

Tilgjengelige ferskvannsressurser til fremtidig produksjon av settefisk av laks og ørret

Arne Kittelsen*, Trond Rosten, Yngve Ulgenes***, John Rune
Selvik** & Henriette Alne***

* AKVAFORSK, ** NIVA, ***SINTEF



Mai 2006

Forord

FHL Havbruk kontaktet i desember 2005 AKVAFORSK, SINTEF og NIVA med forespørsel om å gjennomføre en forskningsbasert utredning om potensialet for produksjon av settefisk i Norge. Utredningen skulle baseres på dagens settefiskkonsesjoner /og anlegg i drift. I tillegg ønsket FHL Havbruk at det skulle gjennomføres en overordnet kartlegging av aktuelle vannkilder som potensielt kunne danne grunnlag for fremtidig settefiskproduksjon. Som potensielle vannkilder ønsket man også å få belyst eventuell kombinert vannbruk mellom kraftverk og settefiskanlegg.

Det har ikke vært prosjektets mandat å komme med noen anbefalinger i tilknytning til fremtidig volum av settefiskproduksjon og/eller forvaltning av bruk av vassdrag/vannressurser.

Prosjektets *hovedformål* har vært *å peke på hvilke potensialer som finnes i den etablerte settefiskstrukturen i Norge, vise til ubenyttede og aktuelle vannressurser dersom forholdene legges til rette samt gi en kort utredning av betydningen av å benytte ulike produksjonsstrategier.*

For å oppfylle mandatets hovedformål har prosjektet hatt følgende delmål:

- Kartlegge produksjonen i dagens anlegg og deres muligheter for utvidelse.
- Foreta en analyse av ledig kapasitet i form av vannressurser for produksjon i eksisterende anlegg.
- Lage en oversikt over antatt aktuelle ferskvannsressurser fylkesvis, inkludert kyststripen øst for Lindesnes og nasjonale laksefjorder i form av overflatevann/grunnvann og anslå potensiell smoltproduksjon ut i fra disse.
- Kartlegge hvor mye ferskvann som er utnyttet til smoltproduksjon og kraftproduksjon i dag samt en vurdering av kombinert vannbruk.
- Vurdere betydningen av ulike strategier (inkludert teknologivalg) sammenholdt med mulige scenarier for kapasitet i produksjonen.
- Angi hvor stor selvdekning av smolt det er i ulike regioner av Norge.
- Diskutere åpenbare konflikter mellom settefiskproduksjon og andre interesser (vern, turisme, laksefjorder etc.)
- Vurdere behov for økning av smoltproduksjon på kort (5år) og lang (20 år) sikt.
- Diskutere antatt produksjon i nye anlegg (om 5 år og 20 år).

Følgende har gitt verdifulle bidrag til denne rapporten:

- Mia Bencze Rørå, AKVAFORSK, som har lest og kvalitetssikret alle kapitler
- Øyvind Prestvik, SINTEF, som har gitt verdifulle innspill i kapittel 9 – Strategier.
- HOBAS Water Engineering, v/Viktor Nilsen som har bidratt til datagrunnlaget i kapittel 1.
- Vilhelm Bjerknes, NIVA, som har foretatt intervju av settefiskoppdrettere

- Torstein Kristensen, NIVA, som har fortatt intervju av settefiskoppdrettere
- Torulf Tjomsland, NIVA, som har bidratt med analyser av nedbørsfelt og vannmengder
- Robert Abelsen, NIVA, som har laget GIS modellen og kartene
- John Rune Selvik, NIVA, som har ledet arbeidet med den GIS-baserte analysen av potensielle settefisklokaliteter
- Henning A. Urke, NIVA, som har bidratt til å fremskaffe informasjon fra Fylkesmann og Fiskeridirektorat
- Thrond Haugen, NIVA, som har utledet den matematiske modellen for smoltpotensial

Arne Kittelsen
AKVAFORSK

Trond Rosten
NIVA

Yngve Ulgenes
SINTEF

Sunnalsøra, Trondheim

05.05.04

Sammendrag og konklusjon

Med bakgrunn i laksenæringens vekst de siste 15 årene og prognoser for videre vekst, er det sannsynlig at tilførsel av tilstrekkelige mengder sjødyktig settefisk kan bli en utfordring i fremtiden. På bakgrunn av dette ønsker FHL-havbruk å få utført en analyse over potensial for smoltproduksjon. En prosjektgruppe bestående av Akvaforsk, Niva og Sintef har arbeidet med dette siden januar 2006.

I prosjektet har vi sett på tilgang på ferskvann og vannbehov i produksjon som begrensende faktorer for fremtidig økt smoltproduksjon. Dette er belyst fra ulike vinkler ved å vurdere ledig produksjonskapasitet i dagens settefiskanlegg, kombinasjon av vannbruk med kraftanlegg samt ulike strategier for å redusere vannforbruk i produksjonen.

Vi har ca 350 settefiskkonsesjoner i Norge. Omlag 130 av konsesjonene er ikke i bruk. Disse har samlet sett et betydelig, men likevel begrenset potensial, for å produsere et større antall smolt. Analysen utført i prosjektet har påpekt en matematisk sammenheng mellom smoltstørrelse, vannforbruk og antall smolt. Den matematiske formelen er presentert i rapporten. Bufferen ligger først og fremst i beskjeden nedgang av smoltstørrelse og en nedgang i de vannmengder som benyttes pr. kg smolt. Dette må ses i sammenheng med innføring av mer utstrakt bruk av vannbehandling (se nedenfor). Det ligger også en buffer i aktivering av de 130 ubenyttede konsesjoner. Vi anslår at om lag 318 millioner smolt kan produseres ved hjelp av denne strategien. Vi anslår at dette ikke kan skje før år 2010. Kompensatoriske tiltak for å opprettholde smoltstørrelse på dagens nivå må påregnes. Likeså må kompensatoriske tiltak for å opprettholde vannkvalitet påregnes.

Vi har om lag 220 settefiskanlegg i drift i Norge. I tillegg indikerer intervju av settefiskanlegg i drift, at ca halvparten av anleggene har muligheter for å ta ut mer vann fra vannkilden. Om disse klarer å realisere dette potensialet, så er det sannsynlig at det kan produseres opptil 280 millioner smolt med dagens størrelse. Dette kan være den mest realistiske strategien for å øke smoltkapasiteten innenfor de nærmeste 2-8 årene.

Det er foretatt en omfattende GIS-basert analyse av sannsynlige egnede vannkilder for settefiskproduksjon i Norge. Analysen som er foretatt ut i fra nedbørsfelt og faste kriterier på vannkvalitet, vannføring, høyde over havet, avstand fra kysten, samt avrenning til laksefjord. Det ble identifisert 876 potensielle vannkilder. Disse inkluderer grunnvannkilder og overflatevann fra innsjø. Plasseringen av dagens settefiskanlegg ble lagt inn i GIS-analysen og dette avdekket at en lang rekke av dagens anlegg ligger plassert i såkalte kystfelt. En rekke av disse kystfeltene oppfylte ikke utvalgsriteriene i GIS-analysen, da de ble ansett som marginale. Det teoretiske potensialet på landsbasis synes imidlertid å være formidabelt. Her er det svært mange usikkerheter, men potensialet er svært stort. Det største potensial ligger fra Hordaland og nordover. Man kan med andre ord si at begrensningen ikke synes å ligge på aktuelle vannkilder, gitt at man har mulighet til å utnytte disse.

Vi har funnet at 120 vannkraftverk er lokalisert nær sjø. Gjennomsnittlig vannføring er 11 m³ pr. sek. Dersom 10% av disse kraftverkene oppfyller krav og restriksjoner til etablering og drift av smoltanlegg, har disse en vannføring som kan dekke en årlig smoltproduksjon på ca 300 mill. smolt. Eventuelle nye vannkraftverk, også minikraftverk, kan i noen tilfeller kombineres med en produksjon av smolt. Et smoltanlegg som benytter turbinvann fra kraftstasjon, må ha tilgang på tilleggsvannkilder for å sikre en kontinuerlig drift.

Beregninger av vannbehov ved å bruke ulike strategier for produksjon, samt ulike former for vannbehandling er gjennomført og sammenlignet. Beregningene illustrerer at å variere forholdet mellom høst- og vårmolt begrenset innvirkning på vannforbruket. Det samme gjelder om man velger å smoltifisere fisken på senhøsten eller tidlig vinter for så å sette denne over i kar med sjøvann, men her spiller selvfølgelig smoltstørrelsen ved overføring til sjøvannsavdeling inn. Vesentlig reduksjon i vannbehov får man ved å ta i bruk effektive luftere for å fjerne CO₂ eller ta i bruk forenklet resirkulering. Med effektive luftere kan man sannsynligvis halvere vannebehovet, mens forenklet resirkulering kan gi en reduksjon på 85-90% i vannbehov. I praksis er kun vanngjennomstrømningsanlegg med CO₂-lufting benyttet teknologi pr. i dag.

Det er foretatt en enkel vurdering av graden av selvdekning i de ulike regioner av landet. Det generelle bildet er at det er god selvdekning i sør, mens smoltdekningen i nord er dårligere.

Prognoser basert på ulike typer av vurderinger for fremtidig smoltbehov tilsier en utvikling som den angitt i tabell S.1 nedenfor. I samme tabell er det angitt hvordan man ser for seg at nåværende og framtidig produksjonspotensial kan dekke det framtidige smoltbehovet.

Tabell S.1. Prognoser for fremtidig smoltutsett (x1000) samt betydningen av ulike tiltak for å øke produksjonspotensial for smolt.

Produksjonstiltak	År				
	2006	2008	2010	2015	2021
A. Produksjon i dagens anlegg	160	160	160	160	160
B. Økt produksjon ved utnyttelse av ledige vannressurser i dagens anlegg	-	12	12	60	120
C. Mindre smoltstørrelse og lavere spesifikt vannforbruk	-	40	80	158	158
D. Samdrift smolt- og kraftproduksjon	-	-	-	35	70
E. Nye vannkilder og nye anlegg	-	-	30	150	600
F. Vannbehandling (lufting og resirkulering)	-	-	25	50	75
Sum produksjonspotensial (millioner pr. år)	160 ^{*)}	190 - 210	210 - 300	300 - 455	455 - 1200
Sum prognose for smoltbehov (millioner pr. år)	160 ^{**)}	160 - 180	190 - 220	250 - 280	355 - 385

^{*)} Prognose for utsett 2006

^{**)} For året 2006 er det antydnet et begrenset underskudd av smolt

Det synes ikke å være et akutt behov (1-5 år) for å ta i bruk nye vannkilder eller ny teknologi i norsk settefiskproduksjon, men dekningen de nærmeste årene lar seg ikke realisere uten visse tilpasninger. Vi anser det som sannsynlig at anleggene må få tilgang til hele sitt vannpotensial, og/eller gå ned på smoltstørrelse og/eller vannmengder pr. kg smolt for å løse smoltbehovet de nærmeste 5 årene. På mellomlang sikt (>5 år) er det

imidlertid avdekket et betydelig behov for å ta bruk nye vannkilder eller nye produksjonsmetoder. Vi regner det som sannsynlig at aktivering av en ny vannkilde i gjennomsnitt tar 5 år. Det indikerer at oppdrettsnæringen har et begrenset handlingsrom på om lag 3 år for å iverksette tiltak som kan møte smoltbehovet på mellomlang sikt.

Forslagene for potensial og prognoser som er anført som sum i tabellen avhenger av at alle produksjonstiltak blir realisert. Det er ikke realistisk at alle produksjonstiltak vil bli en realitet, men vår oppgave har vært å se på muligheter til å benytte ferskvannsressursene våre i fremtiden

Innholdsfortegnelse

Kapittel 1	Ledig vannressurspotensial i eksisterende anlegg	8
Kapittel 2	Tilgjengelige ferskvannsressurser	21
Kapittel 3	Smoltproduksjon og vannkraftverk	50
Kapittel 4	Selvdekning i regioner	72
Kapittel 5	Konflikter med andre vannbrukere	76
Kapittel 6	Behov for å øke smoltsproduksjonen	84
Kapittel 7	Typiske norske settefiskanlegg	91
Kapittel 8	Behov for nye smoltanlegg	95
Kapittel 9	Strategier og vannbehov	99
Kapittel 10	Anbefalinger for videre arbeid	120
Referanselise		122

Kapittel 1

Vurdering av ledig potensial i form av vannressurser for produksjon i eksisterende anlegg.

Innledning

I første halvdel av 80-årene ble det bygd et lang rekke settefiskanlegg i Norge. Det var smoltmangel i næringen, og prisene på settefisk var svært gode. De fleste av anleggene som ble bygd var frittstående selskap som solgte sin smolt i et kommersielt marked. Mot slutten av 80-årene fikk man flere konkurser i settefisknæringen. Årsakene til dette var en overetablering av settefisk-kapasitet, nedgang i markedspriser og mye sykdomsproblemer i oppdrettsnæringen (primært hitrasyke og furunkulose). Man fikk derfor en avskalling av anlegg som hadde marginale driftsbetingelser. Vi har i dag 289 konsesjoner for settefisk og yngel i Norge (Tabell 1.1). Undersøkelser foretatt av NIVA i dette prosjektet, sannsynliggjør at Norge pr. 21.04.06 har 255 gyldige konsesjoner for settefisk av laks og ørret. Noen få av disse kan ha drift på flere lokaliteter, og her er det en antatt liten usikkerhet i materialet. På ti år har det vært en nedgang på 60 konsesjoner i følge offentlig statistikk. Det finnes ingen offisiell statistikk om de 60 konsesjonene som fortsatt representerer anlegg som kan aktiveres for produksjon av smolt. Statistikken fra Fiskeridirektoratet viser imidlertid at 220 av konsesjonene var i drift i 2004 mot 254 i 1994 (Tabell 1.2). Det er usikkerhet knyttet til hvorvidt disse er nedbygd, solgt til annen virksomhet eller mer eller mindre ligger intakte og brakke. Erfaringsbasert kunnskap fra næringen tilsier imidlertid at en lang rekke av disse anlegg har blitt solgt og ribbet for utstyr. Dagens 255 konsesjoner for settefisk har en samlet lovlig produksjonskapasitet på ca 103 mill. settefisk. Forvaltningen har ikke hatt særlig stor fokus på begrensninger i antall produsert settefisk, og det er et kjent syn at mange anlegg har en mye høyere produksjon enn det konsesjonen tilsier. Litt grovt kan man si at det tekniske grunnlaget for produksjonsøkningen i anleggene i forhold til 80-tallet, har med innføring i bruk av rent oksygen som oksygenkilde i stedet for utelukkende vanngjennomstrømming.

Tabell 1.1. Totalt antall settefiskkonsesjoner pr. 31.12. Kilde: Fiskeridirektoratet

Fylke	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994
Finnmark	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	4
Troms	22	20	21	22	22	22	23	23	23	22	22
Nordland	37	36	37	36	36	35	34	33	32	34	37
Nord-Trøndelag	16	18	18	19	19	19	18	18	1	18	19
Sør-Trøndelag	24	24	24	25	26	26	26	26	26	26	23
Møre og Romsdal	43	43	43	45	47	46	47	48	50	51	53
Sogn og fjordane	31	32	31	32	32	34	33	33	36	39	40
Hordaland	66	68	70	73	74	74	73	75	75	80	79
Rogaland	25	25	26	25	27	26	25	25	28	29	27
Vest-Agder	3	3	3	3	3	5	5	5	6	6	6
Aust-Agder	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2
Øvrige fylker	17	17	17	19	21	25	25	26	31	34	37
Totalt	289	291	295	302	310	315	313	316	330	344	349

Tabell 1.2. Antall settefiskkonsesjoner i drift. Kilde: Fiskeridirektoratet

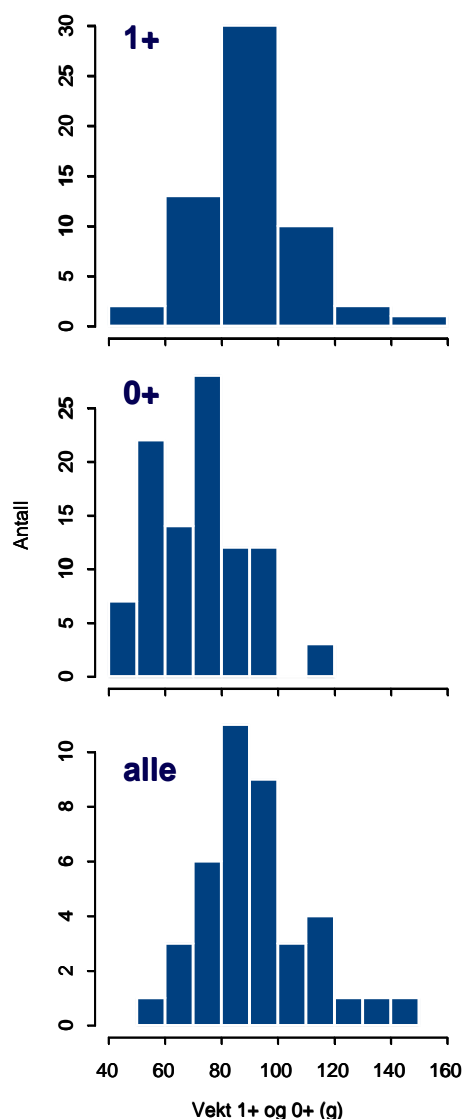
	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994
Hele landet	220	243	247	243	247	242	257	266	265	263	254
Finnmark og Troms	12	17	18	20	24	20	23	21	21	20	20
Nordland	29	33	33	31	28	28	31	30	28	27	30
Nord-Trøndelag	14	17	17	17	17	16	16	16	17	17	16
Sør-Trøndelag	20	21	20	22	21	20	20	21	22	24	21
Møre og Romsdal	40	40	39	37	39	40	40	43	44	46	45
Sogn og Fjordane	20	25	25	25	25	23	27	31	32	29	32
Hordaland	56	60	65	66	68	70	70	70	69	70	63
Rogaland	16	17	17	16	18	18	21	24	24	24	22
Agder/Østlandet	13	13	13	9	7	7	9	10	8	6	5

Undersøkelser foretatt av NIVA i dette prosjektet viser at vi i tillegg har 67 kultiveringskonsesjoner for laksefisk med en samlet produksjon på 8,1 mill. settefisk.

Potensial for smoltproduksjon i eksisterende anlegg

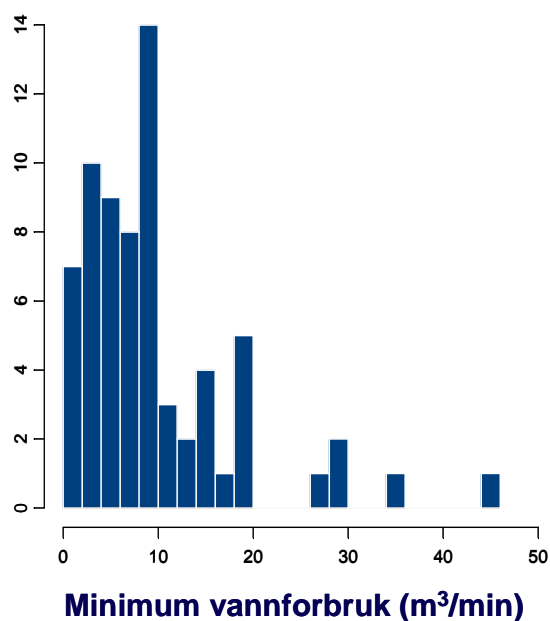
Vi er bedt om å foreta en overordnet analyse av potensialet for produksjon av settefisk i de eksisterende anleggene (de som ligger brakk, samt de som er i drift). I denne forbindelse forutsatte vi at alle de 349 konsesjoner som var tildelt i 1994, kunne aktiveres for å produsere settefisk. Vi har videre benyttet empiriske data fra VK undersøkelsene til NIVA som grunnlag for å lage en enkel matematisk beregningsmodell for hva potensialet for settefiskproduksjon er. Med potensial mener vi antall sjøklar smolt. Vi kan anta at produksjonspotensialet for settefisk i eksisterende anlegg kan uttrykkes av forholdet mellom *snittvekt på smolten ved levering* og hvor mye vann som benyttes pr. kg biomasse stående i anlegget *rett før levering*. Vi forutsetter i dette at flaskehalsen på andre tider av året med tanke på vannbehov, løses ved hjelp av oksygenering og vannbehandling.

Fra VK materialet har vi data for vektfordelingen hos norsk settefisk. Denne er beskrevet i figur 1.1. For å få til en håndterbar modell, har vi valgt å slå sammen vektfordeling for 1+ smolt og 0+. Dette er vist i det nederste diagrammet i figur 1.1. Vi ser at hovedtyngden av smolten ligger i området 80 – 90g før utsett.



Figur 1.1 Antatt vektfordeling av norsk smolt fremkommet fra VK materialet (Kilde: NIVA)

For å kunne foreta en vurdering av potensialet, trenger vi også et uttrykk for normalt vannforbruk i settefiskanleggene. For å få en konservativ betraktning på vannmengdene, var det viktig å benytte et uttrykk for minimum tilgjengelig vannmengde. Fra VK 1999 til 2003 hadde NIVA identifisert 67 datapunkter for dette, og vi brukte disse empiriske tallene videre. Fra dette datasettet finner vi at median **minimum vannkapasitet** hos norske settefiskanlegg er på $10,5 (\pm 8,4; \text{standardavvik}) \text{ m}^3/\text{minutt}$. Figur 1.2 viser hvordan minimum vannforbruk fordeler seg. Vi ser at det er svært få anlegg som har mer enn 20 m^3 vann pr. minutt tilgjengelig på minimum.

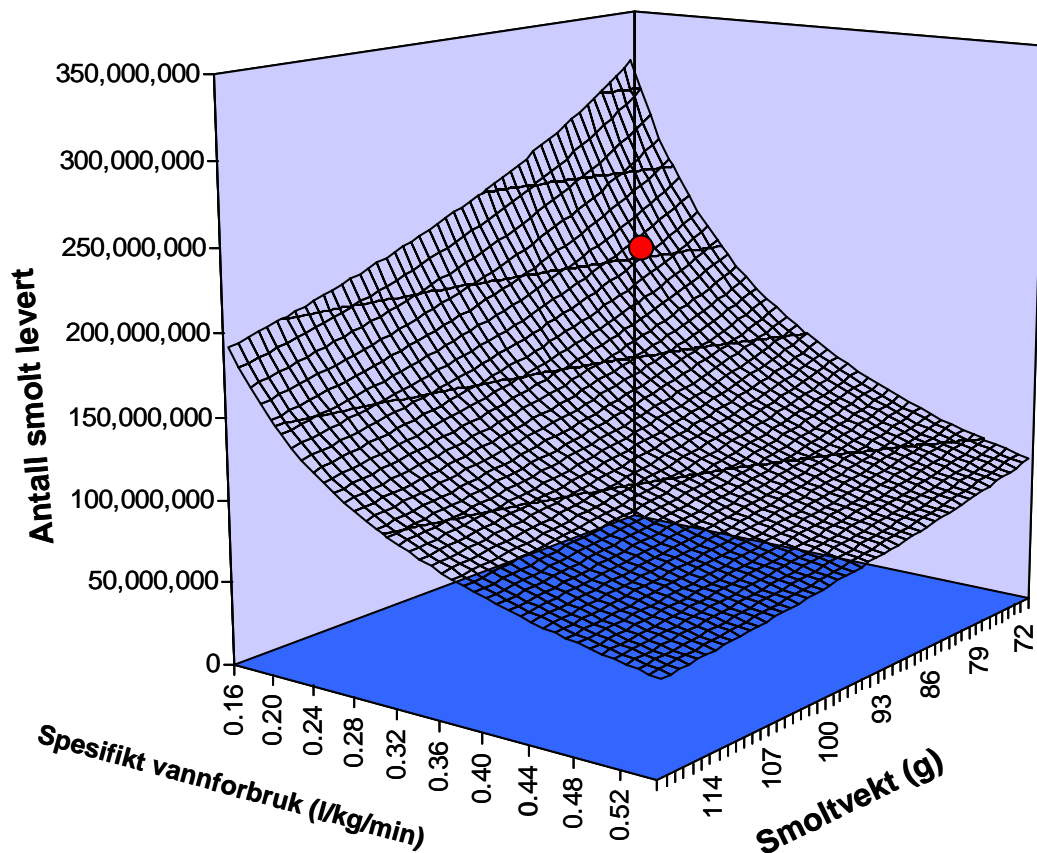


Figur 1.2. Minimum vannforbruk i norske settefiskanlegg. Y-aksen viser antall anlegg

I simuleringen av potensialet for settefiskproduksjon i Norge har vi benyttet følgende forutsetninger:

- Gjennomsnittlig minimum vannkapasitet er 10,5 m³/min
- Det spesifikke vannforbruket, (liter vann pr. kg smolt pr. minutt) påvirker ikke smoltvekten
- Utfallsrommet er estimert mellom 10 og 90 percentilen for smoltvekt og spesifikt vannforbruk fra VK databasen til NIVA
- Estimaten er konservativt (j.fr. vi benytter minimum vannforbruk)

Figur 1.3 viser en grafisk oppsummering av potensialet for produksjon av smolt for hele landet sett under ett (349 konsesjoner).



Figur 1.3. Potensialet for produksjon av smolt i forhold til snittvekt på smolten og spesifikt vannforbruk, samt minimumstilgang på vann på 10,5 m³/min. Rødt punkt angir dagens settefiskpotensial.

Analysene viser et enkelt, men særdeles viktig prinsipp, nemlig at mengden smolt som kan produseres er meget avhengig av den størrelsen man velger på smolten, samt den mengde vann man tilbyr smolten i oppdrettskaret. Fra figur 1.3 ser man at dagens settefiskpotensial på 164 millioner utgjør omlag 50% av potensialet dersom man hadde ligget nærmere 10-percentilen på smoltvekt ved leveranse og spesifikt vannforbruk.

Estimeringen ut i fra empiriske VK data innsatt i en enkel matematisk modell antyder at samlet forventet produksjonspotensial (P) for settefisk i eksisterende anlegg (nedlagte og i drift) kan utgjøre opp mot 318 millioner smolt.

$$P = a \frac{\left(\frac{C_{\min} N}{w_{sm}}\right)}{C_{sp}},$$

hvor C_{\min} = minimum vannforbruk, N = antall anlegg, \bar{w}_{sm} = gjennomsnittlig smoltvekt rett før levering over N , C_{sp} er spesifikt vannforbruk og a er en skaleringsfaktor.

Intervjubasert undersøkelse

Vinteren 2006 ble det foretatt intervju av 44 settefiskanlegg i full drift. Under intervjuene ble driftsleder ved anlegget forelagt samme standardiserte spørsmål:

1. Samlet karvolum (ca m³)
2. Vanntilgang ferskvann (max) (m³/min)
3. Vanntilgang ferskvann (min) (m³/min)
4. Potensiell vanntilgang med nåværende anlegg (m³/min)
5. Kan det tas ut mer ferskvann fra vannkilden (ja/nei)
6. Hvis ja - Mulig max vanntilgang med nåværende vannkilde (m³/min)
7. Antall 0+ (1000) Smolt levert i 2005
8. Antall 1+ (1000) Smolt levert i 2005
9. 0+ størrelse (g) (2005)
10. 1+ størrelse (g) (2005)
11. Mulig produksjon av 0+ smolt av denne størrelse i nåværende anlegg (antall 1000)
12. Mulig produksjon av 1+ smolt av denne størrelse i nåværende anlegg (antall 1000)
13. Mulig max produksjon av 0+ smolt av denne størrelse ved en utbygging og maksimal utnyttelse av vannkilden (antall 1000)
14. Mulig max produksjon av 1+ smolt av denne størrelse ved en utbygging og maksimal utnyttelse av vannkilden (antall 1000)
15. SUM mulig produksjon dagens anlegg
16. SUM mulig produksjon ved utbygging

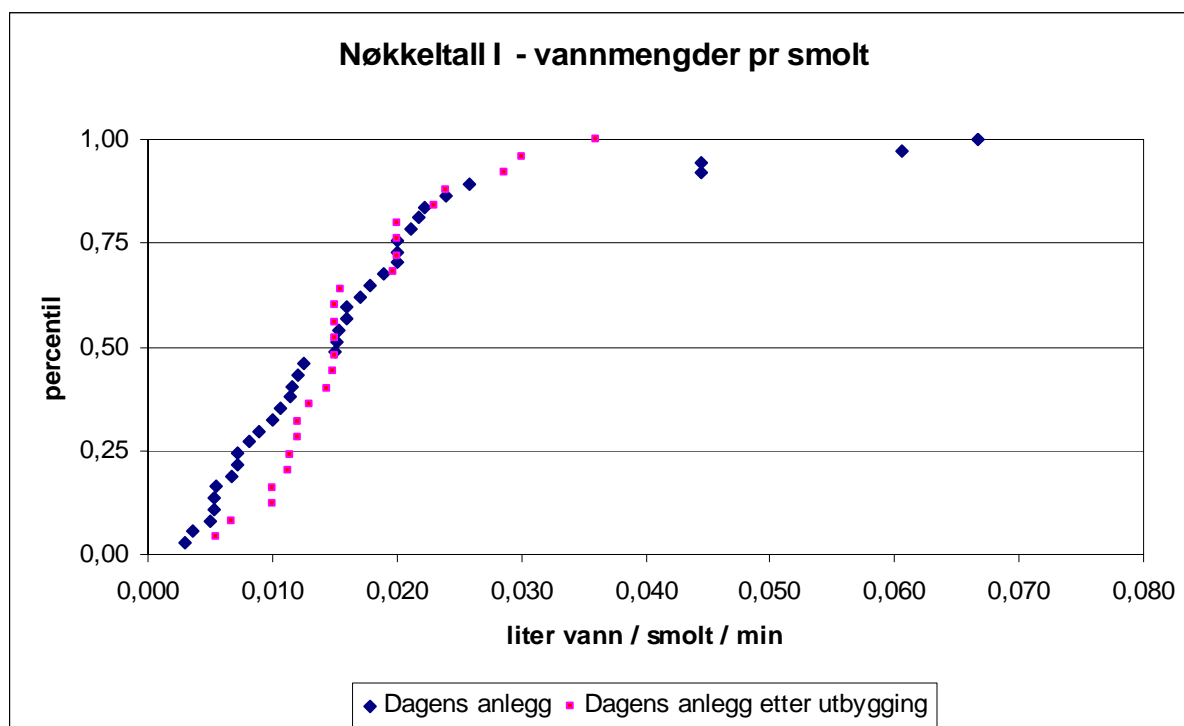
Resultatene fra intervjuundersøkelsen er angitt i tabellformat i vedlegg 1. Anleggene representerte 36 kommuner og varierte i størrelse fra små (198' smolt) til store (5.500' smolt) i produksjon. Snitt produksjonen i de intervjuede anlegg var på 1.969 mill smolt (+/- 1.437). Den samlede produksjonen ved anleggene i utvalget utgjør ca 60 millioner smolt. Dette utgjør ca 37 % av den samlede norske smoltproduksjonen. 62,5 % av anleggene oppgav at vannkilden har potensial for et økt vannuttak. Ved utbygging av anlegget og økt vanninntak oppgir anleggene i utvalget at den samlede produksjonen kan økes til ca 98 millioner smolt. Dette representerer et potensial for økning på ca 63 %. Potensiell tilgang på ferskvann med dagens anleggsnivå varierte mellom 3 til 300 m³/min. Medianen for potensiell vanntilgang med dagens utbyggingsnivå lå på 20 m³/min (+/-51). Medianen for potensiell vanntilgang med maksimalt utbyggingsnivå lå på 35,5 m³/min (+/-52). Det store standardavviket skyldes ett anlegg med vanntilgang på hele 300 m³/min.

Ut fra tallene i spørreundersøkelsen kunne man utlede hva slags vannmengder (pr. smolt eller pr. kg smolt) anleggene opererte med i dag og hva slags vannmengder anleggene så for seg å operere med etter en utbygging av anlegg og sine(e) vannkilde(r). Vi lagde fire sammenstillinger for å illustrere dette:

1. Nøkkeltall I - vannmengder pr. smolt
2. Nøkkeltall II - vannmengder pr. kg smolt (biomasse)
3. Mulig vanntilgang ved utbygging av dagens anlegg
4. Mulig produksjon (# smolt) i dagens anlegg

Sammenstillingene ble foretatt som percentilplott med skala 0-1 på y-aksen, d.v.s. at 1 representerer 100 % av anleggene i utvalget.

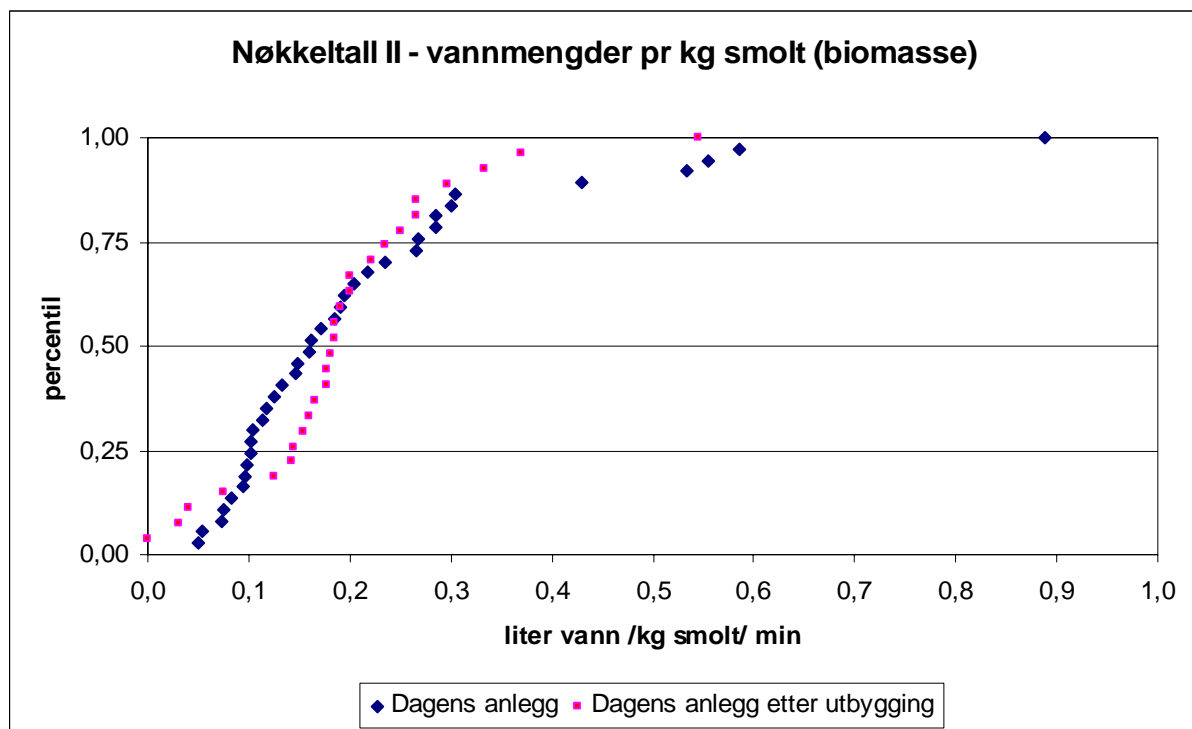
Figur 1.4 viser Nøkkeltall I – vannmengder pr. smolt. Fra dataene og figuren kan man se at median vannforbruk pr. smolt ligger på 0,015 l/min både før og etter en tenkt utbygging. En gjennomsnittlig smolt ligger i utvalget mellom 74 – 93g avhengig om det er 0+ eller 1+. En kan legge merke til at ca 50% av utvalget etter utbygging ønsker å benytte mer vann pr. smolt enn det som er tilfellet ved dagens produksjon, mens de som ligger over 0,015 liter/smolt, ikke ser samme behovet for å øke vannmengden pr. smolt. Omregnet tilsvarer dette at skillet går på ca 15 m³ vann pr. 1 mill. smolt pr. minutt.



Figur 1.4 Nøkkeltall I – vannmengder benyttet pr. smolt i et utvalg av dagens anlegg før og etter en tenkt utbygging.

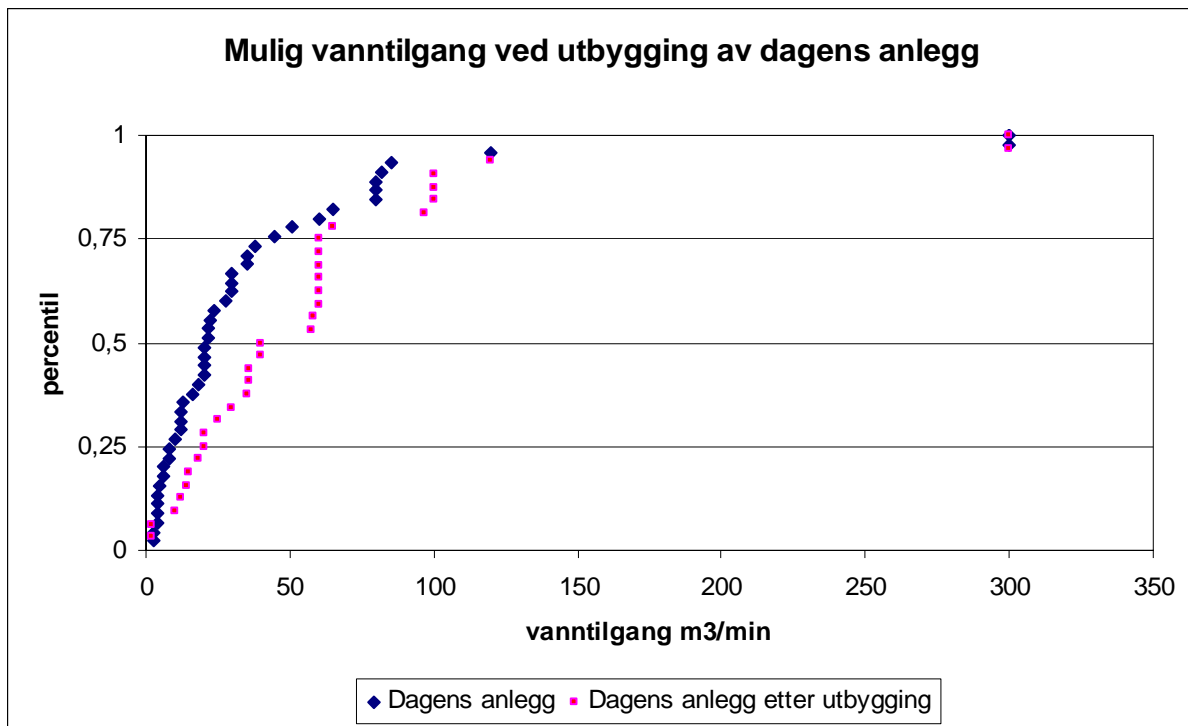
Figur 1.5 viser nøkkeltall II, det vil si vannmengder pr. kg smolt. Fra dataene og figuren kan vi se at median vannforbruk pr. kg smolt ligger på 0,22 l/min før utbygging og 0,20 l/min etter utbygging av vannkilden. Anleggene i utvalget signaliserer dermed at 10% nedgang i vannforbruket vil være mulig. En kan legge merke til at ca 50% av utvalget ønsker å benytte mer vann pr. kg smolt etter utbygging, mens den andre halvparten ønsker å benytte noe mindre. Grovt sett kan man antyde at dette skillet går på ca 0,2 l/ kg fisk/min på smoltstadiet. Med en produksjonsplan som gir en maksimal stående biomasse på 100 tonn settefisk à 0,1 kg vil dette bety et vannbehov på 20 m³/min pr 1 mill 100g settefisk.

Ser man figur 1.4 og 1.5 i sammenheng, kan man si at utvalget av norske settefiskprodusenter ønsker å bruke mellom 15 – 20 m³ vann/ min ved produksjon av ca 1 million settefisk opp mot 100g.



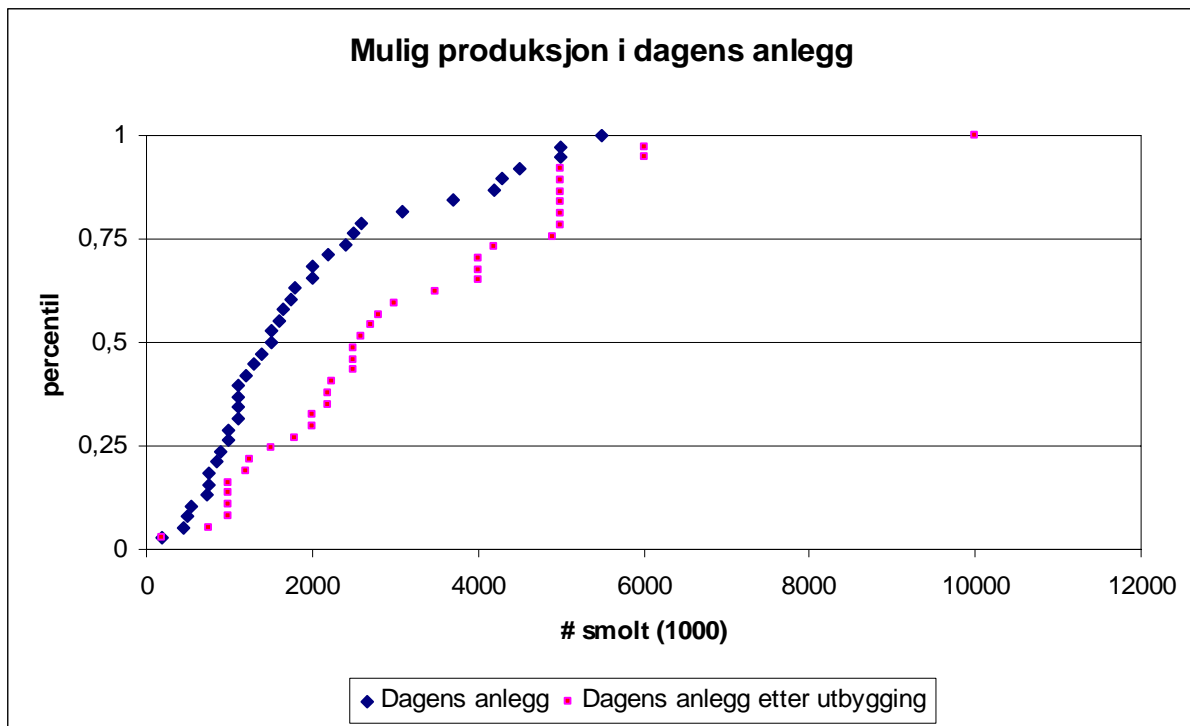
Figur 1.5. Nøkkeltall II – vannmengder benyttet pr kg smolt (biomasse) i et utvalg av dagens anlegg før og etter en tenkt utbygging.

Figur 1.6 viser hva utvalget oppgir som mulig vanntilgang ved utbygging av sine anlegg. Figuren viser at nesten alle anleggene i utvalget oppgir at de vil få mer vann ved utbygging av anlegget. Vi kan legge merke til at omkring 50% av anleggene oppgir at de potensielt kan få 50 m³ eller mer ved maksimal utnyttelse av vannkilden. Bare 25% av dagens anlegg har denne vannmengden. Tallene fra utvalget sier at potensialet for vannforbruk med dagens anlegg er 1345 m³/min og at dette potensialet økes til 1797 m³/min etter utbygging av anleggene. 62% av anleggene oppgir at de har mulighet for å bygge ut vanninntaket. For utvalget utgjør den økte vannmengden etter utbygging ca 33%. Median vannmengde i dagens anlegg er 20 m³/min. Etter en potensiell utbygging er medianen løftet seg opp til 35,5 m³/min.



Figur 1.6 Mulig vanntilgang ved utbygging av anlegg

Figur 1.7 viser mulig produksjon av smolt i utvalget i dag og etter utbygging av anlegget. Vi kan legge merke til at så godt som **alle anleggene sier de har potensial for produksjonsøkning**. Når man ser opplysningene i sammenheng, kan det antas at om lag halvparten av anleggene mener de kan klare en produksjonsøkning uten tilgang på mer ferskvann, mens den andre halvparten ønsker å ta ut mer vann fra inntakskilden for å klare en produksjonsøkning. Omsatt i antall smolt utgjør produksjonen ved utvalget i dag ca 56 millioner smolt . Denne kan økes til ca 98 millioner smolt om vannkilden og anlegget kunne utnyttes maksimalt, hevder driftledelsen i settefiskanleggene i utvalget. Dette gir en iboende produksjonsøkningens potensial på 75 %. Om vi forutsetter at dette forholdstallet (75%) er riktig og appliserbar på de 220 stk settefiskkonsesjoner som er i drift så vil vi kunne produsere om lag 280 millioner smolt i dagens anlegg. Dette potensialet kan vel neppe reaktiveres umiddelbart og man kan anta at en gradvis opptrapping vil være mulig.



