanolamiin + fosfatidülinositool.

Tabel 20. Lipiidide ja fosfolipiidide klassid kilu ja räime B&D meetodiga eraldatud rasvas. Kus: PC- fosfatidülkoliin, PE – fosfatidületanolamiin, PI- fosfatidülinositool. Tulemused on toodud keskmisena ± SD

	Kilu	Räim
<i>Lipid Classes in total lipids</i>		
Triglycerides	90.6±0.7	83.6±0.6
Cholesterol	0.6±0.2	1.3±0.3
Phospholipid	8.5±0.8	14.5±1.0
Free fatty acids	0.1±0.0	0.4±0.1
<i>Phospholipid classes in phospholipids</i>		
PC	75±4	75±3
PE+PI	25±4	25±3

Ekstraheeritud õli rasvhappeline koostis on toodud **Tabelis 21**. Räimest eraldatud õli sisaldas palju polüküllastumata rasvhappeid, mis olid põhiliselt EPA ja DHA. Kalaõlide rasvhappeline koostis näitab, et räime ja kilu õlidel on potentsiaali kalaõli toodete turul.

Kilust eraldatud õli DHA sisaldus oli madalam kui talvise kilu tulemused Usydus jt (2012) ja ovembri kilu Røjbek jt. (2014) uuringutes. Kokkuvõttes saadi tulemused, mis olid võrreldavad räime lipiidide DHA ja EPA väiksemate väärtustega Røjbek jt. (2014) uuringutega. Kalade suurus, toitumine ja püügipiirkond tõenäoliselt põhjustavad erinevusi EPA ja DHA sisaldustes samas kalaliigis erinevates uuringutes.

Tabel 21. Rasvhappeline koostis kogu eraldatud rasvas. Kus: SFA – küllastunud rasvhapete summa, MUFA – monoküllastumata rasvhapete summa, PUFA – polüküllastumata rasvhapete summa, EPA – eikosapentaehape, DHA – dokosaheksaehape. Tulemused on toodud keskmisena ± SD

% kõikidest rasvhapetest	Räim	Kilu
SFA	30.9±0.6	30.0±0.8
MUFA	33.0±0.1	40.8±0.6
PUFA	35.9±0.5	29.2±0.2
Omega 3	29.1±0.5	23.8±0.3
EPA	8.7±0.1	7.4±0.1
DHA	12.9±0.4	9.5±0.3

Lipiidid, mis sisaldavad palju polüküllastumata rasvhappeid, on alati oksüdeerumisele. On teada fakt, et kalatoorme kvaliteet on kriitiline, kui soovitakse valmistada kõrge kvaliteediga kalaõli. Koheselt peale püüki hakkavad kalas toimuma muutused, mis on põhjustatud endogeensetest ensüümidest ja põhjustavad kala komponentide oksüdeerumist ja vabade rasvhapete formeerumist. Endogeensed ensüümid (näiteks peroksidaasid ja lipoksügenaasid), mis vabanevad kala kudetest, võivad initsieerida kala ensümaatilise peroksüdeerumise. Kala lihase surmajärgne pH-vähendumine aktiveerib hemoglobiini kui proooksüdandi (Richards jt., 2002) ja võib põhjustada lipiidide suurelatuslikuma oksüdeerumise.

Lisaks väheneb kala lihas säilitamise aja jooksul endogeensete antioksidantsete ühendite, nagu näiteks sidrunhape, glutaatiooni peroksüdaas ja tokoferool, kontsentratsioon (Undeland ja Lingnert, 1999). Seega, lipiidid oksüdeeruvad kala lihastes säilitamisel ja see võib varieeruda kalaliigiti (nt. lipiidide sisaldus ja lihaste struktuur, proooksüdantide liigid ja sisaldus), aga mõjutavad ka säilitamise tingimused ja aeg. Toorainest ekstraheeritud lipiidide oksüdatiivne kvaliteet on toodud **Tabelis 22**.

Tabel 22. Oksüdatiivne ja ensümaatiline degradatsioon kogu lipiidides. Tulemused on toodud keskmisena ± SD

Tooraine	Peroksiidarv, meq/kg õli	Anisidiinarv	TOTOX (2PV+AV)	Vabad rasvhapped, %
Kilu	13.8 ± 1.2	4.6 ± 2.0	32,2	1.3 ± 0,0
Räim	22.7 ± 0.6	16.6 ± 0.9	62	3.1 ± 0.1

Ekstraheeritud kalaõlide kvaliteet vastas Bimbo (2007) soovituslikele toorkalaõli väärtustele. Samas nii peroksiidarv (PV) kui ka anisidiinarv (AV) olid palju kõrgemad kui teistel pelaagilistel kaladel, näiteks oli lipiidide PV <10 meq/kg (Losada et al., 2004, Pacheco-Aguilar et al., 2000) ja vabad rasvhapped <1 (Losada et al., 2004). Samas, PV väärtused kilu ja räime õlis Domoszewski (2013) uuringus sisaldasid lipiidides PV >10 meq/kg. Toormaterjali külmutatult säilitamine ja külmutamine/sulatamine võivad põhjustada lipiidide osalist oksüdeerumist ja seega ka kõrgemaid PV ja AV tulemusi. Oksüdatsiooniproductide suurem sisaldus oli räime lipiidides. Räime suurem EPA ja DHA sisaldus võrreldes kiluga võib seletada ka suuremaid PV ja AV tulemusi räime lipiidides. Vabad rasvhapped (ensümaatilise degradatsiooni produktid) oksüdeeruvad kergemini kui rasvhapped, mis on glütseriidi vormis, ja vabad rasvhapped võivad lisaks veel käituda kui prooksidandid. Räime proov sisaldas rohkem FFA kui kilu proov (**Tabel 20**). See omakorda näitab, et räime proov oli rohkem oksüdeerunud ja ensümaatiliselt degradeerunud.

2.4.5.2 Kalaõli ja kalavalgu tootmise sobivate tehnoloogiate kaardistamine

Kaardistati neli erinevat tehnoloogiat kalaõli tootmiseks:

1. Termiline isoleerimine
2. Hüdrolüüs endogeensete ensüümidega
3. Hüdrolüüs kommertsiaalse proteaasiga: Protamex
4. Hüdrolüüs kommertsiaalsete proteaaside seguga: Papaiin ja Bromelain (1:1)

Kuivaine bilansid peale ellpoolnimetatud tehnoloogiate rakendamist on toodud tabelites 5A ja 5B.

Käesoleva uuringu põhieesmärk oli eraldada kilust (BS) ja räimest (BH) kalaõli. Kuivaine bilansi tulemused (**Tabel 23A** ja **Tabel 23B**) näitavad, et õli suurim väljatulek saavutati Papaiini ja Bromelaini seguga hüdrolüüsil nii kilu kui räime puhul. Samas arvutades õli väljatulekut kogu rasvasisalduse kohta (**Joonis 52**) on näha, et kõik kaardistatud tehnoloogiad andsid suurema õli väljatuleku kilu toorainest ja madalama räime toorainest. See näitab, et kalaõli on kergem eraldada kilust kui räimest. Slizyte jt., (2010) said õli väljatulekuks 75-95% kasutades tooraineks värskeid heeringa töötlemisjääke ning hüdrolüüsid neid kommertsiaalsete proteaasidega.

Käesoleva uuringu õli väljatuleku tulemused näitavad, et külmutatud/sulatatud räim oli erinevate tehnoloogiate suhtes rohkem vastupidav ja seetõttu oli ka õli väljatulek madalam võrreldes Norra kevadkuude räimega.

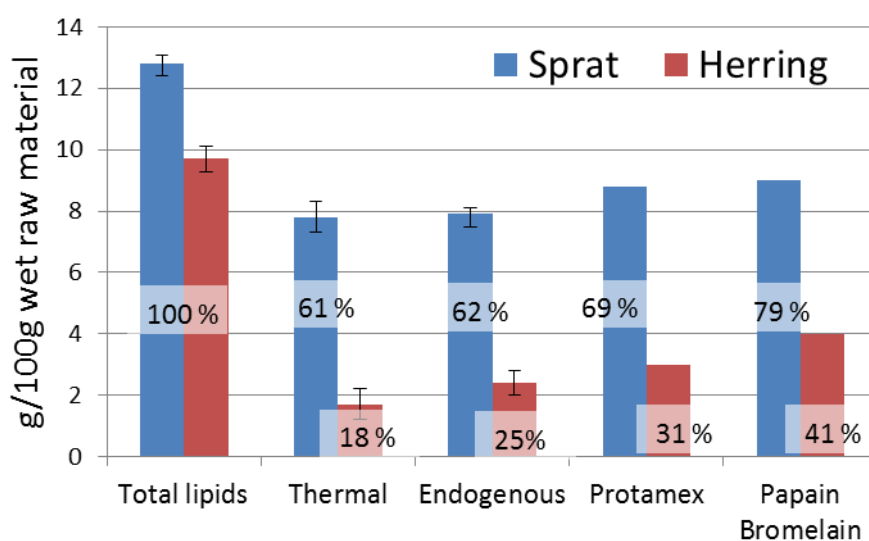
Tabel 23A. Kilust eraldatud fraktsioonide kuivaine bilanss kasutades erinevaid tehnoloogiaid: termiline ekstraktsioon, hüdrolüüs endogeensete ensüümidega, hüdrolüüs kommertsiaalsete proteaasidega Protamex ja Papaiini ja Bromelaini segu

Kilu	Õli, g/100g toor-materjal	Vee fraktsioon, g/100g toor-materjal	Tahke fraktsioon, g/100g toor-materjal	Summa, g/100g toor-materjal	% väljatulek toor-materjali kohta
Termiline	7.8	1.5	17.6	27	100

ekstraktsioon					
Endogeensed ensüümid	7.9	2.8	18.6	29	108
Protamex	8.7	6.6	11.7	27	100
Papaiin + Bromelain	9	5.8	11.4	26	97

Tabel 23B. Räimest eraldatud fraktsioonide kuivaine bilanss kasutades erinevaid tehnoloogiaid: termiline ekstraktsioon, hüdroliis endogeensete ensüümidega, hüdroliis kommertsiaalsete proteaasidega Protamex ja Papaiini ja Bromelaini segu

Räim	Õli, g/100g toor-materjal	Vee fraktsioon, g/100g toor-materjal	Tahke fraktsioon, g/100g toor-materjal	Summa, g/100g toor-materjal	% väljatulek toor-materjali kohta
Termiline ekstraktsioon	1.7	1.4	21.4	25	102.2
Endogeensed ensüümid	2.4	3.5	19.7	26	106.4
Protamex	3.0	6.8	14.0	24	99.4
Papaiin + Bromelain	4.0	6.5	14.3	25	103.0



Joonis 52. Eraldatud lipiidid 100g kalatooraine kohta. Kus: kogu lipiidide sisaldus Bligh & Dyer meetodiga; Thermal – termilise ekstraktsiooniga eraldatud õli, Endogenous – hüdroliis kalatooraine enda endogeensete ensüümidega; Protamex ja Papain Bromelain – hüdroliis kommertsiaalsete ensüümidega: Protamex või Papain ja Bromelaini segu. Tulpades toodud tulemused näitavad väljatulekut protsendis võrreldes kogu rasvasisaldusega

Hüdroliisi läbiviimisel saadakse lisaks õlile ka kalavalgu hüdroliisaadid (FPH – *fish protetin hydrolysates*), mis on samuti väärtuslik toode müügiks. Kasutades kommertsiaalseid proteaase saadi Protamexiga suurema kuivainesisaldusega kalavalgu hüdroliisaadid (veefraktsioon) võrreldes Papaiini ja Bromelaini seguga. Samad tulemused

saadi nii kilu kui räime puhul ning ühtlasi kattub see ka varasemate uuringutega Slizyte jt., (2010). Seevastu Slizyte jt., (2010) uuring näitas, et kalavalgu hüdroolüsaadid, mis tehti Papaiini ja Bromelaini seguga olid paremate sensoorsete omadustega. Käesolevas uuringus sensoorset analüüsi läbi ei viidud. Selleks, et valida paremini sobiv ensüüm, on vaja otsustada, kas tähtsam on väljatulek või sensoorsed omadused. Kalavalgu hüdroolüsaatide kvaliteet on kirjeldatud Hüdroolüsaatide peatükis.

Termilise ja ensümaatilise hüdroolüüsi puhul eraldub veel kolmas fraktsioon – tahke fraktsioon. Kuivaine bilanss näitab, et 42-60% kilu ja 58-89% räime kuivainest päädis tahkesse fraktsiooni. Tahkete fraktsioonide kvaliteet on kirjeldatud peatükis Tahke fraktsioon.

2.4.5.3 Kalaõli kvaliteet

Põhilised kalaõli kvaliteediparameetrid on:

- Rasvhappeline koostis
- Peroksiidarv ja anisidiinarv, mis kirjeldavad õli oksüdeerumist
- Vabade rasvhapete sisaldus, mis kirjeldab õli ensümatilist lagunemist.

Rasvhappeline koostis

Kilust (BS – Baltic Sprat) ja räimest (BH – Baltic Herring) eraldatud õli rasvhappeline koostis kaardistatud tehnoloogiate juures on toodud **Tabelis 24A** ja **Tabelis 24B**. Tulemused näitavad, et õlide rasvhappeline koostis ei sõltunud kasutatud tehnoloogiatest, mis ühtlasi kattub Carvajal jt (2014) tulemustega. Kui võrrelda kogu lipiididega, siis õlid kilust sisaldasid vähem polüküllastumata rasvhappeid kui õlid räimest.

Tabel 24A. Kilust eraldatud õlide rasvhappeline koostis. Kus: Total lipids - kogu lipiidide sisaldus Bligh & Dyer meetodiga; Thermal – termilise ekstraktsiooniga eraldatud õli, Endogenous – hüdroolüüs kalatooraine enda endogeensete ensüümidega; Protamex ja Papain Bromelain – hüdroolüüs kommertsiaalste ensüümidega: Protamex või Papain ja Bromelaini segu. Tulpades toodud tulemused näitavad sisaldust protsent võrreldes kogu rasvasisaldusega

	Baltic Sprat				
	Total lipids	Thermal	Endogenous	Protamex	Papain Bromelain
SFA					
C14:0	4,3±0,2	4,4±0,0	4,3±0,0	4,2±0,1	4,2±0,1
C15:0	0,5±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0
C16:0	21,9±0,7	21,6±0,1	21,3±0,1	20,9±0,3	20,7±0,5
C17:0	0,6±0,1	0,6±0,1	0,6±0,0	0,5±0,1	0,6±0,3
C18:0	2,4±0,0	2,5±0,0	2,4±0,0	2,4±0,0	2,2±0,3
C20:0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
C22:0	0,1±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
SUM (SFA)	30,0±0,8	30,0±0,2	29,6±0,1	29,0±0,5	28,5±1,1
MUFA					
C14:1	0,6±0,1	0,5±0,0	0,7±0,2	0,5±0,0	0,5±0,0
C16:1 n 9	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0
C16:1 n 7	5,4±0,2	5,3±0,0	5,4±0,1	5,5±0,3	5,5±0,3
C18:1n11+n9	30,1±0,7	29,5±0,1	29,8±0,3	29,4±0,4	29,9±0,5
C18:1n7	2,6±0,1	2,5±0,0	2,5±0,1	2,3±0,2	2,3±0,3
C20:1n11	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
C20:1n9	0,6±0,0	0,6±0,0	0,6±0,0	0,6±0,0	0,6±0,0
C20:1n7	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
c22:1n11	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
C22:1n9	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0
C24:1n9	0,7±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,8±0,0	0,8±0,1
SUM (MUFA)	40,8±0,6	40,0±0,1	40,6±0,1	40,0±0,4	40,5±0,6
PUFA					
C18:2n6	3,7±0,1	3,8±0,0	3,8±0,0	3,9±0,1	3,8±0,0
C18:3n6	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
C18:3n3	3,4±0,1	3,6±0,0	3,6±0,0	3,6±0,0	3,6±0,0
c18:4n3	2,2±0,0	2,5±0,0	2,4±0,0	2,5±0,0	2,5±0,1
C20:2n6	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0
c20:3n6	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
C20:4n6	0,6±0,0	0,6±0,0	0,6±0,0	0,6±0,1	0,7±0,0
C20:3n3	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
c20:4n3	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,6±0,0
C20:5n3	7,4±0,0	7,8±0,0	7,7±0,0	7,9±0,0	7,8±0,1
c22:2 n6	0,1±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
c22:3 n6	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
c22:4 n6	0,2±0,0	0,3±0,1	0,3±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0
c22:5 n3	0,6±0,0	0,6±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,7±0,1
C22:6n3	9,5±0,3	9,1±0,0	9,2±0,2	9,9±0,3	9,8±0,4
SUM (PUFA)	29,2±0,2	30,0±0,1	29,9±0,2	31,1±0,1	31,0±0,5

Tabel 24B. Räimest eraldatud õlide rasvhappeline koostis. Kus: Total lipids - kogu lipiidide sisaldus Bligh & Dyer meetodiga; Thermal – termilise ekstraktsiooniga eraldatud õli, Endogenous – hüdroliüsi kalatooraine enda endogeensete ensüümidega; Protamex ja Papain Bromelain – hüdroliüsi kommertsiaalste ensüümidega: Protamex või Papain ja Bromelaini segu. Tulpades toodud tulemused näitavad sisaldust protsent võrreldes kogu rasvasisaldusega

	Baltic Herring				
	Total lipids	Thermal	Endogenous	Protamex	Papain Bromelain
SFA					
C14:0	5,0±0,0	5,4±0,0	5,2±0,1	5,4±0,0	5,2±0,0
C15:0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0
C16:0	22,4±0,6	21,6±0,0	21,2±0,5	21,2±0,1	21,0±0,1
C17:0	0,5±0,1	0,7±0,1	0,5±0,0	0,7±0,0	0,6±0,1
C18:0	2,1±0,0	1,9±0,0	2,0±0,0	1,9±0,0	2,0±0,0
C20:0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
C22:0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
SUM (SFA)	30,9±0,6	30,4±0,1	29,6±0,6	30,0±0,1	29,6±0,1
MUFA					
C14:1	0,4±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0
C16:1 n 9	0,4±0,0	0,4±0,0	0,2±0,3	0,4±0,0	0,4±0,0
C16:1 n 7	5,0±0,0	5,2±0,0	5,4±0,1	5,3±0,0	5,4±0,0
C18:1n11+n9	22,3±0,1	22,7±0,1	22,8±0,3	22,4±0,0	22,3±0,2
C18:1n7	2,7±0,1	2,9±0,0	2,6±0,2	2,8±0,1	2,9±0,1
C20:1n11	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
C20:1n9	0,8±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0
C20:1n7	0,3±0,0	0,3±0,0	0,3±0,0	0,3±0,0	0,3±0,0
c22:1n11	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
C22:1n9	0,4±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0
C24:1n9	0,7±0,0	0,9±0,0	0,9±0,1	0,8±0,0	0,8±0,0
SUM (MUFA)	33,2±0,1	34,1±0,1	33,9±0,0	33,9±0,1	33,8±0,2
PUFA					
C18:2n6	4,8±0,1	5,4±0,0	5,1±0,0	5,5±0,0	5,1±0,0
C18:3n6	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
C18:3n3	3,5±0,0	3,7±0,0	3,8±0,0	3,8±0,0	3,8±0,0
c18:4n3	2,5±0,0	2,7±0,0	2,7±0,0	2,7±0,0	2,7±0,0
C20:2n6	0,7±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0
c20:3n6	0,1±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
C20:4n6	0,6±0,0	0,5±0,0	0,5±0,1	0,5±0,0	0,6±0,0
C20:3n3	0,3±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0	0,3±0,0
c20:4n3	0,6±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0
C20:5n3	8,7±0,0	8,6±0,0	8,9±0,2	8,7±0,0	9,1±0,0
c22:2 n6	0,1±0,0	0,2±0,0	0,1±0,1	0,2±0,0	0,2±0,0
c22:3 n6	0,0±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
c22:4 n6	0,3±0,0	0,3±0,0	0,4±0,1	0,3±0,0	0,3±0,0
c22:5 n3	0,6±0,1	0,5±0,0	0,6±0,1	0,6±0,0	0,6±0,0
C22:6n3	12,9±0,4	11,6±0,1	12,3±0,5	11,9±0,2	12,1±0,2
SUM (PUFA)	35,9±0,5	35,5±0,1	36,6±0,6	36,2±0,2	36,6±0,2

Kuigi räimest eraldatud õlis oli kõrgem EPA ja DHA kontsentratsioon võrreldes kilust eraldatud õliga, siiski suurem nende rasvhapete sisaldus oli kilust eraldatud õlis kõikide kaardistatud tehnoloogiliste protsesside puhul (*Tabel 25*). Saadud tulemustest on näha, et kasumlikum on kasutada kilu kalaõli tootmise toorainena.

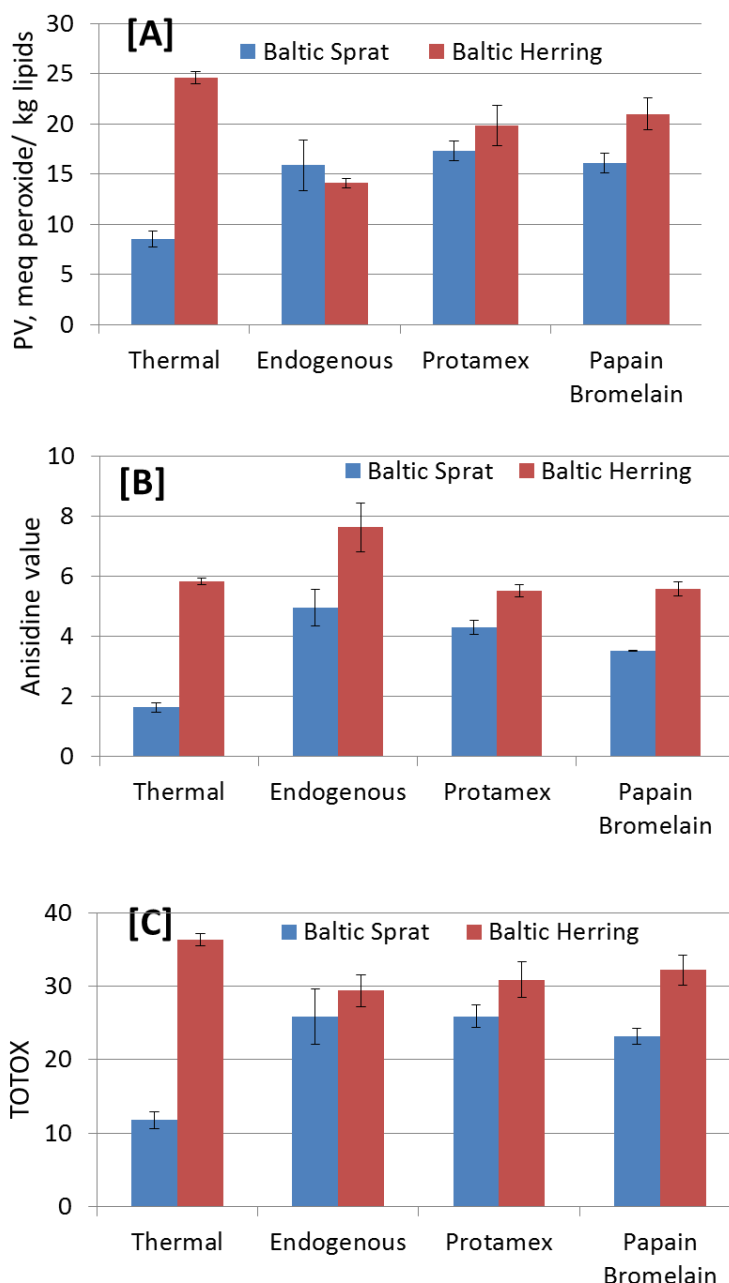
Tabel 25. EPA ja DHA sisaldus (kg) eraldatud kalaõlides kaardistatud tehnoloogiatega 1 tonni toormaterjali kohta (kilu ja räim). Kus: Termiline ekstraktsioon – termilise ekstraktsiooniga eraldatud õli, Endogeensed ensüümid – hüdrolyüs kalatooraine enda endogeensete ensüümidega; Protamex ja Papain Bromelain – hüdrolyüs kommertsiaalste ensüümidega: Protamex või Papain ja Bromelaini segu

	Kilu		Räim	
	EPA	DHA	EPA	DHA
Termiline ekstraktsioon	5.0	7.4	1.4	1.9
Endogeensed ensüümid	5.7	6.8	2.0	2.8
Protamex	6.9	8.6	2.5	3.4
Papain + Bromelain	6.9	8.8	3.4	4.5

Õli oksüdatiivne kvaliteet

Kalaõli oksüdatiivse kvaliteedi kirjeldamiseks määrati peroksiid arv (PV) ja anisidiin arv (AV). Madalamad PV, AV ja TOTOX tulemused olid kilust eraldatud õlidel võrreldes räimest eraldatud õlidega (**Joonis 53**). Oksüdatsiooniproductide väiksemat sisaldust kilust eraldatud õlides saab seletada kilu lipiidide veidi väiksema PUFAd sisaldusega (**Tabel 24A ja Tabel 24B**). Kalaõlide oksüdatiivse kvaliteedi erinevust võib mõjutada ka endogeensete antioksidantide ja prooksidantide sisaldus toormaterjalis. Antud teooriat ei analüüsitud käesoleva uuringu käigus.

Eraldatud õlide kvaliteet vastas Bimbo, (2007) toorkalaõli soovituslikele väärtustele: PV 3-20 meq/kg, AV 4-60 ja TOTOX 10-60. Kilu puhul saadi kõige madalamad PV, AV ja TOTOX tulemused termiliselt eraldatud õlil. Sellist tendentsi on näinud ka autorite varasemad uuringud ja on seletatav suurema kokkupuutega hapnikuga hüdrolyüsil (Carvajal et al 2014b). Seevastu räime proovi korral, saadi madalamad PV ja TOTOX tulemused hüdrolyüsil, mitte termilisel töötlemisel. See näitab järjekordselt, et kilu ja räim on erineva koostisega (lipiidide küllastumatus ulatus, endogeensed prooksidandid ja antioksidandid) ning reageerivad erinevalt samadele töötlemistingimustele.

