

Kunnskapsgrunnlag for regional plan for fornybar energi 2023-2035

Oppdatert Oktober 2023

Dette kunnskapsgrunnlaget skildrar kraftsystemet i Vestland og oppdaterast gjennom perioden den regionale planen for fornybar energi i Vestland er gjeldande.

Dokumentet diskuterer dei ulike fornybare energikjelder og energiberarar i tillegg til kjernekraft. Rekkjefølgja på kapitla om energikjeldene er tilfeldig.

Innhaldsliste

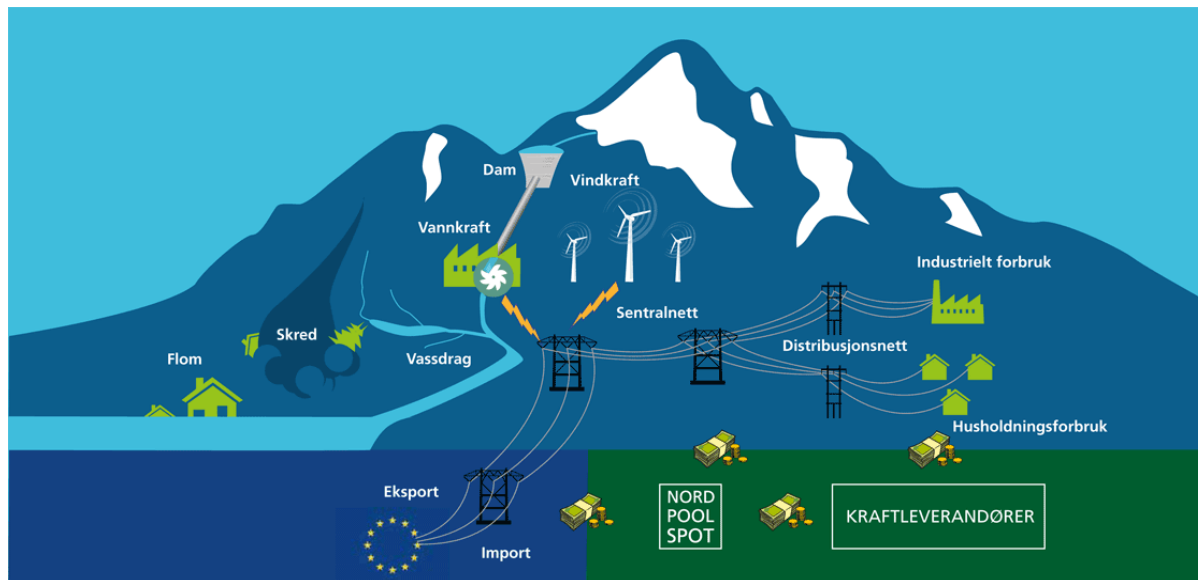
Kraftsituasjonen i Vestland	5
Kraftpris.....	5
For høg kraftpris	7
For låg kraftpris	8
Strømprisutvalet 2023.....	8
Kraftbalansen	8
Energikommisjonen.....	10
Kraftnettet i Vestland	11
Statnett og Transmisjonsnettet	11
Kraftsystemutgreiingar i regionalnettet (RKSU).....	12
Underkapasitet og Grøn region Vestland	14
Straumnettutvalet og Nett i tide	15
For treg nettutvikling.....	16
Utfordringar knytt til å byggja kraftnett	16
Klimatilpassing	17
Tap av natur og visuell ureining.....	17
Fleksibilitet	18
Vasskraft	19
Fordeler og ulemper med vasskraft	19
Utbygd vasskraft i Vestland	20
Vilkårsrevisjonar	20
Vassforvaltning og miljøforholda i vatn.	21
Vestland vassregion.....	21
Regional vassforvaltingsplan 2022-2027 for Vestland vassregion.....	22
Varig verna vassdrag og flaumdemping.....	22
Pumpekraftverk.....	23
Potensial for meir vasskraft i Noreg og Vestland.....	24
Nye vasskraftprosjekt og oppgradering av eksisterande anlegg i Vestland	24
Energikommisjonen om vasskraft	25
Utfordringsbilete og verkemiddel	25

Klimaendringar og klimarisiko for vasskraft.....	25
Tap av natur og miljøet i vassdraga	26
Manglande nettkapasitet hindrar ny vasskraft.....	27
Forsking og utvikling innanfor vasskraft	28
Solenergi	29
Solceller	30
Solfangarar	31
Passiv solvarme	31
Regelverk og føringar solenergi.....	31
Påverknad på kraftnettet.....	32
Vindkraft	33
Omgrep innan vindkraft.....	34
Fordelar og ulemper med vindkraft	35
Vindressursar i Vestland	36
Vindkraft på land	36
Produksjon frå vindkraft på land i Vestland.....	38
Påverka areal frå vindkraft på land	39
Havvind.....	39
Politikk.....	42
Termisk energi.....	43
Varmepumper og kjølesystem.....	43
Fjernvarme	44
Bioenergi - Energi frå biomasse.....	46
Fordeler og ulemper med bioenergi	46
Fordeler	46
Ulemper.....	46
Ulike typar biobrensel	47
Uforedla faste biobrensel.....	47
Foredla faste biobrensel.....	47
Biodrivstoff.....	47
Kjelder til bioenergi	47
Konvensjonelle biodrivstoff (Førstegenerasjon biodrivstoff)	47
Avanserte biodrivstoff (Andregenerasjon biodrivstoff)	47
Aktuelle kjelder til biodrivstoff i Vestland.....	48
Forbruk og etterspurnad i fylkeskommunen, Vestland, Noreg og verda.....	48
Bioenergi i fylkeskommunen	48

Bioenergi i Vestland.....	49
Bioenergi i Noreg.....	49
Bioenergi i verda.....	50
Norske krav.....	50
Biogass.....	50
Bruk og etterspurnad i Vestland.....	51
Biogassproduksjon i Vestland.....	52
Vegen vidare for biogass.....	52
Havenergi.....	54
Bølgjekraft.....	54
Tidevasskraft.....	55
Forsking og Utvikling innan havenergiar.....	56
Verdikjedane til dei fornybar energikjeldene.....	57
Energiberarar.....	58
Batteri.....	58
Rolla til batteriet i energisystemet.....	58
Ladeinfrastruktur i Vestland.....	58
Veg.....	58
Bygg- og anlegg.....	59
Luft.....	59
Sjø.....	60
Hydrogen.....	61
Status for hydrogen i Vestland fylkeskommune.....	62
Utfordringar knytt til verdikjeda for hydrogen.....	64
Framtida for hydrogen i eit globalt og nasjonal perspektiv.....	65
Verkemiddelapparatet.....	65
Kjernekraft.....	67

Kraftsituasjonen i Vestland

Når vi snakkar om kraftsituasjonen snakkar vi som regel om eit oversiktsbilete som skildrar kraftproduksjon og –forbruk, kraftprisen, krafteksport og -import, nettkapasitet og kontrollkjensla vi har rundt det heile. Kraftsituasjonen skildrar ofte biletet slik det er no eller “i desse dagar”, men kan òg seie noko om robustheit med omsyn til framtida.



Figur 1 Illustrasjon av kraftsituasjonen (kjelde: NVE)

Tilgangen til krafta varierer og baserer seg på fleire faktorar. Døme på desse er vêr og vind, kraftforbruk, produksjonskapasitet, overføringskapasiteten i kraftnettet, mv. Samspelet av alle desse faktorane dannar eit bilete av no-situasjonen vår. Dette biletet kallar me kraftsituasjonen.

Det er mange faktorar som knytt til korleis kraftsituasjonen er i Vestland. Både eksterne drivkrefter utanfor vår kontroll og interne faktorar, dette kan til dømes vere:

- Nettkapasitet
- Leveringstryggleik
- Import/eksport
- Produksjonsoverskot/-underskot
- Planlegging/utvikling
- System
- Tilkopling
- Forbruk
- fleksibilitet

I dette kapitlet diskuterer vi dei faktorane som seier noko om kraftsituasjonen vår.

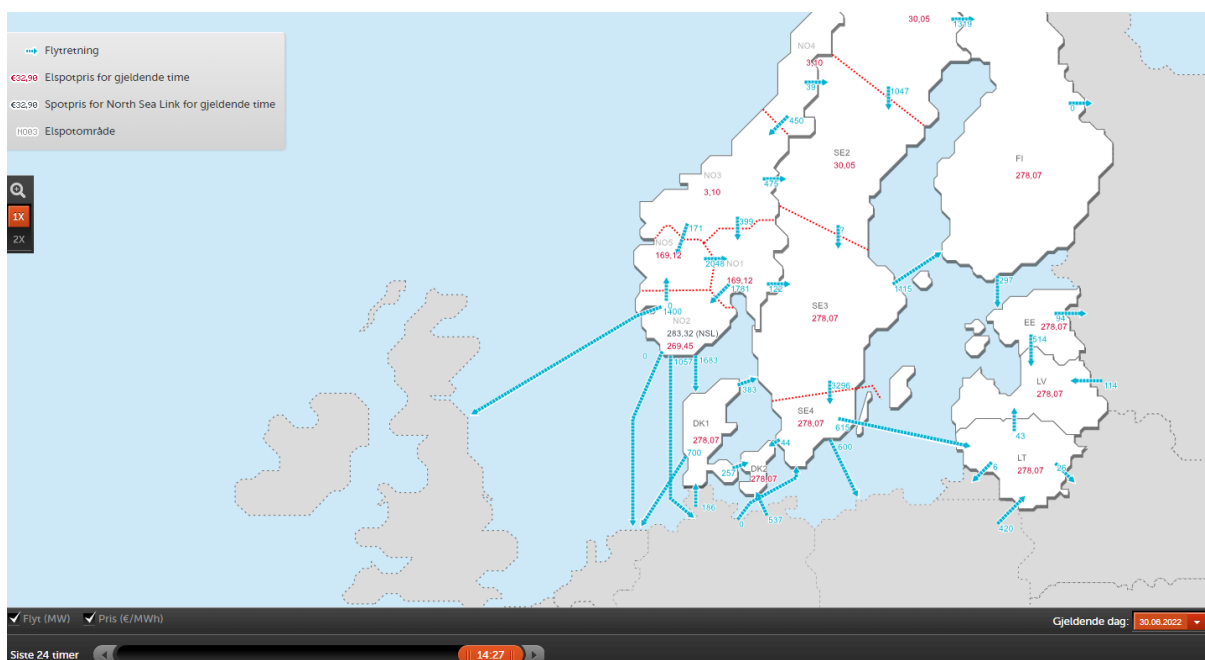
Kraftpris

På lang sikt er kraftprisen førespjela å auke noko frå det vi har vore vane med i Noreg. [NVE sin langsiktige kraftmarknadsanalyse](#) peikar på at utvekslingskapasiteten mellom Norden og Europa aukar samstundes med at CO2-prisen stig. Dette gjer at kraftprisen aukar fram mot 2030. Likevel vil prisen gå ned noko på lengre sikt grunna auka produksjonskapasitet basert på fornybare energikjelder i Europa.

Prisen har variert i stor grad i førebuinga av denne planen. Noko som gjer det vanskeleg å spå framtida. Ulike organ har peika på mange ulike faktorar som har bidrege til at prisen har skote i vêret. Mykje brukte argument er auka utveksling av kraft med Europa og høg gasspris grunna kollaps i handelssamarbeidet mellom Europa og Russland etter invasjonen av Ukraina.

Sjølv om landet i snitt opplever høgare kraftprisar er det store variasjonar i kraftprisen i ulike regionar Noreg og i Vestland. Ein tydeleg trend er at prisen har stige mykje i Sør-Noreg, medan den er stabilt låg/vesentleg lågare lengre nord. Vestland er det einaste fylket i Noreg som strekkjer seg over tre ulike prisområde; NO2, NO3 og NO5. Sunnhordland og deler av Hardanger ligg i elspotområde NO2. Dette prisområdet er kopla til kontinentet med fleire utanlandskablar.