Figur 1.7 Mulig produksjon av smolt i utvalget før og etter utbygging av anlegget.

Konklusjon produksjonspotensial ut fra eksisterende settefiskanlegg

To av målsettingene i dette prosjektet var å finne et estimat på:

- I. Produksjonspotensial i de samlede settefiskkonsesjoner som var gitt
- II. Produksjonspotensial i de settefiskanleggene som er i drift

Vi har tilnærmet oss potensial for smoltproduksjon på to måter i denne vurderingen:

1. **Estimat basert på en enkel matematisk modell utviklet fra VK-undersøkelserdata** fra 1999 til 2003 benyttet på alle settefiskkonsesjoner gitt til og med 1994 (349 stk).
 - a. **Kommentar:** Her har vi forutsatt at alle konsesjonene (og lokasjoner) som var tilstede i 1994, fortsatt vil la seg reaktivere. Dette er teoretisk og ikke verifisert ved befaringer.
2. **Estimat basert på en intervjuundersøkelse** av et representativt utvalg (37% av produksjonen) av anlegg i drift.
 - a. **Kommentar:** Her har vi forutsatt at gjennomsnittstall fra utvalget (37%) kan appliseres på hele den norske settefisknæringen (d.v.s., 220 konsesjoner i drift). For både I. og II. har vi sett bort i fra å benytte kultiveringsanlegg i kommersiell smoltproduksjon.

Basert på tilnærming I., finner vi et potensial for setteproduksjon på opp mot **318 millioner smolt**. Estimater er nøkternt vurdert, men har med seg 129 settefiskkonsesjoner som pr. 2004 ikke var i drift.

Basert på tilnærming II., finner vi et potensial for settefiskproduksjon på opp mot **280 millioner smolt**. Tallet baserer seg på de 220 konsesjonene som er i drift og er av denne grunn lavere enn estimatet med tilnærming I.

Vedlegg 1. Data fra intervjubasert undersøkelse beskrevet i kapittel 1 (3 tabeller)

Nr.	Fylke	Samlet karvolum (ca m ³)	Vanntilgang ferskvann (max) (m ³ /min)	Vanntilgang ferskvann (min) (m ³ /min)	Potensiell vanntilgang med nåværende anlegg (m ³ /min)	Kan det tas ut mer ferskvann fra vannkilden (ja/nei)	Hvis ja - Mulig max vanntilgang med nåv. Vannkilde (m ³ /min)
1	Sør-Trøndelag		14			22	
2	Sør-Trøndelag	7937	85	85	85	nei	
3	Sør-Trøndelag	1860	20	20	35	ja	35
4	Sør-Trøndelag	6220	82	60	82	ja	97
5	Sør-Trøndelag		14			22	60
6	Nord Trøndelag	2400	38	33	38	nei	38
7	Telemark		12	2	20	ja	2
8	Hordaland		30	15	60	ja	60
9	Hordaland	2800	50	20	65	ja	65
10	Hordaland	600	12	10	12	ja	18
11	Hordaland						
12	Hordaland	2200	12	8	12	nei	12
13	Rogaland	1540	10	4	20	ja	20
14	Hordaland	1500	25	25	30	ja	30
15	Hordaland	6000	300	200	300	ja	300
16	Hordaland	7000	100	60	120	ja	120
17	Møre og Romsdal	2500	8	8	8	ja	15
18	Sogn og Fjordane	1900	12	6	12	ja	36
19	Sogn og Fjordane		30	20	30	ja	60
20	Sogn og Fjordane	3220	18	14	18	ja	40
21	Sogn og Fjordane	1500	80	80	80	nei	80
22	Nordland	4000	20	20	20	ja	60
23	Nordland	9500	45	40	45	nei	45
24	Nordland	2250	16	8	16	ja	20
25	Nordland	3200	24	24	24	ja	100
26	Nordland	600	12	12	13	ja	36
27	Nordland	3500	28	28	28	ja	100
28	Nordland	3050	70	60	80	ja	100
29	Nordland	1500	7	5		nei	
30	Nordland		103		10	nei	10
31	Nordland		15	15	3	nei	3
32	Nordland		8	5	4	nei	4
33	Nordland		15	10	30	nei	30
34	Nordland		6	6	4	ja	10
35	Nordland	2367	12	12	6	ja	25
36	Nordland	3100	17	17	4	nei	4
37	Troms	870	25	5	5	nei	5
38	Troms	1000	7,5	4	6	ja	12
39	Troms	2700	30	15	22,5	nei	22,5
40	Troms	1000	18	7,8	3	ne	3
41	Troms	1300	9	9	4	ja	14
42	Finnmark	2000	30	20	8	ja	60
43	Finnmark	6800	80	30	80	nei	80
	Snitt	3060	37	26	36	40 svar	47
	median	2383,5	19	15	20	15 nei	35,5
	Min	600	6	2	3	25 ja	2
	Max	9500	300	200	300	62,5	300
	St. dev.	2267	50	35	51		52

Nr.	Antall 0+ (1000) Smolt levert i 2005	Antall 1+ (1000) Smolt levert i 2005	Sum levert antall smolt i 2005	0+ størrelse (g) (2005)	1+ størrelse (g) (2005)	Mulig produksjon av 0+ smolt av denne størrelse i nåværende anlegg (antall 1000)	Mulig produksjon av 1+ smolt av denne størrelse i nåværende anlegg (antall 1000)
1	400	500	900	70	85	1100	
2	1250	3000	4 250	83	105	1300	3700
3	0	1600	1 600	75	90	0	1650
4	400	2200	2 600	82	70	1200	2500
5	400	500	900	70	85	1100	
6	630	960	1 590	98	130	800	1200
7	0	375	375		90	200	250
8	750	550	1 300				
9	1800	700	2 500	70	95	3600	700
10	250	0	250	90		250	250
11			0				
12	400	600	1 000	70	130	400	600
13	400	300	700	70	90	700	600
14	800	800	1 600	65	100	1100	900
15	1380	2600	3 980	100	140	2250	2250
16	700	2600	3 300	100	100	2000	3500
17	400	800	1 200		75	300	800
18	750	620	1 370	78	120	78	120
19	0	2400	2 400		130	0	2400
20	0	1800	1 800		80		2200
21	1100	300	1 400	100	110	1200	600
22	0	1580	1 580		90	250	1500
23	1500	3000	4 500	80	140	2200	2000
24	0	1050	1 050		70	400	1200
25	0	1350	1 350		60	0	1500
26	46	400	446	50	70	130	600
27	0	1200	1 200		200	200	1200
28	1472	1500	2 972	80	90	1600	1500
29		900	900		70	0	900
30			0				
31		1000	1 000		60		1000
32		600	600		60		
33	1100	1200	2 300	60	85	1300	1300
34	0	440	440	0	70	0	550
35	0	920	920		70	300	900
36			0				
37	175	350	525	60	70	350	400
38	230	700	930	60	80	400	700
39	0	1000	1 000		90	500	2000
40	0	700	700		65		850
41		750	750		73		750
42	0	1 200	1 200		65		1 500
43	900	2550	3 450	85	120	1500	3500
Snitt	479	1140		74	93	809	1335
Median	400	910		75	87,5	400	1100
Min	0	0		0	60	0	120
Max	1800	3000		100	200	3600	3700
St.dev.	531	801		21	29	835	926

Nr.	Mulig max produksjon av 0+ smolt av denne størrelse ved en utbygging og maksimal utnyttelse av vannkilden (antall 1000)	Mulig max produksjon av 1+ smolt av denne størrelse ved en utbygging og maksimal utnyttelse av vannkilden (antall 1000)	SUM mulig produksjon dagens anlegg	SUM mulig produksjon ved utbygging	Endring %	
1		4000	1100	4000	364	
2			5000			
3	600	1650	1650	2250	100	
4	1800	3100	3700	4900	84	
5		4000	1100	4000	364	
6	1000	1500	2000	2500	75	Tørke om sommer begrenser prod.
7	500	700	450	1200	156	Ønske om mer oppdemming
8	1300	1300		2600		Planer om utv.
9	2800	2200	4300	5000	51	Laksefjord/Begr. Areal
10	750	750	500	1500	150	Ombygg. I gang
11						Forsøksanlegg
12	400	600	1000	1000	60	
13	1000	1000	1300	2000	77	Planer om utv.
14	1100	900	2000	2000	45	Nytter varmt spillvann
15	5000	5000	4500	10000	111	Økning i ant./red. stør
16	2500	3500	5500	6000	64	Vil produsere 6000 i 07
17	0	5000	1100	5000	455	Planlegger resirk. Driver med stamfisk. Lite aktuelt med 0+
18	1250	1250	198	2500	631	Utv. Plan 3 år
19	1200	2800	2400	4000	117	
20		2700	2200	2700	123	
21	1200	600	1800	1800	33	
22	2000	3000	1750	5000	171	
23	2200	2000	4200	4200	48	
24	1500	1500	1600	3000	94	Leverer mye yngel internt
25		5000	1500	5000	333	
26	200	800	730	1000	110	sjøvann+holdetank
27	1000	2500	1400	3500	179	
28	2500	2500	3100	5000	81	
29			900			
30						
31	200		1000	200		
32						
33	1400	1400	2600	2800	54	
34	0	1000	550	1000	182	
35	1000	1200	1200	2200	100	
36						
37	350	400	750	750	53	
38	800	1400	1100	2200	127	
39	1200	3800	2500	5000	152	
40		1000	850	1000	118	
41		1250	750	1250	167	
42		2 500	1500	2500	167	
43	2000	4000	5000	6000	80	
Snitt	1292	2161	1968	3150	150,6	
Median	1150	1575	1500	2600	111,1	
Min	0	400	198	200	33,3	
Max	5000	5000	5500	10000	631,3	
St. dev.	1026	1380	1437	1988		
Sum	34850	62850	59778	97700		

Kapittel 2

Tilgjengelige ferskvannsressurser fylkesvis

Analysen har resultert i et funn på 876 potensielle vannkilder for settefiskproduksjon i Norge. Det største produksjonspotensialet ligger fra Hordaland og nordover. Ved en anslagsvis 50% utnyttelse av tilgjengelige vannmengder utenom grunnvannsføremster er det estimert et produksjonspotensial på omtrent 3 milliarder smolt på landsbasis.

Introduksjon og metodisk tilnærming

Vurderingen av potensialet for tilgjengelig vann for settefiskproduksjon har benyttet utvalgte datasett/kart-tema som er fritt tilgjengelig fra norsk forvaltning. I vurderingen er det vektlagt å gi et grovt bilde av potensialet langs norskekysten inklusive de fjordområdene som er vernet eller foreslått vernet som oppdrettsfrie laksefjorder.

Vi har antatt at det er ønskelig å lokalisere vanninntak til en innsjø eller til et grunnvannsmagasin. Aktuelle vannforekomster er derfor valgt ut med utgangspunkt i NVEs register over innsjøer samt NGUs register over grunnvannsmagasiner. Et størrelsesavgrenset utvalg (minimum 0,5 km²) av disse ble lokalisert for en sone inntil 5 km fra kysten i høydeintervallet 20-300 m over havnivå. Høydeintervallet ble valgt både ut fra temperatur, logistikk og ut i fra et ønske om å opprettholde en vanntilførsel med minimum to bars trykk fra overflatevannet.

Konkurrerende bruk av vann (kraftproduksjon, jordvanning, drikkevannsutttak etc.) eller andre forhold som kunne tenkes å utelukke vannforekomsten for settefiskproduksjon er ikke vurdert.

De vannforekomster som ovennevnte tilnærming resulterte i, er gruppert i forhold til vannkvalitet. Vår gruppering/klassifisering med tre grupper av vannkvalitet er basert på NIVA/SFTs landsdekkende kart med ruter som angir tålegrenser overfor forsurening. I alle tre grupper ("A-god", "B-mindre god" og "C-dårlig") kan vannkvaliteten være tilfredsstillende for fiskeproduksjon, men gruppe "C-dårlig" tåler vesentlig mindre forsuringspåvirkning og medfører således en forhøyet risiko i forhold til settefiskproduksjon. I praksis kan vannkvalitet variere en del mellom vassdragene avhengig av bergrunn og jordsmonn, men det fanges ikke opp i denne analysen. Vurderinger av andre vannkvalitetsparametre enn de forsuringrelaterte er ikke gjort fordi datagrunnlaget ikke er tilstrekkelig til landsdekkende vurderinger. Gjennomgang av kjente data m.h.t. vannkvalitet for de enkelte vannforekomster var ikke realistisk innenfor rammen av dette prosjektet. Det er ikke skilt på grunnvann og overflatevann i forhold til vannkvalitetsgrupperingen av forekomstene.

Stabil tilgjengelig vannmengde vil være dimensjonerende for produksjonspotensialet. I analysene er det benyttet middelvannføring, men lokalisering av vanninntak til sjøer som angitt ovenfor tar høyde for tørkeperioder på opptil 3 mnd. Hvilken utnyttelsesgrad som er realistiske ut i fra miljøhensyn er ikke vurdert, men vi vet at det blant de eksisterende anlegg er store variasjoner i utnyttelsesgrad. Slike vurderinger krever mer detaljerte studier der også de lokale forhold vil være avgjørende. I analysene har vi imidlertid valgt å tilnærme oss dette ved å skissere produksjonspotensialet ved ulike grader av vannutnyttelse for å belyse variasjonsbredde og usikkerhet. Grunnvannsføremstene vil være vanskelig utnyttbare i praksis og beregningene av produksjonspotensialet er derfor gjort både med og uten grunnvannsføremster inkludert. Vi valgte også å benytte et forholdstall på vannbehov på et

standard settefiskanlegg på minimum 12 m³/minutt. I beregningen av produksjonspotensial per 12 m³ vann/minutt brukte vi 1.7 millioner smolt. I dette tallet er det tatt høyde for en viss grad av utvikling og intensivering, men tallet kan likevel betraktes som moderat til konservativt.

Vi har ikke hatt grunnlag for å vurdere om uttak av de aktuelle vannmengder fra de aktuelle magasiner er realistisk. Årlig vannføring for det nedbørfeltet (NVEs register REGINE) der vannforekomsten er lokalisert er grunnlag for angivelse/klassifisering av produksjonspotensialet, som igjen er ytterligere klassifisert i forhold til vannkvalitet (forsuring).

DN har et register over vassdrag med anadrom laksefisk, men dette registeret er ennå ikke komplettert med angivelse av lakseførende strekning. DN angir en målsetting om å fremstille anadrom elvestreng for alle aktuelle vassdrag og viktige sidevassdrag innen utgangen av 2006. Dersom dette skulle brukes som et av utelukkelseskriteriene, vil man måtte vurdere om det er realistisk å plassere vanninntak i en innsjø ovenfor lakseførende strekning. Vi har derfor ikke koblet dette registeret med de utvalgte vannforekomster, men generelt må det sies at antallet vassdrag med laksefisk er stort.

Kort omtale av de enkelte fylker

Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder er vist i fylkesvise kart på de etterfølgende sidene (Figur 2.1-2.14).

Vi har omtalt vannkildene og deres kvalitet som robust både for gruppen ”God” og ”Mindre god”. Alle tre vannkvalitetsklassene kan gi grunnlag for produksjon av fisk, men gruppen ”dårlig” har mindre toleranse for forsureningspåvirkning, dvs. høyere risiko for uønskede vannkvaliteter for fiskeproduksjon.

Generelt synes det å være mange små vassdrag langt ute på kysten med et potensial som er verdt å se nærmere på. For større elver inne i fjordområdene er det ofte et potensial knyttet til grunnvann (ofte ingen sjøer langt nede i de store vassdragene), men dette kan være vanskelig utnyttbart i hvert fall i større omfang.

Finnmark

Det synes å være et betydelig produksjonspotensial i Finnmark, selv om ca. en tredjedel av potentialet er knyttet til grunnvannsforekomster som kan være vanskelig utnyttbare. Det er mange vannforekomster som kom med i utvalget sør for Varangerfjorden, men her synes det å være en økt risiko for påvirkning av vannkvalitet. Problemstillinger knyttet til klimatiske forhold og vanntemperaturer i Finnmark vil være en klar begrensning i dette fylket.

Troms

Jevnt over ganske robust vannkvalitet. Halvparten av angitt potensial er knyttet til grunnvannsforekomster som representerer de store vassdragene. Ca 75% av vannforekomstene utenom grunnvannsforekomstene ligger utenom laksefjordene.

Nordland

I hovedsak robuste vannkvaliteter. Synes å være et stort utnyttet produksjonspotensial med mange vannforekomster i den nordlige del av fylket. Nordland fremstår som fylket med størst potensial nasjonalt sett. Flere områder er foreslått vernet, men det synes i særlig grad å være grunnvannsressurser som er knyttet til disse.

Nord-Trøndelag

Stort potensial i dette fylket totalt med mer enn tre fjerdedeler av potensialet utenom grunnvannsforekomstene. Omtrent to tredjedeler av potensialet er imidlertid knyttet til vernede laksefjorder.

Sør-Trøndelag

To tredjedeler av potensialet er lokalisert utenom grunnvannsforekomster, men omtrent 40% er igjen knyttet til vernede laksefjorder.

Møre og Romsdal

Over halvparten av produksjonspotensialet er knyttet til grunnvann (store elvene i fjordene), og omtrent halvparten av det totale potensialet er lokalisert i vernede laksefjorder. Utenom grunnvannsforekomstene er omtrent 90% av potensialet utenom de vernede laksefjordene.

Sogn og Fjordane

Nesten halvparten av potensialet er knyttet til grunnvannsforekomster, som i stor grad er lokalisert inne i fjordene, og omtrent halvparten av totalpotensialet er knyttet til vernede laksefjorder. Omtrent 70% av potensialet utenom grunnvannsforekomster er knyttet til områder utenom vernede laksefjorder. Det er imidlertid mange utbygde settefiskanlegg i de ytre deler av fylket, men i de fleste tilfeller er disse lokalisert andre steder enn de vannforekomster som er listet i den foreliggende øvelsen.

Hordaland

Omtrent halvparten av totalpotensialet er knyttet til grunnvannsforekomster og i overkant av halvparten av totalpotensialet er lokalisert i laksefjorder. Utenom grunnvannsforekomstene er omtrent halvparten lokalisert utenom laksefjorder. Her er det mange utbygde settefiskanlegg og potensialet for nye anlegg er nok i realiteten noe begrenset. Det antas å være en del mindre robuste vannkvaliteter innenfor de ytre kystområdene.

Rogaland

Omtrent halvparten av totalpotensialet er knyttet til grunnvannsforekomster og omtrent 70% er lokalisert utenom laksefjordene. Lokalitetene helt i sør drenerer til laksefjord-området, og de synes også å ha en noe sårbar vannkvalitet. Generelt er det bygd mange settefiskanlegg i Rogaland og for eksempel er det bygd flere anlegg rundt fjordene øst for Stavanger slik at potensialet for området i realiteten langt på vei er utnyttet.

Vest-Agder

Omtrent 40 % av potensialet er knyttet til grunnvann som igjen i hovedsak er lokalisert til nedre del av de store elvene og derved mindre utnyttbart. Vannkvaliteten i vest synes å være mer sårbar enn lenger øst. Øst for Lindesnes er det imidlertid foreslått vernet som laksefjord. Området øst for Lindesnes har dessuten strengere restriksjoner på utslipp av nitrogen og fosfor fra menneskelig aktivitet p.g.a. de nasjonale og internasjonale miljømålene knyttet til Skagerrakområdet.

Aust-Agder

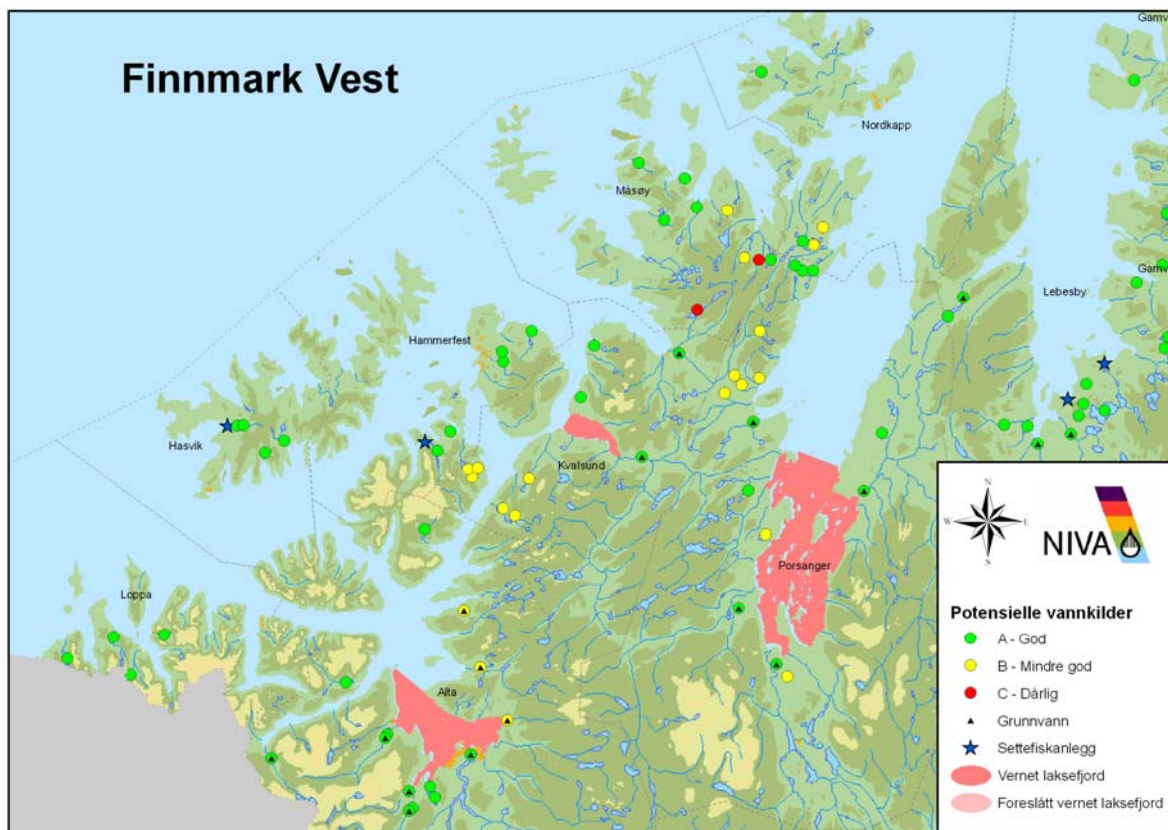
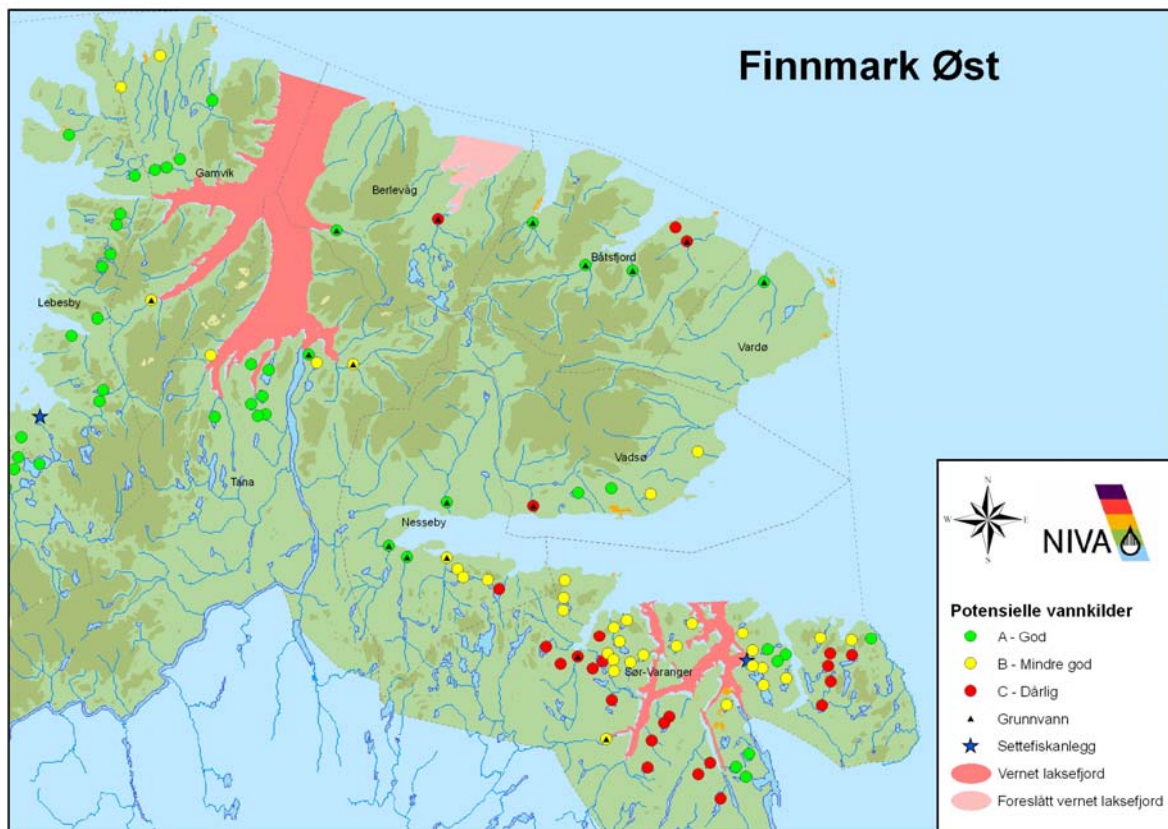
Ingen utbygde kommersielle settefiskanlegg i dag, men totalt sett et relativt beskjedent potensial sammenlignet med fylkene lenger vest og nordover. Området øst for Lindesnes har imidlertid strengere restriksjoner på utslipp av nitrogen og fosfor fra menneskelig aktivitet p.g.a. de nasjonale og internasjonale miljømålene knyttet til Skagerrakområdet.

Telemark

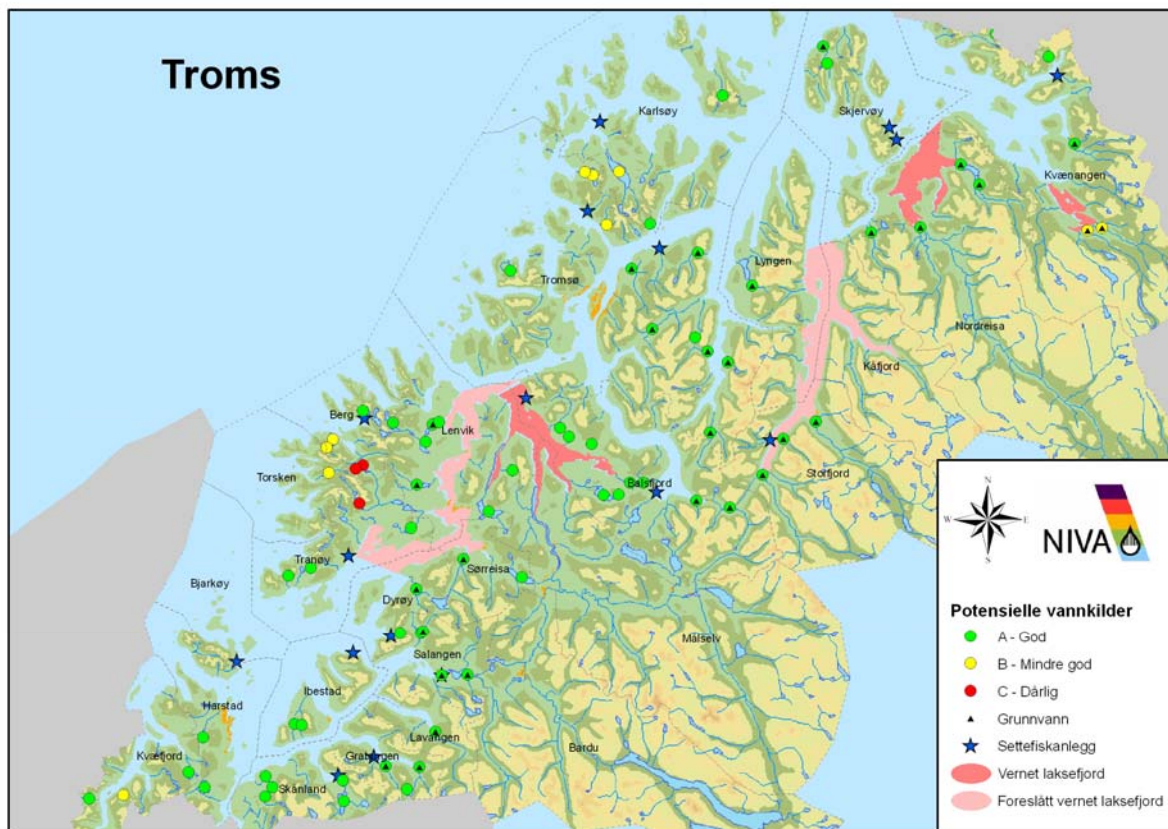
Beskjeden potensial som er knyttet til vernet laksefjord. Ligger i det sårbare kystområdet med sterke begrensninger på stofftilførsler fra menneskelig aktivitet.

Østlandet – kysten fra svenskegrensa til Larvik kommune

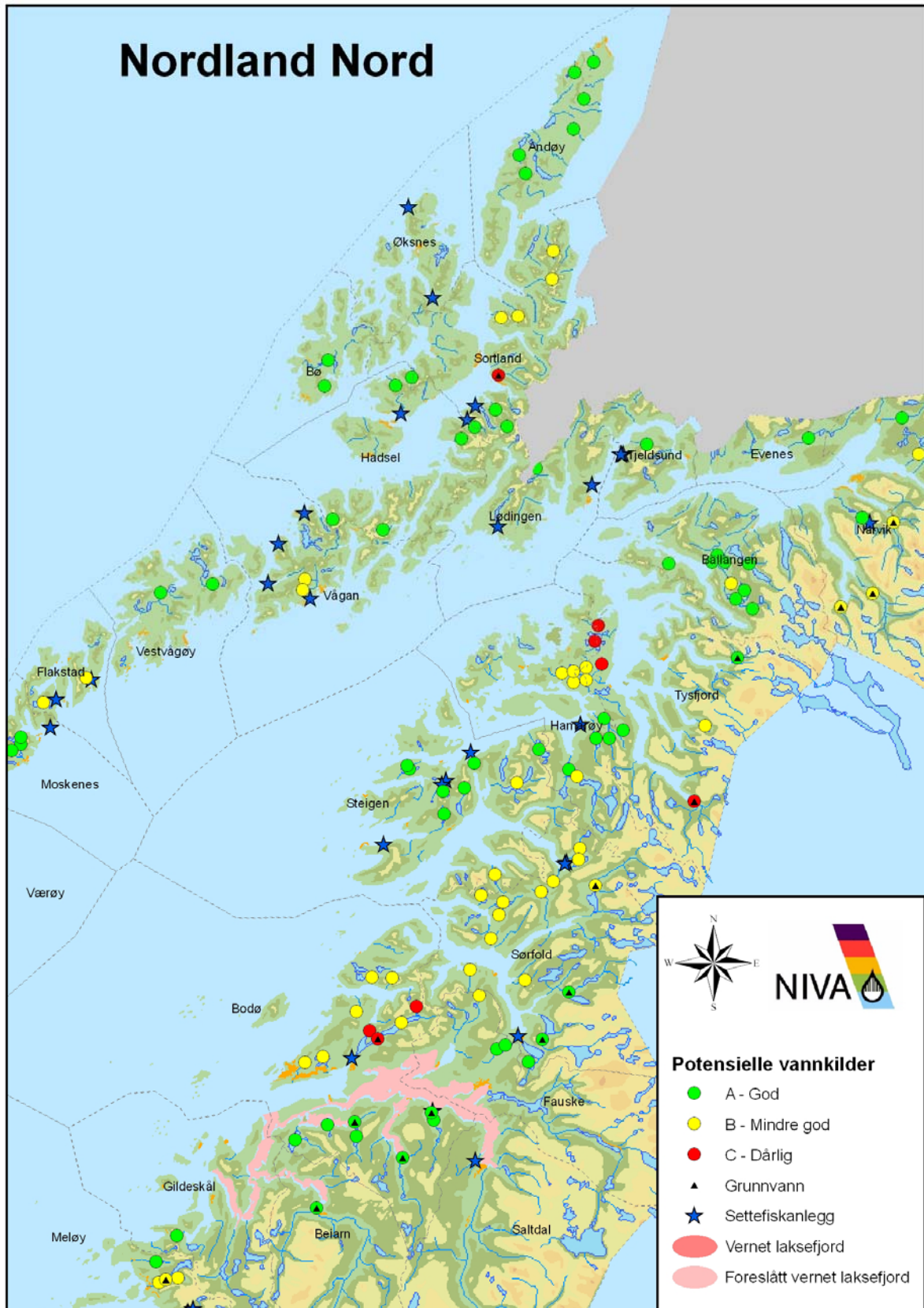
Beskjeden potensial i vanskelig utnyttbare vannforekomster. Ligger i det sårbare kystområdet med sterke begrensninger på stofftilførsler fra menneskelig aktivitet.



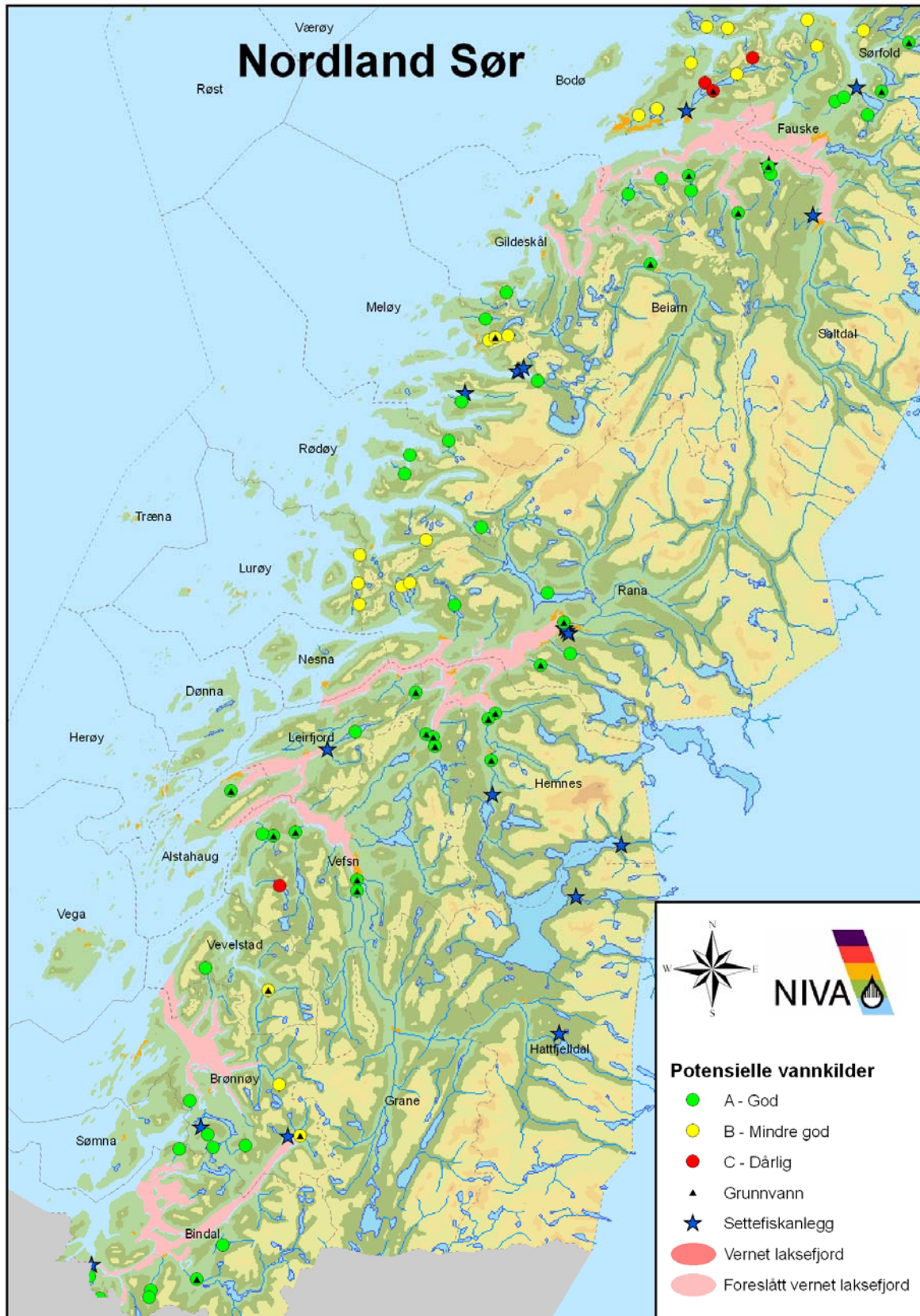
Figur 2.1 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Finnmark, sør og vest.



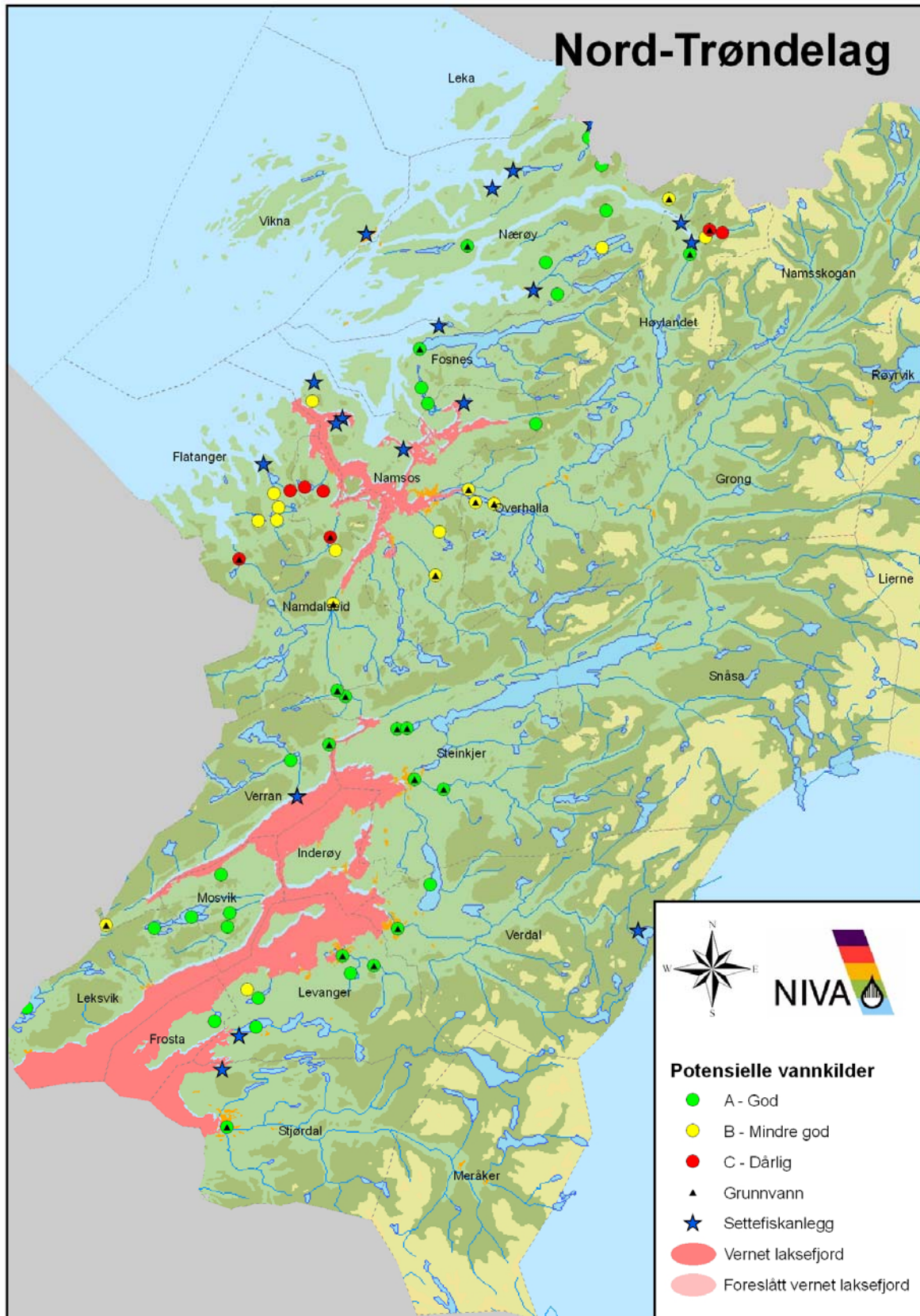
Figur 2.2 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Troms.