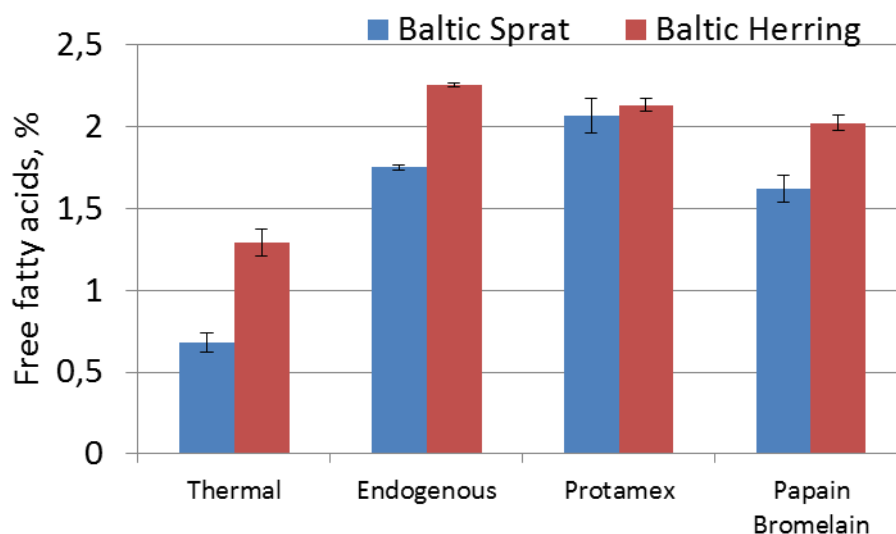


Joonis 53. Kalaõlide oksüdatiivne kvaliteet. Joonis A – peroksiidarvud, Joonis B – anisiidiniarvud, Joonis C – TOTOX. Õlid: Thermal – termilise ekstraktsiooniga eraldatud õli, Endogenous – hüdroliüüs kalatooraine enda endogeensete ensüümidega; Protamex ja Papain Bromelain – hüdroliüüs kommertsiaalste ensüümidega; Protamex või Papain ja Bromelaini segu. Tulemused on keskmised \pm SD

Kalaõlide ensümaatiline degradatsioon

Kalaõlide ensümaatilist degradatsiooni (lagunemist) mõõdetakse vabade rasvhapete (FFA – *free fatty acid*) sisalduse kaudu. Nagu oodata oli, madalaim FFA sisaldus oli termiliselt eraldatud õlides (Joonis 54). Hüdroliüütilisel töötlemisel saadud kõrgemad FFA tulemused on seletatavad pikema hüdroliüütilise töötlemisajaga (1 tund) keskmisel temperatuuril (50°C) võrreldes termilise ekstraktsiooniga (umbes 2 minutit kuumutamist mikrolaineahjus 95°C ja hoidmine keevas veevannis 10 minutit). Selletõttu toormaterjalis olevad lipaasid

degradeerivad kergelt õlisid hüdroliütilisel töötlemisel. Sarnased FFA sisaldused saadi nii kilu kui ka räime õlides. FFA sisaldused olid võrdlemisi madalad ja toorkalaõli normide piirides (Bimbo andmetel 1-7%, 2007).



Joonis 54. Kilu ja räime kalaõlide vabade rasvhapete sisaldus. Kus õlid: Thermal – termilise ekstraktsiooniga eraldatud õli, Endogenous – hüdroliüüs kalatooraine enda endogeensete ensüümidega; Protamex ja Papain Bromelain – hüdroliüüs kommertsiaalsete ensüümidega: Protamex või Papain ja Bromelaini segu. Tulemused on keskmised \pm SD

2.4.5.4 Kalavalgu hüdroliüsaadid

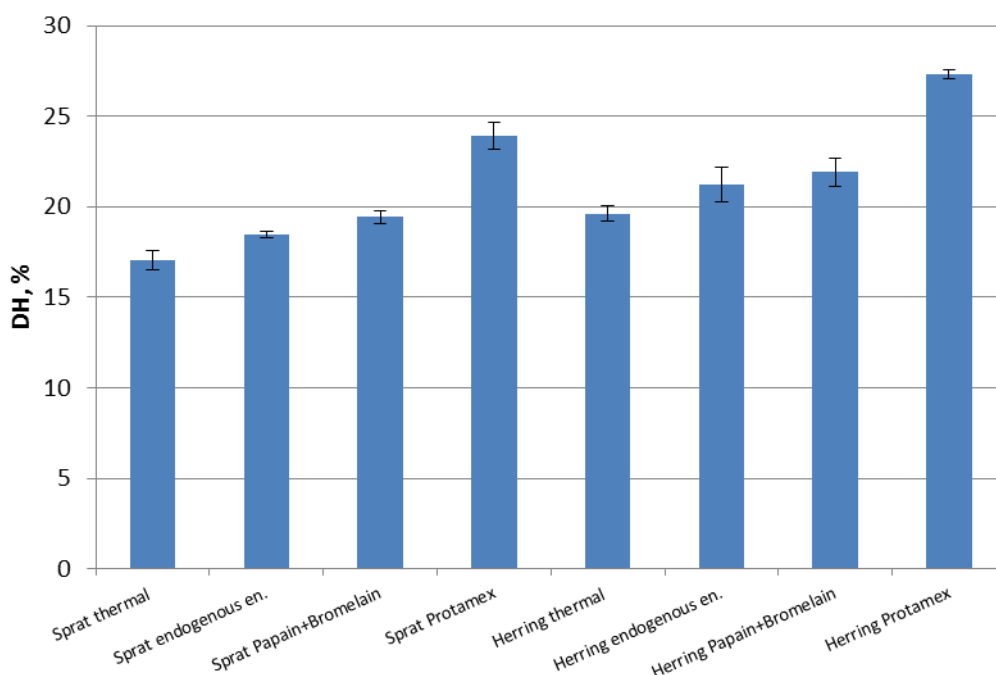
Hüdroliütilisel töötlemisel saadakse lisaks õlile ka kalavalgu hüdroliüsaadid (FPH – *fish protein hydrolysates*). Valgud moodustavad põhilise osa FPH fraktsioonist (**Tabel 26**), kuid vähesel määral jääb FPHsse ka lipiide. FPH lipiidide sisaldus oli kõrgem, kui kasutati endogeenseid ensüüme. Kuna merelise päritoluga lipiidid oksüdeeruvad kergesti, siis on vajalik, et lipiidide sisaldus hüdroliüsaadis oleks minimaalne. Järelikult, kui soovitakse kasutada meetodina endogeenseid ensüüme, siis on vajalik rakendada täiendavat tehnoloogilist etappi: näiteks lipiidide eemaldamine membraanidega.

Tabel 26. Kilust ja räimest eraldatud kalavalgu hüdroliüsaatide (FPH) keemiline koostis. Kus: Endogeensed – FPH toodetud toormaterjali endogeensete ensüümidega hüdroliüsil; Protamex ja Papain Bromelain – FPH toodetud kommertsiaalsete ensüümidega: Protamex või Papaini ja Bromelaini segu

Toormaterjal	Töötlemine	Lipiidid, %	Tuhk, %	Valk, % arvatud
Kilu	Endogeensed	4.3	16.3	79.4
	Protamex	1.2	8.3	90.5
	Papain + Bromelain	1.0	8.3	90.7
Räim	Endogeensed	4.3	13.1	82.5
	Protamex	1.3	11.6	87.1
	Papain Bromelain	1.1	10.1	88.8

Hüdrolüüsiaste (DH – *degree of hydrolysis*) näitab protsentuaalselt, kui palju peptiidsidemeid on lõhutud võrreldes valgu kogu peptiidsidemete arvuga (Adler-Nissen, 1979), ja see on üks tavalisemaid kvantitatiivseid mõõdikuid, mida kasutatakse valkude ja hüdrolüsaatide puhul ning kirjeldab proteiinide hüdrolüütilise degratsiooni ulatust. DH on üks tähtsamaid parameetreid, mida kontrollitakse valgu hüdrolüüsil ja kasutatakse lõpptoote (hüdrolüsaadi) kirjeldamisel. Peptiidsidemete hüdrolüüs põhjustab mitmeid muutusi amino- ja karboksüülrühmades, mis suurendab lahustumist. Valgu molekulaarkaal väheneb ja tertsiaarne struktuur lõhutakse, mis mõjutab valgu funktsionaalseid omadusi (Nielsen, 1997).

DH sõltub materjalist, protsessi tingimustest ja proteolüütilistest ensüümidest, mida kasutatakse valgu degradeerimiseks (lõhustamiseks). DH väärtus prognoositult kasvab läbi hüdrolüüsi protsessi, sõltudes ensüümide spetsiifilisusest ja aktiivsusest. Eeldatavasti keskmine peptiidahela pikkus on proportsionaalne DHga.



Joonis 55. Hüdrolüüsiaste (DH) kalaproovide (kilu ja räim) kaardistatud töötlemisviisidel – termiline: Sprat thermal, Herring thermal; endogeensed ensüümid: Sprat endogenous, Herring endogenous; kommertsiaalsed ensüümid: Papaiin ja Bromelain segu: Sprat Papain+Bromelain, Herring Papain+Bromelain; ja Protamex: Sprat Protamex; Herring Protamex. Tulemused on keskmised \pm SD

Esialgused kõrged DH väärtused: kilu 17.0 ja räim 19.6 (Joonis 55) on põhjustatud proteolüütilistest protsessidest, mis toimuvad kala säilitamisel ja töötlemiseks

ettevalmistamisel. See näitab, et endogeensed ensüümid on aktiivsed kuni momendini, mil toormaterjali temperatuur saavutab 70°C (ja rohkem) mille puhul ensüümid inaktiveeritakse. Räime esialgne kõrgem hüdroolüüsiaste võib olla tingitud kõrgemast endogeensest proteolüütilisest aktiivsusest, mida on leitud kudemiseelsetest kaladest (Perez-Borla, Roura, et al., 2002). DH kõrgemat väärtust võib mõjutada veel ka hüdroolüüsiaste määramise meetodika, kus kasutatakse formool tiitrimist. See meetod ei detekteeri ainult α -NH₂ grupe peptiididest, vaid ka teisi lämmastiku sisaldavaid ühendeid, mis võivad mõjutada lõpptulemust. Teada on, et räim ja kilu sisaldavad lämmastikuühendeid, mis ei pärine valkudest/peptiididest (Kjosbakken, 1970) ning need ühendid võivad tekitada konstantse taustamüra mõõtmistele.

DH kasv hüdroolüüsi ajas mõlema kala (kilu ja räime) kohta on toodud *Joonisel 55*. Hüdroolüüsi muster oli mõlema kala puhul sarnane. Ühetunnine hüdroolüüs endogeensete ensüümidega suurendas DH 1.4% (kilu) ja 1.6% (räim) võrreldes valgufraktsioonidele, mis saadi peale kilu ja räime termilist töötlust. Hüdroolüüs kommertsiaalsete proteaasidega suurendas DH veelgi rohkem. Hüdroolüüs Papaiini ja Bromelaini (50:50) seguga suurendas kilul 2.4% ja räimel 2.3%. Võrreldes hüdroolüüsiastet oli hüdroolüüs Protamexiga kõige tõhusam. Ühe tunni pikkune hüdroolüüs Protamexiga suurendas DH 6.9% ja 7.7% võrreldes valgu fraktsioonidega, mis saadi peale termilist töötlust, vastavalt kilul ja räimel. Seda oli näha hüdroolüüsi väljatulekus (*Tabel 23A* ja *Tabel 23B*).

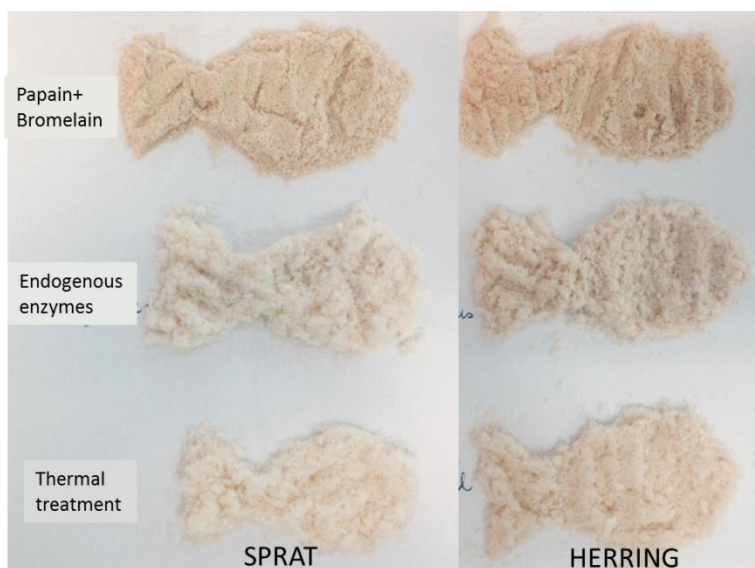
Toidu värvus on üks olulisemaid sensoorseid omadusi ja eriti selliste toorainete nagu valgühüdroolüüsiaste puhul (Francis, 1985), sest see võib potentsiaalselt mõjutada tarbijale pakutava lõpptoote värvust. Erinevad toormaterjalid põhjustavad värvi varieerumise (Sathivel, Bechtel, et al., 2003). Pruunide pigmentide moodustumine Maillardi reaktsioonil (Hoyle and Merritt, 1994, Sikorski, Pokorny, et al., 2008), aga ka töötlemise tingimused (Šližytė, Van Nguyen, et al., 2004), võivad samuti põhjustada ebasoovitavat värvust. Kõik kuivatatud valgufraktsioonid olid valkjas-hallikad pulbrid (*Pilt 2*).

Hüdroolüüsiastad, mis saadi kommertsiaalsete ensüümidega töötlemisel, olid veidi tumedamad, kui pulbrid, mis saadi termilisel ja endogeensete ensüümidega töötlusel. Seda tumenemist saab seletada sellega, et moodustus rohkem peptide, mis andsid suurema võimaluse pruunide ühendite tekkimiseks, sest väiksemad peptiidid moodustavad pruune pigmente kiiremini (Kim and Lee, 2009).

Hüdroolüüsiastad võivad muutuda tumedamaks moodustades pruune pigmente aldooli kondenseerumisest, mis on tingitud lipiidide oksüdeerumisest reageerimisel aluseliste Maillardi reaktsiooni produktidega. Moodustub karbonüül, mida kutsutakse ka mitteensümaatiliseks pruunistumiseks (Hoyle and Merritt, 1994, Kristinsson and Rasco, 2000, Sikorski, Pokorny, et al., 2008). Teada on, et pruunistumisreaktsioonid intensiivistuvad kuumutamisel (Calligaris, Manzocco, et al., 2004, Hoyle and Merritt, 1994, Sikorski, Pokorny, et al., 2008). Järelikult on olulised värvimuutused seotud termilise inaktiveerimise töötlemisetapiga, mida on vaja hoida kontrolli all, kui värvus on lõpptoote puhul oluline parameeter.

Mitmed erinevad teadusuuringud on näidanud, et erinevate ensüümide kasutamine võib mõjutada maitseomadusi nagu näiteks lõpptoote kibedust (Dauksas, Slizyte, et al., 2004, Duan, Wang, et al., 2010, Jin, Wu, et al., 2012). Mitmed teised uuringud on näidanud, et Papaiini ja Bromelaini (50:50) kombinatsioon heeringa töötlemisjääkide hüdroolüüsil andis vähem kibedust hüdroolüüsiastale kui Alcalasiga hüdroolüüs (Slizyte, Carvajal, et al., 2014,

Slizyte, Grimsmo, et al., 2011). Käesolevas uuringus ei analüüsitud eraldatud valgufraktsioonide maitset ega kibedust.



Pilt 2. Kuivatatud valgu/hüdrolüsaadi pulbrid, mis saadi termilisel – Thermal treatment; endogeensete ensüümidega – Endogenous enzymes; kommertsiaalsete ensüümidega: Papaiini ja Bromelaini (50:50) seguga – Papain+Bromelain

2.4.5.5 Tahke fraktsioon

Sarnaselt toormaterjalile oli veidi kõrgem lipiidide sisaldus kilu tahkes fraktsioonis võrreldes räime tahke fraktsiooniga (vt keemiline koostis **Tabel 27A** ja **Tabel 27B**). Samas ei olnud lipiidide sisaldus tahkes fraktsioonis mõjutatud erinevatest töötlemismeetoditest kummagi toormaterjali puhul. Tahke fraktsiooni lipiidide rasvhappeline koostis (**Tabel 28A** ja **Tabel 28B**) ning lipiidid toormaterjalis olid sarnased. Seevastu tahke fraktsiooni lipiidides oli veidi vähem monoküllastumata rasvhappeid ja veidi rohkem DHA võrreldes õli fraktsiooniga, mis oli saadud samal töötlemismeetodil kilust või räimest. DHA suuremat sisaldust tahke fraktsiooni lipiidides leidis ka Carvajal (2014) ja seletas posfolipiidide juuresolekuga. Järelikult on tahke fraktsioon väärtuslik valguallikas, aga ka hea DHA ja fosfolipiidide allikas.

Tabel 27A. Kilu tahke fraktsiooni koostis. Kus: Thermal – termilise ekstraktsiooniga eraldatud tahke fraktsioon; Endogenous – hüdrolüüs kalatooraine enda endogeensete ensüümidega; Protamex ja Papain Bromelain – hüdrolüüs kommertsiaalsete ensüümidega: Protamex või Papain ja Bromelaini segu. Tulemused on keskmised \pm SD

Töötlus	Tuhk, %	Lipiidid, %	Valk, % (arvutuslik)
Thermal	8.3 \pm 0.6	31.3 \pm 0.4	60.4
Endogenous enzymes	7.9 \pm 0.4	32.2 \pm 0.3	60.0
Protamex	7.5 \pm 2.0	30.2 \pm 0.9	62.3
Papain + Bromelain	3.4 \pm 1.0	34.3 \pm 0.4	62.3

Tabel 27B. Räime tahke fraktsiooni koostis. Kus: Thermal – termilise ekstraktsiooniga eraldatud tahke fraktsioon (2.3.1), Endogenous – hüdroliiis kalatooraine enda endogeensete ensüümidega (2.3.2); Protamex ja Papain Bromelain – hüdroliiis kommertsiaalsete ensüümidega: Protamex või Papain ja Bromelaini segu, (2.3.2). Tulemused on keskmised \pm SD

Töötlus	Tuhk, %	Lipiidid, %	Valk, % (arvutuslik)
Thermal	9.3 \pm 2.6	24.8 \pm 0.7	65.9
Endogenous enzymes	7.9 \pm 1.1	29.6 \pm 0.6	62.5
Protamex	5.7 \pm 2.0	28.7 \pm 0.3	65.6
Papain + Bromelain	6.5 \pm 1.3	29.1 \pm 0.9	64.3

Tabel 28A. Kilu tahke fraktsiooni rasvhappeline koostis. Kus: Thermal – termilise ekstraktsiooniga eraldatud tahke fraktsioon (2.3.1), Endogenous – hüdroliiis kalatooraine enda endogeensete ensüümidega (2.3.2); Protamex ja Papain Bromelain – hüdroliiis kommertsiaalsete ensüümidega: Protamex või Papain ja Bromelaini segu, (2.3.2). Tulemused on keskmised \pm SD

Rasvhapped, %	Thermal	Endogenous	Protamex	Papain + Bromelain
SA				
C14:0	4.0 \pm 0.0	4.2 \pm 0.0	3.9 \pm 0.0	4.0 \pm 0.0
C16:0	22.8 \pm 0.1	23.0 \pm 0.0	22.8 \pm 0.1	23.0 \pm 0.2
C18:0	2.6 \pm 0.0	2.6 \pm 0.0	2.6 \pm 0.0	2.6 \pm 0.0
Summa SA	30.9 \pm 0.1	31.2 \pm 0.0	30.7 \pm 0.1	31.1 \pm 0.2
MUFA				
C16:1 n 7	5.2 \pm 0.0	5.2 \pm 0.0	5.0 \pm 0.0	5.0 \pm 0.0
C18:1n11+n9	28.2 \pm 0.0	29.0 \pm 0.1	26.8 \pm 0.2	27.4 \pm 0.1
C18:1n7	2.6 \pm 0.0	2.7 \pm 0.0	2.6 \pm 0.0	2.7 \pm 0.1
Summa mono	38.9 \pm 0.0	39.7 \pm 0.2	37.2 \pm 0.3	37.8 \pm 0.2
PUFA				
C18:2n6	3.5 \pm 0.0	3.6 \pm 0.0	3.5 \pm 0.0	3.5 \pm 0.0
C18:3n3	3.10.0	3.3 \pm 0.0	3.1 \pm 0.0	3.2 \pm 0.0
C18:4n3	2.0 \pm 0.0	2.2 \pm 0.0	2.1 \pm 0.0	2.0 \pm 0.0
C20:5n3	7.4 \pm 0.0	7.0 \pm 0.1	7.8 \pm 0.0	7.5 \pm 0.1
C22:6n3	11.0 \pm 0.1	9.8 \pm 0.0	12.5 \pm 0.1	11.7 \pm 0.3
Summa polü	30.2 \pm 0.0	29.0 \pm 0.2	32.1 \pm 0.2	31.0 \pm 0.4

Tabel 28B. Räime tahke fraktsiooni rasvhappeline koostis. Kus: Thermal – termilise ekstraktsiooniga eraldatud tahke fraktsioon (2.3.1), Endogenous – hüdroliiis kalatooraine enda endogeensete ensüümidega (2.3.2); Protamex ja Papain Bromelain – hüdroliiis kommertsiaalsete ensüümidega: Protamex või Papain ja Bromelaini segu, (2.3.2). Tulemused on keskmised \pm SD

Rasvhapped, %	Thermal	Endogenous	Protamex	Papain + Bromelain
SA				
C14:0	4.9±0.0	5.2±0.1	5.0±0.0	4.6±0.0
C16:0	22.3±0.0	23.2±0.3	23.4±0.0	22.9±0.1
C18:0	2.2±0.0	2.2±0.0	2.2±0.0	2.2±0.0
Summa SAT	31.4±0.0	31.9±0.3	32.0±0.1	31.2±0.0
MUFA				
C16:1 n 7	5.0±0.0	5.2±0.1	4.9±0.0	5.0±0.0
C18:1n11+n9	21.6±0.1	21.4±0.3	21.1±0.1	20.5±0.1
C18:1n7	3.0±0.0	3.2±0.0	3.2±0.0	3.1±0.0
Summa MUFA	33.2±0.1	33.3±0.3	32.7±0.1	32.0±0.1
PUFA				
C18:2n6	4.9±0.0	5.1±0.0	5.0±0.0	4.6±0.0
C18:3n3	3.1±0.0	3.3±0.0	3.1±0.0	3.2±0.0
C18:4n3	2.0±0.0	2.2±0.0	2.1±0.0	2.1±0.0
C20:5n3	8.1±0.0	8.0±0.1	8.1±0.0	8.6±0.0
C22:6n3	13.7±0.0	12.5±0.1	13.7±0.1	14.9±0.0
Summa PUFA	35.4±0.1	34.8±0.0	35.3±0.2	36.9±0.1

2.4.6 Teoretiline hinnang võimalikele turgudele ja tootmistehnoloogiatele

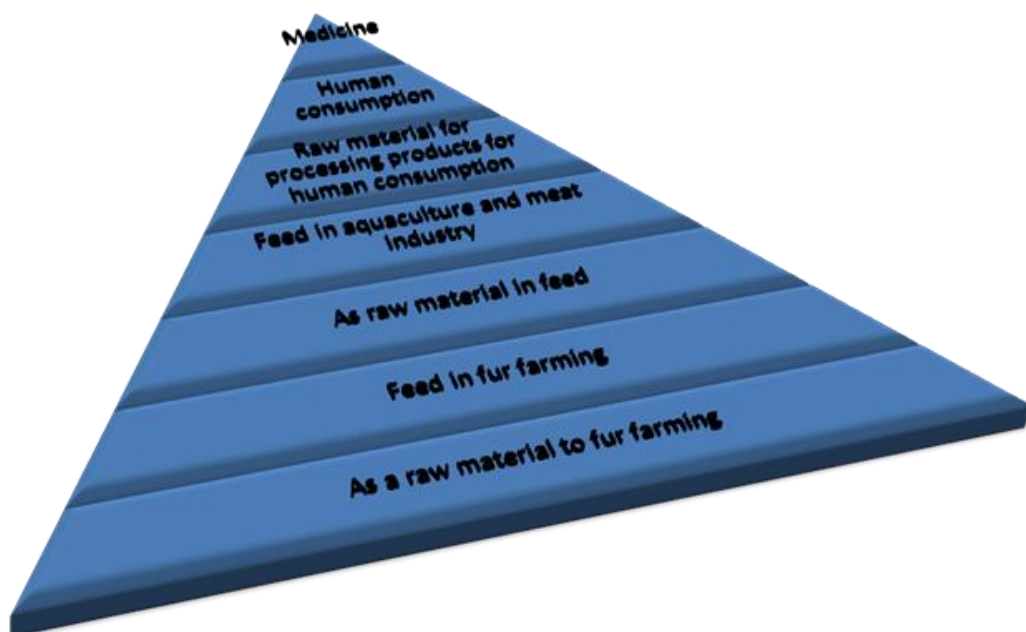
Sisenemaks edukalt turule on vajalik, et toodetud valgud, õli ja tahke fraktsioon vastaks kliendi ja turu nõuetele. Turu nõuded on erinevad vastavalt sellele, kas toode läheb müügiks inimotstarbeks või söödaotstarbeks. Samamoodi sõltub toote hind segmendist, kus toodet turustatakse (vt *Joonis 56*).

Kalaõli müügiargumendiks on omega-3 rasvhapped, oksüdatiivne olukord ja saasteainete sisaldus. Kõige kõrgemat hinda saab õlide eest meditsiinisektoris (*Joonis 56*), mis eeldab väga põhjalikke uurimustöid ja tootearendust. Õli hind, millest toodetakse inimotstarbeks omega-3 kontsentrante, aga mis on ka koostis komponent vesiviljeluse söödale, on hetkel umbes 2000 dollarit/tonn. Kalaõli hind sõltub omega-3 sisaldusest ja kvaliteedist. Kalaõli, mis sisaldab rohkem omega-3, on kallim. Hetkel räägitakse, et kalaõlid EPA/DHA sisaldusega üle 30% maksavad umbes 2000 dollarit/tonn. Madalama EPA ja DHA kalaõlid nagu kilu (umbes 18%) ja räim (umbes 21%) võivad maksta 50-60% turuhinnast, põhinedes ainult EPA ja DHA sisaldusele. Põhinedes käesoleva uuringu tulemustele kilu ja räime kohta, saab teha mõningaid järeldusi.

Käesolevas uuringus määratud kalaõli koostis näitab, et õli ei sisalda piisavalt omega-3 rasvhappeid, et sobida otseselt inimtarbimiseks. Seevastu kalaõlisid saab kasutada tootmaks kalaõli kontsentrante, aga nende hind oleks madalam kui Lõuna-Ameerikas toodetud õlidel, sest need sisaldaksid vähem EPA ja DHA kui Lõuna-Ameerikas toodetud kontsentrandid. Lisandub veel asjaolu, et Norra töötlemistehastel ei ole valmis tootmisparameetreid tootmaks kontsentrante sellise koostisega kalaõlist ning on vaja teha täiendavad uuringud ja tootearendust. Samas on toimumas muutus kalaõli töötlemise turul, sest Lõuna-Ameerikas ollakse huvitatud kontsentrantide tootmisest. Seega Norra kalaõli

töötlevad ettevõtted on huvitatud uute kalaõli allikate leidmisest. See tendents võib viia teistest allikatest pärit kalaõli nõudluse üles, mis annab võimaluse kohalikule toorainele Põhja-Euroopast, mh näiteks kilule ja räimele. Lisaks on võimalik kilu ja räime õli kasutada sööda koostis komponendina. Vesiviljeluses on samuti kasvav nõudlus kalaõlide järgi.

Kokkuvõtteks võib öelda, et hetkel leiavad õlid kilust ja räimest tõenäoliselt rakenduse söödatööstuses. Võttes arvesse vajaduse uute ressursside järele nii vesiviljeluses kui ka inimotstarbelistes toodetes, võivad need turud olla tulevikuperspektiiviga, kui täiendavad uuringud on teostatud. Kindlasti on vajadus täiendava dokumentatsiooni järgi nii õli kvaliteedi osas, kuid eriti saasteainete kohta.



