

Utnyttelse av fôrressurser i norsk oppdrett av laks og regnbueørret i 2020

Faglig sluttrapport



Illustrasjon: Nofima

Nofima er et ledende matforskningsinstitutt som driver med forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien. Vi leverer internasjonal anerkjent forskning og løsninger som gir næringslivet konkurransefortrinn langs hele verdikjeden.

«Bærekraftig mat til alle» er vår visjon.

Kontaktinformasjon

Telefon: 77 62 90 00
post@nofima.no
www.nofima.no
NO 989 278 835 MVA



Hovedkontor Tromsø

Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø



Stavanger

Måltidets hus
Richard Johnsensgate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger



Sundalsøra

Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra



Ås

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1433 ÅS



Bergen

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Rapport

<i>Rapportnummer:</i> 2/2022	<i>ISBN:</i> 978-82-8296-668-9	<i>ISSN:</i> 1890-579X
<i>Dato:</i> 29. april 2022	<i>Antall sider + sider vedlegg:</i> 34	<i>Prosjektnummer:</i> 13068
<i>Tittel:</i> Utnyttelse av fôrressurser i norsk oppdrett av laks og regnbueørret i 2020. Faglig sluttrapport.		
<i>Title:</i> Utilization of feed resources in Norwegian farming of Atlantic salmon and rainbow trout in 2020. Professional report.		
<i>Forfatter(e):</i> Turid Synnøve Aas, Trine Ytrestøyl, Torbjørn Åsgård		
<i>Avdeling:</i> Ernæring og fôrteknologi		
<i>Oppdragsgiver:</i> FHF		
<i>Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:</i> 901604		
<i>Stikkord:</i> Fôrressurser; Ressursutnyttelse; Laks; Regnbueørret; Norsk oppdrett; Kjemisk sammensetning av helkropp; Kjemisk sammensetning av filet		
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Se kapittel 1.		
<i>English summary/recommendation:</i> See chapter 1.		

Kommentar: Tabell 7 og 10 er endret sammenlignet med først utgitte versjon 1. februar 2022

Comment: Tables 7 and 10 have been changed compared to the first released version on 1. February 2022

Forord

Prosjektet 'Ressursregnskap for fôrråvarer til laks og regnbueørret 2020' er finansiert av FHF.

Data for bruk av fôrmidler i 2020 ble gitt av BioMar AS, Cargill, Mowi Feed AS og Skretting AS.

Laks for kjemisk analyse av helkropp og filet er fra AS Bolaks, Cermaq, Lingalaks, Mowi Farming Norge og Salmar ASA.

Regnbueørret for kjemisk analyse av helkropp og filet er fra Blom Fiskeoppdrett AS, Osland Havbruk AS og Eide Fjordbruk AS.

Innhold

1	Sammendrag	1
2	Innledning	3
2.1	Faglig bakgrunn	3
2.2	Prosjektets omfang	3
2.2.1	Innsamling av data og prøvemateriale	3
2.2.2	Databearbeiding	4
2.3	Prosjektorganisering	4
3	Problemstilling og formål	5
3.1	Effekt mål	5
3.2	Resultat mål	5
4	Prosjektgjennomføring	6
4.1	Råvaredata for 2020	6
4.1.1	Opprinnelse	6
4.1.2	Sertifiseringsordninger	6
4.2	Mengde produsert laks og ørret i 2020	6
4.3	Kjemisk sammensetning av helkropp og filet av laks og ørret	6
4.3.1	Prøver av laks til kjemisk analyse	7
4.3.2	Prøver av ørret til kjemisk analyse	8
4.4	Kjemisk analyse av helkropp og filet av laks og ørret	9
4.5	Beregninger av ressursutnyttelse	9
4.5.1	Førfaktor	10
4.5.2	Retensjon av energi og næringsstoff	10
4.5.3	Indikatorer for bruk av marine råvarer – FIFO, FFDR, MPDR og MODR	10
4.6	Statistikk	11
5	Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon	12
5.1	Kjemisk sammensetning av helkropp og filet av laks	12
5.2	Kjemisk sammensetning av helkropp og filet av ørret	15
5.3	Ingredienser brukt til laksefôr i 2020	17
5.4	Opprinnelse av ingredienser brukt i laksefôr i 2020	20
5.5	Miljøsertifisering av ingredienser brukt i norsk laksefôr i 2020	21
5.6	Non-GM (ikke genmodifisert) sertifisering av ingredienser brukt i norsk laksefôr i 2020	22
5.7	Ingredienser brukt til ørretfôr i 2020	22
5.8	Opprinnelse av ingredienser brukt i ørretfôr i 2020	24
5.9	Miljøsertifisering av ingredienser brukt i norsk ørretfôr i 2020	25

5.10	Non-GM (ikke genmodifisert) sertifisering av ingredienser brukt i norsk ørretfôr i 2020	26
5.11	Kjemisk sammensetning av norsk laksefôr i 2020	26
5.12	Kjemisk sammensetning av norsk ørretfôr i 2020	27
5.13	Produksjon av laks og ørret i 2020	27
5.14	Økonomisk førfaktor	28
5.15	Retensjon av næringsstoff og energi	29
5.16	Indikatorer for bruk av marine råvarer	30
6	Hovedfunn	32
7	Leveranser	33
8	Referanser	34

1 Sammendrag

Utnyttelsen av fôrressurser i norsk oppdrett av laks har tidligere vært gjennomgått for 2010, 2012, 2013 (ikke fullstendige data tilgjengelig) og 2016. Dette arbeidet er en oppdatering for 2020. I tillegg ble tilsvarende ressursregnskap for 2020 beregnet for regnbueørret.

Volum laks og ørret produsert i 2020 ble beregnet fra tall i offentlige tilgjengelige data (Fiskeridirektoratet og Statistisk sentralbyrå). Data for forbruk av fôrmidler ble gitt av de fire store norske fôrselskapene (BioMar AS, Cargill, Mowi Feed AS og Skretting AS).

I 2020 ble det totalt brukt 1 976 709 tonn ingredienser (våtvekt) og det ble produsert 1 467 655 tonn laks. Mengden filet/spiselig del av laks ble beregnet til 953 976 tonn ved å anta 65 % filetutbytte.

Fôrfaktor for produksjon av laks, beregnet fra ingredienser på våtvektbasis var 1,35, beregnet fra ingredienser på tørrstoffbasis ble fôrfaktoren 1,25, og beregnet fra omsatt fôr ble fôrfaktoren 1,28.

Laksefôr i 2020 besto av 12,1 % fiskemel, 10,3 % fiskeolje, 40,5 % vegetabiliske proteinkilder, 20,1 % vegetabiliske oljer, 12,5 % karbohydratkilder og 4,1 % mikroingredienser. I tillegg var det brukt 0,4 % av ingredienser som insektmel, encelleprotein, fermenterte produkt og mikroalger. Sammensetningen av laksefôr har endret seg betydelig over de siste tiårene, men i forhold til 2016 var det små endringer i fôrsammensetningen i 2020.

Norske råvarer utgjorde 8 % av ingrediensene, og dette var fiskemel og fiskeolje. 92 % (inkludert mikroingredienser) var importert. For alle ingredienser, unntatt 3 401 tonn og unntatt mikroingrediensene, var opprinnelsesland/-område oppgitt. Størstedelen av de marine råvarene var sertifisert, og alt soyaproteinkonsentrat var sertifisert non-GM (ikke genmodifisert).

Laks med snittvekt 5,3 kg ble analysert. Helkropp inneholdt 41,7 % tørrstoff, 16,8 % protein (Nx6,25) og 22,9 % fett, og energiinnholdet var 12,9 MJ/kg. Filet/spiselig del av laks inneholdt 41,3 % tørrstoff, 18,8 % protein (Nx6,25) og 21,3 % fett, og energiinnholdet var 12,7 MJ/kg.

Retensjonen av tørrstoff fra fôr i helkropp hos laks var 33 %, retensjon av energi var 39 %, retensjon av protein var 34 %, retensjon av fett 57 %, hvorav retensjon av EPA+DHA var 49 %, og retensjonen av fosfor var 25 %.

Ingrediensene som ble brukt til produksjon av ørret var svært likt som til laks. Det ble brukt 116 990 tonn ingredienser (våtvekt) og det ble produsert 89 667 tonn ørret, og mengde filet/spiselig del ble beregnet til 55 593 tonn. For ørret ble det antatt 62 % filetutbytte.

Ørret har litt annen kjemisk sammensetning enn laks, med høyere innhold av fett, noe som gir noen mindre ulikheter mellom de to artene ved beregning av utnyttelsen av næringsstoff. Noen oppdrettere bruker laksefôr til produksjon av ørret. Dette påvirker beregningene av ressursutnyttelsen ved produksjon av laks, og beregningen av ressursutnyttelse blir derfor riktigst hvis de to artene beregnes under ett. Volumet av ørret produsert var imidlertid bare 6 % av volumet produsert laks. Sett under ett blir derfor ressursutnyttelsen ved produksjon av de to artene derfor tilnærmet lik ressursutnyttelsen for laks.

Summary

The utilization of feed resources in Norwegian salmon farming has previously been estimated for the years 2010, 2012, 2013 (not complete data set available) and 2016. The present report is an update for 2020. In addition, was the utilization of feed resources in production of rainbow trout estimated correspondingly.

The volume of salmon and trout produced in 2020 was calculated from public data (Directorate of Fisheries, Statistics Norway). Data on feed ingredients were provided by the four large Norwegian feed companies (BioMar AS, Cargill, Mowi Feed AS and Skretting AS).

In 2020 were 1,976,709 tons ('as is') of ingredients used for production of 1,467,655 tons of Atlantic salmon. Assuming a fillet yield of 65 %, the amount of fillet/edible part was 953,976 tons.

The feed conversion factor in salmon production was 1.35 if calculated from feed ingredients 'as is', 1.25 if calculated from feed ingredients on dry matter basis, and 1.28 if calculated from registered traded feed.

In 2020, the Norwegian salmon feed was produced from 12.1 % fish meal, 10.3 % fish oil, 40.5 % vegetable protein sources, 20.1 % vegetable oils, 12.5 % carbohydrate sources and 4.1 % micro ingredients. In addition, 0.4 % of ingredients such as insect meal, single cell protein, fermented products and micro algae. The composition of salmon feed has changed considerably during the last decades, but compared to 2016, there were minor changes in feed composition in 2020.

8 % of the feed ingredients, all of it fish meal and fish oil, was of Norwegian origin. The remaining 92 %, which included micro ingredients, was imported. For all ingredients, except micro ingredients and 3.401 tons of the other ingredients, the origin was given. The major part of the marine ingredients was certified by one or more certification systems, and all soy protein concentrate was certified non-GM (GM=genetically modified).

Salmon with average body weight 5.3 kg was analyzed. Whole body consisted of 41.7 % dry matter, 16.8 % protein (Nx6,25) and 22.9 % fat, and the energy content was 12.9 MJ/kg. The composition of fillet/edible part of salmon contain was 41.3 % dry matter, 18.8 % protein (Nx6,25) and 21.3 % fat, with an energy content of 12.7 MJ/kg.

The retention of dry matter from whole body of salmon was 33 %, energy retention 39 %, retention of protein 34 %, retention of fat was 57 %, of which 49 % of EPA+DHA was retained, and the retention of phosphorus was 25 %.

The ingredients used for feed for rainbow trout was very similar to the ingredients used in salmon feed. For trout feed, 116,990 tons ('as is') of ingredients were used for production of 89,667 tons of trout. The amount of fillet/edible part was estimated to 55,593 tons, assuming a fillet yield of 62 % for rainbow trout.

The chemical composition of rainbow trout is somewhat different from that of Atlantic salmon, with a higher content of fat. This results in some differences between the two species when calculating the feed utilization. Some trout farmers use salmon feed for the trout production. The estimates of the resource utilization are therefore most correctly performed if calculated for the two species combined. However, the volume of trout production is only 6 % of the salmon production, and the overall estimates for resource utilization were very similar to the estimated for Atlantic salmon alone.

2 Innledning

2.1 Faglig bakgrunn

Det er økende krav til bærekraft i matproduksjon og andre produksjonssystemer, med et økende behov for å redegjøre for ressursbruken. All intensiv produksjon av mat har et avtrykk på klima og miljø, og innebærer bruk av areal, vann, fosfor, energi og andre ressurser. Kunnskap om utnyttelse av fôrressursene er viktig for å vurdere og forbedre bærekraften i norsk oppdrett. Ulike produksjoner blir stadig sammenlignet mot hverandre, og selv i Norge, hvor man tradisjonelt har hatt høyt konsum av kjøtt og fisk, har vegetarisk og vegansk kosthold øket i popularitet, og konsum av animalsk føde kritiseres i det offentlige rom. Det er viktig å kunne dokumentere den faktiske ressursbruken. Denne dokumentasjonen er viktig for næringen selv, for beslutningstakere, for forbrukeren og allmenheten.

2.2 Prosjektets omfang

Prosjektet har hatt en ramme på 4 millioner NOK og er fullfinansiert av FHF. Prosjektet er faglig knyttet til det parallelt gående prosjektet 'Komparativ analyse av norsk og global akvakultur med hensyn til føreffektivitet, bærekraft og klimaavtrykk' (FHF sitt prosjektnummer 901641, prosjektansvarlig Ruralis, prosjektleder Bjørn Eidem).