Elspotområda er delt inn etter naturlege flaskehalsar i kraftnettet. Ordninga skal bidra til å redusere faren for lokalt og regionalt kraftunderskot. Pris vert sett i kvart elspotområde ut frå tilbod og etterspurnad etter kraft. Med få unntak flyt då krafta frå område med kraftoverskot til område med underskot.



Figur 2 Oversikt over kraftflyt og kraftprisar i dei ulike prisområda (kjelde: Statnett)

I Noreg er kraftprisen i stor grad styrt av vassverdiar som vert bestemt av vasskraftprodusentar med mogelegheit til å styre eigen produksjon. Vassverdien tilsvarende verdien av å spare på vatnet som ligg i magasinerna. For elvekraftverk er vassverdien nær null sidan dei ikkje får til å spare på vatnet og det renn rett forbi kraftverket når det ikkje brukast til kraftproduksjon. Produsenten vurderer framtidig inntektsmogelegheit når han bestemmer vassverdi. Viss kraftprisen er lågare enn vassverdien vil kraftprodusenten tene på å halde tilbake produksjonen til seinare. Er kraftprisen høgare enn vassverdien, er det lønsamt å produsere.

Vanlegvis er dette føreseieleg samanhengande med at ein produsent kan sette ein høg vassverdi sjølv om produksjonspotensialet er høgt. Dette kan dei gjere fordi sjansen er stor for at dei på eit seinare tidspunkt truleg får seld krafta til ein høgare pris. På same måte kan produsentane sette ned vassverdien sjølv om det er lite vatn i magasinerna. Dette kan t.d. gjerast fordi ein ynskjer å tappa ned magasinerna før ein periode med særskilde høge tilsig, då magasinerna fyller seg opp likevel.

I Europa står sol- og vindkraft for ein aukande del av kraftmiksen. Dette påverkar kraftprisen og eksport/import i stor grad då sol- og vindkraftproduksjonen er uavhengig kraftteterspurnaden.

NVE publiserte ein [analyse om samanhengen mellom kraftprisen og kraftbalansen](#) i nettet 12.09.22. Denne analysen finn at det er ein heilt klar samanheng mellom kraftpris og kraftbalanse. Kraftbalansen er forskjellen mellom kraft vi produserer og kraft vi brukar. Svak kraftbalanse og tørrår kan gje kraftprisar i Sør-Noreg som er høgare enn dei i Storbritannia og Tyskland. Med sterk kraftbalanse vil kraftprisane i Sør-Noreg bli markert lågare, og vi vert betre skjerma mot store svingingar i marknaden. (kjelde: <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/lavere-kraftpriser-med-en-styrket-kraftbalanse/>)

Skal Vestland og Noreg sikre seg mot å ikkje bli påverka av høge kraftprisar i landa rundt oss, må vi ha ein robust kraftbalanse. Slik produksjon og forbruk er i dag, er det berre i særskilte år for vasskraft vi kan oppleve å ikkje bli påverka av europeiske prisar. Det er teoretisk mogeleg å byggje opp så høg underliggjande kraftbalanse at prisane hjå oss er kopla heilt frå europeiske, uansett vêrsituasjon. Dette vil vere ugunstig for vêravhengig kraftproduksjon, og i periodar medføre verdiløst produksjonspotensial. (kjelde: <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/lavere-kraftpriser-med-en-styrket-kraftbalanse/>)

For høg kraftpris

Kva vi meiner er høge kraftprisar heng tett saman med kva vi er vane med å betale for straumen vår. Samanlikna med andre land har vi tradisjonelt hatt særskilte låge kraftprisar. Frå media i Noreg kunne vi lese tidleg i 2021 at kraftprisane var "ute av kontroll" i sjølv om prisane låg under det dei hadde vore vane med å betale lenge i Europa. Det skal seiast at Sør-Noreg hadde i løpet av sommaren 2022 periodar med høgare straumprisar enn mange land i Europa, men denne situasjonen er eksepsjonell.

I følgje Eurostat, statistikkansvarleg kontor i EU, har Danmark og Tyskland den klart dyraste straumen for privatpersonar i andre halvdel av 2021 med nærare 3,5 kr/kWh. Statistikken viser eit snitt for landet og skildrar difor ikkje godt dei store forskjellane mellom nord og sør i Noreg. For industrikundar i Europa hadde Hellas, Kypros og Irland dyrast straum i same periode. Statistikken deira viser at det er Noreg som har opplevd størst prisauke i andre halvdel av 2021, men at vi likevel ikkje kjem inn på topp ti-lista over land med høgast straumprisar. Viss vi legg kjøpekrafta til bebuarane i landa opp kraftprisane ser vi at Noreg er av dei landa som betalar minst for straum i Europa. (kjelde: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/45239.pdf>)

Ut frå reaksjonen til det norske folk når prisane fyrst steig i 2021 kan vi konkludere med at kraftprisane er for høge når dei stig over eit nivå vi er vane med. Skal vi samanlikne oss med andre land har vi relativt låge prisar. At straumrekninga aukar kan likevel ha store konsekvensar for økonomien i norske husstandar. Energieffektiviseringstiltak er kostbare og nyare bustadar er meir energieffektive. Dette gjer at menneske som har mindre ressursar og gjerne bur i, eller leiger, bygningsmasse som er i dårleg stand er svært sårbare for endringar i kraftprisen.

Mykje av den kraftkrevjande industrien vi har i Noreg i dag etablerte seg i her fyrst grunna tilgangen på kraft. Etter kvart kom det til fleire fordi kraftprisen her har vore lågare enn i andre land. Statnett og systemansvarlege for regionalnettet har opplevd stor pågang frå industrinæring, som ynskjer tilgang til kraft i Noreg og på vestlandet. Statnett viser til at næringsaktørar har søkt om tilkopling for til saman 2800 MW nytt forbruk berre i Bergensregionen. Dette tilsvara om lag det forbruket regionen har i dag. Vi må tenkje oss at mesteparten av aktørane som ynskjer å etablere seg i Vestland ynskjer å nytte rein energi til å skape verdiar og grønne arbeidsplassar for framtida.

Vi må tenkje oss at desse aktørane fyrst og fremst vil etablere seg i Vestland fordi det har vore rikeleg tilgang på rein, billeg kraft. Når kraftprisane stig fell interessa bort. I denne samanhengen kan vi seie at kraftprisen er for høg med ein gong han er høgare enn i andre land eller regionar næringsaktørane kan etablere seg.

For låg kraftpris

Er kraftprisen for låg lønner det seg ikkje å produsere kraft. Det er mange døme på at kraftprisen i ein marknad ligg så lågt at vasskraftverka stenger turbinane fordi kostnadar knytt til slitasje på deler er høgare enn innteninga frå kraftsalet.

Er innteninga for marginal ved å drifta eit kraftverk over tid kan vi heller ikkje vente at kraftselskapa ynskjer å investere i å oppruste og utbetre anlegga sine. Prosjekt kan reknast som samfunnsøkonomisk svært lønsame, men gjennomførast likevel berre viss utbyggjar vurderer det som lønsamt for verksemda.

Staten får lågare grunnrenteskatt frå vasskraftverk over 10 MW, når innteninga til kraftselskapet er låg. På den måten får fellesskapet mindre att for at naturressursar vert nytta til kraftproduksjon.

Kva kraftprisen må liggje på for at det skal vere god økonomi i å byggje kraftverk er heilt avhengig av dei enkelte prosjekta. Det kan vera lurt å investere i kraftverk med kraftpris på 10 øre/kWh ein stad medan eit tilsvarande kraftverk ikkje vert lønsamt før prisen ligg på over 4,00 kr/kWh ein annan stad. Vurdert lønsamheit i eit utbyggingsprosjekt vert påverka av byggjekostnad, venta kraftprisar, venta levetid, naudsynte avbøtande tiltak, lånevilkår i banken, tilgjengelegheita på eventuell naturressurs, mv.

Låg kraftpris over lengre tid gjer at vi ikkje har noko tradisjon for å spare energi. Enøk-tiltak har ikkje hatt særleg høg status sidan elektrisitetsutgiftene i den norske husstanden har vore relativt låg. Denne problemstillinga gjeld ikkje berre husstandar, men òg industrien. Det ligg eit stort potensial i å ta i bruk overskotsvarme frå høgtemperaturprosessar til andre føremål, sjå kapittelet om termisk energi.

I nyare byggeteknisk standard er krava til lågt varmetap og energieffektivitet i bygg mykje høgare enn den var tidlegare. Overforbruket av elektrisk kraft gjeld difor i stor grad i eldre bygg. Avhengig av type tiltak på eldre bygg, gjeld ikkje alltid ny byggeteknisk forskrift. Med låge kraftprisar blir enøk-tiltak, som tetting, trelagsvindauger og etterisolering, prioritert ned.

Eit anna aspekt ved låge kraftprisar over tid er at vi i større grad lener oss på teknologi som nyttar denne billege krafta ukritisk. Elektriske omnar som romoppvarming er ei billegare investering enn den meir energieffektive varmepumpa. Når då kraftprisane stig får dette mykje større konsekvensar for oss.

Strømprisutvalet 2023

12.oktober 2023 la Strømprisutvalet¹ fram sin rapport. Dette ekspertutvalet si hovudoppgåve var å utgreie og drøfte ulike modellar som kan bidra til meir stabile, føreseielege og konkurransedyktige prisar til husstandar, industri og næringsliv, samt sikre investeringar i fornybar energi.

Utvalet framheva korleis kraftmarknaden påverkast av politiske rammevilkår og speglar marknadsaktørane sine behov, føresetnad og økonomiske vurderingar. Kraftsystemet må vere i fysisk balanse til ei kvar tid, på grunn av fysikken sine lover. Vi omtalar produksjon og forbruk av

¹ <https://www.regjeringen.no/contentassets/2c6bdb1746d345a0bf31449f8dbf84b2/stromprisutvalgets-rapport.pdf>

energi som Kraftbalansen, sjå neste avsnitt. Strømprisutvalget legg vekt på at dei viktigaste faktorane for ein låg straumpris er nok tilgang på energi og ein godt utbygd infrastruktur for transport av energien. Utvalet meiner det er viktig med meir produksjon av fornybar energi og raskare utvikling av gjeldande og ny infrastruktur for å kunne ha føreseielege prisar, som òg i framtida gjev Noreg eit komparativt fortrinn for utvikling av grøn industri. Utvalet seier og at det er ikkje enkelttiltak som kan løysa dei utfordringane som kan oppstå med høge kraftprisar og i framtida, men at det er fleire tiltak som må virke i samspel for å møte ulike og ukjente framtidige utfordringar. Pris på energi er avhengig av kva for politiske rammer og føresetnadar som settast. Døme på slike rammer er føresetnadane for ny energiproduksjon, utbygging av kraftnettet som fjernar flaskehalsar, regulatoriske forhold for produksjon og omsetting av kraft og eventuelle stønadsordningar.

Kraftbalansen

Kraftbalansen er forholdet mellom produksjon og forbruk. Vi seier ofte at kraftbalansen er sterk, høg eller god viss det er netto eksport ut av området ein skildrar. Vi diskuterte tidlegare at sterk kraftbalanse bidreg til å halde kraftprisane nede. På denne måten stimulerer òg svak kraftbalanse til auka investeringar i ny produksjon og energieffektiviseringstiltak, sidan høge prisar betrar økonomien i slike prosjekt.

Storleiken på området ein skildrar kraftbalansen i, og i kva tidsintervall, er heilt avgjerande for kva utfordringar og styrker ein kan peike på. Ein kommune kan ha stor eksport i nokre dagar av året og såleis god kraftbalanse dei dagane. Over eit år kan vi likevel sei at kommunen har svak kraftbalanse. Biletet kan endre seg dramatisk viss vi innlemmar nabokommunen i analysen. Vanlegvis omtalar vi kraftbalansen i heile land eller i prisområde. I Vestland har vi tydelege flaskehalsar i kraftnettet. Desse gjer at vi har mindre moglegheit til å påverke kraftbalansen enn vi elles ville hatt, både positivt og negativt.