Joonis 56. Hinnapüramiid koostisainetele: madalaim püramiidi põhjas, tõuseb tipu suunas (Sintef raport, Lisa 1)

Kalavalgu tooted on kõrgeima hinnaga turul on umbes 2700 dollarit/tonn. See on põhjustatud Peruu ebastabiilsest kalandusest. Oodata on, et see hind muutub. Kalavalkude hind muutub sarnaselt kalaõli hinnale. Mida kõrgemal püramiidis, seda kõrgem hind (**Joonis 6**). Kilu ja räime valgufraktsioonide hind sõltub suuresti võimekusest koostada dokumentatsioon, mis näitab madalat saasteainete sisaldust. Sellist dokumentatsiooni on vaja nii inimotstarbeks kui ka sööda toodete jaoks. Edukaks sisenemiseks kalavalgu hüdrolysaatidega toidu lisaainete turule on vaja lahendada kaks põhilist probleemi: 1) hea sensoorne kvaliteet, stabiilsus ja toodete ühtsus peavad olema garanteeritud (Thorhildsen et al., 2009) ja 2) tervisealaste väidete dokumentatsioon ja verifikatsioon peab olema saadaval. Valkude põhiline müügiargument on toiteväärtuslikud omadused nagu näiteks aminohappeline koostis ja peptiidide suurus. Hind sõltub valgu sisaldusest, aminohappelisest koostisest ja seaduvusest. Selleks, et müüa valguhüdrolysaate kilust ja räimest, on vaja hankida ja ette valmistada vastav informatsioon. Lisaks eelpoolmainitud omadustele, on kalavalkudest saadud peptiidid näidanud antioksidatiivseid omadusi

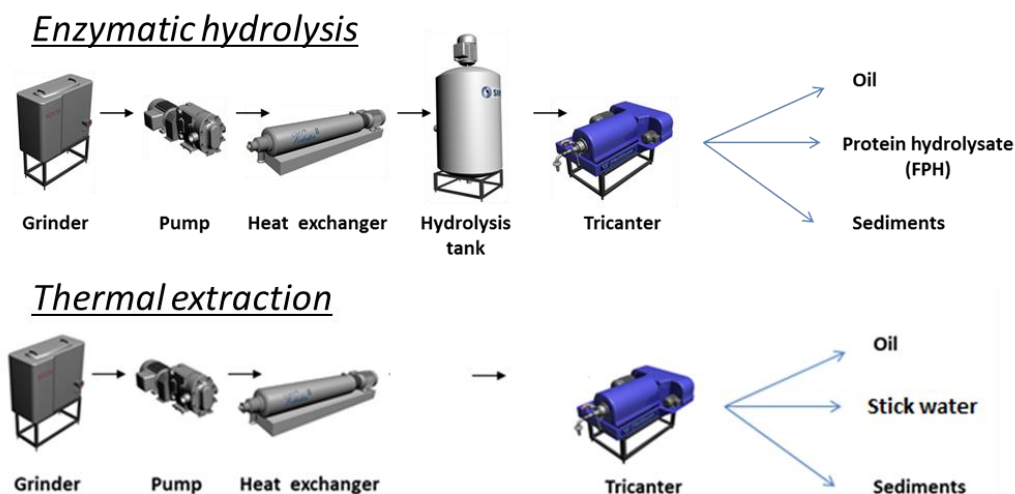
erinevates oksüdatsiooni testsüsteemides (Kristinsson, 2007, Samaranyaka and Li-Chan, 2008, Slizyte, Carvajal, et al., 2014, Slizyte, Mozuraityte, et al., 2009). Valgufraktsioonide sensorset kvaliteeti mõõdetakse värvi ja maitse järgi ning see peab olema aktsepteeritav tarbijagruppidele, selleks et siseneda edukalt turule (Kristinsson and Rasco, 2000, Thorkelsson and Kristinsson, 2009). Lisaks tuleb kasuks kalavalkude tervisealaste väidete tõestamine, mis annab parema müügihinna ja võimaldab lihtsamalt siseneda tervisetootude turule.

Kokkuvõttes võib kilu ja räime hüdrolüsaatide sisenemist inimotstarbelisele turule lugeda pikaajaliseks projeketiks, sest on vaja teostada täiendavaid uuringuid.

Tahke fraktsioon (kalajahu), mis saadakse peale kalaõli ja kalavalgu hüdrolüsaatide eraldamist, leiab tavaliselt kasutust sööda (kala- ja loomasööda) tootmisel. Tahke fraktsioon sisaldas suhteliselt palju EPA ja DHA, mis teeb sellest hea tooraine kalajahuks lõhesööda tootmisel. See valdkond on kasvav, sest kasvuteel on kogu vesiviljelussektor. Tänapäevane hind kuivale kalajahule on umbes 1500 dollarit/tonn. Nagu ka valgu ja õli fraktsiooni puhul, Läänemere halva kuulsuse tõttu, on vajalik saasteainete sisalduse hindamine.

Üheks võimaluseks on kasutada käesolevas uuringus kaardistatud õlisid, valke/peptiide ja tahket fraktsiooni, sellisena söödana nagu see on karusloomakasvatustes, võib-olla Soomes, Taanis või Norras. Tööstused otsivad uusi ja odavamaid valgutooraineid, sest valgu hinnad on suhteliselt kõrged. Tööstused otsivad valgutooraineid hinnaga 700-110 dollarit/tonn. Kuna Läänemeres on saastunud mere maine, peavad nii inimotstarbeliste kui ka sööda komponentide tootjad sisenema turule väga hea dokumentatsiooniga, mis tõestab toodete ohutust ja tervislikkust.

Põhilised **tehnoloogiad**, mida kasutatakse kalaõli tootmiseks, on termiline ekstraktsioon ja ensümaatiline hüdrolüüs. Kui viia läbi ensümaatilist hüdrolüüsi, saadakse ühtlasi ka kalavalgu hüdrolüsaadid. Olemaks fleksibiilne ja reageerima lihtsalt turu vajadustele, on võimalik konstrueerida tehas, mis koosneb erinevatest tootmiseseadmetest, mis võimaldavad läbi viia mõlemat eelpoolnimetatud protsessi. Mobiilsed ühendused võimaldavad viia läbi tootmist ja toota erinevaidprodukte vastavalt turu/klientide vajadustele. Mobiilse tootmisüksuse näide on SeaLab konteiner: disainitud ja ehitatud SINTEF Fisheries and Aquaculture, Norras (*Joonis 57*). Ettevõtteid, näiteks Westfalia (<http://www.westfalia-separator.com/home.html>) saab kaasata sellise tehase konstrueerimisse.



Joonis 57. Lihtsustatud tehnoloogiline skeem mobiilses tootmisüksuses, kus on võimalik läbi viia ensümaatilist hüdrolyüüsi või termilist ekstraktsiooni (Sintef raport, Lisa 1)

Kõige vastupidavamad orgaanilised saasteained (POPs) ja raskemetallid jõuavad õhku või vette tööstusliku tootmise toodete, kõrvaltoodete/-jääkidenä või need jõuavad otse maasse (nt. pestitsiidid). Kõige levinumad näited nendest ühenditest on polüklooritud dibenso-p-dioksiinid (PCDD) ja dibensofuraanid (PCDF), polüklooritud difenüülid (PCB), polütsükliilised aromaatsed ühendid (PAH), organokloori pestitsiidid (OCP), polübroomitud difenüüleetrid (PBDE), heksabromo tsükloodekaanid (HBSD) ja metallid nagu nt As, Cu, Cd, Zn, Pb ja Hg. Mitmed uuringud on näidanud nende saasteainete märkimisväärseid sisaldusi (eriti dioksiinide, PCBd ja raskemetallid) erinevates kommertsiaalsetes liikides (<http://www.ecosystemdata.ices.dk>). Mitmed nendest uuringutest on läbi viidud väga saastunud piirkondades nagu Läänemeri ja Põhjameri (Kiviranta et al, 2003, Szlinder-Richert et al, 2010).

Väheväärtusliku kala ja jäätmete jätkusuutlik majandamine ning täiendav rakendamine nõuab nende saasteainete sisalduse hindamist. Sellist hindamist on vaja, sest kõige soovitatavam kalaõli ja kalajahu kasutusala on inimotstarbeks. Reguleerimaks saasteainete sisaldust söödas on EL kehtestatud maksimaalsed piirnormid dioksiinide ja dioksiinilaadsete PCBdele kalasöödale (EC, 2006a) ja kalale ning kalatoodetele (EU, 2006b).

Kalaõlist, mida kasutakse söödada tootmiseks, on võimalik eraldada saasteained ilma õli toiteväärtust vähendamata. Saasteainete tehnoloogiate uuringud ja tootearendus on viimastel aastatel saanud väga tähtsaks, sest turg nõuab dekontamineeritud kalasööda tooteid. Enamus saasteainete uuringuid on keskendunud POPide (dioksiinid ja dioksiinilaadsed ühendid) vähendamisele/eemaldamisele kalaõlist. Vähem on tegeletud kalajahu ja hüdrolysaatidega. Võttes arvesse saasteainete lipofiilse iseloomu, ei tohiks nende sisaldus sellistes valgulistest toodetes olla probleem.

Kalaõli rafineerimisel on kõige tähtsam saasteainete eemaldamine ilma, et toiteväärtuslike oluliste ühendite sisaldus väheneks ja õli ei oksüdeeruks. Kalaõli rafineerimisel on vähenenud mõnda tüüpi saasteainete sisaldus. Toorkalaõli rafineeritakse, et vähendada vabade rasvhapete, metallioonide ja pigmentide sisaldust. Eriti hästi aitab doodoriseerimise etapp (auruga destillatsioon kõrgel temperatuuril ja vaakumis), mis põhjustab lenduvate ühendite (pestitsiidid) ja PCBde vähenemise (Hilbert et al, 1989).

Teiste ühendite eemaldamiseks on vaja kasutada teisi meetodeid. Enamus tänapäevaseid efektiivseid eraldustehnoloogiad kasutavad polaarset adsorbenti (nagu näiteks aktiivsüsi), destillatsiooni protsessi, ekstaktsiooni protsessi või nende kombinatsioone. Detailsem kirjeldus erinevatest meetoditest on saadaval: Antelo et al, 2012 and the PhD thesis of Åge Oterhals; "Decontamination of persistent organic pollutants in fishmeal and fish oil. Process optimization and modeling".

Vähem rõhku on pandud kalajahu ja kalavalgutoodete puhastamise alternatiividele, ilma toiteväärtust vähendamata. Mõned meetodid, mida on katsetatud on kirjeldanud Antelo jt., 2012.

Kokkuvõttes saab soovitada, et õlidele, kalavalgu hüdroolüsaatidele ja kalajahule tehakse ELi poolt nõutud saasteainete analüüsid. See hõlmab põhiliselt POP ja metalle, mida mainiti eelpool. Kui valkude raskemetallide analüüs ei ole nõutud, siis soovitame selle siiski läbi viia. Kui Läänemeres on veel muid saasteaineid, mis on hästi teada, kuid millele ei ole norme kehtestatud, siis soovituslik oleks ka need analüüsid läbi viia. Põhjalikud toiduohutuse alased teadmised teevad otsustamise kilu- ja räimetoodete tuleviku üle lihtsamaks.

2.4.7 Järeldused

Kilu ja räime rasvasisaldus oli 12,8% ja 9,7%. Räum sisaldas polüküllastumata rasvhappeid (PUFA) 29,1% ja kilu 23,8% kogu rasvhapetest. On teada fakt, et kalatooraine kõrge kvaliteet on kriitiline tootmaks kõrge kvaliteediga kalaõlisid. Räumel oli suurem peroksiid arv (PV), anisidiin arv (AV), TOTOX ja vabade rasvhapete (FFA) sisaldus kui kilus. See on seletatav räime suurema polüküllastumata rasvhapete sisaldusega, mis oksüdeeruvad kergesti. Mõlemate kalade lipiidide kvaliteet vastas toorkalaõli normidele: peroksiid arv 3-20 meq/kg, anisidiin arv 4-60, Totox 10-60 ja vabad rasvhapped 1-7%. Järelikult on teoreetiliselt võimalik külmutatud räime ja kilu kasutada toorainena kalaõli tootmiseks.

Õlitootmisel testiti nelja meetodit: termiline töötlus ja hüdroolüüs endogeensete ensüümidega või kommertsiaalselt saadaolevad proteaasid: Protamex ja Papaiini ja Bromelaini segu. Kilust oli õli väljatulek palju suurem kui räumest. Ensümaatiline hüdroolüüs Papaiini ja Bromelaini seguga andis mõlema tooraine puhul suuremad õli väljatulekud. Töötlemistehnoloogiad ei mõjutanud kalaõlide rasvhappelist koostist. Võrreldes räumega, sisaldas kilust eraldatud õli vähem DHA rasvhapet (mis on oluline kalaõli müügiargument), nii nagu kilu toormaterjalgi. Kuigi kilust eraldatud õpi PUFA sisaldus on veidi madalam kui räumest eraldatud õlis, on kilu õli väljatulek suurem. Järelikult kilu kasutamine kalaõli toormaterjaliks peaks olema kasumlikum. Parima kvaliteediga oli termilisel töötlusel saadud õli. Samas erinevus termiliselt ja ensümaatiliselt ekstraheeritud õlide vahel ei olnud suur ja väärtused jäid toorkalaõli normi piiridesse. Selleks, et otsustada, milline töötlemismeetod on kasumlikum, on tootjal vajalik otsustada, kas õli kvaliteet, koostis või väljatulek on olulisim faktor turustamisel ja mõjutab kasumlikkust.

Hüdroolüütilisel töötlemisel saame lisaks suuremale õli väljatulekule ka valguhüdroolüsaadid. Valguhüdroolüsaatide väljatulek on olulisim faktor kasumlikkuse määramisel. Sellest vaatepunktist oli kõige efektiivsem Protamax: selle ensüümi lisamine andis kõige suurema FPH väljatuleku ja suurima hüdroolüüsiastme. Papaiini ja Bromelaini seguga hüdroolüüs andis veidi madalama FPH väljatuleku, kuid Papaiini ja Bromelaini segu

(50:50) võib anda vähem kibedaid hüdroolüsaate, mis on samamoodi oluline turule sisenemise faktor, ja seda eriti inimotstarbeks mõeldud toodetel. Järelikult on vaja arvestada nii FPH väljatulekut kui ka omadusi (sensoorsed omadused), et leida optimaalne hüdroolüüsimeetod konkreetsele toorainele. Õli ekstarheerimisel tekib ka lahustumatu ehk tahke fraktsioon (kalajahu). Tavaliselt tahke fraktsioon müüakse söödaturul. Tahke fraktsiooni keemilist koostist ei mõjutanud töötlemistehnoloogiad ega toormaterjal. Järelikult mõlemad toorained ja kõik töötlemistehnoloogiad sobivad tahke fraktsiooni tootmiseks.

Kilu ja räime õli ja valgufraktsioonid saab turustada söödaturul, sest vesiviljelussektor on kasvav ja nõudlus uute omega-3 toorainete järgi on olemas. Inimtarbimiseks mõeldud toodete turule sisenemine võib olla võimalik tulevikus, mil on teostatud täiendavad uuringud. Selleks et olla valmis turu muutuvaks nõudluseks, on võimalik lahendus erinevaid tehnoloogiad kasutada võimaldava tootmisliini hankimine. Lõplike otsuste tegemiseks on vajalik hinnata tehnoloogiliste protsesside tasuvust.

2.4.8 Kokkuvõte

Erinevate töötlemisviiside (**termiline**, endogeensed ensüümid, kommertsiaalsed ensüümid) võrdlemine näitas, et **parima kvaliteediga kalaõli** saadi termilise ehk kõrgel temperatuuril töötlemisega. Samas erinevus termiliselt ja ensümaatilisel eraldatud õlide vahel ei olnud suur ja väärtused jäid toorkalaõli normide piiridesse.

Ensümaatilisel töötlemisel oli **suurem õli väljatulek** kui termilisel töötlemisel ning lisaks saadi ka toode valgühüdroolüsaadid. Valgühüdroolüsaatide väljatulek on olulisim faktor kasumlikkuse määramisel, kuid on vaja arvestada ka valgühüdroolüsaatide sensoorseid omadusi, et saada hea maitsega valgühüdroolüsaadid.

Käesolevas uuringus määratud kalaõli koostis näitab, et **õli ei sisalda piisavalt omega-3** (kilu u 18% ja räim u 21%), et sobida otseselt inimtarbimiseks. Kilu ja räime õlisid saab kasutada tootmaks **kalaõli konsentraate**, kui teha täiendavat **tootearendust** ning määrata just sellele toormaterjalile sobivad tootmisparameetrid.

Kalajahu keemilist koostist ei mõjutanud töötlemisviisid ega toormaterjal. Järelikult mõlemad toorained – kilu ja räim ning **kõik töötlemisviisid sobivad** kalajahu tootmiseks.

Kilu ja räime õli, kalajahu ja valgühüdroolüsaate saab hetkel turustada söödaturul, sest vesiviljelussektor on kasvav ja on suur nõudlus uute omega-3 toorainete järgi. Inimtarbimiseks mõeldud toodete turule sisenemine võib olla võimalik tulevikus, kui on teostatud täiendavad uuringud toodete kvaliteedi, stabiilsuse, toiteväärtuse ja omastatavuse ning saasteainete sisalduse kohta.

Selleks, et otsustada, milline töötlemismeetod on Eestile kasumlikum, on vajalik otsustada, kas õli, kalajahu ja valgühüdroolüsaatide kvaliteet, koostis või väljatulek on olulisim faktor turustamisel.

3 Kala valgu- ja rasvatoodete turuülevaade, tootmisliinide lähteülesanne ja tootmisliinide projektid

Kala koostises on kaks tähtsat komponenti: valgud ja rasvad. Kalast toodetud tooteid saab jagada valgupõhisteks ja rasvapõhisteks toodeteks. Valgupõhised tooted on: kalajahu, kalavalgu konsentraadid ja kalavalgu hüdroolüsaadid. Rasvapõhised tooted on: kalaõli, rafineeritud kalaõli, EPA ja DHA kalaõlid ja oomega-3 kalaõlid.

Kalavalgu ja kalarasva tooted saab omakorda jagada tavatoodeteks ja lisandväärtusega toodeteks. Tavatooded on näiteks kalajahu ja kalarasv, mille kvaliteet on kõikuv. Lisandväärtusega tooted on kõrge toiteväärtusega ja bioaktiivsete komponentidega kalavalgu ja kalarasva tooted. Mida värskemast ja parema kvaliteediga toormaterjalist toodetakse kalavalgu ja kalarasva tooteid, seda parema kvaliteediga ja kõrgema lisandväärtusega need on.

3.1 Kalavalgu tooted

3.1.1 Kalajahu

Kalajahu saab kirjeldada kui tahket toodet, mis saadakse kalast või kalatootmise kõrvalproduktidest vee ja osaliselt või täielikult ka rasva eraldamise teel. Kalajahu turustatakse tavaliselt pulbri kujul ja kasutatakse tavaliselt süüa koostises kana- ja seakasvatuses ning vesiviljeluses (FAO). Kalajahu koostis sõltub nii kasutatavast toorainest kui ka tootmistehnoloogiast. Kalajahu, mis on valmistatud rasvasest kalast nagu heeringas, sisaldab umbes 71 protsenti valku, 9 protsenti rasva, 8 protsenti vett ja 12 protsenti mineraalaineid. Kalajahu ei ole väärtuslik ainult oma kõrge valgusisalduse tõttu, vaid ka selle tõttu, et temas sisalduv valk on väga kvaliteetne. Valgu kvaliteedi all mõeldakse, et aminohapped, millest kalajahu valk koosneb, on just õiges vahekorras loomasöödaks või inimtoiduks.

3.1.2 Kalavalgu konsentraadid (KVK)

Kalavalgu konsentraadid (KVK) tähistavad tavaliselt kalajahu, mis on mõeldud inimestele. Kalavalgu konsentraadid toodetakse lahustitega ekstraheerimise meetoditel, mis ei hüdroolüüsi (lagunda) natiivset kalavalku.

3.1.3 Kalavalgu hüdroolüsaadid

Kalavalgu hüdroolüsaadid saadakse kalavalgu ensümaatilise töötlemise teel väiksemateks peptiidideks. Tavaliselt koosnevad kalavalgu hüdroolüsaadid väikestest peptiididest, mis sisaldavad 2-20 aminohapet. Selliseid kalavalgu hüdroolüsaate toodetakse natiivse kalavalgu ensümaatilise lagundamise teel. Valkude hüdroolüüsimine lõhustab valgud ja peptiidid väiksemaks ning seetõttu on hüdroolüsaadid organismile väga kergesti omastatavad aminohappeid sisaldavad tooted.

Kala ja kalatootmise kõrvalproduktide hüdroolüüsil on peamine eesmärk eraldada võimalikult suur hulk väärtuslikke valke ning saada maksimaalse kvaliteediga toode. Kalavalkude hüdroolüüsi saab läbi viia autolüütilise protsessina ja ka kiirendatud

hüdrolüüsiga. Kalavalgu kontrollitud hüdrolüüsimiseks on vaja arvestada paljude erinevate teguritega. Kindlasti on oluline õige ensüümi valik, sest erinevad ensüümid on erineva spetsiifikaga ja nendega on võimalik toota erinevate omadustega tooteid, millel on samuti erinevad keemilised ja funktsionaalsed omadused (Kristinsson, 2002). Kui toormaterjal sisaldab palju rasva, siis on õige ensüümi valimine eriti oluline. Lõpptootesse jäänud rasvad võivad põhjustada kalavalgu hüdrolüsaadi kvaliteedi halvenemise (Kristinsson, 2000). Kalavalgu hüdrolüsaatidel on väga hea aminohappeline koostis ning funktsionaalsed omadused ja neid kasutatakse nii inimestele kui ka loomadele toodete tootmiseks (Neklyudov, Ivankin, & Berdutina, 2000). Kuna kalaliikidel on erinevad koostised, siis on vajalik läbi viia spetsiifilised hüdrolüüsimise tehnoloogia katsed.

Kalanaha valgu hüdrolüsaadid

Kalanahk, mis on kalatootmise kõrvalprodukt, on hea želatiini ja kollageeni allikas. Mitmed uuringud on näidanud, et kalanahk on potentsiaalne allikas kalavalgu hüdrolüsaatide tootmiseks. Kollageeni ja želatiini kasutatakse farmaatsia-, kosmeetika ja toidutööstuses.

Kalapea valgu hüdrolüsaadid

Kalakäitlemisettevõtetes tekib märkimisväärsel hulgal kalapäid, mis on väga valgurikkad. Uurimustööde käigus on näidatud erinevate kalaliikide kalapeadest valguhüdrolüsaatide valmistamise võimalikkust.

Kalaliha valgu hüdrolüsaadid

Kala tumedate lihaste kasutamine on komplitseeritud, sest nad on väga altid oksüdeeruma ja seetõttu tekivad kõrvalmaitset. Tavaliselt toodetakse sellisest toorainest väikese lisandväärtusega tooteid. Selline tooraine on aga suure potentsiaaliga ning neist on võimalik toota kõrge lisandväärtusega valgu hüdrolüsaate.

Kala sisikonna valgu hüdrolüsaadid

Kala sisikond, mis on kalatootmise kõrvalprodukt, on potentsiaalne valguallikas, millest saab toota kalavalgu hüdrolüsaate, mis võivad sobida oma omadustelt teatud tööstuslikeks funktsioonideks.

Kala selgroo ja luude valgu hüdrolüsaadid

Kala selgroog moodustab märkimisväärse osa tööstuslikest kõrvalproduktidest ning sisaldab umbes 30% valku.

Kalavalgu hüdrolüsaatide kasutamise võimalused

- Kalavalgu hüdrolüsaadid on väga paljulubavad tooted, sest neid on võimalik kasutada erinevate toodete koostisainetena ja neil on palju erinevaid funktsionaalseid omadusi nagu veehoidmisvõime suurendamine, õli-rasva absorbeerimise võime, valkude lahustamine, geelistamisvõime, vahustamise ja emulgeerimise võime.
- Kalavalgu hüdrolüsaate kasutatakse vesiviljeluses, et kiirendada kalade kasvu ja muuta kalad vastupidavamaks haigustele.
- Kalavalgu hüdrolüsaate kasutatakse lammastiku allikana mikroorganismide kasvatamisel.
- Kalavalgu hüdrolüsaate saab kasutada krüoprotektantidena.

- Kalavalgu hüdrolüsaatidel on leitud ja tõestatud antioksidatiivseid omadusi.
- Kalavalgu hüdrolüsaatide turg on ülemaailmselt kasvav.

Seadusandlus

Reovett ja kanalisatsiooni puuduvad sätted on reglementeeritud Veeseaduses. Antud seadusakt on üle võtnud ka suunised, mis on kehtestatud „Asulareovee puhastamise direktiivis“ (91/271/EEC, 21. mai 1991). Antud seaduses sätestatud nõudmistega arvestamine ei ole probleemiks. Tehasel tekib reovett ja muid jääkaineid väga vähe ning töötlemisest tulenev vesi on tootjate kinnitusel sama puhtusastmega kui kondenseeritud vesi. Kõige suuremaks väljakutseks saab olema lõhna küsimus uues tehases. Antud valdkonda reguleerib Eestis „Välisõhu kaitse seadus“. Antud seaduse § 34. Ebameeldiva või ärritava lõhnaga aine sätestab järgmist:

- (1) Ebameeldiva või ärritava lõhnaga aine (edaspidi lõhnaaine) käesoleva seaduse tähenduses on inimtegevusest põhjustatud välisõhku eralduv aine või ainete segu, mis võib tekitada elanikkonnal soovimatut lõhnataju.
- (2) Lõhnaaine esinemise välisõhus määrab selleks moodustatud lõhnaaine esinemise määramise ekspertrühm.
- (6) Lõhnaaine esinemise määramise ekspertrühm annab hinnangu lõhnaaine esinemise kohta välisõhus ning lõhnaaine esinemise tuvastamise korral peab saasteallika käitaja koostama lõhnaaine vähendamise tegevuskava.
- (6)¹ Lõhnaaine vähendamise tegevuskava peab sisaldama kavandatavate abinõude loetelu, milles on nimetatud abinõude maksumus, abinõude rakendajad ja rakendamise tähtajad.
- (8) Lähtudes lõhnaainete esinemisest välisõhus, rakendavad saasteallikate valdajad, kelle tööstus- või põllumajandustegevus või tegevus muul alal põhjustab või võib põhjustada lõhna tekkimist, levimist või ärritavat lõhnataju elanikkonnale, täiendavaid meetmeid lõhnaainete heitkoguste vähendamiseks.

§ 139². Lõhnaaine vähendamise tegevuskava koostamisele ja täitmisele esitatavate nõuete rikkumine

- (1) Lõhnaaine vähendamise tegevuskava koostamisele ja täitmisele esitatavate nõuete rikkumise eest – karistatakse rahatrahviga kuni 100 trahviühikut.

Analüüsi tulemusel soovitame koos tehase sisseseadega koheselt investeerida ka niinimetatud lõhnapõletamise seadmetesse ja kui seda tehakse, siis peaksid kõik lõhna puuduvad näitajad normipiiresse jääma. Analüüsisime ka Keskkonnaseadustiku üldosa seadust ja Keskkonnatasude seadust ning leidsime, et kumbki akt täiendavaid kohustusi või piiranguid uuele tehasele ei sea. Kalapüük iseseisvalt on Keskkonnatasude seaduse üks osa, kuid need tasud jäävad kalapüügilaevade omanike kanda nagu ka praegusel hetkel.

§ 16. Saastetasu rakendamine saasteainete heitmisel välisõhku

Saastetasu rakendatakse, kui välisõhku heidetakse paiksest saasteallikast:

- 1) vääveldioksiidi (SO₂) või muid anorgaanilisi väävliühendeid;
- 2) süsinikoksiidi (CO);
- 3) süsinikdioksiidi (CO₂);
- 4) tahkeid osakesi;
- 5) lämmastikoksiide või muid anorgaanilisi lämmastikuühendeid;

- 6) lenduvaid orgaanilisi ühendeid;
- 7) merkaptaane;
- 8) raskmetalle või nende ühendeid.

