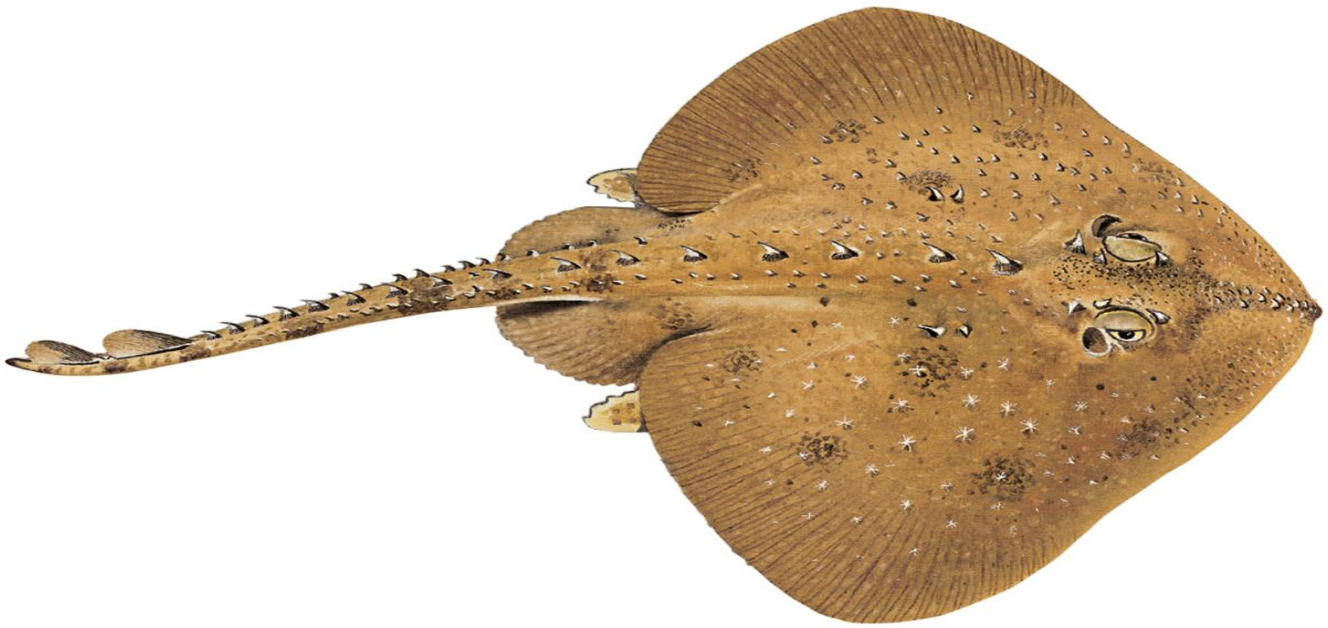
Rapport 6/2026 • Utgitt februar 2026

Nofima

Utnyttelse av skater

Faglig sluttrapport fra FHF-prosjekt 901996 «Kartlegge mulighetene for utnyttelse av skate som fanges ved bifangst»



Illustrasjon: Jan Fekjan

Margrethe Esaiassen, Morten Heide, John R. Isaksen, Kjersti Lian, Torbjørn Tobiassen, Birthe Vang

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

Sunndalsøra
Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Ås
Osloveien 1
Postboks 210
NO-1433 ÅS

Bergen
Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Rapport

Rapportnummer:	ISBN:	ISSN:
6/2026	978-82-8296-874-4	1890-579X

Dato:	Antall sider + sider vedlegg:	Prosjektnummer:
9. februar 2026	16 + 0	14518

Tittel:
Utnyttelse av skater – Faglig sluttrapport

Title:
Utilisation of skates – final academic report

Forfatter(e):
Margrethe Esaiassen, Morten Heide, John R. Isaksen, Kjersti Lian, Torbjørn Tobiassen, Birthe Vang

Avdeling:
Sjømatindustri, Næringsøkonomi, Marin bioteknologi, Markedsforskning

Oppdragsgiver:
Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF)

Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:
901996

Stikkord:
Skate, landinger, sammensetning, anvendelse, kvalitet

Sammendrag/anbefalinger:
Det norske skatefisket har gjennomgått betydelige endringer de siste årene, med en klar økning i landingene etter innføringen av ferskfiskordningen i 2015. Samtidig er artsidentifiseringen fortsatt mangelfull, og 60–90 prosent av all landet skate registreres som «annen skate», noe som skaper usikkerhet om bestandsstatus og markeds-muligheter. Prosjektet *Utnyttelse av skater* (FHF 901996) har vurdert biologiske, teknologiske og kommersielle aspekter ved utnyttelsen av skate gjennom fire arbeidspakker. Resultatene viser at skate er en lite utnyttet ressurs med betydelig potensial i markedet for frosne produkter, særlig i Asia. Barrierer omfatter svak artsidentifisering, varierende kvalitet og bærekraftshensyn blant kjøpere.

Prosjektet konkluderer med at bedre dokumentasjon, forbedret håndtering og målrettet markedsutvikling er nødvendig for å skape økt verdi.

English summary/recommendation:
The Norwegian skate fishery has undergone substantial change in recent years, with a clear increase in landings following the implementation of the fresh fish incentive scheme in 2015. At the same time, species identification remains poor, with 60–90 per cent of all landings registered as “other skate,” creating uncertainty regarding resource status and market potential. The project Utilisation of skates (FHF 901996) has evaluated biological, technological and commercial aspects of skate utilisation across four work packages. Results indicate that skate is an underutilised resource with substantial potential in frozen product markets, particularly in Asia. Barriers include weak species identification, variable quality and sustainability concerns among buyers.

The project concludes that improved documentation, better handling practices and targeted market development are necessary for value creation.

Forord

Dette er faglig sluttrapport for prosjektet «Kartlegge mulighetene for utnyttelse av skate som fanges ved bifangst», FHF prosjektnummer 901996. Prosjektets hovedmål har vært å kartlegge mulighetene for utnyttelse av skate som fanges ved bifangst.

Prosjektet er organisert i fire faglige arbeidspakker: Landingsmønster (AP 1), Utbytte og kvalitet under landing (AP 2), Kjemiske analyser og kartlegging av bruksområder for restråstoff (AP 3) og Markedsmuligheter (AP 4). Det er levert tre delrapporter i prosjektet: AP 1 er dokumentert i Nofima rapport 16/2025, AP 2 og 3 er rapportert i Nofima rapport 5/2026, mens AP 4 er rapportert i Nofima rapport 32/2025.

Prosjektet har vært finansiert av FHF, og Nofima takker for oppdraget.