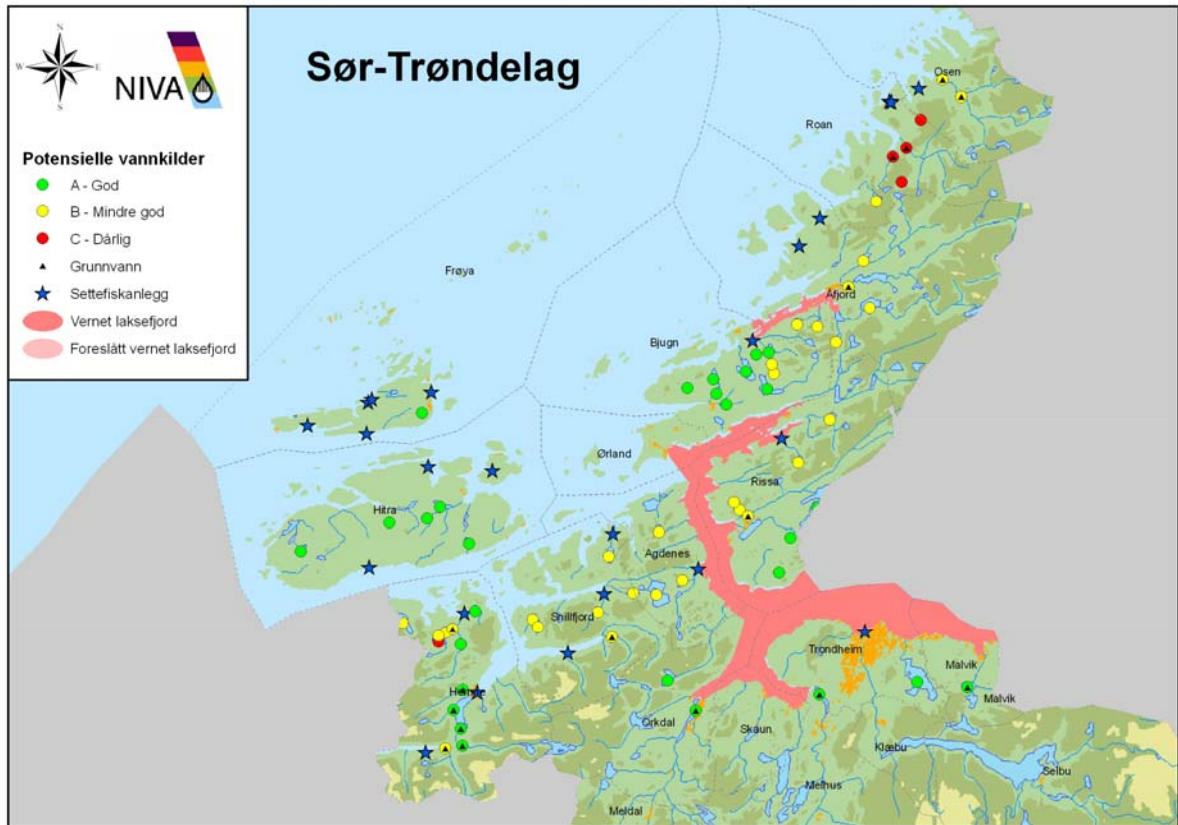
Figur 2.3 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Nordland nord



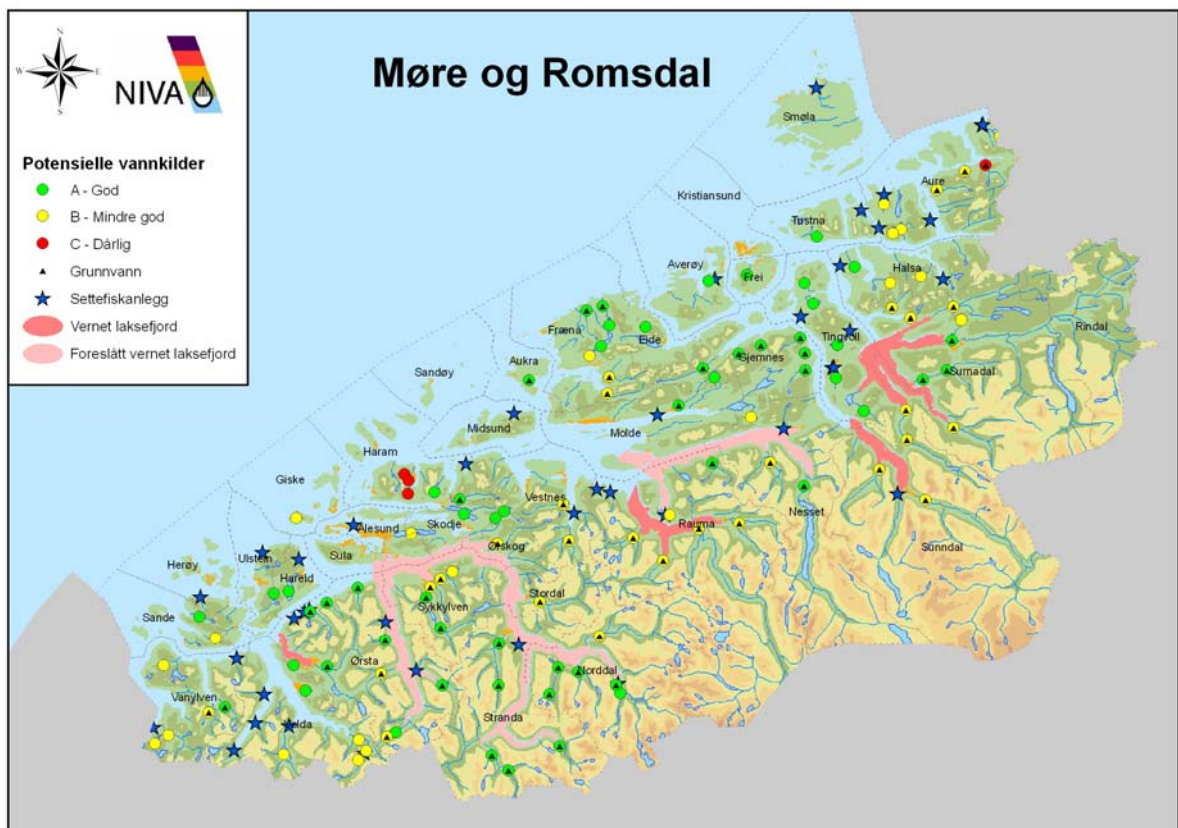
Figur 2.4 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Nordland sør



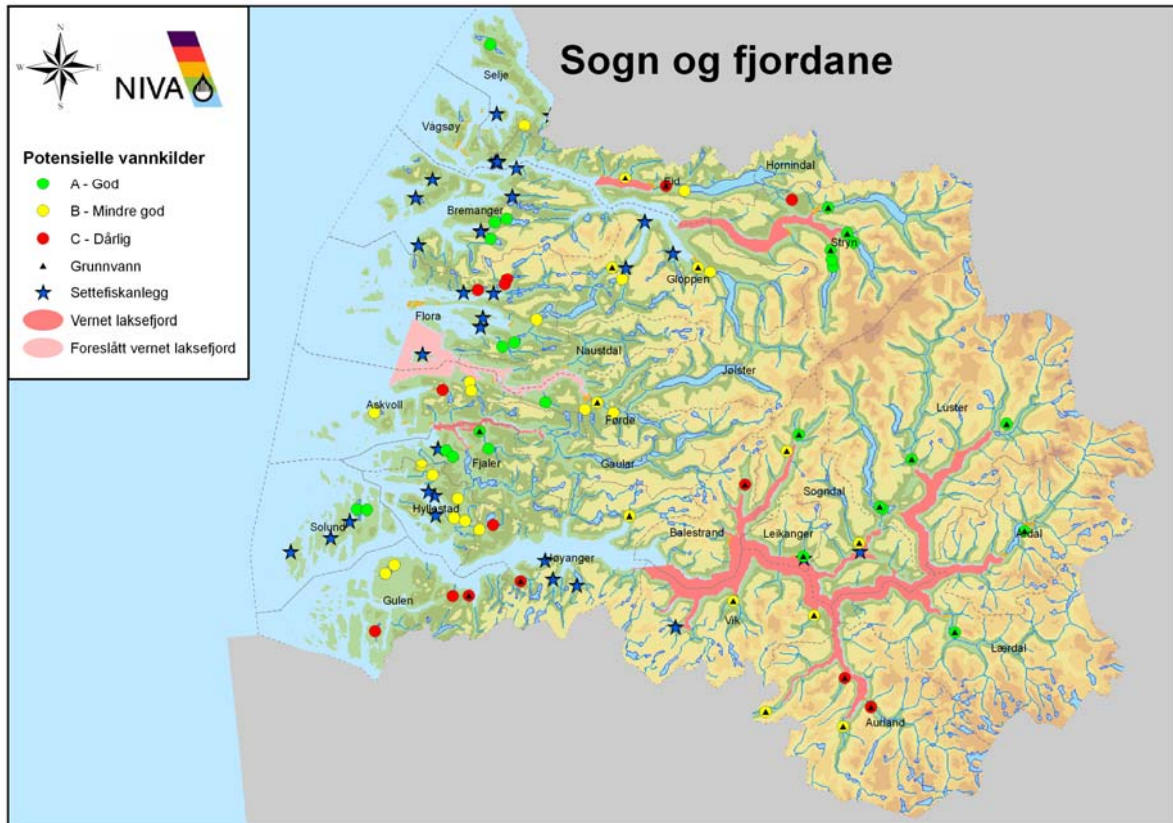
Figur 2.5 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Nord-Trøndelag.



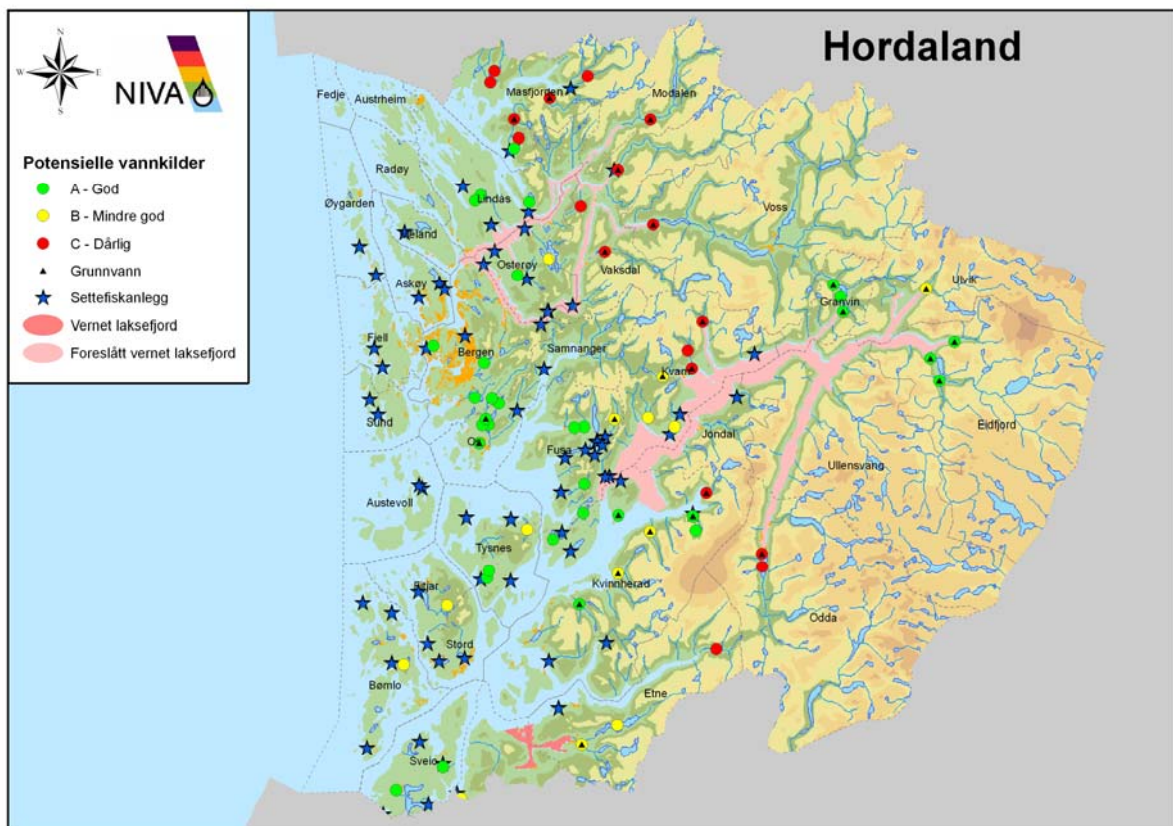
Figur 2.6 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Sør-Trøndelag.



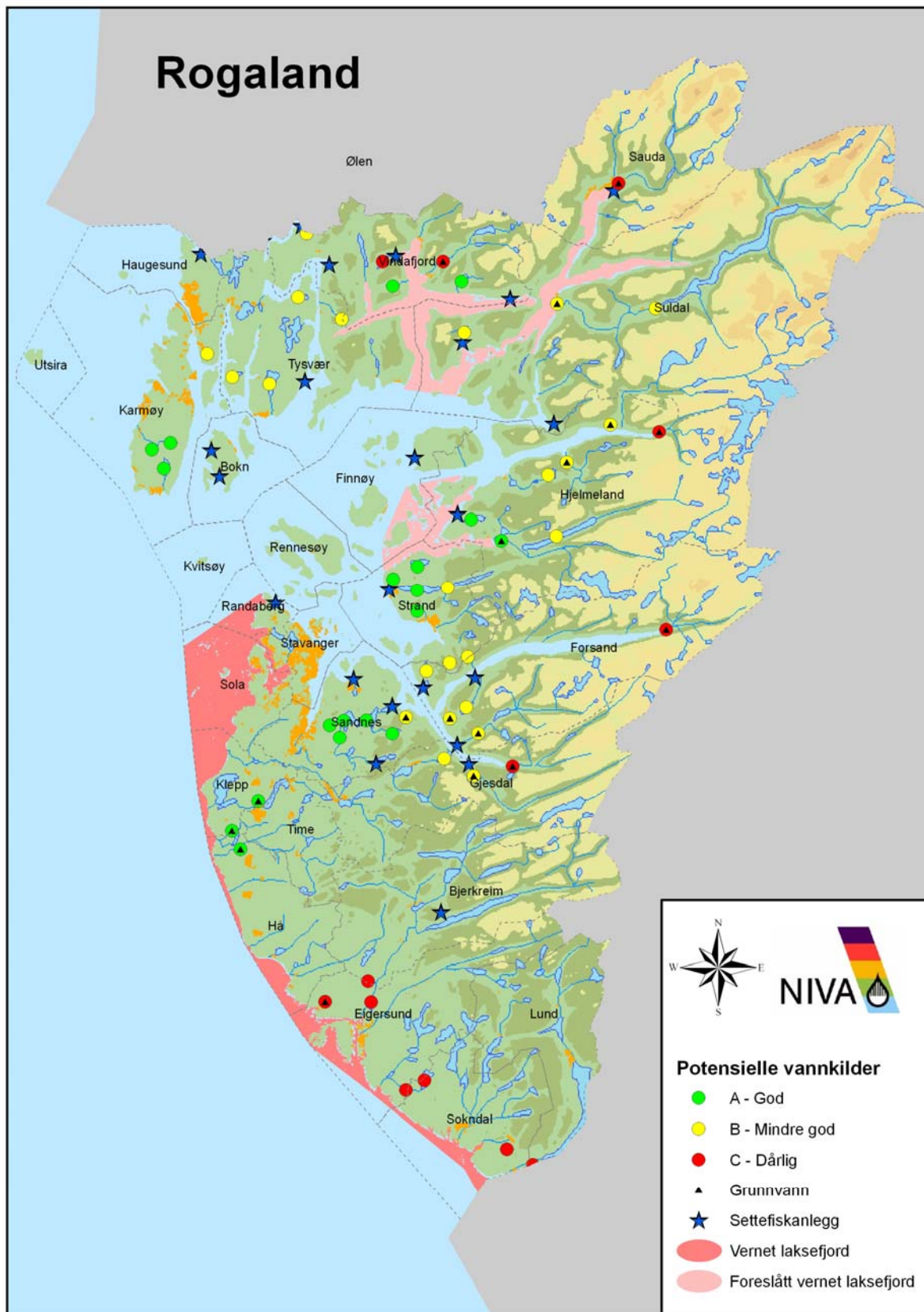
Figur 2.7 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Møre og Romsdal.



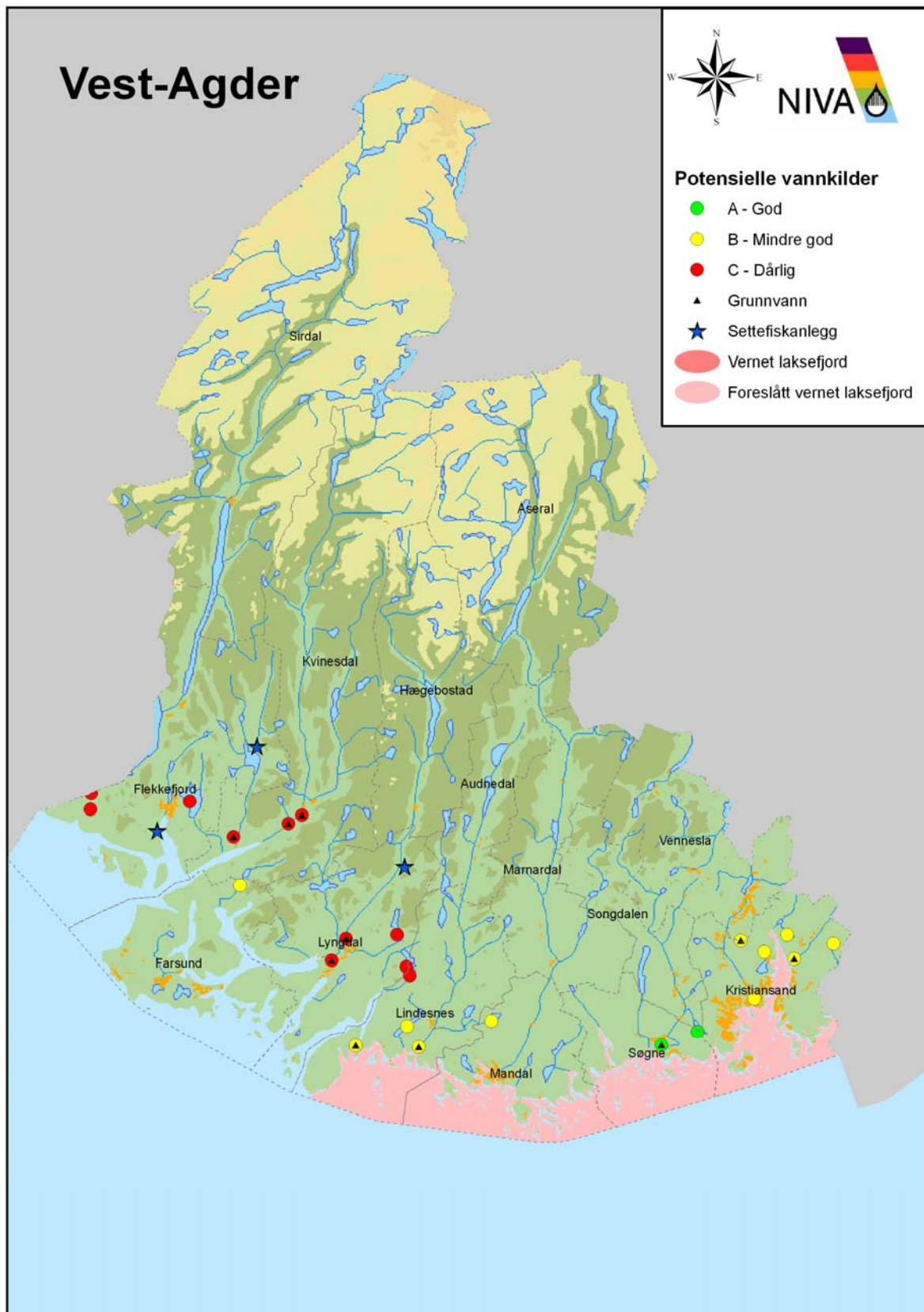
Figur 2.8 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Sogn og Fjordane.



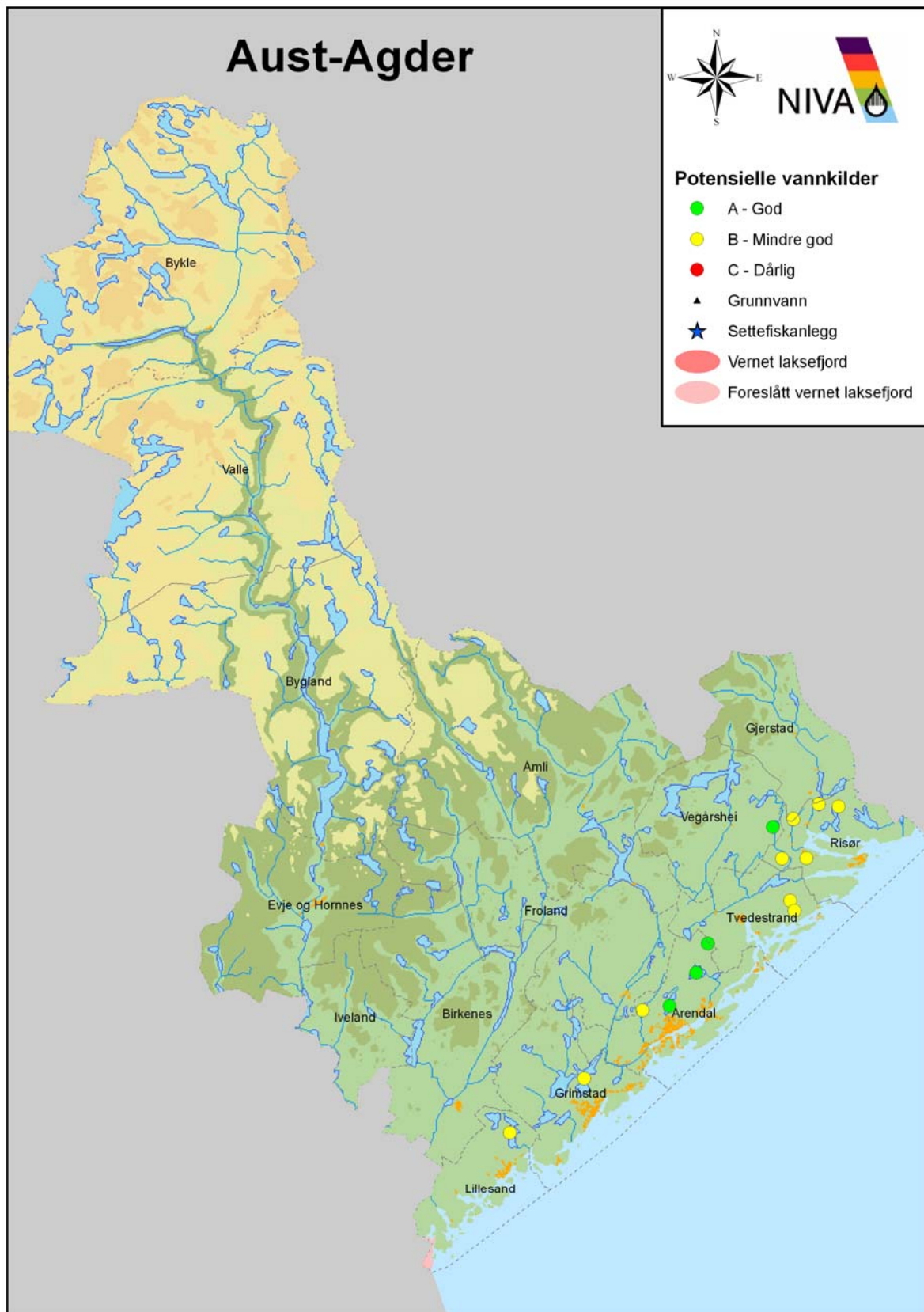
Figur 2.9 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Hordaland.



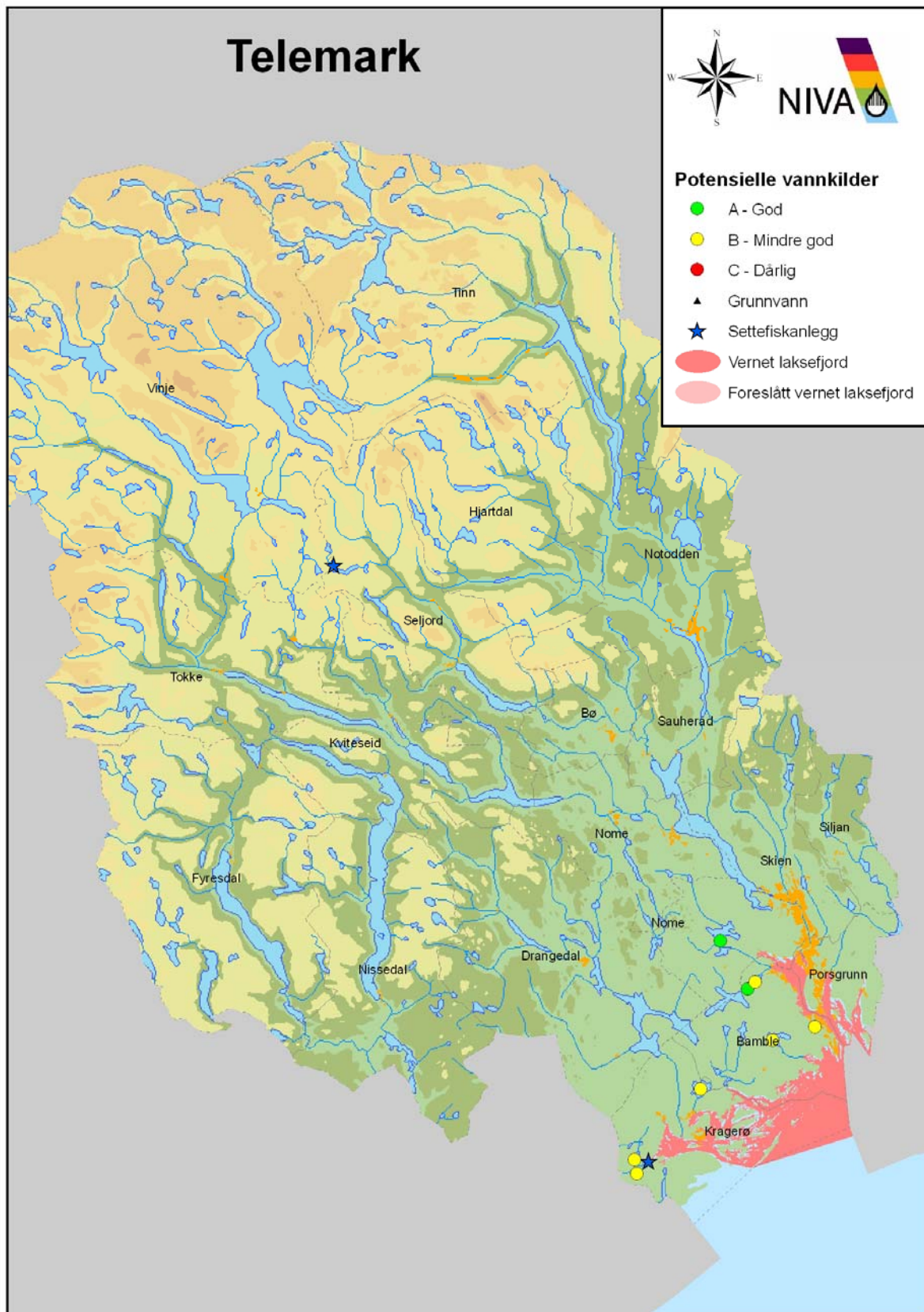
Figur 2.10 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Rogaland.



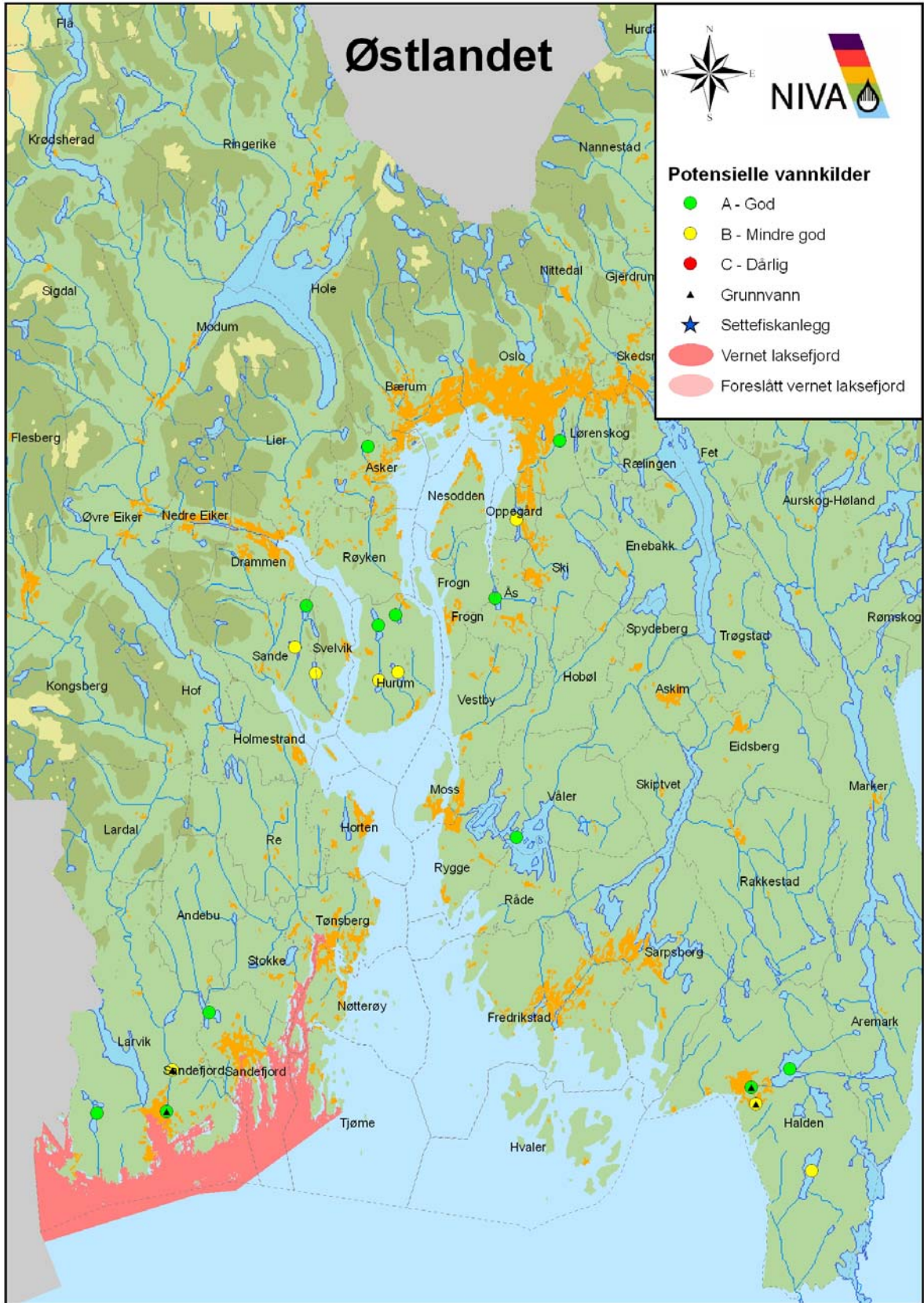
Figur 2.11 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Vest-Agder.



Figur 2.12 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Aust-Agder.



Figur 2.13 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder i Telemark.



Figur 2.14 Funn og geografisk plassering av aktuelle vannkilder på Østlandet

Resultater

Analysen har resultert i et funn på 876 potensielle vannkilder for settefiskproduksjon i Norge. Tabell 2.1 oppsummerer hvordan disse plasserer seg geografisk, vannkvalitetsmessig og i forhold til avrenning til laksefjord. Det er grunn til å anta at man ikke kan klare å utnytte hele vannforekomsten eller alle grunnvannskildene. Tabell 2.2 til 2.12 viser potensialet for smolt ved ulik utnyttelsesgrad av vannkilden fordelt på geografi, vannkvalitet og laksefjord avrenning. Tabell 2.2 til 2.6 omfatter både overflatekilder og grunnvann. I tabell 2.7 til 2.12 har vi sett bort fra grunnvannskildene. Ved en anslagsvis 50 % utnyttelse av alle tilgjengelige vannmengder av overflatevann og medtatt lokaliteter med antatt vannklassifisering ”god” og ”middels” er det estimert et produksjonspotensial på omtrent 3 milliarder smolt på landsbasis. Om vi tar med grunnvannskildene i tillegg og klassifiserer utvalget på samme måte har potensialet økt til omtrent 4.3 milliarder smolt. Vi kan også legge merke til at ca 1.7 milliarder smolt av disse to utvalgene vil måtte produseres med utslipp til en laksefjord. Om vi forutsetter at utvalget beskrevet over, ikke skal ha utslipp til laksefjord, vil potensialet være henholdsvis 2,1 milliarder ved overflatekilder og 2,5 milliarder ved inkludering av grunnvannkilder.

I beregningen av produksjonspotensialet har vi ikke vurdert hvor stor del av antall vannforekomster som allerede er utnyttet til settefiskproduksjon. Dette er et ankepunkt, men analysen vanskeliggjøres av at vannforekomstene (punkter, lokalisert i innsjøer eller grunnvannsmagasiner) ikke matcher med eksisterende anleggsplassering. Resultatene indikerer imidlertid at produksjonspotensialet er mange ganger dagens nivå slik at ovennevnte forhold blir av underordnet betydning for det store bildet.

Oppsummert gir dette et potensial intervall i størrelsesorden 2,1 – 4.3 milliarder settefisk. Med andre ord formidabelt, rent teoretisk.

Tabell 2.1. Potensielt antall smoltanlegg, omfatter alle vannforekomstene inklusive grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt		Vannkvalitet		Totalt		Vannkvalitet		Totalt		Vannkvalitet	
		antall	A antall	B antall	C antall	antall	A antall	B antall	C antall	antall	A antall	B antall	C antall
Østfold	01	5	3	2	0	5	3	2	0	0	0	0	0
Akershus	02	3	2	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0
Oslo	03	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	4	2	2	0	4	2	2	0	0	0	0	0
Vestfold	07	7	4	3	0	3	1	2	0	4	3	1	0
Telemark	08	8	2	6	0	2	0	2	0	6	2	4	0
Aust-Agder	09	14	4	10	0	14	4	10	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	24	2	11	11	14	0	3	11	10	2	8	0
Rogaland	11	54	19	23	12	34	11	19	4	20	8	4	8
Hordaland	12	65	34	13	18	39	25	6	8	26	9	7	10
Sogn og Fjordane	14	70	27	29	14	34	8	17	9	36	19	12	5
Møre og Romsdal	15	109	58	47	4	65	35	26	4	44	23	21	0
Sør-Trøndelag	16	62	27	30	5	40	18	17	5	22	9	13	0
Nord- Trøndelag	17	57	33	17	7	18	7	7	4	39	26	10	3
Nordland	18	160	98	53	9	126	66	51	9	34	32	2	0
Troms	19	77	64	10	3	55	44	8	3	22	20	2	0
Finnmark	20	156	82	49	25	106	55	33	18	50	27	16	7
Sum		876	462	306	108	563	282	206	75	313	180	100	33

Tabell 2.2. Potensiell smoltproduksjon ved 100 % utnyttelse av tilgjengelig vannføring. Omfatter alle vannforekomstene inklusive grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet		
		million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million
Østfold	01	82	50	32	0	82	50	32	0	0	0	0	0
Akershus	02	7	4	3	0	7	4	3	0	0	0	0	0
Oslo	03	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	3	1	2	0	3	1	2	0	0	0	0	0
Vestfold	07	321	8	313	0	159	2	156	0	162	6	156	0
Telemark	08	13	6	7	0	3	0	3	0	10	6	4	0
Aust-Agder	09	26	14	12	0	26	14	12	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	686	96	347	243	249	0	6	243	437	96	341	0
Rogaland	11	673	117	272	284	462	51	238	173	211	66	34	111
Hordaland	12	986	310	202	474	464	155	77	232	522	155	125	242
Sogn og Fjordane	14	1154	490	411	253	543	142	238	164	611	348	174	89
Møre og Romsdal	15	926	468	437	21	497	274	202	21	429	195	235	0
Sør-Trøndelag	16	274	155	99	20	169	91	58	20	105	64	41	0
Nord-Trøndelag	17	1434	795	592	47	482	15	437	30	952	780	155	17
Nordland	18	2080	1208	777	95	1920	1052	774	95	160	156	4	0
Troms	19	632	561	60	10	351	287	54	10	281	274	6	0
Finnmark	20	927	608	180	139	688	516	111	61	239	92	69	78
Sum		10223	4892	3745	1586	6105	2654	2401	1049	4119	2238	1344	537

Tabell 2.3. Potensiell smoltproduksjon ved 75 % utnyttelse av tilgjengelig vannføring. Omfatter alle vannforekomstene inklusive grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet		
		million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million
Østfold	01	61	37	24	0	61	37	24	0	0	0	0	0
Akershus	02	5	3	2	0	5	3	2	0	0	0	0	0
Oslo	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	2	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
Vestfold	07	241	6	234	0	119	2	117	0	122	5	117	0
Telemark	08	10	5	5	0	2	0	2	0	8	5	3	0
Aust-Agder	09	19	10	9	0	19	10	9	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	514	72	260	182	187	0	4	182	328	72	256	0
Rogaland	11	505	88	204	213	347	39	179	129	158	49	25	83
Hordaland	12	740	232	152	356	348	116	58	174	392	116	94	182
Sogn og Fjordane	14	866	367	308	190	408	106	178	123	458	261	130	67
Møre og Romsdal	15	695	351	328	16	373	205	152	16	322	146	176	0
Sør-Trøndelag	16	205	116	74	15	127	68	43	15	79	48	31	0
Nord-Trøndelag	17	1076	596	444	35	362	11	328	23	714	585	116	13
Nordland	18	1560	906	583	71	1440	789	580	71	120	117	3	0
Troms	19	474	421	45	8	263	215	40	8	210	206	5	0
Finnmark	20	695	456	135	104	516	387	83	46	179	69	52	58
Sum		7667	3669	2809	1189	4578	1991	1801	787	3089	1678	1008	403

Tabell 2.4. Potensiell smoltproduksjon ved 50% utnyttelse av tilgjengelig vannføring. Omfatter alle vannforekomstene inklusive grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet		
		million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million
Østfold	01	41	25	16	0	41	25	16	0	0	0	0	0
Akershus	02	3	2	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0
Oslo	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	2	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
Vestfold	07	160	4	156	0	79	1	78	0	81	3	78	0
Telemark	08	6	3	3	0	1	0	1	0	5	3	2	0
Aust-Agder	09	13	7	6	0	13	7	6	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	343	48	174	122	124	0	3	122	218	48	171	0
Rogaland	11	337	59	136	142	231	26	119	86	105	33	17	56
Hordaland	12	493	155	101	237	232	77	38	116	261	77	63	121
Sogn og Fjordane	14	577	245	206	127	272	71	119	82	305	174	87	44
Møre og Romsdal	15	463	234	218	10	248	137	101	10	215	97	117	0
Sør-Trøndelag	16	137	77	49	10	84	46	29	10	52	32	21	0
Nord-Trøndelag	17	717	398	296	24	241	7	218	15	476	390	78	8
Nordland	18	1040	604	389	47	960	526	387	47	80	78	2	0
Troms	19	316	281	30	5	176	144	27	5	140	137	3	0
Finnmark	20	463	304	90	69	344	258	55	30	119	46	34	39
Sum		5112	2446	1873	793	3052	1327	1201	525	2059	1119	672	268

Tabell 2.5. Potensiell smoltproduksjon ved 25% utnyttelse av tilgjengelig vannføring. Omfatter alle vannforekomstene inklusive grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt		Vannkvalitet		Totalt		Vannkvalitet		Totalt		Vannkvalitet	
		million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million
Østfold	01	20	12	8	0	20	12	8	0	0	0	0	0
Akershus	02	2	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
Oslo	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Vestfold	07	80	2	78	0	40	1	39	0	41	2	39	0
Telemark	08	3	2	2	0	1	0	1	0	3	2	1	0
Aust-Agder	09	6	3	3	0	6	3	3	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	171	24	87	61	62	0	1	61	109	24	85	0
Rogaland	11	168	29	68	71	116	13	60	43	53	16	8	28
Hordaland	12	247	77	51	119	116	39	19	58	131	39	31	61
Sogn og Fjordane	14	289	122	103	63	136	35	59	41	153	87	43	22
Møre og Romsdal	15	232	117	109	5	124	68	51	5	107	49	59	0
Sør-Trøndelag	16	68	39	25	5	42	23	14	5	26	16	10	0
Nord-Trøndelag	17	359	199	148	12	121	4	109	8	238	195	39	4
Nordland	18	520	302	194	24	480	263	193	24	40	39	1	0
Troms	19	158	140	15	3	88	72	13	3	70	69	2	0
Finnmark	20	232	152	45	35	172	129	28	15	60	23	17	19
Sum		2556	1223	936	396	1526	664	600	262	1030	559	336	134

Tabell 2.6. Potensiell smoltproduksjon ved 10% utnyttelse av tilgjengelig vannføring. Omfatter alle vannforekomstene inklusive grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt		Vannkvalitet		Totalt		Vannkvalitet		Totalt		Vannkvalitet	
		million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million
Østfold	01	8	5	3	0	8	5	3	0	0	0	0	0
Akershus	02	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Oslo	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vestfold	07	32	1	31	0	16	0	16	0	16	1	16	0
Telemark	08	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Aust-Agder	09	3	1	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	69	10	35	24	25	0	1	24	44	10	34	0
Rogaland	11	67	12	27	28	46	5	24	17	21	7	3	11
Hordaland	12	99	31	20	47	46	15	8	23	52	15	13	24
Sogn og Fjordane	14	115	49	41	25	54	14	24	16	61	35	17	9
Møre og Romsdal	15	93	47	44	2	50	27	20	2	43	19	23	0
Sør-Trøndelag	16	27	15	10	2	17	9	6	2	10	6	4	0
Nord-Trøndelag	17	143	80	59	5	48	1	44	3	95	78	16	2
Nordland	18	208	121	78	9	192	105	77	9	16	16	0	0
Troms	19	63	56	6	1	35	29	5	1	28	27	1	0
Finnmark	20	93	61	18	14	69	52	11	6	24	9	7	8
Sum		1022	489	375	159	610	265	240	105	412	224	134	54

Vannforekomster utenom grunnvann

Tabell 2.7. Potensielt antall smoltanlegg, omfatter alle vannforekomstene utenom grunnvannsforekomstene

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet		
		antall	A antall	B antall	C antall	antall	A antall	B antall	C antall	antall	A antall	B antall	C antall
Østfold	01	3	2	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0
Akershus	02	3	2	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0
Oslo	03	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	4	2	2	0	4	2	2	0	0	0	0	0
Vestfold	07	5	3	2	0	3	1	2	0	2	2	0	0
Telemark	08	8	2	6	0	2	0	2	0	6	2	4	0
Aust-Agder	09	14	4	10	0	14	4	10	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	14	1	7	6	8	0	2	6	6	1	5	0
Rogaland	11	37	15	16	6	25	11	13	1	12	4	3	5
Hordaland	12	39	24	7	8	30	21	4	5	9	3	3	3
Sogn og Fjordane	14	42	16	18	8	29	8	14	7	13	8	4	1
Møre og Romsdal	15	47	24	20	3	40	20	17	3	7	4	3	0
Sør-Trøndelag	16	46	20	23	3	29	14	12	3	17	6	11	0
Nord-Trøndelag	17	33	19	10	4	12	4	6	2	21	15	4	2
Nordland	18	127	76	45	6	111	61	44	6	16	15	1	0
Troms	19	48	37	8	3	36	25	8	3	12	12	0	0
Finnmark	20	126	62	43	21	88	43	30	15	38	19	13	6
Sum		597	310	219	68	438	219	168	51	159	91	51	17

Tabell 2.8. Potensiell smoltproduksjon ved 100% utnyttelse av tilgjengelig vannføring. Omfatter alle vannforekomstene utenom grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet		
		million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million
Østfold	01	33	33	1	0	33	33	1	0	0	0	0	0
Akershus	02	7	4	3	0	7	4	3	0	0	0	0	0
Oslo	03	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	3	1	2	0	3	1	2	0	0	0	0	0
Vestfold	07	161	4	156	0	159	2	156	0	2	2	0	0
Telemark	08	13	6	7	0	3	0	3	0	10	6	4	0
Aust-Agder	09	26	14	12	0	26	14	12	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	279	87	160	32	37	0	5	32	241	87	155	0
Rogaland	11	363	112	152	99	181	51	126	3	182	60	25	97
Hordaland	12	484	209	135	140	251	140	46	66	233	69	89	74
Sogn og Fjordane	14	667	293	200	174	467	142	167	158	200	151	33	16
Møre og Romsdal	15	402	224	160	19	362	194	150	19	40	30	10	0
Sør-Trøndelag	16	183	93	86	4	106	56	46	4	78	38	40	0
Nord-Trøndelag	17	1199	713	462	24	453	7	435	11	746	706	27	14
Nordland	18	1926	1123	766	36	1836	1036	764	36	90	88	2	0
Troms	19	315	251	54	10	240	176	54	10	75	75	0	0
Finnmark	20	643	376	133	133	455	305	94	56	188	71	40	78
Sum		6704	3544	2489	672	4618	2160	2064	394	2086	1383	425	278

Tabell 2.9. Potensiell smoltproduksjon ved 75 % utnyttelse av tilgjengelig vannføring. Omfatter alle vannforekomstene utenom grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet		
		million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million
Østfold	01	25	24	1	0	25	24	1	0	0	0	0	0
Akershus	02	5	3	2	0	5	3	2	0	0	0	0	0
Oslo	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	2	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
Vestfold	07	121	3	117	0	119	2	117	0	2	2	0	0
Telemark	08	10	5	5	0	2	0	2	0	8	5	3	0
Aust-Agder	09	19	10	9	0	19	10	9	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	209	65	120	24	28	0	4	24	181	65	116	0
Rogaland	11	272	84	114	75	135	39	95	2	137	45	19	73
Hordaland	12	363	157	101	105	189	105	34	49	175	52	67	56
Sogn og Fjordane	14	500	220	150	130	350	106	125	119	150	113	25	12
Møre og Romsdal	15	301	168	120	14	272	145	112	14	30	22	7	0
Sør-Trøndelag	16	138	70	64	3	79	42	34	3	58	28	30	0
Nord-Trøndelag	17	900	535	347	18	340	5	327	8	560	529	20	10
Nordland	18	1444	843	575	27	1377	777	573	27	68	66	2	0
Troms	19	236	188	40	8	180	132	40	8	56	56	0	0
Finnmark	20	482	282	100	100	341	229	70	42	141	54	30	58
Sum		5028	2658	1866	504	3464	1620	1548	295	1565	1038	319	209

Tabell 2.10. Potensiell smoltproduksjon ved 50% utnyttelse av tilgjengelig vannføring. Omfatter alle vannforekomstene utenom grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet		
		million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million
Østfold	01	17	16	0	0	17	16	0	0	0	0	0	0
Akershus	02	3	2	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0
Oslo	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	2	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
Vestfold	07	80	2	78	0	79	1	78	0	1	1	0	0
Telemark	08	6	3	3	0	1	0	1	0	5	3	2	0
Aust-Agder	09	13	7	6	0	13	7	6	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	139	43	80	16	19	0	3	16	121	43	77	0
Rogaland	11	181	56	76	50	90	26	63	1	91	30	13	48
Hordaland	12	242	105	67	70	126	70	23	33	116	35	45	37
Sogn og Fjordane	14	334	146	100	87	233	71	84	79	100	76	17	8
Møre og Romsdal	15	201	112	80	9	181	97	75	9	20	15	5	0
Sør-Trøndelag	16	92	47	43	2	53	28	23	2	39	19	20	0
Nord-Trøndelag	17	600	357	231	12	227	4	218	5	373	353	13	7
Nordland	18	963	562	383	18	918	518	382	18	45	44	1	0
Troms	19	157	125	27	5	120	88	27	5	37	37	0	0
Finnmark	20	321	188	67	67	227	152	47	28	94	36	20	39
Sum		3352	1772	1244	336	2309	1080	1032	197	1043	692	212	139

Tabell 2.11. Potensiell smoltproduksjon ved 25% utnyttelse av tilgjengelig vannføring. Omfatter alle vannforekomstene utenom grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet		
		million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million
Østfold	01	8	8	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0
Akershus	02	2	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
Oslo	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Vestfold	07	40	1	39	0	40	1	39	0	1	1	0	0
Telemark	08	3	2	2	0	1	0	1	0	3	2	1	0
Aust-Agder	09	6	3	3	0	6	3	3	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	70	22	40	8	9	0	1	8	60	22	39	0
Rogaland	11	91	28	38	25	45	13	32	1	46	15	6	24
Hordaland	12	121	52	34	35	63	35	11	16	58	17	22	19
Sogn og Fjordane	14	167	73	50	43	117	35	42	40	50	38	8	4
Møre og Romsdal	15	100	56	40	5	91	48	37	5	10	7	2	0
Sør-Trøndelag	16	46	23	21	1	26	14	11	1	19	9	10	0
Nord-Trøndelag	17	300	178	116	6	113	2	109	3	187	176	7	3
Nordland	18	481	281	192	9	459	259	191	9	23	22	1	0
Troms	19	79	63	13	3	60	44	13	3	19	19	0	0
Finnmark	20	161	94	33	33	114	76	23	14	47	18	10	19
Sum		1676	886	622	168	1155	540	516	98	522	346	106	70

Tabell 2.12. Potensiell smoltproduksjon ved 10% utnyttelse av tilgjengelig vannføring. Omfatter alle vannforekomstene utenom grunnvannsforekomstene.