Kraftforbruket i Vestland og Noreg er spådd å auke mykje. Systemansvarlege i nettet har allereie merka stor auke i forbruket av elektrisitet. Folkeauke, ny kraftkrevjande industri og elektrifisering gjer at vi brukar meir elektrisk energi enn før. Frå allereie opplevt forbruksauke, klimamål og kjende planar om nytt forbruk til industri kan vi spå kva vi treng av kraft produksjon i framtida for å dekkje behovet. Statnett har peika på at det er langt større pågang frå aktørar som treng kraft frå nettet enn det er frå aktørar som vil produsere ny kraft til nettet. Statnett si kortsiktige markedsanalyse 2023-28 peikar på at det kan vere kraftunderskot i Sør-Noreg i 2028 med den utviklinga vi ser i dag. (kjelde: <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/planer-og-analyser/kortsiktig-markedsanalyse/>). Derimot seier NVE seier i sin «Kortsiktig kraftbalanse 2023» at vi vil ha betydeleg vekst i kraftforbruket fram mot 2028, men ikkje eit kraftunderskot. (kjelde: [Kortsiktig kraftbalanse 2023 NVE.no](https://www.nve.no/om-nve/publisering/kortsiktig-kraftbalanse-2023)). Det blir ein meir presset kraftbalanse og auka risiko for høge straumprisar, men NVE forventar ikkje kraftunderskot.

Kraftbalansen i Noreg, og Vestland spesielt, er svært avhengig av vêret. Mykje nedbør og stort tilsig til vasskraftverka våre gjev god kraftbalanse. Det motsette gjeld viss vi har lengre periodar med lite nedbør og tilsig. For å sikre god kraftbalanse i tider med lite vasskraft må vi ha tilgang på anna regulerbar kraft som ikkje er avhengig vêret. Ofte vil det hjelpe å ha produksjon frå vindkraft og solkraft, men det er ingen garanti for dette. Sol- og vindkraft er ikkje regulerbar. Difor kan vi ikkje kontrollere produksjonen frå denne ut frå kva tid vi har bruk for han. Eit samspel mellom regulerbar vasskraft, vindkraft og solkraft vil kunne gje oss ein sikrere kraftbalanse.

Regulerbar kraftproduksjon er kraftproduksjon vi kan styre. Vasskraftverk med regulerbare reservoar og varmekraftverk (gasskraftverk, kolkraftverk, biobrenselkraftverk, kjernekraftverk, mv.) reknast

som regulerbare. I eit kraftsystem er det nokre viktige skilje mellom vasskraftverk og varmekraftverk. Produksjonen frå eit vasskraftverk er relativt lett å regulere og kraftverka responderer raskt. Varmekraftverk responderer ofte tregare og trivst best med å produsere jamt. Det kan vere kostbart å regulere kraftproduksjonen frå varmekraftverk. Difor går som regel varmekraftverk jamt for å dekkje grunnlasta i kraftsystemet. Vi kallar ofte desse jamt produserande varmekraftverka grunnlastverk.

Vasskraft fungerer svært godt i eit kraftsystem så lenge det er vatn i magasina. Dette er ikkje alltid tilfelle og det er difor lurt å i tillegg lene seg på anna regulerbar kraft i eit kraftsystem der ein ynskjer stabilt god kraftbalanse.

Ikkje-regulerbar kraft kan bidra positivt til kraftbalansen gjennom å implementere energilagring i kraftverket eller kraftsystemet generelt. Dette kan vere store pumpekraftverk, batteripakkar, hydrogenproduksjon og liknande. Pumpekraftverk kan ha lite potensial for å pumpe vatn mellom reservoar viss det generelt er lite tilgjengeleg vatn. Til no, hausten 2023 har ikkje energilagring i kraftnettet vore særleg aktuelt i Noreg, men det kan bli meir relevant med aukande kraftprisar, auka forbruk og ny uregulerbar kraftproduksjon. For kraftproduksjonen i Vestland vert energilagringsteknologi aktuelt her òg. Statkraft publiserte i september 2023 rapporten [Fleksibilitet som kilde til verdiskaping og forretningsutvikling](#) som beskriver behovet for større fleksibilitet i framtida.

Det er store forskjellar i produksjonsmønsteret frå ulike typar uregulerbar kraftproduksjon. Solkraft er tilgjengeleg når sola skin, bølgekraft er tilgjengeleg når det er bølger og vindkraft er tilgjengeleg når det bles. Eit kraftsystem som lener seg på fleire av desse har mindre sjanse for å oppleve at alle kraftverk står stille samstundes, men det finst ingen garantiar for dette. På havet er vinden jamt sterkare og meir føreseieleg enn på land. Dette gjer at vi kan vente eit betre bidrag inn i eit kraftsystemet frå havvind enn frå landvind. Vestland har mykje forbruk ute ved kysten og flaskehalsar i nettet som hindrar kraft i å flyte til desse områda. Difor kan havvind styrke kraftbalansen og kraftsituasjonen mykje i Vestland, sjølv om havvind reknast som uregulerbar.

For å sikre betre kraftbalansen i Vestland kan vi auke kraftproduksjonen og/eller ta bort unaudsynt forbruk. Vi kan òg gjere tiltak for at forbruk og produksjon harmonerer betre.

Energikommisjonen

OED oppnemnde 11. februar 2022 ein energikommisjon som fekk i oppdrag og kartleggje og konkludere rundt energiframtida til Noreg. Energikommisjonen har kartlagt energibehova og føreslått auka energiproduksjon i Noreg med mål om at Noreg framleis skal ha overskotsproduksjon av kraft og at norske straumkundar framleis skal ha rikeleg tilgang på fornybar kraft ([Energikommisjonen, 2023](#)).

1. februar 2023 leverte kommisjonen sin utredning til OED. Kommisjonen trekker frem at elektrifisering og utvikling av grøen industri fører til massivt behov for utbygging av fornybar energi, raskt. Kommisjonen peiker på at om vi skal nå klimamåla for 2030 må vi korte ned saksbehandlingstida i heile verdikjeda frå produksjon til forbruk av energi, effektivisere forbruket av all energi og bygge ut mye fornybar energiproduksjon (NOU 2023: 3).

Kommisjonen har definert to mål for 2030 (NOU 2023: 3):

- Minst 40 TWh høyere fornybar kraftproduksjon fra vannkraft, vindkraft, havvind og solkraft.
- Minst 20 TWh energieffektivisering.

Kraftnettet i Vestland

Kraftnettet gjer det mogeleg å nytta elektrisk energi ein annan stad enn der den vert produsert. Vi er heilt avhengige av elektrisk energi i samfunnet i dag. Difor er det kritisk at kraftnettet fungerer godt. Kraftnettet er delt inn i tre nivå ut frå kva spenning nettet fungerer på.

Transmisjonsnettet, òg kalla sentralnettet, er kraftnettet med høgast spenning og høgast overføringskapasitet i Noreg. Dette nettet kan skildrast som hovudvegane. Det er drifta og eigd av Statnett. Det er dette nettet som transporterer kraft mellom regionar i Noreg, og til og frå andre land. Transmisjonsnettet har hovudsakleg kraftleidningar på 420 kV og 300 kV.

Regionalnettet er bindeleddet mellom transmisjonsnettet og distribusjonsnettet. Dette nettet har betydeleg høgare kapasitet enn distribusjonsnettet, men likevel langt lågare enn transmisjonsnettet. Kraftlinjene på dette spenningsnivået går i tydelege traséar og er godt synlege. I Vestland er Linja, BKK Nett og Fagne systemansvarlege for kvar sine område i regionalnettet.

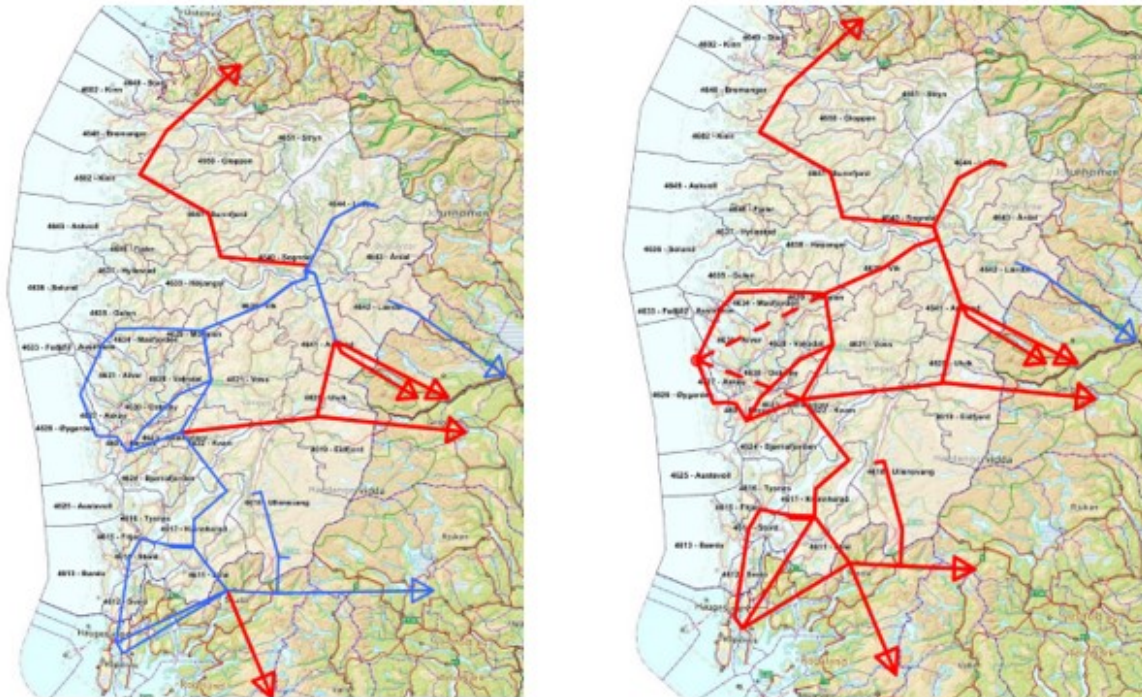
Distribusjonsnettet er den delen av kraftnettet som kopla mot dei aller fleste brukarar. Det er delt inn i høgspent distribusjonsnett på 11-22 kV og lågspent distribusjonsnett på 230-400 V. Det er lokale netteigarar og områdekonsesjonærar som eig distribusjonsnettet.

Statnett og Transmisjonsnettet

Statnett eig og driftar transmisjonsnettet i Noreg. Når det er flaskehalsar i transmisjonsnettet merkast dette ved at regionar har overskot eller underskot av tilgjengeleg kraft. Dette gjev igjen stor variasjon i kraftprisane mellom område. Statnett har opplevd kritikk dei siste åra fordi det ligg store flaskehalsar i transmisjonsnettet i dag. Mykje av kritikken går på at Statnett arbeider for sakte med å utvikle nettet i tråd med aukande behov. Statnett frå si side peikar på at behovet har eksplodert, og at det tek tid å sikre gode prosessar når ein byggjer ut større nettanlegg.

Statnett jobbar med å leggje til rette for å knyte nettutviklinga betre saman med regional utvikling gjennom å lansere områdeplanar. Desse områdeplanane skal ikkje utarbeidast etter plan- og bygningslova og skal så langt som råd koordinerast med aktørane i regionalnettet.

I Vestland har Statnett, gjennom KVU for Bergensområdet og i Nettutviklingsplan 2021, lagt fram planar for korleis dei skal utvikle transmisjonsnettet i Vestland. Hovudtrekka i planane deira er å spenningsoppgradere nettet frå 300 kV til 420 kV kraftliner. I tillegg planlegg Statnett å føre inn eit tredje samband på 420 kV frå Modalen eller Samnanger til Kollsnes. Planane er illustrert i figuren under. Raude liner er 420 kV nett og blå liner er 300 kV nett. Linjene viser berre transmisjonsnettet.