Innhold

1	**Sammendrag (både på norsk og engelsk)**	**1**
1.1	Summary	1
2	**Innledning**	**2**
3	**Problemstilling og formål**	**4**
4	**Prosjektgjennomføring**	**5**
4.1	Metodikk	5
4.1.1	Arbeidspakke 1	5
4.1.2	Arbeidspakke 2 og 3	5
4.1.3	Arbeidspakke 4	5
5	**Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon**	**7**
5.1	AP1: Landingsmønster	7
5.1.1	Epilog AP1: Skatelandinger i 2025	8
5.2	AP2 og AP3: Kvalitet, utbytte og holdbarhet og kjemiske analyser og restråstoff	9
5.3	AP4: Markedsmuligheter	10
5.4	Diskusjon og samlet vurdering	13
6	**Hovedfunn**	**14**
7	**Leveranser**	**15**
8	**Referanser**	**16**

1 Sammendrag

Skatefisket i Norge har de siste ti årene gjennomgått betydelige endringer, både i volum, geografisk fordeling og næringsmessig betydning. Etter innføringen av ferskfiskordningen i 2013 har fangstene økt markant, samtidig som skate i liten grad har vært prioritert som art i verken forskning, forvaltning eller marked. Et særlig utfordrende aspekt ved dagens situasjon er den svake artsidentifikasjonen i førstelinjen, som innebærer at mellom 60 og 90 prosent av fangstene registreres som «annen skate». Dette medfører usikkerhet knyttet til ressursgrunnlaget, risiko for fangst av truede arter og betydelige begrensninger i muligheten for å utvikle lønnsomme markeder.

Prosjektet «Kartlegge mulighetene for utnyttelse av skate som fanges ved bifangst» har hatt som mål å vurdere hvordan skatefangstene kan utnyttes bedre og mer bærekraftig. Prosjektet er gjennomført gjennom fire arbeidspakker som dekker henholdsvis landingsmønster (AP1), kvalitet og utbytte (AP2), kjemisk sammensetning og restråstoffpotensial (AP3) og markedsmuligheter (AP4). Resultatene viser at skate representerer en betydelig underutnyttet ressurs, særlig innen fryste produkter og eksportmarkeder i Asia. Samtidig finnes det utfordringer knyttet til kvalitet, særlig ammoniakkutvikling ved lagring, samt markedsbarrierer som følge av manglende artsdokumentasjon og misoppfatninger om bærekraft.

Prosjektet konkluderer med at Norge kan øke verdiskapingen fra skate betydelig gjennom bedre artsidentifikasjon, tydeligere dokumentasjon av bærekraft, forbedret råstoffhåndtering og målrettet markedsutvikling. Flere konkrete tiltak foreslås for både myndigheter, industri og forskningsmiljøer.

1.1 Summary

The Norwegian skate fishery has undergone substantial change in recent years, with a clear increase in landings following the implementation of the fresh fish incentive scheme in 2013. At the same time, species identification remains poor, with 60–90 percent of all landings registered as “other skate,” creating uncertainty regarding resource status and market potential. The project Utilization of skates (FHF 4289) has evaluated biological, technological and commercial aspects of skate utilization across four work packages. Results indicate that skate is an underutilized resource with substantial potential in frozen product markets, particularly in Asia. Barriers include weak species identification, variable quality and sustainability concerns among buyers. The project concludes that improved documentation, better handling practices and targeted market development are necessary for value creation.

2 Innledning

Fangsten av skate økte betydelig etter at ferskfiskordningen ble innført, og tas i hovedsak som bifangst i linefiske etter hyse. Leveransene består ofte av små kvanta og er konsentrert i perioder der ferskfisk-bonusen gir økt lønnsomhet. Dette gir en uforutsigbar og sesongpreget råstofftilgang.

Norske farvann har et stort mangfold av skatearter. Havforskningsinstituttet beskriver 14 arter i norske farvann (Havforskningsinstituttet, 2024), mens Fiskeridirektoratets fangststatistikk opererer med åtte typer skater og en omfattende samlepost for «annen/uspesifisert skate» (Isaksen & Dreyer, 2024). Denne manglende artsoppløsningen er særlig utfordrende fordi flere av artene er rødlistet, blant annet storskate og nebbskate som kritisk truet, og svartskate som sårbar (Havforskningsinstituttet, 2021). Internasjonale studier viser i tillegg at truede skatearter ofte dumpes eller leveres som uklassifiserte produkter for å unngå reguleringsmessige konsekvenser (Curtis & Sosebee, 2015; Morris, 2012; Silva et al., 2012). Dette understreker behovet for bedre dokumentasjon også i Norge.

Landingsdata viser at enkelte arter gjenkjennes og leveres til et begrenset antall mottak, mens de fleste mottak benytter samleposter. Det er uklart om dette skyldes begrensninger i artslisten på sluttseddelen, utfordringer knyttet til artsidentifikasjon eller praktiske forhold i mottakene. Artsbestemmelse av skate er kjent for å være vanskelig (Isaksen & Dreyer, 2024), og dagens praksis gjør det vanskelig å vurdere hvilke arter som faktisk utnyttes.

Kvalitetshåndtering representerer også en utfordring. Skate krever skånsom behandling og rask nedkjøling, men artenes form og størrelse gjør håndtering om bord krevende. Sammen med lav råstoffpris kan dette føre til at kvaliteten ikke blir optimalt ivaretatt. Frysing om bord kan være et aktuelt tiltak for å sikre bedre kvalitet og redusere svinn.

Skate er et næringsrikt råstoff rikt på proteiner, vitaminer og mineraler (Suprapto et al., 2021; Caglak et al., 2024). Samtidig skiller bruskfisk seg fra beinfisk gjennom et høyt innhold av urea og andre organiske osmolyttter som TMAO og β-aminosyrer (Treberg et al., 2006). Under kjølelagring kan urea brytes ned og danne ammoniakk, noe som påvirker holdbarheten negativt (Vynche, 1978; Múgica et al., 2008; Ocaño-Higuera et al., 2011). Likevel har internasjonal etterspørsel etter skatevinger økt, og sammen med reduserte kvoter for annen hvitfisk skaper dette et potensial for bedre utnyttelse av skate i norsk hvitfisknæring.

Prosjektet er initiert på bakgrunn av den økende fangsten, de betydelige kunnskapshullene knyttet til artsrapportering og behovet for bedre utnyttelse av råstoffet. I dag registreres store deler av fangstene i en samlepost, både i landings- og eksportstatistikk, noe som gjør det vanskelig å vurdere biologisk bærekraft, markedsmuligheter og ressursgrunnlag. Prosjektet skal derfor:

- kartlegge hvor og når skate leveres, og fra hvilke fartøy,
- undersøke prosess- og kvalitetsparametere som holdbarhet, frysing, kvalitet og utbytte,
- kartlegge konsummarkedet og mulige anvendelser av restråstoff, og
- analysere næringsinnhold og miljøgifter i råstoffet.