Fylke	Fylke_nr	Alle anlegg				Anlegg UTEN utslipp til laksefjord				Anlegg MED utslipp til laksefjord			
		Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet			Totalt	Vannkvalitet		
		million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million	million	A million	B million	C million
Østfold	01	3	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0
Akershus	02	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Oslo	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buskerud	06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vestfold	07	16	0	16	0	16	0	16	0	0	0	0	0
Telemark	08	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Aust-Agder	09	3	1	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0
Vest-Agder	10	28	9	16	3	4	0	1	3	24	9	15	0
Rogaland	11	36	11	15	10	18	5	13	0	18	6	3	10
Hordaland	12	48	21	13	14	25	14	5	7	23	7	9	7
Sogn og Fjordane	14	67	29	20	17	47	14	17	16	20	15	3	2
Møre og Romsdal	15	40	22	16	2	36	19	15	2	4	3	1	0
Sør-Trøndelag	16	18	9	9	0	11	6	5	0	8	4	4	0
Nord-Trøndelag	17	120	71	46	2	45	1	44	1	75	71	3	1
Nordland	18	193	112	77	4	184	104	76	4	9	9	0	0
Troms	19	31	25	5	1	24	18	5	1	7	7	0	0
Finnmark	20	64	38	13	13	45	30	9	6	19	7	4	8
Sum		670	354	249	67	462	216	206	39	209	138	42	28

Kapittel 3

Hvor mye ferskvann er utnyttet til smoltproduksjon og kraftproduksjon i dag samt en vurdering av kombinert vannbruk

I dette kapitlet gir vi først en enkel omtale av ferskvann og kraftproduksjon fulgt av en omtale av nedbør og avrenning. Videre følger en kort beskrivelse av hovedtyper av kraftverk med revisjonsstans og effektkjøring. I siste del av dette kapitlet tar vi for oss kriterier for kombinasjonsbruk mellom kraft- og smoltproduksjon og til slutt problemer og muligheter for samdrift mellom kraftanlegg som eksisterer og nyetableringer av kraftverk sammen med etablering av smoltanlegg.

Ferskvann i Norge og vannkraftverk

Et vassdrag kan defineres som et sammenhengende vannsystem av elver fra utspring i snø, innsjøer og isbreer til sjø. Det er typiske forandringer av biologiske og fysiske forhold fra utspring til sjø. Ikke minst er det store temperaturvariasjoner fra fjell til sjø.

Norge er et land rikt på ferskvann med ca. 40 000 små og store vassdrag. 75 % av disse er enten lenger enn 10 km, eller har sjøer med flateinnhold større enn en kvadratkilometer. Nesten 20 av innsjøene våre er større enn 50 kvadratkilometer. Vassdragene er ulike med variasjoner i klima, nedbør og topografi. Elvene på Vestlandet, i Nordland og til dels i Troms har stor fallhøyde, og mange av disse vassdragene kan være relativt korte. Mens spesielt vassdrag på Østlandet, i Trøndelag, samt i Finnmark kan ha stor vannføring og lange elver. En del av vassdragene på Østlandet særpreges av å ha til dels stor vannføring.

Gjennomsnittlig årlig kraftproduksjon i Norge er 118 TWh (milliard kilowatt-timer). Den er beregnet på bakgrunn av tilsigene for årene 1970 til 1999. Den totale produksjonskapasiteten for vannkraft i Norge er ca. 27 500 MW (Mega Watt). Vannkraft er en av de viktigste naturressursene Norge har og utnyttelsen av vann til elektrisitetsproduksjon medfører betydelig påvirkning av vassdrag.

Tabell 3.1 Vannkraftpotensialet i Norge, 2006 (Kilde: NVE)

	GWh	Prosent
Nyttbar	186 947	100,0
Utbygd	118 154	63,2
Under bygging	349	0,2
Konsesjon gitt	1 036	0,6
Konsesjon søkt	3 765	2,0
Konsesjon avslått	1 344	0,7
Forhåndsmeldt	1 576	0,8
Varig vern	36 543	19,5
Rest	24 179	12,9

Nær 65 % av det utnyttbare vannkraftpotensialet er allerede utbygd (Tabell 3.1). Dette er fordelt på hele 856 kraftverk. Vår største kraftprodusent er Statkraft SF (Tabell 3.2) som driver 62 vannkraftanlegg og står for 30 % av den samlede produksjonskapasiteten.

Tabell 3.2 De 10 største produksjonsselskapene i Norge. Tabellen omfatter ikke eierinteresser i andre selskap med unntak av Norsk Hydro, hvor tallene inkluderer Norsk Hydro Produksjon AS og Norsk Hydro ASA. (Kilde: NVE)

Produksjonsselskap	Midlere årsproduksjon		Installert effekt	
	TWh	Markedsandel (prosent)	MW	Prosent
Statkraft SF/ Statkraft Energi AS	35,8	31,2	8644	31,3
BKK AS	6,8	5,7	1541	5,6
E-CO Vannkraft AS	6,8	5,7	1887	6,8
Norsk Hydro ASA	6,6	5,5	1339	4,8
Lyse Produksjon	5,9	5,0	1544	5,6
Agder Energi AS	5,6	4,7	1188	4,3
Skagerak Kraft AS	4,0	3,4	1056	3,8
Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk FKF	3,2	2,7	802	2,9
Trondheim Energiverk Kraft AS	3,2	2,7	746	2,7
Hafslund ASA - Sarpsborg	2,6	2,3	504	1,8

Utbyggingstakten ble sterkt redusert på slutten av 1970-tallet og har siden da vært lav. Utbygging av ny vannkraft er avhengig av etterspørsel. Energiforbruket øker for tiden med ca. 1,6 % pr. år, og Norge er nå i perioder avhengig av import fra naboland. I tørre år er Norge avhengig av netto import av elektrisitet. Norge er det eneste industrialiserte land i verden som så langt har dekket så godt som hele sitt elektrisitetsbehov med egenprodusert kraft. Norge er verdens sjette største vannkraftprodusent og den største i Europa. Den norske vannkraftindustrien har en tradisjon som går 100 år tilbake i tid. Vassdragene våre har stor økonomisk verdi og er av store allmenn interesse innen naturvern og friluftsliv/-aktiviteter.

For utbyggeren av vannkraftverk er det fallhøyde og vannmengde som er avgjørende for det økonomiske resultatet. Vannet samles gjerne opp i magasiner og ledes via turbinrør eller turbingater ned til kraftstasjonen, hvor stort trykk driver generatorer og omdanner bevegelsesenergi til elektrisitet. For mange av kraftstasjonene våre samles flere vassdrag i et "takrennesystem" og ledes til trykksjakter. Vi finner også mange vannkraftverk av ulik størrelse langs et vassdrag.

Frem til i dag har vi ikke funnet løsninger for å lagre store mengder elektrisk kraft og den potensielle energien samles opp i magasiner. Det finnes store reguleringsmagasiner som lagrer vannet i nedbørsrike perioder. Det lagrede vannet blir senere tappet for produksjon av elektrisitet. Det er etablert flere flerårsreguleringer. Døgn- og ukereguleringer av kraftverksmagasin kalles korttidsreguleringer. Magasinene er oftest plassert høyt til fjells for å utnytte fallhøyden. Forskjellen mellom høyeste og laveste tillatt vannstand i magasiner er fastlagt i en reguleringsavtale og vil variere fra magasin til magasin. Vi finner ofte at vann pumpes opp til reguleringsmagasin og med større fallhøyde ned til kraftstasjonen kan det oppnås en energigevinst.

Vannkraftverkene vi finner med utløp i sjø, utnytter hele fallhøyden helt ned til sjøoverflaten. Generatorene kjøles ved bruk av kjølevann fra turbingata. Disse vannmengdene til kjøling er relativt beskjedne, men også kjølevannet benyttes først til å produsere elektrisitet for deretter å bli pumpet opp til kjølevannsbasseng.

Kraftverk

Generelt er det to varianter av vannkraftverk.

Lavtrykkskraftverket er oftest et elvekraftverk med liten fallhøyde og store vannmengder og vi finner de fleste anleggene på Østlandet og i Trøndelag. Her er energiproduksjonen størst i nedbørsrike perioder og i flomtider.

Høytrykkskraftverk finner vi gjerne langs kysten vår og de fysiske installasjonene er gjerne bygd inn i fjell og har ofte større effektinstallasjon sammenlignet med et elvekraftverk. Denne typen kraftverk har ofte stor fallhøyde og vannet magasineres ofte i ett nett av oppdemte innsjøer. Om vinteren kommer nedbøren i form av snø. Tilsiget over året i vassdragene vil også variere med lokale geografiske og klimatiske forhold. Figur 3.1 viser norske kraftverk med ulik installert ytelse.

For fremtidige muligheter av kombinasjonsbruk mellom eksisterende kraftverk og smoltanlegg er det høytrykkskraftverk, med avløp nær sjø, som er av størst interesse.

Små vannkraftverk

Definisjonen på små vannkraftverk er:

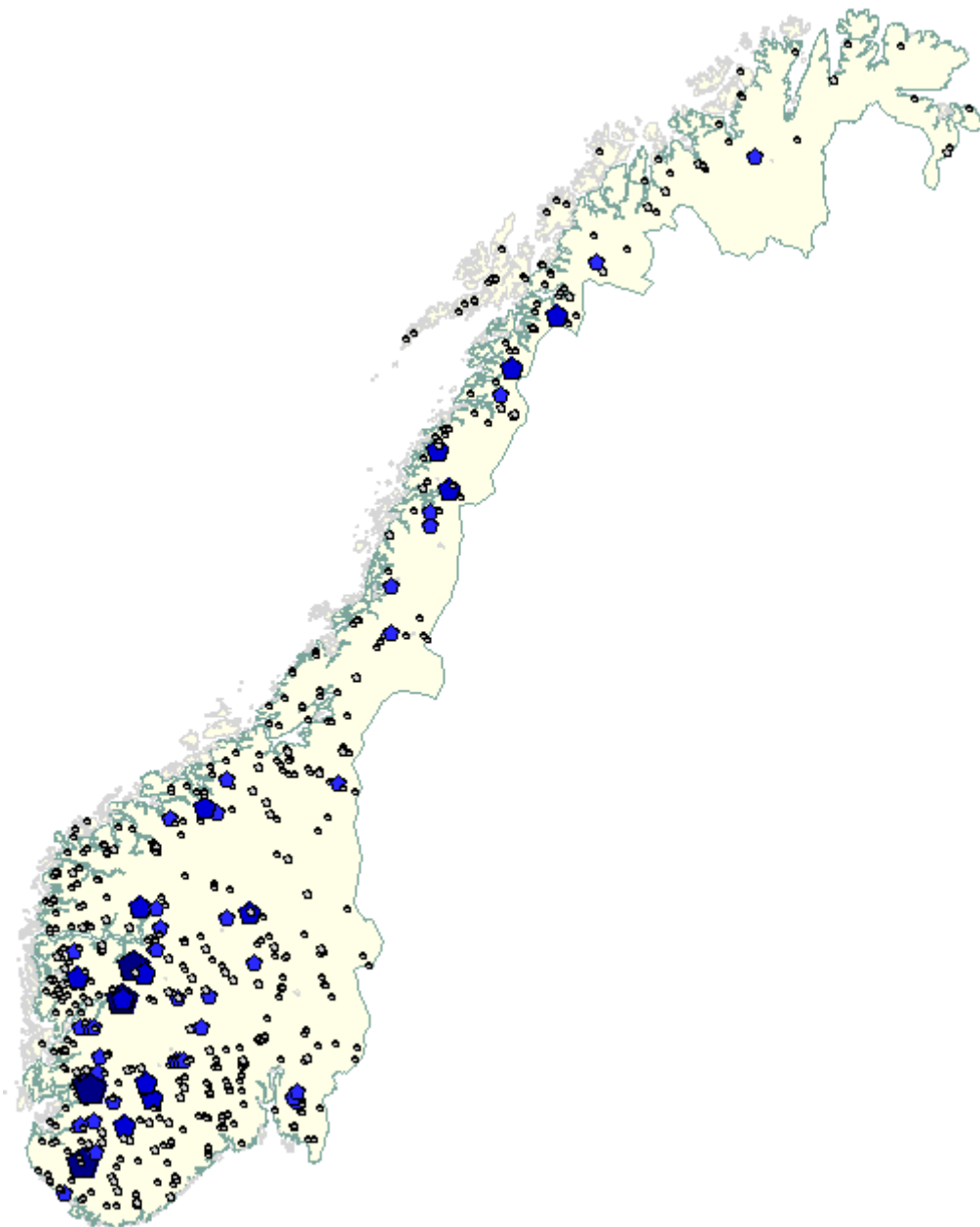
- Småkraftverk 1-10 MW
- Minikraftverk 0,1-1,0 MW
- Mikrokraftverk 0- 100 kW

NVE har utviklet en metode for digital ressurskartlegging av små kraftverk mellom 50 og 10 000 kW. Metoden bygger på digitale kart, digitalt tilgjengelig hydrologisk materiale og digitale kostnader for ulike anleggsdeler.

For kombinasjon av vannbruk mellom vannverk (drikkevann) og kraftverk er det hovedsakelig to typer kraftverk som er økonomisk gunstige:

1. Å erstatte eksisterende trykkreduksjonsventiler med mini-/mikrokraftverk.
2. Å utnytte eksisterende dam og rørgate fra nedlagte kraftverk eller nødforsyningsanlegg, og koble på en kraftstasjon så langt ned som mulig.

Tar man et tilbakeblikk på Norges små-, mini- og mikrokraftverk, så hadde vi mer enn 2000 slike kraftverk ved utgangen av 1943. Antallet søknader til NVE for utbygging av små-, mini- og mikro-kraftverk har økt og de mottar nå ca 100 søknader årlig. Det er stor interesse for å bygge små kraftverk i Norge. NVE har anslått at det samlede potensialet for små kraftverk under 10 MW med investeringsgrense 3 kr/kWh, utgjør 18 TWh. Dersom kostnadsnivået økes til 5 kr/kWh, øker potensialet med ytterligere 7 TWh. Bygging av små kraftverk kan bidra til kraftbalansen og sikre lokal næringsutvikling. Bidraget til kraftbalansen er mindre i tørrår, og det er i tørrår kraftsituasjonen kan være bekymringsfull. Samtidig er det viktig å sikre en god vannressursforvaltning der naturverdiene blir tatt vare på



Figur 3.1 Produksjonsanlegg i det norske kraftsystemet. De tre ulike mørkeblå symbolene angir anlegg med h.h.v. 500-1240, 250-500 og 120-250 MW installert ytelse, etter avtagende størrelse. (Kilde: Norsk Kraftforsyning FFI/Rapport-2000/04450)

Nedbør og avrenning

Behovet for å produsere elektrisitet varierer i grove trekk motsatt av tilsiget. Når tilsiget er stort, er produksjonen ofte lav og motsatt. Under vårfloppen fylles magasinene med vann som lagres for produksjon om vinteren, når tilsiget er lavt og etterspørselen etter elektrisitet stor.

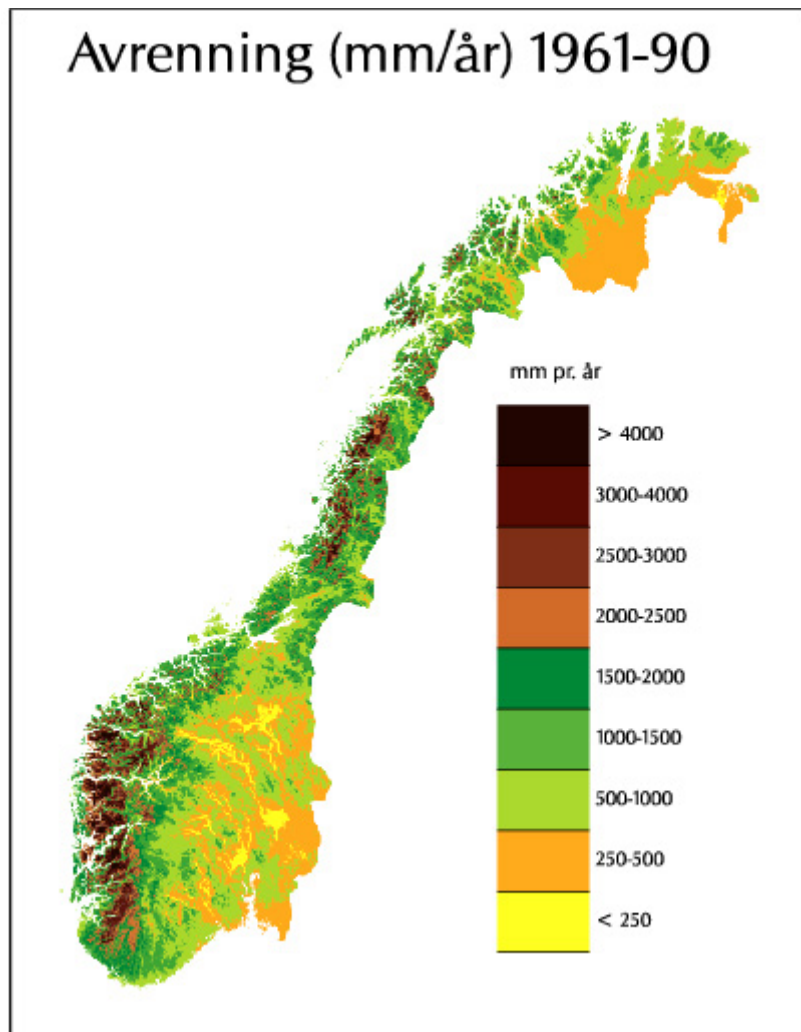
Når energiproduksjonen er større enn det nyttbare tilsiget, tappes magasinene for vann, og når det nyttbare tilsiget er større enn energiproduksjonen, fylles magasinene.

Tilsiget er den vannmengden som renner til magasinene fra et kraftverks samlede nedbørsfelt. I 1980-årene og fram til 1993 var det flere år med mye nedbør og et godt grunnlag for kraftproduksjon. Deretter fulgte det år med lite nedbør. Dette har også vært tilfelle de siste årene, hvor lite nedbør har resultert i stor nedtapping i magasinene.

Middelnedbøren i Norge er 1380 mm og 17 % av dette vil fordampe. Vi har store variasjoner i nedbør over landet, over sesong og fra år til år. De våteste årene har mer enn dobbelt så stor nedbør som de tørreste årene. Vi har ofte mest nedbør på Vestlandet, store områder med 3000-3500 mm, og nedbøren øker med høyden over havet. Ved kysten utgjør snømengdene mindre enn halvparten av årsnedbøren og vårfloppen inntreder der i slutten av april. I Nord Norge er vårfloppen på sitt høyeste i juni, noe tidligere i de ytre strøkene.

Avrenningskartet (Figur 3.2) er et viktig redskap for alle som har behov for å beregne gjennomsnittlig tilsig til et punkt i et vassdrag. Dette er nødvendig i sammenheng med dimensjonering av anlegg for kraftforsyning, vannforsyning, jordbruksvanning, oppdrett av fisk, flomsikring og vei- og brubygging. Kartet kan også nyttes ved vassressursplanlegging, klimaundersøkelser og til undervisningsformål.

Hydrologisk avdeling har utregnet årlige middelveier for avrenning for hele Norge for perioden 1961-1990. Resultatet er tilgjengelig som digitale kart eller papirkart og kan kjøpes hos NVE. Kartet viser hvor stor del av nedbøren som kommer i løpet av et år som renner ut i vassdragene. Resten vil fordampe fra landoverflaten. De digitale kartene presenterer avrenningen i enhetene [$mm / år$] eller [$l / (s \cdot km^2)$]. Papirkartene presenterer avrenningen i enheten [$l / (s \cdot km^2)$].



Figur 3.2 Årsmiddelerverdier for avrenning i mm pr.år. Kilde: NVE

Lovverket

For å kunne etablere og drive vannkraftanlegg må det gis en konsesjon, hvor Olje- og energidepartementet og NVE behandler konsesjonene knyttet til energi, mens Plan- og bygningsloven er en prosesslov som setter rammene for kommunenes behandling av byggeplaner. Miljøverndepartementet og Statens Forurensningstilsyn (SFT) er også viktige aktører i konsesjonssøknader. En egen lov, Energiloven, regulerer organiseringen av vår kraftforsyning. Mange energiltak må behandles etter både Plan- og bygningsloven og Energi- og vassdragsloven.

Energipotensialet er stort for små-, mini- og mikrokraftverk. Utbygging vil også bringe med seg andre fordeler: Ekstra inntekter for bønder i distrikts-Norge kan hindre fraflytting. Dessuten kan innovative bønder starte annen virksomhet i sammenheng med kraftverket, og man får inn effekt på nettet der alternativet vil være utbygging eller forbedring av eksisterende el-nett.

Nylig har vi fått en ny lov: Ot.prp. nr. 61 (2004–2005) Lov om akvakultur (akvakulturloven). I anledning etablering og samdrift av kraftverk og smoltanlegg har vi nedenfor vist en del av lovverket som er relevant i denne forbindelse (1).

”Tillatelse til akvakultur innebærer vedtak og uttalelser fra flere sektormyndigheter; miljøvernmyndighetene (Fylkesmannen), havne- og farvannsmyndighetene (Kystverket) og fiskehelsemyndighetene (Mattilsynet), i tillegg til kommunene. Videre vil Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) måtte vurdere søknader om akvakultur der akvakulturtiltaket innebærer inngrep i vassdrag. Etter dagens praksis gjennomføres tildelingen slik at søker sender én søknad til fiskerimyndighetene, som deretter koordinerer behandlingen med lokaliseringkommune og relevante sektormyndigheter.”

Settefisk av laks, ørret og regnbueørret skal ikke ha en individvekt som overstiger 250 gram. Den gitte produksjonsbegrensning sier at antall settefisk per smittemessig atskilt enhet ikke skal overstige 2 500 000 stk.

Vannkilde til settefisk og kultiveringsfisk av anadrom fisk eller ferskvannsfisk skal være uten oppgang av anadrom fisk, uten øvrig akvakulturrelatert virksomhet, eller avløp fra slik virksomhet.

Minimum vannmengde er i dag bestemt av biomasse. Det er dessuten åpnet for bruk av mindre mengde vann enn tidligere dersom tekniske løsninger kan dokumentere forsvarlige biologiske driftsbetingelser (som resirkulering, tilsetning av sjøvann, bruk av oksygen og andre kjemiske/fysikalske justeringer av driftsvannet).

Alle vanninntak skal ha sikring mot inntak av villfisk, samt at settefiskanlegg skal ha egnet innretning for å hindre at det rømmer fisk via avløpet.

Anlegget skal ha avløp direkte til sjø. Mht avløp er det naturligvis en forutsetning at det er gitt utslippstillatelse etter forurensningsloven. Regelen om avløp til sjø er ny i forhold til tidligere rettsstilling. Eksisterende settefiskproduksjon i landbaserte anlegg har i hovedsak utslipp til sjø. Begrunnelsen for kravet er miljø- og forurensningsmessige hensyn, samt smittehensyn. Ferskvannsresipienter er i utgangspunktet mer sårbare enn sjøresipienter. Dette fordi de ofte er svært avgrenset i størrelse og resipientkapasitet, og en bærekraftig oppdrettsnæring forutsetter at anleggene blir riktig lokalisert i forhold til de interesser som knytter seg til resipienten. Ubalanse i resipientens økologi vil raskt kunne oppstå ved tilførsel av næringsstoffer, kjemikalier og legemidler til avgrensede områder. Dersom avløpsvannet behandles spesielt (bestemt av fylkesveterinæren i hvert enkelt tilfelle), kan det også gis tillatelse til at avløpet går til ferskvann. Slikt krav til behandling av avløpsvannet kan for eksempel være desinfeksjon eller infiltrasjon.

EUs rammedirektiv for vann

EUs rammedirektiv for vann trådte i kraft 22. desember 2000 og vil være retningsgivende og bestemmende for vannressursforvaltningen i hele Europa framover. Direktivet skal bidra til å bevare, beskytte og forbedre vannkvaliteten og det akvatiske miljøet og sikre bærekraftig vannbruk. Dette skal oppnås gjennom en felles tilnærming, felles siktemål, felles prinsipper og et felles sett av forholdsregler for beskyttelse av ferskvann, brakkvann, grunnvann og kystvann. I direktivet legges det stor vekt på at ulike faktorer som påvirker vassdrag og grunnvann skal ses under ett. Det skal derfor tas utgangspunkt i en nedbørfeltsbasert forvaltning av vannressursene.

Det miljømessige målet som minimum skal oppnås betegnes som «god vannstatus» og skal nås senest 15 år etter at direktivet trådte i kraft. Økologisk, kjemisk og kvantitetsmessig

vannstatus skal defineres, klassifiseres og overvåkes. Det skal utarbeides forvaltningsplaner og utarbeides tiltaksprogram.

Vanndirektivet stilte som krav at alle vannforekomster skulle karakteriseres innen utgangen av 2004. Dette innebar en analyse av naturforholdene, en oversikt over vesentlige påvirkninger og en økonomisk analyse av vannbruken. Dette skal igjen gi et grunnlag for utarbeidelse av forvaltningsplaner, handlingsplaner og overvåkingsprogram for hvert enkelt distrikt. Data foreligger hos ulike forvaltningsinstitusjoner og forskningsmiljøer. Prosjektet "EUs rammedirektiv for vann. Påvirkning i norske vassdrag og kystsoner, tilgjengelighet til eksisterende data" av Statkraft Grøner, er et bidrag for å finne frem i "jungelen" av data.

Kombinasjonsbruk smoltanlegg og vannkraftverk

Rapporten "Miljøbasert Vannføring" Fase I (2001-2005), utgitt av NVE, sier følgende om å forene ulike brukerinteresser tilknyttet vann og vassdrag:

"Vann og vassdrag er en viktig ressurs som krever en moderne miljømessig forvaltning. Det må tas hensyn til de ulike brukerinteressene, men også til vassdragets biologiske og fysiske mangfold. Vannkraftutbygging har tradisjonelt vært en viktig brukerinteresse i Norge. Andre interesser, som bl.a. oppdrettsnæring, jordbruk, fiske og drikkevannsforsyning, har etter hvert fått sterkere fokus. Dette gjelder også rekreasjons- og opplevelsesverdier, sammen med de estetiske verdier. Naturens egne behov, med begreper som biologisk mangfold og økologisk integritet, har blitt sterkere aktualisert. Det er en stor utfordring for forvaltningen å forene disse ulike brukerinteressene"

Det eksisterer ikke mange smoltanlegg som er i kombinasjonsdrift med vannkraftverk i dag. De fleste samlokaliseringene av dette slaget er kultiveringsanlegg som er koblet sammen med kraftverk. Disse anleggene har til oppgave å produsere fisk til konsesjonspålagte utsetninger i vassdrag.

Vannkraftverkene har eksistert i mer enn 100 år, mens smoltproduksjon til kommersiell drift hadde oppstart for ca 35 år siden. Det er da naturlig å reise følgende spørsmål: *hvorfor er det svært få samlokaliseringer av disse to aktivitetene?* I løpet av de neste sidene i dette kapitlet forsøker vi å gi svar på dette.

For å drive et kommersielt smoltanlegg må det settes ulike krav. Nedenfor er det spesifisert viktig krav til smoltproduksjon satt opp mot forhold som eksisterer ved vannkraftverk. Først er det drøftet problemstillinger knyttet opp mot kombinasjonsbruk. Deretter er det drøftet og beskrevet foreslåtte løsninger på problemstillingene.

Kriterier for kombinasjonsbruk av kraftverk og smoltanlegg

Ser vi på kriteriene for drift av smoltanlegg kan vi liste opp følgende punkter:

1. Vannkvalitet (partikkelinnhold, gassovermetning, surt og ionefattig vann)
2. Vanntemperatur
3. Vannmengde
4. Kontinuitet av vanntilførsel
5. Areal for plassering av smoltanlegg

1. Vannkvalitet

Et problem kan oppstå ved blottlegging av strandsoner i magasinene. Dette kan gi utvasking av partikler og metaller. VK undersøkelser har vist at giftige metaller representerer et betydelig problem.

Når vann under trykk, fra turbinene i et kraftanlegg, frigjøres, kan dette føre til en uønsket overmetning av gass. Undersøkelser har vist at noen svært få prosent overmetning er uheldig for laksefisk. Inntaket til et kraftverk, magasin, eller elveinntak kan dra inn falsk luft, og dette fører til overmetning av gass i vannet.

I områder med sur nedbør kan vannkvaliteten føre til redusert vekst og dødelighet i smoltproduksjonen.

2. Vanntemperatur

Svært mange av vannkraftverkene våre henter vannet fra høyfjellsmagasin. Det tilsier at vanntemperaturen er relativ lav. Vinterstid, og vintermånedene er mange i høyfjellet, ligger temperaturen fast på 0,5-1,0 grader. Dette gjelder de mange kraftverkene som har inntak høyt oppe i vannsøylen. Først langt ut i juni måned kommer det en temperaturstigning, og fra juli til ca. 1. oktober vil vanntemperaturen ligge i området 8-12 grader.

De store vassdragene på Østlandet har en mye høyere vanntemperatur, men det gis ikke konsesjon til kommersielle smoltanlegg i disse områdene av landet vårt. Tilgjengelig vanntemperatur ved mange av kraftverkene langs kysten er lav og vil føre til uønsket lav veksthastighet hos laksesmolt.

3. Vannmengde

De fleste vannkraftstasjonene av noe størrelse har driftsvann i en slik mengde at det tilfredsstillende krav til vannmengde som store smoltanlegg har.

4. Kontinuitet ved vanntilførsel / Driftsstans ved kraftstasjoner

Alle kraftverk er avhengige av revisjonstans, men hyppigheten av stans av vannkraftverkene er svært forskjellige. En revisjonsstans er planlagt stans for kontroll og vedlikehold. Hvert aggregat i en kraftstasjon har som regel en stans hvert år, som varer noen dager. I tillegg kan det være korte stans (noen timer) for skift av oljefilter, børster, sprekkekontroll av turbinløpehjul etc. Betegnelsen driftsstans defineres som en uønsket hendelse pga. feil. Noen kraftverk har flere aggregater, slik som Aura kraftverk, Sunndalsøra, noe som tilsier at et aggregatstopp kun reduserer vannmengdene i en kraftstasjon, mens det fortsatt er tilgang på turbinvann fra aggregater som er i drift. Andre kraftverk (som f.eks. Trollheim) har kun ett aggregat, og har vanligvis en driftstans pr. år. Da vil det ved driftsstans ikke være tilgang på vann fra kraftstasjonen. Noen kraftverk har driftstans flere ganger pr. år, mens andre anlegg kan kjøre flere år mellom hver stans. Dette momentet er en av hovedgrunnene til manglende sameksistens av vannkraftverk og smoltanlegg. Et smoltanlegg som er kombinert med kraftstasjon, og som benytter seg av det samme vannet, må ved ordinær drift pumpe inntaksvann fra kraftstasjonens avløpsvann. Det er realistisk å påregne en løftehøyde på minimum 4 meter. Et alternativ for inntaksvann til smoltanlegget ved driftsstans av kraftstasjon er å koble seg på trykkledning/turbinrør ovenfor generatoren. Ved stans av kraftstasjon kan det tenkes en installasjon av reduksjonsventil med mulighet til uttak av vann fra turbinrør med trykk. Vi må også være klar over at det er tilfeller i kraftstasjoner hvor

trykkledning/turbinrør er tomme for vann og at dette alternativet til tider ikke gir løsning på problemet med sikringsvann. I tillegg kan det være tilfeller, hvor det for eksisterende kraftanlegg, ikke er gjennomførbart å installere slikt tilleggsutstyr. Dette kan være av plassmessige eller sikkerhetsmessige grunner. Dersom det er mulig med uttak av sikringsvann fra turbinrør kan vi videreføre dette alternativet og se på merkostnader for drift av smoltanlegget ved gitte betingelser:

Eksempel 3.1:

- Smoltanlegget har stående biomasse på 2,5 millioner smolt
- Gjennomsnittsstørrelse pr. fisk er 80 gram. Totalt en stående biomasse på 200 tonn fisk
- Vannforbruket settes til 0,3 liter/min/kg fisk.
- Totalt vannforbruk: 60 kubikkmeter/min eller 1 kubikkmeter/sek.
- Tap av vann dersom smoltanlegget tapper vann direkte fra turbinrør, representerer et stort tap for kraftstasjonen:
Energitap er helt avhengig av fallhøyde og uttak av vann. Som eksempel ved en fallhøyde på 500 m vil 1100 kWh bli tapt for hver brukt m³ til annet formål enn å produsere energi. 1100 kWh betyr ca. kr 600 pr. m³. En kostnad på kr. 600,- pr.sekund.
- Dette er et alternativ som kan beskrives som helt håpløst

Vannkraftverkene langs kysten, spesielt kraftverk med store magasiner, er lokalisert ved sjøkanten og ligger ved elv som er regulert. Som en følge av redusert vannmengde etter reguleringen, er det krav til minstevannføring. Dette kan begrense muligheter til drift av smoltanlegg i tilfeller hvor det er krav til en annen vannkilde i tillegg til turbinvannet fra kraftverk

5. Areal til og plassering av smoltanlegg

Svært mange av kraftstasjonene langs kysten vår er lokalisert i trange fjorder, hvor uteområder er svært begrenset. Et ordinært gjennomstrømningsanlegg krever plass til smoltkar og bygninger. Et smoltanlegg som årlig produserer 2½ million laksesmolt bør ha et minimums krav til 8 dekar. Svært mange av vannkraftverkene er lokalisert slik at turbinvannet har nærhet til sjø, men det er samtidig et stort antall som også har avløp til elv. Vi kan sette en grense på 1500 meter fra sjø til smoltanlegg. Større avstand enn 1500 meter kan føre til urealistiske høye kostnader for ledningsnett til eller fra smoltanlegget. Dersom avløpsvannet ikke kan føres til sjø, må det bygges kostbare rensestasjoner for avløpsvannet. Det tillates ikke etablering av kommersielle smoltanlegg i vassdrag med oppgang av anadrom fisk, og følgelig vil det være svært vanskelig å få løyve til drift av smoltanlegg som ikke har avløp til sjø.

Kostnader

Det finnes to rapporter av økonomisk og operasjonell art hva gjelder sameksistens mellom smoltanlegg og kraftstasjon, fra Reinskar kraftverk og Forsan kraftverk (2). Analysene har spesielt tatt for seg merkostnader for kraftverket for å sikre vann til smoltanlegget. Dette gjelder både investeringer og drift for driftsstans. I tillegg kom det merkostnader knyttet til dypvannsinntak for å skaffe høyere vanntemperatur i sommerhalvåret. For kraftverket påløper det også driftskostnader som tap av noe fallhøyde og endret kjøringsmønster for å oppfylle krav til vann som var stort på forsommer og sensommer med høy biomasse.

I tabell 3.3 har vi gjengitt oppsummeringen som ble gjort av Statkraft Grøner og KPMG for Forsan kraftverk

Tabell 3.3 Økonomisk analyse av ulike alternativer for produksjon av smolt og kraft separat eller i kombinasjonsanlegg for Forsan Kraftverk (2). (Krv. = kraftverk)

Alternativ	Felles- / separat-løsning	Investerings-kostnad Mill. NOK	Produksjon El. GWh	Produksjon Smolt mill. smolt	Nåverdi Mill. NOK
Krv. kons.søkt	Separat	75	38	-	30
5 mill. smolt: Smoltanlegg	Separat	82+17	-	5	3
Krv.	Felles	75	35	-	22
Smoltanlegg	Felles	72+14	-	5	11
Sum krv-smoltanlegg	Felles	161	35	5	33
10 mill. smolt: Smoltanlegg	Separat	101+17	-	10	106
Krv.	Felles	75	35	-	22
Smoltanlegg	Felles	87+14	-	10	118
Sum krv-smoltanlegg	Felles	176	35	10	140

Tabell 3.3 viser at en kombinasjon av kraftverk og smoltanlegg er mer lønnsomt enn enten kraftverk eller smoltanleggalene. Den totale lønnsomheten øker betraktelig med økt smoltproduksjon.

Et kombinasjonsanlegg er miljømessig prinsipielt mer gunstig enn separatanlegg da kun ett vassdrag berøres; d.v.s. kun ett vann reguleres og kun én elvestrekning berøres. Da smoltanlegget trenger vann hele året, innebærer det også at Forsanvatnet i de fleste år ikke trenger å senkes så mye som i en ren kraftverkløsning. I tillegg kommer praktiske og sikkerhetsmessige fordeler på driftsiden. Et smoltanlegg på 5 mill. smolt vil gi 6 arbeidsplasser. Tilsvarende vil et anlegg på 10 mill. smolt gi 8 arbeidsplasser. Kraftverket vil gi anslagsvis 0,5 årsverk.

Drøftinger og beskrivelse av løsninger ved etablering og drift av smoltanlegg lagt til kraftstasjoner

Regelveket som er beskrevet ovenfor, omtaler etablering av settefiskanlegg. Det settes ulike krav til drift, og videre setter lovverket visse krav til inntaksvann og avløpsvann. Vi kan ikke se at de ulike krav er vanskeligere å oppfylle for kombinasjonsbruk sammenlignet med et vanlig gjennomstrømningsanlegg til smoltproduksjon som ikke har samdrift med kraftverk.

Avløpsvannet fra kraftstasjonen må pumpes opp til samlebasseng for deretter å fordeles til de ulike avdelinger i smoltanlegget. Pumper vi en vannmengde tilsvarende $1 \text{ m}^3/\text{sek}$, mot 4 meter, er årskostnader 5-600 000 NOK, forutsatt 30 øre/kWh, flatt/konstant vannuttak og mot en virkningsgrad på 0,54. Kraftprisen er selvfølgelig avgjørende for pumpekostnadene. Dersom man skal etablere et pumpeanlegg, er det svært viktig å gjøre en grundig jobb hva angår design av anlegget og valg av komponenter. Følgende faktorer er helt avgjørende:

- Pumpehøyden må minimaliseres
- Vann må ikke pumpes over overløp
- I praksis må pumpemotorene styres fra frekvensomformere som sørger for å holde konstant trykk / nivå i et gitt punkt (for eksempel matetank)
- Falltapet i vannledningene må være lavest mulig
- Virkningsgraden på selve pumpen må være så høy som mulig
- Virkningsgraden på pumpemotoren må være så høy som mulig
- Virkningsgraden på frekvensomformereren må være så høy som mulig

Først nevnte vi at vanntemperaturen var uønsket lav fra mange kraftverk. Dette i forhold til temperaturkrav til laksefisk for å oppnå god vekst. Det er ingen ting som tilsier at vi i kombinasjonsdrift mellom kraftverk og smoltproduksjon, ikke kan løse temperatur problemet ved bruk av energianlegg, på samme måte som mange av dagens smoltanlegg benytter. Dagens varmpumpedrift er godt innarbeidet, reduserer energikostnadene og investeringskostnadene er overkommelige.

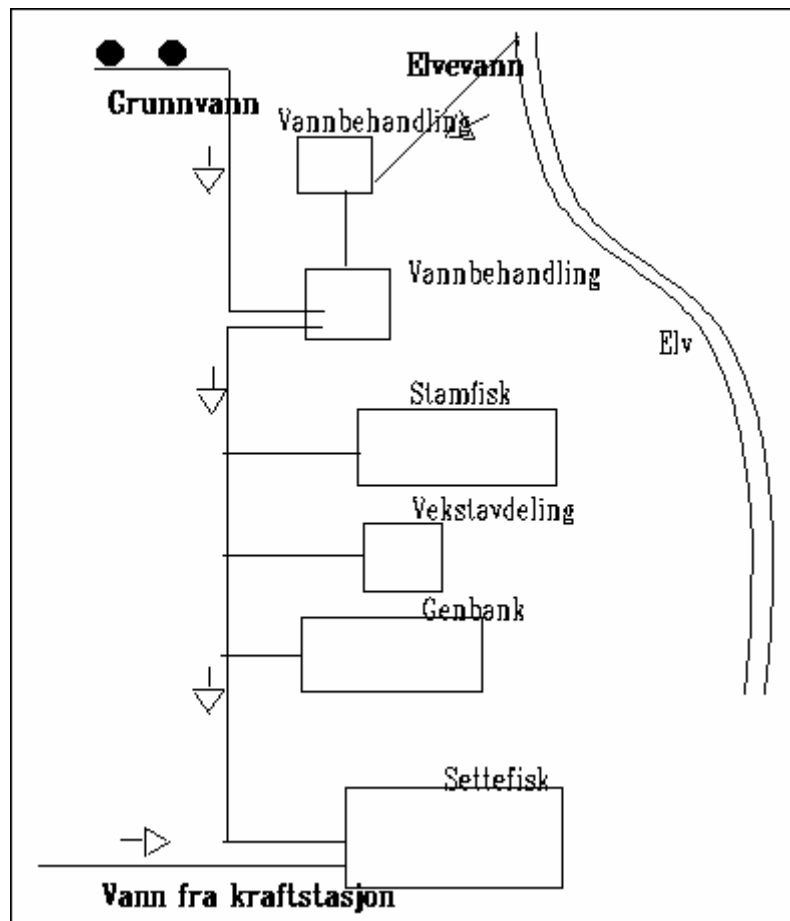
Et fordelaktig alternativ som eksisterer for en del vannkraftverk, er å benytte oppvarmet vann som er et resultat av kjøling av generatorene. Norske settefiskanlegg, spesielt kultiveringsanlegg, har allerede benyttet denne energien, som ellers går tapt. Aura kraftstasjon, Statkraft Sunndalsøra, har i mer enn 30 år levert kjølevann til produksjon av fisk ved AKVAFORSK. Her foreligger det årevis med data for vanntemperatur av driftsvann og kjølevann, hvor det viser seg at kjølevannet får et temperaturløft på 6-10 grader i forhold til råvannet. Oppvarmingsgraden og mengde av kjølevann varierer mye for ulike kraftstasjoner. Opprinnelig når kraftstasjonene ble etablert var det ingen interesse knyttet opp mot kjølevann og utnyttelsen av kjølevannet for etablerte kraftstasjoner er ikke enkelt. Blant annet må kjølevannet fra hver av generatorene samles i felles ledning, pumpes til et eventuelt smoltanlegg og det må luftes for å unngå en uheldig overmetning av gass i vann. Kraftstasjonen ved Aura er en relativ stor stasjon, ved maksimal drift på 290 MW, som gir en kjølevannsmengde tilsvarende 6-9 kubikkmeter pr. minutt. Ved maksimal drift bruker kraftverket 29 kubikkmeter vann pr. sekund. Også i de tilfeller hvor drift av kraftstasjonen

kjører med redusert last, er det tilgang på svært store mengder turbinvann dersom vannet tenkes brukt til produksjon av smolt. Et smoltanlegg med en årsproduksjon på 2,5 millioner smolt kan ha en stående biomasse på ca. 200 tonn fisk. Vannkravet i dette tilfelle vil være ca. 1 kubikkmeter pr. sekund. Dette ved et forbruk av 0,3 liter vann pr. minutt pr. kg. fisk og ved tilsetning av oksygen.