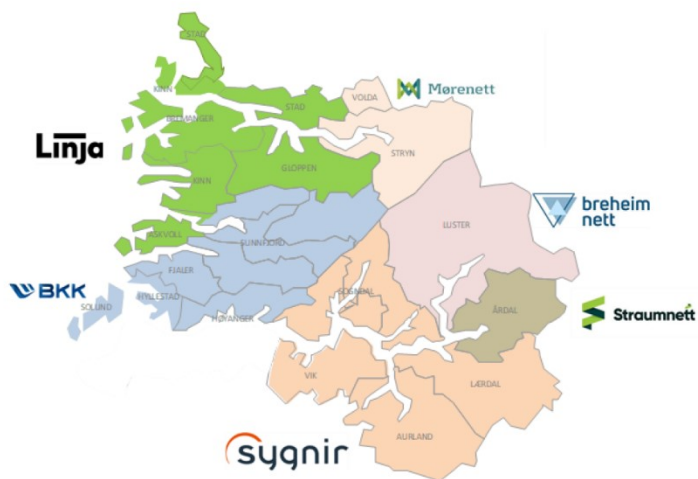


Figur 3 Kart som viser situasjonen i transmisjonsnettet i dag (til venstre) og målnettet til Statnett i 2040 (til høgre). Blå liner er kraftlinjer drifta på 300 kV og dei raude er kraftlinjer drifta på 420 kV. (inspirert av nettutviklingsplanen til Statnett (NUP 2021))

Kraftsystemutgreiingar i regionalnettet (RKSU)

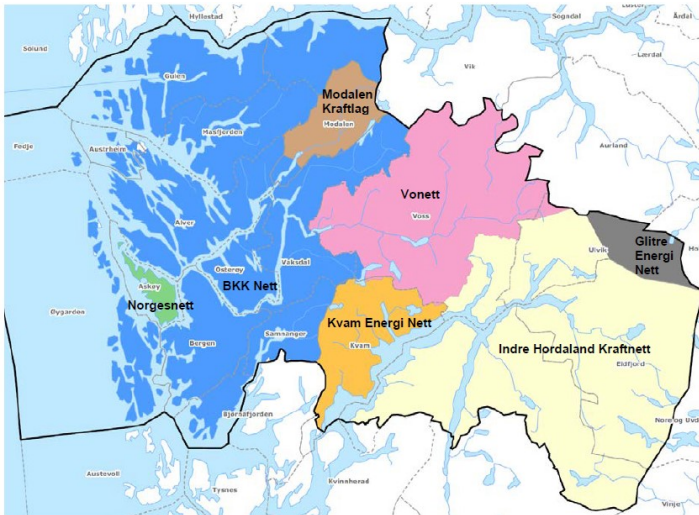
NVE etablerte i 1988 ordninga med regional kraftsystemutgreiing for å systematisere energiplanlegginga på fylkesnivå. Føremålet er å fastsetje langsiktige mål og klarare retningslinjer for utviklinga av kraftsystemet.

Linja er systemansvarleg for kraftnettet i størstedelen av gamle Sogn og Fjordane fylke.



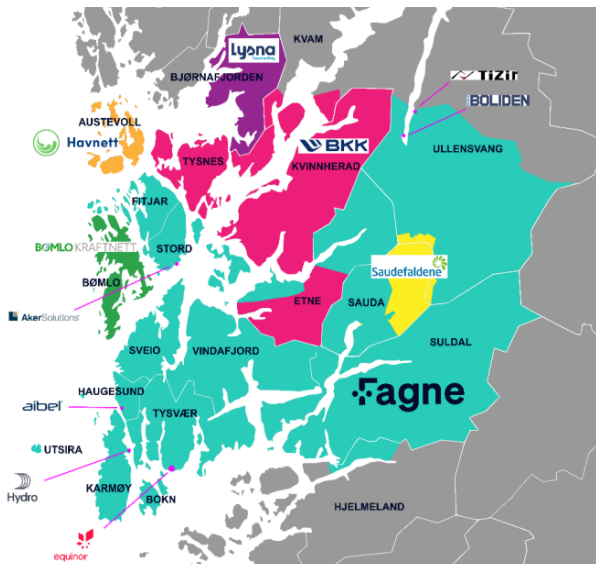
Figur 4 Utgreiingsområdet til Linja i 2022.

BKK Nett eig det meste av regionalnettet i utgreiingsområdet deira.



Figur 5 Utgreiingsområdet til BKK Nett i 2022

Fagne eig det meste av regionalnettet i Sunnhordland, i tillegg til austover til sørlege Ullensvang.



Figur 6 Utgreiingsområdet til Fagne i Sunnhordland og Nord-Rogaland i 2022.

NVE arbeidar med å digitalisere kraftsystemutgreiinga. Den digitale løysninga var tilgjengeleg frå august 2022 på plannett.nve.no. Løysinga utbetrast etter kvart, men Fagne har tatt i bruk den digitale løysninga og har lagt inn mange av de tiltaka dei jobbar med i dag.

Alle dei områdeansvarlege i Vestland har lagt inn utgreiingar dei jobbar med, eller er ferdige med, i plannett. (kjelde: <https://plannett.nve.no/>)



Figur 7 Utsnitt frå utgreingar i plannett.nve.no

Underkapasitet og Grøn region Vestland

Ei stor del av prisforskjellane vi opplever på kraft i Noreg kjem av at nettet har store flaskehalsar på kritiske punkt. Krafta kjem ikkje frå der den er produsert til der den er etterspurd så lett som vi skulle ynskje. Industriområde utan tilgang på kraft er uaktuelle stader å etablere seg for kraftkrevjande industri. Samstundes, på andre sida av flaskehalsen, er kraftprisane så låge at det ikkje kan forsvarast økonomisk å byggje ut meir kraftproduksjon. Fleire stader er det ikkje kapasitet i nettet til å ta imot meir fornybar kraft i det heile.

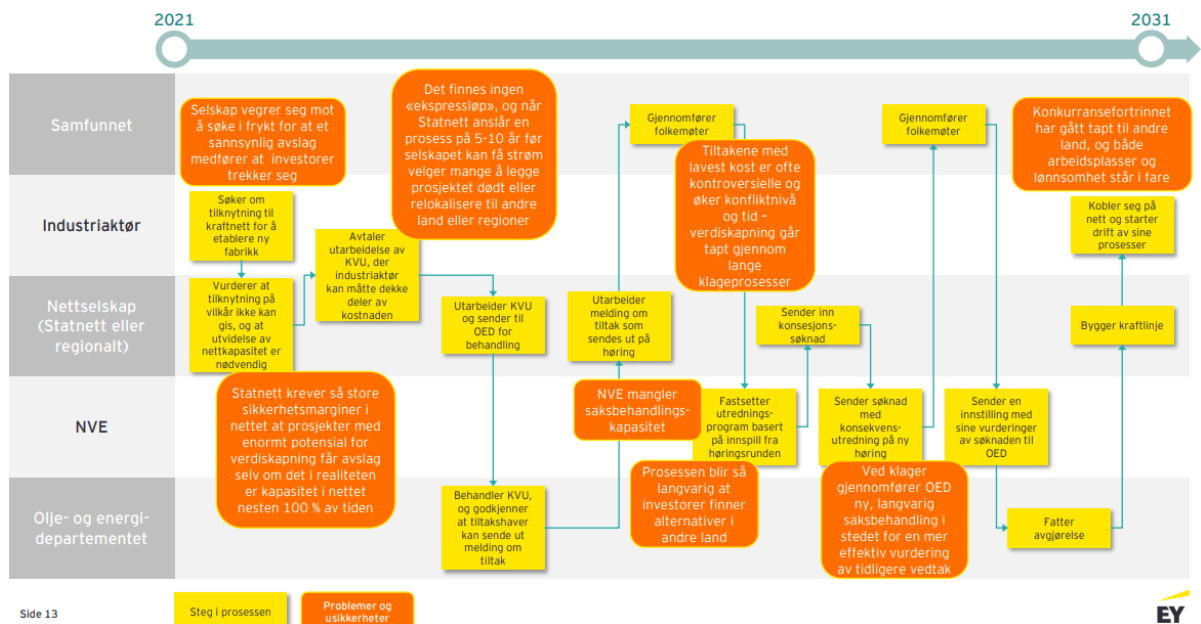
I arbeidet med Grøn region (2021) var det stort fokus på å identifisere kva som er barrierar for å nå måla i utviklingsplanen til Vestland fylkeskommune. Her vert kraftmangel løfta fram som ein stor barriere for ny grøn industriutvikling på vestlandet.

Grøn region (2021) har prioritert fire kampar som må vinnast no. Ein av desse er å byggje innovativ grøn infrastruktur. Dette punktet er visualisert med ei høgspennmast. Vidare peikar rapporten på kritiske suksessfaktorar for å vinne kampen:

- I samarbeid med sentrale myndigheiter sikre ein forpliktande plan for når Vestlandsporteføljen får nett.
- Byggje energisystem mellom hav og land for at vi kan bli leiende på industriell fortetting og symbiose.
- Prioritere infrastrukturinnovasjon der risikoen for tapt konkurransekraft er størst.
- Ta ut potensialet for energi- og materialgjenvinning i dei grønne hubane.

Grøn region har sett på dei ulike stega NVE og Olje- og energidepartementet (OED) må gjennom med dagens regelverk frå registrert forbruk til tilkopling. Dette er visualisert i flytskjema under med oransje boksar som peikar på utfordringane i kvart steg. Tida det tar å realisere nettutviklingsprosjekt blir peika på som kanskje den største utfordringa for Vestland i det grønne skiftet. Lenke til rapporten i Grøn region (2021) om kraftsituasjonen:

https://www.vestlandfylke.no/globalassets/innovasjon-og-naringsutvikling/gron-region-vestland/gron-region_rapport-om-kraftsituasjonen-i-vestland.pdf



Figur 8 Flytskjema som viser dei ulike stega i nettutviklingsprosessen når tiltak må gjerast for å kople til nytt forbruk. I dette dømet krev nettutbetringa KVVU og konsesjonshandsaming.

Vi ser at manglande kapasitet i kraftnettet i Vestland hindrar industrielle nyetableringar. Skal desse nye aktørane få tilgang til kraft, må nettet utbetrast. Betre nett gjer det mogeleg å ta ut meir kraft til ynskjelege føremål. Men på sikt vil betre nett og auka forbruk gjere Vestland til ein netto importør av kraft, viss vi ikkje òg aukar kraftproduksjonen i fylket.

Straumnettutvalet og Nett i tide

Regjeringa oppnemnde eit straumnettutval 11. juni 2021 for å vurdere tiltak for å redusere tida det tek å utvikle og konsesjonshandsame nye nettanlegg. Vidare skulle utvalet vurdere prinsipp for å ivareta ei samfunnsøkonomisk utvikling av straumnettet i ei tid med stor usikkerheit i forbruksutviklinga, samt utbetre systemet for tilknytingsplikt.