Prosjektet dekker hele verdikjeden fra fangst til marked og er strukturert i følgende arbeidspakker:
AP1: Kartlegging av landingsmønster og fangstsammensetning
AP2: Undersøkelse av kvalitet, utbytte og holdbarhet
AP3: Kjemiske analyser og vurdering av restråstoff
AP4: Markedsanalyse og kartlegging av eksportmuligheter

Prosjektgruppen har bestått av Margrethe Esaiassen (prosjektleder), John R. Isaksen, Ove Johansen, Torbjørn Tobiassen, Kjersti Lian, Birthe Vang, Gustav Martinsen og Sjurdur Joensen fra Nofima. Referansegruppen har bestått av Pål Stian Eriksen (Båtsfjordbruket AS), Terje Kjølsøy (Bluewild AS) og Ørjan Nergaard (Patriot AS). Frank Jakobsen var ansvarlig fagsjef hos FHF. Arbeidet er gjennomført i 2025.

3 Problemstilling og formål

3.1 Effektmål

Prosjektets overordnede effektmål har vært å legge til rette for økt og mer bærekraftig verdiskaping fra skate som bifangstart gjennom bedre kunnskapsgrunnlag, dokumentasjon og markedsforståelse.

3.2 Resultatmål

De konkrete resultatmålene er:

- Å dokumentere fangstmønster og artsfordeling i norske landinger.
- Å identifisere kvalitetsutfordringer og produktpotensial basert på råstoffhåndtering og utbyttemålinger.
- Å kartlegge kjemiske egenskaper og restråstoffmuligheter.
- Å identifisere markeder og barrierer for salg av norske skateprodukter.

4 Prosjektgjennomføring

4.1 Metodikk

4.1.1 Arbeidspakke 1

Arbeidspakke 1 bygger på en deskriptiv analyse av landings- og fangststatistikk for skater i norske fiskerier. Hovedgrunnlaget består av sluttseddelstatistikk fra Fiskeridirektoratet for perioden 2000–2024 og detaljerte omsetningsdata fra Norges Råfisklag for 2020–2024, som gir informasjon om arter, fangstvolum, redskap, geografisk fordeling, sesong og pris. Dette er supplert med biologisk kunnskap fra Havforskningsinstituttet og Artsdatabanken for å vurdere artssammensetning og identifikasjons-utfordringer.

Analysen omfatter tre hovedtrinn: (1) sammenstilling av skatearter som forekommer i norske farvann, og vurdering av avvik mellom biologiske data og det som registreres på sluttseddel, inkludert bruken av «Annen skate»; (2) kartlegging av utviklingen i fangst- og landingsmønstre nasjonalt og i Råfisklagets område, med særlig fokus på sesongmønster, geografiske konsentrasjoner og redskapsbruk; og (3) vurdering av ferskfiskordningens betydning gjennom kobling mellom torsketillegg, virkeperioder og sesongvise variasjoner i skatelandinger.

I tillegg er kvalitative vurderinger hentet inn gjennom dialog med fiskere, mottak og fagpersoner for å belyse praktiske forhold rundt artsbestemmelse og seddelføring.

4.1.2 Arbeidspakke 2 og 3

Kloskate som inngikk i dette prosjektet ble hentet fra linefiske i Tromvik og fraktet på is til Nofima, der de ved ankomst ble artsbestemt og registrert. For hvert individ ble lengde, vekt og utbytte av ulike fraksjoner som vinger, filet, hode, innmat, hale og lever målt. Vingene ble deretter skåret ut etter en standardisert metode, før de ble lagt på is og lagret i opptil tolv dager. På faste uttaksdager ble kvaliteten vurdert gjennom sensoriske analyser som omfattet lukt, slimlagets farge og konsistens, tekstur, gaping, farge og tegn til oppløsning av overflaten. Det ble tatt bilder både før og etter skinning for å dokumentere forandringer. I tillegg ble pH i muskel målt ved ankomst og etter ni og tolv dager. Prøver til kjemiske analyser ble fryst ned før videre analyser.

For å kartlegge næringsinnhold, kvalitet og mattrygghetsmessige forhold ved ulike deler av skaten, ble flere fraksjoner analysert: hel fisk, vinger og filet. De kjemiske analysene omfattet måling av tørrstoff, protein, fett og aske, samt analyse av totale aminosyrer for en mer presis karakterisering av proteininnhold. Det ble også gjennomført analyser av biogene aminer som histamin, putrescin, tyramin og kadaverin for å vurdere mikrobiologisk kvalitet. Videre ble nivåene av Totalt flyktig nitrogen (TVN), Trimetylamin (TMA) og Trimetylamin oksid (TMAO) målt som indikatorer på ferskhet og nedbrytning. Prøvene ble i tillegg analysert for tungmetaller og et bredt spekter av miljøgifter. Totalt arsen ble målt i alle fraksjoner, og filet ble analysert videre for å skille mellom organiske og uorganiske former av arsen.

4.1.3 Arbeidspakke 4

Metodikken i arbeidspakke 4 kombinerer en deskriptiv skrivebordsanalyse med en kvalitativ under-søkelse av verdikjeden. Den deskriptive delen bygger på internasjonal og nasjonal statistikk, herunder globale fangstdata fra FAOs FishstatJ, samt handels- og konsumpaneldata fra Norges sjømatråd. Disse databasene gir oversikt over globale fangstmengder, norsk eksport fordelt på produktkategori og marked, og utvikling i konsum i utvalgte markeder. All statistikk er videre bearbeidet og analysert i Excel.

Den kvalitative delen består av semistrukturerte intervjuer gjennomført via telefon, videokonferanse og e-post. Det ble utviklet en intervjuguide tilpasset ulike aktørgrupper i verdikjeden. Intervjuene omfatter norske fiskekjøpere og eksportører, en europeisk innkjøpergruppe innen HORECA-markedet, samt

seks nederlandske videreforedlere som ble intervjuet i et tilknyttet prosjekt. Formålet var å kartlegge markedskrav, produktpreferanser, bærekraftsvurderinger, barrierer og mulige drivere for økt anvendelse av skate til konsum.

Metoden muliggjør triangulering mellom statistikk, markedsdata og aktørkunnskap. Samtidig er data-tilgangen begrenset av at både fangst- og eksportstatistikk opererer med samleposter for skatearter, og at kvalitative data i stor grad reflekterer erfaringene til et avgrenset sett av næringsaktører. Dette innebærer usikkerhet knyttet til representativitet og detaljnivå i arts- og markedsinformasjon.