2.2.1 Innsamling av data og prøvemateriale

Data for produksjon i norsk oppdrettsnæring er tilgjengelig i offentlige statistikker fra Fiskeridirektoratet og Statistisk sentralbyrå. De store norske fôrprodusentene har oppgitt fullstendig oversikt over bruk av fôrråvarer gjennom et år også ved tidligere anledninger. Slik har man kunnet gjøre rede for ressursbruken relatert produksjonen av laks gjennom et år. Dette ble sist gjort for 2016. Det globale markedet for fôrråvarer endres kontinuerlig med tanke på pris og tilgjengelighet, og det utvikles stadig nye produkt. De seinere år har det for eksempel vært økt fokus på råvarer produsert fra bistrømmer. Produksjonssystemene i oppdrettsnæringen er også i kontinuerlig utvikling, og laksens genetik endres over tid gjennom avl. Det er derfor behov for jevnlige oppdateringer av regnskapet for ressursutnyttelsen i norsk lakseoppdrett.

I dette prosjektet er det redegjort for utnyttelse av fôrressurser i norsk oppdrett av laks og ørret i 2020. Nytt i forhold til tidligere versjoner er at ressursutnyttelsen i norsk oppdrett av ørret er dokumentert, og at det er samlet fisk og analysert prøver av både helfisk og filet.

Det ble samlet inn laks til kjemisk analyse av helkropp og filet fra fire lokaliteter (Sør-Norge, Midt-Norge og Nord-Norge). Ørret til analyser av helkropp og filet ble samlet inn fra to lokaliteter (sør og nord på Vestlandet). Både laks og ørret ble samlet inn på to tidspunkt (mai/juni og november/desember) fordi det er årstidsvariasjon i kjemisk sammensetning av laks og ørret.

Data for mengde produsert laks og ørret gjennom 2020 ble hentet fra offentlige statistikker.

Bruk av råvarer som ble brukt til fôr til laks og ørret i 2020 ble rapportert fra BioMar, Cargill, Mowi Feed og Skretting. Fôrselskapene oppga mengde og sammensetning av hver råvare, samt opprinnelse og sertifisering.

2.2.2 Databearbeiding

Basert på de innsamlede data ble det gjort rede for utnyttelsen av fôrressurser i norsk produksjon av laks og ørret gjennom et helt år. Dokumentasjon av ressursbruken på et så detaljert nivå i et helt produksjonssystem i et helt land over et år foreligger så vidt oss bekjent ikke for noe annen matproduksjon, og tidligere publikasjoner av dette har blant annet blitt hyppig referert til i vitenskapelige publikasjoner, og brukes i undervisning ved universiteter.

2.3 Prosjektorganisering

Prosjektleder: Turid Synnøve Aas (Nofima)

Prosjektdeltakere: Trine Ytrestøyl (Nofima) og Torbjørn Åsgård (Nofima og Åsgård Aqua Advice)

Referansegruppe:

- Erik Olav Gracey (BioMar AS, Sustainability analyst)
- Mads Martinsen (Skretting AS, Director Marketing and Sustainability)
- Ernst Hevrøy (Mowi Feed AS, Senior product development manager)
- Ted Andreas Mollan (Cargill, RMS Category Support Director)

Takk til referansegruppen og Vidar Gundersen (BioMar), Karl Marius Lillevik (Cargill) og Trygve Berg Lea (Skretting AS) for deres bidrag til prosjektet.

3 Problemstilling og formål

3.1 Effektmål

Prosjektet dokumenterer utnyttelsen av fôrressurser i norsk oppdrett av laks og ørret gjennom et år. Slik oppdatert dokumentasjon er viktig for at oppdrettsnæringen, allmenheten og myndigheter skal kunne gjøre gode valg som gir ansvarlig utnyttelse av ressursen. Denne kunnskapen er også viktig for media, forbrukere og miljøorganisasjoner, og kan brukes i undervisning og vitenskapelige publikasjoner.

3.2 Resultatmål

Prosjektet vil gi følgende dokumentasjon:

- Kjemisk sammensetning av helkropp og filet av laks og ørret produsert i 2020
- Produksjonsvolum av laks og ørret i 2020
- Mengde, sammensetning, opprinnelse og sertifisering av fôrråvarer brukt i 2020
- Beregning av utnyttelse av fôrressursene med vanlig brukte indekser for utnyttelse av fôr

4 Prosjektgjennomføring

4.1 Råvaredata for 2020

Fôrprodusentene BioMar, Cargill, Mowi Feed og Skretting ga data for alle ingredienser brukt i lakse- og ørretfôr i 2020. Det ble oppgitt mengde, kjemisk sammensetning, opprinnelse og eventuell sertifisering for hver enkelt råvare.

Data ble oppgitt for lakse- og ørretfôr separat. Fôr til laks og ørret er svært likt, og noen oppdrettere bruker laksefôr til ørret. Det gjør at det er vanskelig å skille ressursbruken til de to ulike artene.

4.1.1 Opprinnelse

Opprinnelse til marine råvarer ble gitt som FAO sine fiskeriområder.

Planteråvarer oppgitt med land eller område som opprinnelse.

I tillegg ble det oppgitt hvorvidt råvarene var norske eller importerte (gjelder marine råvarer fra område nummer 27, se Figur 4).

4.1.2 Sertifiseringsordninger

For marine råvarer ble det angitt mengde sertifisert under Marine trust, MSC, Marine trust FIP og MSC FIP. Planteråvarer ble angitt med sertifisering for avskogingsfrie områder og frie for genmodifisert materiale.

4.2 Mengde produsert laks og ørret i 2020

Mengde produsert laks og ørret ble beregnet fra offentlig statistikk over mengde laks og ørret solgt i 2020, korrigert for forskjellen i stående masse ved inngangen og utgangen av året (Fiskeridirektoratet, 2021).

4.3 Kjemisk sammensetning av helkropp og filet av laks og ørret

Laks og ørret av slaktestørrelse er sluttproduktet i oppdrett av disse artene, men det foreligger lite data på kjemisk sammensetning av helkropp av laks og ørret av slaktestørrelse av nyere dato. Prøver som samles inn for kjemisk analyse skal representere hele den norske produksjonen av arten og bør være fôret med ulike fôr, produsert ved ulike geografiske områder, slaktet ved ulike tidspunkt på året, lik kjønnsfordeling er ønskelig og prøvene til helkroppsanalyse skal ikke være bløgget. Laks og ørret av slaktestørrelse har vekt og volum som gjør at håndtering, transport og homogenisering før kjemisk analyse er betydelig mer krevende enn i studier med liten fisk. Planlegging og gjennomføring av innsamling av slikt prøvemateriale er tid- og ressurskrevende, og er trolig årsaken til at det foreligger begrensede data om kroppssammensetning av helfisk.

Forrige gang tilsvarende prosjekt ble gjennomført (da bare for laks), ble det samlet inn og analysert prøver av helkropp av laks fra tre lokaliteter (Sør-, Midt- og Nord-Norge) tre ganger gjennom året. Den gang ble det ikke samlet inn og analysert prøver av filet og det ble i stedet brukt data fra 'Sjømatdata' (Havforskningsinstituttet). Dette er offisielle tall for kjemisk sammensetning av norsk laksefilet, men svakheten er at prøvene er samlet inn på annen måte enn prøvene til helkroppsanalyse. Vi har i ettertid også fått vite at analysene ikke er gjort på filet, men på NQC (Norwegian quality cut). Denne gang ble det derfor samlet inn prøver til analyse av både helkropp og filet, og det ble samlet inn prøver av både laks og ørret. Prosjektet startet opp i april, og derfor ble prøveinnsamlingen gjort i

mai/juni og i november/desember. Laks ble samlet inn fra fire lokaliteter med geografisk spredning, og ørret fra to lokaliteter.

4.3.1 Prøver av laks til kjemisk analyse

Det ble samlet inn i juni og november fra fire lokaliteter, en i Sør-Norge, to i Midt-Norge og en i Nord-Norge. Fra hver lokalitet på hvert tidspunkt ble det samlet inn 10 ubløggede fisk til helkroppsanalyse, og 10 bløggede fisk til analyse av fileten (Tabell 1, Tabell 2).

Ønsket kroppsvekt for innsamlet laks var 5,1-5,6 kg. Prøvene ble samlet inn under korona-pandemien, og dette ga noen utfordringer ved reise og det var begrensninger for besøk på anlegg og slakteri. Prøvene ble samlet inn på best mulig vis, men det ble dessverre noen avvik i forhold til ønsket prøvemateriale. Ved ett tilfelle fikk vi fem (i stedet for ti) fisk til helkroppsanalyse, og det var noe større variasjon i kroppsvekt enn ønskelig. Avvikene anses ikke å ha betydning for resultatene.

Laks som skulle til analyse av fileten, ble filetert for hånd. Venstre side av fileten, med skinn på, ble homogenisert for kjemisk analyse. Laksen ble filetert som vis i Figur 1. Skinnen ble beholdt på fileten.

Trim A



1. Backbone off
2. Bellybone off

Figur 1 Filetering av laks og ørret brukt til analyse av filet/spiselig del. Skinnen ble beholdt på fileten. (<https://www.seaborn.no/products/trimming-guide/>)

Tabell 1 Innsamlede prøver av laks til kjemisk analyse av helkropp og filet

	Region	Dato	Laks til helkroppsanalyse			Laks til filetanalyse		
			n	Hofisk n	Hannfisk N	n	Hofisk n	Hannfisk n
Sommer	Sør	18.06.2020	10	8	2	10	7	3
	Midt 1	03.06.2020	10	4	6	10	1	9
	Midt 2	15.06.2020	5	3	2	10	4	6
	Nord	10.06.2020	10	3	7	10	3	7
Høst	Sør	26.11.2020	10	3	7	10	6	4
	Midt 1	12.11.2020	10	7	3	10	7	3
	Midt 2	19.11.2020	10	3	7	10	5	5
	Nord	17.11.2020	10	4	6	10	6	4
Totalt			75	35	40	80	39	41

Tabell 2 Lengde, kroppsvekt, K-faktor for laks samlet inn til analyse av helkropp og filet, samt filetutbytte (håndfiletert). Dato for innsamling av prøver er vist i Tabell 1. Data er gitt som snitt ± SEM.

	Laks til helkroppsanalyse			Laks til filetanalyse			
	Lengde (cm)	Vekt (g)	K-faktor	Lengde (cm)	Vekt (g)	K-faktor	Filetutbytte (%)
Sommer	72,3 ± 0,4	5 256 ± 60	1,40 ± 0,02	73,5 ± 0,4	5 432 ± 76a	1,37 ± 0,02	63,3 ± 0,4
Høst	72,7 ± 0,4	5 422 ± 90	1,41 ± 0,02	72,6 ± 0,4	5 230 ± 65b	1,37 ± 0,02	61,5 ± 0,4
Snitt	72,5 ± 0,3	5 345 ± 56	1,40 ± 0,01	73,1 ± 0,3	5 331 ± 51	1,37 ± 0,01	62,4 ± 0,3

4.3.2 Prøver av ørret til kjemisk analyse

Ørret til analyse av helkropp og filet ble samlet inn i mai/juni og november/desember fra to lokaliteter, én i sør og én i nord på Vestlandet. Ønsket kroppsvekt for innsamlet ørret var 4.1-4.6 kg. Prøvene av ørret ble ellers samlet inn på tilsvarende måte som prøvene av laks (Se avsnitt 4.3.1).

Tabell 3 Innsamlede prøver av ørret til kjemisk analyse av helkropp og filet

	Region	Dato	Ørret til helkroppsanalyse			Ørret til filetanalyse		
			n	Hofisk n	Hannfisk n	n	Hofisk n	Hannfisk n
Sommer	Sør-Vestlandet	04.06.2020	10	5	5	10	6	4
	Nord-Vestlandet	29.05.2020	10	6	4	10	5	5
Høst	Sør-Vestlandet	10.12.2020	10	6	4	10	8	2
	Nord-Vestlandet	30.11.2020	10	5	5	10	4	6
Totalt			40	22	18	40	23	17

Tabell 4 Lengde, kroppsvekt, K-faktor for ørret samlet inn til analyse av helkropp og filet, samt filetutbytte (håndfiletert). Dato for innsamling av prøver er vist i Tabell 3. Data er gitt som snitt \pm SEM.