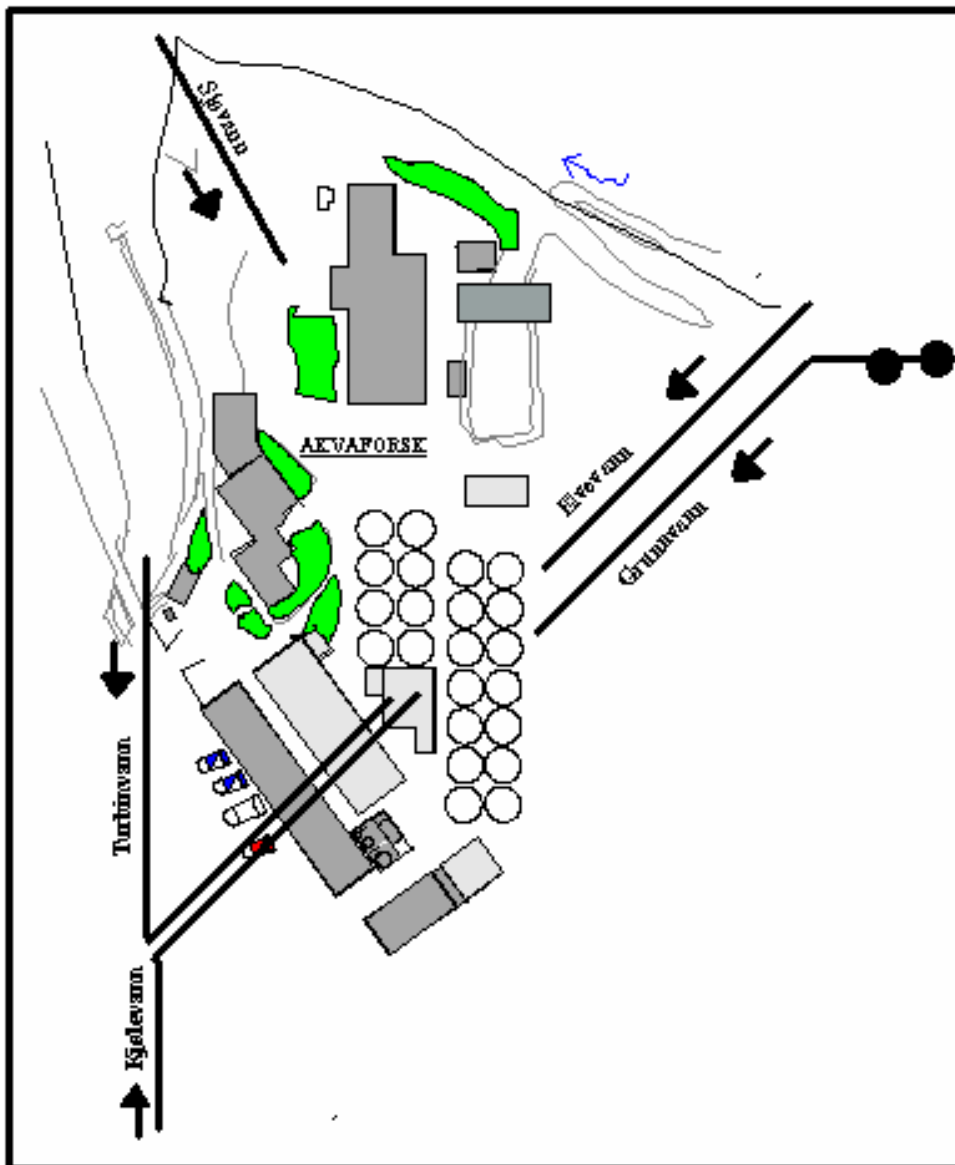
Norske brukere av smoltanlegg har kunnskap om vannbehandling. Om opprinnelsen til vannet er kraftverk, eget inntak for smoltanlegg i elv eller fra eget inntak i vannmagasin, er forutsetning for å løse oppgaven den samme. Vi har eksempler i Norge på vellykket bruk av turbinvann til produksjon av laksefisk.

Et svært viktig område er kontinuitet hva gjelder drift av kraftstasjonen og tilgang på eventuelle andre vannkilder enn turbinvann fra kraftstasjonen. Andre relevante vannkilder er aktuelt å benytte ved stans i kraftstasjonen. Ovenfor (Eksempel 3.1) har vi gitt regneksempel på driftskostnader for å ta ut sikringsvann på trykksiden i kraftstasjonen. Dette resulterte i en håpløs økonomisk situasjon og vi må finne andre løsninger på å sikre vannet til et smoltanlegg. Denne illustrasjonen viser klart at dette alternativet gir for store driftskostnader til smoltanlegget. Et alternativ til tiltak ved stans i kraftstasjonen, som kan diskuteres, er å installere tekniske systemer for resirkulering av vann. Dette kan redusere bruken av vann, ved driftstans i et kraftverk, med for eksempel 90 %. Dersom stans i vannet er av en svært kort varighet, kan installasjonene være forholdsvis enkle med tilbakepumping av vann til samle basseng for derfra å fordele vann til enheter med fisk. Bruk av oksygen kan i dette tilfellet være et godt alternativ. Alternativet synes å være befengt med mange svakheter. Det finnes restriksjoner som tilsier at det skal være smittehindrende fysiske barrierer mellom hver seksjon. Innendørs avdeling og større ute kar med avdeling med smolt må for eksempel ha atskilte vannsystemer av sykdomsmessige grunner. Vi må følgelig installere flere uavhengige systemer for resirkulering. Og dette tilsier at det er krav til nytt tilleggsvann til det resirkulerende systemet. En annen svakhet er at driftstansen ofte er av lengre varighet, og ved lengre avbrudd kreves det systemer som ligner på et permanent resirkuleringssystem, med krav til rensing og lignende. Da faller mye av ideen bort med å drive et gjennomstrømmingsanlegg med tilgang på store mengder vann fra kraftverk. Ved revisjon av kraftstasjoner oppstår også tilfeller hvor trykkrør over turbinene er tomme for vann.

Det synes å være kun ett godt alternativ til å sikre driften av et smoltanlegg som benytter inntaksvann fra utløpet til kraftstasjon. Alternativet er å ha tilgang på andre vannkilder i tillegg til vannet fra kraftstasjon. Dette bør være vannkilder som ikke er en del av inntaksnett til kraftstasjon. Dersom smoltanlegget har sikringsvann av denne typen, må anlegget også i dette tilfellet gi erstatning til kraftselskapet tilsvarende tapt energi ved forbruk av vann. Alternative kilder må være vassdrag eller vannmagasin nær smoltanlegget og/eller at lokaliteten har tilgang på grunnvann. Vi vil belyse disse kravene ved å vise 2 oppdrettsanlegg; stamfiskanlegg og rognbank i Eidfjord (Figur 3.3) og AKVAFORSK sitt anlegg på Sunndalsøra (Figur 3.4), som har vann fra kraftstasjon og samtidig har tilgang på andre sikringskilder. Teknisk sett er disse to anleggene plassert etter kraftstasjonen, slik at vannet først kan nyttes til kraftproduksjon. Her benyttes vannressursen to ganger, til kraft- og fiskeproduksjon, og samlokaliseringen kan benevnes som miljøvennlige tiltak.



Figur 3.3 Inntak av vann fra kraftstasjon, elv og grunnvann ved Statkrafts settefiskanlegg og genbank i Simadalen



Figur 3.4 Inntak av alternative vannkilder i tillegg til turbinvann. Vannkilder ved AKVAFORSK sitt anlegg på Sunddalsøra

Hvor mye laksesmolt kan det produseres i kombinasjon med vannkraftverk

For å løse denne oppgaven har vi hatt korrespondanse med sentrale personer i Statkraft og NVE, og vi har benyttet de ordinære søkemotorer på nettet. Dette for å utarbeide en fullstendig oversikt over vannkraftverk langs kysten vår og å få dokumentert en vannføring over år for disse. I tillegg var det ønskelig med en oppgave over utførte revisjoner i løpet av året for disse vannkraftstasjonene. Dette ville satt oss i stand til å angi tilgang på vann, driftssikkerhet og lokalisering av vannkraftverk som kunne vært aktuelle for å bli koblet sammen med produksjon av smolt.

Det finnes imidlertid ikke utarbeidede statistikker og oppgaver over nettopp disse temaene og de sentrale personene vi har hatt forbindelse med opplyser at tilgjengelige data innen vannkraftindustrien kun er rettet mot vannkraftverk. Informasjonen vi ønsker må dermed

utarbeides separat, og man må inn på de mange vannkraftverkene for å utarbeide en slik statistikk. Vi har i tabell 3.4 Data fra norske vannkraftverk fra NVE løst en viktig del av oppgaven. Her beskrives 120 av de norske vannkraftverkene med tanke på avløp til sjø og midlere vannføring fra kraftstasjonene.

Tabell 3.4 viser tydelig at det er svært store vannmengder fra vannkraftverk som allerede er utbygd. Hva gjelder nye vannkraftverk har Norge bygd ut ca. 65 % av vannkraftpotensialet og omsøkt utbygging av resterende potensial dreier seg om kun ca. 2 % (av det totale potensial).

Som tidligere nevnt har vi satt opp noen forutsetninger for å nytte kombinasjonen vannkraftverk og smoltanlegg:

- Adgang til andre vannkilder enn kun vann fra kraftverk
- Vannkvalitet (partikkelinnhold, gassovermetning, surt og ionefattig vann)
- Areal til og plassering av smoltanlegg
- Kun kraftverk som har en beliggenhet som fører til at avløp fra smoltanlegg kan legges i sjø

En foreløpig undersøkelse viser at blant Statkraft sine nær 100 vannkraftanlegg (anlegg hvor Statkraft har eiendeler) har ca. 20 anlegg en beliggenhet som oppfyller de ovenfor nevnte kravene til avløp fra smoltanlegg.

Eksempel 3.2:

- Et smoltanlegg skal produsere 2,5 millioner smolt/år
- Gjennomsnittsstørrelse pr. fisk er 80 gram. Totalt en stående biomasse på 200 tonn fisk
- Vannforbruket settes til 0,3 liter/min/kg fisk.
- Totalt kreves det i dette tilfellet 1 m^3 vann/sek. Dette ved største stående biomasse. Dette er relativt små vannmengder med tanke på eksisterende høytrykkskraftverk, som oftest har vannmengder som er 10 ganger disse verdiene. Tar vi som utgangspunkt at smoltanlegget har tilgang på 10 m^3 vann/sek fra vannkraftverk, kan det teoretisk produseres 4 mill. smolt/år når vi kun betrakter tilgang på vann som begrensede faktor. Har vi som nevnt ovenfor 20 vannkraftverk vil tilgjengelig vann tilsi en årsproduksjon på 70-100 millioner smolt.

I praksis kommer det inn mange andre begrensninger som reduserer produksjonspotensialet:

- Nasjonale Laksefjorder
- Nasjonale Laksevassdrag
- Friluftsliv
- Naturvern
- Veterinære bestemmelser
- Utslippsløyve/terskelfjorder
- Anadrom fisk i vassdraget
- Generell tilgang på areal

Dette teoretiske regnestykket (Eksempel 3.2) bygger kun på vannkraftverk som Statkraft har eierandeler i. Et annet scenario er å betrakte de 120 kraftverkene som er beskrevet i tabell 3.4. og kun vurdere muligheter for smoltproduksjon etter tilgang på turbinvann (mange av Statkraft sine vannkraftverk er med i denne tabellen). Den gjennomsnittlige vannføringen var $11 \text{ m}^3/\text{sek}$. Går vi ut fra at kun 10% av de 120 anleggene oppfyller de mange kravene som vi har definert ovenfor, vil det være tilgang på ca. 130 m^3 vann/sek. Disse vannmengdene er tilstrekkelig til å produsere ca. 300 millioner smolt pr. år. Dette tatt i betraktning de forutsetningene vi har lagt til grunn for regnestykket.

Vi kan ta for oss nok et scenario. I 2006 har vi i Norge en produksjon på ca. 160 mill. smolt og behovet 15 år frem i tiden har vi i dette kapittelet stipulert til ca. 350 mill. smolt. Dette tilsier et tilleggsbehov på ca. 180 mill. smolt. Går vi tilbake til de nevnte 120 kraftverkene, med en vannføring på gjennomsnittlig $11 \text{ m}^3/\text{sek}$, kan vi antyde at vannmengdene fra 7-12 av disse kraftverkene må kunne oppfylle kravene vi har nevnt for å dekke det fremtidige smoltbehovet. Med andre ord må 7-10 % av kraftverkene, beskrevet i tabell 3.4, oppfylle kravene til samdrift av kraftverk og smoltanlegg, for å dekke smoltproduksjonen 15 år frem i tiden.

På ny vil vi understreke at regnestykkene ovenfor bygger på mange forutsetninger.

Tabell 3.4 Data fra norske vannkraftverk, NVE.

Vannkvnr	Krvtype	Medium	Vannkvnavn	Midlere årsproduksjon 1970-99 [GWh]	Maksytelse [MW]	Brt. Fallhøyde [m]	Slukeevne [m ³ /s]	Avstand kystlinje [m]	Midlere vannføring (m ³ /s)
320	Vannkraftverk	F	OLTESVIK	19,566	5,6	37,5	19,69	56	7,2
528	Vannkraftverk	U	ÅNA-SIRA	642,879	150	47	375,38	860	190,0
352	Vannkraftverk	F	SAGEFOSS	6,221	2,9	106	3,29	81	0,8
769	Vannkraftverk	U	FLØRLI	238,408	80	755	11,5	54	4,4
257	Vannkraftverk	U	LYSEBOTN	1268,801	210	629	42	108	28,0
98	Vannkraftverk	F	FRITZØE	12,342	3,3	23,29	20	181	7,4
436	Vannkraftverk	F	TAU	5,017	1,1	13,5	9,55	96	5,2
52	Vannkraftverk	F	BØRTVEIT	9,733	2,4	356,39	0,8	14	0,4
486	Vannkraftverk	F	VALEN	12,743	1,6	300	0,69	126	0,6
29	Vannkraftverk	U	BLÅFALLI I	46,85	8,7	27	36,06	188	24,1
388	Vannkraftverk	F	SKULAFOSSEN	21,874	4,5	175	3,29	368	1,7
360	Vannkraftverk	F	SAUDA III	490,864	64	249	33,99	8	27,4
167	Vannkraftverk	U	HYLEN	921,624	160	68	269,35	239	188,2
266	Vannkraftverk	U	MAURANGER	1092,503	250	830	36	1 022	18,3
193	Vannkraftverk	F	KALDESTAD	28,898	6,3	596	1,2	54	0,7
317	Vannkraftverk	U	OKSLA	952,027	200	450	52,02	178	29,4
278	Vannkraftverk	F	MOSSEFOSS	13,847	1,9	23	9,42	301	8,4
451	Vannkraftverk	F	TRENGEREID	18,563	3,2	388	1	87	0,7
6	Vannkraftverk		ARNA	7,425	2,2	61	4,09	89	1,7
471	Vannkraftverk	F	TØSSE	13,947	3,5	52	6,48	332	3,7
485	Vannkraftverk	F	VAKSDAL	13,646	2	80	3,09	89	2,4
97	Vannkraftverk	F	FOSSMARK	43,046	9	432	2,4	6	1,4
264	Vannkraftverk	U	MATRE M	800,213	150	463	38,6	25	24,0
462	Vannkraftverk	F	TVEIT	7,124	1	388,29	0,3	98	0,3
66	Vannkraftverk	F	DYRNESLI	47,26	6,5	317	2,59	51	2,1
401	Vannkraftverk	F	STONGFJORD	11,238	2,5	90	3,3	111	1,7
296	Vannkraftverk	F	NEDRE MARKEVATN	9,031	2,8	42	8,35	15	3,0
183	Vannkraftverk	U	SVELGEN III	108,969	22	480	6	1 335	3,2
423	Vannkraftverk	U	SY-SIMA	2074,733	620	905	79,4	97	31,8

Vannkvnr	Krvtype	Medium	Vannkvnavn	Midlere årsproduksjon 1970-99 [GWh]	Maksytelse [MW]	Brt. Fallhøyde [m]	Slukeevne [m3/s]	Avstand kystlinje [m]	Midlere vannføring
231	Vannkraftverk	U	LANG-SIMA	1328,905	500	1065	51,7	123	17,3
476	Vannkraftverk	F	ULVIK I	6,522	1,4	60	3,19	421	1,5
477	Vannkraftverk	U	ULVIK II	90,908	19	380	6	632	3,3
489	Vannkraftverk	U	VANGEN	172,284	35	55	79,04	227	43,5
176	Vannkraftverk	U	HØYANGER V	103,25	16,4	729	2,7	259	2,0
175	Vannkraftverk	U	HØYANGER VI	694,253	93	574	19,89	91	16,8
530	Vannkraftverk	U	ÅRØY	337,143	90	147	70,02	1 422	31,9
290	Vannkraftverk	U	NADDEVIK	509,928	100	969	12,19	2 134	7,3
417	Vannkraftverk	U	SVELGEN II	184,325	25	480	6,9	453	5,3
418	Vannkraftverk	U	SVELGEN IV	268,31	50	360	16	453	10,4
416	Vannkraftverk	F	SVELGEN I	50,772	10	223	7	213	3,2
386	Vannkraftverk	F	SKORGE	6,522	1,8	340	0,69	421	0,3
499	Vannkraftverk	U	VESTRE ÅSKÅRA	219,745	40	534,2	8,39	1 273	5,7
14	Vannkraftverk	U	AUSTRE ÅSKÅRA	369,954	72	665,29	12,8	1 274	7,7
527	Vannkraftverk	U	ÅM LA	125,726	32	525	7,19	442	3,3
608	Vannkraftverk	F	DALE	23,981	5,2	619	1	216	0,5
425	Vannkraftverk	F	SØRBRANDAL	32,209	7,6	369	2,4	25	1,2
109	Vannkraftverk	F	GJERDSVIK	9,733	5	192	3,5	205	0,7
461	Vannkraftverk	U	TUSSA	249,646	54	646	10,1	45	5,4
430	Vannkraftverk	F	TAFJORD I	59,602	25	157	20,3	875	5,3
433	Vannkraftverk	U	TAFJORD IV	412,699	110	430	29,98	434	13,3
9	Vannkraftverk	U	AURA	1774,014	290	783	46	935	31,5
626	Vannkraftverk	F	ANGVIK	4,716	1,1	56	2,41	174	1,2
487	Vannkraftverk	F	VALSØYFJORD	20,369	4	154	2,5	96	1,8
614	Vannkraftverk	F	HAUKVIK	10,235	2,6	300	1	229	0,5
424	Vannkraftverk	U	SØA	205,195	36	273,2	16	308	10,4
279	Vannkraftverk	U	MOSVIK	96,326	37	205	21,5	248	6,5
437	Vannkraftverk	F	TEKSDAL	13,546	2,5	42	8,36	870	4,5
285	Vannkraftverk	U	MØRRE	53,481	13,6	81,3	19,98	438	9,1
555	Vannkraftverk	U	ORMSETFOSS	77,161	40	383,7	12	481	2,8
92	Vannkraftverk	F	FOLLAFOSS	143,587	25	175,3	20,01	154	11,4
367	Vannkraftverk	U	SJONA	226,769	55	267,7	22,6	145	11,8

Vannkvnr	Krvtype	Medium	Vannkvnavn	Midlere årsproduksjon 1970-99 [GWh]	Maksytelse [MW]	Brt. Fallhøyde [m]	Slukeevne [m³/s]	Avstand kystlinje [m]	Midlere vannføring
236	Vannkraftverk	F	LANGVATN	386,41	90	43	265,95	1 060	124,8
337	Vannkraftverk	F	REPPA	59,702	11,6	560	2,5	44	1,5
542	Vannkraftverk	U	SVARTISEN	1995,665	350	543	73,8	1 811	51,0
112	Vannkraftverk	F	GLOMFJORD	92,714	22	463,5	6	33	2,8
411	Vannkraftverk	U	SUNDSFJORD	549,061	96	328,39	34,59	86	23,2
452	Vannkraftverk	F	TROLLFJORD I	10,335	2,6	178	1,89	38	0,8
453	Vannkraftverk	F	TROLLFJORD II	4,014	1,4	450	0,4	36	0,1
60	Vannkraftverk	F	DJUPFJORD I	17,058	3	144	2,9	172	1,6
405	Vannkraftverk	U	STRIELV	7,325	1,7	320,5	0,6	36	0,3
490	Vannkraftverk	F	VANGPOLLEN	14,85	3,5	313	1,29	25	0,7
427	Vannkraftverk	U	SØRFJORD I	297,408	66	486	16	468	8,5
380	Vannkraftverk	U	SKJOMEN	1164,347	300	606,29	56,11	728	26,7
179	Vannkraftverk	U	HÅKVIK	40,437	12	216,6	6,4	127	2,6
140	Vannkraftverk	F	HELLEREN	9,332	2,4	20	15,86	52	6,5
365	Vannkraftverk	U	SILDVIK	240,917	65	660	11,5	1 285	5,1
315	Vannkraftverk	F	NYGÅRD	98,935	25	253,89	12,1	63	5,4
594	Vannkraftverk	F	SØR-FORSÅ	6,221	1,1	155	0,8	28	0,6
106	Vannkraftverk	F	GAUSVIK I	12,141	3	64	6,21	151	2,6
308	Vannkraftverk	F	NORD-FORSÅ	7,325	1,1	236	0,5	17	0,4
20	Vannkraftverk	F	BERGSBOTN	33,514	7,9	354,1	2,59	122	1,3
216	Vannkraftverk	F	KROKVATN	9,833	2	344	0,8	23	0,4
224	Vannkraftverk	F	KVITFOSSEN	6,221	1,8	240	1	38	0,4
768	Vannkraftverk	U	LAKSHOLA	108,468	30	314	10,8	2 258	4,8
791	Vannkraftverk	F	FORSLAND I	28	7	80	10	15	4,9
364	Vannkraftverk	F	SIKKAJÅKK	8,027	1,9	327	0,8	216	0,3
374	Vannkraftverk	F	SKARSFJORD	16,456	4	152,1	3	31	1,5
229	Vannkraftverk	F	KÅVEN	16,556	3,8	115	4,48	78	2,0
297	Vannkraftverk	U	NEDRE PORSA	54,284	12,8	215	7,69	153	3,5
737	Vannkraftverk	F	MATTISFOSS	15,051	2,3	56	4,8	37	3,7
226	Vannkraftverk	U	KVÆNANGSBOTN	176,599	44	310	17,51	292	7,9
2	Vannkraftverk	U	ADAMSELV	193,757	50	200	30,19	214	13,5
289	Vannkraftverk	F	MÅRØYFJORD	20,971	4,3	225,3	2,5	147	1,3

Vannkvnr	Krvtype	Medium	Vannkvnnavn	Midlere årsproduksjon 1970-99 [GWh]	Maksytelse [MW]	Brt. Fallhøyde [m]	Slukeevne [m ³ /s]	Avstand kystlinje [m]	Midlere vannføring
104	Vannkraftverk	F	GANDVIK	20,068	4,8	184	3,4	96	1,5
339	Vannkraftverk	F	REPVÅG	22,878	4,2	177	3,09	11	1,8
511	Vannkraftverk	U	ØKSENELVANE	156,23	28	375	8,39	45	5,8
26	Vannkraftverk	U	BJØLVO	423,8	99,2	870	13	955	6,8
795	Vannkraftverk	F	VEDELD	13	2,6	133	1,1	186	1,4
242	Vannkraftverk	U	LEIRDØLA	434,974	110	454	26,01	5 303	13,3
442	Vannkraftverk	U	TJODAN	337,945	110	885,5	15	718	5,3
817	Vannkraftverk		ARNESELV	8	2,4	412,8	0,7	226	0,3
613	Vannkraftverk	F	SALSBRUKET	11,037	1,5	15,3	13,06	40	10,0
263	Vannkraftverk	U	MATRE H	594,816	96	525	22,09	380	15,7
340	Vannkraftverk	F	RIKSHEIM	16,757	3,3	250	2	760	0,9
766	Vannkraftverk	F	MEISAL II	23,58	4,1	605	0,8	485	0,5
81	Vannkraftverk	F	FAUSA II	42,243	5,9	330	2,5	25	1,8
283	Vannkraftverk	U	MYSTER	359,519	107	248,8	50,04	663	20,1
599	Vannkraftverk	F	MØLLEFOSSEN	4,515	1	9,5	12,07	40	6,6
789	Vannkraftverk	F	TYSSELAND	24,5	4,7	225	2,5	5	1,5
74	Vannkraftverk	U	EIKELANDSOSEN	94,32	30	500	7	941	2,6
209	Vannkraftverk	U	KOLSVIK	536,719	128	519	30,6	415	14,4
233	Vannkraftverk	F	LANGFJORD	34,718	6,3	255	3,2	62	1,9
117	Vannkraftverk	F	GRYTÅGA	247,138	48	198	30,29	97	17,3
368	Vannkraftverk	F	SJØFOSSEN	20,168	3,2	57	6,38	19	4,9
318	Vannkraftverk	F	OLDEREID	57,093	12	316	4,9	13	2,5
438	Vannkraftverk	F	TENNESVATN	4,315	1,5	238	0,8	4	0,3
395	Vannkraftverk	U	SOLBJØRN	6,321	4,2	84	8,22	84	1,0
354	Vannkraftverk	U	SAGFOSSEN	51,274	11,3	45	28,54	476	15,8
823	Vannkraftverk		SAGEVIKELV	17,7	4,6	306,5	1,9	50	0,8
Sum							2532,31	43 967	1 360,8
Snitt							21	366	11

Bemerkninger til tabell 3.4:

Tabellen gir ulike data for 120 norske kraftverk. I sammenheng med dette kapittelet er det kolonne for avstand til kystlinje og kolonne for vannmengder som er av størst interesse. Med tanke på at smoltanlegget skal nytte vann fra kraftstasjon og samtidig føre avløpsvannet fra smoltanlegget til sjø er dette gjennomførlig for nesten alle kraftstasjonene ovenfor. Den gjennomsnittlige avstand fra kraftstasjonene til sjø er 366 meter. Vannmengdene som er oppgitt er svært store i forhold til vannkrav på smoltanlegg. Vannmengdene varierer fra 0,3- til 190 m³/sek. Gjennomsnittsanlegg har 11 m³/sek. Tallene bygger på midlere årsproduksjon i GWh fra 1970 til 1999.

Oppsummering

Nær 65 % av vannkraftpotensialet i Norge er utbygd, og det er søkt om konsesjon for utbygging av 2 % av det resterende potensialet. Den totale produksjonskapasiteten er 27 500 MW.

Vi har to hovedtyper av vannkraftverk. Lavtrykksverkene har liten fallhøyde og store vannføringer. Høytrykksverkene har stor fallhøyde og er oftest knyttet til vannmagasiner. Den førstnevnte typen finnes i hovedsak på Østlandet, mens høytrykksvarianten oftest er plassert langs kysten. En tredje variant er små vannkraftverk, som er mindre enn 10 MW. NVE mottar ca. 100 søknader årlig for utbygging av små vannkraftverk.

Vi finner svært få kombinasjoner mellom vannkraftverk og smoltanlegg, og de fleste anleggene produserer fisk til kultiveringsformål. Et berettiget spørsmål er hvorfor dette er tilfellet.

For å kombinere kraft- og fiskeproduksjon finnes det mange krav og mange restriksjoner. De to viktigste kravene, for å drive et smoltanlegg, er at det finnes tilgang på andre vannkilder enn kun turbinvannet fra kraftstasjonen og at kraftverket har nærhet til sjø. Det første kravet kommer som en følge av revisjonsstans og effektkjøring ved kraftverk. Det andre kravet som er at avløp fra smoltanlegget skal gå direkte til sjø, stilles av myndighetene. Av disse kravene er det tilgang på tilleggs vannkilder med tilfredsstillende vannmengde og kvalitet som kan være vanskeligst å oppfylle. Restriksjoner gjelder begrensninger som en følge av: etablerte nasjonale vassdrag og nasjonale fjorder, anadrom fisk i vassdraget, friluftsliv og naturvern, generelle bestemmelser fra veterinære myndigheter, tillatelse til utslipp av avløpsvann og tilgang på areal til smoltanlegg. Bruken av oppmagasinert vann ved driftsstans av kraftverk vil medføre svært store kostnader for en eksisterende kraftproduksjon. Ved etablering av nye kraftverk, og samarbeid mellom produsent av kraft og fisk, kan det muligens finnes løsninger på bruk av oppmagasinert vann.

Dette kapitlet beskriver ulike data for 120 kraftverk med nærhet til sjø. I gjennomsnitt har disse kraftverkene en vannføring på 11 m³/sek og en gjennomsnittlig avstand på vel 300 meter til sjøkanten. Det finnes ikke oppgaver over eventuelle tilleggs vannkilder for disse anleggene. I dette prosjektet har vi antydnet at det er et tilleggsbehov for smolt i Norge tilsvarende ca. 180 millioner når vi går 15 år frem i tiden. Ved å legge til grunn vannbehovet som fisken har, og vannføringen fra kraftverk er det tilstrekkelig at 7-10 % av de nevnte 120 kraftverkene oppfyller krav og restriksjoner, og at det finner sted en kombinasjonsbruk mellom kraftverk og smoltanlegg. Denne kombinasjonsbruken ville gi vannressurser for å dekke det nevnte tilleggsbehovet for smolt.

Kapittel 4

Hvor stor selvdekning er det i de ulike regioner?

Prognosene tyder på at for året 2006 kan det oppstå mangel på smolt i Norge, og videre kan det antydes at dette vil være et problem som vil gjøre seg gjeldene for de første 3-5 årene.

Litt om historikk og epoker i settefisknæringen

Sjøanlegg i Norge mottok smolt for utsetting allerede i 1970, mens de aller fleste anlegg ble bygd i 1985-1988. Utformingen av datidens anlegg fulgte produksjonsmønsteret med 1- og 2-årig smolt, som var praksis på den tiden. Etter 1988 ble mange av anleggene rustet opp og tilpasset økt smoltbehov og nye driftsmønstre. Tidlig på 90-tallet kom høstsmolt inn i bildet med regulering av lys og temperatur. Generelt i 90-årene ble det en kraftig økning i kapasitetsutnyttelsen, og driftsendringene kom inn med produksjon av 0-årig smolt. Videre utover i 90-årene økte karvolumet på settefiskanlegget, oksygentilsetning og utlufting av CO₂ ble vanlig, vannforbruket gikk drastisk ned og produksjonslogistikk ble et varmt tema.

Tema knyttet til scenarier for kommende år

Anleggene reduseres i antall, og det finner sted en produksjonsøkning pr. anlegg (3). Et viktig tema er å opprette smitteskille mellom fiskegrupper. For å spare på ferskvann brukes det tilsetning av oksygen, og muligens vil også sjøvann og systemer med resirkulering øke i antall. Kunnskapen om "avansert vannkjemi" vil øke (4). Vi kan oppleve økt samspill mellom vannbruken fra vannkraftverk, industri og akvakultur. I scenariene kan vi også se økte restriksjoner som desinfeksjonskrav p.g.a. virus og krav om avløpsrensing basert på systemet "MOM settefisk". Eventuelle krav om desinfeksjon av avløpsvann vil være en svært tung oppgave for smoltprodusenten.

Konsesjoner og utsatt smolt på fylkesbasis

I det langstrakte landet vårt er det ulikt potensial for produksjon av settefisk av ørret og laksesmolt, noe som har en nær sammenheng med klimatiske forhold. Med et temperaturkrav på 10-14 grader for laksefisk, er det innlysende at dette kravet er enklere å oppfylle i Rogaland sammenlignet med Finnmark dersom temperatur på tilgjengelig ferskvann blir lagt til grunn (5). Dette har da også vist seg å stemme i praktisk bruk. Ulike grader av selvdekning i regioner viser også tilbake til den generelle tilgangen på ferskvann. Samtidig eksisterer det restriksjoner for etablering og drift av smoltanlegg som slår ut ulikt mellom regioner.

Fiskeridirektoratet står for innsamling og bearbeiding av data knyttet opp mot settefiskanlegg, og en periodisk (ML) innrapportering fra bruker til direktoratet danner grunnlaget for tabell 4.1.

Tabell 4.1 Antall utsatt smolt, andel utsatt smolt, salg av smolt og andel av salg. Talloppgavene gjelder for de ulike fylkene og tar for seg år 2004. Tallene for utsatt, salg og konsesjonskapasitet (Kons. kap.) er alle gitt i hele 1000. (Kilde: Grøttum, FHL, 2005)

<i>Fylke</i>	<i>Utsatt</i>	<i>Andel utsatt</i>	<i>Salg</i>	<i>Andel salg</i>	<i>Kons. kap.</i>	<i>Andel kap.</i>
Finnmark	19 786	14 %	9 114	6 %	20 150	8 %
Troms						
Nordland	19 636	14 %	27 520	19 %	62 155	26 %
Nord-Trøndelag	11 913	9 %	14 506	10 %	23 000	10 %
Sør-Trøndelag	15 007	11 %	14 173	10 %	34 420	14 %
Møre og Romsdal	15 528	11 %	22 805	15 %	17 150	7 %
Sogn og Fjordane	12 767	9 %	9 177	6 %	19 805	8 %
Hordaland	28 754	21 %	37 167	25 %	39 550	17 %
Rogaland og Agder	16 254	12 %	13 497	9 %	21 400	9 %
Totalt	139 646	100 %	147 959	100 %	237 630	100 %

Tabell 4.1 viser at totalt konsesjonstall er ca. 100 000 høyere sammenlignet med utsatt antall smolt i 2004. Sammenstillingen baserer seg på oppgaver fra både settefiskleverandører og fra mottagende matfiskanlegg. Svinn ved utsett i sjø kan være en medvirkende årsak til forskjellige verdier oppgitt for konsesjonskapasitet og utsatt fisk.

Generelt kan det være vanskelig å forholde seg til fylkesinndelinger, da de store selskapene fører smolt ut og inn mellom fylker/regioner. Siden volumet til de store selskapene er betydelig, er det desto vanskeligere å operere med fylkesvise statistikker for å vurdere balanseforholdet mellom tilbud og etterspørsel. Tallene i tabell 4.1. for antall utsatt smolt og antall solgt smolt er forskjellige, fordi kjøp og salg skjer over fylkesgrensene.

Hordaland er det fylket som har den største produksjonen av smolt.

Selvdekning – fylkesvise overskudd/underskudd av smolt

I tabell 4.2 er Fiskeridirektoratets tall lagt til grunn for en oppgave over fylkesvis antall utsatt smolt og gitte konsesjoner i fylkene for 2004. Ved hjelp av disse dataene er det beregnet og gitt en oversikt over overdekning, eventuelt underdekning av smolt for ulike fylker for det samme året.

Tabell 4.2 Antall gitte konsesjoner i 2004 for smolt og settefisk, antall fisk satt ut i sjø, overdekning eventuelt underdekning av smolt og settefisk for ulike fylker og totalt for hele landet. Dataene er hentet fra Fiskeridirektoratet.

Fylke	Antall konsesjoner	Utsatt i sjø	Gitt konsesjon	Overdekning (antall)	Overdekning (%)	Underdekning (antall)	Underdekning (%)
<i>Agder/Østlandet</i>	20	1 856 000	1 650 000			206 000	11
<i>Rogaland</i>	25	12 385 000	18 500 000	6 140 000	50		
<i>Hordaland</i>	66	44 043 000	62 155 000	18 112 000	41		
<i>Sogn og fjordane</i>	31	11 321 000	23 000 000	11 679 000	103		
<i>Møre og Romsdal</i>	43	25 545 000	34 420 000	8 875 000	35		
<i>Sør-Trøndelag</i>	24	11 321 000	17 150 000	5 829 000	51		
<i>Nord-Trøndelag</i>	16	14 516 000	19 805 000	5 289 000	36		
<i>Nordland</i>	38	28 324 000	39 550 000	11 266 000	40		
<i>Finnmark og Troms</i>	27	9 475 000	21 400 000	11 925 000	126		
Totalt	290	158 786 000	237 630 000	79 115 000	50	206 000	11

Med utgangspunkt i tabell 4.2 er det kun Agder/Østlandet som hadde underdekning av smolt i 2004, mens de resterende fylkene hadde en god overdekning. Dette bildet endrer seg raskt og tallene for 2006 vil se annerledes ut. De to tabellene (4.1 og 4.2) ovenfor oppgir til dels ulike tall for antall smolt utsatt i sjø. Det kan være flere grunner til dette. Det vi vil vise er at antall smolt ved gitte konsesjoner er atskillig høyere sammenlignet med antall smolt utsatt i sjø. Dette gjelder for begge tabellene.

Liten selvdekning i Troms og Finnmark

I 2006 ser det ut til å bli underdekning i Troms og Finnmark. Dette gjelder spesielt Finnmark, med 2 produserende settefiskanlegg, som til sammen har ca. 3,5 millioner smolt. Statistikken for produsert smolt i Troms og Finnmark viser en produksjon på 13,4 millioner for 2005. Prognosene for smoltproduksjon i disse to fylkene for 2006 er 16,9 millioner. Som det går fram av tabellen ovenfor var det allerede i 2004 utsatt nær 20 millioner smolt i sjø i Troms og Finnmark (6).

Produksjon og etterspørsel i Norge

For første gang siden 1986 kommer det antydninger fra sentrale personer innen havbruksnæringen at det kan oppstå smoltmangel i 2006. Av totalt 160 millioner smolt (prognoser) i Norge i 2006, antydes det at ca. 60 millioner er høstsmolt. Laksenæringen sliter med for høyt svinn etter utsett i sjø, og i 2003 var det et tap på 29 millioner av 134 millioner utsatte smolt. Dette tilsvarer nesten 22 % eller et tap på 45 000 tonn produsert i sjø. Dette er for høye tap. Enkelte hevder at for lite tilgjengelig smolt kan føre til at smolt av mindre god kvalitet kan bli satt ut i sjøanleggene, men dette er det delte meninger om. Andre hevder at smoltkvaliteten er bedre enn noen gang og at smolt av mindre god kvalitet allerede er sortert ut før den selges. Det er en generell oppfatning i næringen at mangel på smolt vil bremse på den planlagte produksjonsøkningen av laks i sjø, og at dette kan være et problem de første 3-5 årene. I tillegg viser det seg at årets rogninnlegg ikke vil føre til en stor økning av lakseproduksjonen. Dette gjelder for de kommende 30 månedene, som det tar fra innlegging av rogn til leveranse av laks fra sjøanleggene. For året 2005 ga produksjonen solide overskudd for mange av oppdrettsselskapene, og det var som en følge av dette et ønske om å øke antall utsatt smolt i sjø. Smoltmangelen kan bremse for dette.

Kapittel 5

Vannbrukere og deres interesser i utnyttelse av ferskvann – konflikter mellom settefiskproduksjon og andre interesser (vern, turisme, laksefjorder etc.).

Innledning

Ferskvannsressurser kan benyttes til en mengde ulike formål. Forskjellige brukere av ferskvann med ulike interesser vil kunne forårsake interessekonflikter. Akvakultur er en interesse som vil kunne skape konflikter i forhold til andre brukere som for eksempel laksefiskere og turister. Både langs vassdraget og sjøområdet tilknyttet vassdraget vil det være fare for interessekonflikter, noe det er viktig å være bevisst ved etablering/utbygging av oppdrettsvirksomhet. Hvilke interesser som finnes i tilknytning til slik ressursutnyttelse vil variere sterkt fra område til område og fra vassdrag til vassdrag. Det vil være en fordel, om ikke en nødvendighet, at alle interesser og nåværende og fremtidige brukere blir kartlagt før etablering av oppdrettsvirksomhet.

Oversikt over aktuelle brukere av ferskvann og deres påvirkning

Vassdragene i Norge har gjennom lange tider gitt mulighet for bosetting, ferdsel og annen virksomhet. Kraften i vassdragene har blitt utnyttet til produksjon av energi, mølledrift, transport av tømmer med mer. Vassdragene har også stor betydning innen reise- og friluftsliv, forskning og undervisning, samt for å bevare det biologiske mangfoldet i den norske fauna (7).

Oppdrettsvirksomhet – settefiskanlegg

De siste tiårene er det blitt etablert mange settefiskanlegg for laks og ørret i tilknytning til de norske ferskvannskildene. Utbygging av oppdrettsanlegg kan medføre belastninger på områdene rundt elven blant annet ved økt trafikk (også tung-trafikk). Vanninntak og utslipp vil kunne endre vannkvaliteten og levetidene for dyr og planter, samt at rømming og spredning av sykdom og parasitter vil kunne skade villfisken i elven. For å redusere en eventuell belastning på ferskvann finner vi at dagens settefiskanlegg, som produserer laksefisk, har utslipp til sjø. Eventuelle nyetableringer vil også sannsynligvis følge denne praksisen.

Friluftsliv

Friluftaktiviteter og rekreasjonsverdi knyttet til vassdragene er i stor grad basert på den fysiske, kjemiske og økologiske kvaliteten av vannforekomstene (8). Både fritidsfiske, jakt, turgåing, padling, båtkjøring, bading, fuglekikking og skøyting er aktiviteter som kan være tilknyttet bruk av ferskvannsressurser/vassdragene og de tilknyttede områder. Et av formålene innenfor turisme og friluftsliv mange steder vil være å opprette friområder som badeplasser og turveier. Naturopplevelsen knyttet til friluftsliv er gjerne nært koblet til ønsket om fred og ro, og friluftsliv vil derfor lett komme i konflikt med all form for næringsvirksomhet langs vassdragene.

Naturvern

Naturvern er viktig også i tilknytning til de norske vassdragene for å bevare det biologiske mangfoldet i den norske naturen. En kan si at planter og dyr som holder til i området også er vannbrukere, og at det kan oppstå konflikter i forhold til dyrenes levevilkår. Det er opprettet og vil bli opprettet flere verneområder for å bevare dyre- og plantelivet i disse områdene, noe som også er formålet til naturvernerne. Det er en utfordring at stadig større deler av landet er vernet, en utfordring som trolig vil øke i årene som kommer dersom man ikke tar hensyn til

de muligheter som ligger i begrepet bruk og vern (9), som er beskrevet i egen stortingsmelding (10).

Ferskvannsressursene våre er spesielle, både vassdrag og elver inkludert omkringliggende områder utgjør habitatet til en rekke dyre- og plantearter. Norske elvedelta er en truet og sårbar naturtype som gir rom for en rekke arter, blant annet er de hekkebiotop for fugl og raste- og næringsområde under trekk (8). Mye bebyggelse og industriutvikling preger i dag mange elvedelta, og det er viktig å ta disse områdene i betraktning også ved etablering av oppdrettsvirksomhet.

Spredning av fremmede arter er viktig å være bevisst ved utarbeidelse av mål for vern og bevaring av det biologiske mangfoldet. En spredning av arter til områder uten naturlig forekomst har økt sterkt de siste tiårene (9). Denne type spredning har stor betydning for de artene som naturlig forekommer i det aktuelle miljøet og for næringen som utnytter de levende ressursene. Fremmede arter blir blant annet spredt som blindpassasjerer, utsatte arter, transportmidler og ved utskiftning av ballastvann i skip (9). I tillegg kan fremmede arter spres av fritidsfiskere og utøvere av friluftsliv.

Vannkraftutbygging er svært utbredt i Norge, hvor nærmere 70 % av vannkraftpotensialet er utbygd eller søkt regulert for vannkraftformål (9). Siden 1960 har det vært opprettet fire verneplaner for utbygging og vern av norske vassdrag, slik at det nå er totalt 387 verneobjekter i den samlede verneplanen for vassdrag (11). I hovedsak innebærer vassdragsvernet at hele nedbørsfeltet er vernet mot kraftverkutbygging, men i enkelte vassdrag kan det gis konsesjon for små kraftverk. Det er utarbeidet rikspolitiske retningslinjer, med hensyn på å sikre verneverdiene, som kommuner og sektormyndigheter må ta hensyn til i sin planlegging og virksomhet (11).

EUs rammedirektiv for vann har som hovedformål å sikre at landene opprettholder, beskytter og om nødvendig bedrer kvaliteten på alt ferskvann, brakkvann, kystnært vann og grunnvann (12). Direktivet skal sikre at forvaltningen av vannressurser er både helhetlig og nedbørsfeltorientert (12, 32), og på denne måten bidra til bevaring, beskyttelse og forbedring av vannforekomstene og vannmiljøet og å sikre bærekraftig bruk av vann (9).