Rapporten listar opp ulike forslag til tiltak(lenke: [NOU 2022: 6 - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)). Det er vidare opp til regjeringa å realisere tiltaka. Jamt over rår straumnettutvalet til mange små endringar innan den råma kraftsystemet er bygd og drifta over mange år. Dei peikar på at lovverk og etablert praksis er utvikla over mange år og fungerer godt, sjølv om vi ser nokre flaskehalsar i prosessen ved å auke kapasiteten i nettet. Utvalet ser difor at det er lurt å byggja på det vi har og fokusere på å gjere fleire tiltak for å effektivisere prosessar og få ned ledetider. Her er ei liste med dei viktigaste tilrådingane frå straumnettutvalet:

- Innføring av fristar og framdriftsplanar
- Betre og tidlegare involvering og utgreiingar, og meir parallelle prosessar
- Betre førarbeid og søknadar gjev grunnlag for meir bruk av «fast track» for mindre saker
- Bruk av betinga anleggskonsesjonar
- Auka ressursar til konsesjonsmynde
- Betre prissignal for eksisterande nett gjennom innføring av abonnert effekt i regional- og transmisjonsnett
- Betre prissignal for nye nettinvesteringar gjennom tidlegare forpliktande tilbod om anleggsbidrag
- Nettselskapa gjevast kostnadsdekking for tidleg utgreiing

- Betre utnytting av nettet gjennom vurdering av driftspolicy, tilknytning med vilkår, digital samhandlingsevne, energieffektivisering og betre utnytting av fleksibilitetsressursar
- Utarbeide ein sektorveglear for samfunnsøkonomisk analyse av nettanlegg
- Meir standardisert tilknytingsprosess, betre informasjon til aktørar og kart over ledig kapasitet
- Kriterium for vurdering av driftsmessig forsvarleg og operasjonalisering av tilknytning med vilkår
- Tydeliggjering av kriterium for tildeling av kapasitet basert på objektive og ikkje-diskriminerande kriterium
- Auka tilsyn med nettselskapa si etterleving av tilknytingsplikta
- Innføring av utvida tilknytingsplikt for utvalde anleggskonsesjonærar

For treg nettutvikling

Fleire aktørar har stilt spørsmål om Statnett, NVE og OED jobbar raskt nok, og med rett fokus, når det kjem til å utvikle kraftnettet i Noreg. Spesielt har mange stilt spørsmål til om korleis Statnett vurderer tapt verdiskaping grunna underkapasitet i nettet i planane for transmisjonsnettet.

Når det gjeld NVE har mange peika på at dei ikkje har nok kapasitet til å handsame alle saken dei får. Meir midlar til NVE, forenkla prosessar og parallell sakshandsaming kan hjelpe NVE til å få unna sakene sine fortare.

Når OED handsamar innstillingar frå NVE og klagesaker kan det ta lang tid før sakene får tildelt sakshandsamar. At saker i OED må starte opp heilt på nytt etter god handsaming i NVE kan dra ut tida mykje og er problematisk.

For treg nettutvikling fekk regjeringa til å setje ned straumnettutvalet i 2021. I september 2022 seier riksrevisor Karl Eirik Schjøtt-Pedersen at Stortinget sitt kontrollorgan skal gjennomføre forvaltingsrevisjon for å finne ut korleis nettutviklinga er tilpassa samfunnet sitt behov. ([Lenke til nyheitssak](#)) Granskinga stiller tre overordna spørsmål:

- Fungerer systemet for planlegging av nettet godt nok?
- Handsamar NVE konsesjonssøknadane effektivt, og prioriterast dei rette prosjekta?
- Sørgjer Statnett for at straumnettet byggjast på ei samfunnsøkonomisk rasjonell måte?

Dette er ikkje berre eit norsk fenomen. Europakommisjonen har òg peika på unaudsynt tunge byråkratiske prosessar og ulik forståing av rammene for utvikling av nett og ny kraftproduksjon. Kommisjonen skriv i forslaget til REPowerEU at dette er ein av dei største barrierane for å nå klimamål og gjere seg uavhengig av russisk gass i Europa.

Utfordringar knytt til å byggja kraftnett

Hovudutfordringane ved å byggje kraftnett er at kraftnettet kan bidra til tap av natur og visuell ureining. Det er òg vanskeleg å samfunnsøkonomisk vurdere kor robust kraftnettet skal dimensjonast for å ta høgde for framtidens kapasitetsbehov og klima. Viss vi byggjer ut for lite kraftnett kan for dårleg kapasitet hindra ynskja samfunnsutvikling. Grøne arbeidsplassar etablerast heller andre stader med betre kraftforsyning og vi klarer ikkje kutte utsleppa våre med elektrifiseringstiltak. På den andre sida kan kostnadane for bli unødvendig høge for samfunnet viss vi byggjer nettkapasitet som aldri takast i bruk. At det byggjast for mykje nett er sjeldan eller aldri ei reell problemstilling sidan det er dyrt å byggje nett, men det må likevel vurderast i planlegginga.

Klimatilpassing

BKK Nett skriv om klimarisiko når dei laga si kraftsystemutgreiing for 2022. Dei stadfestar at klimarisikovurdering er naudsynt. Dei peikar på følgjande endringar i klima nettselskapa på vestlandet må tilpassa seg:

- Auka konsentrasjon nedbør
- Høgare lufttemperatur
- Høgare havnivå
- Hyppigare stormar
- Auka jord- og jordskredfare i utsette område
- Hyppigare lyn
- Meir ising på luftleidningar

Det ligg per hausten 2023 ingen fagrapportar om klimarisiko og klimatilpassing i oversikta av fagrapportar NVE viser til i samband med konsesjonshandsaming av nettanlegg. Etter forskrift om konsekvensutgreiingar skal tiltak etter energilovgjevinga konsekvensutgreiast. I denne skal skildringa av tiltaket omfatte kor sårbart tiltaket er for klimaendringar og naturfarar som flaum, skred, stormflo og stigande havnivå. ([Lenke til lovdata](#)) Generelt er driftstryggleik høgt prioritert av nettselskap. Dette gjer at dei truleg naturleg jobbar kontinuerleg med å klimatilpasse anlegga sine. Dette kjem likevel ikkje godt fram i konsesjonssøknadar og RKSU-ar. Klimarisiko får lite plass i utgreiingar og offentlege rapportar om kraftnettet.

Tap av natur og visuell ureining

Kraftliner heng ofte høgt og rydda linjetraséar kan dele skogar på midten. Dette skapar engasjement. Generelt vert oppgradering av eksisterande kraftlinjer som går parallelt med, eller i same trasé som, eksisterande kraftlinje vurdert mindre kritisk. Lokale er vane med at linjene går der dei går og reagerer ikkje sterkt på endringar. Nettselskap prioriterer difor ofte oppgradering i eksisterande traséar når nettet skal utbetrast. På høge spenningsnivå kan det likevel vere meir utfordrande å nytte eksisterande traséar fordi anleggsarbeid ikkje kan gjennomførast for nær aktiv høgspenninglinje.

Visuell ureining frå kraftlinjer har særleg vore eit viktig tema i konsesjonshandsaming, og i førebuinga av konsesjonssøknad, etter Sima-Samnanger-saka i Hardanger. Det visast til denne saka både av mynde og søkjarar i arbeidet med nettoppgradering i fylket. Figur 8 tidlegare i kapittelet, med flytskjema for tilkoplings saker, viser at det er lagt opp til omfattande involvering i større nettsaker. Det er viktig at alle høyrast. Likevel kan det gå mykje tid i slike saker utan at nokon høyrast, t.d. kan det ta lang tid før saker tildelast sakshandsamar hjå mynde.

Det kan vere konflikt mellom ulike grupper i samfunnet om kvar og korleis kraftliner bør byggjast. Kraftliner langt borte frå tettbygde stader skapar visuell ureining for færre menneske, men kan opplevast som meir krenkjande i mindre brukte naturområde for dei menneska som ser dei der. Det at kraftlinjer er godt synlege skapar konflikt, men er viktig for at dei ikkje skapar utrygge situasjonar for t.d. helikopter som ikkje ser dei. Fjordspenn og spenn over dalar juv må merkast spesielt godt for å ikkje vere eit risikomoment.

Eventuelle tap av natur med omsyn til kraftlinjetraséar må òg sjåast i samanheng med kva natur traséen går gjennom. Det er krav om tryggleikssoner under og til sida for kraftlinjer. Viss spenningsnivået på kraftlinjene er høgt aukar kravet til tryggleikssoner. Kraftlinjer gjennom ein skog kan ha tryggleikssoner som gjer at skogen må ryddast. Dette har betydelege konsekvensar for naturmangfaldet i skogen. På den andre sida viser forskingsprosjekt at det er det etablerer seg anna viktig biologisk mangfald i kraftlinjetraséane. (kjelde: <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter->

[og-pressemeldinger/Nyhetsarkiv-2013/biologisk-mangfold-i-kraftgater/](#)) Vi kan òg ha nye kraftlinetraséar der utbyggjer ligg til rette for jordbruk. (kjelde: <https://www.statnett.no/vare-prosjekter/region-nord/balsfjord--skaidi/nyheter/jordbruk-under-kraftlinjene/>)

Kablar i jord og i sjø er aktuelt mange stader som alternativ til tradisjonelle luftlinjer, men det er ikkje alle stader dette er mogeleg. Statnett prioriterer i dag luftlinjer framfor alternativa grunna høgare driftstryggleik, men vurderer alternativ ved spesielle høve.

Fleksibilitet

Med ein høgare innblanding av uregulerbar kraft aukar behovet for fleksibilitet i kraftsystemet. Fleksibilitet er evna produsentar, forbrukarar og energilager har til å justere produksjon, forbruk og/eller lagring av energi som respons på tilstanden i kraftsystemet ([Statnett, 2023](#)). På forbrukarsida betyr dette å flytte, redusere eller skru av forbruk. Regulerbar produksjon, som termiske kraftverk og vasskraft med magasin som kan startast, stoppast eller regulerast opp og ned, og energilager vil også vere viktig for å auke fleksibiliteten ([Statnett, 2023](#)). I ein ny rapport, [Fleksibilitet som kilde til verdiskaping og forretningsutvikling \(2023\)](#), peiker Statnett på korleis vi kan fauke fleksibilitet i kraftsystemet for å møte dei nye behova.



Vasskraft

Vasskraft er eit omgrep vi brukar om det å utnytte rørsleenergien i vatn som renn ned mot fjorden. Jo høgare fall vi utnyttar er jo meir energi kan vi få ut av kvar dråpe vatn. Det er spesielt dei høge falla og dei mange fjellvatna som gjer Vestland godt eigna for vasskraft. Vi omtalar vasskraftverk med installert effekt under 10 MW for småkraftverk. Vidare kallar vi dei under 1 MW minikraftverk og dei under 100 KW mikrokraftverk.

Oftast er eit vasskraftverk bygd opp av dam, reservoar, vassstunnel eller røyrgate og kraftstasjon.

Norsk vasskraft kan bidra til fleksibilitet i dagens og framtidenes kraftsystem. Vasskraft er fornybart, har lave start- og stoppkostnader og evne til å lagre energi. Noreg har også rundt 50 prosent av Europas kraftmagasinkapasitet, og har dermed ein stor andel av den fornybare fleksible produksjonen i Europa. Vasskraftverka som står for mest produksjon i dag har sesongmagasin. Det betyr at dei kan lagre vann frå snøsmelting frå våren til neste vinter og kan dempe flaum. Dei har dermed stor mogelegheit til å tilpasse produksjonen til når krafta trengs. Eit mindre antall kraftverk har fleirårsmagasin som kan lagre meir enn eit heilt års tilsig i magasinerna. Disse er veldig verdifulle fordi dei kan bidra med kraft i tørrår ([NVE, 2023](#)).

Mykje av vasskrafta som produserast i Vestland er såkalla regulerbar kraft, som er svært ettertrakta i dag. At krafta er regulerbar betyr at kraftprodusentane kan, iallfall til ei viss grad, bestemme til kva tid dei vil produsere kraft. Då er det mogeleg for dei å produsere kraft når prisane er høge og det er etterspurnad etter kraft i marknaden. Dette er med på å stabilisere kraftsystemet. Det er viktig å poengtere at vasskraft ikkje er uendeleg regulerbar. Storleiken på reservoaret, tilsig, manøvreringsreglement, flaumfare og vilkår om minstevassføring er alle faktorar som er med å bestemme kor regulerbar krafta frå vasskraftverk er.

Nokre kraftverk, som dei fleste småkraftverk og elvekraftverk, kan i lita grad regulere vassmengda som passerer kraftverket. For elvekraftverk er kraftstasjon og dam ofte bygd som ei eining.

Fordeler og ulemper med vasskraft

Her er ei kort oversikt over fordeler og ulemper med vasskraft. Lista er svært generell og på ingen måte uttømmende.