	Ørret til helkroppsanalyse			Ørret til filetanalyse			
	Lengde (cm)	Vekt (g)	K-faktor	Lengde (cm)	Vekt (g)	K-faktor	Filetutbytte (%)
Sommer	62,8 \pm 0,4	4 597 \pm 82	1,86 \pm 0,02	61,1 \pm 0,5	4 249 \pm 75	1,87 \pm 0,04	59,9 \pm 0,5
Høst	59,7 \pm 0,6	4 167 \pm 121	1,96 \pm 0,05	58,6 \pm 0,8	3 986 \pm 205	1,94 \pm 0,04	61,5 \pm 1,3
Snitt	61,2 \pm 0,4	4 382 \pm 80	1,91 \pm 0,03	59,9 \pm 0,5	4 118 \pm 110	1,91 \pm 0,03	60,7 \pm 0,7

4.4 Kjemisk analyse av helkropp og filet av laks og ørret

All fisk ble transportert på is til Nofima (Sunnalsøra) og satt på kjølerom (2 °C). Vekt og lengde av hvert individ ble registrert, og fisk som skulle fileteres ble filetert for hånd. Helfisk og filet ble deretter frosset (-20 °C). Homogenisering ble gjort ved å sage opp frossen helfisk/filet i skiver med båndsgag, og deretter kjørt to ganger gjennom kjøttkvern. Homogenisert prøve ble frosset (-20 °C) til analyse ble utført. De ti helfiskene fra hvert prøveuttak ble slått sammen til én prøve, slik at det ble 8 prøver av laks og 4 av ørret. Tilsvarende ble de ti filetprøvene fra hvert uttak slått sammen til én prøve, også 8 prøver av laks og 4 av ørret. Kjønn ble registrert før filetering for fisker som ble filetert, og før homogenisering for fisker som ble analyser som helfisk.

Prøver av helfisk og filet fra laks og ørret ble analysert for tørrstoff (105 °C til konstant vekt), aske (fem timer ved 550 °C), energi (Parr 1271 Bombekalorimeter) lipid (SOXTEC hydrolyse- og ekstraksjons system), nitrogen (Kjeltec Auto System, Tecator, Höganäs, Sverige) og fosfor (induktiv koblet plasma- massespektroskopi, ICP-MS, ved Eurofins, Moss, Norway). Fettsyrer ble analysert som beskrevet av Mason and Waller (1964) etter ekstraksjon av lipider (Folch *et al.*, 1957).

Aminosyrer ble analysert med en Biochrom 30 aminosyreanalysator (Biochrom Cambridge, UK). Tryptofan ble analysert etter basisk hydrolyse (Hugli and Moore, 1972), og de andre aminosyrene som beskrevet av Davies (2002). Under opparbeiding av prøver til aminosyreanalyse blir glutamin (Gln) og asparagin (Asn) omdannet til henholdsvis glutaminsyre (Glu) og asparginsyre (Asp). I det følgende er derfor Gln + Glu gitt som Glx, and Asn + Asp er gitt som Asx.

Analyse av fett og fettsyrer ble gjort i rå prøve, materiale til de andre analysene ble frysetørket før analyse.

4.5 Beregninger av ressursutnyttelse

Estimatene av ressursutnyttelse representerer det totale oppdrett av laks og ørret i hele Norge gjennom et år. I alle beregninger av ressursutnyttelse er det i denne sammenheng inkludert alle tap av fôr og fisk (dødelighet og rømming) i norsk lakseproduksjon i 2020. Som eksempel, om det hypotetisk kasseres en båtlast med fiskeolje, vil dette gi negativt utslag på utnyttelsen av n-3 fett i produksjon av laks og ørret. Estimatene for ressursutnyttelse i denne rapporten kan ikke sammenlignes direkte med tilsvarende beregninger gjort i kontrollerte forsøk eller i produksjoner av begrenset omfang.

4.5.1 Fôrfaktor

Fôrfaktor er ratioen mellom mengde fôr spist og mengde fisk produsert, og er et enkelt mål på ressursutnyttelse. I denne sammenheng er det mengde brukt fôr som brukes i utregningen, og ratioen kalles økonomisk fôrfaktor.

$$\text{Økonomisk fôrfaktor} = \frac{\text{Mengde fôr brukt (tonn)}}{\text{Mengde laks produsert (tonn)}}$$

4.5.2 Retensjon av energi og næringsstoff

Mengden (%) energi og næringsstoff fra fôringrediensene som ble retinert i den produserte laksen ble beregnet som vist under.

$$\text{Retensjon (\%)} = 100 \cdot \frac{\text{Mengde energi eller næringsstoff som er tatt opp i laksen/ørreten}}{\text{Mengde energi eller næringsstoff i fôr}}$$

Retensjon ble beregnet fra data for fôringredienser brukt og laks/ørret produsert gjennom ett år. En produksjonssyklus går imidlertid over flere år, og nøyaktigheten i estimatene avhenger av at det er moderate endringer i fôrforbruk fra år til år.

Beregnet retensjon av lipider, EPA og DHA inkluderer laksens/ørretens egen syntese av disse. Fettsyrer kan syntetiseres fra karbohydrat og protein, og 'retensjon' av lipider er derfor ikke korrekt betegnelse fra et biokjemisk perspektiv. I denne sammenhengen uttrykket 'retensjon' brukt om fett likevel, ettersom det her viser netto flyt av lipider fra fôr og til ferdig produkt.

4.5.3 Indikatorer for bruk av marine råvarer – FIFO, FFDR, MPDR og MODR

Det refereres ofte til Fish-in-fish-out (FIFO) som et uttrykk for hvor mye fisk som brukes i fôret i form av fiskemel og fiskeolje per kilo laks som produseres. Ulike fiskeslag og avskjær av disse gir ulik mengde fiskemel og fiskeolje, og fôret inneholder ulike mengde fiskemel og fiskeolje. Derfor må FIFO beregnes separat for fiskemel og fiskeolje. FIFO er en vekt:vekt-ratio som ikke sier noe om sammensetning av næringsstoff.

$$\text{FIFO}_{(\text{FM eller FO})} = \left[\frac{\text{FM eller FO i fôr (g/kg)}}{\text{FM eller FO reduksjonseffektivitet (g/kg)}} \right] \cdot \text{Økonomisk fôrfaktor}$$

der FM = fiskemel, FO = fiskeolje.

Eller forenklet:

$$\text{FIFO}_{(\text{FM eller FO})} = \frac{100 \cdot \left(\frac{\text{Tonn FM eller FO brukt i fôret}}{\% \text{ Reduksjonseffektivitet for FM eller FO}} \right)}{\text{Tonn laks produsert}}$$

For totalt fiskemel ble det brukt 22,5 % reduksjonseffektivitet (det vil si 225 kg fiskemel produsert per tonn fisk), og 24 % for fiskemel fra reduksjonsfiske (fisken reduseres til fiskemel og fiskeolje). For fiskeolje ble det brukt 9,3 % reduksjonseffektivitet i beregningene (det vil si 93 kg fiskeolje per tonn fisk). Denne verdien varierer for de ulike fiskeslag og høstetidspunkt. Globalt brukes ofte 5 %, mens sild, som er vanlig brukt som fettkilde til norsk laksefôr, gir betydelig høyere utbytte av olje, og i høy grad varierende med sesong. Verdien som brukes får betydning for beregning av FIFO og FFDR for fiskeolje.

FIFO tar ikke hensyn til om fiskemel og fiskeolje er produsert fra reduksjonsfiske eller om det er fra avskjær. Derfor brukes også 'Forage fish dependency ratio' (FFDR) som beregnes som FIFO, men bare fiskemel og fiskeolje fra reduksjonsfiske tas med i beregningen.

Man kan også beregne ratioen mellom næringsstoff fra marine ingredienser i fôr og i produsert fisk. 'Marine protein dependency ratio' (MPDR) uttrykker ratioen mellom protein fra marine ingredienser i fôret og mengden protein i den produserte fisken. 'Marine oil dependency ratio' (MODR) uttrykker tilsvarende ratio for marin olje.

$$\text{MPDR} = \frac{\text{Tonn fiskemel brukt} \cdot \% \text{ Protein i fiskemelet}}{\text{Tonn laks produsert} \cdot \% \text{ Protein i laks}}$$

For MODR må både fiskeolje og fett fra fiskemel inkluderes i beregningen:

$$\text{MODR} = \frac{\text{Tonn fiskeolje brukt} + (\text{Tonn fiskemel brukt} \cdot \% \text{ Fett i fiskemel})}{\text{Tonn laks produsert} \cdot \% \text{ Fett i laks}}$$

Betegnelsene fiskemel og fiskeolje er brukt om det marine råstoffet og inkluderer en liten mengde krill, selv om dette ikke er fisk.

4.6 Statistikk

Statistisk analyse ble gjort med SAS programvare (SAS1985, SAS Institute Inc, Cary, USA). Lengde, vekt, kondisjonsfaktor og kroppssammensetning ble testet med enveis variansanalyse (ANOVA; t-test). Signifikante forskjeller ($P < 0,05$) ble rangert med Duncan's multiple range test med årstid som klassevariabel.

5 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

5.1 Kjemisk sammensetning av helkropp og filet av laks

Tabell 5 Kjemisk analyse av tørrstoff (%), aske (%), fett (%), protein (Nx6,25; %), energi (MJ/kg) og mineraler (mg/kg) i helkropp og filet (våtvekt) av laks samlet inn sommer og vinter (snitt \pm S.E.M., n=4).

Laks	Helkropp				Filet			
	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi
Tørrstoff	41,6 \pm 0,21	41,8 \pm 0,23	41,7 \pm 0,15	0,468	41,2 \pm 0,52	41,4 \pm 0,44	41,3 \pm 0,32	0,787
Aske	1,9 \pm 0,1 ^b	2,2 \pm 0,1 ^a	2,0 \pm 0,1	0,027	1,6 \pm 0,1 ^b	2,2 \pm 0,1 ^a	1,9 \pm 0,1	0,002
Fett	23,0 \pm 0,3	22,8 \pm 0,6	22,9 \pm 0,3	0,782	21,3 \pm 0,7	21,3 \pm 0,9	21,3 \pm 0,5	0,971
Protein ¹	16,7 \pm 0,3	16,8 \pm 0,1	16,8 \pm 0,1	0,631	18,7 \pm 0,5	19,0 \pm 0,3	18,8 \pm 0,3	0,618
Energi	12,7 \pm 0,2	13,1 \pm 0,2	12,9 \pm 0,1	0,096	12,7 \pm 0,3	12,6 \pm 0,1	12,7 \pm 0,1	0,722
Jern	10,9 \pm 0,5	15,1 \pm 2,6	13,0 \pm 1,5	0,165	4,3 \pm 0,5 ^b	10,1 \pm 1,7 ^a	7,2 \pm 1,4	0,017
Kalium	2 730 \pm 73	2 752 \pm 27	2 741 \pm 36	0,790	2 852 \pm 38 ^b	3 221 \pm 116 ^a	3 036 \pm 90	0,024
Kalsium	2 801 \pm 132	2 897 \pm 183	2 849 \pm 106	0,688	1 036 \pm 51	1 168 \pm 120	1 102 \pm 65	0,348
Kobber	2,2 \pm 0,2	2,4 \pm 1,1	2,3 \pm 0,5	0,864	0,0	0,0	0,0	
Magnesium	252 \pm 12	248 \pm 4	250 \pm 6	0,730	227 \pm 8	249 \pm 7	238 \pm 6	0,085
Natrium	696 \pm 50	694 \pm 29	695 \pm 27	0,965	407 \pm 25	439 \pm 28	423 \pm 18	0,434
Sink	34,8 \pm 2,2	28,4 \pm 1,8	31,6 \pm 1,8	0,065	5,1 \pm 0,4	< 4	- ²	
Fosfor	3 104 \pm 79	3 171 \pm 92	3 137 \pm 58	0,599	2 250 \pm 35 ^b	2 561 \pm 59 ^a	2 406 \pm 67	0,004

¹ N x 6,25

² Konsentrasjon av sink i filetprøver samlet inn om vinteren var under bestemmelsesgrensen, derfor kunne ikke snitt for hele året beregnes

^{a, b} Signifikante forskjeller (P<0.05) er indikert med ulike bokstaver

Tabell 6 Aminosyrer (%) i helkropp og filet av laks samlet inn sommer og vinter. Aminosyrene er gitt som dehydrerte residual (snitt \pm S.E.M., n=4).