Villaksen møter stadig flere utfordringer som må overvinnes for å sikre en bærekraftig stamme. Trusselbildet for villaksen er komplekst og består av mange mer eller mindre dokumenterte hovedtrusler (Tabell 5.1). Hvor utbredt de forskjellige truslene er for den norske villaksen er vist som konsekvenser for villaksen i tabell 5.1.

Tabell 5.1. Hovedtrusler mot den norske villaksen (9).

Trussel	Konsekvens for villaksen
Sur nedbør	18 bestander utryddet / 54 bestander truet
Vassdragsreguleringer	185 av 590 elver berørt
Endringer i elv for øvrig	43 bestander utryddet / 106 bestander truet
Gyrodactylus	40 + vassdrag smittet, funnet i dag i ca 20
Predatorer (oter, mink m.fl.)	
Mulig smitte i lakseoppdrett	Rømming og lakselus
Uttak av laks i elv	50 – 80 %
Uttak av laks i sjø	20 – 25 %

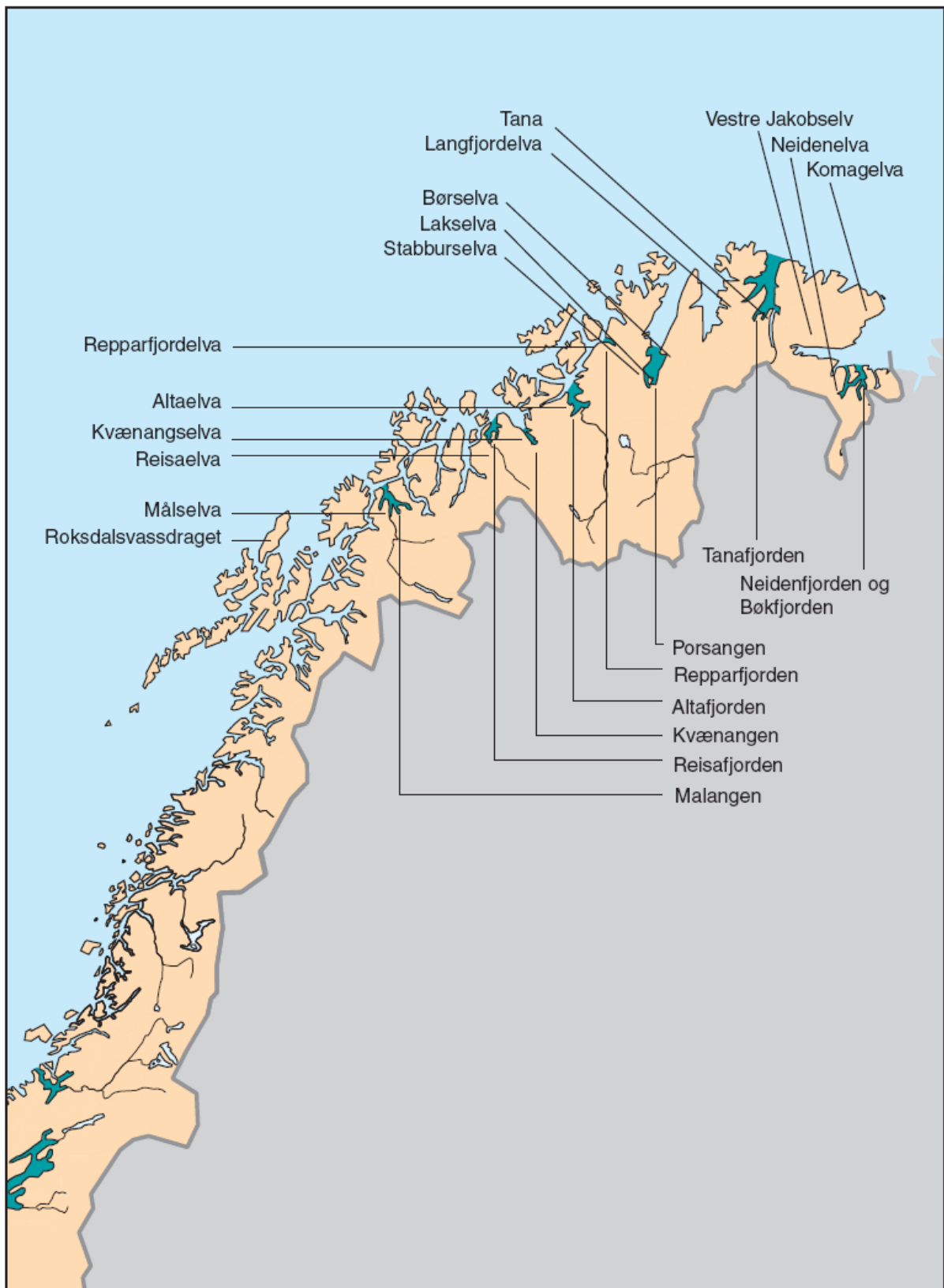
Opprettelsen av Nasjonale laksevassdrag og -fjorder er et tiltak som ble iverksatt for å bevare villaksen i enkelte norske vassdrag og fjorder. Beskyttelsesnivået som er fremarbeidet skal effektivt redusere risikoen knyttet til aktiviteter som kan skade villaksen. Dette gjelder i første omgang oppdrettsvirksomhet. En aktivitet kan ha varierende betydning for villaksen i forskjellige elver, men også på forskjellige steder i et og samme vassdrag.

Forvaltningsregimet for de nasjonale vassdragene innebærer et forbud mot aktiviteter som vil få en nærmere bestemt negativ effekt på lakseunger, mens andre aktiviteter vil bli vurdert etter gjeldende regelverk. For de nasjonale laksefjordene er det foreslått to ulike forvaltningsregimer, hvor det ene er forbudssoner, mens det andre er en noe ”mildere” variant som kalles restriksjonssoner (13). Forskjellene mellom de to forvaltningsregimene ligger i hvordan matfiskoppdrett av anadrome arter (i hovedsak laks) reguleres. Sjøbaserte matfiskanlegg er ikke tillatt innenfor forbudssonene, mens anlegg som allerede eksisterer på slike lokaliteter vil bli beordret å flytte innen fem år. I restriksjonssonene blir det ikke gitt konsesjon for etablering av nye matfiskanlegg for anadrome arter. Anlegg som allerede befinner seg i disse sonene får fortsette å drive, men blir underlagt strengere kontroll for å hindre negativ innflytelse på villaksen som en konsekvens av rømming og spredning av sykdom (13). Når det gjelder settefiskanlegg vil nasjonale laksefjorder ikke skape nevneverdige problemer verken for drift eller nyetablering, men anleggene vil bli pålagt strengere kontroller og tiltak for å hindre/ redusere risikoen for rømming og sykdomssmitte.

I 2003 ble det gjennom behandlingen av St. prp. Nr. 79 vedtatt av Stortinget å etablere 37 nasjonale laksevassdrag og 21 nasjonale laksefjorder (14). En geografisk oversikt over de vassdragene og fjordene hvor disse bestemmelsene gjelder er gitt i kartet i figur 5.1 og 5.2 (15). Stortinget har forutsatt at ordningen totalt skal omfatte 50 laksevassdrag med tilhørende fjorder (15). Dette betyr at det gjenstår etablering av 13 nye nasjonale laksevassdrag. Etter en utredning av 27 laksevassdrag kom Direktoratet for Naturforvaltning i januar 2005 med en anbefaling til stortinget om seksten nye laksevassdrag til ordningen (16). De vassdragene som ble foreslått av Direktoratet for Naturforvaltning er presentert i tabell 5.2. Dette tiltaket skal ferdigstilles av den nye regjeringen i følge Soria Moria-erklæringen (17).

Tabell 5.2. Anbefalinger fra Direktoratet for Naturforvaltning over vassdrag/elver som bør inngå i ordningen med nasjonale laksevassdrag (2005).

<i>Fylke</i>	<i>Vassdrag</i>
Vest Agder	Mandalselva
Rogaland	Bjerkreimselva
	Suldalslågen
Hordaland	Vosso
Sogn og fjordane	Lærdalselva
	Nausta
Møre og Romsdal	Bondalselva
	Storelva/Strandaelva
Sør Trøndelag	Orkla
Nord Trøndelag	Namsen
	Verdalselva
Nordland	Vefsna
	Ranaelva
	Breiarelva
	Saltdalselva
Troms	Laukhelle-Lakselv



Figur 5.1. Geografisk oversikt over nasjonale laksevasdrag og nasjonale laksefjorder i Nord Norge (15).



Figur 5.2. Geografisk oversikt over nasjonale laksevassdrag og nasjonale laksefjorder i Sør Norge (15).

Utslipp av miljøgifter

Utslipp av miljøgifter til norske havområder og ferskvannskilder skjer via flere kanaler. Enkelte av utslippskildene stammer fra lokal landbasert virksomhet, petroleumsvirksomhet og skipstrafikk (9). Sedimenter på sjøbunnen og i elver har flere steder høye konsentrasjoner av miljøgifter som en konsekvens av langvarige utslipp. Også tidligere utslipp av miljøgifter vil kunne skape problemer fordi forurensning som ligger lagret i sedimentet kan spre seg til omgivelsene (9). Dette fører til at miljøgifter kan skape en belastning på økosystemer lenge etter at utslippene har opphørt. Flere områder langs kysten er i dag uegnet til akvakultur på grunn av miljøgifter som spres fra sedimentene (9).

I tillegg kommer utslippene av miljøgifter som sprer seg via luft- og havstrømmer. Et eksempel på slik forurensning er sur nedbør som stammer fra industriutslipp andre steder i verden og som i stor grad har påvirket vassdragene våre de siste tiårene. Flere vassdrag er blitt kalket for å bevare villaksstammene, og surt vann skaper også problemer i forhold til settefiskproduksjon. Dette viser at miljøutfordringene må sees i en stor og verdensomfattende sammenheng, og at det ikke bare er lokale krefter som skaper interessekonflikter med oppdrett.

Jordbruk og skogbruk

Jordbrukere er å regne som viktige vannbrukere med interesser innen vannforsyning, jordbruksvanning, oppdyrking av våtmark, bekkelukking, fjerning av vegetasjonsbelter, erosjonsproblemer, økt avrenning fra landbruket, senkings- og dreneringstiltak, forbygging mot flom og erosjon og utretting av bekker/elver (8,18). Jordbruket utgjør også i flere vassdrag en betydelig forurensningskilde (19). I enkelte områder eutrofieres ferskvannsressurser blant annet som følge av avrenning og tilførsel av næringsstoffer fra omkringliggende landbruksområder.

I enkelte områder er det også en del skogbruk og skogsindustri i tilknytning til ferskvannsressursene. Hogst langs vassdragene påvirker avrenning og fører til økt utbygging av skogsveier langs vassdragene (7). Grøfting i forbindelse med skogbruk vil gi økt erosjon, transport og avleiring av humus og sedimenter, mens fjerning av trær ved ferskvannskildene vil endre vannkvaliteten, vanntemperaturen og de fysiske forholdene (7).

Formålet for landbruk og skogbruk vil være dyrking, beiting, planting av skog og lignende i områdene som grenser til vassdraget.

Vannforsyning og avløp

Mange vassdrag fungerer som vannforsyning til omkringliggende husholdninger og til industrivirksomhet. Hvor store mengder ferskvann som brukes til dette formål er avhengig av vannkvaliteten i vassdraget, hvor tett befolket de omkringliggende områdene er og hvor mye industri som befinner seg i nær avstand til vassdraget. Avløp fra husholdninger og industri innebærer blant annet utslipp av kloakk, næringsstoffer og lignende til en resipient, samt utslipp av oppvarmet kjølevann. Dette er utslipp som både vil forsure, forurense, forgifte og eutrofiere ferskvannet (7) og på denne måten endre miljøet i vassdraget. Utslipp av oppvarmet vann vil kunne endre faunaen til mer varmekjære arter, mens eutrofiering som følge av utslipp av næring vil endre faunaen til arter som trenger mindre oksygen.

Økt utbygging vil medføre økt behov for vannforsyning og resipienter for avløp. Veibygging i strandsonene, hyttebygging med kort avstand til vannkilder og også etablering og oppbygging av ny industri vil alle medvirke til økte behov på dette området.

Vannkraftutbygging

Vannkraftutbygging er et kjent fenomen i mange av de store vassdragene her i landet. Mange har kjempet for frie fossefall både med og uten hell. Vannkraftutbygging medfører endringer i vannføringsforhold, endringer i vannets dynamikk, oppdemming og opp- og nedregulering av magasiner, tørrelegging, redusert vannføring, effektregulering, overføring av vann mellom nedbørsfelt, vanntemperatur og vannkvalitet, noe som i sum vil føre til markante endringer i landskapet til vassdraget og i forholdene til dyr, planter og friluftsliv (7). Når landskapet endres vil også naturopplevelsen og roen knyttet til friluftsliv forsvinne (20). I tillegg vil redusert vannføring i elvene som følge av vassdragsregulering føre til at utslipp av forurensning får større betydning på naturmiljø og vannkvalitet enn hva tilfellet ville vært ved normal vannføring (20). Også det faktum at vann av ulik kvalitet vil bli blandet og at vannets oppholdstid i elven endres, vil virke inn på miljøet.

Andre vannbrukere

I enkelte områder vil det også være en del andre interesser knyttet til bruk av ferskvann. Disse kan for eksempel være reindrift i nord, flyplasser, forsvarets aktiviteter osv. Dette er faktorer som ikke gjelder generelt for norske vassdrag og de er derfor ikke nærmere diskutert i denne utredningen.

Kritiske faktorer som kan føre til konflikter

Oppdrettsnæringen er avhengig av tilgjengelige områder med tilfredsstillende vannkvalitet (21). Det er også viktig at ikke områdets bæreevne overskrides som følge av miljøpåvirkningene oppdrettsvirksomheten vil komme til å påføre. Settefiskproduksjon krever god tilgang på ferskvann og må derfor legges til områder med større elver og stabil vannføring eller til vannmagasiner med tilfredsstillende vannkvalitet (21). Det er også viktig at settefiskanlegg legges til områder med muligheter for utslipp til sjø for å begrense belastningen på ferskvannskilden. Interessekonflikter forbundet med areal- og vannbehov har allerede vært et problem flere steder i landet, og det vil etter all sannsynlighet komme flere slike problemer etter hvert som næringen ekspanderer. Etablering av oppdrettsvirksomhet vil normalt møte mer motstand i områder som allerede er bebygget med fritidsboliger enn i områder uten bebyggelse (22). Dette gjelder både i kystsonen og ved vassdrag.

I de viktige lakseelvene har det lenge vært et konfliktfylt forhold mellom fritidsfiskere og akvakultur. Konfliktnivået mellom villaksinteresser og havbruksnæringen/oppdrett anses som forholdsvis høyt (21), noe som vil gjøre seg gjeldende både ved oppdrett i sjø og i ferskvann. Både rømming, sykdommer og parasitter er problemer oppdrettsnæringen står overfor med hensyn til villaksen. Oppdrettsnæringen er blant annet blitt sagt å ha bidratt til utbredelse av både *Gyrodactylus salaris* og lakselus (oppdrett i fjorder) som følge av en voldsom økning i antall vertsorganismer for parasittene (23). En mye omtalt konflikt er konflikten i forhold til regnbueørret-anlegget i Bullaresjøen i Sverige som var infisert av parasitten *Gyrodactylus salaris*, og hvor det ble hevdet at det infiserte anlegget var en alvorlig trussel mot villaksen i Enningdalsvassdraget i Halden (24). Konflikten ble stor mellom svenske myndigheter, som ikke ville stenge anlegget, og norske miljømyndigheter og miljøvernorganisasjoner som kjempet for villaksstammen i Halden.

Rømming er mest utpreget fra matfiskanlegg i sjø, men forekommer også fra settefiskanlegg og i forbindelse med slakterier (13). Rømt oppdrettslaks kan på ulike måter virke negativt på villaksen i vassdraget. Sett fra et lengre tidsperspektiv er det spesielt genetisk påvirkning som er ansett å kunne bli et stort problem (13). Slik innvirkning vil ha vesentlig større betydning i

mindre vassdrag og i vassdrag med svekkede laksestammer. I 2004 ble Fjord Seafood pålagt å betale en bot på 80 000 som en konsekvens av et tilfelle hvor 60 000 settefisk rømte fra et anlegg i Nordland (25). Slike bøter er en konsekvens av noen av de interessekonfliktene som finnes i norske vassdrag (rømming av oppdrettsfisk kontra bevaring av villaksen), og vitner om hvor viktig det er å ta hensyn til de forskjellige interessene.

Utslipp fra settefiskanlegg kan være et større eller mindre problem etter hvor godt rensesystem anlegget benytter. I avløpsvannet fra et anlegg vil det være en økt konsentrasjon av næringsstoffer blant annet som følge av uspist fôr og lekkasjer fra fôrpellets. Utslipp av eventuelle miljøgifter og/eller medisinske medikamenter kan forekomme også fra oppdrettsvirksomhet. Både når det gjelder rømming og utslipp er dette faktorer som det bør være relativt lett å gjøre noe med i settefiskproduksjonen fordi dette er landbaserte og lukkede anlegg. Disse faktorene trenger dermed ikke å medføre interessekonflikter med andre brukerinteresser og heller ikke med det naturlige miljøet.

Industri eller andre kilder til forurensende stoffer i vassdrag vil kunne skape interessekonflikter med settefiskproduksjon i ferskvann. Dersom det er utslipp av forurensende stoffer lenger oppe i vassdraget, vil dette vanskeliggjøre og skape konflikter i forhold til settefiskproduksjon lenger nede i elven.

Et settefiskanlegg har et stort vannbehov, og det vil derfor raskt komme i konflikt med vassdragsregulering med redusert vannføring som resultat. Det er også viktig for et settefiskanlegg å ha jevn vannføring med jevn vannkvalitet gjennom hele året, noe som kan bli et problem i regulerte vassdrag. På slutten av 1990-tallet søkte Åsen settefisk i Levanger om utvidelse av produksjonen, noe det tok over to år før kommunen behandlet og som da ble sendt videre til konsesjonsbehandling for vanninntak. Den lange behandlingstiden ble i et intervju blant annet forklart med at vassdraget skulle reguleres, og at det måtte tas hensyn til et fuglefredningsområde i tilknytning til vassdraget (26).

Naturvernområder og etablering av nasjonale laksevassdrag og -fjorder gir restriksjoner for, og i noen tilfeller forbud mot, etablering og drift av oppdrettsanlegg, noe som også kan gjelde for settefiskproduksjon i ferskvann. I 2002 og 2003 ble et settefiskanlegg i Rogaland (Øksna Bruk – Grieg Seafood) pålagt å avslutte sin virksomhet fordi det lå ved Figgjoelva (27), som ligger innenfor de såkalte midlertidige vernesonene for laksefisk. Elven er også på listen over nasjonale laksevassdrag, og er underlagt retningslinjer for fredede vassdrag.

Friluftsliv vil kunne komme i konflikt med oppdrettsvirksomhet på flere måter. Blant annet vil etablering av settefiskanlegg medføre inngrep i naturen i form av byggevirksomhet, trafikk, inntak og avløp til resipient og eventuell påvirkning på villfisken i elven. Alle disse faktorene vil sammen endre naturbildet og skape mer støy. Det er derfor viktig å bygge på en slik måte at det utgjør en minst mulig påvirkning på naturen og vassdraget. En bør også velge lokalitet ut i fra at anlegget skal være til minst mulig sjenanse for andre som ferdes i området.

Kapittel 6

Hvilket behov har vi for økning av smoltproduksjon på kort (5 år) og lang (15 år) sikt?

Et naturlig utgangspunkt for å utarbeide prognoser for en forventet smoltproduksjon er å ta utgangspunkt i forventet vekst i våre sjøanlegg. Med bakgrunn i dette, og uttalelser fra ressurspersoner i næringen, er prognosene for smoltbehovet for 2010, 2015 og 2021 henholdsvis 204-, 266- og 371 millioner smolt.

Innledning

Oppgaven for dette kapittelet er avhengig av at vi kan forutsi det fremtidige behovet for smolt. Naturligvis er det ingen forunt å komme med sikre svar, men vi kan bygge på tidligere års behov av smolt og også bygge på utviklingen av produksjon i sjø. Med dette som bakgrunn vil vi forsøke å estimere det fremtidige behovet. Smoltbehovet for årene fremover må nødvendigvis bli scenarier. Produksjonsøkningen over år kan gi oss en pekepinn på framtidig behov. I tillegg har vi uttalelser og foredrag fra personer med lang fartstid i næringen om det fremtidige behovet for smolt og settefisk av laks og ørret (28). Disse uttalelsene er også med å danne et bilde av det framtidige behovet for utsettingsklar fisk (29).

Framtidig smoltproduksjon står foran store utfordringer på mange områder. En forventet sterk økning i lakseproduksjon de neste 10 – 15 årene vil kreve mye mer smolt på markedet. Tilgang på ferskvann for å produsere denne smolten kan bli en sterkt begrensende faktor. Spesielt av den grunn at de store ferskvannskildene våre ikke er tilgjengelig til smolt- og settefiskproduksjon. Det er lagt mange begrensninger på bruk av ferskvann til oppdrettsformål.

I tillegg til økt antall smolt vil det også bli mer fokus på kvaliteten av fisk som settes i sjøen. God kvalitet betyr forutsigbar produksjon, og er en forutsetning for lønnsomhet i en framtidig konkurransesituasjon for norsk havbruksnæring.

Styring og kontroll med vannmiljøet ved settefiskproduksjon er svært viktig for å oppnå god kvalitet på smolt. (9) Ved bruk av resirkulering er begrenset vannforbruk og effektiv styring/kontroll av vannkvalitet de sentrale elementene. Bruk av resirkulering kan derfor være et sterkt bidrag til å løse hovedutfordringene med framtidig smoltproduksjon; det vil si mye mer smolt produsert og bedre kvalitet.

De store utfordringene for norsk smoltnæring er nært forestående, og det begynner å haste med å finne løsninger (30).

Det ser ut til å bli smoltmangel for året 2006, og dette kan indikere at det i mange år fremover vil være større etterspørsel enn tilbud av smolt. Med erfaringer tilbake til begynnelsen av 80-tallet er dette ikke noen ønsket situasjon. Smoltmangel vil føre til prispress samtidig som det kan føre til at mye dårlig fisk settes i sjøen.

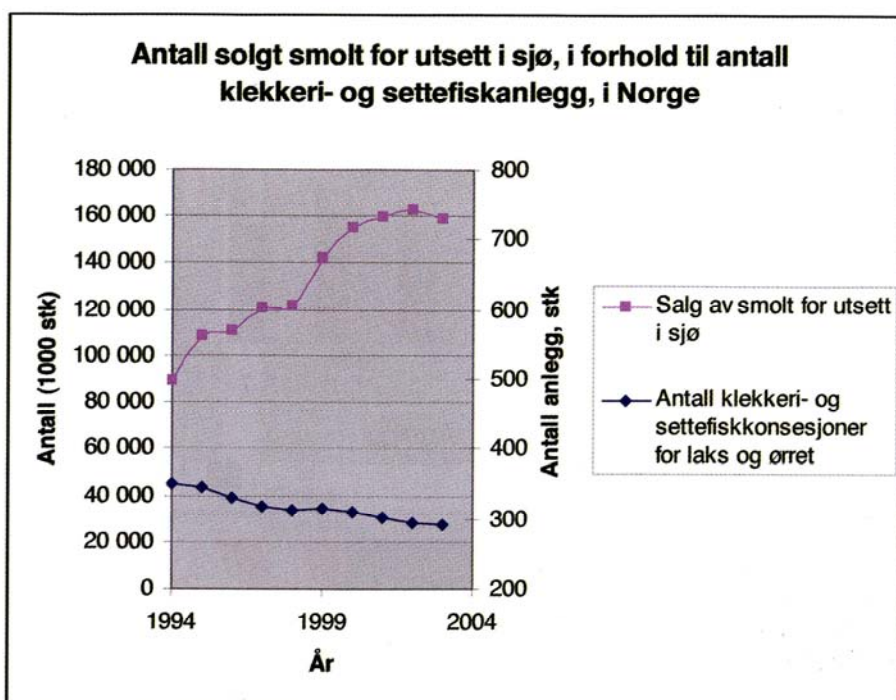
Det er presentert mange prognoser for økning i smoltbehovet fremover (31). Hvis man ser 10 år bakover i tid, har økningen i smoltproduksjonen i den perioden vært på over 80% der mesteparten av økningen kom på 90-tallet. For perioden 2000–2004 var økningen ca 3% pr år, men dette var en periode da det var tildels meget lave laksepriser i markedet, noe som igjen la en demper på utviklingen i næringen.

Produksjonen av smolt i 2006 forventes å bli ca. 160 millioner. Hvis man setter opp forventet smoltbehov fremover med litt spredning, kan man anslå dette som følger:

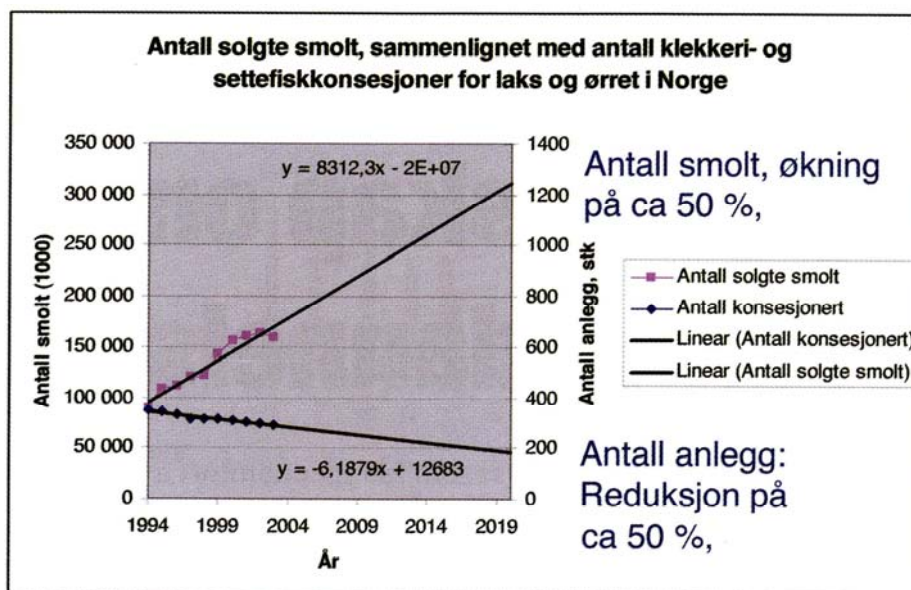
- 3% økning for hvert år (lavt estimat) fra og med 2006 gir et smoltbehov på ca 180 millioner i 2010 og ca. 240 millioner i 2020.
- 8,3% økning for hvert år (høyt estimat) fra og med 2006 gir et smoltbehov på ca. 220 millioner i 2010, ca. 490 millioner i 2020.

De siste 15 årene har det ikke blitt etablert mange nye settefiskanlegg . Utnyttelsen av de eksisterende har derimot økt dramatisk (Figur 6.1 og 6.2), og de fleste produserer i dag opp mot det maksimale. Da høstsmolten kom på markedet (det vil si lysstyring av smoltifisering), førte dette til en stor omlegging av produksjonen, og i dag setter man ut smolt i nesten gjennom hele året.

Effektivisering av smoltproduksjonen har også en bakside. Det går ikke an å presse de naturlige prosessene uten at dette får reaksjoner. Spesielt bruk av høy temperatur i produksjonen har ført til forekomst av deformiteter (blant annet ryggdeformiteter) samt unormal utvikling av indre organer. Høy intensitet i produksjonen, med påfølgende dårlig vannmiljø for fisken, bidrar sannsynligvis også til unormal utvikling. Totalt er situasjonen i dag at mye av smolten som settes ut, har en del skader fra yngelstadiet, og dette har en negativ påvirkning på produksjonen i sjøen.



Figur 6.1. Historiske trekk i settefisknæringen viser at salget av smolt stadig øker, mens antall settefiskkonsesjoner går gradvis ned.
Kilde: Øyvind Prestvik, Norsk Fiskeoppdrett, mars 2006.



Figur 6.2. Fortsetter utviklingen slik den har gjort de ti siste årene skal man kunne produsere 50 prosent mer smolt på halvparten så mange anlegg som er i drift i dag. Kilde: Øyvind Prestvik, Norsk Fiskeoppdrett, mars 2006.

Statistikk

Vi tar først for oss en del statistikk som viser smoltproduksjonen over år, i de ulike fylkene, anlegg i drift og ikke i drift. Fra kapittel 4 er det også vist underdekning eventuelt overdekning av smolt som et resultat av tilgjengelig statistikk for antall smolt det er gitt konsesjon for og utsatt smolt.

Tabell 6.1 Antall (1000) solgte laksesmolt for utsett i sjø over hele landet i perioden 1994-2004. Kilde: Fiskeridirektoratet

	2004	2003	2002	2001	2000	1999
Antall smolt (1000)	147 959	141 603	139 642	135 231	129 390	123 875
	1998	1997	1996	1995	1994	
Antall smolt (1000)	109 702	108 590	98 514	97 439	81 875	

Videre viser vi statistikk for gitte konsesjoner for produksjon av smolt og settefisk for de ulike fylker og for hele landet

Tabell 6.2 Gitte konsesjoner for smolt og settefisk av laks og ørret for de ulike fylkene og for hele landet, samt antall anlegg i drift og antall og prosent anlegg som ikke er i drift. Kilde: Grøttum, FHL.

Fylke	I alt	I drift	Ikke i drift	% ikke i drift
<i>Finnmark/Troms</i>	22	11	11	50
<i>Nordland</i>	38	27	9	24
<i>Nord-Trøndelag</i>	16	14	2	13
<i>Sør-Trøndelag</i>	25	20	5	20
<i>Møre og Romsdal</i>	43	28	4	9
<i>Sogn og fjordane</i>	31	17	10	32
<i>Hordaland</i>	65	56	9	14
<i>Rogaland</i>	26	16	10	38
<i>Agder/Østlandet</i>	21	13	8	38
2004	287	202	68	24
2003	291	243	48	16
2002	294	247	46	16
2001	282	243	39	14
2000	289	247	42	15

Tabell 6.3 Totalt salg av laks og ørret, mengde målt i tonn.

	2004	2003	2002	2001	2000	1999
Mengde solgt (tonn)	627 216	578 475	546 055	507 867	489 594	473 846
	1998	1997	1996	1995	1994	
Mengde solgt (tonn)	410 310	365 876	320 523	276 226	219 257	

Scenarier vedrørende behov for smolt og settefisk av ørret i fremtiden

Scenario 1

Tabell 6.1, ovenfor, viser antall utsatt smolt for hele landet i perioden 1994-2004.

Fra 2000 til 2004, på fem år, var det en økning fra 129 til 148 mill. smolt. Dette tilsvarer en økning på 15% i løpet av fem år, eller 3% økning pr. år.

Økning de siste 10 årene var fra 1994 til 2004 fra 82 til 148 mill. smolt. Dette tilsvarer en økning på 83% i løpet av 10 år eller 8,3% økning pr. år.

Tar vi hensyn til disse veksttallene på henholdsvis 3 og 8,3% pr. år, ser scenariene ut som vist i tabell 6.4.

Tabell 6.4 Scenarier for smoltbehov (millioner stk) for henholdsvis 2010, 2015 og 2021, med bakgrunn i de siste årenes økning i smoltproduksjon.

% økning/år	2010	2015	2021
3,0	177	205	245
8,3	239	356	574

Scenario 2

Tabell 6.3 viser at fra 2000 til 2004 økte produksjonen i sjø fra 490 000 til 630 000 tonn. En økning på 140 000 tonn, som igjen tilsvarer en stigning på ca. 30%.

Øker vi produksjonen med 5% pr. år vil vi i år 2010, 2015 og 2021 produsere henholdsvis 840 000, 1100 000 og 1470 000 tonn. Dette er mer enn en fordobling av lakseproduksjonen i dag. Forutsetter vi videre at vi har behov for 1 utsatt fisk for å produsere 4 kg i sjø finner vi tall som vist i tabell 6.5.

Tabell 6.5 Scenarier for smoltbehov for henholdsvis henholdsvis 2010, 2015 og 2021 med bakgrunn i de siste årenes produksjonsøkning i sjø etter et utbytte på 4 kg fisk i sjø for hver utsatt fisk.

År	2010	2015	2021
Smolt (millioner)	210	275	368

Scenario 3

Det kan forventes at vi i framtiden (pr. smolt) vil få et større utbytte i sjø og det er realistisk å regne med at hver smolt vil gi en produksjon i sjø på 4,5 kg. Smoltbehovet fremover vil etter dette se ut som vist i tabell 6.6.

Tabell 6.6 Scenarier for smoltbehov for henholdsvis 2010, 2015 og 2021 med bakgrunn i de siste årenes økning i smoltproduksjonen etter et utbytte på 4,5 kg fisk i sjø for hver utsatt fisk.

År	2010	2015	2021
Smolt (millioner)	208	244	327

Ressurser i næringen og smoltbehov i framtiden

Morten Lund presenterte i januar 2006 følgende prognoser:

Utgangspunktet for prognosene var at Norge produserer ca. 170 mill smolt i 2006. I scenarier ovenfor har vi benyttet tallverdier fra 2004 og dette er årsakene til ulikheter i scenarier og prognoser. Lund presenterte prognosene etter henholdsvis 2, 4, og 6% smoltøkning i løpet av de kommende fem årene. Dette tilsier en produksjon på henholdsvis 187, 205, og 227 mill. smolt for de nevnte prosentene.

Videre i sine prognoser sier Lund at et gjennomsnittsanlegg i 2004 produserte 1,2 mill smolt/år. Dersom vi tenker oss et lignende produksjonskvantum pr. anlegg, og om vi om fem år skal komme opp i en produksjon på henholdsvis 187, 205, eller 227 mill smolt/år, får vi behov for henholdsvis 14, 29 eller 48 nye anlegg i Norge.

For å møte disse utfordringene kan følgende gjøres:

- Utbygging av ny kapasitet der tilgangen til vann er større = flere større anlegg
- Driftsmessige justeringer; øke antall produksjonspuljer, jevnere stående biomasse og hyppigere smoltuttak
- Reduksjon av smoltstørrelse
- Fortsatt optimalisering av vannutnyttelse ved bruk av O₂-inn/O₂ ut
- I økende grad benytte resirkulering

Hva er våre beste prognoser for en fremtidig smoltproduksjon?

Dersom vi tar oss den frihet å bruke gjennomsnittstall fra scenario ovenfor og prognoser fra ressurspersoner, kan vi antyde at behovet for smolt vil bli som i tabell 6.7.

Tabell 6.7 Prognoser for framtidig behov for smolt

År	2010	2015	2021
Mill. smolt	204	266	371

Våre prognoser sammenlignet med tidligere scenarier

I 1999 ble det produsert en utredning, "Norges Muligheter for Verdiskaping innen Havbruk", fra arbeidsgruppe for havbruk oppnevnt av Det Kongelige Norske Vitenskabers Selskap og Norges Tekniske Vitenskapsakademi. Denne utredningen bygde på antatt fremtidig vekst i sjø, og det ble kalkulert med en årlig vekst på 10%. Dette innebar at i år 2010 og i år 2021 kom produksjonen, etter denne vurderingen, i sjø opp i henholdsvis 1 050 000 og 2 750 000 tonn laksefisk. Regner vi dette om til smoltbehov får vi tabell 6.8.

Tabell 6.8 Prognoser for millioner smolt for år 2010 og år 2021 ved et utbytte i sjø på henholdsvis 4,0 og 4,5 kg fisk.

År	2010	2021
4,0 kg/smolt	262	687
4,5 kg/smolt	233	611

Sammenlignet med prognosene vi har presentert hadde denne arbeidsgruppen prognoser for vesentlig større vekst i sjø og følgelig, etter vår utregning i tabell 6.8, kom denne gruppen frem til et fremtidig mye større smoltbehov.

Akvaplan-Niva og SINTEF utarbeidet scenarier for Nord- Trøndelag, Nordland, Troms og Finnmark i 2000: "Potensialet for havbruk som en vesentlig basisnæring i Nord-Norge. Det ble lagt fram 3 scenarier: godt, middels og dårlig. Prognosene uttrykte vekst som vekst i sjø (Tabell 6.9).

Tabell 6.9 Årlig vekst av laks- og ørretproduksjon i sjø i prosent for 3 ulike scenarier.

	<i>Godt</i>	<i>Middels</i>	<i>Dårlig</i>
Årlig vekst 2005-2010	7,5	4,5	2,4
Årlig vekst 2010-2020	4,2	2,5	1,4

Denne arbeidsgruppen hadde også prognoser for 2005, beregnet i år 2000. For de fire nevnte fylkene var årsproduksjon i sjø stipulert til 300 000 tonn for vurdering etter ”godt og middels”. For ”dårlig” var prognosen en produksjon på 240 000. I år kan vi vurdere prognosen. Det reelle tallet for 2005 ble 259 000 tonn. Sammenligner vi Scenario 2 i vår beskrivelse her i arbeidsoppgaven for kapittel 6, vil prognosene til Akvaplan-NIVA for middels vekst og vårt scenario være svært like.

Kapittel 7

Overordnet beskrivelse av typisk norske settefiskanlegg

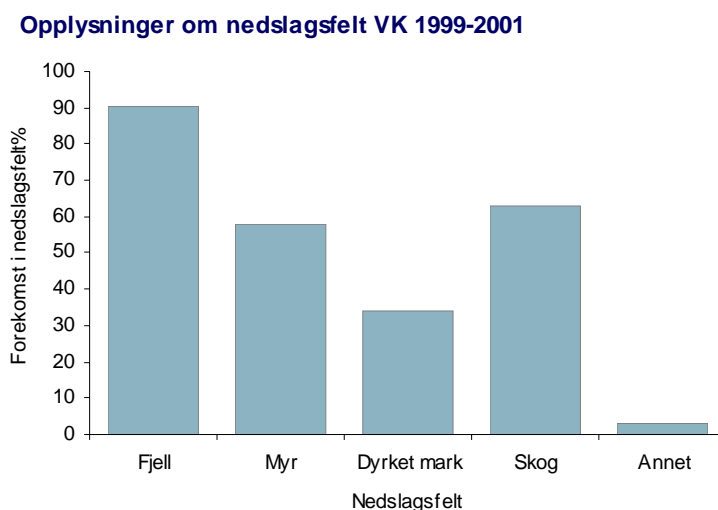
Innledning

Sammenstilling av resultater fra NIVAs settefiskundersøkelser, det såkalte VK-laks programmet i perioden 1999 til 2001 er fortatt i regi av FHF prosjektet vannkvalitet-smoltkvalitet. Ut i fra dette materialet kan kjennetegn ved det typiske norske settefiskanlegg beskrives. I det underliggende omtales og illustreres kort følgende forhold:

1. Fordeling av type nedslagsfelt
2. Typiske vannkilder
3. Utbredelse av vannbehandlingsmåter
4. Typiske lysstyringsstrategier
5. Typisk temperaturvariasjon i råvann gjennom året
6. Typisk variasjon i biomasse gjennom året

1. Fordeling av type nedslagsfelt

Figur 7.1. viser i grove trekk hvordan nedslagsfeltet til de norske settefiskanleggene fordeler seg.

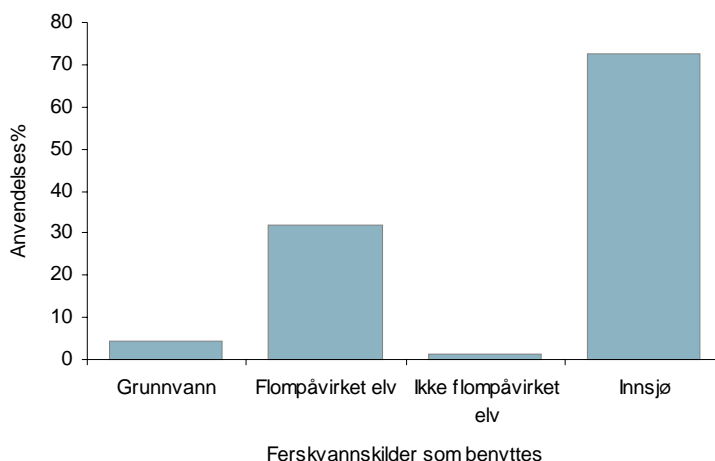


Figur 7.1 Forekomst av ulike naturtyper i nedslagsfeltet til norske settefiskanlegg (n=50)

2. Typiske vannkilder

Videre finner vi fra materialet en oversikt over hvilke vannkilder som benyttes. Av figur 7.2 ser vi at innsjø er den vanligste inntakskilden, men forholdsvis mange har også inntak fra elv. Gjennomsnittlig størrelse på vannkilden i VK undersøkelsene fra 1999 til 2001 var 14,7 m³/min. Vannkilden varierte imidlertid fra 1,6 m³/min til den største på 150 m³ vann/min.

Ferskvannskilder i settefiskproduksjon VK 1999-2001



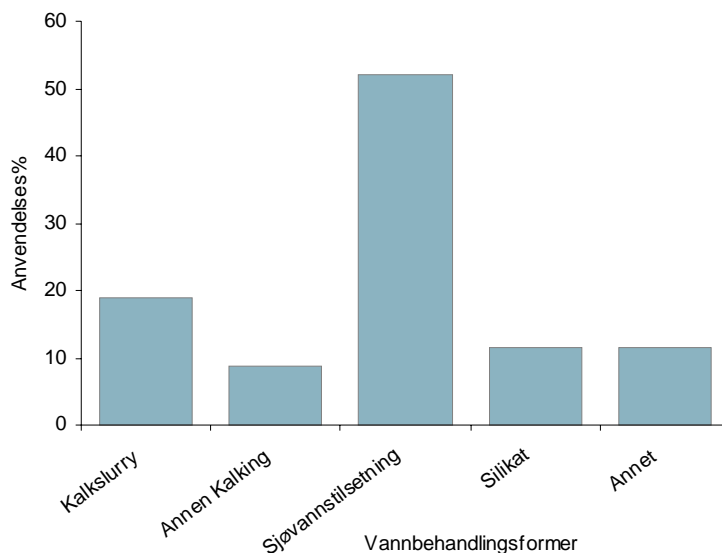
Figur 7.2 Ferskvannskilder i norsk settefiskproduksjon

3. Utbredelse av vannbehandlingsmåter

Datamaterialet viser også hvilke vannbehandlingsformer som er mest vanlige. Figur 7.3 viser at sjøvannstilsetning er den klart mest foretrukne vannbehandlingsform i Norge.

Vannbehandling har som oftest sammenheng med lav pH og ionestyrke i inntaksvannet.

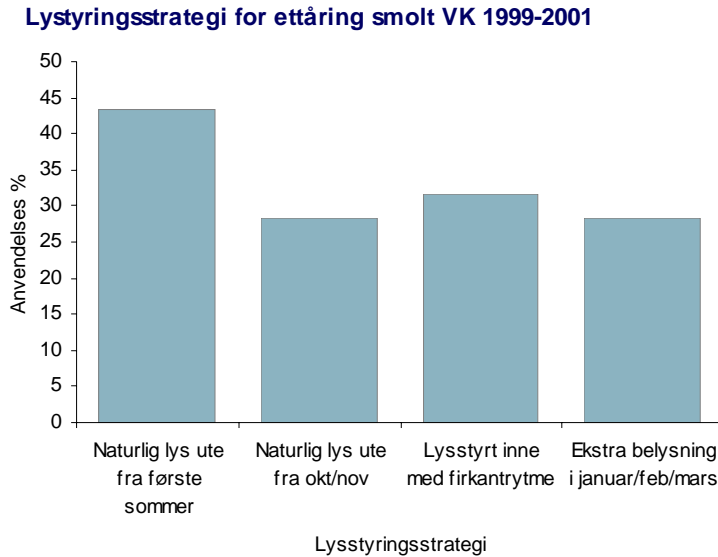
Utbredelse av vannbehandlingsmåter VK 1999-2001



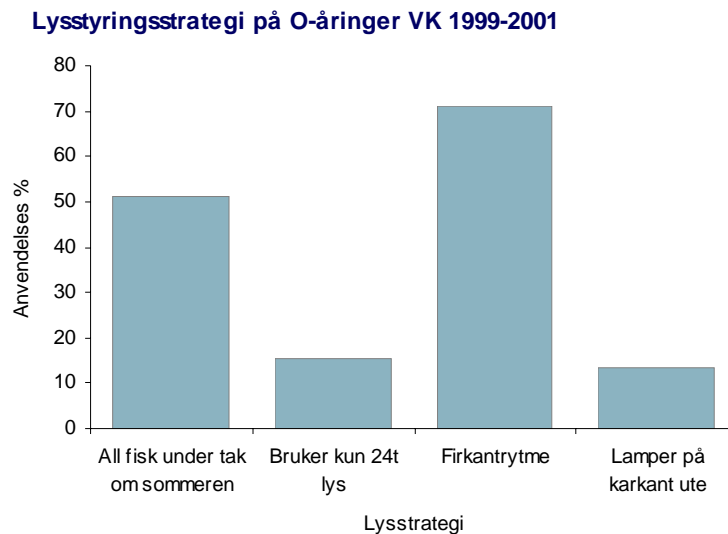
Figur 7.3 De vanligste vannbehandlingsformene i norsk settefiskproduksjon

4. Typiske lysstyringsregimer

Tallmaterialet gir også en god indikasjon på hvordan bruken av lysstyring er i den norske settefiskproduksjonen. Figur 7.4 viser hvilke lysregimer som anvendes på ettårig smolt i Norge og figur 7.5 viser lysregimer som typisk anvendes på nullårig smolt i Norge.