Selle paragrahvi mõistes saasteaineid uus tehas välisõhku paiskama ei hakka. Lisatud ka Riigiteataja viited ülalmainitud seadustele.

<https://www.riigiteataja.ee/akt/104032015011>

<https://www.riigiteataja.ee/akt/1042883>

<https://www.riigiteataja.ee/akt/104032015009>

<https://www.riigiteataja.ee/akt/110032015013>

3.2 Kalarasva ehk kalaõli tooted

Kalarasva ehk kalaõli toodetakse alati, kui rasvasest kalast toodetakse kalajahu. Kalaõli sisaldab põhiliselt triglütseriide, rasvhappeid, erinevas koguses fosfolipiide, glütserooliestreid ja vahaestreid.

Kalaõlisid (rasvu) eristavad taimse ja loomse päritoluga rasvainetest järgmised asjaolud:

- kõrge küllastamatuse aste
- pikaahelaliste n-3 tüüpi polüküllastamata rasvhapete (PUFA) sisaldus
- ainult merelise päritoluga õlides sisalduvad eikosapentaenenhape (EPA, C20:5 n3) ja dokosaheksaenenhape (DHA, C22:6 n-3)
- suur hulk erineva süsiniku aatomi arvuga rasvhappeid triatsüülglütseroolidena.

Kalaõli tooraineks kasutatakse väikseid kalu, mis muuks tootearenduseks ei kõlba. Samuti kasutatakse teisi kalatöötlemise jääke. Kala seisukord kalaõli tootmisel mõjutab kalaõli füüsikalisi, keemilisi ja toiteväärtuslikke omadusi. Saamaks heamaitset ja –lõhnalist kõrgekvaliteedilist ning heledavärvilist õli, tuleb kala sisikond ja maks eemaldada ning töödelda võimalikult kiiresti. Kehva kvaliteediga kalast toodetud kalaõli on rääsunud ja sisaldab palju vabasid rasvhappeid (FFA) ning väävlit. Need nimetatud ühendid vähendavad kalaõli hinda ja kasutusvõimalusi. Enamus kalaõlist toodetakse pelaagilise ehk ookeanilise päritoluga kaladest. Õli keemiline koostis varieerub sõltuvalt aastaajast, merevee temperatuurist, püügikohast, kalaliigist, toitumusest ja kala vanusest.

Oomega 3 – merendustoodete lipulaev

- Arendatakse tooteid looma- ja kalasöödaks, inimtoiduks, kosmeetika tooraineks ja meditsiinitööstusele.
- Nõuab väga spetsiifilist ja kallist tehnoloogiat ning paljud ettevõtted soovivad just siseneda inimtoidu ja meditsiini valdkonda, sest kasumid ja teenimisvõimalused on suurimad.
- Edukaks toimimiseks on vaja välja arendada unikaalne toidu/meditsiini toode ja soovitatavalt kindlale segmendile.
 - Siin tegutsevad ettevõtted on tihti suurte rahvusvaheliste meditsiini- või keemiatööstuste omanduses, sest neil on piisavalt ressursse arendustööks.
- Maailmaturul domineerivad ainult mõned väga suured ettevõtted ja mitmed väiksemad ettevõtted saavad vaid madalat või keskmist kasumit.

3.2.1 Kalaõli kasutamine

Kalaõli kasutamiselvaldkonnad on kokku võetud järgmiste punktidenä:

- **Vesiviljeluse valdkond**
 - Kui ajalooliselt on kalaõli kasutatud loomasöödana, siis tänapäeval läheb suurem osa sellest vesiviljelusse kalasööda ühe komponendina;
 - Kuna vesiviljelus on kiiresti arenev valdkond, siis nõudlus kalaõli kui tähtsa söödakomponendi järele järjest kasvab;
 - Kalaõlist eraldatud fosfolipiidid segatuna teiste õlide ja komponentidega suurendavad kasvandustes ellujäävate kalamaimude hulka. Puhtal kujul olevad fosfolipiidid moodustavad pastataolise massi ning seda fraktsiooni eraldada kalaõlist on kallis;
 - Lõhekasvanduse osakaalu suurenemine on tõstnud lõheõli kättesaadavust.
- **Toiduainetetööstuse valdkond**
 - Ajalooliselt hüdrogeeniti kalaõli pagaritööstuse jaoks, kuid see turuosa on tänaseks suuresti vähenenud transrasvhapete probleemi tõttu;
 - Kalaõli konkureerib tänapäevasel turul koos teiste õlide ja rasvadega iseseisva tootena. Sellest on saanud spetsiaalne õli, kusjuures eristatakse täpselt, mis liiki kaladest see pärit on. Näiteks: tuunikalaõli, lõheõli, tursamaksaõli, haimaksaõli jne, kusjuures kalaõli jäetakse hüdrogeenimata;
 - Mikrokapsuleeritud kalaõli kuulub funktsionaalse toidu koostisesse, näiteks kalaõliga rikastatud piim või pagaritooted. Mikrokapsleid kasutatakse bioaktiivsete komponentide kaitseks ja ühte sulandamiseks toidumaatriksitega, samas aitab vältida soovimatuid reaktsioone;
 - Omega-3 rasvhapete emulsioone kasutatakse mitmetes emulgeeritud toiduainetes nagu majonees, jogurt, määrded jne.
- **Funktsionaalsed toidulisandid ja farmaatsiatööstus**
 - Kalaõlid leiavad kasutamist toidulisanditena, tervisetoodetena oma unikaalse keemilise koostise ja asendamatu rasvhapete tõttu kas vedelikuna, tablettidenä, pulbritena, kuid enamjaolt kapslitena. See on kasvav turuosa;
 - Kontsentreeritud oomega-3 rasvhapped on sisendiks farmaatsiatööstuses; kontsentratsioonina saab kalaõli müüa väiksemates jaepakendites;
 - Anšoovise ja sardiiniõlid on sobivaimad algmaterjalid kontsentratsioonide valmistamiseks, sest oomaga-3 rasvhapete, s.h. EPA/DHA kontsentratsioon on neis suurim;
 - Eriti väärtuslikku tursamaksaõli kasutatakse meditsiinilistel eesmärkidel, see on eriti hea vitamiinide A, D, E allikas;
 - Kalaõlipreparaate kasutatakse mitmete haiguste leevendamisel ja ravimisel (kanapimedus, reumaatilised haigused, liigeste probleemid, südameveresoonkonnahaigused, kõrge kolesteroolitase jne);
 - Diatsüülglütserooleetrid (DAGE-d) haimaksaõlist eraldatuna omavad samuti tähtsust haavaravipreparaatides oma antibakteriaalsete omaduste tõttu. DAGE-d on müügil eraldi farmatseutilise tootena.
- **Kosmeetikatööstuse valdkond**

- Kalaõlis sisalduv skvaleen (C30 isoprenoid) leiab kasutamist kosmeetikatööstuses naha niiskustaset säilitava ja UV-kahjustusi vähendava komponendina. Skvaleenil arvatakse olevat ka antikanserogeensed omadused. Skvaleeni eraldatakse haimaksaõlist;
- Kalaõlist eraldatud A-vitamiini kasutatakse kosmeetikatööstuses;
- Kalaõlist eraldatud vahade estreid kasutatakse spetsiaalsete lubrikantidena ja keemilise toorainena seepide ja detergentide tootmisel.

- **Kalaõli energiaallikana**

- Ajalooliselt on kalaõli kasutatud Skandinaaviamaades lambiõlina;
- Tänapäeval kogub kalaõli järjest kasvavat tähtsust biodiislina, mida valmistatakse muudest tööstusharudest üle jäävatest jääkidest. Eriti sobilikud on tuunikala töötlemisjäätgid. Lipiidide ekstraktsiooni kalatöötlemise kõrvalproduktidest peetakse ökonoomseks ja jätkusuutlikuks, sest vajab vähem energiat tootmissisendina kui kalaõli töötlemine farmatseutilistel ja funktsionaalsetel eesmärkidel. Biodiisli tootmisel ei ole vaja järgida rangeid kvaliteedinõudeid, vaid see peab olema saadud võimalikult väikeste kuludega igas tootmisetapis. Näiteks saab kokku hoida transpordikuludelt. Biodiisli tootmine kalaõlist väidetakse olevat turvaline ja keskkonnasõbralik.

3.2.2 Kalavalgu ja kalaõli toodete tootmine

Kalavalgu ja kalaõli toodete tehased

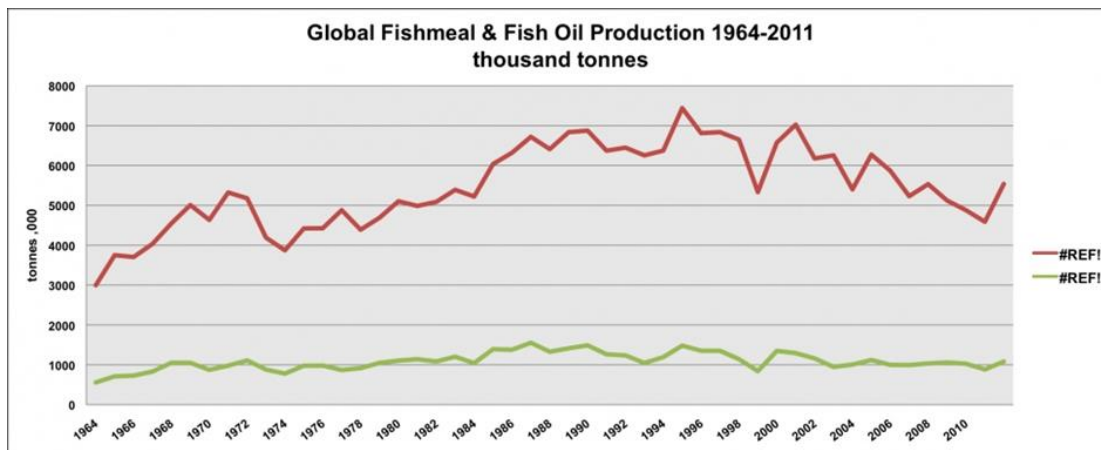
- Töötlevad kala ja mereannid ning nende kõrvalproduktid kalajahuks ja/ või kalavalgu toodeteks (tavaliselt loomasöödaks) ja kalaõliks (tavaliselt kalasöödaks)
- Suurem osa maailma kalajahu ja kalaõli toodetakse Peruu pelagilistest kaladest.

IFFO (The Marine Ingredients Organisation) koondab enda alla 50% maailma kalajahu ja kalaõli tootmisest ning 75% kalajahu ja kalaõli turust, esindades tootjaid Euroopast, Lõuna-Ameerikast, Aafrikast, USAst, Hiinast ja Indiast. Järgnev informatsioon kalajahu ja kalaõli turu, tootmise ja andmete kohta on pärit IFFO esindaja andmetest, Norra äriühinguse finantsasutuse esindaja andmetest ja Peruu suurima kalapüügi ja kalakäitlemise ettevõtte esindaja andmetest, mida esitati First International Marine Ingredients konverentsil Oslos, Norras, 2013. aastal.

Kalajahu ja kalaõli tootmisnumbrid tuhandetes tonnides aastast 1964 kuni aastani 2011 on toodud **Joonisel 58**. Kalajahu toodeti kõige vähem aastal 1964, seda 3000 tuhat tonni. Kõige rohkem on kalajahu toodetud 7000 tuhat tonni aastas, aastatel 1995 ja 2001. 2000ndatel aastatel on keskmine kalajahu tootmine olnud 6000 tuhat tonni aastas. Kalaõli tootmine on tunduvalt madalam, ainult ca 1000 tuhat tonni aastas.

Maailma suurimad kalajahu tootjad on Peruu, Tšiili, Skandinaavia riigid, Taimaa, USA ja Jaapan. Teised tootjad moodustavad umbes 1000 tuhat tonni aastas (aastatel 2002-2011) (**Joonis 59** ja **Tabel 29**). Käesolevalt lingilt on võimalik vaadata ka kõigi nende riikide viimase 20-50 aasta tootmisvõimsuse aegrida (<http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=fish-meal&graph=production>).

Maailma suurimad kalaõli tootjad on Peruu, Skandinaavia, Tšiili, USA ja Jaapan. Teised tootjad moodustavad umbes 100-200 tuhat tonni aastas (aastatel 2002-2011). *Joonis 60, 61*



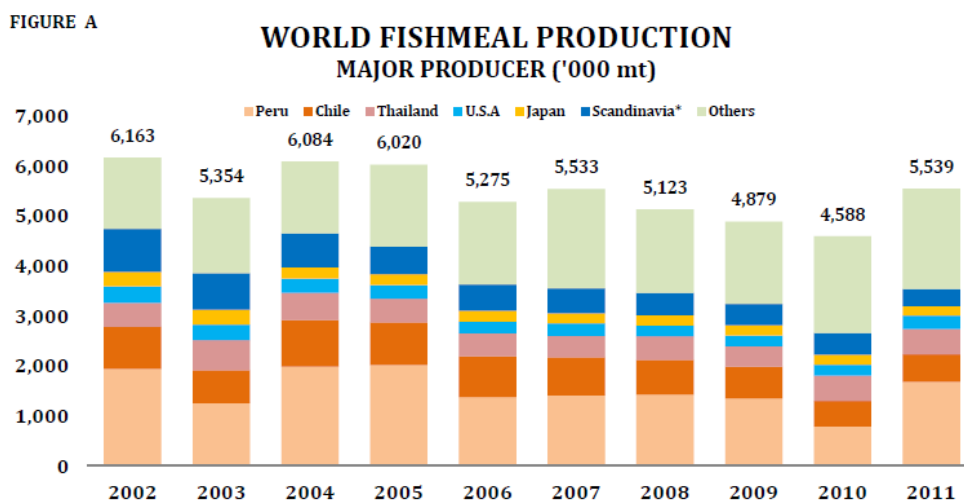
Joonis 58. Globaalne kalajahu ja kalaõli tootmine, tuhat tonni. A.Jackson Allikas: IFFO.net

Tabel 29. Kalajahu 2014. aasta maailmaturu toodang riigiti (kokku u. 4,3 miljonit tonni)

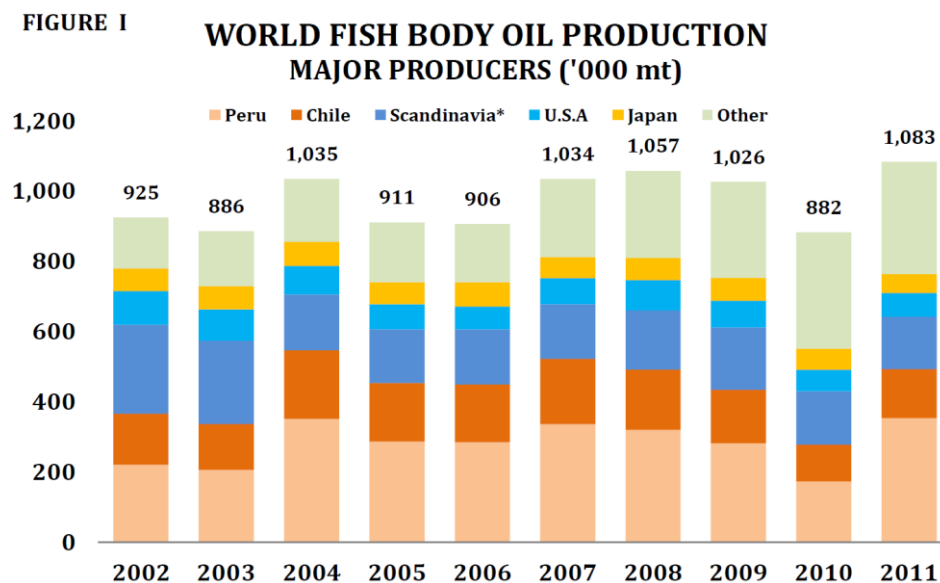
Nr. Riik	Toodang (1000 MT)
1 Peru	850.00
2 Chile	475.00
3 Thailand	470.00
4 EU-27	450.00
5 China	440.00
6 United States	345.00
7 Japan	185.00
8 Iceland	145.00
9 Russian Federation	145.00
10 Ecuador	135.00
11 Mexico	130.00
12 Norway	130.00
13 South Africa	120.00
14 Malaysia	65.00
15 Canada	65.00
16 Korea, Republic Of	45.00
17 New Zealand	35.00
18 Faroe Islands	26.00
19 Taiwan, Province Of China	15.00
20 Senegal	14.00
21 Philippines	12.00

22	Turkey	5.00	█
23	Romania	0.00	█
24	Indonesia	0.00	█
25	Iran, Islamic Republic Of	0.00	█
26	Colombia	0.00	█
27	EU-25	0.00	█
28	Switzerland	0.00	

Allikas: <http://www.indexmundi.com/>

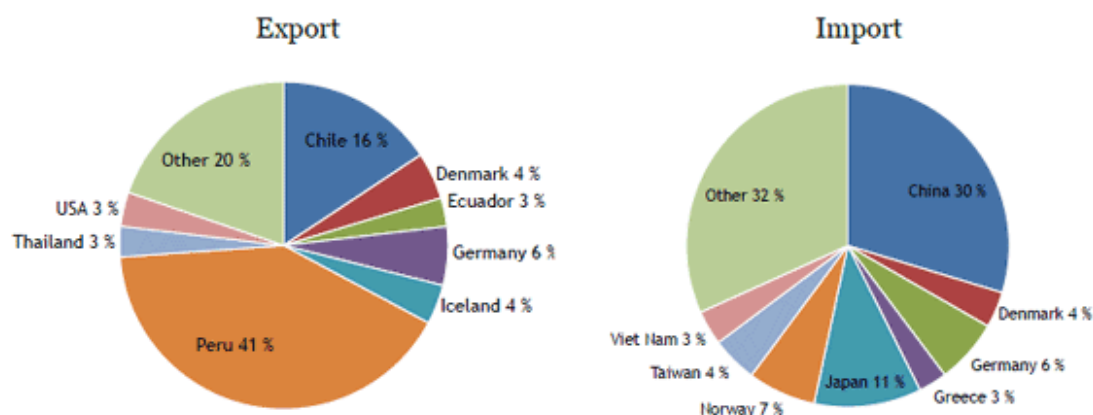


Joonis 59. Maaailma suurimad kalajahu tootjad, tuhat tonni, A.Jackson Allikas: IFFO.net



Joonis 60. Maaailma suurimad kalaõli tootjad, tuhat tonni, A.Jackson Allikas: IFFO.net

Figure 2.5: World fishmeal export and import 2007 (FAO Fishstat 2009)



Joonis 61. Maailma kalajahu eksport- ja importturg 2007. Aastal Allikas: <http://www.fao.org/fishery/topic/166235/en>

Kuidas ja milleks on kalajahu maailmas kasutatud?

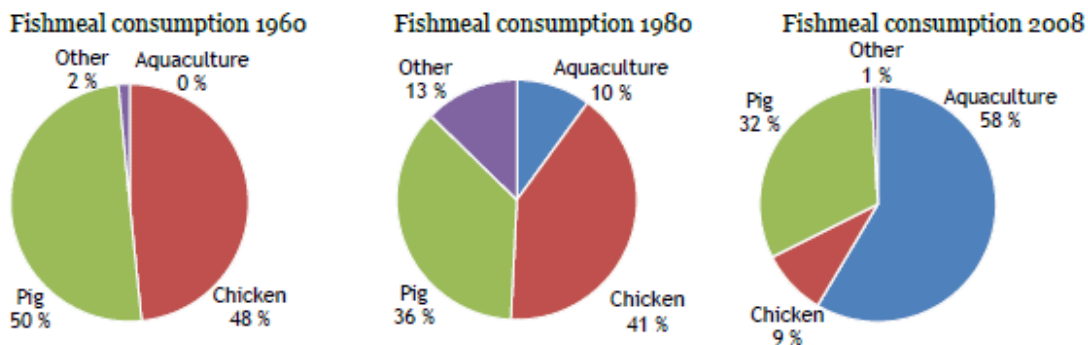
Viimased 55 aastat on kaasa toonud olulised muudatused kalajahu osas. 1960-ndatel tarbiti pool toodangust sealihatööstuses ja teine pool kanalihatööstuses. Kalakasvatases osakaal oli siis null. Kaksikümmend aastat hiljem oli kalakasvatuse osakaal juba 10% maailmaturust, kanalihatööstus 41%, sealihakasvatus 36% ja muuks otstarbeks läks 13%. Peale seda on kalakasvatuse osakaal oluliselt kasvanud jõudes 2008. aastal 58%, sealihatööstus ei ole oluliselt vähenenud ja oli endiselt 32%, kuid kanalihatööstus kukkus 9% peale (*Joonis 62*).

Kalajahu kasutatakse enam vesiviljeluses, kanade ja sigade kasvatamisel. Vesiviljelus sektor on suurim kalajahu ja kalaõli kasutaja (*Joonis 62, Joonis 63*). Vesiviljeluse sööda kasutamine on kasvanud 126%, aga kalajahu ja kalaõli kasutamine ainult 35% ja 2%. Suurimad kalajahu kasutajad on koorikloomade kasvatused 30%, lõhe ja forell 22%, ja teised merekalad 21% (*Joonis 64*). Suurimad kalaõlide kasutajad on lõhelised 70% ja teised merekalad 14% (*Joonis 65*).

Inimesed tarbivad aina suuremaid kogused kalaõlilisi (*Joonis 66*). Kalajahu ja kalaõli hinnad Euroopas on toodud *Joonisel 67* ning need jäävad tonni kohta 1200 kuni 2400 USD vahele. Kalajahu maailmaturuhinnad on toodud *Joonisel 68 ja 69*. Kalajahu hind aastatel 1980 kuni 2005 kõikus vahemikus 250 kuni 750 USD tonni kohta, kuid alates 2006. aastast on kalajahu tonni hind vahemikus 875 kuni 1900 USD tonni kohta.

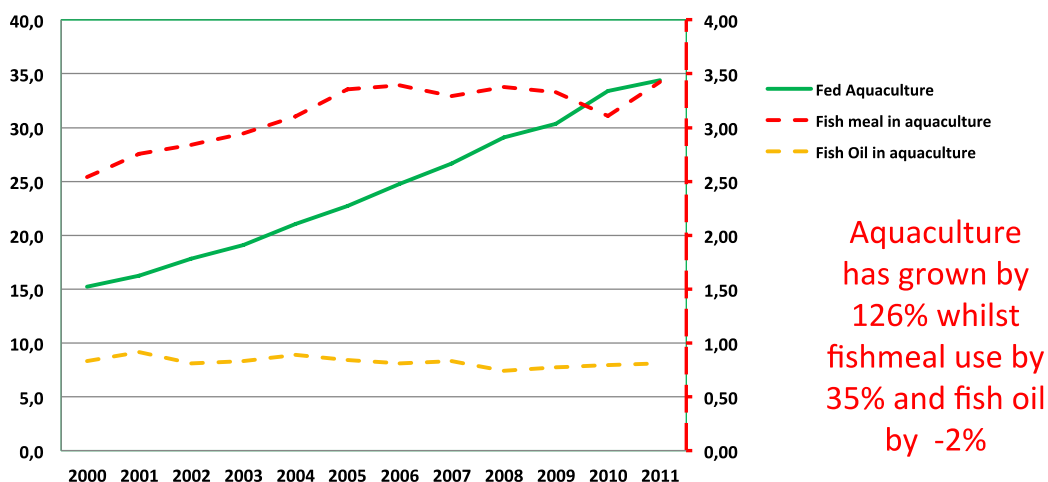
Norra merendussektoris on suurimate käivetega ettevõtted “Oomega-3” ja “Kalajahu ja kalaõli tehased” (*Joonis 70*). “Oomega 3” ettevõtete aastane käibe kasv on umbes 8% ja “Kalajahu ja kalaõli tehased” umbes 1%. “Oomega 3” on kõige kasumlikum valdkond, mille aastane kasum on stabiilselt 16%-17% (*Joonis 71*). “Kalajahu ja kalaõli tehased” valdkonna kasumid on kõikumavad, jäädes 0%-8% vahemikku.