Laks	Helkropp				Filet			
	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi
Cys	0,12 ^b	0,16 ^a	0,14 \pm 0,01	<0,001	0,13 ^b	0,18 ^a	0,16 \pm 0,01	<0,001
Asx*	1,39 \pm 0,03 ^a	1,32 \pm 0,01 ^b	1,35 \pm 0,02	0,041	1,57 \pm 0,03	1,48 \pm 0,02	1,52 \pm 0,02	0,065
Met	0,44 \pm 0,01	0,42 \pm 0,01	0,43 \pm 0,01	0,190	0,50 \pm 0,01	0,48 \pm 0,01	0,49 \pm 0,01	0,253
Thr	0,61 \pm 0,01	0,59	0,60 \pm 0,01	0,087	0,67 \pm 0,02	0,66 \pm 0,01	0,66 \pm 0,01	0,339
Ser	0,56 \pm 0,01	0,54	0,55 \pm 0,01	0,368	0,61 \pm 0,01	0,58 \pm 0,01	0,60 \pm 0,01	0,095
Glx*	1,99 \pm 0,05	1,89 \pm 0,01	1,94 \pm 0,03	0,102	2,24 \pm 0,05	2,13 \pm 0,03	2,19 \pm 0,03	0,079
Gly	0,87 \pm 0,04	0,86 \pm 0,01	0,87 \pm 0,02	0,900	0,90 \pm 0,03	0,85 \pm 0,02	0,88 \pm 0,02	0,192
Ala	0,85 \pm 0,02	0,86 \pm 0,01	0,85 \pm 0,01	0,556	0,93 \pm 0,02	0,93 \pm 0,01	0,93 \pm 0,01	0,911
Val	0,76 \pm 0,01 ^b	0,81 \pm 0,01 ^a	0,79 \pm 0,01	0,015	0,85 \pm 0,02 ^b	0,91 \pm 0,01 ^a	0,88 \pm 0,02	0,047
Ile	0,65 \pm 0,01 ^a	0,61 ^b	0,63 \pm 0,01	0,010	0,74 \pm 0,02	0,70 \pm 0,01	0,72 \pm 0,01	0,150
Leu	1,01 \pm 0,02	0,98 \pm 0,01	0,99 \pm 0,01	0,122	1,13 \pm 0,03	1,11 \pm 0,02	1,12 \pm 0,02	0,477
Tyr	0,49 \pm 0,01	0,48	0,49 \pm 0,01	0,348	0,55 \pm 0,02	0,54 \pm 0,01	0,55 \pm 0,01	0,543
Phe	0,60 \pm 0,01	0,60	0,60 \pm 0,01	0,448	0,66 \pm 0,02	0,66 \pm 0,01	0,66 \pm 0,01	0,963
His	0,40 \pm 0,01 ^a	0,37 ^b	0,38 \pm 0,01	0,001	0,45 \pm 0,01 ^a	0,41 ^b	0,43 \pm 0,01	0,022
Lys	1,22 \pm 0,02 ^a	1,14 \pm 0,01 ^b	1,18 \pm 0,02	0,004	1,38 \pm 0,03	1,31 \pm 0,02	1,34 \pm 0,02	0,087
Arg	0,90 \pm 0,02 ^a	0,85 \pm 0,01 ^b	0,88 \pm 0,01	0,029	1,01 \pm 0,02 ^a	0,93 \pm 0,01 ^b	0,97 \pm 0,02	0,030
Pro	0,79 \pm 0,02 ^a	0,62 \pm 0,01 ^b	0,70 \pm 0,03	<0,001	0,84 \pm 0,03 ^a	0,62 \pm 0,01 ^b	0,73 \pm 0,04	0,001
Trp	0,15	0,15	0,15	0,133	0,18 \pm 0,01	0,18	0,18	0,562
Sum	13,79 \pm 0,29	13,23 \pm 0,08	13,51 \pm 0,17	0,110	15,34 \pm 0,34	14,66 \pm 0,18	15,00 \pm 0,22	0,121

* Aspargin og glutamin omdannes til henholdsvis aspartat og glutamat under kjemisk analyse. Asx representerer Asn+Asp og Glx representerer Gln+Glu.

^{a, b} Signifikante forskjeller (P<0.05) er indikert med ulike bokstaver

Fettsyresammensetningen (Tabell 7 og Tabell 10) i fisken reflekterer fettsyresammensetningen i fôret. Dette vil variere mellom ulike fôr. Mange fôr produseres etter spesifikasjoner fra oppdretteren, som blant annet kan gjelde innholdet av n-3-fettsyrer.

Tabell 7 Fettsyrer i helkropp og filet av laks samlet inn sommer og vinter (% av våtvekt, snitt \pm S.E.M., n=4)

Laks	Helkropp				Filet			
	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi
C14:0	0,6 \pm 0,1	0,4	0,5 \pm 0,1	0,115	0,5 \pm 0,1	0,4	0,5	0,172
C16:0	2,2 \pm 0,2	1,9 \pm 0,1	2,0 \pm 0,1	0,281	2,0 \pm 0,2	1,8 \pm 0,1	1,9 \pm 0,1	0,420
C16:1 n-7	0,6 \pm 0,1	0,5	0,5	0,109	0,5	0,5	0,5	0,211
C16:2 n-6	0,1	0,1	0,1	0,368	0,1	0,0	0,0	0,384
C18:0	0,0 ^b	0,6 ^a	0,3 \pm 0,1	0,000	0,0 ^b	0,5 ^a	0,3 \pm 0,1	0,000
C18:1 n-9	6,5 \pm 1,0	8,0 \pm 0,2	7,2 \pm 0,6	0,186	5,9 \pm 0,9	7,5 \pm 0,3	6,7 \pm 0,5	0,144
C18:1 n-7	0,6	0,6	0,6	0,397	0,5	0,6	0,5	0,262
C18:2 n-6	2,8 \pm 0,1	2,9 \pm 0,1	2,9 \pm 0,1	0,425	2,6 \pm 0,1	2,7 \pm 0,1	2,7 \pm 0,1	0,405
C18:3 n-3	1,2 \pm 0,2	1,3 \pm 0,1	1,2 \pm 0,1	0,648	1,1 \pm 0,2	1,2	1,2 \pm 0,1	0,646
C20:0	0,1	0,1	0,1	0,191	0,1	0,1	0,1	0,131
C20:1 n-11	0,2	0,1	0,2	0,244	0,2	0,1	0,1	0,257
C20:4 n-3	0,1 \pm 0,1	0,0	0,1	0,385	0,1 \pm 0,1	0,0	0,1	0,283
C20:1 n-9	0,9 \pm 0,2	0,7	0,8 \pm 0,1	0,289	0,8 \pm 0,2	0,6	0,7 \pm 0,1	0,363
C20:2 n-6	0,2	0,2	0,2	0,965	0,2	0,2	0,2	0,957
C20:4 n-6	0,1	0,1	0,1	0,372	0,1	0,0	0,1	0,429
C20:3 n-3	0,1	0,1	0,1	0,800	0,1	0,1	0,1	0,806
C22:1 n-7	0,2	0,2	0,2	0,097	0,2	0,2	0,2	0,119
C22:1 n-11	0,9 \pm 0,4	0,4	0,6 \pm 0,2	0,228	0,8 \pm 0,4	0,4	0,6 \pm 0,2	0,261
C22:1 n-9	0,1	0,1	0,1	0,471	0,1	0,1	0,1	0,460
C20:5 n-3 (EPA)	0,6	0,6	0,6	0,243	0,6	0,5	0,6	0,117
C24:1 n-9	0,1	0,1	0,1	0,519	0,1	0,1	0,1	0,598
C22:5n-3	0,3	0,3	0,3	0,144	0,3	0,2	0,3	0,152
C22:6n-3 (DHA)	1,0 \pm 0,2	0,8 \pm 0,1	0,9 \pm 0,1	0,400	1,0 \pm 0,2	0,7 \pm 0,1	0,9 \pm 0,1	0,315
Sum EPA+DHA	1,6 \pm 0,2	1,4 \pm 0,1	1,5 \pm 0,1	0,341	1,6 \pm 0,2	1,3 \pm 0,1	1,4 \pm 0,1	0,243
Sum n-3	3,3 \pm 0,1	3,1 \pm 0,1	3,2 \pm 0,1	0,118	3,2 \pm 0,2	2,9 \pm 0,1	3,0 \pm 0,1	0,141
Sum n-6	3,2 \pm 0,1	3,3 \pm 0,1	3,3 \pm 0,1	0,596	3,0 \pm 0,2	3,1 \pm 0,1	3,1 \pm 0,1	0,534
Sum mettede	3,0 \pm 0,3	3,1 \pm 0,1	3,1 \pm 0,1	0,782	2,8 \pm 0,3	2,9 \pm 0,2	2,8 \pm 0,2	0,668
Ratio n-6/n-3	1,0	1,1	1,0	0,051	0,9 ^b	1,1 ^a	1,0	0,005

^{a, b} Signifikante forskjeller (P<0.05) er indikert med ulike bokstaver

5.2 Kjemisk sammensetning av helkropp og filet av ørret

Tabell 8 Kjemisk analyse av tørrstoff (%), aske (%), fett (%), protein (Nx6,25; %), energi (MJ/kg) og mineraler (mg/kg) i helkropp og filet (våtvekt) av ørret samlet inn sommer og vinter (snitt \pm S.E.M., n=4).

Ørret	Helkropp				Filet			
	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi
Tørrstoff	44,6 \pm 2,17	45,8 \pm 0,59	45,2 \pm 0,98	0,655	41,1 \pm 0,02	42,5 \pm 0,88	41,8 \pm 0,53	0,270
Aske	1,6 \pm 0,1	2,2 \pm 0,2	1,9 \pm 0,2	0,064	1,4 ^b	2,3 \pm 0,1 ^a	1,8 \pm 0,3	0,009
Fett	24,0 \pm 2,7	28,5 \pm 0,2	26,3 \pm 1,7	0,235	22,2 \pm 0,5	23,5 \pm 1,5	22,8 \pm 0,8	0,502
Protein ¹	16,6 \pm 0,4	15,6	16,1 \pm 0,3	0,156	18,6 \pm 0,9	18,3 \pm 0,7	18,4 \pm 0,5	0,823
Energi	13,8 \pm 1,0	14,1 \pm 0,3	14,0 \pm 0,4	0,764	12,9 \pm 0,1	13,0 \pm 0,2	13,0 \pm 0,1	0,580
Jern	11,6 \pm 3,4	13,1 \pm 0,7	12,4 \pm 1,5	0,706	3,3 \pm 0,3 ^b	7,3 \pm 0,5 ^a	5,3 \pm 1,2	0,023
Kalium	2 426 \pm 27	2 290 \pm 110	2 358 \pm 61	0,355	2 746 \pm 54	3 206 \pm 272	2 976 \pm 174	0,238
Kalsium	4 474 \pm 617	2 899 \pm 90	3 687 \pm 521	0,128	901 \pm 18	929 \pm 58	915 \pm 26	0,692
Kobber	1,8 \pm 0,0 ^a	1,2 \pm 0,1 ^b	1,5 \pm 0,2	0,026	0,0	0,0	0,0	
Magnesium	261 \pm 17	225 \pm 7	243 \pm 13	0,176	210 \pm 3	242 \pm 17	226 \pm 12	0,205
Natrium	653 \pm 88	590 \pm 45	621 \pm 44	0,589	369 \pm 35	456 \pm 61	412 \pm 38	0,344
Sink	16,5 \pm 0,5	12,0 \pm 1,4	14,2 \pm 1,4	0,095	2,5 \pm 2,5	< 4	- ²	
Fosfor	3 614 \pm 321	2 969 \pm 202	3 291 \pm 242	0,655	2 054 \pm 35	2 368 \pm 76	2 211 \pm 97	0,064

¹ N x 6,25

² Konsentrasjon av sink i filetprøver samlet inn om vinteren var under bestemmelsesgrensen, derfor kunne ikke snitt for hele året beregnes

^{a, b} Signifikante forskjeller (P<0.05) er indikert med ulike bokstaver

Tabell 9 Aminosyrer (%) i helkropp og filet av ørret samlet inn sommer og vinter. Aminosyrene er gitt som dehydrerte residual (snitt \pm S.E.M., n=4).

Ørret	Helkropp				Filet			
	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi
Cys	0,13	0,14	0,14	0,151	0,13 \pm 0,01	0,17 \pm 0,00	0,15 \pm 0,01	0,070
Asx*	1,33 \pm 0,04	1,26 \pm 0,02	1,29 \pm 0,03	0,266	1,54	1,48 \pm 0,02	1,51 \pm 0,02	0,133
Met	0,41 \pm 0,03	0,40 \pm 0,01	0,41 \pm 0,01	0,805	0,50 \pm 0,01	0,47 \pm 0,01	0,49 \pm 0,01	0,151
Thr	0,56 \pm 0,01	0,54 \pm 0,01	0,55 \pm 0,01	0,317	0,64	0,63 \pm 0,01	0,64	0,672
Ser	0,53 \pm 0,02	0,52 \pm 0,01	0,53 \pm 0,01	0,875	0,60 \pm 0,01	0,59 \pm 0,01	0,60 \pm 0,01	0,628
Glx*	1,89 \pm 0,07	1,81 \pm 0,03	1,85 \pm 0,04	0,374	2,19	2,15 \pm 0,05	2,17 \pm 0,02	0,487
Gly	0,88 \pm 0,08	0,84 \pm 0,01	0,86 \pm 0,04	0,704	0,78 \pm 0,09	0,91 \pm 0,04	0,85 \pm 0,05	0,333
Ala	0,80 \pm 0,03	0,81 \pm 0,01	0,80 \pm 0,01	0,826	0,93 \pm 0,02	0,92 \pm 0,02	0,92 \pm 0,01	0,768
Val	0,72 \pm 0,01	0,77 \pm 0,01	0,75 \pm 0,02	0,068	0,81 \pm 0,01 ^b	0,90 \pm 0,01 ^a	0,85 \pm 0,03	0,029
Ile	0,60 \pm 0,01	0,57 \pm 0,01	0,59 \pm 0,01	0,158	0,71 \pm 0,02	0,67	0,69 \pm 0,01	0,179
Leu	0,94 \pm 0,02	0,92 \pm 0,02	0,93 \pm 0,01	0,686	1,08 \pm 0,01	1,08 \pm 0,01	1,08 \pm 0,01	0,894
Tyr	0,44 \pm 0,01	0,44 \pm 0,01	0,44 \pm 0,01	0,739	0,52	0,51 \pm 0,01	0,52	0,614
Phe	0,58 \pm 0,01	0,58	0,58 \pm 0,01	0,925	0,65 ^b	0,67 ^a	0,66 \pm 0,01	0,014
His	0,40 \pm 0,01	0,35 \pm 0,01	0,38 \pm 0,02	0,088	0,46 \pm 0,01	0,42 \pm 0,02	0,44 \pm 0,01	0,295
Lys	1,16 \pm 0,04	1,09 \pm 0,02	1,12 \pm 0,03	0,218	1,35 \pm 0,02	1,30 \pm 0,01	1,33 \pm 0,02	0,183
Arg	0,86 \pm 0,04	0,83	0,85 \pm 0,02	0,553	1,00 \pm 0,02	0,93 \pm 0,02	0,97 \pm 0,02	0,135
Pro	0,79 \pm 0,02 ^a	0,58 \pm 0,01 ^b	0,68 \pm 0,06	0,013	0,88 \pm 0,05 ^a	0,65 ^b	0,76 \pm 0,07	0,041
Trp	0,13	0,13 \pm 0,01	0,13	0,763	0,15 ^b	0,17 ^a	0,16 \pm 0,01	0,023
Sum	13,16 \pm 0,47	12,58 \pm 0,18	12,87 \pm 0,26	0,368	14,91 \pm 0,07	14,65 \pm 0,20	14,78 \pm 0,11	0,334

* Aspargin og glutamin omdannes til henholdsvis aspartat og glutamat under kjemisk analyse. Asx representerer Asn+Asp og Glx representerer Gln+Glu.