Fordeler med vasskraft

- Rein fornybar kraft til samfunnet
- Regulerbar kraft (ikkje alltid)
- Lang levetid på kraftverka
- Høg driftstryggleik
- Flaumdemping
- Avbøtande tiltak kan tilpassast fisk og vassmiljø

Ulemper med vasskraft

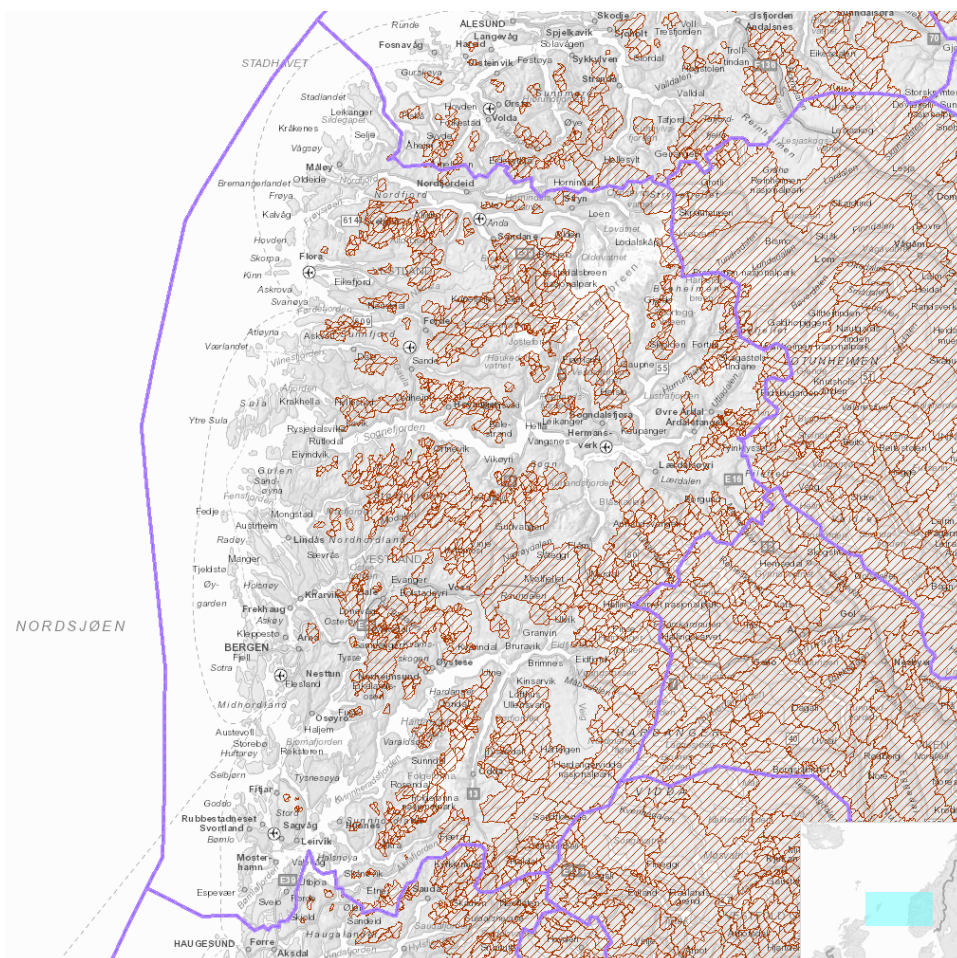
- Tap av natur (neddemming, tørrlegging)
- Endra strøymingsmønster i elvar og bekkar (flaum, tilgroing, miljø, temperatur)
- Inntak og kraftstasjonar er stengsel i vassdrag
- Anleggsvegar skapar sår og kan verke som stengsel i naturen
- Utrygg is på regulerte vatn ved effektkøyring

- Effektkjøring (stranding av fisk, tørrelegging av rogn, færre botndyr)

Utbygd vasskraft i Vestland

Årleg produksjonspotensial frå vasskraft i Vestland ligg på om lag 35 TWh. Det utgjør om lag 25 % av kraftproduksjonen i Noreg. Installert effekt i desse vasskraftverka ligg på til saman over 9 GW. Store deler av vasskraftverka i Vestland bidreg med regulerbar kraft. (kjelde: NVE)

Figur 9 under viser at store deler av nedslagsfelta i Vestland nyttast til vasskraftproduksjon i ein eller anna grad. Det er dei raude områda viser nedslagsfelt som inngår i vasskraftkonsesjonar. Det er ikkje slik at alt vatnet som fell i desse områda nyttast. Vilkår om vassføring og avgrensa slukeemne gjer at ein del av vatnet renn ned i fjordane på vanleg måte. I tillegg er nokre område vist i figuren omfatta av varig vern, men er delvis utnytta gjennom skånsame tiltak i små kraftverk under 1 MW installert effekt.



Figur 9 Nedslagsfelt nytta til vasskraftproduksjon. (kjelde: NVE Atlas)

Fleire av dei største kraftanlegga i Noreg ligg i Vestland. Felles for dei er at dei nyttar høge fall. Over 80 kraftverk i Vestland har installert effekt over 10 MW og over 20 av desse ligg på over 100 MW.

Vilkårsrevisjonar

I Noreg og Vestland har vi bygd ut vasskraft i mange år. Det har vore svært ulike krav til kunnskapsgrunnlaget som skulle ligge til grunn for konsesjonsvedtaka. Grunna dette har konsekvensane for miljøet i fleire tilfelle vore svært store i eldre utbyggingar. Det er i dag mogleg å

betre miljøforholda for ein del av dei eldste vassdragsreguleringane, ved å revidere konsesjonsvilkåra. Dette gjerast gjennom ein omfattande prosess me kallar vilkårsrevisjonar.

Hovudføremålet med vilkårsrevisjonar er å betre miljøforholda i regulerte vassdrag. Kjernen i ein revisjon er å vege dette føremålet opp mot føremålet med sjølve konsesjonen, som er kraftproduksjon. Revisjonstilgangen skal innebere ei modernisering eller ajourføring av konsesjonsvilkåra, m.a. når det gjeld miljø. Revisjonen skal òg gi anledning til å oppheve vilkår som har vist seg urimelege, unødvendige eller uhensiktsmessige. (Kjelde NVE.no)

I nyare konsesjonar er det innført standardvilkår som gjev heimel for å pålegge ulike miljøtiltak. NVE vil innføre dagens standardvilkår i samlege revisjonar. Det gjev moglegheit til å pålegge regulanten miljøtiltak utan konsekvensar for energiproduksjon. Det er berre konsesjonsvilkåra som kan reviderast, ikkje sjølve konsesjonen, som t.d. høgaste regulerte vasstand (HRV) og lågaste regulerte vasstand (LRV). Privatrettslege forhold omfattast ikkje, og normalt omfattast heller ikkje økonomiske vilkår.

EU sitt rammedirektiv for vatn (vassdirektivet) og den norske vassforskrifta er sentrale i revisjonsprosessen. Dei lokale tiltaksanalysane samt forvaltingsplanane gjev nyttige innspel til prioriteringane av miljøomsyn og kva tiltak som bør vurderast i revisjonen. Revisjon av konsesjonsvilkår er eit sentralt verkemiddel for å betre miljøtilstanden, som er et hovudmål i vassforskrifta. Revisjonsprosessen bør difor samordnast med vassdirektivarbeidet så langt det er mogleg og hensiktsmessig.

Vassforvaltning og miljøforholda i vatn.

EU sitt rammedirektiv for vatn (2000/60/EF) gjev føringar for heilskapleg vassforvaltning i Europa. Vassdirektivet er ein del av EØS-avtalen, og vart innført i Noreg gjennom forskrift om rammer for vassforvaltninga (vassforskrifta) i 2007. Direktivet skal sikre beskyttelse og berekraftig bruk av vatn, gjennom heilskapleg og samordna forvaltning på tvers av sektorar. Vassdirektivet er eit viktig element i vasskraftnæringa, sidan vasskraft har stort potensial for å påverke miljøforholda i vassdrag.

NVE deltek i arbeidet med regionale vassforvaltingsplanar i vassregionutvala. NVE si rolle i planarbeidet er m.a. å følge opp nasjonale føringar for vasskraft, og dele kunnskap om påverknad og avbøtande miljøtiltak innan sektoransvaret.

Døme på NVE sine forvaltingsoppgåver som bidreg til gjennomføringa av regionale vassforvaltingsplanar og nå miljømål etter vassforskrifta:

- Oppfølging av gjeldande konsesjonsvilkår
- Revisjon av konsesjonsvilkår (vassdragsreguleringsloven § 8)
- Innkalling til konsesjonshandsaming og omgjering av konsesjon (vassressurslova §§ 66 og 28)
- Økonomiske tilskot til miljøtiltak i vassdrag

Vestland vassregion

Vassregiongrensene følgjer vassdragsgrensene og ikkje dei administrative fylkesgrensene. Vassregionen består i hovudsak av Vestland fylke, men også mindre areal frå grenseområda til Møre og Romsdal, Innlandet, Vestfold og Telemark, Viken og Rogaland inngår.

Vestland fylkeskommune er vassregionstyresmakt for Vestland vassregion. Oppgåvene til vassregionstyresmakta (VRM) er definert i vassforskrifta. Dette inneber følgjande:

- Fylkestinget vedtek dei regionale planane etter ei tilråding frå vassregionutvalet (VRU)

- Administrasjonen koordinerer og driv det daglege arbeidet og fremmer forslag for VRU for tilslutning av plandokument.

Regional vassforvaltningsplan 2022-2027 for Vestland vassregion

Regional vassforvaltningsplan for Vestland vassregion med tilhøyrande tiltaksprogram og handlingsprogram vart vedteken av fylkestinget i mars 2022 (kjelde:

<https://www.vestlandfylke.no/Klima-og-natur/vassforvaltning/regional-vassforvaltningsplan-20222027-for-vestland-vassregion/>). Nabofylka, som har eit lite areal inn i Vestland vassregion, har òg vedteke plandokumenta for Vestland i sine fylkesting.

Planen bygger på vassdirektivet til EU som vert gjennomført i heile Europa. I tråd med vassforskrifta set dei regionale vassforvaltningsplanane miljømål for alt vatn, både elvar, innsjøar, kystvann og grunnvatn. Miljømåla skal sikre eit heilskapleg vern og berekraftig bruk av vatnet og er skildra som miljøtilstanden som skal verte nådd i planperioden 2022–2027. Planane viser korleis miljøtilstanden er i dag, og kva for tiltak som er nødvendige for å førebygge, forbetre eller rette opp att tilstanden der det er nødvendig.

Varig verna vassdrag og flaumdemping

Stortinget har i fleire rundar vedteke verneplan for vassdrag. Verneplanen, som har 390 objekt, omfattar ulike vassdrag som til saman utgjer eit representativt utsnitt av vassdragsnaturen i Noreg. Verneplanen skal sikre heilskaplege nedslagsfelt med dynamikk og variasjon frå fjell til fjord. Vernet gjeld fyrst og fremst mot vasskraftutbygging, men andre inngrep skal òg ta omsyn til verneverdiane. Det er døme på at verneverdiar i vassdrag er sett til side ved andre tiltak enn kraftutbygging. Alle instansar må respektere verneverdiane i varig verna vassdrag for at Noreg skal møte målet med vernet.