Figure 2.7: Consumption share development (IFFO 2010)



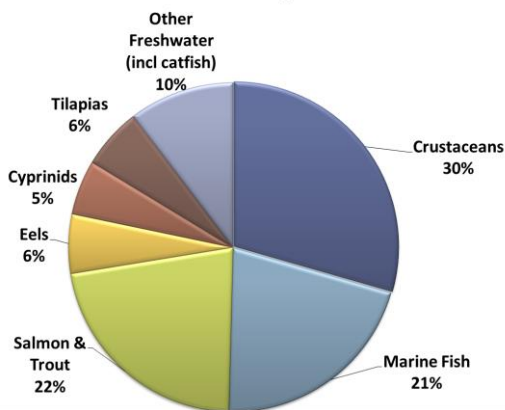
Joonis 62. Kalajahu tarbimise muutused 1960ndatel, 1980ndatel ja 2010ndatel aastatel Allikas: IFFO.net

Global Aquaculture Production with fishmeal and fish oil usage 2000-2011 tonnes millions

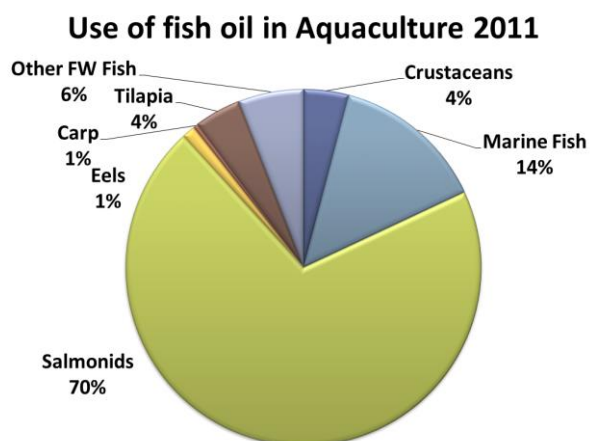


Joonis 63. Globaalne vesiviljeluse toodang, sööt, kalajahu ja kalaõli kasutamine, miljonites tonnides, 2000-2011, A.Jackson Allikas: IFFO.net

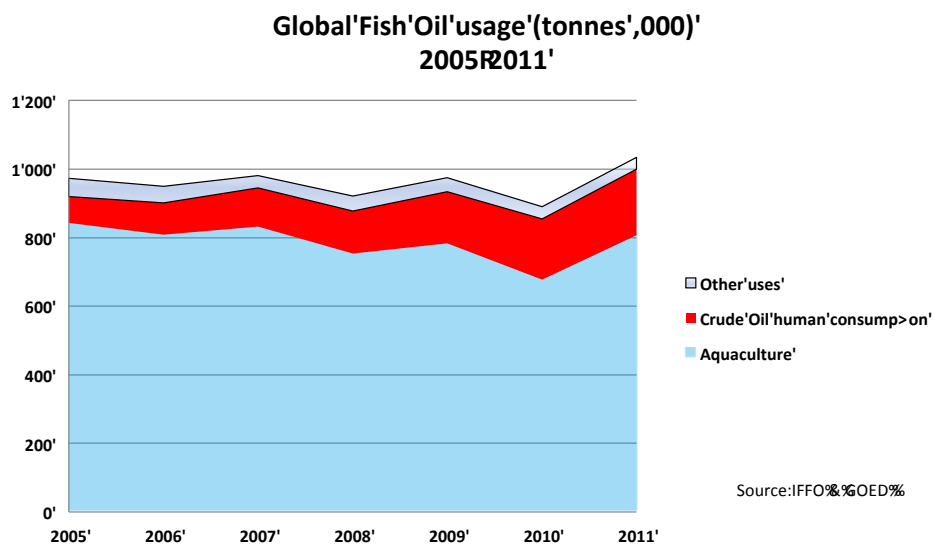
Use of Fishmeal in Aquaculture 2011



Joonis 64. Kalajahu kasutamise vesiviljeluses, 2011. A.Jackson Allikas: IFFO.net

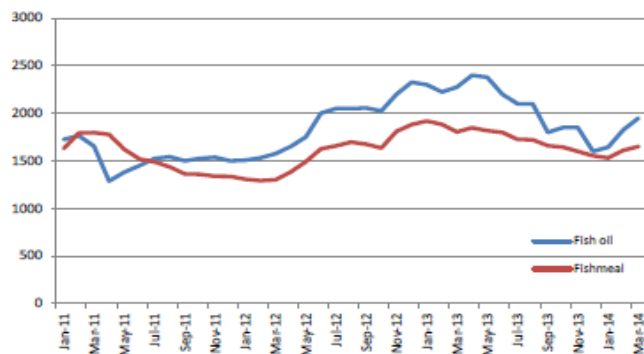


Joonis 65. Kalaõli kasutamise vesiviljeluses, 2011. A.Jackson Allikas: IFFO.net



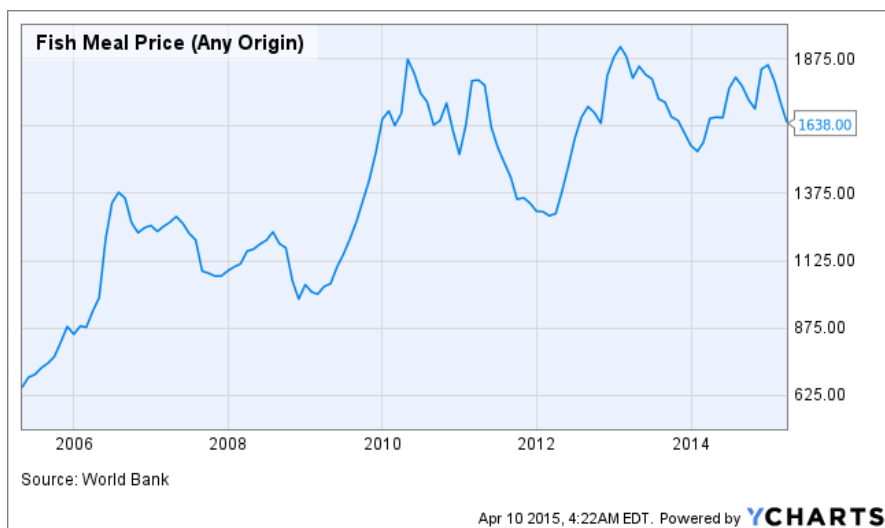
Joonis 66. Globaalne kalaõli kasutamine, tuhandetes tonnides 2005-2011. A.Jackson Allikas: IFFO.net

Fishmeal and fishoil prices Europe (USD/ tonne)

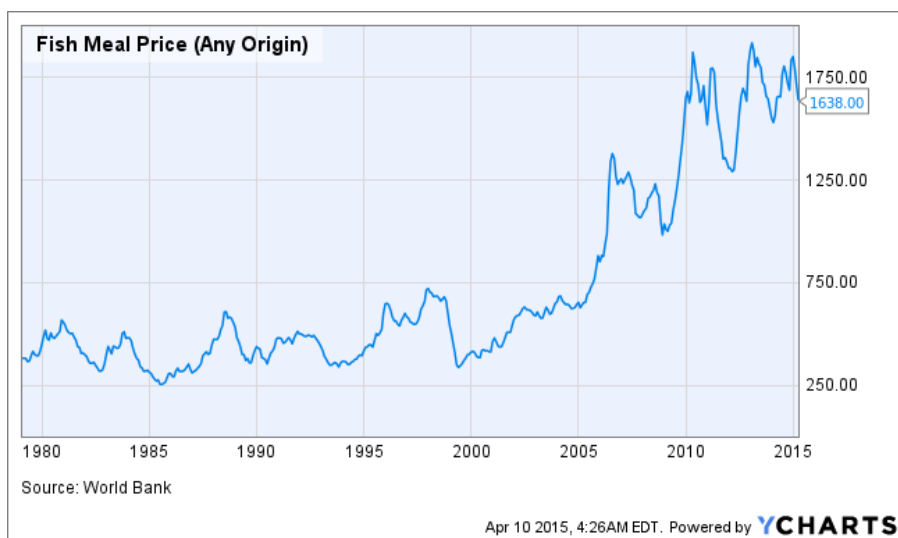


Source : Oil World

Joonis 67. Kalajahu ja kalaõli hinnad (USD) Euroopas Allikas: Oilworld.biz

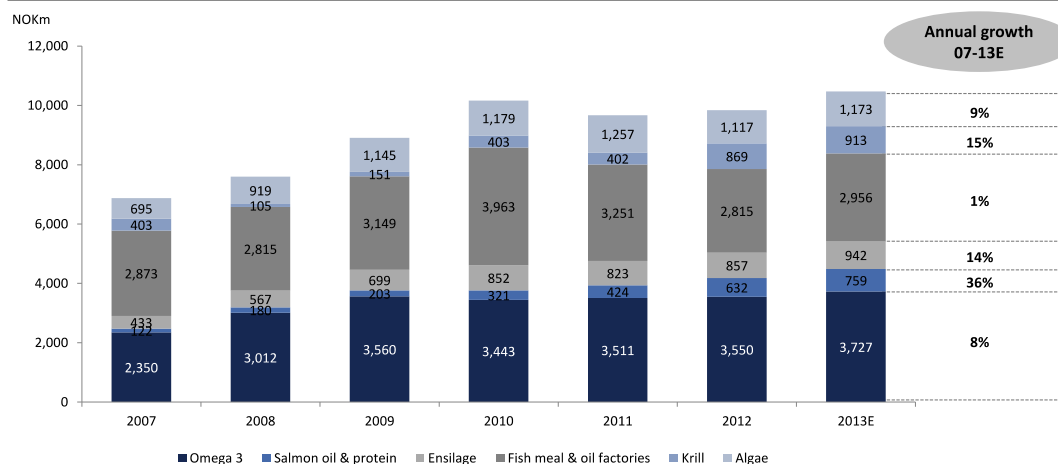


Joonis 68. Kalajahu maailmaturu hinnad viimase 10 aasta vältel (USD) Allikas: data.worldbank.org



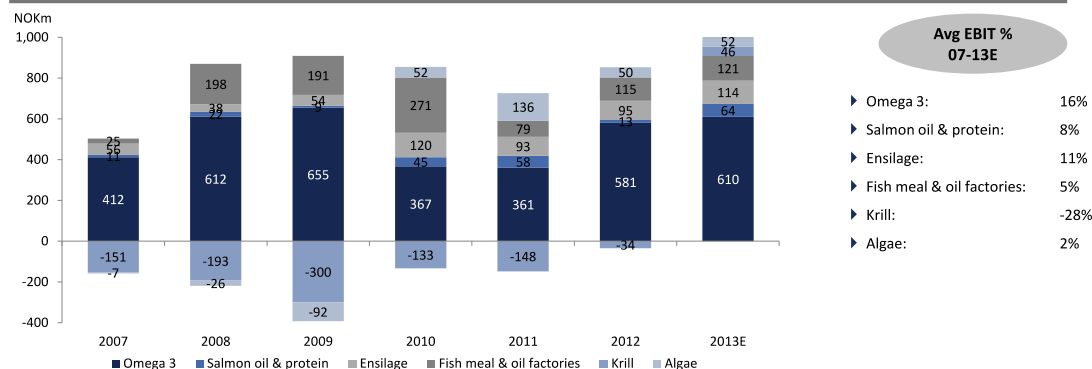
Joonis 69. Kalajahu maailmaturu hinnad viimase 35 aasta vältel (USD) Allikas: data.worldbank.org

Revenue per sub-segment for Norwegian companies 2007-2013E



Joonis 70. Norra merendussektori erinevate sektorite ettevõtete käibed, 2007-2013. P.Dragesund Allikas: micnorway.com

EBIT per sub-segment for Norwegian companies 2007-2013E



Joonis 71. Norra merendussektori erinevate sektorite ettevõtete kasumid, 2007-2013. P.Dragesund Allikas: micnorway.com

Kalajahu

- Jätkuv nõudlus seakasvatuse ja linnukasvatuse söötades;
- Vesiviljelus jääb jätkuvat suurimaks tarbijaks – sööda optimeerimisest tingitud vähenemine kompenseeritakse üldise kasvu arvelt;
- Väike, aga kasvav turg inimestele otseseks tarbimiseks;
- Tulevikus ei müüda kalajahu mitte ainult tema valgulise koostise ja värskuse alusel, vaid lisanduvad ka teised komponendid: EPA, DHA, aminohapped ja fosfolipiidid;
- Arendussuunad: kalavalgu hürdolüsaadid, valgud (lahustuvad ja konsentraadid), peptiidid, koostiskomponendid inimeste toodetesse.

Kalaõli

- Jätkub mahtude kasv, mis läheb otse inimestele tarbimiseks;
- Kalaõli müüakse tema omega-3 sisalduse tõttu toidulisanditeks ja teistesse meditsiinilistesse toodetesse;
- Lõhekasvatus jääb suureks kalaõli tarbijaks, et oleks tagatud lõhe tervislikkus;
- Asendamatute rasvhapete vajadus teiste vesiviljelusliikide juures saab olema kasvav tarbija.

Mis puudutab kalajahu ja õli turustamist, siis suures plaanis hakkab potentsiaalne tehas oma toodangut turustama samadesse kanalitesse kui teised Läänemere ääres tegutsevad tööstused. Kuna turul peaks vähemalt järgmisel 5 aastal nõudlus ületama pakkumise, siis toodangu realiseerimisega probleeme ei tohiks tekkida. Arvestades et uus tehas hakkab tootma aastas u. 6000 kuni 10 000 tonni kalajahu ja 3000 kuni 5000 tonni kalaõli, siis maailmaturu mõistes on need suhteliselt väiksed kogused, millele turu leidmine ei ole probleem. Kui vajalikud sertifikaadid ja analüüsid on teostatud, siis on uus tehas kindlasti võimeline ka kvaliteedi poolest võistlema ükskõik mis tehasega, kes kasutab oma toorainena kilu ja räime. Kuna lõppprodukti kvaliteet oleneb otseselt ka sellest, kui värske oli tehasesse jõudnud kala, siis peaks siin mõningane eelis taas Eestil olema, kuna püügirajoonid on meie lähedal. Turustuskanaleid on mitmeid: on võimalik kogu oma toodang turustada läbi mõne suurtootja, nii nagu teeb Läti Alsunga tehas, kes müüb enamuse oma toodangust Triple Nine ettevõttele. On võimalik teha kokkulepe kalasööda komponentide tootjaga, nii nagu tegid Soome loodav uus kalajahu tehas ja Raisio. Enamus maailma kalajahust läheb lõpptoodanguna kalakasvatustesse ja Aasia turgudele, kuid nii tootjaid kui ostjaid on ka meie regioonis. Peale tehase käivitamise faasi on kindlasti mõttekas panustada tootearendusse ja lisaväärtuse tõstmisse, et tulevikus rohkem rõhku panna kõrgkvaliteetsele toodangule ja võimalusel toota komponente ka inimotstarbelisele turule, kui Läänemere kilu ja räim seda toorainena võimaldama peaks.

Võimalike müügiriskide osas peab ennekõike arvestama tooraine kvaliteeti tõendavate dokumentide ja sertifikaatide analüüsi protsessiga. Kuna esialgu tehasel ühtegi sellist dokumenti ei ole ja neid dokumente ja sertifikaate saab hakata taotlema alles siis kui esimene toodang on liini pealt tulnud, siis see võib võtta omajagu aega. See aga tähendab seda et müügikanalite sisse viimine ja kogu valmiskauba logistika üles ehitamine võtab aega. Turul valitseva nõudluse ja pakkumise pärast praegusel hetkel ja järgmise 5 aasta perspektiivis muretsema ei pea. Kui vaadata üldisi trende, kui palju kalakasvatuse, kui peamise kalajahu ja kalaõli tarbija, tarbimine igal aastal kasvab, siis hetkel ületab nõudlus pakkumist ja see trend on jätkuv. Sellele viitab ka meie analüüs lõpparuandes lehekülgedel 118, 122, 123 ja 136. Samuti on antud ülevaade nii maailmaturu kui Euroopa kokkuostu hindadest ja turutrendidest, seda ennekõike lehekülgedel 116-123.

Tulevaste koostööpartnerite ring on sama lai kui sihtturgude valik. Kui rääkida globaalsemalt, siis enamik kalajahust ja –õlist läheb Aasia kalakasvatustesse. Ka meie regioonis on piisavalt suuri tööstusi, kes on huvitatud kohalikust toorainest kas oma söödakomponendi valmistamiseks või kasutamiseks muul otstarbel. Konkreetselt tooksime hetkel välja järgmise loetelu tehastest ja potentsiaalsetest koostööpartneritest meie lähiregioonis:

	Nimi	Riik	Tegevusala
1.	Raisio	Soome	Söödakomponendid
2.	Sopropeche	Prantsusmaa	Söödakomponendid
3.	Copalis	Prantsusmaa	Kosmeetika, toidulisandid
4.	TripleNine	Taani	väärindab õli, turustab jahu
5.	Emsland-Aller Aqua	Saksamaa	Söödakomponendid ja proteiin

Pakendamine ja ladustamine

Pakendada võib kalajahu väikepakendisse ehk 50 kg kotti, kui ka suurpakendisse ehk 1000 kg kotti. Oleneb see ennekõike klientide soovidest ja nõudmistest. Kuna suure tõenäosusega peab loodav tehas esialgu turustama toodangu läbi suurklientide ja tegelema vähem jaemüügiga, mis tehase käivitamise etapis oleks väga keeruline, siis on toodangu esialgu sobilik pakkida 1000 kg kottidesse. Äriplaanis on toodud toodangu hind tootja laos, sinna lisandub transport kliendi juurde. See kes selle eest tasub ja kes vastutab on juba klientide vaheline kokkulepe. Ideaalis liigub kaup laost kliendi juurde tootmistsükli ajal iga-nädalaselt. Ladu peab olema u. 1000 tonnine, et ära mahutada maksimaalselt u. 3 nädala toodang. Üle kuu aja valmistoodangut laos hoiustada ei ole otstarbekas. Toodangu äravedu toimub autotranspordiga. Kõiki neid aspekte on äriplaanis ka arvestatud.

3.3 Kalajahu ja kalaõli tehased Läänemere piirkonnas

Taani

Kui 15 aastat tagasi oli Taanis neli suurt kalajahutehast, siis hetkel on neid kaks. Üks neist asub Põhjamere poolses küljes ja ettevõtte nimeks on TripleNine ehk 999 (<http://www.999.dk/uk/home.aspx>). Ettevõtte tekkis Esbjergis ja Thyborønisis paiknenud tehaste ühinemisel. Hanstholmis paiknenud kalatehas kuulub nüüd FF Skagen gruppi (<http://www.ffskagen.dk/Default.asp?ID=522>). Skageni tehas asub Taani põhja tipus. Kokku võivad need tehased ümber töödelda kuni 2 miljonit tonni kala. Tegemist on maailma ühtede suurimate tehastega. Skagenis asuv tehas töötab mingil määral ka Läänemerest püütud kala peal, kuid peamine tooraine mõlema tehase jaoks tuleb Põhjamerest.

Rootsi

Rootsis asub üks suhteliselt väike kalajahutehas (tootmisvõimsusega 25 000 tonni), mis paikneb Göteborgi lähistel ja kuulub FF Skagen tehasega ühte gruppi. Lisaks sellele asub Rootsi ida-kaldal Västervikus suur kalatöötlemiskompleks, mis ei tooda küll jahu, kuid külmutab ja sorteerib suure osa Läänemere kilu ja räime saakidest. Swe-Dan Seafood AB (<http://www.swedanseafood.se/en/>) tehase üks omanikest on samuti FF Skagen. Sellel modernselt tehasel on võimekust töödelda 60 000 tonni kala aastas.

Saksamaa

Saksamaal asuv Kalatehas kuulub Unilever gruppi ja töötab peamiselt kalatööstuste jääkidel, mis tulevad kahest sadamast: Cuxhavenist ja Bremerhavenist. Antud tehase toodangut turustatakse peaausjalikult Saksa seatööstustele.

Poola

Poolas on mitmeid väiksemaid jahutööstusi, kes osaliselt töötavad nii Läänemere kala kui ka erinevate kalatööstuste jäätmete peal. Sellest hoolimata on teatud tehased, kellel tekib 10 tonni jäätmeid päevas, sõlminud lepingud Taani firmaga 999 ja see ettevõtte viib jäätmed otse oma Taani tehastesse.

Läti

Eestile kõige lähemal paiknev tehas asub Lätis Alsungas. Tehase omanikuks on „Venta FM“ ja seal toodetakse kalajahu ja kalaõli. Hetkel on tegemist Läänemere ida kaldal asuva kõige modernsema tööstusega, mis valmis 2011. aastal ja millel on võimekust toota 6000 tonni kalajahu ja 1500 tonni kalaõli. Tehase peamistel omanikel (Agrolats Grupp) on suur tehas ka Marokos.

Soome

Kalajahutehaseid Soome rannikul ei ole, kuid on suured nn. kala köögid, kes Soomes kala kokku ostavad ja karuslooma farmidele loomasööda palasid valmistavad. Suurim neist on Ab Nyko Frys Oy (http://www.nyko.fi/index_eng.php), kes toodab umbes 40-50% kogu Soome karusloomade toidust. Teine suurtootja on E-P:N MINKINREHU OY (<http://www.ep-minkinrehu.fi>), kes toodab umbes 35% Soome turu mahust.

3.4 Kalakomponendi tehase tehnoloogiliste liinide projektid

Esialgne nimekiri tehnoloogia tootjatest, kellega prooviti ühendust saada nende toodangu suunitluse täpsustamiseks koosnes 17st firmast:

- 1.) GEA Niro (www.niro.com)
- 2.) Skala (www.skala.no)
- 3.) SPX (www.spx.com)
- 4.) ANDRITZ Gouda (www.gmfgouda.com)
- 5.) Alfa Laval (www.alfalaval.com)
- 6.) Haarslev Industries A/S (www.haarslev.com)
- 7.) Hedinn Ltd (<http://www.hedinn.is/>)
- 8.) TRAUST Ltd (<http://www.traust.is/>)
- 9.) SAB Barth GmbH (<http://www.sab-barth.de/index.html>)
- 10.) RENDERTECH LIMITED (<http://www.rendertech.co.nz>)
- 11.) Beihai Xinhong Fishmeal Equipment Co.,Ltd (<http://www.xhyfsb.com/>)
- 12.) Anyang General International Co.,Ltd (<http://en.agico.com.cn/fishmeal-plant.html>)
- 13.) KARNATAKA IRON WORKS (<http://www.karnatakaironwork.com/index.html>)
- 14.) Hopeland Chem-Tech Co., Ltd. (www.hopeland-cn.com)
- 15.) Wenjia Complete Equipment & Engineering Limited (<http://www.wenjiacee.com/>)

- 16.) The Dupps Company (<http://www.dupps.com/>)
- 17.) Zhoushan Xinzhou Fishmeal Equipment Factory (<http://www.zhejiang-fishmeal.com/>)

Peale mõningast analüüsi otsustati kaheksa potentsiaalse tootja kasuks, kes tundusid sobivat lähteülesandes püsitatule:

1. Alfa Laval
2. Anyang General International Co.,Ltd
3. Dupps Company
4. Haarslev Industries A/S
5. Hedinn Ltd
6. Skala
7. RENDERTECH LIMITED
8. Zhoushan Xinzhou Fishmeal Equipment Factory

Ja peale mõningast suhtlust, analüüsi ja taustauuringuid otsustati, et kõige parema ülevaate seadmetest, hindadest, võimekusest ja tehnoloogiatest saab kui võetakse konkreetsed pakkumised koos kogu taustainformatsiooniga viielt tehaselt:

1. Alfa Laval (LISA 4)
2. Dupps Company (LISA 5)
3. Haarslev Industries A/S (LISA 6)
4. Hedinn Ltd (LISA 7)
5. Zhoushan Xinzhou Fishmeal Equipment Factory (LISA 8)

Need ettevõtted suhtusid teemapüstitusse tõsiselt ja näitasid kogu suhtlemise etapi jooksul üles soovi esitada võimalikult hea ülevaade oma tehase võimekusest projekteerida ja toota Eestile sobilikud tööstuslikud seadmed, millega toodetakse kalast valgul ja rasval põhinevaid tooteid. Kõigi nende tehaste pakkumised koos lisainformatsiooniga on ära toodud eraldi lõppraporti Lisadena. Kõik tehnoloogiate pakkujad esitasid oma projektid komponenditehase tehnoloogiliste lahenduste kohta. Koondülevaade on toodud ***Tabelis 30.*** Täielik algandmete tabel asub LISA 9.

Tabel 30. Kalakomponenditehase tehnoloogiste pakkumust võrdlustabel.

	DUPPS	DUPPS	ALFA LAVAL	HEDINN	HAARSLEV	ZHOUSHAN XINZHOU
	A	B				
Toomaterjali töötlemine	300 t/24 h	300 t/24 h	300 t/24 h	50 t/24 h	300 t/24 h	300 t/24 h
Investeering seadmetesse	7 807 930 USD	7 135 307 USD	8 529 000 €	2 600 000 €	4 667 580 €	1 068 600 €
Seadmete transpordikulud	250 000 USD		434 000 €		32 350 €	
Paigaldamiskulud	550 000 USD	5-10% madalam	3 114 000 €	200 000 €	518 500 € + testimine 17 500 €	
Opereerimiskulud	Aastane tegevuskulu: 17 174 027 USD	Aastane tegevuskulu: 17 470 962 USD	Ühe kuu tegevuskulu: 131 900 €	200+50 päeva tegevuskulu: 2 537 465 €		100 t tooraine kohta: 270 €
Tasuvus	8 810 820 USD	7 684 398 USD	Ühes kuus 1 071 900€	200 tööpäeva 2 154 035 €		7 250 000 €
Seadmete eluiga			30+ aastat	15-20 aastat	20+ aastat	15 aastat
Võimsus	1456 kW	1221 kW	1122 kW	210 kW		500 kW
Elektritarbimine	1160kWh/h	980 kWh/h	850 kWh	63 kWh 1 t tooraine kohta	1 liin 369 kWh 2 liini 536 kWh	28-35 kWh
Vee kulud	150 000 kg/h	220 000 kg/h	3000 l/h, merevett 50 m3/h	Jahutusvesi (merest) 24 m3/h, pesuvesi 2 m3 päevas	Pesuvesi 3-4 m3 päevas	10-30 t päevas boilerile, 50-150 t päevas jahutuseks jms
Auru tarbimine	1520 kg/h	585 kg/h	176.6 t päevas	450 kg 1 t tooraine kohta	460 kg 1 t tooraine kohta (0.46 kg/1 kg tooraine)	0.57-3.59 t 1 t tooraine kohta
Tootlikkus	72.7 t jahu 24 h	73.8 t jahu 24 h	100 t toorainest	100 t toorainest	Kilu ja räime segu kohta keskmiselt	100 t toorainest
	11.8 t õli 24 h	10.8 t õli 24 h	20.3 t jahu	21 t jahu/3.5 t õli (räim/heeringas)	26% jahu	23 t jahu
			10.4 t õli	21 t jahu/13 t õli (kilu); 19 t jahu/2 t õli (muud liigid)	9.5% õli	3.3 t õli
Tehase suurus (mõõtmed)			Hoonete siseseinad:67 x 36 x 10 m	Tootmispind 550 m2, kõrgus 6 m		Üle 2200 m2, kõrgus 6 m
Töötajaid vahetuses	4	4	8	2	4	11 - 12

3.5 Kalakomponendi tehase võimalik asukoht

Võimalikelt seadmete pakkujatelt saadud info põhjal koostati esialgne lähteülesanne tehase asukoha osas. Kuna suurima süvisega traallaevad vajavad sildumiseks vähemalt 7,5 m sügavusega sadamat, siis võeti algselt kohalikul peamiseks algaasiks süvasadama olemasolu.

Peamised kriteeriumid olid järgmised:

- | | | |
|-----------------------------------|--|--------|
| 1. asukoht | Meresadama (süvis 8 m) vahetus läheduses või kuni 25 km Eesti lääne- või looderannikul
Kaugus lähimast elamust soovitatavalt ~1 km, min 100 m Kõvakattega tee (asfalttee) krundi piiril | |
| 2. Pindala, m2 | | 10 000 |
| 3. Elekter, MW | | 1.5 |
| 4. Merevesi, m3/h max | | 150 |
| 5. Magevesi, m3/päevas (m3/h max) | | 5 (3) |
| 6. Heitveed, m3/päevas (m3/h max) | | 5 (3) |

Rajatiste olemasolu või ehitamise valmidus

- | | |
|--------------------------------|-------|
| 7. Tootmis- ja laohoone, m2 | 4 500 |
| 8. Bioloogiline õhupuhasti, m2 | 200 |

9. Kütuseladu (raske kütteõli või LNG), m3

200

Sobilikke kohti Eestis oli kaks: Paldiski Lõunasadam või Saaremaa Süvasadam. Kõik teised süvasadamad jäävad püügerajoonidest juba oluliselt kaugemale. Paldiski läheduses on potentsiaalne maaala järgmine:

Paldiski Tehnopark

Paldiski Tehnopark asub Tallinnast 49 kilomeetri kaugusel, Paldiski Lõuna- ja Põhjasadama läheduses Keila-Paldiski maantee ääres ning omab ka oma raudteeharu. Kokku on tehнопarki territooriumile rajatud ca 25 ha suurusele territooriumile 24 kaasaegsetele nõuetele vastavat tootmis- ja ärimaa kinnistut koos sinna juurde kuuluvate tehnovõrkudega. Ainsaks miinuseks on elurajoonide lähedus (500 m kaugusel), mille tulemusel võib kogu lõhnatemaatika olla tavapärasest aktuaalsem.

Lääne tn 1 (kaardil kollasega ümbritsetud kinnistu)

Pindala: 14 179 m²

Sihtotstarve: Tootmismaa 100%



Pilt 3. Paldiski Tehnopark

Teise asukohana kaaluti Saaremaa süvasadama läheduses olevaid kinnistuid, mis vastaks koostatud kriteeriumitele. Üheks neist oli näiteks Kesknõmme kalakasvatuse kinnistu, mille omanik oli valmis seda müüma.