5 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

Artsidentifikasjon er svakt utviklet i norsk førstelinje. Selv om åtte arter jevnlig registreres, finnes 14 i norske farvann, noe som innebærer betydelig underrapportering. Dette skaper risiko for fangst av truede arter og begrenser dokumentasjonsverdi i markedene.

5.1 AP1: Landingsmønster

Arbeidspakke 1 gir en samlet og detaljert kartlegging av norske fangster og landinger av skater basert på sluttseddelstatistikk fra Fiskeridirektoratet og omsetningsdata fra Norges Råfisklag, supplert med toktdata og biologisk kunnskapsgrunnlag. Analysen viser at skatefangstene i Norge har gjennomgått betydelige endringer i perioden 2000–2024. Etter et fall fra om lag 800 tonn rundt år 2000 til rundt 400–500 tonn i 2002–2014, økte fangstene raskt fra 2015 og nådde nesten 1 800 tonn i 2020, før de stabiliserte seg på i overkant av 1 400 tonn i årene etter. Økningen henger tett sammen med innføringen av ferskfiskordningen, som ga skate en indirekte økonomisk verdi gjennom torsketillegget i ferskfiskordningen, som dermed kan ha påvirket både fiskepress, fangstmengder og sesongmønster betydelig. Fangstene er sterkt sesongkonsentrert: kun rundt seks prosent av fersk skate landes i januar–juni, mens nær halvparten landes i oktober–november. Dette viser tydelig at reguleringsregimet har en målbar og styrende effekt på når skate bringes til land.

Et av de mest gjennomgående funnene er den svake artsoppløsningen i landingsstatistikken. Kategorien «Annen skate» dominerer i hele perioden og utgjør før 2017 mellom 87 og 99 prosent av all registrert fangst. Selv etter 2017, hvor en viss forbedring fremkommer, registreres fortsatt 50–78 prosent av all skate under denne samleposten. Dette står i kontrast til toktdata fra Havforskningsinstituttet som viser at enkelte arter, særlig kloskate og rundskate, opptrer hyppig i norske havområder. Rundskate er eksempelvis nesten fraværende i sluttseddelstatistikken, til tross for jevn forekomst i toktmateriale. Denne manglende samsvar mellom fangststatistikk og biologisk kunnskap indikerer systematiske utfordringer i artsidentifisering om bord og i mottak, og understreker behovet for tiltak for å bedre datakvaliteten. Samtidig innebærer dette en risiko for både feil rapportering av fangst av rødlistede arter og utilstrekkelig grunnlag for forvaltningsmessige beslutninger.

En annen viktig del av resultatene er den geografiske analysen av fangst og landinger. Skatefangstene er svært konsentrert nord for 62° N, der 70–90 prosent av alt volumet i perioden 2021–2024 tas. Øst-Finnmark er det klart viktigste området: om lag 87–90 prosent av all fersk skate i Norges Råfisklags distrikt landes her, og fem fangstlokasjoner står alene for over halvparten av volumet. Kartleggingen av disse fangstfeltene gir høy presisjon i det geografiske bildet av ressursuttaket og gir et tydelig grunnlag for målrettede tiltak. Samtidig påpekes det at fangstområder på sluttseddel ikke alltid fullt ut samsvarer med faktisk fangstposisjon, enten grunnet rutiner eller praksis, noe som gir et visst tolkningsforbehold. Likevel er det overordnede geografiske mønsteret robust og entydig.

Redskapsbruken er også tydelig definert: om lag 85–96 prosent av skaten tas med line eller autoline, mens garn og trål står for mindre andeler. Fartøy under 21 meter dominerer fersklandingene av skate, mens fartøy over 28 meter i hovedsak leverer fryst skate. Det fryste volumet utgjør om lag 6 prosent av totalen, men har økt de siste årene. Kombinert med priser som ligger tett opptil minstepris for vrakfisk, viser dette at skaten på landingsnivå er en lavverdiart uten tydelige markedsdrivere. Likevel viser AP1 at førstehåndsprisen kun gir et delvis bilde: når ferskfiskordningen var gjeldende, kunne ett tonn skate indirekte utløse ett tonn torsk, noe som reelt sett ga skaten en svært høy «skyggepris». Dette forklarer hvorfor skaten ble landet i langt større grad, til tross for ellers lav økonomisk verdi.

AP1 viser også en betydelig konsentrasjon på mottakssiden. I Norges Råfisklags område står de 10 største mottakene for nær 90 prosent av mottatt fersk skate. Tilsvarende står de 25 mest aktive fartøyene for 68 prosent av volumet. Denne strukturen kan gjøre det enklere å målrette tiltak for

forbedring av datakvalitet, logistikk og håndtering, siden en relativt liten krets av aktører står for det meste av volumet.

Når det gjelder vurdering av datakvaliteten viser AP1 at volummønstre, sesongvariasjoner og geografiske fordelinger er robuste og bygger på store datasett med høy statistisk styrke. Derimot er artsfordelingen preget av lav presisjon, betydelig usikkerhet og antatt underrapportering. Dette svekker gyldigheten av alle artsrelaterte tolkninger. I tillegg kan variasjoner i rapporteringspraksis, ulik kompetanse hos mottak og fiskere og historisk fravær av incentiver for korrekt artsbestemmelse forklare deler av avvikene. Det konkluderes med at artsidentifikasjon er det klart største svakhetspunktet i dagens datagrunnlag. Sammenstillingen mot toktdata demonstrerer at man ikke kan bruke sluttseddeldata alene for å tolke bestandsutvikling eller fordeling mellom arter, og at forvaltningen må støtte seg på triangulering mellom tokt, sluttseddel og ekspertkunnskap.

Resultatene fra AP1 har flere tydelige anvendelsesmuligheter. Først og fremst peker analysen på konkret hvor innsatsen bør rettes: Øst-Finnmark, de største mottakene og de mest aktive fartøyene. Dette gir et praktisk grunnlag for pilotprosjekter for forbedret artsidentifikasjon, for eksempel gjennom opplæring, utvikling av landbasert referansemateriell, digitale støttesystemer eller DNA-verifisering i et begrenset omfang for kalibrering av artsbestemmelse. Videre er resultatene direkte relevante for markedsarbeidet beskrevet i AP4, da korrekt artssortering er en forutsetning for markedsadgang i flere land. Bedre artsidentifikasjon og jevnere kvalitet på råstoffet vil styrke mulighetene for å utvikle nye markeder for både ferske og fryste skateprodukter. Samtidig kan funnene brukes av myndigheter i vurderinger av fremtidige reguleringer, inkludert håndtering av bifangst, gjenutsettingsprosedyrer og plasseringen av skate i regulerings- eller incentivsammenhenger.