^{a, b} Signifikante forskjeller (P<0.05) er indikert med ulike bokstaver

Som for laks, vil fettsyresammensetningen i ørret reflektere fettsyresammensetningen i førene som er brukt. Fettsyresammensetningen i ørret er vist i Tabell 10.

Tabell 10 Fettsyrer i helkropp og filet av ørret samlet inn sommer og vinter (% av våtvekt, snitt \pm S.E.M., n=4)

Ørret	Helkropp				Filet			
	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi	Sommer	Vinter	Snitt	p-verdi
C14:0	0,4 \pm 0,1	0,6 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1	0,189	0,3	0,5 \pm 0,1	0,4 \pm 0,1	0,291
C15:0	0,0	0,1	0,0	0,113	0,0	0,0	0,0	0,198
C16:0	2,2 \pm 0,3	2,6	2,4 \pm 0,2	0,302	2,0	2,2 \pm 0,2	2,1 \pm 0,1	0,361
C16:1 n-9	0,0	0,1	0,1	0,261	0,0	0,0	0,0	0,533
C16:1 n-7	0,6 \pm 0,1	0,8 \pm 0,1	0,7 \pm 0,1	0,219	0,6	0,7 \pm 0,1	0,6 \pm 0,1	0,522
C16:2 n-6	0,0	0,1	0,1	0,179	0,0	0,1	0,1	0,341
C18:0	0,0 ^b	0,8 ^a	0,4 \pm 0,2	0,002	0,0 ^b	0,6 ^a	0,3 \pm 0,2	0,002
C18:1 n-11	0,0 ^b	0,1 ^a	0,0	0,000	0,0 ^b	0,0 ^a	0,0	0,000
C18:1 n-9	7,9 \pm 0,5	9,7 \pm 0,1	8,8 \pm 0,6	0,072	7,2 \pm 0,4	7,9 \pm 0,6	7,5 \pm 0,3	0,482
C18:1 n-7	0,5 \pm 0,1	0,7	0,6 \pm 0,1	0,070	0,5	0,6	0,6	0,255
C18:2 n-6	3,4 \pm 0,4	3,7 \pm 0,4	3,6 \pm 0,2	0,700	3,2 \pm 0,1	3,0 \pm 0,1	3,1 \pm 0,1	0,267
C18:3 n-3	1,9 \pm 0,5	1,8 \pm 0,1	1,9 \pm 0,2	0,802	1,8 \pm 0,1	1,5	1,6 \pm 0,1	0,179
C20:0	0,1 ^b	0,1 ^a	0,1	0,030	0,1	0,1	0,1	0,444
C20:1 n-11	0,2	0,2	0,2	0,559	0,1	0,1	0,1	0,956
C20:1 n-9	0,4	0,6 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1	0,117	0,4	0,5 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1	0,429
C20:2 n-6	0,2	0,2	0,2	0,512	0,2	0,1	0,2	0,255
C20:3 n-6	0,1	0,1	0,1	0,839	0,1	0,0	0,1	0,335
C20:4 n-6	0,1	0,1	0,1	0,145	0,1	0,1	0,1	0,158
C20:3 n-3	0,1	0,1	0,1	0,913	0,1	0,1	0,1	0,414
C22:1 n-7	0,1	0,2	0,2	0,372	0,1	0,1	0,1	0,803
C22:1 n-11	0,2	0,3 \pm 0,1	0,3	0,163	0,2	0,3 \pm 0,1	0,2	0,382
C22:1 n-9	0,1 ^b	0,1 ^a	0,1	0,021	0,1	0,1	0,1	0,195
C20:5 n-3 (EPA)	0,5 \pm 0,1	0,7 \pm 0,1	0,6 \pm 0,1	0,154	0,5	0,5	0,5	0,393
C24:0	0,1	0,1 \pm 0,1	0,1	0,956	0,1	0,0	0,0	0,810
C24:1 n-9	0,0 ^b	0,1 ^a	0,1	0,027	0,0	0,1	0,1	0,437
C22:5n-3	0,2	0,3	0,3	0,135	0,2	0,3	0,2	0,282
C22:6n-3 (DHA)	0,9 \pm 0,1	1,2 \pm 0,1	1,1 \pm 0,1	0,104	0,9 ^b	1,0 ^b	1,0	0,014
Sum EPA+DHA	1,4 \pm 0,2	1,9	1,7 \pm 0,2	0,079	1,4	1,6 \pm 0,1	1,5 \pm 0,1	0,140
Sum n-3	3,7 \pm 0,7	4,1 \pm 0,1	3,9 \pm 0,3	0,610	3,5 \pm 0,1	3,4 \pm 0,2	3,4 \pm 0,1	0,662
Sum n-6	3,8 \pm 0,5	4,1 \pm 0,4	4,0 \pm 0,3	0,674	3,5 \pm 0,1	3,4 \pm 0,1	3,4 \pm 0,1	0,193
Sum mettede	2,8 \pm 0,4	4,3	3,6 \pm 0,5	0,076	2,6	3,6 \pm 0,3	3,1 \pm 0,3	0,073
Ratio n-6/n-3	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1	1,0	0,669	1,0	1,0 \pm 0,1	1,0	0,819

^{a, b} Signifikante forskjeller (P<0.05) er indikert med ulike bokstaver

5.3 Ingredienser brukt til laksefôr i 2020

Data for bruk av ingredienser til laksefôr ble gitt fra de fire store norske fôrprodusentene BioMar, Cargill (EWOS), Mowi Feed og Skretting. Det ble brukt totalt 1 976 709 tonn ingredienser ('våtvekt' eller 'as is'), eller 1 833 450 tonn gitt på tørrstoffbasis. Registrert forbruk av fôr til laks var 1 885 000 tonn (Akvafakta.no, 2021).

Til sammenligning ble det i 2016 brukt 1 627 478 tonn ingredienser (Aas *et al.*, 2019).

Noen oppdrettere av ørret bruker laksefôr. Dette utgjør en liten, men ikke definert del av laksefôret. Alle data for laksefôr inneholder dermed noe fôr som er brukt til produksjon av ørret.

Ingrediensene brukt i laksefôr i 2020 er vist i Tabell 11, Tabell 12, Figur 2, og Figur 3.

Tabell 11 Type ingredienser brukt i norsk laksefôr i 2020, gitt som tonn og %

Type ingrediens	Tonn	%
Vegetabilsk protein	800 266	40,5
Vegetabilske oljer	397 793	20,1
Karbohydratkilder	247 039	12,5
Marint protein	239 710	12,1
Marine oljer ¹	203 598	10,3
Andre ²	8 126	0,4
Mikroingredienser	80 177	4,1
Sum	1 976 709	100

¹ Inkluderer 4 531 tonn olje fra avskjær fra oppdrettsfisk

² Insektmel, encelleprotein, fermenterte produkt, mikroalger



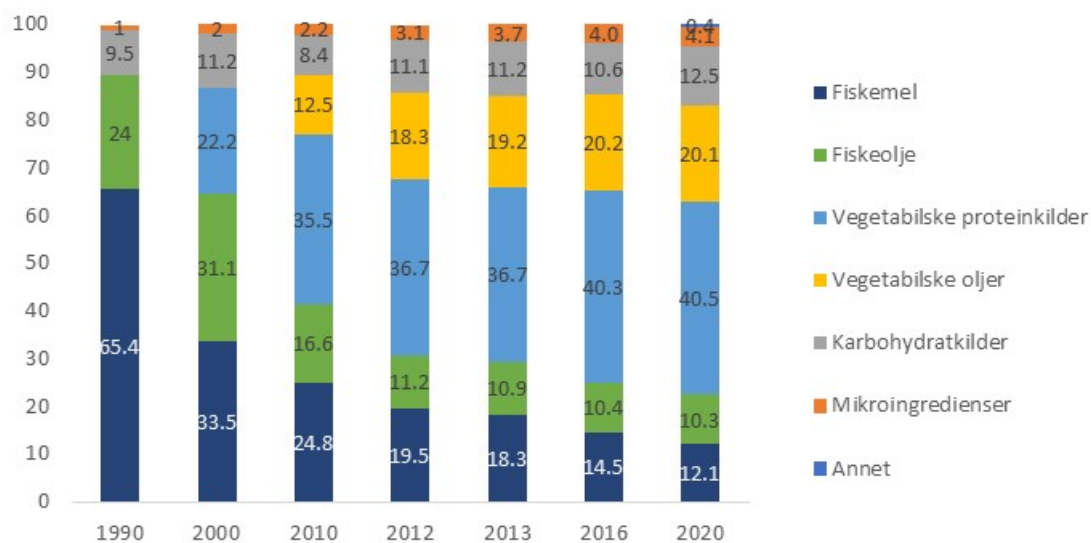
Figur 2 Mengde marine ingredienser totalt, mengde fra reduksjonsfiske og mengde fra avskjær (inkludert avskjær fra oppdrett) brukt i norsk laksefôr fra 2010 – 2020 (tonn).

Tabell 12 Ingredienser brukt i norsk laksefôr i 2020, gitt som tonn og %

	Ingrediens	Tonn	%
Vegetabilske	Soyaproteinkonsentrat	413 611	20,9
Proteinkilder	Hvetegluten	193 904	9,8
	Guarprotein	84 677	4,3
	Solsikke	67 798	3,4
	Erteprotein	27 306	1,4
	Maisgluten	12 971	0,7
Vegetabilske	Rapsolje	356 499	18,0
Oljer	Linolje	25 874	1,3
	Soyalje	7 392	0,4
	Kamelinaolje	7 022	0,4
	Kokosolje	1 006	0,1
Karbohydratkilder	Hvete	127 878	6,5
	Fababønner	70 568	3,6
	Ertemel	48 592	2,5
Marine proteinkilder	Fiskemel fra reduksjonsfiske*	174 172	8,8
	Fiskemel fra avskjær	65 539	3,3
Marine oljer	Fiskeolje fra reduksjonsfiske*	164 611	8,3
	Fiskeolje fra avskjær	38 986	2,0
Annet	Insektmel, encelleprotein, fermenterte produkt, mikroalger	8 126	0,4
Mikroingredienser	Vitamin, mineral, aminosyrer, astaxantin m.m.	80 177	4,1
Sum		1 976 709	100

* Inkluderer alt marint råstoff, også en liten mengde krill, selv om dette ikke er fisk

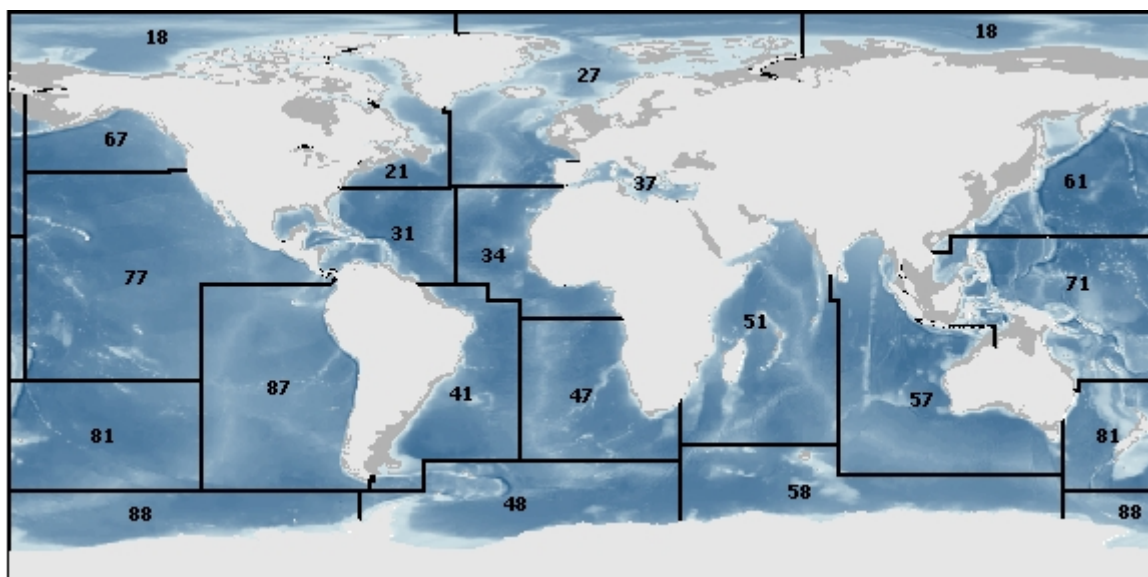
Sammenlignet med tidligere år var andelen marine proteinkilder i laksefôr ytterligere redusert og utgjorde 12,1 % av fôret i 2020 (Figur 3). Karbohydratkilder utgjorde 12,5 %, som er en liten økning i forhold til tidligere år. Det brukes vegetabiliske proteinkilder med relativt høyt innhold av karbohydrater, og det brukes karbohydrater med et betydelig innhold av protein. For noen ingredienser er det derfor en vurderingssak om de skal regnes som karbohydrat- eller proteinkilder, og det kan i noen sammenhenger være hensiktsmessig å se på summen av disse. I 2020 var det kommet med noen nye ingredienser, blant annet insektmel. Disse utgjorde 0,4 % av de totale ingrediensene. Det var små endringer i andel fiskeolje, vegetabiliske oljer og mikroingredienser i 2020 sammenlignet med 2016 (Figur 3).