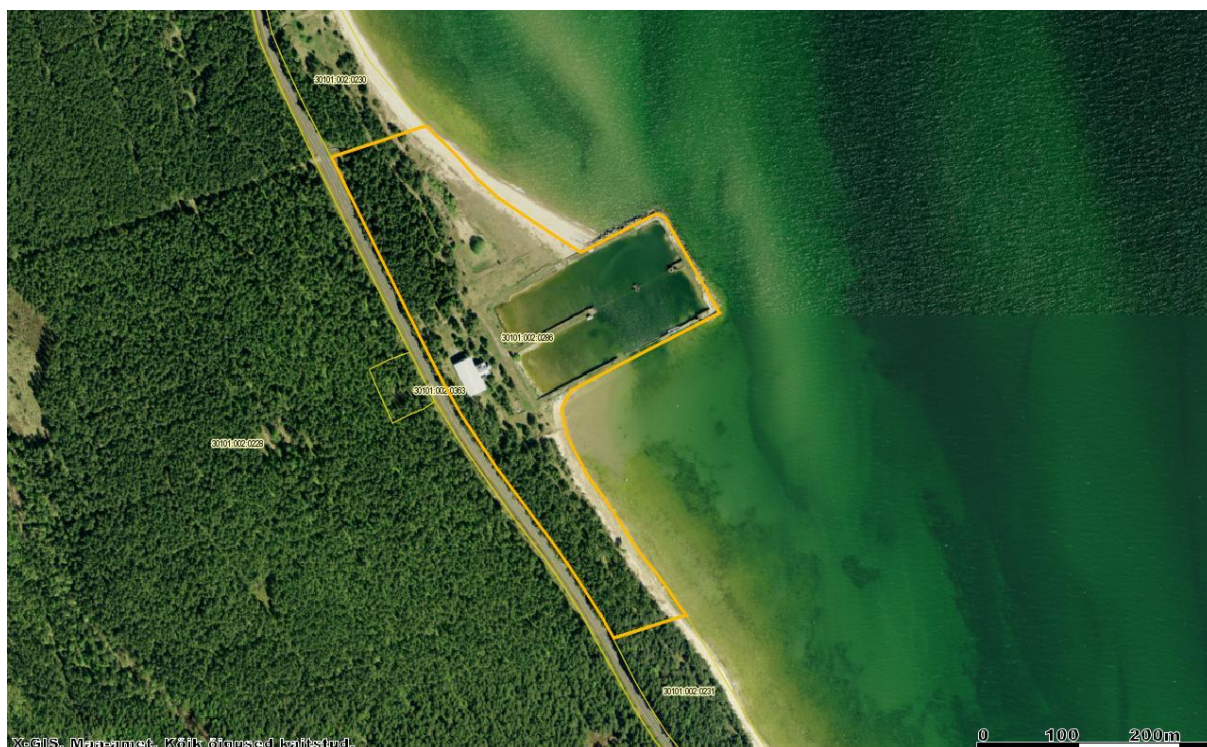
Kesknõmme

Kesknõmme kalakasvatus

Katastritunnus: 30101:002:0286
 Sihtotstarve: Tootmismaa 100%
 Pindala: 7.37 ha
 s.h ehituse alune maa: 3127 m²

Kaugus teistest punktidest:

Veere sadam: 3 km
 Saaremaa süvasadam: 24 km
 Roomassaare sadam: 45 km
 Mõntu sadam: 70 km
 Lähimad elamud: 3 km



Pilt 4. Kesknõmme

Hilisemas faasis tehti oma hinnangutesse kaks täpsustust:

- 1) Mereveega jahutamine ei ole primaarne ja seda on suhteliselt lihtsalt võimalik asendada õhkjahutusega. Kulubaasis see olulisi muudatusi kaasa ei too.
- 2) Vaadati traallaevade, mis püüavad kala Läänemere avaosas, ja ennekõike loomasöödaks või kalajahuks, süviseid konkreetselt. Süvised olid järgmised:
 - Ahlma (SWE) – 6,0 m
 - Carmona (SWE) – 6,2 m
 - Ceton (DK) – 6,7 m
 - Clipperton (SWE) – 6,5 m
 - Gilija (LTU) – 6,2 m
 - Kristin (DE) – 5,4 m
 - Lovon (SWE) – 6,0 m

- Minge (LT) – 6,0 m
- Neptun (DK) – 6,5 m
- Polar (SWE) – 6,5 m
- Stella Nova (DK) – 6,0 m
- Themis (DK) – 6,5 m
- Westfjord (SWE) – 6,0 m

Kõige suurema süvisega laev on 6,7 m, enamuseid on süvisega 6,5 m ja alla selle. Eeldades tehase vastuvõtuvõimekust tulevad need laevad sisse maksimaalselt u. 600 tonni kalaga ehk kuna nende tankid ei ole täitsa täis, on võimalik siseneda ka väiksema süvisega sadamatesse. Sellest tegime järelduse, et sadama süvisest 6,5 m peaks piisama. See teadmine lisas sadamate valikusse veel mõned variandid.

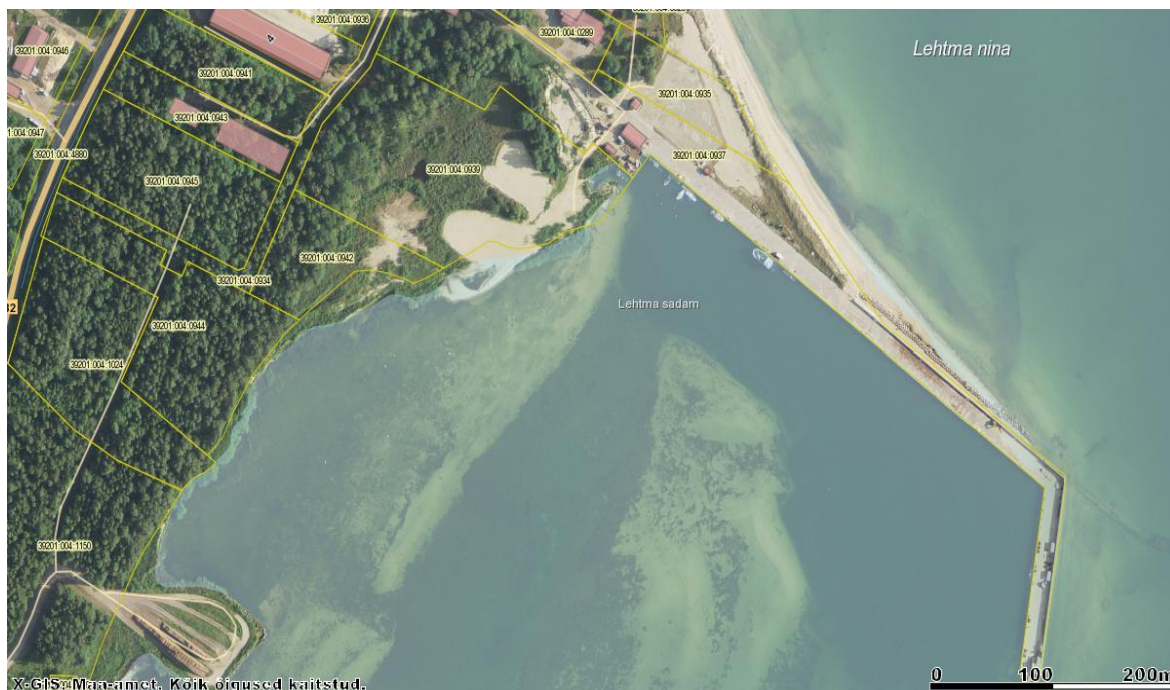
Mõntu sadam Saaremaal



Pilt 5. Mõntu sadam Saaremaal

- Külkhoone maatükk (80701:003:0248) – 2,76 ha
- Taristu, elekter, puhastusseadmed olemas
- Võimalik tsisternid kai peale panna
- Lähimad püsielanikud 3 km kaugusel, lähimad suvilad linnulennult rohkem kui 1 km
- Liivi lahes püüvatel laevadel (nii EST kui LV) suhteliselt hea võimalus kala ära anda
- Püügirajoonide lähedal
- Hetkel sadama süvis 5-5,5 m, olemasolevate andmete järgi ei tohiks olla keeruline ja kulukas süvendada faarvaater ja sadam 6,5 m sügavaks
- Miinuseks kaugus maad mööda liikuvale kalale.

Lehtma sadam Hiiumaal

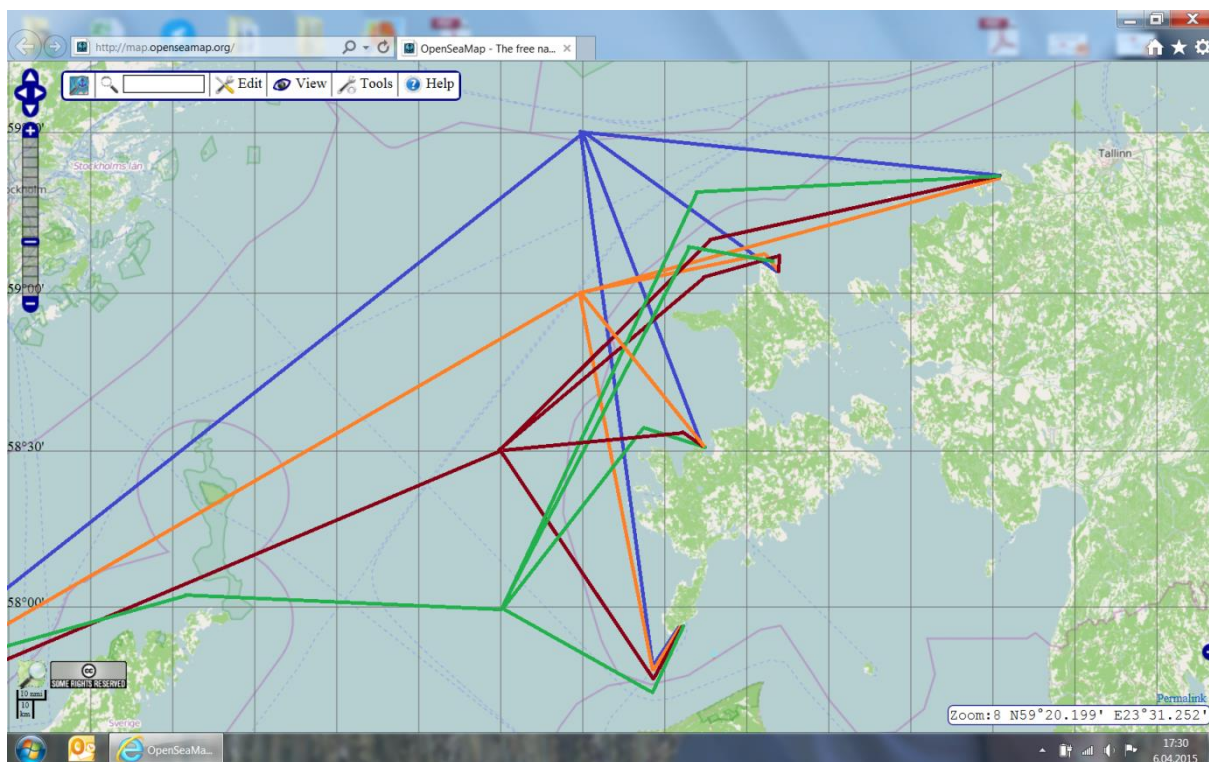


- Lähedal püügirajoonidele
- Tootismaad sadama läheduses piisavalt
- Miinuseks sadama süvis, töäjõud ja transpordi keerukus ja kulukus saarele ja saarelt ära.

Asukoha valiku järeldused

Kõigest sellest tulenevalt jõuti järeldusele, et enne kui minna konkreetselt kinnistu juurde, tuleb langetada põhimõtteline valik, kas võimaliku tehase asukohaks saab Mandri-Eesti (Paldiski) või Lääne-Eesti saared (Süvasadam, Mõntu, Lehtma vms). Selleks vaadeldi võimalike püügirajoonide kaugust erinevatest sadamatest.

Aluseks võeti neli püügirajooni, mis asuvad väljaspool Eesti territoriaalmerd ehk väljaspool Eesti 12 meremiili tsooni. Alates kaardil olevast lillast joonest on ka teiste riikide lipu all sõitvate laevadel võimalik kala püüda. Kaart koos tulemustega on järgmine:



Pilt 6. Püügirajoonide kaugus sadamatest

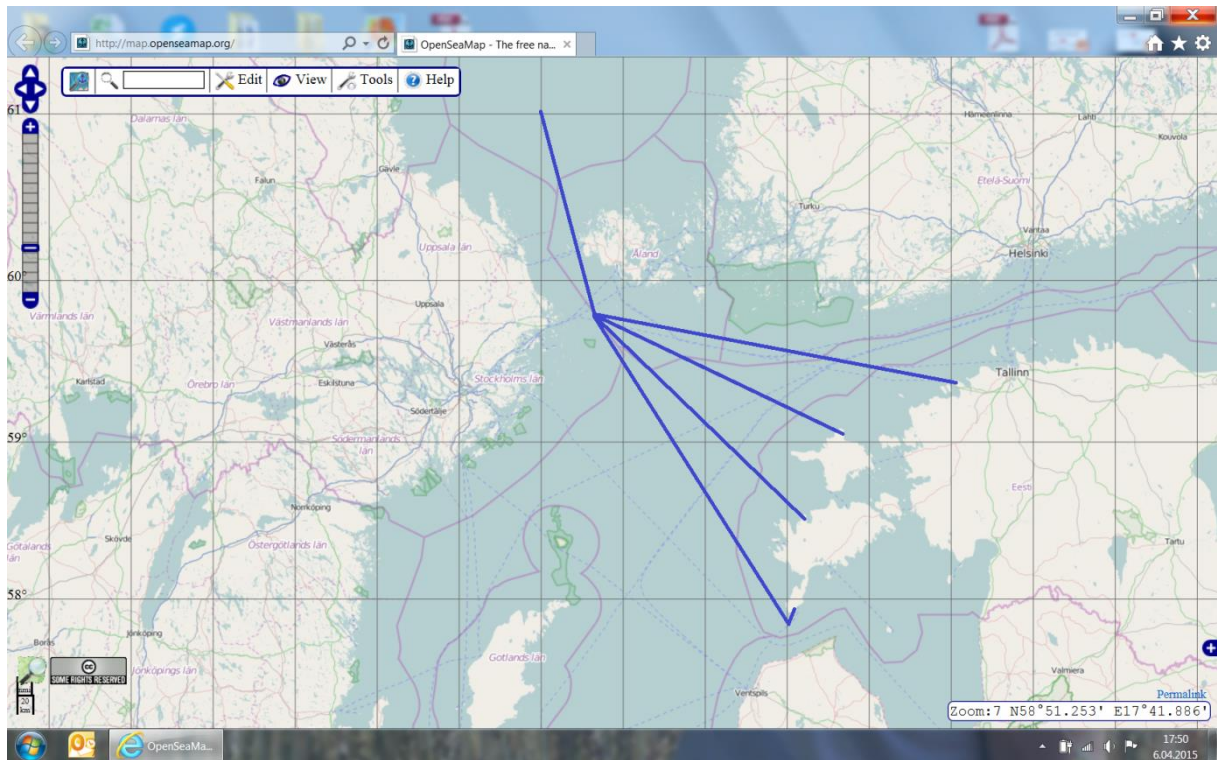
Tabel 31. Püügirajoonide kaugus sadamatest

Paldiski – 93 nm		Paldiski – 108 nm
Lehtma – 44 nm		Lehtma – 65 nm
Süvasadam – 70 nm		Süvasadam – 38 nm
Mõntu – 107 nm		Mõntu – 53 nm
Västervik – 170 nm		Västervik – 145 nm
Paldiski – 95 nm		Paldiski – 133 nm
Lehtma – 39 nm		Lehtma – 90 nm
Süvasadam – 47nm		Süvasadam – 53 nm
Mõntu – 80 nm		Mõntu – 36 nm
Västervik – 150 nm		Västervik – 140 nm

Antud numbritest võib järeldada, et püügirajoonidele kõige lähemal on Lääne-Eesti saartel paiknevad sadamad. Eeldades, et suuremad traallaevad sõidavad keskmise kiirusega 10 sõlme tunnis, läbivad nad ühes tunnis 10 nm ehk 10 meremiili. Sellest tulenevad ei ole 20-30 meremiili suurused kauguse erinevused väga suur murekoht.

Arvesse tuleb võtta veel seda, et Skageni jahutehas jääb enamikest nendest püügipiirkondadest rohkem kui 500 meremiili kaugusele, nii et sinna sõit võtab aega umbes kaks ööpäeva ehk 48 tundi, ja tagasi püügirajooni sõit sama palju. Lisaks Eesti

lähiregioonile vaadeldi ka Eesti sadamate kaugust Botnia lahe püügipiirkonnast. Järgnev kaart annab selle kohta ülevaate:



Pilt 7. Botnia lahe püügipiirkondade kaugus Eesti sadamatest

Paldiski – 191 nm

Lehtma – 172 nm

Süvasadam – 182 nm

Mõntu – 215 nm

Kokkuvõtvalt tähendab see ligi 20 tundi ülesõitu Botnia lahest, mis on täiesti aktsepteeritav kaugus. Seda enam, kui ka Soome läheb üle individuaalsetele kvootidele. Peale seda on võimalik laevadel püügikorraldust veelgi paremini optimeerida. Võrdluseks arvatati ka autotranspordikulu kala maad mööda kohale toimetamiseks. Kõik hinnad olenevad väga paljudest komponentidest, aga aluseks võeti keskmised laeva, kütuse ja palga andmed ja tulemuseks saadi, et 27,5 tonni kala toomine paakautoga Soomest on Saaremaale 375 eurot kallim kui Paldiskisse. Taandades transpordi koguhinna kg kala peale, siis ei ole erinevus väga suur (Paldiski 0,036 eur/kg ja Saaremaa 0,05 eur/kg). Kui tuua aastas Soomest kokku 6000 tonni kala, siis see muudab transpordi Saaremaale kallimaks u 80 000 eurot.

Paldiski – Reposaari – Paldiski hinnanguline eelarve on 1000 eur

27,5 tonni kala paakautoga

0,036 eur/kg

Saaremaa – Reposaari – Saaremaa hinnanguline eelarve on 1375 eur

27,5 tonni kala paakautoga

0,050 eur/kg

6000 tonni – 218 reisi.

Kõikke arvesse võttes on uuringu teostajate arvates sobivaim asukoht tehasele Paldiski.

3.6 Kalakomponendi tehase äriplaani

Tehase äriplaani koostades võtsime aluseks järgmised kulud arvestades Haarslevi poolt toodud hindasid:

Investeering		
Hoone maksumus	600	EUR/m ²
Hoone suurus	4 300	m ²
Hoone hind	2 580 000	EUR
Tehase sisseade	5 700 000	EUR

Paigaldus		
Päeva kulu	950	EUR/päev
Päevade arv	140	Päeva
Kokku	133 000	EUR
Kogu investeering	8 413 000	EUR

Märkus: Hoone maksumuses on kajastatud ka vajalikud kommunikatsioonid eeldades et peamine valmidus on krundi piiril olemas. Maa hinda arvestatud ei ole. Tehase sisseade sisaldab nii kõiki seadmeid kui ka seadmete tarnet Eestisse. Arvestatud on nii seadmete paigaldamise kuluga kui kõigi muude paigaldamise kuludega (elekter, suruõhk, torutööd jne).

Tootmine		
Keskmine kala kogus	150 000	kg/päev
Max. kala kogus	300 000	kg/päev
Tehase tootlikus	12 500	kg/h
Aastane kogus	30 000	t/aastas
Töölised	8,0	inim/vahetus
Töötunnid	12	h/päev
Töötunnid	2 400	h/aasta
Tööpäevad	200	päevi/aastas

Märkus: arvestatud on kogu tehase personaliga kes on otseselt seotud tootmisega, kontoripersonali ja juhtimiskuluga arvestatud ei ole. Samuti ei ole arvestatud finantskulu.

Kulud		
Tooraine	0,25	EUR/kg
Töölised	10,00	EUR/h
Kütus	0,50	EUR/kg
Elekter	0,10	EUR/kWh
Vesi	0,01	EUR/kg

Märkus: arvestatud on kogu tööliste kuluvat palgafondi ehk ettevõtte kulu.

Tootmiskulud		
Võimsus	765	kW
Elektri tarbimine	536	kW
Auru tarbimine	6 072	kg/h
Vee tarbimine	400	kg/h
Kütet boileri jaoks	434	kg/h
Elektri boileri tarbimine	4 053	kWh

Tootmishinnad		
Elektrikulu mootoritele	54	EUR/h
Vesi	4	EUR/h
Boileri küte	217	EUR/h
Elektrikulu boilerile	405	EUR/h
Tooraine kulu	3 125	EUR/h
Tööliste palgafond	80	EUR/h
Kulud tunnis	3 479	EUR/h
Kulud tonni kohta	278	EUR/tonn
Aastakulu kokku	8 350 569	EUR/aasta

Püsikulud		
Seadmete hooldus	13 423	EUR/aasta
Maja hooldus	6 711	EUR/aasta
Seadmete kindlustus	15 000	EUR/aasta
Maja kindlustus	2 500	EUR/aasta
Maja soojendamine	1 000	EUR/aasta
Püsikulud kokku	38 634	EUR/aasta

Tulude poole pealt on aluseks võetud:

Väljatulek	
Kalajahu	18 %
Kalaõli	8 %

Toodangu hinnad		
Kalajahu hind	1,20	EUR/kg
Kalaõli hind	1,40	EUR/kg

Märkus: arvestatud on maailmaturust madalamate hindadega, sest tehase käivitamisel koheselt ei ole võimalik maailmaturu hinnaga oma toodangut müüja. Vajalik on erinevate analüüside tegemine ja sertifikaatide taotlemine.

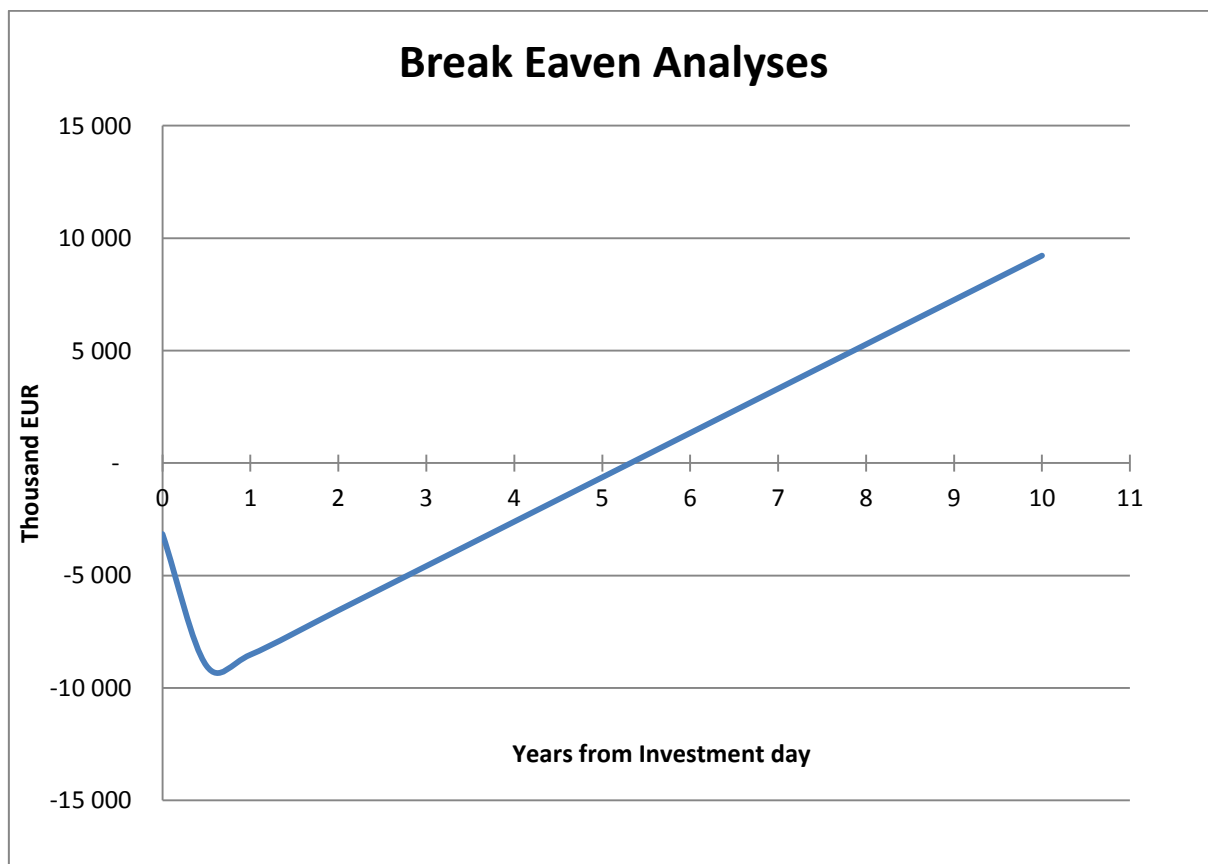
Müügid kokku		
Kalajahu	7 765 311	EUR/aasta
Kalaõli	2 595 615	EUR/aasta
Müügid kokku	10 360 926	EUR/aasta

Rahavoog	1 971 724	EUR/aasta
----------	-----------	-----------

Tasuvus		
Tasuvuse aeg	4,57	Aastat
Tasuvus investeringu algusest	5,32	Aastat

Kasum	66	EUR/tonn
Toormaterjali väärtus	316	EUR/tonn

Lisatud ka tasuvuse ajaline graafik:



4 Kokkuvõte

Uuringu **Peatükk 1** “Kalatoorme kaardistamine: Eesti kalapüügi kogused ja tooraine saadavus väärindamise tehase toormaterjalina” kaardistati Eesti kalatoore ning hinnati kalatoorme potentsiaali kalavalgul ja kalarasval põhinevate toodete tootmiseks.

Eesti kõige suuremate püügimahtudega kalad, kilu ja räim on sobivaim põhitooraine kala väärindamise tehasele. Kilu ja räime püügikogused, kokkuostuhinnad ja tarbimisharjumused toetavad just eelkõige nende kalaliikide kasutamist. Teised Eesti püügikalad pärinevad rannakalandusest ja sisevete kalandusest ning nende kogused on tunduvalt väiksemad. Siiski planeeritakse kala väärindamise tehase projekteerimisel arvestada ka teiste enampüütud kaladega (latikas, meritint, särg, ümarmudil, kiisk, hõbekoger, lest, ahven, jt) ja kalatöötlemise jäätmetega, et anda kaluritele võimalus kogu väljapüütud saak parimal viisil realiseerida.