Figur 7.4 Lysregimer som anvendes ved produksjon av ettårig smolt



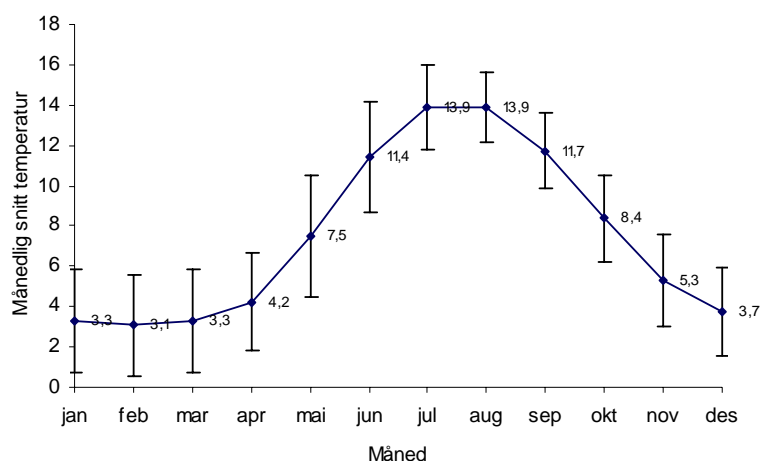
Figur 7.5 Lysregimer som anvendes ved produksjon av nullårig smolt

Resultatene viser at det overveiende flertall benyttet naturlig eller simulert lysregime ved produksjon av ettårig smolt, mens overveiende flertall benyttet firkantrytme (ingen gradvis økning eller reduksjon i daglengde) ved produksjon av nullårig smolt.

5. Typisk temperaturvariasjon i råvann gjennom året

Fra VK 99-01-sammenstillingen har man et grunnlag for å utlede gjennomsnittlig variasjon i temperatur og biomasse gjennom året. Figur 7.6 viser hvordan råvannstemperaturprofilen varierer gjennom året i norske settefiskanlegg. Vi ser av kurven at de største forskjellene i råvannstemperatur er om vinteren og våren. Kurven viser ikke daglige ekstremtemperaturer som forekommer i anleggene.

Gjennomsnittstemperatur VK 1999-2001

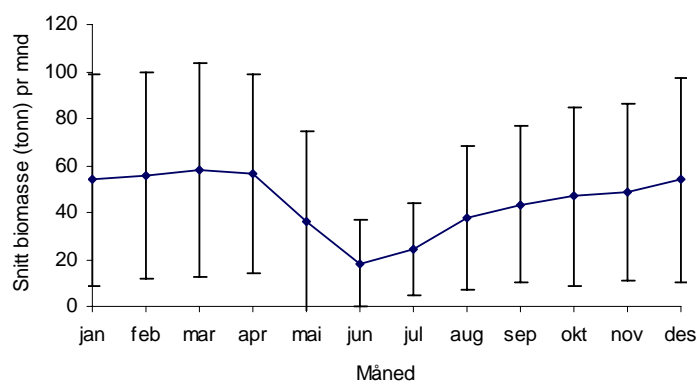


Figur 7.6 Variasjon i temperaturprofil (n=67) for norske settefiskanlegg

6. Typisk variasjon i biomasse gjennom året

Produksjonen av fisk ved anleggene kommer til uttrykk ved gjennomsnitt stående biomasse i anleggene gjennom året. Figur 7.7 viser variasjonen i dette over året. Standardavviket viser at det er stor forskjell mellom hvor mye biomasse det enkelte settefiskanlegg har i sin produksjon.

Biomasse variasjon gjennom året VK 1999 - 2001



Figur 7.7 Biomassevariasjon gjennom året i norske settefiskanlegg.

Av figur 7.7 ser vi at biomassen er lavest i månedene mai til juli. Dette har sammenheng med leveransetidspunktene for smolt.

Kapittel 8

Vurdering av behovet for nye smoltanlegg som en del av fremtidig produksjonskapasitet.

En totalvurdering av behovet for å etablere nye settefiskanlegg er et meget sammensatt tema, og vi har valgt å se dette i sammenheng med hvor man ellers kan hente kapasitet m.h.p. smoltproduksjon. For å kunne si noe om dette oppsummerer vi her mulige strategier som vi forventer kan medføre utvidelser eller nybygg av smoltanlegg.

I det følgende har vi derfor beskrevet mulige områder hvor vi forventer at det kommer en økning i smoltproduksjonen og en mulig tidshorison for dette. Til slutt er det oppført en tabell (8.1) som viser forventet fremtidig kapasitet for smoltproduksjon og forventet fremtidig behov for smolt.

A. Dagens produksjon. 2006

Dagens produksjon av smolt er ca 160 millioner for inneværende år (2006).

B. Kapasitets økning i dagens anlegg ved utbygging av anlegg og maksimalt vannuttak fra råvannskilden

Den raske produksjonsutvidelsen, med tidshorison ca. 5 år, ligger i eksisterende anlegg med muligheter for utvidelse av anlegg og vanninntak. Det kan være nødvendig å påpeke at hvis de pr. i dag ikke har satt i gang en prosess m.h.t. utvidelse av anlegg, vil det ta minst 5 år før de er i produksjon med ny kapasitet. Det vil si at det dermed ikke er aktuelt med økt produksjon ved nye anlegg for perioden 2006-2010. Vi har om lag 220 settefiskanlegg i Norge. Ca. halvparten av anleggene har mulighet til å ta ut mer vann fra vannkildene. Dette bygger på intervjuundersøkelsen av oppdrettere foretatt i kapittel 1. Vi kan utlede at det kan produseres omlag 280 millioner settefisk basert på denne strategien. Dette er tilfelle når alle ledige vannkilder på eksisterende anlegg bygges ut. Denne tilleggsproduksjonen kan finne sted i nær fremtid. Benyttes all ledig vannkapasitet er dette 120 millioner flere settefisk enn i 2006. I tidslinjen (Tabell 8.1), har vi antydnet at det ikke vil være mulig å aktivere mer enn 20% av potensialet i 2010, 50% av potensialet i 2015 og 100% av potensialet i 2021.

C. Kapasitetsøkning i dagens anlegg ved mindre smoltstørrelse og lavere vannforbruk, samt aktivere anlegg som ikke er i drift i dag

Vi har ca. 350 settefiskkonsesjoner i Norge. Omlag 130 av konsesjonene er ikke i bruk. Disse har samlet sett et betydelig, men likevel begrenset potensial, for å produsere et større antall smolt. Analysen utført i prosjektet har påpekt en matematisk sammenheng mellom smoltstørrelse, vannforbruk og antall smolt. Den matematiske formelen er presentert i rapporten. Bufferen ligger først og fremst i beskjedne nedgang av smoltstørrelse og en nedgang i de vannmengder som benyttes pr. kg smolt. Det ligger også en buffer i aktivering av de 130 ubenyttede konsesjoner. Vi anslår at om lag 318 millioner smolt kan produseres ved hjelp av denne strategien. Vi anslår at dette ikke kan skje før år 2010. Kompensatoriske tiltak for å opprettholde smoltstørrelse på dagens nivå må påregnes. Likeså må kompensatoriske tiltak for å opprettholde vannkvalitet påregnes.

D. Samproduksjon av kraft og smolt

Kombinasjon eksisterende vannkraftverk og smoltproduksjon kan ha et stort potensial i form av vann som brukes i kraftanleggene. Av flere årsaker er det imidlertid mange begrensninger for en slik samlokalisering. Kombinasjonen nye vannkraftanlegg, inkludert småkraftverk, og smoltanlegg har også et potensial, men også her er det mange praktiske

begrensninger. Som beskrevet i kapittel 3, er det ca. 120 eksisterende vannkraftverk som har nærhet til sjø. Gjennomsnittlig vannmengde som brukes, er 11 m³/sek. Hvis vi antar at det ved ca 10% av anleggene er forhold som muliggjør kombinasjonsdrift, vil dette si at man ved 12 av kraftverkene har denne muligheten. En viktig forutsetning for dette er at det er alternative vannkilder til turbinvannet som går gjennom kraftverket. Hvis vi videre antar at settefiskanlegg som kombineres med kraftanlegg, produserer 2,5 millioner smolt årlig pr. anlegg, vil summen av smolt fra disse anleggene gi ca. 30 millioner smolt. Det søkes dessuten om tillatelse til etablering av ca. 100 nye småkraftverk pr. år. Vi kan anta at kun 5% av disse har mulighet for produksjon av smolt i tillegg til kraft. Hvis vi antar ca 2,5 millioner smolt pr. år også fra disse, indikerer det at man med etablering av nye minikraftanlegg kan ha et potensial for ca 12 millioner ekstra smolt for hvert år. Vannforbruket i et kraftanlegg i drift overstiger langt det man bruker ved en produksjon av 2,5 millioner smolt. Hvis man forutsetter at det produseres 5 millioner smolt pr. år i smoltanlegg som kombineres med kraftanlegg, tilsier dette at det er rom for en årlig produksjon på minst 60 millioner smolt årlig. Summen av potensiale for ekstra smoltproduksjon ved store og små vannkraftverk (nye og etablerte) har vi satt til 70 millioner pr år. I tabell 8.1 har vi antydnet at halvparten av denne smoltproduksjonen blir utbygd i perioden 2010-2015, og at det i perioden 2015-2021 kan bygges ut smoltanlegg tilsvarende totalt 70 millioner smolt med denne type vannkilde.

E. NIVAs database for mulige nye lokaliteter til smoltproduksjon

I prosjektet har NIVA foretatt en GIS basert analyse for å få frem et estimat på potensielle vannkilder for settefiskproduksjon i Norge. Analysen omfattet også grunnvannskilder (data fra NGU). Vi har videre forutsatt at disse lokalitetene bygges ut kun til smoltproduksjon. Her er potensialet i form av vannmengder meget stort i følge dataene fra NIVA, men det er usikkert hvor stor andel av disse vannkildene som kan benyttes til smoltproduksjon som en antatt følge av ulike begrensninger. Uansett så kan de fleste av disse potensielle kilden ikke aktiveres/reaktiveres på minst 5 år. I tidslinjen har vi antydnet at det ikke vil være mulig å aktivere mer enn 1% av potensialet i 2010, 5% av potensialet i 2015 og 20% av potensialet i 2021.

E. Ny teknologi og endret driftsform (vannbehandling)

Utvidet vannbehandling på eksisterende anlegg i drift kan muligens være den raskeste veien til utvidet produksjon, i og med at vi her snakker om å introdusere ny teknologi i eksisterende infrastruktur. En annen mulighet er å ta i bruk utstrakt vannbehandling på lokaliteter hvor det tidligere har vært drift, men hvor driften har opphørt fordi vannkilden ble vurdert for liten. Utvidet vannbehandling kan bestå i lufting for å fjerne CO₂ og/eller bruk av forenklet resirkulering (der oppholdstiden for vannet er 12-24 timer). Med effektive luftere kan vannbehovet i produksjonen reduseres med 30-50%. I anlegg med forenklet resirkulering vil vannbehovet i praksis være 10-15% sammenlignet med det man har ved gjennomstrømming uten CO₂-luftere. Hvis en betydelig del av næringen tar i bruk effektive luftesystemer, anslår vi at man på denne måten kan øke produksjonspotensialet med minst 25 millioner smolt pr. år på kort sikt (0-5 år).

For perioden 2010-2015 og for perioden 2015-2021 har vi estimert at det etableres henholdsvis 10 og 20 nye anlegg bygd på resirkuleringsteknologi. Dette betyr at man ved disse tiltakene kan øke produksjonen med ca 50 millioner innen 10 år og ca. 75 millioner innen 15 år. Utvidet bruk av vannbehandling vil trolig blir mer vanlig også i Norge, ettersom norske oppdrettsselskaper benytter denne teknologien både her i landet og i

Chile. I vårt regnestykke kalkulerer vi med en årsproduksjon pr. anlegg på 2,5 millioner smolt.

Ovenfor har vi vist til 5 mulige nye områder for å øke smoltproduksjonen. I tabell 8.1 har vi antydnet tidsskjema for når de ulike strategiene kan slå inn, samt hvor stor andel av smoltproduksjonen som kan dekkes inn av disse områdene, inkludert dagen produksjon.

Tabell 8.1. Prognoser for fremtidig smoltutsett samt betydningen av ulike tiltak for å øke produksjonspotensial for smolt.

Produksjonstiltak	År				
	2006	2008	2010	2015	2021
A. Produksjon i dagens anlegg	160	160	160	160	160
B. Økt produksjon ved utnyttelse av ledige vannressurser i dagens anlegg	-	12	12	60	120
C. Mindre smoltstørrelse og lavere spesifikt vannforbruk	-	40	80	158	158
D. Samdrift smolt- og kraftproduksjon	-	-	-	35	70
E. Nye vannkilder og nye anlegg	-	-	30	150	600
F. Vannbehandling (lufting og resirkulering)	-	-	25	50	75
Sum produksjonspotensial (millioner pr. år)	160 ^{*)}	190 - 210	210 - 300	300 - 455	455 - 1200
Sum prognose for smoltbehov (millioner pr. år)	160 ^{**)}	160 - 180	190 - 220	250 - 280	355 - 385

^{*)} Prognose for utsett 2006

^{**)} For året 2006 er det antydnet et begrenset underskudd av smolt

Vi finner det riktig å presentere prognosene i form av intervaller. Dette fanger også opp at strategiene til dels kan overlappes hverandre. Man kan også trekke ut i fra tabellen at nedgang i smoltstørrelse, spesifikt vannforbruk og utnyttelse av ledig vannkapasitet ved dagens anlegg er den raskeste måten å aktivere økt smoltproduksjon på. Ledig vannkapasitet kan i nærmeste fremtid resultere i en større økning enn angitt i tabell 8.1 ovenfor. Om man ønsker å opprettholde dagens smoltstørrelse kan det tale for at det etableres et sluttvekstledd i produksjonen som ikke beslaglegger noe av anleggets ferskvannspotensial. Herunder kan man for eksempel tenke på løsninger som bruk av egen sjøvannskaravdeling, resirkulering og utsett av smolt i sluttvekstmerder.

Videre kan man se av tabell 8.1 at flaskehalsen vil kunne oppstå allerede i perioden 2010-2015 i forhold til dagens konsesjoner. Man kan også se at det tilsynelatende eksisterer en god buffer i potensielle nyetableringer av settefiskanlegg. Vi understreker imidlertid at sannsynligheten for at dette skal slå til, ikke kan vurderes på bakgrunn av opplysningene som kunne inngå i datagrunnlaget i dette prosjektet.

Forslagene for potensial og prognoser som er anført som sum i tabell 8.1 avhenger av at alle produksjonstiltak blir realisert. Det er ikke realistisk at alle produksjonstiltak vil bli en realitet, men vår oppgave har vært å se på muligheter til å benytte ferskvannsressurser i fremtiden.

Kapittel 9

Ulike strategier for smoltproduksjon og deres innflytelse på vannbehovet

Norske produsenter av smolt har etter hvert utviklet mange ulike varianter av produksjonsstrategier. Med varianter mener vi ulike strategier for oppdeling av fiskematerialet, tidspunkter for innlegging av rogn og oppdeling av rogngrupper, valg av temperaturprofiler gjennom året (der dette er mulig) osv. Vi kan ikke gi noen utfyllende beskrivelse av hva de ulike produksjonsvariantene består i, det ville føre for langt, og man klarer uansett ikke dekke alle.

Årsakene til at det finnes så mange varianter av produksjonsstrategier ligger både i spesielle forhold ved den enkelte settefisklokalitet, og at det er forhold i markedet som krever det.

Vi vil fremheve to forhold som utgjør en viktig bakgrunn når man skal sette opp et sammenligningsgrunnlag for vannforbruk basert på ulike strategier:

- 1) Med økende etterspørsel etter smolt og til dels mye sentralisering av produksjonen, er det i dag viktig å utnytte vannressursene i settefiskanleggene best mulig for å oppnå en maksimal produksjon. En fundamental endring fra tidligere tider er at det nå produseres mye smolt der smoltifiseringstidspunktet styres med kunstig lys. Høstsmolt faller inn under denne kategorien, og høstsmolt ser ut til å utgjøre en økende del av produksjonen av smolt i Norge. Bruk av lysstyring muliggjør dessuten at levering av smolt i prinsippet kan forekomme gjennom hele året (årstidsuavhengig). Begrensningen ligger imidlertid i at det normalt er vanskelig å sette ut smolt i sjøen de kaldeste delene av året (desember – februar). Styrkt smoltifisering kan gi fordeler med tanke på å utnytte tilgjengelige vannressurser, og den tekniske kapasiteten i settefiskanleggene – d.v.s. karvolum og maskinelt utstyr – på en bedre måte enn før.
- 2) Fleksibilitet i utsettingstidspunktene for smolt gir gode muligheter for å jevne ut biomassebelastning i merdanleggene i sjøen og samtidig oppnå jevnere slaktning over året. For de integrerte selskapene er dette blitt mer vanlig. Hovedtyngden av utsettett foregår imidlertid fortsatt i april/mai for 1-åring (1+) og september/oktober for høstsmolt (0+). Når vi skal betegne noe som "normalen" i dagens situasjon, er det at smoltutsett fra et tenkt smoltanlegg foregår i to hovedperioder innenfor de angitte tidsrommene. Vi har derfor brukt dette som basis under sammenligning av strategier m.h.t. vannbruk i settefiskanleggene.

Nesten alle settefiskanlegg i Norge produserer fisk i gjennomstrømningsanlegg. Kun 3 anlegg (Pan Fish Norge, ECO Farm, Smøla Klekkeri) baserer i dag hele eller store deler av produksjonen på resirkulering.

Graden av vannbehandling i gjennomstrømningsanleggene varierer noe, men hoveddelen av anleggene faller likevel innenfor de angitte punktene nedenfor:

- Lufting av inntaksvann (fellesløsninger for hele anlegget) og lufting av oppvarmet vann (f. eks. etter varmpumpe). Denne luftingen foretas med tanke på å fjerne eventuell overmetning med nitrogen.

- Bruk av oksygen fra tank eller egenprodusert oksygen for å redusere vannforbruk og styre oksygenivået i oppdrettskarene. I noen tilfeller benyttes en oksygeneringsenhet til hvert oppdrettskar, men som regel benyttes et system der hovedvannforsyningen til flere kar eller en karavdeling tilføres oksygen. Det er også utstrakt bruk av diffusoroksygen, for å holde nivået i avløpsvannet så jevnt som mulig.
- Karintern lufting av vann i produksjonskar for å fjerne CO₂ og løse inn O₂ er blitt mer og mer vanlig de senere årene, men ikke alle anleggene har dette. De anleggene som benytter CO₂-luftere, har ofte dette bare for en del av produksjonsvolumet og som regel i større kar for påvekst frem til smoltifisering. Hvor stor del av produksjonsvolumet som er påmontert luftere, og hvor stor del av total luftekapasitet som til enhver tid er benyttet, varierer med årstid og biomassebelastning.
- Bruk av varmepumpe og/eller fyrkjel for å varme vann til tidlig startforing. For å kunne produsere 1-årig smolt, er det nødvendig å startfôre fisken i en periode da råvannet er på sitt kaldeste. For å lette startfôringen benyttes som regel varmepumper i perioden januar-mai, men det er også noen som benytter varmepumpe i hele den perioden der råvannet har relativt lav temperatur. Det vil i praksis si månedene oktober-mai, avhengig av anleggenes beliggenhet. Oppvarmet vann brukes også for å oppnå raskere immunisering når vaksinasjon foregår i perioder av året med lav vanntemperatur. Fiskematerialet deles da opp i mindre grupper som går på temperert vann en periode etter vaksinasjon. Det totale vannforbruket i anlegget er som regel ikke påvirket av anvendelse av varmepumpe.
- Bruk av små mengder desinfisert sjøvann for å øke bufferevnen og bedre ionestyrken i råvannet. Sjøvannstilsetningen bidrar marginalt med tanke på å øke vanntilførselen til anlegget, og maksimal innblanding av sjø er i størrelsesorden 1-3% av total vannmengde.

I praksis er det kun oksygenering og luftesystemer for CO₂-fjerning som bidrar til redusert vannforbruk i et vanlig settefiskanlegg i Norge. De andre vannbehandlingstiltakene bidrar ikke til å redusere vannbruken. Andre tiltak for å begrense vannforbruk blir omtalt senere i dette kapitlet.

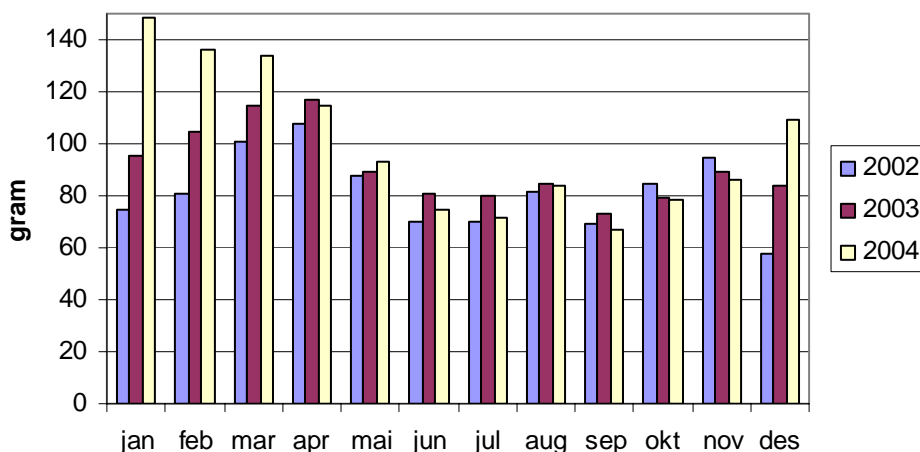
Forutsetninger for å sammenligne vannbehov

For å kunne sammenligne vannforbruk i sammenheng med ulike strategier for smoltproduksjon, må vi først definere klart et sammenligningsgrunnlag – det vi vil kalle et basisanlegg. Basisanlegget er ikke nødvendigvis et gjennomsnittsanlegg for Norge i dag, men produksjonen gjenspeiler et typisk norsk smoltanlegg.

Oversikten og beregningene utført i dette kapitlet har som hensikt å synliggjøre potensiell besparelse i vannbehov ved å ta i bruk ulike produksjonsstrategier. Som basis for sammenligningene velger vi et anlegg som produserer smolt etter et tradisjonelt oppsett som angitt i punktene nedenfor.

Forutsetninger for produksjonsberegninger

- Anlegget skal produsere til sammen 1 million smolt pr. år. Denne smoltmengden er en sum av vårs smolt (1+), høstsmolt (0+) og eventuelt andre varianter.
- Det er utbygd nok kapasitet i form av karvolum til å gi den nødvendige friheten til å bestemme når en generasjon begynner og slutter. Vi tar derfor ikke hensyn til volumbegrensninger i beregningene.
- Det anvendes varmepumpe som har kapasitet nok til å produsere vann for startforing i januar og holde temperatur på minst 12 °C for denne gruppen av fisk frem til råvannstemperaturen er på dette nivået.
- Temperaturprofilen i råvannet er som angitt i figur 9.2. Råvannet hentes fra en innsjø der man har mulighet til å ta vann fra relativt stort dyp. Av hensyn til varierende isforhold i vannkilden; dvs at isen kan brytes opp i deler av vinterhalvåret, settes minimumstemperaturen om vinteren til 2 °C.
- Anlegget bruker sjøvann for å bufre vannet. Dette har lite å si for den totale vanntilførselen til anlegget (+1-3 %), men gir anledning til å ha en maksimal CO₂-mengde i vannet på ca 15 mg/l slik driftsforskriften for akvakulturanlegg angir. Dette begrunnes bl. a. med at man ikke skal komme lavere i pH enn ca 6 ved et CO₂-innhold på ca 15 mg/l.
- Anlegget mottar øyerogn som ett parti (en rogngruppe) i begynnelsen av desember. Ved mottak på settefiskanlegget har øyerogna mer enn 350 døgngader.
- Hele rogngruppen klekker innenfor samme tidsrom; d.v.s. en klekkepulje. Dette partiet yngel er grunnlaget for både høstsmolt (0+) og vårs smolt (1+).
- Fisk som skal bli til høstsmolt, sorteres fra og settes på lysstyring (kort dag) i begynnelsen av juni, og denne leveres som høstsmolt i september.
- Vårsmolten (1+) har opphav i den delen av fiskematerialet som ikke ble satt på lysstyring om sommeren, og den smoltifiserer vanligvis ved naturlig belysning. Vårsmolten er leveringsklar i løpet av april.
- Fordelingen mellom høstsmolt og vårs smolt i basisanlegget er som følger:
 - o 40% av det totale antallet smolt leveres som høstsmolt.
 - o 60% av det totale antallet smolt leveres som vårs smolt.
- Gjennomsnittstørrelse for høstsmolt settes til 70 gram og for vårs smolt 110 gram.



Figur 9.1. Gjennomsnittsvæker (gram) for smolt utsatt i ulike måneder av året i årene 2002-2004. Snittvektene er registrert for hvert månedsskifte etter utsett i sjø.

Et sentralt punkt når man skal angi hva som er en basisproduksjon, er hva som kan kalles "normal" smoltstørrelse. Figur 9.1 gir en oversikt over gjennomsnittsvæker for smolt i månedsskiftet etter utsett i sjø for alle årets 12 måneder i årene 2002-2004. Hvis vi ser på perioden april-juni, er snittstørrelsene i området fra 110 gram i april og ned til ca 70 gram i juni. Dette indikerer at den største smolten er leveringsklar først, mens smoltvekten avtar utover i perioden fordi den minste smolten er utsetningsklar sist. Denne variasjonen i størrelse for april-juni kan også skyldes at smolt sør i Norge, som gjerne er litt større enn den i nord, settes ut i sjøen i april mens smolt i nord settes ut så sent som juni.

For august er snittstørrelsen i området 80 gram, mens den for september er ca 70 gram. Utsettet i august kan være fisk som er klekt sent året før og settes ut som smolt på ettersommeren (juli-august).

I de øvrige periodene av året, og spesielt månedene desember t.o.m. mars, er det nokså store variasjoner fra år til år m.h.t. snittvekter. For året 2004 ble det satt ut nokså stor fisk om vinteren, og vi antar at dette har vært en trend som har utviklet seg. Hovedtyngden av dette smoltutsettet er sannsynligvis smolt som er tidlig smoltifisert på settefiskanleggene og er blitt oppbevart en periode i sjøvann i kar før den settes i sjøen. Dette er en produksjonsstrategi som avviker fra det mest vanlige. Vi velger derfor ikke å ta hensyn til denne perioden når vi fastsetter en "normal" smoltstørrelse. Dataene i figur 9.1 angir dessuten ikke antall som settes ut i de ulike månedene.

Hvis vi forutsetter utsett i april og september – d.v.s. innenfor de vanligste tidsrommene for h.h.v. 1-årig og 0-årig smolt – vil vi legge til grunn at "normal" smoltstørrelse er:

- ca 110 gram for 1 årig smolt (vårsmolt)
- ca 70 gram for 0-årig smolt (høstsmolt)

For vårutsettet er denne snittvekten litt i overkant, men vi antar at hovedtyngden av smolt settes i sjøen i månedsskiftet april/mai og at den angitte snittvekten derfor bør reflektere snittverdien for april, mer enn den for mai i figur 9.1.

For høstutsettet er 70 gram omtrentlig det snittet man har i september, og det forventes at mestedelen av høstsmolten settes i sjøen i denne måneden.

De angitte normalvektene er gitt som forutsetninger for basisanlegget.

Forutsetninger for å beregne vannbehov

- Ved beregninger av vannbehov regnes det kun med gjennomsnittstørrelser. Vi ser bort fra at det er vanlig at man tidlig i produksjonssyklusen sorterer ut en god del undermåls fisk som destrueres (inntil $\frac{1}{4}$ av total yngelmengde). Det er i beregningene tatt med at noe fisk fjernes i det man deler opp materialet for å starte lysstyring av høstsmolt (ca månedsskiftet mai-juni)
- Fisken går i ferskvann helt til den er ferdig smoltifisert og klar for overføring til sjø.
- For å beregne tilvekst og biomasse, brukes vekstfaktor. Denne er definert av formelen:

$$VF = \frac{1000}{d\text{øgngradsum}} \left(\sqrt[3]{W_1} + \sqrt[3]{W_0} \right)$$

der: VF = vekstfaktor
døgngradsum = gjennomsnittstemperatur * antall dager
W₁ = sluttvekt (gram) for perioden
W₀ = startvekt (gram) for perioden

- For de ulike produksjonsperiodene velges følgende vekstfaktorer:
 - o 0 – 1 gram: vekstfaktor = 1
 - o 1 – 10 gram: vekstfaktor = 1 - 1,3
 - o 10 – 150 gram: vekstfaktor = 1,3 - 1,8
- De angitte vekstfaktorene ligger i nedre område av hva som er vanlig i dag, men vi velger disse verdiene for ikke å overestimere veksten i anlegget
- Produksjonen er beregnet med intervaller på 7 dager
- Dødelighet er satt til 1,5% pr. måned og regnes av gjenværende antall fisk til enhver tid
- Det er ikke gitt noen nedre grense for vannforbruk i gjeldende driftsforskrift for settefiskanlegg. Tidligere var det satt en grense for spesifikt vannforbruk i gjennomstrømningsanlegg på 0,3 liter vann pr. kg fisk og minutt, men nå er begrensningen gitt ved at produksjonen skjer under forsvarlige forhold; d.v.s. at det er vannkvaliteten som setter grense. Vi forutsetter i beregningene at alle produksjonsstrategier drives under forhold som tilfredsstiller driftsforskriften for settefiskanlegg.

- For gjennomstrømningsanlegget tar vi utgangspunkt i at CO₂ er begrensende vannparameter (maks 15 mg/l) og vannbehovet regnes ut i forhold til dette i hele produksjonssyklusen.
- For å regne CO₂-mengde som fisken skiller ut, bruker vi et forholdstall som kalles respirasjonskvotient – forkortet RQ. Dette forholdstallet angir hvor mye CO₂ fisken skiller ut pr. enhet oksygen den forbruker. Vi kan skrive dette slik:

$$RQ = (\text{mengde CO}_2 \text{ utskilt})/(\text{mengde O}_2 \text{ forbrukt})$$

- Respirasjonskvotienten (RQ) kan variere en del, men vi antar som et gjennomsnitt at det skilles ut ca 1,25 mg CO₂ for hvert mg O₂ fisken forbruker. Konkret vil dette si at hvis f. eks. fisken bruker 5 mg O₂ pr. minutt og kilo, vil fisken i dette tilfellet skille ut ca 6,25 mg CO₂ pr. kg og minutt.
- Når vannet i oppdrettskarene tilføres karbondioksyd (CO₂) via fiskens ekskresjon, vil omtrent alt CO₂ foreligge som såkalt fritt CO₂ i vannet.
- Når CO₂ tilføres vannet, synker pH, og graden av pH-fall bestemmes av hvor god bufferevne vannet har. Vi forutsetter at vannet i anlegget har nok bufferevne til å opprettholde pH over 6, selv ved et CO₂ – innhold på 15 mg/l. Som nevnt ovenfor, kan det tilføres sjøvann i små mengder for å bedre vannets bufferevne og dermed oppnå dette.
- I basisanlegget er det ikke noen form for karintern utlufting av CO₂. All CO₂ fra fisken vil derfor holde seg i karvannet inntil det går ut med avløpet. Spontan avgassing av CO₂ til atmosfæren er så liten at vi ser bort fra dette.

Det er viktig å understreke at vi beregner vannbehovet gjennom hele produksjonssyklusen. I et praktisk drevet anlegg er det vanskelig å regulere vanntilførsel i forhold til fiskens vannbehov i basert på de kriteriene som er listet ovenfor. Dette fordi man med dagens produksjonsregimer er avhengig av hvor mye vann som er magasinert i inntaksvannet samt aktuell nedbørssituasjon.

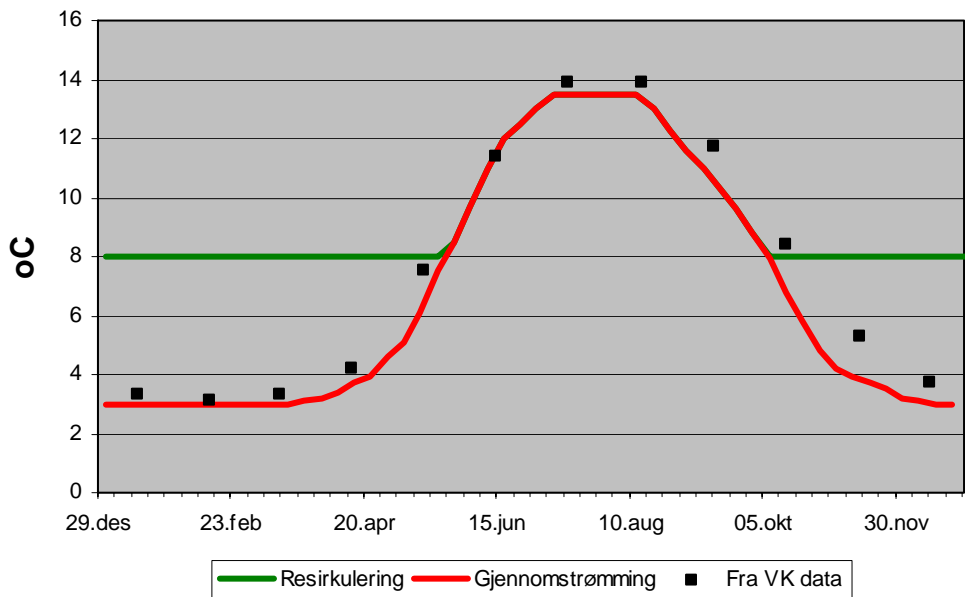
Det reelle vannforbruket i et settefiskanlegg vil med andre ord være et resultat av hvor stor vannforsyningskapasitet man har, og eventuelt være regulert i forhold til om fiskekar står tomme og/eller man reduserer vannforbruket p.g.a. lav vannføring i inntakskilden. Det kan også være en mulighet at man demmer opp inntakskilden, og regulerer vannføringen til anlegget ved å tappe stadig mer ned etter hvert som vannbehovet til anlegget øker.

Det forutsettes at man har nok tilgang på vann i de mest vannkrevende periodene. I virkeligheten er ikke dette alltid mulig, og det reelle vannforbruket er i noen perioder lavere enn behovet.

Temperaturregime

Ved å beregne vannbehovet til basisanlegget, har vi lagt til grunn samme temperaturprofil i råvannet for alle de ulike produksjonsalternativene med unntak av resirkulering. Den aktuelle temperaturprofilen er satt opp med bakgrunn i gjennomsnittsverdier for temperatur fremkommet i VK-undersøkelsene (figur 9.2), men likevel slik at den gir et litt lavere snitt enn det som er fremkommet i VK-undersøkelsene. Den brukte temperaturprofilen kan derfor

hevdes å gjenspeile en form for gjennomsnitt for hele Norge. Vi kan hevde at den anvendte temperaturprofilen er vektet på en slik måte at anlegg i Sør-Norge er gitt større vekt enn anlegg i Nord-Norge fordi produksjonen i sør er større enn i nord. Hvis vi skulle tatt et matematisk gjennomsnitt for temperaturene i hele Norge, ville kurven hatt en litt lavere døgnggradssum for året.



Figur 9.2. Temperaturkurve for råvann i beregninger av produksjon (rød kurve) og data fra VK-undersøkelser (svarte firkanter). Grønn kurve angir temperaturprofil ved beregninger i forenklet resirkulering.

For de tidlige stadiene i produksjonen har vi lagt til grunn følgende:

- Rogn trenger ca 500 døgngrader fra befruktning til klekking, og den skal ha maksimalt 8°C under rognutviklingen
- Etter klekking skal plommeseekkyngelen ha ca 300 – 350 døgngrader før man begynner startfôring, og vi antar at den kan oppbevares ved ca 10°C.
- Startfôring skjer ved 12°C og man holder denne temperaturen fra begynnelsen av startfôringen og frem til råvannet til anlegget har samme temperatur. Det vil i praksis si at man må ha et oppvarmingssystem med tilstrekkelig kapasitet for å holde denne temperaturen i den perioden det er nødvendig

Maksimal temperatur om sommeren er i følge figur 9.2 ca 13,5°C, noe som ikke er spesielt høyt.

Vedrørende tidspunkt for å begynne startfôring har vi satt dette på ca 10.-12. februar for de variantene av produksjon som ikke skal levere spesielt stor smolt. I det tilfellet der det er et hovedpoeng å levere spesielt stor fisk, har vi antatt svært tidlig startfôring (ca 1. januar). Dette er i tidligste laget i forhold til hva som er mulig i dag ut fra befruktningstidspunkt for rogn,

rognutvikling og klekketidspunkt. Med bruk av lys- og temperaturstyring på stamfisk klarer man i dag å forsere rognuttak ca 14 dager i forhold til normalt gytetidspunkt, noe som tilsier at man kan begynne startforing tidligst i midten av januar.

En annen måte å gjøre dette på er å utsette klekking av rogn ved å oppbevare denne på lav temperatur (2–3°C). Ved oppbevaring på lav temperatur trenger rogn færre døgngrader til klekking (ca 450 døgngrader). Hvis plommesekkyngel også holdes ved relativt lav temperatur (anta ca 4°C), kan man i teorien få til startforing langt ut på høstparten.

Dette tilsier at en strategi som muliggjør stor høstsmolt kan gjennomføres i praksis selv om denne varianten ikke kan sies å være vanlig.

Resirkulering

Vi skal i denne sammenheng ikke beskrive resirkulering m.h.t. tekniske løsninger eller vannbehandlingsprosesser, det vil føre for langt. Det er likevel noen forhold som er vesentlig å omtale for å forstå hvordan man kan sammenligne vannforbruk i et resirkuleringsanlegg med det man har i gjennomstrømningsanlegg.

Den typen resirkulering vi mener er mest aktuell for norske forhold er det vi kan kalle forenklet resirkulering. Med dette mener vi systemer hvor vannforbruket er sterkt redusert i forhold til gjennomstrømningsanlegg, men det er ikke minimalisert. Slike resirkuleringsanlegg er vesentlig mye enklere teknisk enn de anleggene der man har minimalisert vannforbruket. Siden vi i Norge har relativt mye tilgjengelig vann sammenlignet med andre land, mener vi anlegg med forenklet resirkulering er mest optimalt for Norge.

For å definere vannforbruk i et resirkuleringssystem, er begrepet oppholdstid det mest hensiktsmessige. Oppholdstid er et mål for hvor lenge tilført vann er i anlegget før det går ut med avløpsvannet, og kan enkelt uttrykkes slik:

$$\text{Oppholdstid} = \text{oppdrettsvolum/mengde spedevann}$$

Hvis volumet i anlegget uttrykkes i m³ og spedevann uttrykkes i m³/time, vil oppholdstiden angis i timer.

I et forenklet resirkuleringssystem er oppholdstiden gjerne i området 12–24 timer. I mer intensive resirkuleringsanlegg er oppholdstiden fra 10 døgn og oppover. I et gjennomstrømningsanlegg er oppholdstiden for tilført vann (d.v.s. spedevann) i området 1–3 timer.

For at karsystemene skal fungere bra m.h.t. selvrensing, bør ikke oppholdstiden i hvert enkelt kar være over 1,5 time. I et gjennomstrømningsanlegg hvor oppholdstiden for tilført vann er opp mot 3 timer er det risiko for dårligere blanding av vann og gasser, samtidig som selvrensingen i karet forringes.

Det er viktig å understreke at vi mener oppholdstid for spedevann. I et resirkuleringssystem pumpes brukt vann omkring i anlegget etter endt rensing i vannbehandlingssystemet. Dette er resirkulert vann og regnes ikke med ved beregning av oppholdstiden slik vi omtaler det her.

Mange bruker begrepet ”prosentvis resirkulering” når de skal omtale vannforbruk i et resirkuleringsanlegg. Dette er et nokså meningsløst begrep, fordi det er mange måter å

beregne vannstrøm i prosent. Begrepet oppholdstid er derimot entydig og gir direkte informasjon om mengden spedevann/råvann som skal brukes i anlegget.

Et annet forhold som er viktig for sammenligning av vannforbruk, er at i resirkuleringssanlegg er tilførsel av vann relativt uavhengig av mengde fisk i anlegget. Dette er ulikt det man har i et gjennomstrømmingssystem, fordi der kan man regulere vanntilførselen i forhold til biomasse

I praksis betyr dette at for å beregne vannforbruk i et resirkulert anlegg, kan man gjøre dette ut fra om oppdrettskarene er i bruk eller ikke.

Vannbehandling i forenklete resirkuleringssystem består av 3 hoveddeler:

- Partikkelfjerning ved hjelp av god hydraulikk (selvrensing) og f.eks. mikrosil
- Lufting for tilførsel av oksygen og fjerning av CO₂
- Ammonium-fjerning i et biofilter (nitrifikasjon)

I tillegg kommer eventuell oppvarming av tilført vann og/eller desinfeksjon av tilført og/eller resirkulert vann.

Siden biologisk vannbehandling er en del av vannbehandlingen, er det viktig at vanntemperaturen i systemet er over et visst minimum. Ut fra erfaring kan vi hevde at temperaturen bør være over 6-8 °C. Dette skyldes at ved lavere temperatur vil bakteriene som fjerner ammonium i biofilteret, vokse for sakte til å opprettholde denne renseprosessen. Det er imidlertid ikke noe problem at temperaturen går lavere enn ca 6 °C i perioder, men det kan ikke anbefales å bruke vanlig råvannstemperatur om vinteren. Denne går i dette tilfellet ned i ca 2°C. Ved beregninger av tilvekst i et forenklet resirkuleringsanlegg, har vi brukt 8 °C som minimum (Figur 9.2). Dette forskyver produksjonen mye i et resirkulert system sammenlignet med gjennomstrømming. Det betyr igjen at om vi skal beholde fordelingen av høstsmolt og vårsmolt (40/60) og størrelse av produsert smolt (70g/110g) slik det er angitt for gjennomstrømming, må vi ha to adskilte rogngrupper og to ulike startforingsperioder i anlegget for å klare dette.

De ulike produksjonsstrategiene

Med bakgrunn i beskrivelsen av basisanlegget ovenfor har vi satt opp en oversikt over de produksjonsalternativene som er beregnet. Denne oversikten er gitt i tabell 9.1.

Tabell 9.1. Oversikt over de ulike produksjonsstrategiene som er beregnet for å sammenligne vannbehov.

Strategi	Antall høst Antall vår	Snittvekt høst Snittvekt vår	Leverings- tidspunkt	Klekking/ startforing	Merknader
1.	400' 600'	ca 70g ca 110g	September Mai	1 rogngruppe Klekking: des. Startforing: feb.	Ingen CO ₂ lufter
2.	400' 600'	ca 100g ca 150g	September Mai	1 rogngruppe Klekking: nov. Startforing: jan.	Ingen CO ₂ lufter
3.	600' 400'	Ca 70g Ca 110g	September Mai	1 rogngruppe Klekking: des. Startforing: feb.	Ingen CO ₂ lufter
4	Høst: 400' Vinter: 300' Vår: 300'	Ca 70g (høst) Ca 60g (vinter) Ca 110g (vår)	September November *) Mai	1 rogngruppe Klekking: des. Startforing: feb.	Ingen CO ₂ lufter
5	400' 600'	Ca 70 g Ca 110g	September Mai	1 rogngruppe Klekking: des. Startforing: feb.	CO ₂ lufting (30%–50% eff.)
6	400' 600'	Ca 70g Ca 110g	September Mai	2 rogngrupper Klekking: des./ Startforing: feb./	Resirkulering (12 – 24 timers oppholdstid)

*) Smoltifisert fisk blir i settefiskanlegget i kar som tilføres sjøvann

Det må understrekes at de ulike strategiene ikke må sees på som absolutte. De er satt opp slik fordi vi skal illustrere hvilke utslag en endring i strategi vil ha. I praktisk oppdrett er det mange kombinasjoner av de ulike variantene angitt ovenfor.