Det kan opnast for konsesjonshandsaming i verna vassdrag for kraftverk med installert effekt opp til 1 MW viss ikkje verneverdiane i vassdraget blir svekka. Alle nye prosjekt i varig verna vassdrag må vurderast strengt. I Stortingsmelding 25 (2015-2016)

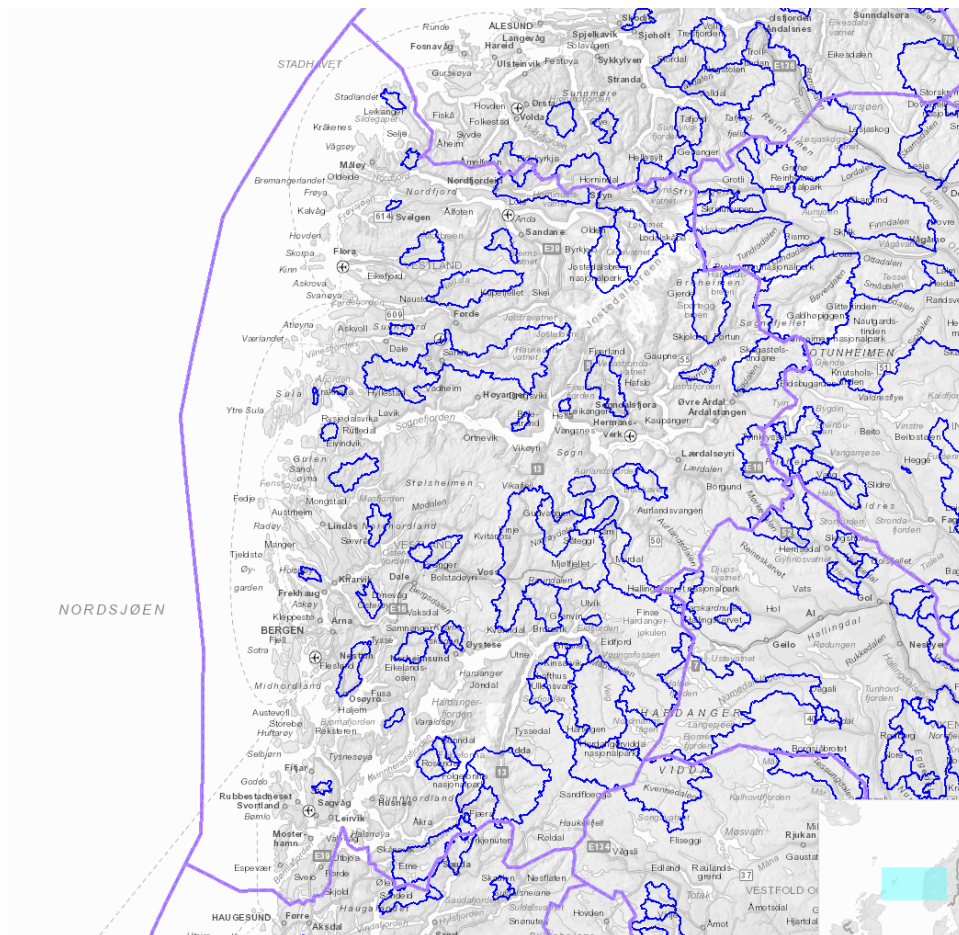
(kjelde:<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-25-20152016/id2482952/>) opnast det for konsesjonshandsaming av vasskraft under særskilde høve, m.a. miljøomsyn, samfunnsnytte og «vesentleg flaumdempende» effekt. Alle formar for inngrep i vassdrag har konfliktpotensial. Når vi skal ta omsyn til vernet i tillegg aukar konfliktpotensialet.

Regulerbar vasskraft kan bidra til flaumdemping, men det er viktig å ta med i vurderinga at effekten reduserast med aukande flaumstorleik og magasinifylling

(kjelde:https://publikasjoner.nve.no/rapport/2021/rapport2021_21.pdf) Difor vil vi i dei aller fleste tilfelle trengje ytterlegere flaumsikringstiltak, i tillegg til vasskraft, for å få eit tilstrekkeleg “trygt” vassdrag. Flaumtunellar kombinert med kraftverk kan tappe deler av flaumvassføringa forbi, men det er avgjerande kor mykje av dei økologisk viktige flaumane som får bli i elva og kor mykje og korleis vatnet brukast i kraftverket. Målretta og reindyrka flaumsikringstiltak, som flaumdempingsmagasin, vil i utgangspunktet gje betre sikring enn magasin med kombinert bruk og delvis motstridande bruksinteresser. Når eit vasskraftmagasin er fylt opp før vinteren kan det ikkje flaumdempe like mykje som eit reindyrka flaumdempingsmagasin. Dessutan vil vasskraftutbygging berre unntaksvis kunne bidra til å innfri verneformål og då med spesielle miljødesignløyisingar tilpassa få artar og signifikante økonomiske avgrensingar . På den andre sida kan ofte naturbaserte løyisingar bidra til både flaumrisikohandtering og vere i tråd med verneføremåla.

Det finst mange metodar, og ei full verktøykasse, for flaumrisikohandtering i verna vassdrag. Dette inkluderer mange alternativ til flaumdemping gjennom vasskraftutbygging. Ein viktig faktor ved

kraftutbygging er sjølvstendig moglegheita til å generere inntekter som kan finansiere tiltak og flaumsikring. Å nemne desse faktorane tydeleg og kvar for seg, bidreg til ei sakleg diskusjon av flaumrisikohandtering i verna vassdrag.



Figur 10 Nedslagsfelt for verna vassdrag (kjelde: NVE Atlas)

Pumpekraftverk

Eit pumpekraftverk er eit vasskraftverk der ein har både pumpe og turbin eller eit laupehjul som kan fungere som begge deler. Då kan kraftstasjonen pumpe vatn frå eit lågare reservoar til eit høgare reservoar, i tillegg til at vatnet kan gå gjennom turbinen frå høgt til lågt reservoar.

Pumpekraftverk produserer ikkje meir netto kraft enn eit tilsvarande tradisjonelt vasskraftverk fordi det brukar kraft for å pumpe vatn opp i det høgste reservoaret. Den store fordelen med eit pumpekraftverk er at det kan nyttast som eit stort batteri. Når det er stor etterspurnad etter kraft kan kraftnettet produsere kraft i turbinen. Når det er lite behov for kraft i nettet kan kraftverket pumpe vatn opp i det høgste reservoaret, slik at denne krafta kan leverast ut på nettet ved seinare høve, når det er større behov. Dette fungerer i praksis ved at kraftverket pumpar vatn opp når kraftprisane er låge og slepp vatn ned når kraftprisane er høge. Det er differansen mellom høge og låge prisar som seier noko om potensiell inntening for eit slikt kraftverk.

Ikkje alle kraftverk kan etablerast som, eller byggjast om til, pumpekraftverk. Det er ulike årsaker til dette. For det fyrste må avlaupet frå kraftverket gå ut til eit reservoar der vatnet kan hentast tilbake

frå. Mange utlaup går ut i elv eller sjø. Det er mogeleg å hente vatn frå ei elv for å pumpe det opp i eit høgt reservoar, men det er teknisk utfordrande. Av miljømessige årsaker kan ein ikkje pumpe salt sjøvatn opp til ferskvassreservoar.

I Vestland har vi per hausten 2023 fem pumpekraftverk og ytterlegare elleve pumper installert i samband med vasskraftsystem i Vestland. I tillegg er Mørkedøla pumpe under bygging i Lærdal og Illvatn pumpekraftverk i Luster har fått konsesjon men ventar på nettkapasitet. Til saman er pumpekapasiteten i pumpekraftverka på rundt 400 MW, der Aurland III er størst med over 200 MW pumpeeffekt. Mange vasskraftsystem har installerte pumpestasjonar utan at dette gjer dei til pumpekraftverk. Ein pumpestasjon kan t.d. nyttast til å hente vatn frå eit lågare punkt i eit nedslagsfelt og såleis utvide nedslagsfeltet til vasskraftverket vatnet utnyttast i.

Det er fyrst økonomisk lurt å byggje pumpekraftverk når kraftprisane varierer mykje. Dette gjer at det er meir aktuelt enn nokon gong å sjå på dette i Vestland. Med betre kopling mot andre markadar og meir kraftproduksjon frå vind, sol, og seinare mykje havvind, kjem kraftprisane truleg til å variere meir enn vi har vore vane med. Difor kan vi vente at kraftprodusentar kjem til å leggje fram planar om ombygging til pumpekraftverk og nye pumpekraftverk framover.

Det er ikkje kjent i kva omfang vasskraftprodusentane i Vestland jobbar med pumpekraftverk, men slik marknaden er no i prisområde NO5 og NO2 det meir aktuelt med effektoppgradering og pumpekraftverk enn tidlegare. Vi har allereie sett at Statkraft har søkt konsesjon om Mauranger 2. Der søker Statkraft om å meir enn doble pumpekapasiteten i Folgefonnreguleringa. I Luster har eit pumpekraftverk fått konsesjon, men kraftnettet er førebels ikkje sterkt nok til at dei kan bygge og kople seg på.

Det er ingen pumpekraftverk i prisområde NO3 i Vestland i dag. Dette kjem av at pumpekraftverk ikkje er lønsamt når prisane held seg jamt låge som dei har vore i dei nordlege delane av fylket. Det ligg to pumpekraftverk i Trøndelag (NO3) og nokre pumper i NO3 og nordover, men dei aller fleste ligg i områda NO2 og NO5. Med eit sterkare kraftnett over Sognefjorden flyt krafta mykje lettare mellom NO5 og NO3 i fylket. Dette kan gjere pumpekraftverk meir lønsame i nordlege deler av fylket.

Potensial for meir vasskraft i Noreg og Vestland

NVE har i rapport Nr. 6/2020 peika på kva som er teknisk-økonomisk potensial for vasskraftutbygging i Noreg. I det teknisk-økonomiske potensialet har NVE gjort ei overordna vurdering av miljøkonsekvensar, rammevilkår og kostnader. Dei kom fram til at teknisk-økonomisk potensial låg på kring 22 TWh ny vasskraft i Noreg på det tidspunktet. Dette potensialet omfatta òg oppgradering og utviding. Potensialet omfattar ikkje varig verna vassdrag.

NVE har berre uttala seg om potensialet i Noreg, ikkje i dei ulike regionane. Vestland har om lag ein fjerdedel av vasskrafta i Noreg i dag. Då er det er nærliggjande å tru at potensialet for vidare utbygging i Vestland er ein stor del av potensialet NVE fann for heile landet. Det er vanskeleg å peike på spesifikke område eller vassdrag Vestland med stort potensial som ikkje er kjende i dag.

Nye vasskraftprosjekt og oppgradering av eksisterande anlegg i Vestland

I følgje [NVE si oversikt over ny vasskraftproduksjon](#) (20.09.23) ligg det inne til saman omlag 150 prosjekt som anten er til handsaming hjå dei, har fått konsesjon, har godkjend detaljplan eller er under bygging. Dette svarar til over 1,5 GW ny installert effekt og auka produksjon på om lag 2 TWh i året.

I tråd med eit aukande behov for produksjonsfleksibilitet i kraftsystemet spår NVE at vasskraftselskapa i Noreg kjem til å søkje om fleire større vasskraftprosjekt framover. Dei spår òg at fleire vil installere høgare effekt i vasskraftverka sine. Dette betyr at ein kan produsere meir kraft på kortare tid for å møte høge effektbehov i nettet og for å hindre overløp med auka slukeemne. Dette er endringar som krev konsesjonshandsaming, og NVE seier dei vil prioritere slike prosjekt grunna stort potensial for auka samfunnsnytte. lenke: <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-konsesjon/vil-prioritere-store-vannkraftprosjekter-som-gir-regulerbar-kraft/>)

Eit slikt prosjekt er Mauranger 2. Statkraft søkte om konsesjon til Mauranger 2 sommaren 2022. Konsesjonssøknaden ligg hjå NVE til handsaming. I dette prosjektet søkjer Statkraft å utvida anlegga sine med 630 MW installert effekt. Ei vesentleg mengd regulerbar kraft inn på nettet i Vestland.

Lyse Kraft skriv i ei pressemelding, 23.08.22, at dei ynskjer å investere opp til 5 milliardar kroner i opprustinga av kraftverka i Røldal-Suldal. (kjelde: <https://www.lysekonsern.no/om-oss/nyhetsarkiv/lyse-vil-investere-opptil-fem-milliarder-kroner-i-ny-vannkraft>)

Energikommisjonen om vasskraft

På grunn av økt elektrifisering og utbygging av uregulerbar kraft peiker Energikommisjonen på at regulerbar vasskraft vil bli viktig fremover. Et fleirtal i kommisjonen meiner derfor at det bør leggas til rette for økt produksjon av regulerbar vasskraft og ser det som realistisk å øke produksjonen med 5-10 TWh høyere i 2030 enn det vi har i dag. Opprusting av eksisterande vasskraftanlegg peikast på som de minst kontroversielle investeringane. Utviding av anlegg og pumpekraftverk trekkes også frem, men slike utbyggelsar kan være kontroversielle og ha større naturkonsekvenser (NOU 2023: 3).