Aruandes on detailselt välja toodud, millistes alapiirkondades erinevad riigid oma kilu ja räime välja püüavad. Kõige olulisem tegur ehk ressurss on Eesti lähedal olemas ja erinevate Läänemere riikide kalalaevad on seda Eesti ranniku lähistel püüdmas käinud juba rohkem kui 10 aastat. Arvestades teadmise, et Läänemere kilust ja räimest läheb igal aastal ligi 300 000 tonni kalajahuks ja loomatoiduks võiks tehase potentsiaalne tootmismahd olla ligi 50 000 tonni. Äriplaani koostamisel arvestasime sellega, et esimesel 2-3 aastal ei pruugi tehas veel täiel võimsusel tööle hakata ja sellest tulenevalt on planeeritud aastane tooraine maht väiksem. Kuna sellised projektid on suuresti seotud ka usalduse müügiga, siis tahavad potentsiaalsed kliendid näha, et kõik toimiks. Ennekõike puudutab see korrektset asjaajamist, sadamas laeva võimalikult kiiret tühjaks lossimist, arvete tasumist, hinnapoliitikat jne. Erinevate riikide kalurite veenmine uue tehase võimekuses ei ole sellest tulenevalt saavutatav ühe hooajaga. Samuti on vajalik aega anda selleks, et peale seda kui laev on esimese korra Eestisse kala andnud, oleks tal võimalik järgmise hooaja plaane juba konkreetsemalt plaanida ja Eesti tehasega kokkuleppeid sõlmida. Kuna kogu see sisse-töötamise tsükkel võtab 2-3 aastat aega, siis sellest tulenevalt on esialgu tehase äriplaanis ära toodud kogus ca. 30 000 tonni, mis päritolu järgi jaguneks järgmiselt:

Lipuriik	Liik	Kogus (tonni)
Eesti	Kilu/Räim	4 000
Eesti	Muud liigid	500
Soome	Kilu/Räim	10 000
Taani	Kilu/Räim	8 000
Rootsi	Kilu/Räim	6 000
Leedu	Kilu/Räim	2 000
Saksamaa	Kilu/Räim	2 000
	KOKKU:	32 500

Äriplaani koostamisel arvestasime sellega, et esimesel 2-3 aastal ei pruugi tehas veel täiel võimsusel tööle hakata ja sellest tulenevalt on planeeritud aastane tooraine maht väiksem. Kuna sellised projektid on suuresti seotud ka usalduse müügiga, siis tahavad potentsiaalsed kliendid näha, et kõik toimiks. Ennekõike puudutab see korrektset asjaajamist, sadamas laeva võimalikult kiiret tühjaks lossimist, arvete tasumist, hinnapoliitikat jne. Erinevate

riikide kalurite veenmine uue tehase võimekuses ei ole sellest tulenevalt saavutatav ühe hooajaga. Samuti on vajalik aega anda selleks, et peale seda kui laev on esimese korra Eestisse kala andnud, oleks tal võimalik järgmise hooaja plaane juba konkreetsemalt plaanida ja Eesti tehasega kokkuleppeid sõlmida. Nii et kogu see sisse-töötamise tsükkel on 2-3 aastat ja sellest tulenevalt ka väiksem aastatoodangu kogus.

Antud numbrid põhinevad nii analüüsil, kui ka konsultatsioonidel võimalike äripartneritega. Kuna ka mitmes välisriigis on kalalaevasid, mis püüavad vastava riigi kvooti ja laev sõidab antud riigi lipu all, kuid omanikud on eestlased, siis mitmete riikide kogused on suhteliselt konkreetset (Soome, Leedu, Eesti). Teiste riikide osas sai vesteldud laevaomanikega ja uuritud nende üldist valmisolekut ja soovi võimalusel Eestisse kala lossida. Läänemeresel üldjuhul siduvaid lepinguid pikemaks kui 1-aastaseks perioodiks ei sõlmita ja laevaomanikud on oma otsustes vabad. Kuna Rootsi, Taani ja Saksamaa kilu- ja räimepüügi sektorid on omavahel väga tihedasti seotud nii äriliselt kui omanike kaudu ning igal aastal viiakse tulenevalt vajadusest ellu kvoodivahetusi oma vahel, siis võivad vastavate riikide numbrid aasta-aastalt varieeruda, kuid üldmastaabis peaks 30 000 tonni tooraine hankimine Eesti tööstusele olema jõukohane. Alates neljandast aastast võiks tehase aasta tooraine ümbertöötlemise kogus olla ca. 50 000 tonni. Sellisel juhul jaguneks see päritolust tulenevalt järgmiselt:

Lipuriik	Liik	Kogus
Eesti	Kilu/Räim	4000
Eesti	Muud liigid	500
Soome	Kilu/Räim	12 000
Taani	Kilu/Räim	10000
Rootsi	Kilu/Räim	10000
Leedu	Kilu/Räim	8000
Saksamaa	Kilu/Räim	6000
	KOKKU:	50500

Mis puudutab äriplaani, siis kindlasti annab ca 50 000 tonni töötlemine veelgi täiendavat tulu ja võimaldab investeringu tagasiteenimise aega lühendada. Samas on väga palju faktoreid, mida konkreetset kontrollida ei saa: kilu ja räime püügivõimalused, kilu ja räime paiknemine meie lähedal alarajoonides, kütuse hinnad, aktsiisid, maailmaturu hinnad, kilu ja räime osakaal tootmises (ja sellest tulenevalt õli ja jahu %) jne. Sellest tulenevalt ei ole mõttekas äriplaanis jooksva aasta numbreid väga palju muuta. Välja toodud suurusjärgud peaksid olema reaalsed arvestades kõiki asjaolusid.

Peatükk 2 “Kalatoorme keemilised koostised ja toormaterjali potentsiaali analüüsid” kalatooraine koostise ja rasvhapete sisalduse alusel võib järeldada, et kalaõli tootmiseks on sobivad kilu ja räim ning teised kalad sobivad pigem valgupõhiste toodete tootmiseks.

Kalade saasteainete sisalduse hindamisel koostati kirjanduse ülevaade varasematest uuringutest Eesti kalade saasteainete sisalduste kohta ning viidi läbi saasteainete analüüsid kalaproovidele: Bothnia lahe räim, Soome rannaräim, kiisk, koger, särg ja ümarmudil. Tulemused näitasid, et põhilised toorained: räim ja kilu on tõenäoliselt saastunud dioksiinide ja dioksiinilaadsete ühenditega. See ei ole probleem kala otsesel tarbimisel, kuid vajab tähelepanu kui kalast valmistada kalaõli ja kalavalgu tooteid.

Kalarasva ja kalaõli komponentide potentsiaali analüüsid viidi läbi koostöös Norra teadusuuringulabori Sintefiga, mille tulemused on samuti toodud peatükis 2. Kilust ja räimest eraldati neljal erineval töötlemise meetodil: termiline, endogeensete ensüümidega töötlemine, ensüümiga Protamax ja ensüümide seguga Papaiin ja Bromelain, kalaõli ja kalavalgu tooted ning hinnati nende väljatulekut ja kvaliteeti. Erinevate töötlemisviiside võrdlemine näitas, et parima kvaliteediga kalaõli saadi termilise ehk kõrgel temperatuuril töötlemisega. Kuid erinevus termiliselt ja ensümaatiliselt eraldatud õlide vahel ei olnud suur ja väärtused jäid toorkalaõli normide piiridesse.

Käesolevas uuringus määratud kalaõli koostis näitab, et õli ei sisalda piisavalt omega-3 (kilu u 18% ja räim u 21%), et sobida otseselt inimtarbimiseks. Kilu ja räime õlisid saab kasutada tootmaks kalaõli kontsentrante, kui teha täiendavat tootearendust ning määrata just sellele toormaterjalile sobivad tootmisparameetrid.

Kalajahu keemilist koostist ei mõjutanud töötlemisviisid ega toormaterjal. Järelikult mõlemad toorained – kilu ja räim ning kõik töötlemisviisid sobivad kalajahu tootmiseks.

Kilu ja räime õli, kalajahu ja valgühürolüsaadid saab hetkel turustada söödaturul, sest vesiviljelussektor on kasvav ja on suur nõudlus uute omega-3 toorainete järgi. Inimtarbimiseks mõeldud toodete turule sisenemine võib olla võimalik tulevikus kui on teostatud täiendavad uuringud, toodete kvaliteedi stabiilsuse, toiteväärtuse ja omastatavuse ning saasteainete sisalduse kohta.

Soovitused kalavalgu ja kalarasva toodete edasisteks uuringuteks

Kalaõli

Kalaõli kvaliteedi ja hinna määravad ära: rasvhappeline koostis, lipiidide klassid, oksüdatiivne ja ensümaatiline kvaliteet, saasteainete sisaldus.

Kalaõli puhul on vajalik hinnata kvaliteediparameetrite sesoonsust ning muutumist erinevate kalaliikide kooskasutamisel, selmet selgitada välja optimaalsed vahekorrad erinevate kalaliikide kasutamise korral.

Kalaõli kontsentrantide tehnoloogiliste parameetrite väljatöötamine on valdkond, mille osas on vajalikud täiendavad uuringud, mille ülesanne on anda vastus kas kalaõli turustada kontsentreerimisetevõtetele või luua vajalik tehnoloogiline võimekus kohapeale.

Kalajahu

Kalajahu edasiseks väärindamiseks on vajalik läbi viia: rasvhappelise ja lipiidide klasside analüüsid, valgulise ja aminohappelise koostise stabiilsus, toiteväärtus ja omastatavus, sensoorsed omadused, saasteainete analüüsid. Mainitud analüüsid on vaja teostada konkreetse tehase toodangu peal ja seetõttu ei saanud neid analüüsi läbi viia käesoleva uurimuse käigus. Perspektiivne on kalajahu omaduste määramine kalasööda koostiskomponendina, mudelkalasööda valmistamise ja testimise kaudu.

Kalavalgu hüdrolysaadid

Kalavalgu hüdrolysaatide kvaliteedi ja hinna määravad ära: valgusisaldus, aminohappeline koostis ja peptiidide suurus, hüdrolysiaste, lipiidide sisaldus, toiteväärtus ja omastatavus, tehnoloogilised omadused, sensoorsed omadused, saasteainete sisaldus.

Kalavalgu hüdrolysaatide puhul on vaja leida sobivad töötlemisparameetrid ja kalaliikidele sobivaimad ensüümid (kala : vee vahekord, kala : ensüümi vahekord, pH, temperatuur, aeg, kuivatamise parameetrid, jms).

Kalavalgu hüdrolysaatide täiendavad uuringud on mõistlik läbi viia kalaliigiti.

Kalavalgu hüdrolysaatide toiteväärtuslikud ja tehnoloogilised omadused inimtoidu komponendina on töömahukas, kuid perspektiivikas tööpõld. Näiteks kuuluks siia alla kalavalgu hüdrolysaatide potentsiaalsete antioksidatiivsete/bioaktiivsete jms omaduste testimine laboratoorsel skaalal ja mudel-toidumaatriksites.

Pikemas perspektiivis on vaja arvestada ka kalavalgu hüdrolysaatidel tuvastatud tervisealaste omaduste tõestamist kliiniliste uuringutega.

Peatükk 3: “Kala valgu ja rasva toodete turuülevaade, tootmisliinide lähteülesanne ja tootmisliinide projektid” näitasid, et kalast toodetud tooted on: valgupõhised - kalajahu, kalavalgu konsentraadid ja kalavalgu hüdrolysaadid, ja rasvapõhised tooted - kalaõli, rafineeritud kalaõli, EPA ja DHA kalaõlid ja oomega 3 kalaõlid. Mida värskemast ja parema kvaliteediga toormaterjalist toodetakse kalavalgu ja kalarasva tooteid, seda parema kvaliteediga ja kõrgema lisandväärtusega need on.

Kalajahu kasutatakse enam vesiviljeluses, kanade ja sigade kasvatamisel. Vesiviljeluse sööda kasutamine on kasvanud viimase 15 aastaga 126% aga kalajahu ja kalaõli kasutamine ainult 35% ja 2%. Suurimad kalajahu kasutajad on koorikloomade kasvatused 30%, lõhe ja forell 22%, ja teised merekalad 21%. Kalajahul on ka väike aga kasvav turg inimestele otseseks tarbimiseks. Kalajahu ja kalaõli hinnad Euroopas jäävad tonni kohta 750 kuni 2400 USD vahele. Tulevikus ei müüda kalajahu mitte ainult tema valgulise koostise ja värskuse alusel, vaid lisanduvad ka teised komponendid: EPA, DHA, aminohapped ja fosfolipiidid.

Suurimad kalaõlide kasutajad on lõheliste kasvatus 70% ja teised merekalad 14%. Aina suuremad kogused kalaõlilisid läheb ka inimestele tarbimiseks. Kalaõli puhul jätkub mahtude kasv mis läheb otse inimestele tarbimiseks. Kalaõli müüakse tema omega-3 sisalduse tõttu toidulisanditeks ja teistesse meditsiinilistesse toodetesse. Lõhekasvatus jääb suureks kalaõli tarbijaks, et oleks tagatud lõhe tervislikkus. Asendamatu rasvhapete vajadus teiste vesiviljelus liikide juures saab olema kasvav tarbijaskond.

Asukoht

Võrreldes olemasolevate Läänemere äärsete tehastega on meie kõige suurem eelis asukoht ja seda nii Soome, Läti, Rootsi kui Taani tehastega võrreldes. Skageni tehas on üle 500 meremiili kaugusel püügirajoonidest ehk 48 tundi ülesõitu, meie sadamad jäävad püügirajoonidest 5-10 tunni raadiusesse. Alsunga tehas asub 60 km Venspilsli sadamast ja 80 km Liepaja sadamast ehk mõlemad variandid eeldavad maanteevedu. Soomesse plaanitav tehas asub Käsna'ses, mis on omakorda 130 km Hanko sadamast ja 100 km Turku sadamast, kohapeal on sadam ainult väikelaevadele ja suuremaid laevu seal teenindada ei ole võimalik. Soome tehase valmimisaeg peaks olema 2016 a. algus, hetkel seal ehitusööd juba käivad. Eestis peab tehase ehitama võimalikult sadama lähedale, et maanteetranspordi osakaal oleks väike. Kõige paremad eeldused hetkel olemasolevat infot arvestades on Paldiski sadamal. Põhjalikult kaaluti ka Saaremaa süvasadama potentsiaali, kuid seal on peamiseks probleemideks sadama konstruktsioon (vaiade peale ehitatud ja alt lahtine – laevadel keeruline sees viibida pikemalt), kui ka kohaliku elanikkonna vastuolu kõigile uutele sadamaga seotud projektidele. Kuid kuna Paldiski ei pruugi olla kõigil

juhtudel kõige lähemal püügirajoonidele, siis on ka muud alternatiivid võimalikud. Siin on oluliseks argumendiks ka see, kui palju Soome päritolu kalast hakkab tehasesse liikuma meritsi ja kui palju maad mööda. Selleks peavad aga sadamaomanikud täiendavad uuringud ellu viima, ennekõike et uurida sadamate võimekust teenindada 6,5 m süvisega laevu. Antud uuringute tulemused selguvad lähikuudel.

Täiendavad investeeringud lossimisse

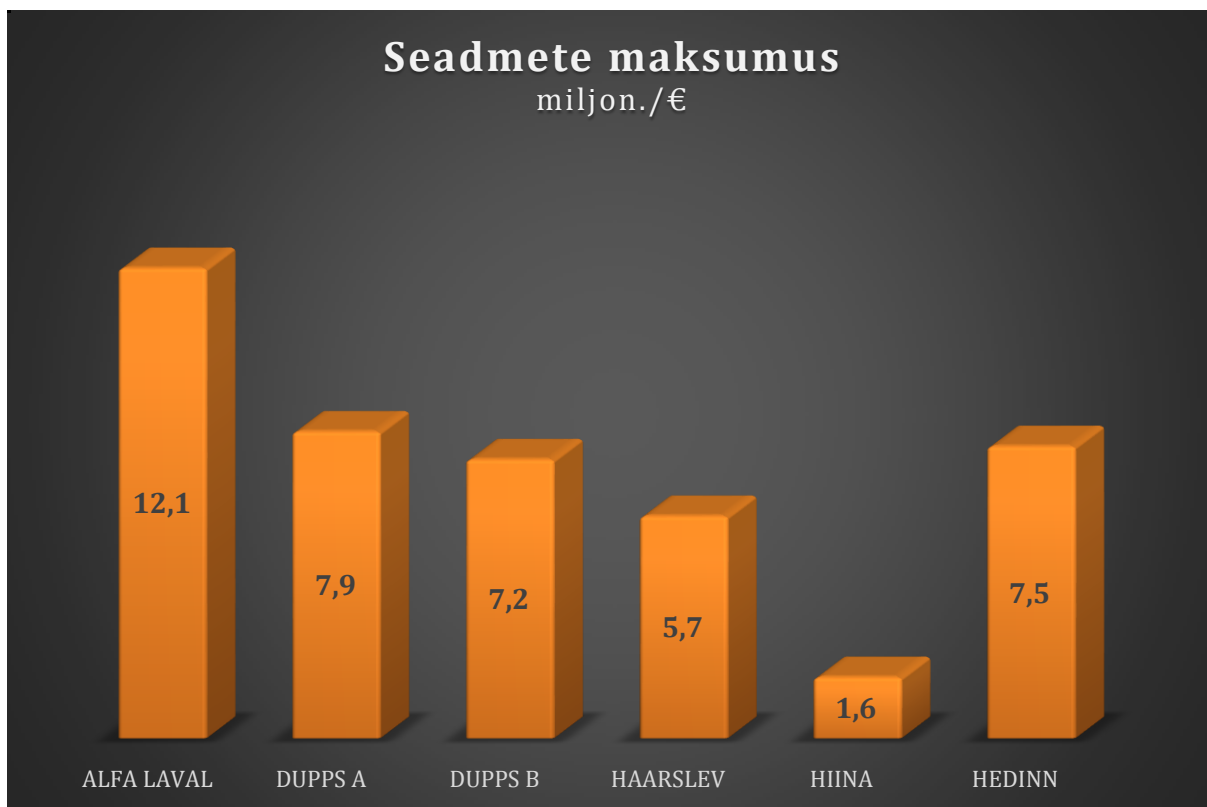
Seade	Tootlikus	Hind
Sorteerimisseade	20 tonni tunnis	175 000 eurot
Veeraldaja	100 tonni tunnis	20 000 eurot
Kalatsisternid	4 x 125 tonni	260 000 eurot
Pumbad, torustik, ühendused	70 tonni tunnis	65 000 eurot
Paakauto koos veokiga	30 tonni	140 000 eurot

Kokku moodustab kõigi nende kulutuste summa u. 660 000 eurot. Olenevalt sadamast on võimalik ka kaldapealsete ehitisteta operatsioonid ellu viia. Sellisel juhul toimuks kogu kala lossimine sadamas paakautodele ja kohene vedu tehasesse. Seal antakse osa toodangust otse tootmisesse ja osa pumbatakse tehase kõrval asuvasse tsisternidesse. Eelistatud oleks antud juhul variant, kus nii kala sorteerimine kui esmane ladustamine toimuks laevadele võimalikult lähedal ehk sadamas, kuid see ei ole primaarne ja see on võimalik logistiliselt lahendada.

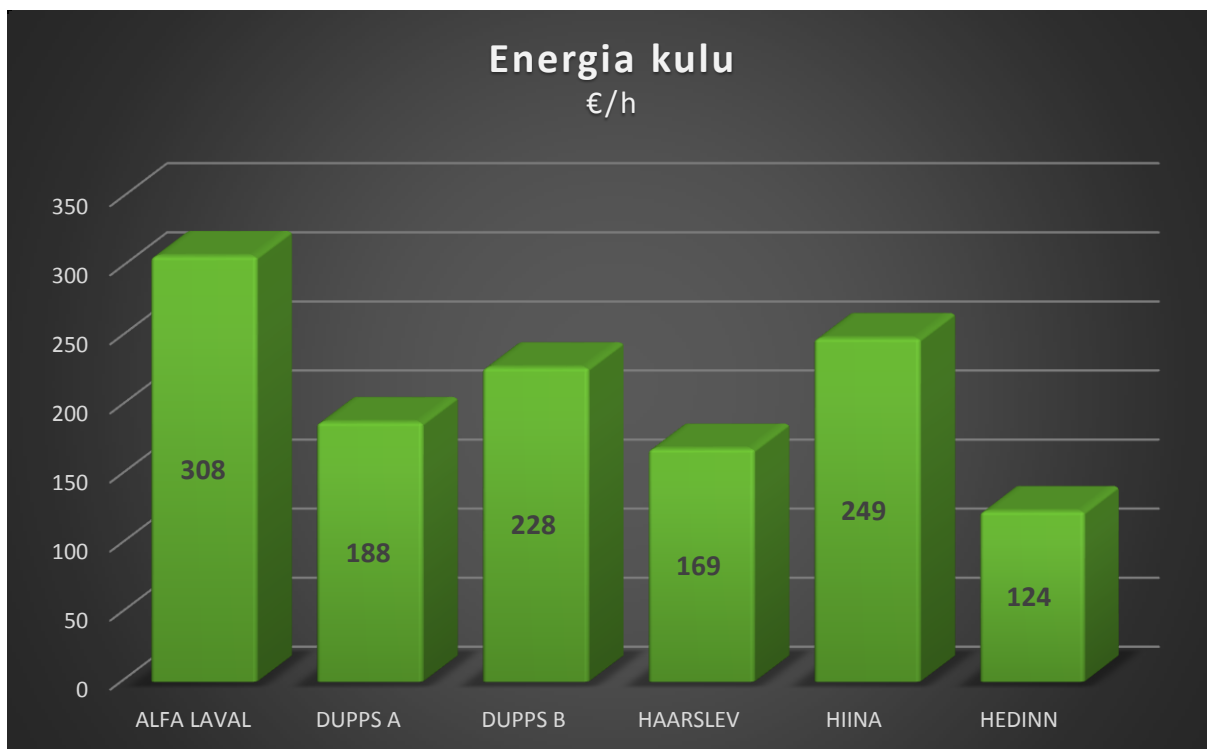
Seadmete valik

Tehnoloogilised lahendused on sarnased sellele, mida planeerime kasutada ka Eestis ehk kõik kasutavad auru ja kuumtöötlemist, kuna see on kilu ja räime puhul kõige otstarbekam. Oluline erinevus tuleneb sellest, et viimased aastad on uued seadmed ja lahendused teinud innovatsiooni just energiasäästlikkuse osas, nii et võib eeldada et uus tehas oleks kulude poole pealt säästlikum ja kuna energia moodustab peale tooraine kõige suurema osa kuludest, siis on see oluline eelis teiste Läänemereregiooni tehaste ees. Samuti on võimalus projekteerida tehas selliselt, et lähitulevikus oleks seal võimalik eraldada ka kalavalgu hüdrolysaate. Need kolm elementi kombineeritult (asukoht + energiasäästlikum terviklahendus + kalavalgu hüdrolysaadid) peaksid tagama meile piisava konkurentsieelise.

Seadmete maksumuses on arvestatud kõiki pakkumistes toodud komponente võrdsel tasemel (lisatud puuduolevad elemendid nagu aurukatlad ZHOUSHAN XINZHOU) ja Hedinni puhul jne.) samuti on lisatud seadme pakkuja poolt toodud transpordi ja paigalduskulud. Antud hindades ei arvestatud maa maksumust, hoonete ja rajatiste hinda, elektri, vee- ja kanalisatsiooni liitumisi, projekteerimise, kooskõlastuste ja muid ettevalmistustöid.



Alljärgnevas diagrammis on välja toodud erinevate tehaste energiatarbimise kulu. Arvestatud on elektri (elekter + ülekandetasud hind 100 €/MWh) ja auru tootmiseks vajaliku kütuse kulu (kütteõli või LNG hind 24 €/MWh). Ei ole arvestatud vee ja kanalisatsiooni kulu, tööjõukulu, transpordikulu ja tööstuskeemia kulu.



Järgmisena on lisatud tabel, kus on ära toodud viie tehase peamised tootmisandmed nagu: valmistoodangu väljatuleku %, energiatarbimine, tarneaeg, töötajaid ühes vahetuses jne.

	ALFA LAVAL	DUPPS		HAARSLEV	HIINA	HEDINN
		A	B			
Toormaterjali, t/päevas	300	300	300	300	300	300
Jahu % *	20	24	25	21	23	18
Õli % *	10	4	4	10	4	8
Aurukatla küttevajadus, MWh	9.3	3	5.4	4.8	8.7	3,2
Elektritarbimine, MWh	0.9	1.2	1.0	0.5	0.4	0.5
tarneaeg, kuu	9	8	9	6	3	10
garantii, kuu	-	-	-	12	-	-
paigaldusaeg, nädal	10	10	10	15	6	-
Töötajaid vahetuses	8	4	4	4	11	3

Kui me vaatame lõpparuandele lisatud koondtabeleid (Lisa 9) ja seal asuvaid peamisi kriteeriume, siis Haarslev (LISA 6) on kas parim või paremuselt teine praktiliselt kõigis neis. Nii võime välja tuua, et Haarslev osutus konkurentidest paremaks järgmistes kriteeriumites: investering seadmetesse, seadmete transpordikulu, seadmete eluiga, elektritarbimine ja auru tarbimine. Konkurentidega samas suurusjärgus olid: toormaterjali töötlemine, paigaldamise kulu ja töötajate arv vahetuses. Need on peamised kriteeriumid mille alusel seadmete pakkujaid võrdlesime. Lisaks sellele esitasid nad väga selgeid argumente tehase tootlikkuse osas. Samuti on nende tehased töös ka teistes Läänemere riikides, nii et me teame, et neil on ettekujutus kilu ja räime töötlemisest olemas ja nende poolt antud sisendit on põhjust piisavalt usaldada. Märkusena sooviksime veel lisada, et Hiina tehase Zhoushan Xinzhou Fishmeal Equipment Factory mitmed numbrid on küll konkurentidest oluliselt paremad, kuid meie kogemusel võib seal hilisemas faasis tekkida ületamatuid probleeme tarnega, vajaliku dokumentatsiooni ja sertifikaatidega saamise ning tehase hooldamise ja varuosadega. Sellest tulenevalt lisasime nende andmed küll analüüsi, kuid antud varianti ei soovita eelistada.

Kõigest eelnevast tulenevalt leiame et täna saadaoleva info põhjal esitas lähteülesandest tulenevalt kõige sobilikuma pakkumise Haarslev. Meie hinnangul oleks Haarslev Eestile hetkel kõige parem lahendus komponenditehase sisseseadetarnimise osas. Otsuse tegemisel olid peamisteks kriteeriumiteks seadmete maksumus, valmistoodangu väljatulek, energiatarbimine, töötajate arv, kogemus antud valdkonnas, analoogsete seadmete tarne lähiminevikus ja tehase poolne suhtumine erinevate tõstatatud küsimuste lahendamisel.

Kasutatud kirjandus

Adeoti, I., A.; Hawboldt, K. 2014. A review of lipid extraction from fish processing by-product for use as a biofuel.

Adler-Nissen, J. 1979. Determination of the degree of hydrolysis of food protein hydrolysates by trinitrobenzenesulfonic acid. *J Agr Food Chem Nov-Dec: 27: 1256-1262.*

Adler-Nissen, J. 1986. *Enzymic hydrolysis of food proteins* Elsevier Applied Science Publishers.

Airaksinen, R., Hallikainen, A., Rantakokko, P., Ruokojärvi, P., P.J. Vuorinen, R. Parmanne, M. Verta, J. Mannio, H. Kiviranta. Time trends and congener profiles of PCDD/Fs, PCBs, and PBDEs in Baltic herring off the coast of Finland during 1978–2009, *Chemosphere*, Volume 114, November 2014, Pages 165-171.

Ankarberg, E., M. Aune, et al. 2007. "Risk assessment of persistent chlorinated and brominated environmental pollutants in food." NFA Report 9: 3-181. http://www.slv.se/upload/dokument/rappporter/kemiska/2007_livsmedelsverket_2009_risk_assessment_chlorinated_brominated_pollutants.pdf

Antelo, L.T., Lopes, C., Franco-Uria, A., Alonso, A.A., 2012. Fish discard management: Pollution levels and best available removal techniques. *Marine Pollution Bulletin* 64, 1277-1290.

AOCS. 2003. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Method Cd 8B-90: Peroxide Value.

AOCS. 2003. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Method Cd 18-90: p-Anisidine Value.

Arason, A., Karlsdottir, M., Valsdottir, T., Slizyte, R., Rustad, T., Falch, E., Eysturskard, J. and Jakobsen, G. 2009. Maximum resource utilisation -value added fish by-products, Nordic Innovation Centre project number: 04275, 35-46 pp.

Baron, C. 2015. Blue growth from Danish perspective. Konverentsietekanne "Sinise majanduskasvu potentsiaal Eesti rannikumeres". http://www.kalateave.ee/images/03_Baron.pdf

Bernardez, M., L. Pastoriza, G. Sampedro, J.J.R. Herrera and M.L. Cabo. 2005. Modified Method for the Analysis of Free Fatty Acids in Fish. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 1903-1906.