Figur 3 Ingredienser brukt i norsk laksefôr fra 1990 til 2020, gitt som % av fôr (Ytrestøy et al., 2015, Aas et al., 2019). 'Annet' inkluderer Insektmel, encelleprotein, fermenterte produkt og mikroalger.

5.4 Opprinnelse av ingredienser brukt i laksefôr i 2020

Opprinnelse av de marine ingrediensene ble angitt som FAO sin inndeling av områder for fiskeri (Figur 4). Opprinnelse av vegetabiliske ingredienser ble angitt som land eller geografisk område.

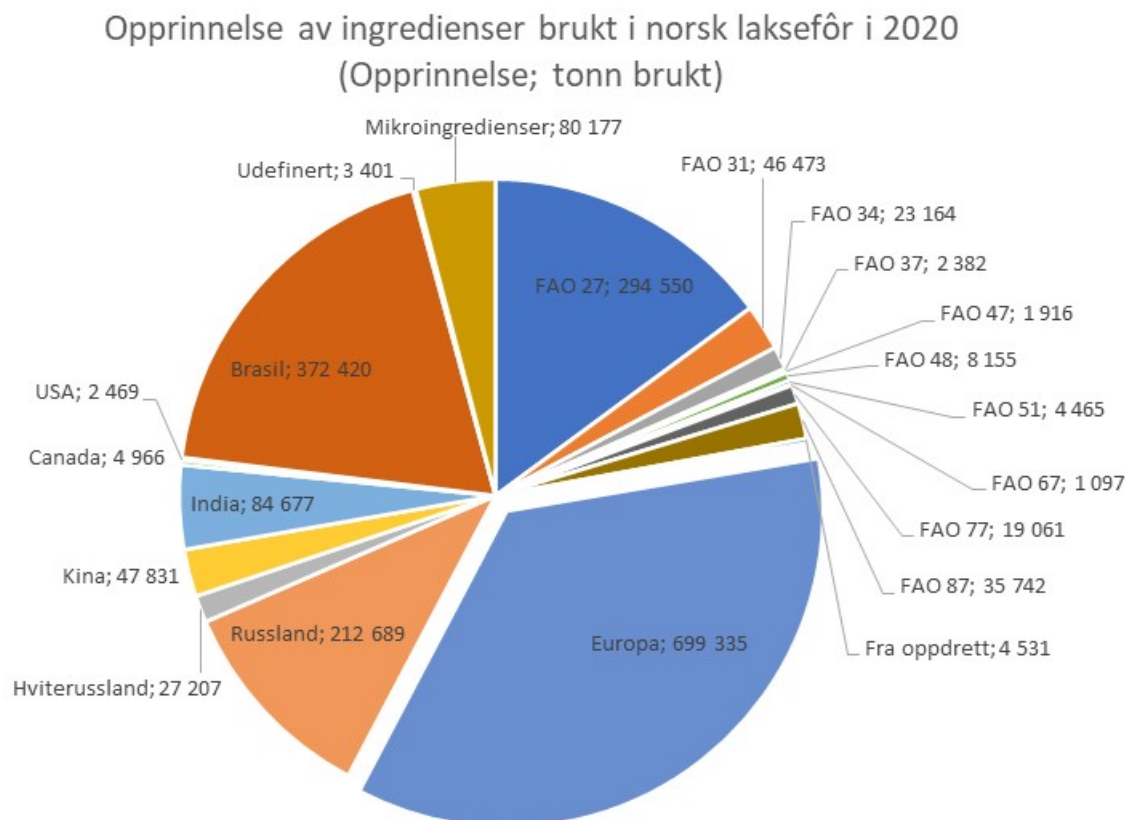


Figur 4 FAO sin inndeling av områder for fiskeri (FAO Fishing areas, <https://www.fao.org/fishery/en/area/search>)

Totalt ble det brukt 165 255 tonn norske ingredienser som tilsvarer 8 %, mens 92 % (inkludert mikroingredienser) var importert.

Opprinnelsesområde for ingrediensene er vist i Figur 5. De norske ingrediensene (fiskemel og fiskeolje) inngår i ingredienser fra FAO sitt område nummer 27 (Figur 4). Fiskeolje produsert fra avskjær fra oppdrett (norsk, 4 531 tonn) er gitt separat.

Den største mengden (294 550 tonn) av marine ingredienser kom fra FAO sitt fiskeriområde 27 (Figur 5). Av planteingredienser kom 699 335 tonn fra Europa, 372 429 tonn fra Brasil og 212 689 tonn fra Russland.



Figur 5 Opprinnelse av ingredienser brukt i norsk laksefôr i 2020. Opprinnelse av marine ingredienser er angitt som FAO sine fiskeriområder (Figur 4). Norske ingredienser inngår i FAO's område 27. Fiskeolje produsert fra avskjær fra oppdrett er oppgitt separat (norsk).

5.5 Miljøsertifisering av ingredienser brukt i norsk laksefôr i 2020

For marine ingredienser er det utviklet omfattende system for sertifisering av forvaltning av fiskeriene. De marine ingrediensene var i stor grad sertifisert (Tabell 13). Alt soyaproteinkonsentrat var sertifisert med opphav fra avskogingsfrie områder.

Tabell 13 Andel (%) av ingredienser i laksefôr som er sertifisert under ulike sertifiseringsordninger. Samme ingrediens kan være sertifisert under flere ordninger, og man kan derfor ikke summere opp andel summert under de ulike ordningene.

	Marine trust	MSC	Marine trust FIP	MSC FIP	Sertifisert avskogningsfritt
Fiskemel fra reduksjonsfiske*	68	80	13		
Fiskeolje fra reduksjonsfiske*	63	45	32	5	
Fiskemel fra avskjær	86	86	7		
Fiskeolje fra avskjær	69	61	3		
Soyaproteinkonsentrat					100

* Inkluderer alt marint råstoff, også en liten mengde krill, selv om dette ikke er fisk

5.6 Non-GM (ikke genmodifisert) sertifisering av ingredienser brukt i norsk laksefôr i 2020

Alt soyaproteinkonsentrat (100 %) var sertifisert som ikke genmodifisert. En andel av de andre vegetabiliske råvarene var også oppgitt med slik sertifisering. Det er per i dag ikke godkjent å bruke genmodifiserte ingredienser, og ifølge fôrprodusentene er det ikke brukt noen genmodifiserte ingredienser, selv om ikke alle ingredienser har slik sertifisering.

5.7 Ingredienser brukt til ørretfôr i 2020

Data for ingredienser brukt til ørretfôr ble samlet inn og oppgitt på tilsvarende måte som beskrevet for laksefôr. Data ble gitt fra de tre fôrprodusentene som produserer ørretfôr, BioMar, Cargill (EWOS) og Skretting. Det er liten forskjell på fôr til laks og ørret, noe som også gjenspeiles i ingrediensene som er brukt i fôrproduksjonen.

Det er ikke gjort tilsvarende regnskap for ørret tidligere, og det er derfor ikke tilgjengelig like detaljerte data fra tidligere år for sammenligning som det man har for laks.

I 2020 ble det brukt 116 990 tonn ingredienser ('våtvekt' eller 'as is'), eller 108 239 tonn gitt på tørrstoffbasis. Dette tilsvarer 7 % av mengden som ble brukt til laksefôr. Mengden solgt ørretfôr var 129 000 tonn.

Ingrediensene som ble brukt i norsk ørretfôr i 2020 er gitt i Tabell 14, Tabell 15, Figur 6 og Figur 7.

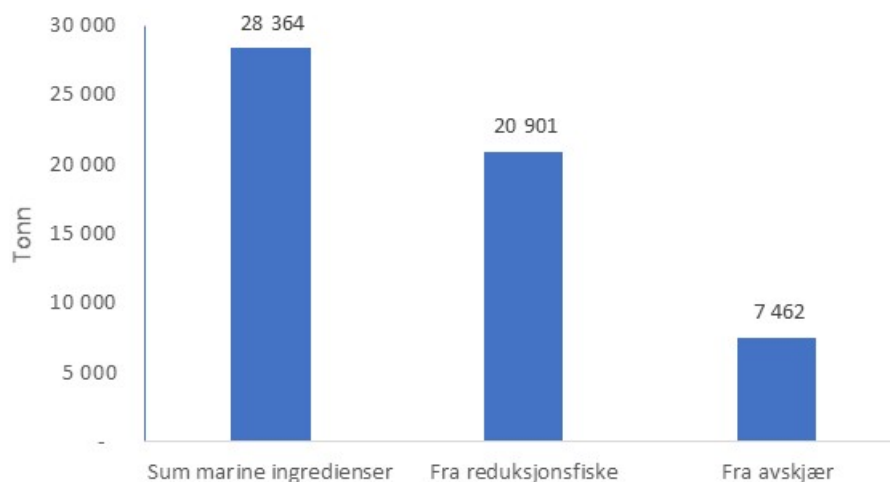
Tabell 14 Type ingredienser brukt i norsk ørretfôr i 2020, gitt som tonn og %

Type ingrediens	Tonn	%
Vegetabilsk protein	46 401	39,7
Vegetabiliske oljer	23 251	19,9
Karbohydratkilder	14 195	12,1
Marint protein	15 712	13,4
Marine oljer ¹	12 652	10,8
Andre ²	257	0,2
Mikroingredienser	4 522	3,9
Sum	116 990	100

¹ Inkluderer 320 tonn olje fra avskjær fra oppdrettsfisk

² Insektmel, encelleprotein, fermenterte produkt, mikroalger

Marine ingredienser i ørretfôr i 2020

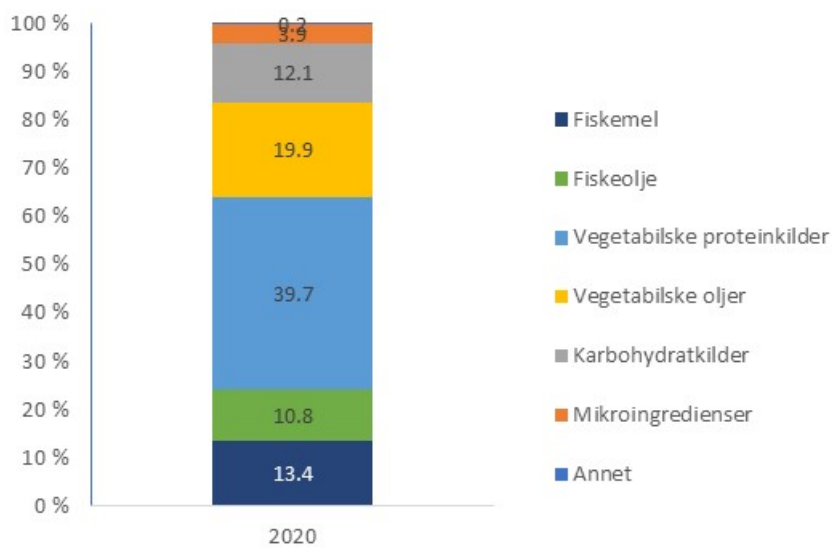


Figur 6 Mengde marine ingredienser totalt, mengde fra reduksjonsfiske og mengde fra avskjær brukt i norsk ørretfôr i 2020 (tonn)