Samlet sett dokumenterer AP1 at skate som bifangstressurs er i rask utvikling, men at mangelfull artsidentifisering og ujevn kvalitet skaper utfordringer for både forvaltning, biologisk overvåking og videre verdiskaping. De detaljerte analysene av hvor, når og hvordan skate landes gir et solid kunnskapsgrunnlag for målrettet forbedringsarbeid og viser at betydelige gevinster kan hentes ut dersom artsbestemmelse, kvalitetssikring og logistikk struktureres bedre i de mest sentrale delene av verdikjeden.

For fullstendig rapport vises det til «Utnyttelse av skater Delrapport 1: Landingsmønster» med Nofima rapportnummer 16/2025.

5.1.1 Epilog AP1: Skatelandinger i 2025

Arbeidet i AP 1 vedrørende landingsmønsteret av skater ble gjort på foråret i 2025, med utgangspunkt i sluttseddeldata for de foregående årene. Referansen til ferskfiskordningens betydning for skate-fangsten ble gjort eksplisitt etter ordningen kom i stand i 2013. Ferskfiskordningen har vært evaluert to ganger på vegne av myndighetene, i 2017 og 2024 (Hermansen m.fl., 2017; Isaksen & Dreyer, 2024) og begge gangene har det vært anbefalt å ta skater ut av beregningsgrunnlaget som ligger til grunn for torsketillegget i ferskfiskordningen. I 2018 ble anbefalingen tatt til følge, men fra medio oktober 2018 kommer skate tilbake inn i beregningsgrunnlaget for torskebonusen. Også i 2025 ekskluderes skate fra beregningsgrunnlaget, og dette året blir den værende ute hele året. Det gjør at man kan evaluere betydningen av ferskfiskordningen for fangsten av skate. Det står ikke i ett 1:1 forhold, blant annet som følge av kvoteutviklingen på torsk, og selvfølgelig betydningen av og størrelsen på torskebonusen (som i perioden etter 2013 har variert mellom 10 og 90 prosent), men ved at skate i 2025 er ute av beregningsgrunnlaget kan vi vurdere betydningen av ferskfiskordningen for skatefangsten – i alle fall i konvensjonelt kystfiske (både lukket og åpen gruppe) etter bunnfisk nord for 62° N.

Og effekten er formidabel. Fra 2024 til 2025 reduseres fangsten av fersk skate i Norges Råfisklags distrikt betraktelig. Eller rettere sagt: landingene av fersk skate. Det kan være at det tas større fangster

av skate, men at disse ikke ilandføres som følge av lav førstehåndspris, og dermed små økonomiske insentiver for å lande denne arten.

Fra 2024 til 2025 reduseres de totale landingene av skate (både ferskt og fryst råstoff) i Norges Råfisklags distrikt fra 775 tonn til 240 tonn – en nedgang på 70 prosent. I dette bildet ligger det at fryste landinger øker fra 83 til 93 tonn, slik at reduksjonen i ferske landinger er på hele 80 prosent: fra 692 tonn i 2024 til kun 147 tonn i 2025. Ferskfiskordningen gjelder kun ferskt råstoff og for en gitt periode (de siste årene) fra juli og ut året, og for 2. halvår – fra 2024 til 2025 – reduseres landingene fra 640 til 97 tonn, som tilsier en nedgang på 85 prosent. Det synes med andre ord som om torskebonusen har vært avgjørende for den fangsten av skate som har funnet sted i perioden ferskfiskordningen har vært i effekt.

Enda utgjør «Annen skate» hoveddelen av landingene i Råfisklagets distrikt, med hele 92 prosent av totalen i 2025 (mot 84 prosent i 2024), men for alle registrerte skatearter (også «annen») er reduksjonen i landingene stor. Piggskate fremstår imidlertid som et unntak, der landingene av denne arten øker fra 2,4 tonn i 2024 til 6 tonn i 2025. Hvor reelt dette er kan det stilles spørsmål ved, ettersom hele økningen skyldes hele skatekjøpet til ett anlegg – som ikke registrerer kjøp av andre skatearter i 2025.

5.2 AP2 og AP3: Kvalitet, utbytte og holdbarhet og kjemiske analyser og restråstoff

Ifølge rapporten fra AP1 (Isaksen, 2025), er kloskate den hyppigst forekommende arten i Barentshavet. Arbeidet i arbeidspakke 2 og 3 omhandler derfor kvalitet, lagringsegenskaper og mulige bruksområder for nettopp kloskate. Skatene ble hentet fra linefiske i Tromvik og identifisert som kloskate før de ble undersøkt nærmere. Det ble gjennomført et lagringsforsøk der skatevinger ble oppbevart på is i opptil tolv dager, og kvaliteten ble vurdert ved flere uttak.

De sensoriske vurderingene viste god kvalitet de første dagene, særlig dag 0–5, mens klar kvalitetsforringelse observeres ved dag ni. På dette tidspunktet ble det registrert kraftig ammoniakklukt, slimforandringer og bløtere tekstur. Etter tolv dager var skatevingene vurdert som uegnet til konsum på grunn av tydelig avvikende lukt. Variasjonen mellom individene gjennom lagringsperioden gjenspeilet ulik utgangskvalitet som trolig skyldes forskjeller i fangst- og håndteringspraksis.

De sensoriske funnene ble støttet av utviklingen i pH og nitrogenholdige forbindelser. pH økte fra 6,9 ved dag 0 til 7,4 ved dag 9 og forble stabil mot dag 12. Total flyktig nitrogen (TVN) steg fra 5 mg/100 g ved dag 5 til 28 mg/100 g ved dag 12, nær øvre grense for akseptabel kvalitet for denne typen fisk. Nivåene av TMA forble lave (<1 mg/100 g). Utbyttemålinger viste at gjennomsnittsvekten på skatene var 1,17 kg, hvor vinger utgjorde 39,2 %, hode 18,7 %, innmat 9,9 %, hale 28,2 % og lever 4 %, mens filetutbyttet fra skatevinger var 37,2 %.

De kjemiske analysene av råstoffet viser at kloskate er et næringsrikt materiale med høyt proteininnhold og lavt fettinnhold, og dermed egnet både til humant konsum og som ingrediens i fôr. Biogene aminer, inkludert histamin, ble målt til svært lave nivåer eller under deteksjonsgrense i alle fraksjoner og lå langt under grenseverdiene for mattrygghet. Ferskhetsparametere som TVN, TMA og TMAO i fryste prøver lå innenfor akseptable nivåer for både mat og fôr. Innholdet av tungmetaller og miljøgifter, inkludert kvikksølv, bly, kadmium, PCB og dioksiner, var lavt og godt innenfor gjeldende regelverk. Totalinnholdet av arsen var høyt, slik det er vanlig i bruskfisk, og analyseverdiene viser at arseninnholdet er i form av organisk arsen som ikke anses som helsefarlige for mennesker eller fisk.