Bignert, A, Danielsson S., Strandmark A., Nyberg E., Asplund L., Eriksson U., Berger U., Wilander A., Haglund P. 2008. Comments Concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in Marine Biota. Report to Swedish EPA.

Bimbo, Anthony P., Processing of marine oils, in Long-Chain Omega-3 Specialty Oils, edited by Harald Breivik, The Oily Press, PJ Barnes & Associates, Bridgwater, England, 2007.

Bligh, E.G. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37: 911-917.

Bimbo, A.P. 2007. Chapter 4. Processing of marine oils. (Breivik, Harald. Long-Chain Omega-3 Specialty Oils. Woodhead Publishing).

- Breivik, H., O. Thorstad. 2005. Removal of organic environmental pollutants from fish oil by short-path distillation. *Lipid Technol*, 17 (2005), pp. 55–58.
- Calligaris, S., L. Manzocco, M. Anese and M.C. Nicoli. 2004. Effect of heat-treatment on the antioxidant and pro-oxidant activity of milk. *Int Dairy J* 14: 421-427.
- Carbonnelle, S., G. Eppe, L. Hellebosch, B. De Meulenaer, J. Vila-Ayala, W. De Greyt et al. 2006. Removal of PCDD/Fs and DL-PCBs from fish oils by volatilisation procedures. *Organohalogen Compd*, 68 (2006), pp. 620–623.
- Carvaja AK., Slizyte R., Storrø I., Aursand M. (2014a) Production of high quality oil by thermal treatment and enzymatic protein hydrolysis from fresh Norwegian spring spawning herring by-products. *J. Aquat Food Prod T.* (Accepted).
- Carvajal A.K., Mozuraityte R., Standal I.B., Storrø I., Aursand M. (2014b) Antioxidants in Fish Oil Production for Improved Quality. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 91,9,1611-1621.
- Chalamaiah, M., Dinesh Kumar, B., Hemalatha, R., Jyothirmayi, T. 2012. Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. *Food Chemistry*, 135, 3020-3038.
- Colles, A., G. Koppen, et al. 2008. "Fourth WHO-coordinated survey of human milk for persistent organic pollutants (POPs): Belgian results." *Chemosphere* 73(6): 907-914.
- Dragesund, Petter. 2013. Marine ingredients: investment opportunities or future dream? First International Marine Ingredients Conference, Oslo, Norway.
- Dauksas, E., E. Falch, R. Slizyte and T. Rustad. 2005. Composition of fatty acids and lipid classes in bulk products generated during enzymic hydrolysis of cod (*Gadus morhua*) by-products. *Process Biochemistry* 40: 2659-2670.
- Dauksas, E., R. Slizyte, T. Rustad and I. Storro. 2004. Bitterness in fish protein hydrolysates and methods for removal. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 13: 101-114.
- De Greyt, W., F., J. (2012). Current and future technologies for the sustainable and cost-efficient production of high quality food oils.
- Dijkstra, A. J., Segers, J. C. (2007). Chapter 3. Production and Refining of Oils and Fats. (Harwood, J. L.; Gunstone, F. D.; Dijkstra, A. J. *The Lipid Handbook*. 3rd Ed. CRC Press).
- Duan, Z.H., J.L. Wang, M.H. Yi and A.Q. Yin. 2010. Recovery of proteins from silver carp by-products with enzymatic hydrolysis and reduction of bitterness in hydrolysate. *J Food Process Eng* 33: 962-978.
- Eltringham, W.; Catchpole, O. 2007. Chapter 5. Processing of Fish Oils by Supercritical Fluids. (Martínez, J.,L. *Supercritical Fluid Extraction of Nutraceuticals and Bioactive Compounds*. CRC Press). E-raamat. Online version available at: FAO. Fish meal. Torry Advisory Note No. 49.
- Eurofish. Overview of the Latvian fisheries and aquaculture sector (http://www.eurofish.dk/index.php?option=com_content&view=article&id=117%3Alatvia&catid=37&Itemid=68).
- Eurostat. (<http://ec.europa.eu/eurostat/web/fisheries/data/database>).
- FAO Globefish Reports. European Fish Price Reports 2013 (<http://www.thefishsite.com/reports/?category=79>).

FAO. The production of fish mela and oil.

FAO, Discards in the world's marine fisheries, in FAO Fisheries technical paper. 2005, FAO: Rome, Italy.

FAO, The state of world fisheries and aquaculture, in FAO. 2010, FAO: Rome, Italy.

Fattore, E., R. Fanelli, et al. 2006. "Current dietary exposure to polychlorodibenzo-p-dioxins, polychlorodibenzofurans, and dioxin-like polychlorobiphenyls in Italy." *Mol Nutr Food Res* 50(10): 915-921.

FGFRI 2014a. Commercial Marine Fishery 2013. Finnish Game and Fisheries Research Institute.

FGFRI 2014b. Fish processing 2013. Finnish Game and Fisheries Research Institute.

FGFRI 2014c. Foreign trade in fish 2013. Finnish Game and Fisheries Research Institute.

FGFRI 2014d. Producer Prices for fish 2013. Finnish Game and Fisheries Research Institute.

Focant, J. F., G. Eppe, et al. 2002. "Levels and congener distributions of PCDDs, PCDFs and non-ortho PCBs in Belgian foodstuffs-assessment of dietary intake." *Chemosphere* 48(2): 167-179.

FSA 2003. "Dioxins and dioxin-like PCBs in the UK diet: 2001 total diet study samples." http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis38_2003.pdf.

Francis, F.F. 1985. Pigments and other colorants. In: O. M. Fennema, editor *Food Chem.* Marcel Dekker, New York. p. 545-584.

Fraser, A.J., D.R. Tocher and J.R. Sargent. 1985. Thin-layer chromatography — flame ionization detection and the quantitation of marine neutral lipids and phospholipids. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 88: 91-99.

Grigorii M. Chuiko, Donald E. Tillitt, James L. Zajicek, Boris A. Flerov, Vera M. Stepanova, Yuri Y. Zhelnin, Vera A. Podgornaya Age- and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. populating a low-contaminated site, *Water Research*, Volume 37, Issue 5, March 2003, Pages 959-964.

Hakala, E., A. Hallikainen, Suomalaisten arseenialtistuminen, arseenin vaikutukset ja terveysriskit, GTK 2004, Arseni Suomen luonnossa, ympäristövaikutukset ja riskit.

Hallikainen, A., H. Kiviranta, P. Isosaari, T. Vartiainen, R. Parmanne, P.J. Vuorinen. 2004. Concentration of dioxins, furans, dioxin-like PCB compounds and polybrominated diphenyl ethers in domestic fresh water and salt water fish. National Food Agency publications 1/2004, 54 pp. <http://www.epa.gov/tri/lawsandregs/teq/teqprule.html#Q2>.

HELCOM. 2010. Hazardous substances in the Baltic sea-An integrated thematic assessment of hazardous substances in the Baltic sea.

Balt. Sea Environ. Proc. Volume: 120B Pages: 1-116 Published: 2010.

ICES. 2012. Multispecies considerations for the central Baltic stocks: cod in Subdivisions 25–32, herring in Subdivisions 25–29 and 32, and sprat in Subdivisions 22–32. ICES Advice 2012, Book 8, Section 8.3.3.

ICES. 2013. Multispecies considerations for the central Baltic stocks: cod in Subdivisions 25–32, herring in Subdivisions 25–29 and 32, and sprat in Subdivisions 22–32. ICES Advice 2013, Book 8, Section 8.3.3.

ICES. 2014. Baltic Sea sprat in Subdivisions 22–32. ICES Advice 2014, Book 8, Section 8.3.18.

ICES Datasets. Official Nominal Catches 2006-2013 (<http://www.ices.dk/marine-data/dataset-collections/Pages/Fish-catch-and-stock-assessment.aspx>).

Isosaari, P., A. Hallikainen, H. Kiviranta, P.J. Vuorinen, R. Parmanne, J. Koistinen, T.

Josing, M. Kala ja kalatoodete tarbimisuuring. 2012. Eesti Konjunkturiinstituut http://agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/KALAMAJANDUS/ETTEKANDED/2012_01_25/konverents_2012_01_25_MJosing.pdf

Hernandez, E. M. (2011). Chapter 5. Processing of Omega-3 Oils (Hernandez, Ernesto M. Hosokawa, Masashi Omega-3 Oils – Applications in Functional Foods. AOCS Press).

Hilbert, G., Lillemark., Balchen, S. Hojskov, C.S. 1989. Reduction of organochlorine contaminants from fish oil during refining. Chemosphere 37, 1241-1252.

Hjaltason, B. (2006). Chapter 4. Fish oils and lipids from marine sources. (Gunstone, Frank D. Modifying Lipids for Use in Food. Woodhead Publishing). E-raamat.

Hoyle, N.T. and J.H. Merritt. 1994. Quality of fish-protein hydrolysates from herring (*Clupea harengus*). Journal of Food Science 59: 76-79.

Grandison, A.S.; Lewis, M.J. (1996). Separation Processes in the Food and Biotechnology Industries – Principles and Applications. Woodhead Publishing. E-raamat.

Jackson, Andrew. 2013. Worldwide trends for fishmeal and fishoil – production, sustainability and market. First International Marine Ingredients Conference, Oslo, Norway.

JECFA. 2002. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Polychlorinated dibenzodioxins, polychlorinated dibenzofurans, and coplanar polychlorinated biphenyls. WHO Food Additive Series:48. Geneva, Switzerland, WHO: 1-212.

Jin, T., Y.X. Wu and Q. Wang. 2012. Production and characteristics of protein hydrolysates from Bombay duck (*Harporodon nehereus*). J Food Process Pres 36: 30-37.

Järv, L; Simm, M; Raid, T; Parts, L; Järvik, A. 2013. Environmental status of the North-Eastern Baltic Sea: The results of long-term monitoring of organochlorine compounds. Developments in Maritime Transportation and Exploitation of Sea Resources, Vol.2, 819-824.

Kaare, J., Nilsen, B.M., Frantzen, S., Valdersnes, S., Maage, A., Nedreaas, K., Sloth, J.J. 2012. Total and inorganic arsenic in fish samples from Norwegian waters. Food Additives & Contaminants: Part B: Surveillance, Vol. 5, Issue 4, 229-235.

Karl, H; Ruoff, U; Bluthgen, A. 2002. Levels of dioxins in fish and fishery products on the German market. CHEMOSPHERE Volume: 49, Issue: 7, Pages: 765-773.

Karl, H., Ruoff, U. 2007. Dioxins, dioxin-like PCBs and chloroorganic contaminants in herring, *Clupea harengus*, from different fishing grounds of the Baltic Sea.

Chemosphere 67: S90-S95.

Kawashima, A., R. Iwakiri, K. Honda. 2006. Experimental study on the removal of dioxins and coplanar polychlorinated biphenyls (PCBs) from fish oil. *J Agric Food Chem*, 54 (2006), pp. 10294–10299.

Kawashima, A., S. Watanabe, R. Iwakiri, K. Honda. 2009. Removal of dioxins and dioxin-like PCBs from fish oil by countercurrent supercritical CO₂ extraction and activated carbon treatment. *Chemosphere*, 75 (2009), pp. 788–794.

Kawashima, a., M. Katayama, N. Matsumoto, K. Honda. 2011. Physicochemical characteristics of carbonaceous adsorbent for dioxin-like polychlorinated biphenyl adsorption. *Chemosphere*, 83 (2011), pp. 823–830.

Kieran Kelleher, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Discards in the World's Marine Fisheries: An Update, 470. number, 1. osa

Kim, J.S. and Y.S. Lee. 2009. Study of Maillard reaction products derived from aqueous model systems with different peptide chain lengths. *Food Chem* 116: 846-853.

Kiviranta, H., A. Hallikainen, et al. 2001. "Dietary intakes of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and polychlorinated biphenyls in Finland." *Food Addit Contam* 18(11): 945-953.

Kiviranta, H., Vartiainen, T., Parmanne, R., Hallikainen, A., Koistinen, J., 2003. PCDD/Fs and PCBs in Baltic herring during 1990s. *Chemosphere* 50, 1201-1216.

Kiviranta, H., M. L. Ovaskainen, et al. 2004. "Market basket study on dietary intake of PCDD/Fs, PCBs, and PBDEs in Finland." *Environ Int* 30(7): 923- 932.

Kjosbakken, J. 1970. Nitrogenekstraktiver i sild, lodde og makrell. NTH, Trondheim.

Koistinen, J., Kiviranta, H., Ruokojärvi, P., Parmanne, R., Verta, M., Hallikainen, A., Vartianen, T. 2007. Organohalogen pollutants in herring from the northern Baltic sea: Concentrations, congener specific profiles and explanatory factors. *Environmental Pollution* 2007 (1–2).

Kristinsson HG, Rasco BA. Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2000;40(1):43–81.

Kristinsson, H.G. and B.A. Rasco. 2000. Fish protein hydrolysates and their potential use in the food industry. *Recent Advances in Marine Biotechnology*. Science Publishers, Inc., Plymouth p. 157-181.

Kristinsson HG, Rasco BA. Fish protein hydrolysates and their potential use in the food industry. *Recent Adv Mar Biotechnol* 2002;7:157–81 (seafood safety and human health).

Kristinsson, H.G. 2007. Aquatic food protein hydrolysates In: F. Shahidi, editor *Maximising the Value of Marine By-Products*. Woodhead Publishing Ltd.

Latvian fisheries in numbers and figures 2014. Fishery Department of the Ministry of Agriculture, Latvia (http://issuu.com/eurofish/docs/2014_latvian_fisheries/1).

Llobet, J. M., R. Marti-Cid, et al. 2008. "Significant decreasing trend in human dietary exposure to PCDD/PCDFs and PCBs in Catalonia, Spain." *Toxicol Lett* 178(2): 117-126.

Lundstedt-Enkel, K., Bjerselius, R., Asplund, L., Nylund, K., Liu, Y., Södervall, M. 2010. Modeling Relationships between Baltic Sea Herring (*Clupea harengus*) Biology and Contaminant Concentrations Using Multivariate Data Analysis. *Environmental Science &*

Technology 2010 44 (23), 9018-9023.

Losada, V., Barros-Velázquez, J., Gallardo, J. M. and Aubourg, S. P. (2004), Effect of advanced chilling methods on lipid damage during sardine (*Sardina pilchardus*) storage. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 106: 844–850.

Love, R.,M. (2005). Chapter 35. Fish Biology and Food Science. (Hui, Y. H. Handbook of Food Science, Technology, and Engineering – 4 Volume Set. CRC Press). E-raamat.

Marmon, S. 2012. Protein isolation from herring (*Clupea harengus*) using the pH-shift process – Protein yield, protein isolate quality and removal of food contaminants, PhD Thesis, Chalmers University.

Maschietti, M., Pedacchia, A. (2014). Supercritical carbon dioxide separation of fish oil ethyl esters by means of a continuous countercurrent process with an internal reflux. *The Journal of Supercritical Fluids*.

Munne, Päivi. 2013. Summary of the selected contaminants. www.foodweb.ut.ee.

Baars, A. J., M. I. Bakker, et al. 2004. "Dioxins, dioxin-like PCBs and non- dioxin-like PCBs in foodstuffs: occurrence.

Neklyudov, A. D., Ivankin, A. N., & Berdutina, A. V. 2000. Properties and uses of protein hydrolysates. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 36, 452–459.

Nielsen, P.M. 1997. Functionality of protein hydrolysates. In: S. Damodaran and A. Paraf, editors, *Food proteins and their applications*,. Marcel Dekker, Inc.

Nielsen, P.M. 1997. Functionality of protein hydrolysates. In: S. Damodaran and A. Paraf, editors, *Food proteins and their applications*,. Marcel Dekker, Inc.

Okada, T; Morrissey, M. T. (2008). Production of n-3 Polyunsaturated Fatty Acid Concentrate from Sardine Oil by Immobilized *Candida rugosa* Lipase. *Journal of Food Science*.

Ortiz, X., L. Carabellido, M. Marti, R. Marti, X. Tomas, J. Diaz-Ferrero. 2011. Elimination of persistent organic pollutants from fish oil with solid adsorbents. *Chemosphere*, 82 (2011), pp. 1301–1307.

Oterhals, A., M. Solvang, R. Nortvedt, M.H.G. Berntssen. 2007. Optimization of activated carbon-based decontamination of fish oil by response surface methodology. *Eur J Lipid Sci Technol*, 109 (2007), pp. 691–705.

Oterhals, A., E. Nygård. 2008. Reduction of persistent organic pollutants in fishmeal: a feasibility study. *J Agric Food Chem*, 56 (2008), pp. 2012–2020.

Oterhals, A. Kvamme, M.H.G. Berntssen. 2010. Modeling of a short-path distillation process to remove persistent organic pollutants in fish oil based on process parameters and quantitative structure properties relationships. *Chemosphere*, 80 (2010), pp. 83–92.

Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sánchez, M.E. and Robles-Burgueño, M.R. (2000), Postmortem Biochemical and Functional Characteristic of Monterey Sardine Muscle Stored at 0 °C. *Journal of Food Science*, 65: 40–47.

Perez-Borla, O., S.I. Roura, C.L. Montecchia, H. Roldan and M. Crupkin. 2002. Proteolytic activity of muscle in pre- and post-spawning hake (*Merluccius hubbsi* Marini) after frozen storage. *Lebensm-Wiss Technol* 35: 325-330.

Peltonen, H; Kiljunen, M; Kiviranta, H. 2007. Predicting effects of exploitation rate on weight-at-age, population dynamics, and bioaccumulation of PCDD/Fs and PCBs in

herring (*Clupea harengus* L.) in the Northern Baltic Sea. ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY Volume: 41 Issue: 6 Pages: 1849-1855

Pendelova, M., Henkelmann, B., Roots, O., Simm, M., Järv, L., Benfenati, E. and Schramm, K.W. 2007. Levels of PCDD/F and dioxin-like PCBs in Baltic fish of different age and gender. Chemosphere 2007.

Pikkarainen, A-L; Parmanne, R. 2006. Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in Baltic herring 1985-2002. MARINE POLLUTION BULLETIN Volume: 52 Issue: 10 Pages: 1304-1309.

Pilottihanke vajaasti hyödynnetyn kalan käytön edistämiseksi, 2012, Riista- ja Kalatalouden Tutkimuslaitos, http://www.rktl.fi/talous_yhteiskunta/elintarvikkeet/monipuolinen_kestava_tuotanto/pilotti_hanke_vajaasti_hyodynnety.html

Pinillos, Carlos. 2013. Marine ingredients from pelagic fish in Peru. First International Marine Ingredients Conference, Oslo, Norway.

Research project on Baltic herring and Baltic sprat development potential evaluation. January 2008 – July 2009. Financed by Estonian Ministry of Agriculture. Reports available at: <http://www.agri.ee/uuringud-3/> in Estonian.

Richards MP, Østdal H, Andersen HJ. Deoxyhemoglobin-mediated lipid oxidation in washed fish muscle. J Agric Food Chem 2002; 50(5):1278-83.

Roots, O., Kiviranta, H., Pitsi, T., Rantakokko, P., Ruokojärvi, P., Simm, M., Vokk, R., Järv, L. 2011. Monitoring of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in Estonian food, Proceedings of the Estonian Academy of Sciences 01/2011; 60(3):193-200.

Rustad T., Storro I., Slizyte R. (2011) Possibilities for the utilisation of marine by-products. International Journal of Food Science and Technology 46:2001-2014.

Røjbek M.C., Tomkiewicz J., Jacobsen C. & Støttrup J.G. 2014. Forage fish quality: seasonal lipid dynamics of herring (*Clupea harengus* L.) and sprat (*Sprattus sprattus* L.) in the Baltic Sea. ICES J. Mar. Sci. doi:10.1093/icesjms/fst106.

Samaranayaka, A.G.P. and E.C.Y. Li-Chan. 2008. Autolysis-assisted production of fish protein hydrolysates with antioxidant properties from Pacific hake (*Merluccius productus*). Food Chem 107: 768-776.

SCOOP (2000). "Assessment of dietary intake of dioxins and related PCBs by the population of EU Member States." Reports on tasks for scientific cooperation http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/library/pub/pub08_en.pdf.

Shahidi, F., ed. Maximising the value of marine by-products. 1st ed. 2007, Woodhead Publishing Limited: Cambridge. 532.

Shelepchikov, A.A., Shenderyuk, V.V., Brodsky, E.S., Feshin, D., Baholdina, L.P., Gorogankin, S.K. 2008. Contamination of Russian Baltic fish by polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and dioxin-like biphenyls. Environmental Toxicology and Pharmacology. Vol. 25, Issue 2, March 2008, Pages 136–143.

Sathivel, S., P.J. Bechtel, J. Babbitt, S. Smiley, C. Crapo, K.D. Reppond, et al. 2003. Biochemical and functional properties of herring (*Clupea harengus*), byproduct hydrolysates. Journal of Food Science 68: 2196-2200.

Simm, M., Roots, O., Kotta, J., Lankov, A., Henkelmann, B., Shen, H., and Schramm,

K., W. 2006. PCDD/Fs in sprat (*Sprattus sprattus balticus*) from the Gulf of Finland, the Baltic Sea. *Chemosphere* 65 (9).

Siddall, R., P.W.J. Robotham, R.A. Gill, D.F. Pavlov, G.M. Chuiko Relationship between polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) concentrations in bottom sediments and liver tissue of bream (*Abramis brama*) in Rybinsk Reservoir, Russia. *Chemosphere*, Volume 29, Issue 7, October 1994, Pages 1467-1476.

Siddall, R., P.W.J. Robotham, R.A. Gill, D.F. Pavlov, G.M. Chuiko Chemical contamination of the Rybinsk Reservoir, northwest Russia: Relationship between liver polychlorinated biphenyls (PCB) content and health indicators in bream (*Abramis brama*). *Chemosphere*, Volume 67, Issue 3, March 2007, Pages 527-536.

Sloth, J.J., K. Julshamn & A.-K. Lundebye. 2005. Total arsenic and inorganic arsenic content in Norwegian fish feed products. *Aquaculture Nutrition* 2005 11; 61–66.

Sikorski, Z.E., J. Pokorny and S. Damodaran. 2008. Physical and Chemical Interactions of Components in Food Systems. In: Srinivasan Damodaran, Kirk L. Parkin and Owen R. Fennema, editors, *Fennema's Food Chemistry*. CRC Press.

Slizyte, R., A.K. Carvajal, R. Mozuraityte, M. Aursand and I. Storro. 2014. Nutritionally rich marine proteins from fresh herring by-products for human consumption. *Process Biochemistry* 49: 1205-1215.

Slizyte, R., L. Grimsmo and I. Storrø. 2010. Prosessering av biråstoff fra sild til olje og proteinhydrolysat. Laboratorieforsøk med ulike proteaser og pilotforsøk med ultraferskt råstoff. Rapport Nr. 189. RUBIN.

Slizyte, R., R. Mozuraityte, O. Martinez-Alvarez, E. Falch, M. Fouchereau-Peron and T. Rustad. 2009. Functional, bioactive and antioxidative properties of hydrolysates obtained from cod (*Gadus morhua*) backbones. *Process Biochemistry* 44: 668-677.

Šližytė, R., J. Van Nguyen, T. Rustad and I. Storrø. 2004. Hydrolysis of cod (*Gadus morhua*) by-products: influence of initial heat inactivation, concentration and separation conditions. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 13 31-48.

Strube, A. 2013. Trends in Omega 3. First International Marine Ingredients Conference, Oslo, Norway.

Szlinder-Richert, J., Barska, I., Usydus, Z., Ruczyńska, W., Grabic, R. 2009. Investigation of PCDD/Fs and dl-PCBs in fish from the southern Baltic Sea during the 2002-2006 period. *Chemosphere* 01/2009; 74(11):1509-15.

Szlinder-Richert, J., Barska, I., Usydus, Z., Grabic, R., 2010. Polybromateddiphenyl ethers (PBDEs) in selected fish species from the southern Baltic Sea. *Chemosphere* 78, 695-700.

STECF 2014. The Economic Performance Report on the EU Fish Processing Industry (STECF-14-21). 2014. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Swedish Agency for Marine and Water Management 2014. Swedish sea-fisheries during 2013.

Tagasiheide ja lossimiskohustus

http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing_rules/discards/index_et.htm

Tard, A., S. Gallotti, et al. 2007. "Dioxins, furans and dioxin-like PCBs: occurrence in food and dietary intake in France." *Food Addit Contam* 24(9): 1007-1017.

Taylor, W.H. 1957. Formol titration: An evaluation of its various modifications. *The Analyst* 82: 488-498.

TemaNord 2010:534. Feasibility of removal of dioxin and dioxin-like PCB's by intensive fishery of herring and sprat in the Baltic Sea. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2010.

Thorkelsson G, Kristinsson HG. Bioactive Peptides from Marine Sources. State of Art. Report to the NORA fund. Skýrsla Matis14-09.2009. p. 19.

Timberg, L. 2012. Vürtsikilu valmimine, sensoorsete omaduste kujunemine ja kvaliteediindikaatorid. Doktoritöö, Tallinna Tehnikaülikool.

Torres, J.A., et al., Recovery of by-products from seafood processing streams, in Maximising the value of marine by-products, F. Shahidi, Editor. 2007, Woodhead publishing limited: Cambridge. p. 65-90.

Undeland I, Lingnert H. Lipid oxidation in fillets of herring (*Clupea harengus*) during frozen storage. Influence of prefreezing storage. *J Agric Food Chem* 1999; 47: 2075–81.

USDA 2013. Russian Federation Fish and Seafood Production and Trade Update. GAIN Report Number: RS1337.

USDA 2014. Russian Federation Fish and Seafood Production and Trade Update. GAIN Report Number: RS1419.

Usydys Z., Szlifder-Ricert J., Adamczyk M (2012) Variations in proximate composition and fatty acid profiles of Baltic sprat (*Sprattus sprattus baticus*) *Food Chem.* 130, 97-103.

Van Duijn, G. 2008. Industrial experiences with pesticide removal during edible oil refining. *Eur J Lipid Sci Technol*, 110 (2008), pp. 982–989.

van Leeuwen, F. X. and R. Malisch. 2002. "Results of the third round of the WHO-coordinated exposure study on the levels of PCBs, PCDDs and PCDFs in human milk." *Organohalogen Compounds* 56: 311-316.

Vartiainen. 2006. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, biphenyls, naphthalenes and polybrominated diphenyl ethers in the edible fish caught from the Baltic Sea and lakes in Finland. *Environmental Pollution*, 141 (2006), pp. 213–225.

Windal, I., S. Vandevijvere, et al. 2010. "Dietary intake of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs of the Belgian population." *Chemosphere* 79(3): 334-340.

LISAD

- 1. SINTEF raport – Eesti väheväärtuslike kalade väärindamise uuringud (LISA 1)**
- 2. Soome ja Kesklabori raport – Saasteainete analüüsid (LISA 2)**
- 3. Lähteülesanne võimalikele seadmete tarnijatele (LISA 3)**
- 4. Tehase pakkumine – Alfa Laval (LISA 4)**
- 5. Tehase pakkumine – Dupps (LISA 5)**
- 6. Tehase pakkumine – Haarslev (LISA 6)**
- 7. Tehase pakkumine – Hedinn (LISA 7)**
- 8. Tehase pakkumine – ZHOUSHAN XINZHOU (LISA 8)**
- 9. Koondtabel FISHMEAL AND FISH OIL FACTORY (LISA 9)**