Tabell 15 Ingredienser brukt norsk ørretfôr i 2020, gitt som tonn og %

	Ingrediens	Tonn	%
Vegetabiliske	Soyaproteinkonsentrat	23 458	20,1
Proteinkilder	Hvetegluten	11 413	9,8
	Guarprotein	6 018	5,1
	Solsikke	3 837	3,3
	Erteprotein	1 686	1,4
Vegetabiliske	Rapsolje	21 684	18,5
Oljer	Linolje	741	0,6
	Soyaolje	180	0,2
	Kamelinaolje	538	0,5
	Kokosolje	108	0,1
Karbohydratkilder	Hvete	10 002	8,5
	Fababønner	3 111	2,7
	Ertemel	1 070	0,9
Marine proteinkilder	Fiskemel fra reduksjonsfiske*	11 078	9,5
	Fiskemel fra avskjær	4 634	4,0
Marine oljer	Fiskeolje fra reduksjonsfiske*	9 824	8,4
	Fiskeolje fra avskjær	2 828	2,4
Annet	Insektmel, encelleprotein, fermenterte produkt, mikroalger	257	0,2
Mikroingredienser	Vitamin, mineral, aminosyrer, astaxantin m.m.	4 522	3,9
	Sum	116 990	100

* Inkluderer alt marint råstoff, også en liten mengde krill, selv om dette ikke er fisk



Figur 7 Ingredienser brukt i norsk ørretfôr i 2020, gitt som % av fôr. 'Annet' inkluderer Insektmel, encelleprotein, fermenterte produkter og mikroalger

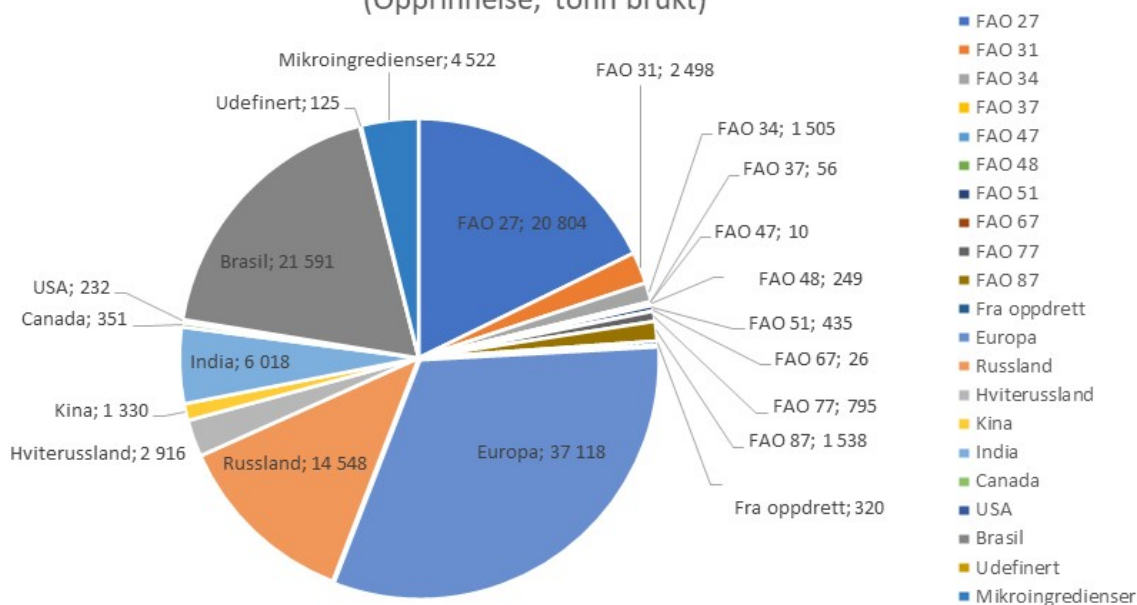
5.8 Opprinnelse av ingredienser brukt i ørretfôr i 2020

Opprinnelse av de ulike ingredienser brukt i ørretfôr i 2020 ble oppgitt på samme måte som beskrevet over for laksefôr.

Det ble brukt 10 256 tonn norske ingredienser i ørretfôr, som utgjør 9 % av ingrediensene, men 91 % (inkludert mikroingredienser) var importert.

Som for laksefôr, kom størstedelen av de marine ingrediensene fra FAO sitt fiskeriområde nummer 27, som også omfatter norske områder. Brasil var en stor leverandør av soyaproteinkonsentrat, og ellers kom vegetabilske ingredienser i stor grad fra Europa og Russland (Figur 8).

Opprinnelse av ingredienser brukt i norsk ørretfôr i 2020
(Opprinnelse; tonn brukt)



Figur 8 Opprinnelse av ingredienser brukt i norsk ørretfôr i 2020. Opprinnelse av marine ingredienser er angitt som FAO sine fiskeriområder (Figur 4). Norske ingredienser inngår i FAO's område 27. Fiskeolje produsert fra avskjær fra oppdrett er oppgitt separat (norsk).

5.9 Miljøsertifisering av ingredienser brukt i norsk ørretfôr i 2020

Andel (%) av ingredienser sertifisert under ulike sertifiseringsordninger er vist i Tabell 16. Se også kommentar for sertifisering av ingredienser i laksefôr (avsnitt 5.5).

Tabell 16 Andel (%) av ingredienser i ørretfôr som er sertifisert under ulike sertifiseringsordninger. Samme ingrediens kan være sertifisert under flere ordninger, og man kan derfor ikke summere opp andel summert under de ulike ordningene.

	Marine trust	MSC	Marine trust FIP	MSC FIP	Sertifisert avskogningsfritt
Fiskemel fra reduksjonsfiske*	66	85	0		
Fiskeolje fra reduksjonsfiske*	61	45	18	9	
Fiskemel fra avskjær	88	88	0		
Fiskeolje fra avskjær	73	64	0		
Soyaproteinkonsentrat					100

* Inkluderer alt marint råstoff, også en liten mengde krill, selv om dette ikke er fisk

5.10 Non-GM (ikke genmodifisert) sertifisering av ingredienser brukt i norsk ørretfôr i 2020

Alt soyaproteinkonsentrat (100 %) var sertifisert som ikke genmodifisert. Som for laksefôr, oppgir fôrproduzentene at det ikke er brukt genmodifiserte ingredienser i ørretfôret, selv om ikke alle ingredienser har slik sertifisering.

5.11 Kjemisk sammensetning av norsk laksefôr i 2020

Gjennomsnittlig sammensetning av norsk laksefôr, og andel næringsstoff og energi fra marine ingredienser, fra vegetabiliske ingredienser, fra mikroingredienser og fra andre ingredienser er vist i Tabell 17.

Tabell 17 Sammensetning av norsk laksefôr i 2020 (% eller GJ/tonn)

	Gjennomsnittlig sammensetning, % eller GJ/tonn	Total mengde næringsstoff eller energi, tonn eller GJ/tonn	Næringsstoff eller energi Fra marine ingredienser, tonn eller GJ/tonn	Næringsstoff eller energi fra vegetabiliske ingredienser, tonn eller GJ/tonn	Næringsstoff eller energi fra mikro-ingredienser, tonn eller GJ/tonn	Næringsstoff eller energi fra andre ingredienser, tonn eller GJ/tonn ¹
Tørrstoff	92,8	1 833 450	407 099	1 358 567	59 821	7 963
Energi	24,7	48 784	12 554	35 507	443	280
Protein	37,0	732 127	164 687	554 718	12 292	431
Fett	29,6	585 990	226 093	353 533	10	6 353
EPA+DHA	2,2	44 393	41 183	0	0	3 210
Sum n-6	3,7	72 546	5 117	67 371	0	58
Karbohydrat ²	4,3	85 223	14	85 208	0	0
NFE ²	15,3	302 231	86	299 521	1 689	934
Råfiber ²	2,1	41 831	160	41 629	0	42
Fosfor	0,94	18 653	5 460	6 985	6 207	1 05

¹ Inkluderer insektmel, encelleprotein, fermenterte produkt og mikroalger.

² Karbohydrat, NFE (nitrogenfritt ekstrakt) og fiber blir ikke nødvendigvis analysert for alle ingredienser. Fôr denne fraksjonen av fôret er det noe usikkerhet knyttet til dataene.

5.12 Kjemisk sammensetning av norsk ørretfôr i 2020

Gjennomsnittlig sammensetning av norsk laksefôr, og andel næringsstoff og energi fra marine ingredienser, fra vegetabiliske ingredienser, fra mikroingredienser og fra andre ingredienser er vist i (Tabell 18).

Tabell 18 Sammensetning av norsk ørretfôr i 2020 (% eller GJ/tonn)

	Gjennomsnittlig sammensetning, % eller GJ/tonn	Total mengde næringsstoff eller energi, tonn eller GJ/tonn	Næringsstoff eller energi Fra marine ingredienser, tonn eller GJ/tonn	Næringsstoff eller energi fra vegetabiliske ingredienser, tonn eller GJ/tonn	Næringsstoff eller energi fra mikro-ingredienser, tonn eller GJ/tonn	Næringsstoff eller energi fra andre ingredienser, tonn eller GJ/tonn ¹
Tørrstoff	92,5	108 239	27 143	78 571	1 804	721
Energi	24,9	2 908	801	2 064	34	10
Protein	37,5	43 842	10 822	31 699	1 317	3
Fett	32,0	37 493	14 034	23 215	1	242
EPA+DHA	2,0	2 354	2 226	0	0	128
Sum n-6	4,1	4 749	312	4 433	0	5
Karbohydrat ²	4,9	5 788	2	5 787	0	0
NFE ²	16,1	18 814	9	18 617	181	7
Råfiber ²	2,0	2 322	17	2 304	0	1
Fosfor	0,87	1 013	365	326	199	123

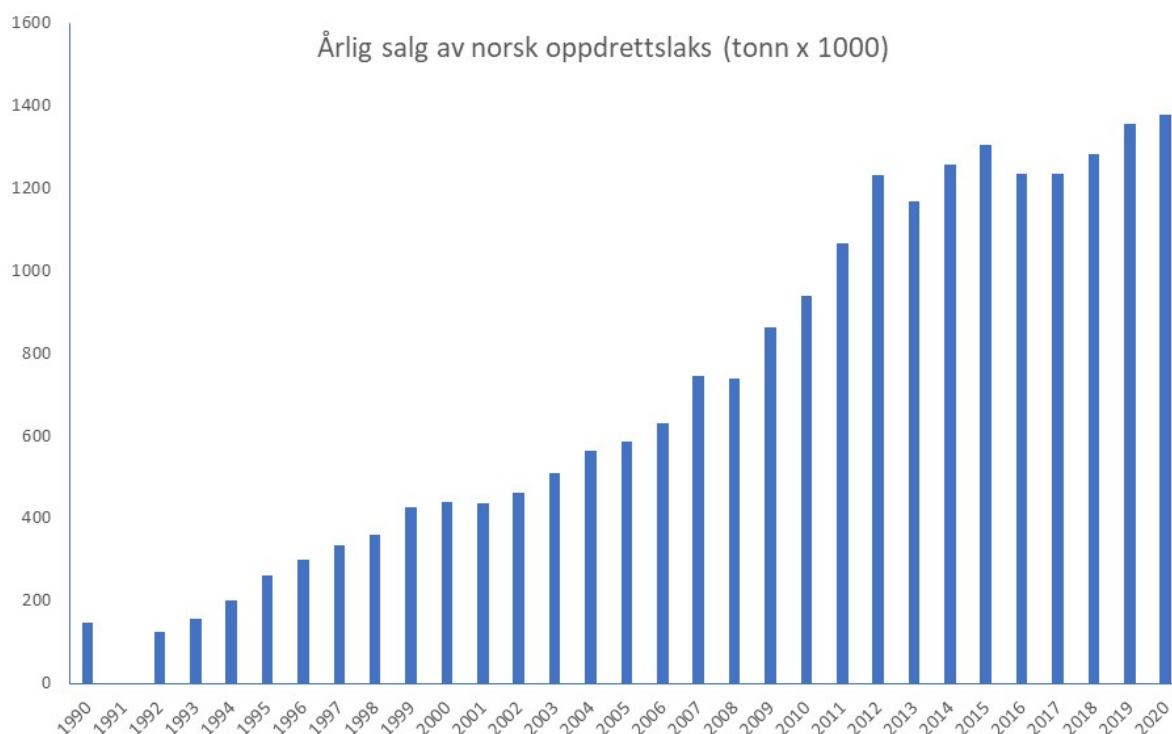
¹ Inkluderer insektmel, encelleprotein, fermenterte produkt og mikroalger.

² Karbohydrat, NFE (nitrogenfritt ekstrakt) og fiber blir ikke nødvendigvis analysert for alle ingredienser. For denne fraksjonen av fôret er det noe usikkerhet knyttet til dataene.

5.13 Produksjon av laks og ørret i 2020

I 2020 ble det produsert 1 467 655 tonn laks. Dette ble beregnet fra mengde solgt laks (Figur 9), og differansen mellom stående biomasse ved utgangen av året 2020 og utgangen av året 2019 (data fra fiskeridirektoratet).

Det ble produsert 89 667 tonn ørret. Det tilsvarer 6 % av lakseproduksjonen.