Samlet viser funnene at kloskate er et trygt og næringsrikt råstoff med gode forutsetninger for bruk både til mat og fôr, forutsatt korrekt håndtering og rask innfrysing etter fangst. Lagringsstudien viser samtidig at holdbarheten på is er relativt kort. Kvaliteten vurderes som god de første 2–5 dagene, med en tydelig

kvalitetsreduksjon etter dag 5, og råstoffet anses som uegnet til konsum innen dag 12. Det er kortere enn de minst 15 dagene på is som Ocaño-Higuera (2010) rapporterte som akseptabel holdbarhet for skatevinger. Det må imidlertid understrekes at resultatene bygger på undersøkelser av én enkelt fangst og ett lagringsforsøk, og kan derfor ikke uten videre generaliseres til å gjelde all kloskate eller andre fangst- og lagringsforhold.

Kvalitetstapet og den vurderte reduksjonen i spisbarhet ved denne studien styres primært av dannelse av ammoniakk og andre nitrogenholdige flyktige forbindelser. Forhold knyttet til fangst og fangsthåndtering kan også ha bidratt til det observerte kvalitetstapet, noe som ytterligere understreker behovet for flere og mer representative lagringsstudier.

Prosjektet omfattet også en vurdering av skates egnethet for frysing og filetering. Når det gjelder frysing, framkom det ingen forhold som tilsier at skate ikke er egnet for dette. Som for andre fiskearter vil tidlig innfrysing etter fangst være fordelaktig for å bevare kvaliteten best mulig. Studien indikerer imidlertid at skate har en relativt kort holdbarhet under islagring, og at lagring på is før innfrysing vil kunne medføre irreversibelt kvalitetstap. Innfrysning bør derfor helst gjøres om bord eller kort tid etter levering.

Før innfrysing er det ønskelig å fjerne innvollene, ettersom disse kan bidra til uønsket lukt og redusert kvalitet ved tining og videre prosessering. Dette innebærer at vingene bør skjæres av skaten før innfrysing. Ettersom det ikke synes å være kommersielt tilgjengelige maskiner for sløying av skate, må dette arbeidet utføres manuelt. Det finnes maskiner for skinning av skatevinger, men det er ikke funnet filetmaskiner tilpasset skate. Filetering må derfor også gjennomføres for hånd. Slike manuelle prosesser er tid- og kostnadskrevende.

Utvikling av spesialiserte maskiner for bearbeiding av skate vil trolig være økonomisk utfordrende gitt dagens markedspris for skate. En verdiøkning på skate vil sannsynligvis være nødvendig for at slike investeringer skal kunne forsvares økonomisk. Samtidig er tilgangen på skate begrenset, og enkelte arter er rødlistet, noe som ytterligere kompliserer muligheten for å øke verdien i markedet. På den annen side kan reduserte fiskekvoter gi økt tilgjengelig arbeidskraft, som eventuelt kan benyttes til manuelt arbeid i foredlingsleddet.

Det bør derfor gjennomføres et målrettet arbeid for å identifisere og utvikle markeder hvor skate kan oppnå en høyere pris, slik at både manuell arbeidsinnsats og eventuelle investeringer i utviklingen av maskiner kan bli økonomisk bærekraftige.

Utbyttefordelingen av kloskate viser at vingene utgjør rundt 39 % av totalvekten. Dette er den delen som primært brukes som mat og av dette utgjorde filet 37 %. Det vurderes også hvordan mindre skater og restråstoff kan utnyttes, for eksempel som råstoff til fôr eller agn. Totalt sett viser arbeidet at kloskate har et betydelig potensial som ressurs, både som mat og til andre formål, men at holdbarheten på is er begrenset.

For fullstendig rapport vises det til delrapport «Produksjon av skate: utbytte og lagringskvalitet, og kartlegging av bruksområder for restråstoff og vurdering opp mot grenseverdier for mat/fôr/agn» med Nofima rapportnummer 5/2026.

5.3 AP4: Markedsmuligheter

Dette arbeidet sammenfatter markedsmuligheter, barrierer og anbefalinger basert på eksportstatistikk, toll- og markedsanalyse samt intervjuer med aktører i verdikjeden. Analysen av markedsmuligheter for skate til konsum viser at norsk skate har et betydelig, men underutnyttet kommersielt potensial i flere internasjonale markeder. For å utnytte disse mulighetene kreves det en koordinert innsats fra aktørene i verdikjeden. Norsk fangst av skate har økt betydelig i perioden 2015–2023, men dette har ikke gitt

tilsvarende vekst i verdiskaping. Mens norsk fangst i enkelte år har passert 1 600–1 800 tonn, har eksportvolumet i samme periode normalt ligget mellom 130 og 400 tonn.

Eksporten består i hovedsak av hel skate, både fersk og fryst. For ferske produkter går hovedstrømmen til nærliggende europeiske markeder, særlig Danmark, som fungerer som omlastingspunkt for videre distribusjon på kontinentet. Volumene av fersk skate er små. Kundene stiller tydelige krav til kvalitet, som høy ferskhet, riktig størrelse og sammenhengende vinger, men norske leveranser tilfredsstiller ikke alltid disse kravene. Ett særlig problem oppstår når fisken ikke er artsbestemt, noe som gjør at blant annet franske og britiske mottakere i flere tilfeller har valgt bort norsk skate.

Fryst hel skate har et bredere geografisk nedslagsfelt og har vært den største eksportkategorien i hele perioden. Storbritannia har skilt seg ut som det mest stabile markedet, og er det eneste landet som har kjøpt fryst hel skate i alle ti årene analysen dekker. Sør-Korea og USA har i perioder kjøpt betydelige kvanta, men handelen har variert mellom år. Et nytt produkt, fryst fiskekjøtt av skate, har etablert seg siden 2021. Dette går utelukkende til Sør-Korea, hvor eksportprisene har økt de siste årene.

Markedstilgangen i EU har ingen formelle tollbarrierer, men praktisk markedsadgang begrenses av kompensasjonskvoter som omfatter flere arter og raskt fylles opp. Når disse er brukt opp, pålegges norsk skate 4,5–5,4 prosent toll som reduserer konkurransekraften. Videre stiller EU strenge krav til bærekraft og dokumentasjon. I Storbritannia har Norge etter Brexit fått tollfrihet på både fersk og fryst hel skate, noe som gir et gunstig handlingsrom. Kjøperne i dette markedet stiller strenge krav til dokumentasjon av bærekraft, og manglende artsidentifikasjon oppgis som en hovedbarriere for økt handel. I Sør-Korea har fryst hel skate 10 prosent toll, og er unntatt frihandelsavtalen. Bearbeidede produkter som filet og fryst fiskekjøtt går tollfritt, noe som kan forklare den positive prisutviklingen for denne kategorien.