Når vi har valgt fordeling 40/60 mellom høstsmolt og vårsmolt, er dette ut fra at det passer omtrent med dagens situasjon for fordeling av utsett. Det synes å være en tendens til at andel høstsmolt som produseres i settefiskanleggene øker

Den angitte inndelingen av ulike produksjonsstrategier har tatt utgangspunkt i at man i prinsippet kan ha to tilnærminger:

- Man vurderer vannbehovet ved å forskyve fordelingen mellom ulike typer fisk. Det vil i praksis si at man varierer forholdet mellom høst-, vår- og eventuelt vintersmolt. Her er vintersmolt den fisken som smoltifiseres meget tidlig i en syklus, vanligvis etter at høstsmolten er levert. Vintersmolt må stå en periode i settefiskanlegget med tilførsel

av sjøvann før den kan settes ut i sjøen. I tillegg ser man også på effekten av å variere størrelsen av smolt. (alternativ 2–4 i tabell 9.1).

- Den andre tilnærmingen er å vurdere vannbehov ved å ta i bruk ulike former for vannbehandling som har som hensikt å redusere vannbehovet. Vi ser her bort fra oksygenering, fordi dette er forutsatt fullt utnyttet i basisanlegget. De vurderte vannbehandlingstiltakene er lufting for å fjerne CO₂ og forenklet resirkulering (alternativ 5 a,b og 6 a,b i tabell 9.2).

Tabell 9.3 – 9.8 bakerst i oppgaven viser data fra beregningene for de forskjellige strategiene 1-6 som er beskrevet i tabell 9.1.

Tabell 9.2. Beregnet vannbehov for å produsere 1 million smolt pr. år. Nummererte alternativer er de samme som strategier listet i tabell 9.1. Prosentverdiene er regnet ut i forhold til angitt vannbehov for alternativ 1.

Alternativ	Gjennomsnitt		Minimum		Maksimum		Akkumulert	
	l/min	%	l/min	%	l/min	%	mill. m ³	%
1	7913	100	3209	100	14715	100	4,148	100
2	11009	139	3587	112	20522	139	5,771	139
3	6753	85	3553	111	15604	106	3,539	85
4	6113	77	3046	95	14400	98	3,204	77
5a ¹⁾	5722	72	2491	78	10301	70	2,999	72
5b ²⁾	4262	54	1779	55	7614	52	2,234	54
6a ³⁾	1123	14	271	8	2511	17	0,589	14
6b ⁴⁾	562	7	136	4	1256	9	0,294	7

¹⁾ **Lufter fjerner 30% av produsert CO₂**

²⁾ **Lufter fjerner 50% av produsert CO₂**

³⁾ **Forenklet resirkulering med 12 timer oppholdstid for nytt vann**

⁴⁾ **Forenklet resirkulering med 24 timer oppholdstid for nytt vann**

Med bakgrunn i de angitte forutsetninger for produksjon av ca 1 million smolt i et basisanlegg uten andre vannsparende tiltak enn oksygenering vil det maksimale vannbehovet være ca 15 m³/min, mens det gjennomsnittlige vannbehovet er ca 8 m³/min. I VK - undersøkelsene gjennomført av NIVA viser dataene at maksimum vannforbruk pr. million produserte smolt i gjennomsnitt er ca 15 m³/min. Dette stemmer overens med de angitte beregningene for maksimalt vannbehov for basisanlegget som er alternativ 1 i tabell 9.2.

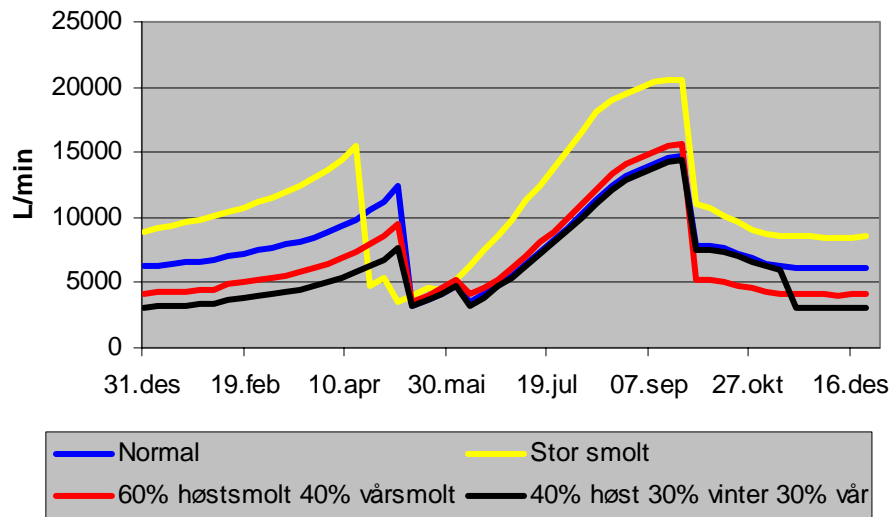
I denne sammenheng må vi bemerke at de angitte verdiene i tabell 9.2 er teoretiske verdier, mens NIVAs verdier stammer fra reelle settefiskanlegg. I alternativ 1 er det ikke antatt noen form for lufting, mens mange settefiskanlegg i praksis benytter seg av ulike luftesystemer for å redusere vannforbruket. Vi kjenner ikke effektiviteten av de lufterne som er i praktisk bruk i settefiskanlegg, men det antas at systemene har en meget begrenset renseseffekt og dermed fjerner relativt lite av CO₂ i oppdrettskarene. Sammenligning mellom det vi her kaller ”basisanlegg” og det man finner i praktisk produksjon kan dermed synes reell ut fra erfarte data.

For å vurdere om en gitt endring av produksjonsstrategi har vesentlig effekt på vannbehovet har vi gjort dette ut fra følgende to hovedkriterier:

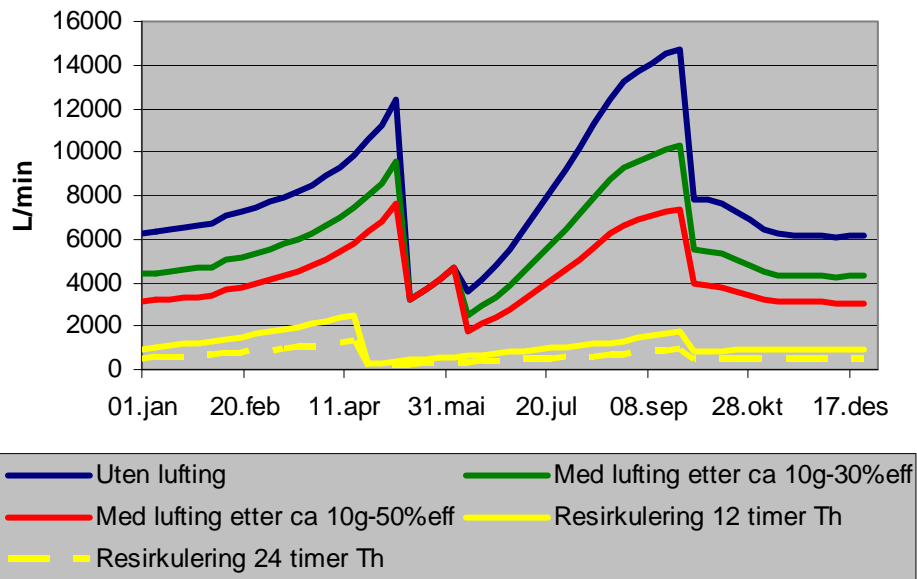
- Maksimalt vannbehov gjennom en produksjonssyklus er en dimensjonerende størrelse for vanntilførsel til anlegget, og er derfor den viktigste størrelsen for å vurdere effekt av ulike tiltak.
- Akkumulert vannforbruk gjennom året sammen med gjennomsnittlig vannforbruk anses som den nest viktigste parameteren, og kan være en viktig størrelse for de anleggene der man har stor magasineringskapasitet i vannkilden.

Ut fra beregnede data i tabell 9.2 og fremstilling av datamaterialet i figurene 9.3 og 9.4 kan vi i korthet fremheve følgende:

- Økning i smoltstørrelsen vil gi et økt vannbehov. Graden av økt vannforbruk er nesten proporsjonal med økning i smoltstørrelse. Prosentvis økning kan beregnes direkte fra økt mengde biomasse produsert.
- Omfordeling av andel høst- og vårsomt der man produserer en større andel som høstsomt, vil føre til at man har et høyere maksimalt vannforbruk om høsten (september) da temperaturen i vannet vanligvis er høyest. Vannforbruket om våren vil imidlertid bli redusert som en følge av at biomassen på dette tidspunktet er redusert sammenlignet med basisanlegget. Hvis man ser på det akkumulerte vannforbruket over året, ser vi at man kan redusere vannbehovet med opp mot 15% ved å omfordele fra 40/60 til 60/40 som forhold mellom høst- og vårsomt.
- Ved å smoltfisure fisken meget tidlig og sette denne over på sjøvann i settefiskanlegget, vil det også være en gevinst m.h.p. totalt vannforbruk over året. Det maksimale vannbehovet om høsten vil imidlertid være omtrent lik det man har i basisproduksjonen (Figur 9.3).
- Effekten av lufting for å fjerne CO₂ vil være direkte proporsjonal med renseseffekten for lufterne. De fleste luftesystemene som brukes i dag, er basert på innblåsing av luft i vann (dykkede systemer), og disse har en relativt begrenset renseseffekt. Hvis vi derimot forutsetter at lufterne fjerner 30% eller 50%, vil reduksjonen i vannbehovet stå direkte i forhold til dette (Tabell 9.2). Som det er antydnet i figur 9.4, vil effekten av luftingen være størst om høsten da temperaturen i vannet er høyest.
- Ved bruk av resirkulering vil vannbehovet være en direkte funksjon av oppholdstiden for nytt vann i anlegget. Ved forenklet resirkulering har vi angitt oppholdstider på 12 eller 24 timer. Som angitt i tabell 9.2, vil maksimalt vannbehov i et slikt system være ca 17% av maksimalt vannbehov i basisanlegget ved en oppholdstid på 12 timer, og ca 7% dersom oppholdstiden er 24 timer. I tabell 9.2 er det angitt verdier for minimalt og gjennomsnittlig vannbehov i anlegg med forenklet resirkulering. Disse verdiene har liten eller ingen betydning i anlegg av denne typen slik de har i et gjennomstrømningsanlegg. I anlegg med resirkulering vil man i praksis ha et mer eller mindre konstant vannforbruk som er gitt av det totale oppdrettsvolumet. Med dette som bakgrunn kan vi hevde at behovet for råvann i et resirkuleringsanlegg med forenklet teknologi vil være 10-15% av vannbehovet til basisanlegget beskrevet ovenfor; d.v.s. 1500–2200 l/min pr. million smolt produsert pr. år.



Figur 9.3. Beregnet vannbehov gjennom året for de ulike produksjonsalternativene (1 – 4) angitt i tabell 9.2



Figur 9.4. Beregnet vannbehov gjennom året for de ulike produksjonsalternativene 1 samt 5 a/b og 6 a/b angitt i tabell 9.2

Konklusjon

For å angi hvor stor effekt endret produksjonsstrategi har for å redusere det totale vannbehovet for oppdrett av smolt, kan vi sette opp følgende skala:

< 10% reduksjon av et tiltak	:	Ingen effekt
10-30% reduksjon i vannbehov	:	Moderat effekt
> 30% reduksjon i vannbehov	:	Betydelig/stor effekt

Hvis vi antar at reduksjon i maksimalt vannbehov gjennom en produksjonssyklus vil være det viktigste kriteriet, kan vi konkludere følgende:

- Produksjon av større smolt vil gi økt vannbehov og er dermed negativt m.h.p. vannbehov.
- Omfordeling av høstsmolt i forhold til vårs smolt (d.v.s. større andel høstsmolt) vil ikke gi noe reduksjon i maksimalt vannbehov, og har dermed ikke noen effekt.
- Tidlig smoltifisering av en del av smolten, mindre antall vårs smolt, men samme mengde høstsmolt, vil ikke gi noe reduksjon i maksimalt vannbehov og dermed ingen effekt.
- Bruk av luftere for å fjerne CO₂ vil ha betydelig/stor effekt avhengig av effektiviteten til lufterne. Hvis vi forutsetter 30% renseeffekt for lufterne ved 15 mg CO₂/l, at dette introduseres for 1/3 av den totale smoltproduksjonen i Norge, og det produseres samme type fisk som i basisanlegget, vil dette si en ekstra kapasitet på 20-25 millioner pr. år i eksisterende anlegg. Hvis vi forutsetter en renseeffekt på 50% m.h.p. CO₂, vil dette bety en ekstra kapasitet på 50-55 millioner smolt i eksisterende anlegg.
- Bruk av forenklet resirkulering med minimum 12 timers oppholdstid vil ha betydelig/stor effekt på vannbehovet. I slike anlegg vil vannbehovet ligge i området 10-15 % av det som er beregnet for basisanlegget. Hvis man regner vannbehov for et anlegg som skal produsere 2,5 millioner smolt etter disse kriteriene, vil vannbehovet ligge i området 3500-5500 l/min. Med dette lave vannforbruket er det mange lokaliteter som i dag er uaktuelle, men som kan anvendes til denne type anlegg.
- Generelt dårlig aksept for å ta i bruk resirkulering til produksjon av smolt er i dag et hinder for denne produksjonsformen. Hvis vi likevel antar at det blir bygget 10 nye slike anlegg innen en 10-årsperiode, og hvert av dem har en kapasitet på 2,5 millioner smolt pr. år, vil dette si en ekstra kapasitet på 25 millioner smolt. Det er i denne sammenheng viktig å understreke at det sannsynligvis ikke vil være tilgang på vann som begrenser utbygging av kapasitet i slike anlegg.

Tabell 9.3. Strategi 1: Basisproduksjon med 1 rogngruppe, 40/60 høst/vårsmolt og normal smoltstørrelse

Dato	Startforing		Høstsmolt		Vårsmolt		Totalt vannbehov l/min
	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	biomasse (kg)	
01.jan					72,5	46231	6252
08.jan					74,2	47136	6346
15.jan					75,9	48052	6441
22.jan					77,6	48981	6537
29.jan					79,4	49921	6634
05.feb					81,2	50872	6731
12.feb	0,2	280			83,0	51836	7084
19.feb	0,3	399			84,8	52812	7267
26.feb	0,4	553			86,7	53799	7467
05.mar	0,6	746			88,6	54799	7686
12.mar	0,7	985			90,5	55811	7926
19.mar	1,0	1276			92,5	56835	8187
26.mar	1,2	1633			94,5	57871	8477
02.apr	1,6	2059			96,6	58961	8875
09.apr	2,0	2563			98,8	60107	9308
16.apr	2,4	3152			101,2	61353	9863
23.apr	3,0	3850			103,9	62743	10562
30.apr	3,6	4657			106,7	64238	11232
07.mai	4,4	5583			110,1	66066	12435
14.mai	5,2	6641					3209
21.mai	6,2	7842					3667
28.mai	7,3	9197					4167
04.jun	8,5	10720					4711
11.jun			11,0	4873	5,0	3700	3558
18.jun			12,7	5553	5,9	4283	4142
25.jun			14,5	6297	6,9	4994	4781
02.jul			16,7	7149	8,1	5825	5531
09.jul			19,2	8121	9,6	6792	6398
16.jul			22,0	9230	11,3	7916	7397
23.jul			25,2	10489	13,2	9209	8267
30.jul			28,7	11869	15,4	10650	9201
06.aug			32,6	13376	17,9	12250	10203
13.aug			36,8	15018	20,6	14018	11275
20.aug			41,5	16858	23,6	16020	12459
27.aug			46,4	18781	26,8	18139	13217
03.sep			51,4	20742	30,1	20326	13711
10.sep			56,5	22722	33,6	22559	14106
17.sep			61,6	24721	37,1	24835	14514
24.sep			66,8	26702	40,6	27110	14715
01.okt					44,1	29359	7847
08.okt					47,5	31530	7800
15.okt					50,8	33567	7621
22.okt					53,7	35379	7241
29.okt					56,3	36963	6865
05.nov					58,5	38289	6438
12.nov					60,5	39461	6227
19.nov					62,4	40561	6179
26.nov					64,2	41618	6182
03.des					66,0	42627	6175
10.des					67,7	43552	6092
17.des					69,3	44456	6128
24.des					70,9	45338	6158

Tabell 9.4. Strategi 2: Produksjon av stor smolt, fordeling 40/60 høst/vårsmolt, 1 rogngruppe.

Dato	Startforing		Høstsmolt		Vårsmolt		Totalt vannbehov l/min
	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	biomasse (kg)	
01.jan	0,2	280			110,7	69871	8959
08.jan	0,3	399			113,0	71064	9157
15.jan	0,4	553			115,3	72268	9372
22.jan	0,6	746			117,6	73482	9605
29.jan	0,7	985			120,0	74706	9859
05.feb	1,0	1276			122,4	75941	10134
12.feb	1,2	1633			124,8	77186	10438
19.feb	1,6	2059			127,3	78442	10767
26.feb	2,0	2563			129,7	79708	11125
05.mar	2,4	3152			132,3	80985	11512
12.mar	3,0	3850			134,8	82271	11937
19.mar	3,6	4657			137,4	83569	12398
26.mar	4,4	5583			140,1	84930	13004
02.apr	5,2	6641			142,9	86355	13657
09.apr	6,2	7842			146,0	87902	14474
16.apr	7,3	9197			149,3	89628	15470
23.apr	8,5	10720					4711
30.apr	9,9	12423					5302
07.mai			12,0	5412	7,0	5215	3587
14.mai			13,8	6149	7,6	5594	4035
21.mai			15,8	6954	8,4	6100	4612
28.mai			17,3	7545	9,3	6721	4443
04.jun			19,2	8272	10,5	7492	5284
11.jun			21,5	9166	12,0	8451	6363
18.jun			24,2	10273	13,8	9645	7545
25.jun			27,4	11528	15,8	11017	8630
02.jul			31,0	12951	18,2	12594	9872
09.jul			35,1	14562	21,0	14402	11292
16.jul			39,6	16369	24,1	16447	12484
23.jul			44,5	18337	27,4	18701	13758
30.jul			49,8	20475	31,2	21176	15118
06.aug			55,6	22792	35,3	23886	16565
13.aug			61,9	25297	39,8	26845	18103
20.aug			68,5	27893	44,5	29940	19010
27.aug			75,2	30521	49,4	33099	19542
03.sep			82,0	33156	54,3	36292	19941
10.sep			88,8	35800	59,4	39517	20367
17.sep			95,6	38406	64,4	42715	20512
24.sep			102,3	40948	69,4	45854	20522
01.okt					74,1	48863	11089
08.okt					78,7	51668	10775
15.okt					82,7	54150	10192
22.okt					86,3	56306	9625
29.okt					89,4	58104	8999
05.nov					92,1	59685	8680
12.nov					94,7	61164	8593
19.nov					97,2	62581	8578
26.nov					99,6	63929	8549
03.des					101,9	65160	8419
10.des					104,1	66356	8452
17.des					106,3	67518	8478
24.des					108,5	68689	8591

Tabell 9.5. Strategi 3: Endret fordeling av høst-/vårsmolt: 60% Høstsmolt – 40% vårsmolt, 1 rogngruppe, normal smoltstørrelse.

Dato	Startforing		Høstsmolt		Vårsmolt		Totalt vannbehov l/min
	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	biomasse (kg)	
01.jan					72,5	30800	4165
08.jan					74,2	31403	4228
15.jan					75,9	32013	4291
22.jan					77,6	32632	4355
29.jan					79,4	33258	4420
05.feb					81,2	33892	4484
12.feb	0,2	310			83,0	34534	4832
19.feb	0,3	442			84,8	35184	4990
26.feb	0,4	612			86,7	35842	5168
05.mar	0,6	826			88,6	36508	5366
12.mar	0,7	1090			90,5	37182	5587
19.mar	1,0	1412			92,5	37864	5832
26.mar	1,2	1808			94,5	38555	6107
02.apr	1,6	2280			96,6	39281	6466
09.apr	2,0	2837			98,8	40044	6860
16.apr	2,4	3490			101,2	40875	7349
23.apr	3,0	4262			103,9	41800	7950
30.apr	3,6	5155			106,7	42796	8547
07.mai	4,4	6181			110,1	44014	9516
14.mai	5,2	7353					3553
21.mai	6,2	8682					4059
28.mai	7,3	10183					4613
04.jun	8,5	11869					5216
11.jun			11,0	7315	5,0	2465	4072
18.jun			12,7	8335	5,9	2853	4645
25.jun			14,5	9453	6,9	3327	5268
02.jul			16,7	10731	8,1	3881	6070
09.jul			19,2	12191	9,6	4525	6993
16.jul			22,0	13855	11,3	5274	8053
23.jul			25,2	15745	13,2	6135	8968
30.jul			28,7	17817	15,4	7095	9948
06.aug			32,6	20080	17,9	8161	10996
13.aug			36,8	22545	20,6	9339	12115
20.aug			41,5	25306	23,6	10673	13350
27.aug			46,4	28193	26,8	12085	14125
03.sep			51,4	31136	30,1	13542	14620
10.sep			56,5	34108	33,6	15029	15010
17.sep			61,6	37109	37,1	16545	15416
24.sep			66,8	40083	40,6	18061	15604
01.okt					44,1	19560	5228
08.okt					47,5	21006	5197
15.okt					50,8	22363	5077
22.okt					53,7	23570	4824
29.okt					56,3	24625	4573
05.nov					58,5	25509	4289
12.nov					60,5	26289	4148
19.nov					62,4	27023	4117
26.nov					64,2	27727	4119
03.des					66,0	28399	4114
10.des					67,7	29015	4059
17.des					69,3	29617	4082
24.des					70,9	30205	4103

Tabell 9.6. Strategi 4: Fordeling: 40% Høstsmolt, 30 % Vintersmolt, 30% vårsmolt, oppbevaring av smolt i kar med tilførsel av sjøvann.

Dato	Startforing		Høstsmolt		Vintersmolt		Vårsmolt		Totalt vannbehov l/min
	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	biomasse (kg)	
01.jan							72,5	23115	3126
08.jan							74,2	23568	3173
15.jan							75,9	24026	3221
22.jan							77,6	24490	3269
29.jan							79,4	24960	3317
05.feb							81,2	25436	3366
12.feb	0,2	280					83,0	25918	3669
19.feb	0,3	399					84,8	26406	3803
26.feb	0,4	553					86,7	26900	3953
05.mar	0,6	746					88,6	27400	4122
12.mar	0,7	985					90,5	27905	4311
19.mar	1,0	1276					92,5	28417	4521
26.mar	1,2	1633					94,5	28936	4760
02.apr	1,6	2059					96,6	29481	5065
09.apr	2,0	2563					98,8	30054	5401
16.apr	2,4	3152					101,2	30677	5814
23.apr	3,0	3850					103,9	31371	6317
30.apr	3,6	4657					106,7	32119	6823
07.mai	4,4	5583					110,1	33033	7614
14.mai	5,2	6641							3209
21.mai	6,2	7842							3667
28.mai	7,3	9197							4167
04.jun	8,5	10720							4711
11.jun			11,0	4873	5,0	1720	5,0	1850	3185
18.jun			12,5	5489	5,9	1991	5,9	2141	3898
25.jun			14,4	6227	6,9	2322	6,9	2497	4678
02.jul			16,5	7072	8,1	2708	8,1	2912	5413
09.jul			19,0	8037	9,6	3157	9,6	3396	6261
16.jul			21,8	9137	11,3	3680	11,3	3958	7238
23.jul			25,0	10387	13,2	4281	13,2	4604	8089
30.jul			28,4	11757	15,4	4951	15,4	5325	9004
06.aug			32,3	13254	17,9	5694	17,9	6125	9985
13.aug			36,5	14885	20,6	6517	20,6	7009	11033
20.aug			41,1	16713	23,6	7447	23,6	8010	12192
27.aug			46,0	18624	26,8	8432	26,8	9070	12933
03.sep			50,9	20572	30,1	9449	30,1	10163	13416
10.sep			56,0	22540	33,6	10487	33,6	11279	13803
17.sep			61,1	24528	37,1	11545	37,1	12417	14203
24.sep			66,3	26497	40,6	12602	40,6	13555	14400
01.okt					44,1	13648	44,1	14680	7571
08.okt					47,5	14657	47,5	15765	7526
15.okt					50,8	15604	50,8	16783	7353
22.okt					53,7	16447	53,7	17690	6987
29.okt					56,3	17183	56,3	18481	6623
05.nov					58,5	17799	58,5	19145	6212
12.nov					60,5	18344	60,5	19730	6008
19.nov							62,4	20281	3090
26.nov							64,2	20809	3091
03.des							66,0	21314	3087
10.des							67,7	21776	3046
17.des							69,3	22228	3064
24.des							70,9	22669	3079

Tabell 9.7. Strategi 5a/b: Bruk av luftere for å fjerne CO₂ – 30% og 50% renseseffekt m.h.p. CO₂ ved CO₂ = 15 mg/l. Samme smoltstørrelser og fordeling som alternativ 1.

Dato	Startforing		Høst smolt		Vårsmolt		Tot vannbehov	Tot vannbehov	Tot vannbehov
	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	biomasse (kg)	vekt (g)	Biomasse (kg)	Uten lufting l/min	lufting (30%) l/min	lufting 50% l/min
01.jan					72,5	46231	6252	4376	3126
08.jan					74,2	47136	6346	4442	3173
15.jan					75,9	48052	6441	4509	3221
22.jan					77,6	48981	6537	4576	3269
29.jan					79,4	49921	6634	4644	3317
05.feb					81,2	50872	6731	4712	3366
12.feb	0,2	280			83,0	51836	7084	5035	3669
19.feb	0,3	399			84,8	52812	7267	5188	3803
26.feb	0,4	553			86,7	53799	7467	5358	3953
05.mar	0,6	746			88,6	54799	7686	5547	4122
12.mar	0,7	985			90,5	55811	7926	5757	4311
19.mar	1,0	1276			92,5	56835	8187	5988	4521
26.mar	1,2	1633			94,5	57871	8477	6247	4760
02.apr	1,6	2059			96,6	58961	8875	6589	5065
09.apr	2,0	2563			98,8	60107	9308	6964	5401
16.apr	2,4	3152			101,2	61353	9863	7434	5814
23.apr	3,0	3850			103,9	62743	10562	8015	6317
30.apr	3,6	4657			106,7	64238	11232	8587	6823
07.mai	4,4	5583			110,1	66066	12435	9542	7614
14.mai	5,2	6641					3209	3209	3209
21.mai	6,2	7842					3667	3667	3667
28.mai	7,3	9197					4167	4167	4167
04.jun	8,5	10720					4711	4711	4711
11.jun			11,0	4873	5,0	3700	3558	2491	1779
18.jun			12,7	5553	5,9	4283	4142	2899	2071
25.jun			14,5	6297	6,9	4994	4781	3347	2390
02.jul			16,7	7149	8,1	5825	5531	3872	2766
09.jul			19,2	8121	9,6	6792	6398	4479	3199
16.jul			22,0	9230	11,3	7916	7397	5178	3699
23.jul			25,2	10489	13,2	9209	8267	5787	4133
30.jul			28,7	11869	15,4	10650	9201	6441	4601
06.aug			32,6	13376	17,9	12250	10203	7142	5102
13.aug			36,8	15018	20,6	14018	11275	7892	5637
20.aug			41,5	16858	23,6	16020	12459	8722	6230
27.aug			46,4	18781	26,8	18139	13217	9252	6608
03.sep			51,4	20742	30,1	20326	13711	9597	6855
10.sep			56,5	22722	33,6	22559	14106	9874	7053
17.sep			61,6	24721	37,1	24835	14514	10160	7257
24.sep			66,8	26702	40,6	27110	14715	10301	7358
01.okt					44,1	29359	7847	5493	3924
08.okt					47,5	31530	7800	5460	3900
15.okt					50,8	33567	7621	5335	3810
22.okt					53,7	35379	7241	5069	3621
29.okt					56,3	36963	6865	4805	3432
05.nov					58,5	38289	6438	4507	3219
12.nov					60,5	39461	6227	4359	3113
19.nov					62,4	40561	6179	4326	3090
26.nov					64,2	41618	6182	4327	3091
03.des					66,0	42627	6175	4322	3087
10.des					67,7	43552	6092	4265	3046
17.des					69,3	44456	6128	4289	3064
24.des					70,9	45338	6158	4311	3079

Tabell 9.8. Strategi 6a/b: Bruk av forenklet resirkulering med oppholdstid (Th) 12 timer og 24 timer. Samme fordeling og vekt av høst- og vårmolt som alternativ 1, klekking av 2 rogngrupper (kfr tekst).

Dato	Startfor gruppe 1		Yngel-høstmolt		Startfor gruppe 2		Yngel-vårmolt		Vannbehov Opph tid 12 h l/Min	Vannbehov Opph tid 24h l/Min
	vekt (g)	Biom kg	vekt (g)	Biom kg	vekt (g)	Biom kg	vekt (g)	Biom kg		
01.jan							43,5	27478	958	479
08.jan							46,6	29319	1018	509
15.jan							49,8	31248	1085	542
22.jan							53,2	33268	1155	578
29.jan							56,8	35381	1229	614
05.feb							60,6	37591	1305	653
12.feb	0,2	105					64,5	39899	1414	707
19.feb	0,3	150					68,6	42308	1509	754
26.feb	0,4	207					72,9	44820	1610	805
05.mar	0,6	280					77,5	47440	1719	859
12.mar	0,7	369					82,2	50168	1834	917
19.mar	1,0	478					87,1	53009	1956	978
26.mar	1,2	612					92,3	55963	2085	1043
02.apr	1,6	772					97,7	59036	2221	1111
09.apr	2,0	961					103,3	62228	2364	1182
16.apr	2,4	1182					109,2	65526	2511	1256
23.apr	3,0	1444							271	136
30.apr	3,6	1746							307	153
07.mai	4,4	2094							342	171
14.mai	5,2	2490			0,2	145			416	208
21.mai	6,2	2941			0,3	207			465	233
28.mai	7,3	3449			0,4	286			517	259
04.jun	8,5	4020			0,6	386			571	286
11.jun			11,0	4873	0,7	510			617	309
18.jun			12,7	5553	1,0	661			668	334
25.jun			14,5	6297	1,3	854			724	362
02.jul			16,7	7149	1,6	1097			783	392
09.jul			19,2	8121	2,1	1401			846	423
16.jul			22,0	9230	2,6	1762			911	455
23.jul			25,2	10489	3,3	2197			978	489
30.jul			28,7	11869	4,1	2706			1044	522
06.aug			32,6	13376	5,0	3299			1108	554
13.aug			36,8	15018	6,1	3985			1168	584
20.aug			41,5	16858	7,2	4740			1224	612
27.aug			46,4	18781	8,5	5548			1306	653
03.sep			51,4	20742			10,0	7040	1472	736
10.sep			56,5	22722			11,4	7954	1570	785
17.sep			61,6	24721			12,9	8877	1663	832
24.sep			66,8	26702			14,4	9796	1751	876
01.okt							15,9	10685	839	419
08.okt							17,3	11528	849	425
15.okt							18,9	12471	862	431
22.okt							20,5	13468	874	437
29.okt							22,3	14520	884	442
05.nov							24,1	15629	894	447
12.nov							26,1	16853	905	452
19.nov							28,2	18145	915	457
26.nov							30,4	19509	924	462
03.des							32,7	20946	932	466
10.des							35,2	22459	940	470
17.des							37,9	24050	947	473
24.des							40,6	25722	953	476

Tabell 9.8. Samlet oversikt over forutsetninger og beregnet produksjon samt vannbehov for alle strategier beskrevet i tabell 9.1

Strategi	Klekking/startfôring				Høstsmolt		Vintersmolt		Vårsmolt		Sum biomasse av smolt (tonn) ^{*)}	Vannbehov			
	Antall rogn-grupper	Tidsrom Klekking (mnd)	Start-fôring fra	Sortering for deling 0+/1+	Antall (1000)	Leverd dato	Antall (1000)	Leverd dato	Antall (1000)	Leverd dato		Max. l/min	Min. l/min	Gj.sn. l/min	Sum vann-behov pr. år (millioner m ³)
1	1	des.	12. feb.	ca 1. juni	400	24. sept.	0	-	600	7. mai	92,8	14715	3209	7913	4,15
2	1	nov.	1. jan.	ca 1. mai	400	24. sept.	0	-	600	16. apr.	130,6	20522	3587	11009	5,77
3	1	des.	12. feb	ca 1. juni	600	24. sept.	0	-	400	7. mai	84,1	15604	3553	6753	3,54
4	1	des.	12. feb	ca 1. juni	400	24. sept.	300	12. nov	300	7. mai	77,9	14400	3046	6113	3,20
5a	1	des.	12. feb	ca 1. juni	400	24. sept.	0	-	600	7. mai	92,8	10301	2491	5772	3,00
5b	1	des.	12. feb	ca 1. juni	400	24. sept.	0	-	600	7. mai	92,8	7614	1779	4262	2,23
6a	2	des./apr.	12.feb/ 14.mai	-	400	24. sept.	0	-	600	16. apr.	92,3	2511	271	1123	0,59
6b	2	des./apr.	12.feb/ 14.mai	-	400	24. sept.	0	-	600	16. apr.	92,3	1256	136	562	0,29

***) Inkluderer ikke dødfisk gjennom produksjonssyklusen**

Kapittel 10

Anbefalinger for videre arbeid

I dette prosjektet er det lagt vekt på å synliggjøre fremtidige ferskvannsressurser til det formål å produsere utsetningsklar fisk. Prognosene tilsier at lakseproduksjonen i sjø vil øke og følgelig vil det være behov for å øke produksjonen av settefisk av ørret og laks. Ett av kravene for å møte en økning av utsetningsklar fisk er å få tilgang på nye ferskvannsressurser. De overordnede analysene som er foretatt av potensielle nye råvannlokaliteter for settefiskproduksjon er for generelle med tanke på en verifisering av at lokaliteter faktisk kan benyttes. Det er derfor behov for å øke den lokale detaljeringsgraden med tanke på å blinke ut fremtidige ferskvannsressurser til settefiskproduksjon.

På bakgrunn av dette har vi satt opp hovedtema som forslag til en videreføring av arbeidet i dette prosjektet; av disse prioriteres nr 1 og 2:

1. Det er foreslått mange nye vannkilder og det er et behov for å kvalitetssikre disse forslagene. Er de mange nye lokaliteter som er oppført i dette prosjektet egnet til formålet? I dette ligger det blant annet befaringer og konkretisering av vannmengder og vannkvaliteter. Et slikt arbeid kan konsentreres om enkelt fylker eller enkelte områder i utvalgte fylker.
 - Kompleksitet
 - moderat, om man ser bort i fra juridiske og miljømessige forhold
 - komplisert, om man tar med juridiske og miljømessige forhold (eksempelvis DNs oppdaterte oversikt over lakseførende vassdrag)
 - Kostnad
 - vil variere fra fylke til fylke
 - en standard pakke kan utvikles slik at arbeidet kan prises pr. lokalitet som skal verifiseres

2. I kapittel 3 har vi omtalt produksjon av smolt kombinert med vannkraftverk. Ved produksjon av kraft finnes det svært store ferskvannsmengder, men en kombinasjon av fisk og kraft har både restriksjoner og krav som må oppfylles. Vi anbefaler at i en videreføring av arbeidet beskrives egnethet for lokaliteter i utvalgte fylker eller for enkeltområder langs kysten vår. I tillegg til SINTEF, NIVA og AKVAFORSK er det behov for et nært samarbeid med NVE og NGU for å utføre denne type arbeid.
 - Kompleksitet
 - moderat, om man ser bort i fra detaljerte tekniske beskrivelser og KU relaterte forhold
 - komplisert, om man tar med detaljerte tekniske beskrivelser og KU relaterte forhold
 - Kostnad
 - varierende fra fylke til fylke jfr. antall småkraftverk
 - en standard pakke kan utvikles slik at arbeidet kan prises pr. lokalitet som skal verifiseres

3. I dette prosjekter er det vist fylkesvise kart med relevant informasjon. For å øke brukervennligheten kan NIVAs seksjon for miljøinformatikk gjøre kartene interaktive gjennom en kartbasert web-portal der brukeradgangen kan passordbeskyttes dersom det er ønskelig.

- Kompleksitet
 - moderat, om man ser bort i fra at en webside ikke skal opprettholdes kontinuerlig oppdatert med alle endringer i de underliggende databaser etc.
 - komplisert, om man ønsker en samtidsoppdatert web-side.
 - Kostnad
 - Avhenger av kompleksitet, men kostnadsiden er forventet å være lav sammenlignet med den kommersielle betydning.
 - Det vil være en hovedkostnad for etablering og en mindre kostnad for drift
4. Det kan også være formålstjenlig med bakgrunn i ulike teknologivalg og produksjonsstrategier å se på økonomiske og finansielle aspekter knyttet opp mot alternativer for å øke smoltproduksjonen. Ulike scenarioer og bedriftsøkonomiske nåverdibetraktninger, samt ressursøkonomiske betraktninger kan være aktuelle å se på i en senere fase.
- Kompleksitet
 - Moderat til kompleks avhengig av valgt detaljeringsgrad og omfang av bedriftsøkonomi og/eller ressursøkonomi
 - Kostnad
 - Moderat til høy avhengig av kompleksitet

Referanseliste

- (1) Fiskeri- og kystdepartementet, 2004. FOR 2004-12-22 nr. 1785: Forskrift om drift av akvakulturanlegg (akvakulturdriftsforskriften). <http://www.lovdata.no>
- (2) Statkraft Grøner & KPMG Consulting, 2001. Nord-Salten Kraftlag A/L Forsan. Kraftverk – Smoltanlegg. Forstudie.
- (3) Arbeidsgruppen for havbruk & Norges Tekniske Vitenskapsakademi, 1999. Norges muligheter for verdiskaping innen havbruk. Utredning fra Arbeidsgruppen for havbruk oppnevnt av Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab og Norges Tekniske Vitenskapsakademi. Trondheim, oktober 1999.
- (4) Diverse seminarinnlegg, 2006. Produksjon av kvalitetssmolt ved bruk av resirkulering. Trondheim, 17. januar 2006.
- (5) Stokka, A., Sparboe L.O., Sætermo, I.-A.F., Jonassen, T., Vik, L.H., Giæver, A., Dreyer, H.C., Lilletun, A., Fieler, R., White, P. & Stefanussen, M., 2000. Potensialet for havbruk som en vesentlig basisnæring i Nord-Norge. Sintef-rapportnr. STF38 A00611. ISBN: 82-14-01342-9
- (6) Stokka, A., Sparboe L.O., Sætermo, I.-A.F., Jonassen, T., Vik, L.H., Giæver, A., Dreyer, H.C., Lilletun, A., Fieler, R., White, P. & Stefanussen, M., 2000. Potensialet for havbruk som en vesentlig basisnæring i Nord-Norge. Sintef-rapportnr. STF38 A00611. ISBN: 82-14-01342-9
- (7) Miljøstatus i Norge. Vassdrag. http://miljostatus.no/templates/themepage_2739.aspx
- (8) Direktoratet for naturforvaltning. Vassdrag/Elvedelta. <http://www.dirnat.no/wbch3.exe?p=2664>
- (9) Kjell Maroni, fhl. Scenario 2025. Tanker om utfordringer knyttet til vann og vannkvalitet de neste 20 årene.
- (10) Miljøvernedepartementet. St.meld.nr. 21 (2004-2005). 3. Bærekraftig bruk og vern av biologisk mangfold. <http://odin.dep.no/md/norsk/dok/regpubl/stmeld/022001-040025/hov003-bu.html>
- (11) Miljøstatus i Norge. Vernede vassdrag. http://www.miljostatus.no/templates/themepage_2901.aspx
- (12) Vannportalen. EUs vanndirektiv. http://www.vannportalen.no/fmt_enkel.asp?g311138=x&g311134=x&gid=31147&tgid=31134
- (13) Miljøverndepartementet. Nasjonal Laksefjorder. <http://odin.dep.no/md/norsk/dok/hoeringer/ferdigbehandlede/022031-080007/hov004-bu.html>
- (14) Dok.nr.8:16 (2005-2006) Forslag fra stortingsrepresentantene Torbjørn Hansen, Petter Løvik, Bent Høie og Ivar Kristiansen om evaluering av nasjonale laksefjorder og laksevassdrag, og opphevelse av båndlegging av tidligere midlertidige sikringsoner for oppdrett av laksefisk. <http://www.stortinget.no/dok8/2005/dok8-200506-016.html#map1>
- (15) Brende, B., 2002. – Nasjonale laksevassdrag og laksefjorder skal styrke vernet av villaksen. Pressemelding 21.06.02 <http://www.odin.no/odinarkiv/norsk/md/2002/pressem/022031-070104/dok-bn.html> Kart Nord-Norge: <http://www.odin.no/filarkiv/156150/kartnord.pdf> Kart Sør-Norge: <http://www.odin.no/filarkiv/156151/kartsor.pdf>
- (16) Direktoratet for naturforvaltning, 2005. Ferdigstilling av ordningen med nasjonale laksevassdrag og laksefjorder – direktoratets anbefaling samt oppsummering av høringsuttalelser. <http://www.dirnat.no/archive/attachments/02/84/Nasjo075.pdf>
- (17) Sandlund, O.T., 2005. Nasjonale laksefjorder nødvendig? Bergens tidende, publisert 01.11.05. <http://www.bt.no/meninger/kronikk/article217879.ece?service=print>
- (18) Niva, 2004. Karakterisering. Numedalslågen med utenforliggende fjordområder. Rapport LNR 4784-2004.

- (19) Sweco Grøner, 2004. Karakterisering av vannområder i Nord-Norge. Sluttrapport Kvitfors-/Tårstadvassdraget og Ofotfjorden. Rapport nr. SG 562711A.
- (20) Miljøstatus I Norge. Vassdragsregulering.
http://www.miljostatus.no/templates/themepage_2902.aspx
- (21) Sjøeng, S.U., 2003. Verneprosesser i Finnmark – betydningen for fiskeri- og oppdrettsnæringens anvendelse av sjøareal. Norut NIBR Finnmark- rapport 2003:9.
- (22) Direktoratet for naturforvaltning. Kystsoneforvaltning.
<http://www.dirnat.no/wbch3.exe?p=2665>
<http://www.bellona.no/no/forvaltning/biomangfold/villkas/22227.html>.
- (23) Seafood Norway – Laks – Lakselus. <http://www.seafood-norway.com/?obj=219&title=laks>
- (24) Holm, M., 2001. Svensk oppdrett truer norsk villaks.
- (25) Fjord fikk 80.000 i bot. Intrafish publisert 11.mars 2004.
<http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article20739.ece>
- (26) Lang kommunal behandlingstid. Intrafish publisert 21.09.06.
<http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article62118.ece>
- (27) Bare rettssak kan redde Grieg-anlegg. Intrafish publisert 16.05.03.
<http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article29367.ece>
- (28) Ingebrigtsen, A. & Jahnsen, T., 2002. Rapport fra utvalg for vurdering av alternativ avgrensingsform for settefiskanlegg.
- (29) Norges forskningsråd & Innovasjon Norge, 2004. Havbruk 2020. Grensesprengende – hvis...En forsightanalyse.
- (30) Fhl havbruk, 2005. Prognoser produksjon; rogninnlegg, smoltutsett, slakt og eksport – kort sagt: litt om alt.
- (31) Steen Klemet, 2006. Ferskvannstilgang og andre utfordringer for trøndersk settefisknæring. Trøndelag Fiskeoppdretterlags årskonferanse 9.-10. mars 2006.
- (32) Statens forurensningstilsyn. To sentrale prinsipper i rammedirektivet for vann.
<http://www.sft.no/arbeidsomr/vann/vanndirektiv/dbafile6858.html>