Figur 9 Årlig salg av norsk oppdrettslaks fra 1990-2020 (tonn x 1000)

5.14 Økonomisk fôrfaktor

Økonomisk faktor for laks produsert i 2020 var 1,35 dersom den beregnes fra ingredienser på våtvekt, 1,25 beregnet fra ingredienser på tørrstoffbasis, og 1,28 beregnet fra omsatt fôr. Tilsvarende beregning av fôrfaktor for ørretproduksjonen var henholdsvis 1,34, 1,25 og 1,29 (Tabell 19).

Ettersom det brukes noe laksefôr til ørretproduksjon, blir fôrfaktoren for laks noe overestimert, og for ørret noe underestimert. Volumet som produseres av laks er imidlertid så stort at fôrfaktor for begge produksjonene samlet blir tilnærmet lik fôrfaktoren for laks (Tabell 19).

Tabell 19 Økonomisk fôrfaktor for laks, ørret og for laks og ørret totalt, beregnet fra ingredienser brukt på våtvekt og tørrstoffbasis, og fra mengde omsatt fôr.

	Laks	Fôrfaktor laks	Ørret	Fôrfaktor ørret	Laks+ørret	Fôrfaktor laks+ørret
Volum fisk produsert, tonn	1 467 655		89 667		1 557 322	
Ingredienser brukt, tonn 'as is'	1 976 709	1,35	116 990	1,30	2 093 700	1,34
Ingredienser brukt, tonn tørrstoff	1 833 450	1,25	108 239	1,21	1 941 688	1,25
Omsatt fôr	1 885 000	1,28	129 000	1,44	2 014 000	1,29

5.15 Retensjon av næringsstoff og energi

Retensjon av energi og næringsstoff i laks og ørret er vist i henholdsvis Tabell 20 og Tabell 21.

Retensjon av næringsstoff og energi i helkropp og filet av laks produsert i 2010, 2012, 2016 og 2020 er også vist i Figur 10. Det er noe variasjon i retensjonsdata for de ulike år, noe som kan ha flere årsaker. Beregningen av retensjon for hele den norske produksjonen har ikke samme nøyaktighet og presisjon som tilsvarende beregning i kontrollerte forsøk. Små forskjeller på noen prosent bør derfor ikke tillegges stor betydning. Videre er analysene gjort i et lite antall fisk, som skal representere hele produksjonen. Størrelse av fisken ved slaktning vil ha betydning for kjemisk sammensetning og dermed retensjon, og fisken er produsert over flere år mens data for fôringrediensene er for ett år. Tallene for retensjon viser ressursutnyttelse, og ikke retensjon. I 2020 var første gang det ble samlet inn prøver av både helfisk og filet for analyse spesifikt for disse beregningene og tallmaterialet for 2020 antas å være det mest presise for retensjonsberegninger vist i Figur 10.

Retensjonen uttrykker andel av næringsstoff og energi fra fôrmidlene som finnes igjen i fisk produsert i Norge over ett år. Dette er beregnet på samme måte som man beregner biologisk retensjon, men i dette tilfellet er alle tap av fôrmidler, fôr og fisk inkludert. Disse retensjonsverdiene kan derfor ikke sammenlignes direkte med verdier fra fôringsforsøk.

Tabell 20 Retensjon (%) av næringsstoff og energi i helkropp, filet og avskjær av laks, og ikke retinert næringsstoff og energi (tap) i norsk laks produsert i 2020

	Retensjon i helkropp	Retensjon i filet	Retensjon i avskjær ¹	Ikke retinert – tap ²
Tørrstoff	33	21	12	67
Energi	39	25	14	61
Protein	34	25	9	66
Fett ³	57	35	23	43
EPA+DHA	49	32	17	51
Fosfor	25	12	12	75

¹ Retensjon i helkropp (%) - retensjon i filet (%)

² 100 (%) - retensjon i helkropp (%)

³ Inkluderer lipider syntetisert fra andre forbindelser

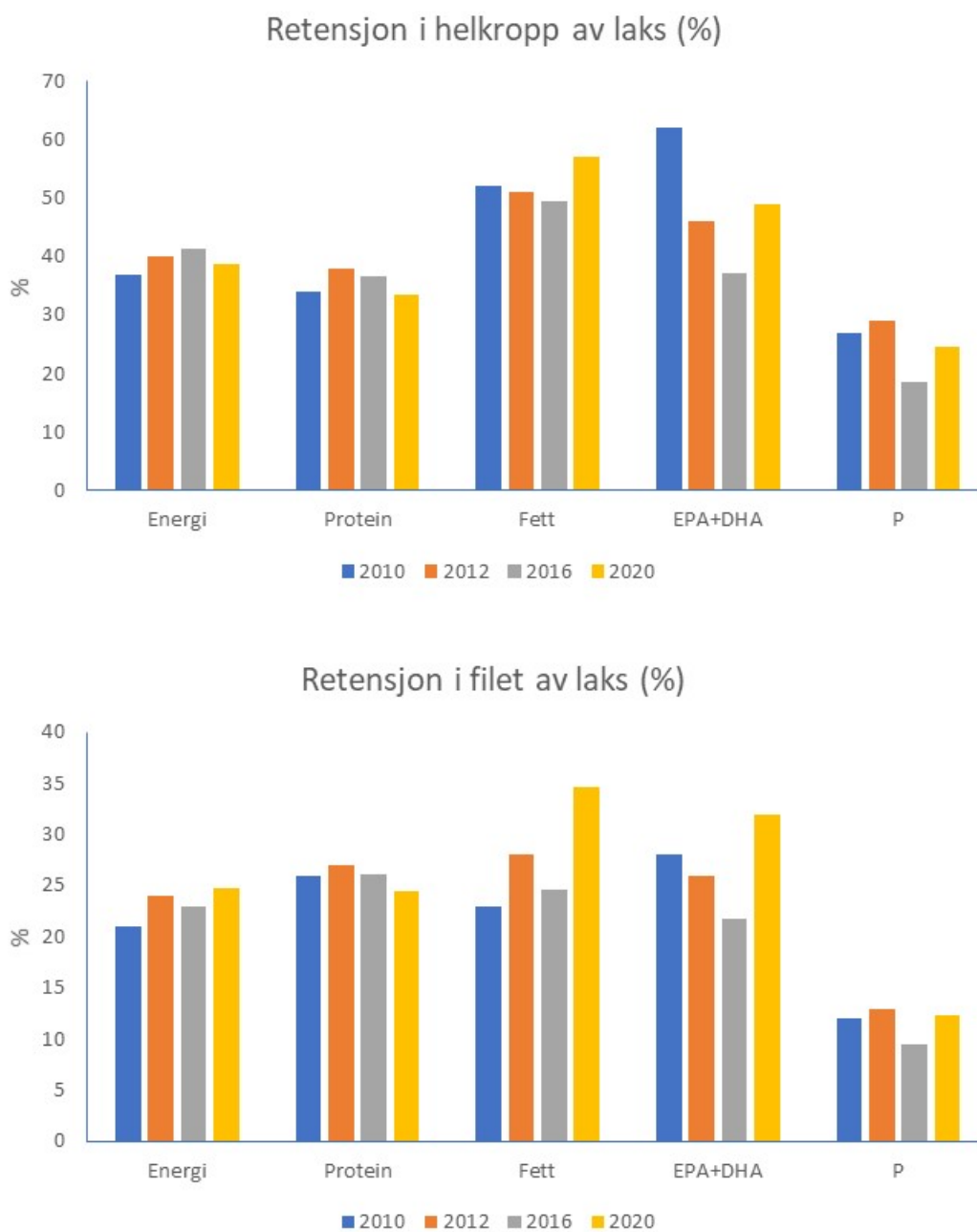
Tabell 21 Retensjon (%) av næringsstoff og energi i helkropp, filet og avskjær av ørret, og ikke retinert næringsstoff og energi (tap) i norsk ørret produsert i 2020

	Retensjon i helkropp	Retensjon i filet	Retensjon i avskjær ¹	Ikke retinert – tap ²
Tørrstoff	37	21	16	63
Energi	43	25	18	57
Protein	33	23	10	67
Fett ³	63	34	29	37
EPA+DHA	62	35	27	38
Fosfor	29	12	17	71

¹ Retensjon i helkropp (%) - retensjon i filet (%)

² 100 (%) - retensjon i helkropp (%)

³ Inkluderer lipider syntetisert fra andre forbindelser



Figur 10 Retensjon (%) av næringsstoff og energi i helkropp (øverst) og filet (nederst) av norsk laks produsert i 2010, 2012, 2016 og 2020

5.16 Indikatorer for bruk av marine råvarer

De beregnede verdiene for FIFO og FFDR for fiskemel og fiskeolje, samt MPDR og MODR totalt og for reduksjonsfiske, beregnet for laks og ørret produsert i 2020 er vist i Tabell 22.

Fôr til laks og ørret likner i sammensetning, men det er noe forskjell i kroppssammensetning mellom de to artene, der ørret har noe høyere fettinnhold. Det var noen mindre forskjeller i de nevnte indikatorene for bruk av marine

råvarer mellom produksjon av de to artene, mens summert for de to artene blir indikatorene tilnærmet det samme som for lakseproduksjonen (Tabell 22) ettersom ørretproduksjonen utgjør en svært liten del av den totale produksjonen.

Indikatorer for bruk av marine råvarer sier ikke noe om bærekraft i produksjonen. Alle typer ingredienser vil ha et fotavtrykk, og om en råvare er av marin opprinnelse eller ikke sier i seg selv ikke noe om hvorvidt råvaren er produsert på bærekraftig måte.

Tabell 22 FIFO, FFDR, MPDR og MODR beregnet for produksjon av laks, ørret og laks+ørret samlet i 2020. Beregningene inkluderer alt marint råstoff, også en liten mengde krill, selv om dette ikke er fisk.

	Laks	Ørret	Laks + Ørret
FIFO Fiskemel	0,7	0,8	0,7
FIFO Fiskeolje	1,5	1,5	1,5
FFDR Fiskemel	0,5	0,5	0,5
FFDR Fiskeolje	1,2	1,2	1,2
MPDR totalt	0,67	0,75	0,67
MPDR fra reduksjonsfiske	0,49	0,53	0,49
MODR totalt	0,68	0,60	0,67
MODR fra reduksjonsfiske	0,54	0,46	0,54

6 Hovedfunn

- Volumet produsert laks og mengde fôr brukt var noe øket i 2020 sammenlignet med tidligere år, ellers var det små endringer siden 2016 da tilsvarende beregninger sist ble gjort.
- Det var inkludert noen nye fôringredienser som insektnel, encelleprotein, fermenterte produkter og mikroalger, men disse utgjorde en liten andel (0,4 % av det totale volum i laksefôr).
- 8 % av ingrediensene i laksefôr var av norsk opprinnelse, 92 % var importert.
- Størstedelen av marine råvarer er sertifisert under ulike ordninger, og alt soyaproteinkonsentrat var sertifisert som ikke genmodifisert. Opprinnelsesland/-område er gitt for tilnærmet alle ingredienser.
- Ressursutnyttelsen i produksjonen av ørret er redegjort for for første gang. Det er noen mindre forskjeller relatert til ressursutnyttelse mellom de to artene, men lakseproduksjonen er dominerende og totalt sett for de to artene blir ressursutnyttelsen tilnærmet lik det som gjelder for laks.

7 Leveranser

- Oppstartsmøte (Teams) med referat med referansegruppen 27.5.2020 for planlegging av oppstart av prosjektet og innsamling av fisk til kjemisk analyse.
- Møte (Teams) med referat med referansegruppen 17.2.2021 for planlegging av levering av data fra fôrproducentene.
- Oppsummeringsmøte (Teams) med referat med referansegruppen 28.10.2021 med gjennomgang av resultatene.
- Faglig sluttrapport.
- Faktaark med oppsummering av de viktigste funn.
- Vitenskapelig publikasjon (trolig delt i to eller tre publikasjoner) er planlagt tidlig 2022.
- Minst én muntlig presentasjon på internasjonalt faglig møte/konferanse er planlagt 2022.
- Administrativ sluttrapport.

8 Referanser

- Aas, T.S., Ytrestøyl, T. & Åsgård, T. (2019) Utilization of feed resources in the production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway: An update for 2016. *Aquaculture Reports*, 15, 100216.
- Akvafakta.no (2021) Månedsrapport. In Norwegian. https://akvafakta.no/wp-content/uploads/Maned/2021/2101_Akvafakta.pdf.
- Davies, M. (2002) *The Biochrom Handbook of Amino Acids*, Biochrom, Cambridge.
- Folch, J., Lees, M. & Stanley, G.H.S. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Fiskeridirektoratet (2021), *Akvakulturstatistikk: matfiskproduksjon av laks, regnbueørret og ørret*. www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Akvakulturstatistikk-tidsserier/Laks-regnbueoerret-og-oerret/Matfiskproduksjon.
- Hugli, T.E. & Moore, S. (1972) Determination of the tryptophan content of proteins by ion exchange chromatography of alkaline hydrolysates. *Journal of Biological Chemistry*, 247, 2828-2834.
- Mason, M.E. & Waller, G.R. (1964) Dimethoxypropane induced transesterification of fats and oils in preparation of methyl esters for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, 36, 583-586.
- Ytrestøyl, T., Aas, T.S. & Åsgård, T. (2015) Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. *Aquaculture*, 448, 365-374.