Intervjuene med aktører i verdikjeden avdekker flere praktiske utfordringer. Manglende artssortering er den største barrieren for europeiske markeder. Et problem her er at en stor andel av skaten registreres som «annen skate» i fangststatistikken. Denne manglende artsoppløsningen gjør det vanskelig å møte kravene i mange europeiske markeder, der dokumentert bærekraft og riktig artsidentifikasjon er avgjørende for markedsadgang. Flere europeiske innkjøpere anser all skate som rødlistet og unngår derfor kjøp. Samtidig viser kunnskapsgrunnlaget at flere norske skatearter vurderes som livskraftige, men dette er lite kjent blant europeiske innkjøpere, som ofte oppfatter all skate som truet. Kvalitetskrav til fersk skate inkluderer høy ferskhet, minimumsvekt på 600 gram og to sammenhengende vinger, I Nord-Norge leveres mye av skaten fersk som bifangst, og kvaliteten kan variere. Fersk skate har kort holdbarhet og krever rask og riktig nedkjøling for å hindre kvalitetsforringelse og utvikling av ammoniakk. Dette skaper logistiske utfordringer, særlig når fangsten skjer langt fra mottaksanlegg og eksport-markeder.

Nederlandske videreforedlere oppgir at de i liten grad kjøper skate, og fem av seks intervjuede virksomheter kjøper ingen skateprodukter. Blant begrunnelsene oppgis kvalitetsutfordringer, særlig ammoniakkutvikling ved lagring. Også europeiske HORECA-innkjøpere uttrykker at de ikke kjøper skate, både på grunn av manglende etterspørsel og på grunn av miljøhensyn, ettersom arten generelt sett antas å være rødlistet.

Til tross for disse barrierene finnes det markeder der skate i dag inngår som ingrediens i mattradisjoner, slik oppskriftsanalysen i rapporten viser. Dette inkluderer flere land som Norge har frihandelsavtaler med, og som kan representere fremtidige muligheter, særlig for fryste produkter. Flere markeds-muligheter er identifisert. For fersk skate har Storbritannia høyest potensial på grunn av tollfrihet og tradisjon i konsum. Dette markedet krever artssortering, kommunikasjon om bærekraft og etablering av en robust fersklogistikk. Fryst hel skate har markedsmuligheter både mot eksisterende markeder

(Storbritannia, Sør-Korea) og nye markeder. Flere asiatiske markeder har tradisjon for skate i matlaging, noe som gir ekspansjonsmuligheter. Fryst filet og fiskekjøtt har potensial i Sør-Korea, som viser stabil etterspørsel og har tollfrihet. Det er også potensial for å utvikle produkter for markeder der skate inngår i tradisjonelle retter (Japan, Kina, Indonesia m.fl.).

Samlet viser undersøkelsen at norsk skate har et betydelig, men underutnyttet, kommersielt potensial. Markedene finnes, men for å realisere verdiskapingen må verdikjeden håndtere tre kritiske forhold:

- Korrekt artssortering for å møte innkjøperes bærekraftskrav.
- Kvalitets- og logistikkforbedringer, spesielt for ferske produkter.
- Strategisk markedsposisjonering med vekt på arter som er klassifisert som livskraftige.

Med en koordinert innsats på disse områdene kan Norge etablere skate som et mer lønnsomt og bærekraftig sjømatprodukt i internasjonale markeder.

For fullstendig rapport vises det til «Markedsmuligheter for skate til konsum. Delrapport 4» med Nofima rapportnummer 32/2025.

5.4 Diskusjon og samlet vurdering

Prosjektet viser at skate er en ressurs med betydelig potensial, men som i dag i liten grad utnyttes i norsk fiskerinæring. Samtidig peker resultatene på flere utfordringer som må løses for at det skal være mulig å skape økt og bærekraftig verdiskaping fra skate.

Skatefangstene i Norge har gjennomgått betydelige endringer i perioden 2000–2025 og henger tett sammen med hvorvidt leveransene av skater inngår i beregningsgrunnlaget som ligger til grunn for torsketillegget i ferskfiskordningen.

Den største utfordringen for utnyttelse av skater er mangelfull artsidentifikasjon. En stor andel av skater som landes registreres fortsatt som «annen skate». Dette gjør det vanskelig å få god oversikt over hvilke arter som faktisk fiskes, og skaper usikkerhet både for forvaltningen og i markedet. Manglende artsidentifikasjon er også en viktig årsak til at flere kjøpere, særlig i Europa, vegrer seg for å kjøpe norsk skate, blant annet av hensyn til bærekraft og rødlisting.

Resultatene fra arbeidspakke 2 og 3 viser at kloskate er et trygt og næringsrikt råstoff, med høyt proteininnhold og lave nivåer av uønskede stoffer. Skate er derfor godt egnet både til mat og fôr. Samtidig viser lagringsforsøket at holdbarheten på is er relativt kort. Kvaliteten forringes tydelig etter rundt 5–7 dager, hovedsakelig på grunn av utvikling av ammoniakk. Dette understreker behovet for rask og riktig håndtering etter fangst, og peker på tidlig innfrysing som et viktig tiltak for å bevare kvaliteten og redusere svinn. Det vil imidlertid være nyttig å gjennomføre flere forsøk for å kunne generalisere resultatene i større grad, spesielt de som omhandler kvalitet og holdbarhet.

Prosjektet viser også at skate i utgangspunktet egner seg godt for frysing og videreforedling, men at prosesseringen er krevende. Mangelen på egnede maskiner for sløying og filetering gjør at mye av arbeidet må utføres manuelt. Dette er tid- og kostnadskrevende, og vanskelig å forsvare økonomisk med dagens lave råstoffpris. Skal det investeres i mer bearbeiding eller utvikling av spesialiserte maskiner, vil en høyere markedsverdi for skate være nødvendig.

Markedsanalysen viser at det finnes markeder for skate, særlig for fryste produkter. Asiatiske markeder og Storbritannia peker seg ut som de mest aktuelle. For å utnytte disse markedene bedre er det nødvendig med tydelig artsidentifikasjon, jevnere kvalitet og god dokumentasjon av bærekraft. I tillegg kan bedre utnyttelse av restråstoff og mindre skater, for eksempel til fôr eller agn, bidra til økt samlet verdiskaping.

Samlet sett viser prosjektet at skate har et klart potensial både som matressurs og til andre formål. For å realisere dette potensialet kreves det en helhetlig innsats som kombinerer bedre artsidentifikasjon, forbedret råstoffhåndtering og målrettet markedsutvikling, samtidig som hensynet til bærekraft ivaretas.

6 Hovedfunn

1) Skate er en betydelig underutnyttet ressurs med potensial for økt verdiskaping.
2) Artsidentifikasjon er den største barrieren både for forvaltning og marked.
3) Råstoffet har høyt proteininnhold og godt potensial for utnyttelse som mat, fôringrediens og agn.
4) Kvalitet og luktutvikling kan håndteres med gode praksiser.
5) Markedspotensial finnes særlig i Asia og i fryst-segmentet.
6) Bærekraftsdokumentasjon er avgjørende for videre utvikling.

7 Leveranser

Tabell 1 Oversikt over leveranser i prosjektet

Leveranse	Beskrivelse	Referanse
L1: Faglig delrapport 1	«Landingsmønsteret av skater»	Isaksen, JR. (2025). Utnyttelse av skater. Delrapport 1: Landingsmønster av skater. Rapport nr. 16. Nofima, Tromsø. 19. mars, 23 s. Se: Utnyttelse av skater – Delrapport 1: Landingsmønster skater
L2: Faglig delrapport 2	«Produksjon av skate: utbytte og lagringskvalitet»	Lian, K., Tobiassen, T., Vang, B. & Esaiassen, M (2026). Produksjon av skate: utbytte og lagringskvalitet, og kartlegging av bruksområder for restråstoff og vurdering opp mot grenseverdier for mat/fôr/agn. Delrapport 2 og 3 i FHF-prosjektet «Utnyttelse av skater». Rapport nr 5/2026, Nofima, Tromsø. Utnyttelse av skater - Delrapport 2 og 3 – Nasjonalt vitenarkiv
L3: Faglig delrapport 3	«Kartlegging evt. bruksområder for restråstoff/vurdering opp mot grenseverdier for mat/fôr/agn»	
L4: Faglig delrapport 4	«Markedsmuligheter for skate til konsum»	Johansen, O. (2025). Utnyttelse av skater. Delrapport 4. Markedsmuligheter for skate til konsum. Rapport nr 32/2025, Nofima, Tromsø Markedsmuligheter for skate til konsum – Delrapport 4 - Nasjonalt vitenarkiv
L5: Statusrapportering	Statusrapport til FHF	
L6: Faglig sluttrapport	Faglig sluttrapport til FHF	Esaiassen, M., Heide, M., Isaksen, J.R., Lian, K., Tobiassen, T. & Vang, B. (2026). Utnyttelse av skater – faglig sluttrapport. Rapport 06/2026, Nofima, Tromsø.). Utnyttelse av skater – faglig sluttrapport – Nasjonalt vitenarkiv
L7: Administrativ sluttrapport	Administrativ sluttrapport til FHF	

8 Referanser

Caglak, E., Ogretmen, O.Y. & Karsli, B. (2024). The effect of pomegranate peel extract added as a natural preservative on the quality parameters of thornback ray (*Raja clavata*) sausages stored at +4°C. *Food Science & Nutrition*, **12:**8, 6011–6021. https://doi.org/10.1002/fsn3.4207

Curtis, T.H. & Sosebee, K.A. (2015). Landings composition of the Northeast US skate, Rajidae, wing fishery and the effectiveness of prohibited species regulations. *Marine Fisheries Review*, **77:**4, 1–8. DOI: 10.7755/MFR.77.4.1

Havforskningsinsituttet (2021). Rødlista 2021: Pigghåen er fortsatt utsatt, men det går bedre. https://www.hi.no/hi/nyheter/2021/november/rodlista-2021-pigghaen-er-fortsatt-utsatt-men-det-gar-bedre. 24.11.2021, hentet 24.11.2024.

Havforskningsinstituttet (2024). Tema: Skater. https://hi.no/hi/temasider/arter/skater.22.08.224, hentet 28.11.2024.

Hermansen, Ø., Isaksen, J.R. & Dreyer, B. (2017). Evaluering av ferskfiskordningen og kvotebonus for levendefangst. Rapport 27/2017, Nofima, Tromsø. https://nofima.brage.unit.no/nofima xmlui/handle/11250/2476719

Isaksen, J.R & Dreyer, B. (2024). Ferskfiskordningen. En ny evaluering. Rapport 2/2024, Nofima, Tromsø. https://nofima.brage.unit.no/nofima-xmlui/handle/11250/3115676

Morris, D.S. (2012). Northeast multispecies fishery management plan, southern New England skate bait trawl exemption area environmental assessment regulatory impact review initial regulatory flexibility analysis. Corporate Authors(s): United States, National Marine Fisheries Service., Northeast Region; United States, National Oceanic and Atmospheric Administration., Office of Program Planning and Integration. https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/19731

Múgica, B., Barros-Velázquez, J., Miranda, J.M. & Aubourg, S.P. (2008). Evaluation of a slurry ice system for the commercialization of ray (*Raja clavata*): Effects on spoilage mechanisms directly affecting quality loss and shelf life. *LWT-Food Science and Technology*, **41**:6, 974–981. DOI: 10.1016/j.lwt.2007.06.017

Ocaño-Higuera, V.M., Maeda-Martínez, A.N., Marquez-Ríos, E., Canizales-Rodríguez, D.F., Castillo-Yáñez, F.J., Ruíz-Bustos, E., ... & Plascencia-Jatomea, M. (2011). Freshness assessment of ray fish stored in ice by biochemical, chemical and physical methods. *Food chemistry*, **125**:1, 49–54. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.034

Silva, J.F., Ellis, J.R & T.L. Catchpole. (2012). Species composition of skates (Rajidae) in commercial fisheries around the British Isles and their discarding patterns. *J. Fish Biol.,* **80**:5, 1678–1703. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2012.03247.x

Suprapto, H., Kumalaningsi, S., Wignyanto, W., Santoso, I. & Sucipto, S. (2021) Optimization of stingray (*Trygon sephen*) smoking to extend shelf life and consumer preferences using response surface methodology. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 733 (2021) 012114, DOI: 10.1088/1755-1315/733/1/012114

Treberg, J.R., Speers-Roesch, B., Piermarini, P.M., Ip, Y.K., Ballantyne, J.S. & Driedzic, W.R. (2006). The accumulation of methylamine counteracting solutes in elasmobranchs with differing levels of urea: a comparison of marine and freshwater species. *Journal of experimental biology*, **209**:5, 860–870. https://doi.org/10.1242/jeb.02055

Vyncke, W. 1978. Influence of Sodium Tripolyphosphate and Citric Acid on the Shelf Life of Thornback Ray (*Raja clavata L.*). *Z. Lebensm. Unters.-Forsch.*, **166**, 284—286. dx.doi.org/10.1007/BF01127654