Utfordringsbilete og verkemiddel

Det er fleire utfordringsbilete knytt til vasskraft. Å nytte seg av energipotensialet til vatn som vil ned mot fjorden krev inngrep som har konsekvensar i ulik grad. Vasskraft påverkar naturen og miljøet på mange måtar. Synlege fysiske inngrep i naturområde til inntak og kraftstasjon er berre ein liten del av dette. Stadig auka erfaring frå tidlegare utbyggingar, ny teknologi og eit større miljøfokus gjer at vi set store krav til kunnskapsgrunnlaget som skal ligge til grunn for nye vasskraftprosjekt.

Det kan òg ligge heilt andre utfordringar til grunn for at ikkje vasskraftprosjekt er mogelege å gjennomføre. Dette kan vere knytt til at nettkapasiteten i området ikkje er god nok til å ta imot ny vasskraft, eller at uheldige skatteregime og kraftprisar gjer gode prosjekt økonomisk dårlege.

Klimaendringar og klimarisiko for vasskraft

Dei siste tiåra har vasskraftverka i heile Noreg fått meir tilsig grunna auka nedbør. Dette har gjeve meir vasskraftproduksjon. Tilsiget har auka mest på vinteren medan snøsmelteflaumen har minka. Framover gjer eit varmare og våtare klima at tilsiget aukar vidare. Mesteparten av auka tilsig kan nyttast til vasskraftproduksjon (med dei anlegga som er i drift i dag). (kjelde: NVE rapport Nr. 50/19)

Hovudkonklusjonane til NVE i rapport Nr. 50/19, der dei analyserer klimaframskrivingar, er:

- Tilsiget har auka raskare dei siste tiåra enn klimaframskrivingane.
- Det kjem i snitt meir tilsig om vinteren, men det varierer meir frå år til år. Mot år 2100 kjem mykje av nedbøren som regn om vinteren, samstundes kjem det vintrar med nesten like lite nedbør som i dag.
- Bretilsiget reduserast kraftig mot år 2100. Det kjem meir vatn medan breane smeltar, men så mindre etter at breane minkar.
- Tilsiget minkar om sommaren. Mindre snø- og bresmelting gjev mindre tilsig om sommaren. Høgare temperaturar gjev meir fordamping.

Konklusjonane frå rapporten viser til endra nedbørs- og smeltemønster gjennom året. Sidan dette påverkar til kva tid vatn er tilgjengeleg for energiproduksjon er det naturleg at vasskraftprodusentar jobbar med å tilpasse seg klimaendringane. Klima påverkar økonomien i vasskraftnæringa direkte, og berre dei aktørane som tek endringane på alvor vil klare seg i åra som kjem.

Tap av natur og miljøet i vassdraga

Når vassdrag vert regulert vil ofte heile økologien i vassdraget verte endra (Gunneröd & Mellquist 1979, Nøst mfl. 1986, Faugli mfl. 1993, Aass 1991). Effektane av vassdragsreguleringar på regulerte elvar er ofte endra vassføring, vassdynamikk og vassstemperatur. I tillegg kan det vere indirekte effektar gjennom overføring, magasinering og kunstig utslepp av vatn frå ulike delfelt med ulike kjemiske eigenskapar.

Det meste liv i elvane treng ei mengd vatn heile året. Viss alt vatn flyttast frå elvane til tunnelsystema til kraftverk dør mykje av livet i elva. Ofte tørtleggjast ikkje elvar heilt, men får heller ein unaturleg vassdynamikk. Med dette meiner vi at elvane ikkje varierer direkte med nedbør og snøsmelting slik dei gjer når dei er den einaste vegen for vatnet frå fjellet til sjøen.

Fisk

Effektane av vassdragsreguleringar på innsjølevande fiskebestandar vil som oftast vere lågare vekst og redusert bestandsstorleik, men både fysiske og biologiske effektar i kvart vassdrag gjer at effektane vil variere (Faugli mfl. 1993). Større fluktuasjonar i vassstand fører til ei utvasking av arealet mellom høgaste og lågaste regulerte vassstand, og fører på sikt til redusert produksjon og mangfald av botndyr i ein innsjø (Nøst mfl. 1986). Redusert botnfauna vil ofte føre til at dyreplankton vert den viktigaste byttedyrgruppa for fisk.

Kvaliteten på fisk i eit regulert vatn er avhengig av naturlege faktorar som høgd over havet, vêrtype og klimavariasjon. I tillegg kjem menneskeskapte faktorar som stenging/tørtlegging av gyteelvar, utvasking av strandsona ved nedtapping og varierende bestandstettleik i høve til om vatnet er fullt eller nedtappa. Avkasting i slike vatn er bestemt av summen av desse faktorane.

Ved å byggje dammar ved vatn og i elvar kan vi auke vassstanden og leggje område under vatn. Dette gjer at alt liv tilpassa eit liv på land dør på dei areala. I tillegg gjer mangel på oksygen at nedbrytinga av biologisk materiale slepp ut metan, som er ein klimagass. Reguleringssone gjev auka næringstilgang til innsjøen dei første åra, men etter at sona er utvaska vert næringstilgangen til fiskebestanden svekka.

Visuell ureining i fjellet

Tørrlagt reguleringssone kan opplevast som visuell ureining for mange og kan skapa reaksjonar spesielt i sommarmånadane når det er bar mark og folk i fjella.

Fiske

Fiskarar er avhengige av vatn i elvane for å drive aktivitet. Naturopplevinga er større når ein ser vatn i elvane. Sportsfiske i elvar genererer økonomi til lokalsamfunn, slik at det er viktig å oppretthalde ein god fiskebestand også etter regulering.

Villrein

Etter at eit vassdrag og fjellvatn er bygd ut for vasskraft, har ofte vassstanden i magasinane endra seg og kilometervis med anleggsvegar ligg att i terrenget. Det er mange døme på at desse permanente tiltaka ligg som stengsel for villreinen i høg fjellet. Det finst ikkje generelle avbøtande tiltak til desse

stengsla, men noko kan alltid gjerast. Mindre brutale skjeringar i vegtraséar, stenging av vegar i kalvingstid, vandringsbruer og magasinrestriksjonar har vore peika på som avbøtande tiltak i ulike saker. I dei siste vilkårsrevisjonane har det kome krav om villreinfond. Då må aktuell konsesjonær betala inn til eit villreinfond som skal finansiere prosjekt som skal betre høva for villrein i Noreg.

Tilgroing

Ved lågare vassføring over tid og færre flaumar gror ofte elvar til. Tilgroing heng òg saman med at temperaturen aukar grunna klimaendringar. Utan flaumar kan òg sediment byggja seg opp på uheldige stader i elvane der dei elles ville vore vaska bort. Færre flaumar fører også til at sedimentet vert fastare, og det kan over tid danne seg eit armeringslag som fisk ikkje klarar å gyte i og skjul for ungfisk vert borte.

Flaum

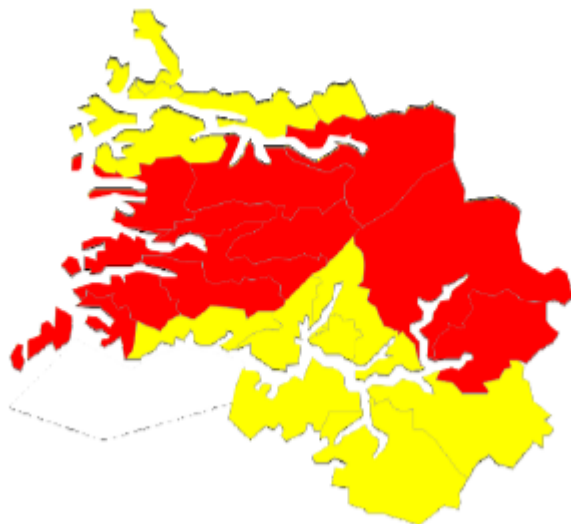
I dei fleste tilfelle bidreg regulering av vassdrag til å redusere faren for flaum i eit vassdrag. Det går flaum i elvar. Og med moglegheita til å senke ned vassmagasin kan regulantar samle mykje nedbør og hindre, eller bremse, flaum. Likevel er det døme på at regulerte vassdrag får nye flaumproblem når dynamikken i vassdraget endrar seg. Sediment kan samle seg opp i jamt rolegare parti i vassdraget og heve botnen. Rolegare dynamikk i elvane gjer òg at elvebotnen kan gro til på stader der dette ikkje er ynskjeleg. Eventuelle flaumar kan då gjere større skade her en viss sediment hadde vore vaska bort gjennom hyppigare småflaumar, som stoggar i magasinerte vatn.

Utrygg is på regulert vatn

Når islagte vasskraftmagasin tappast ned og fyllest opp sprekk isen opp vert utrygg.

Manglande nettkapasitet hindrar ny vasskraft

Det er i dag fleire vasskraftprosjekt som har fått konsesjon av NVE, men som ikkje kan realiserast fordi det ikkje er kapasitet i kraftnettet til ny kraft. Det ligg kapasitetskart i RKSU-ane (sjå tema kraftsystemet) som omhandlar Vestland. Desse viser grovt i kva område det er kapasitet i nettet til ny kraftproduksjon. Figuren under viser dette kartet for ansvarsområdet til nettselskapet Linja.



Figur 11 Nettkapasitet for ny produksjon (småkraftverk). Gult betyr at det er noko ledig kapasitet, men ikkje alle kjende stader. Raudt betyr at det ikkje er nok kapasitet for ny produksjon. (kjelde: RKSU for Sogn og Fjordane 2022)

Nettselskapet Linja har lista opp nokre godt kjende vasskraftprosjekt som er venta utbygd i næraste tid, sjå tabell 1 under. Dette gjorde dei i si regionale kraftsystemutgreiing (RKSU) for 2022 (sjå

kapittelet om kraftnettet). Nokre av prosjekta har lege på vent i årevis. For at prosjekta skal gjennomførast må kraftnettet oppgraderast og kraftprisane vere på eit slikt nivå at det er lønsamt å byggje ut.

Tabell 1 Større vasskraftprosjekt i Linja-området. (Kjelde: RKSU 2022 for Sogn og Fjordane)

Kraftverk	Status	MW	GWh	Eigar	Merknad
Gravdalen Kraftverk	Konsesjon tildelt	9,1	51	ØSTFOLD ENERGI AS	Søkt om konsesjonsendring til 9,1MW
Offerdal	Konsesjon tildelt	47,1	94,6	OFFERDAL KRAFTVERK AS	
Illvatn pumpekraftverk	Konsesjon tildelt	48,0	111	NORSK HYDRO	
Øyane kraftver	Konsesjon tildelt	50,0	66	NORSK HYDRO	
Feios	Konsesjon tildelt	28,8	95	FEIOS KRAFTVERK AS	
Bredvatn	Konsesjon tildelt	118,0	67	SFE PRODUKSJON AS	Netto auke, totalt 118MW/275GWh)
Nytt Øksnelvane	Konsesjonsfritak	47,0	22	SFE PRODUKSJON AS	Netto auke (totalt 75MW/113GWh)
Isavatn (Øksnelvane)	Konsesjonsfritak	4,0	16	SFE PRODUKSJON AS	Innafor eksisterande konsesjon
Insteelvane (Øksnelvane)	Konsesjonsfritak	5,0	13	SFE PRODUKSJON AS	Innafor eksisterande konsesjon
Sum - Konsesjon tildelt		357,0	535,9		

Arbeidet med å styrke nettet er avgjerande for å gjere det mogeleg å realisere fleire gode vasskraftprosjekt. I nokre få tilfelle kan eitt eller få vasskraftprosjekt åleine drive behovet for nettoppgradering. I slike tilfelle bør konsekvensane av alle desse inngrepa vurderast i konsesjonshandsaminga. Det vert òg aktuelt for nettselskap å krevje anleggsbidrag frå kraftprodusentane som skapar behovet for meir nett. Denne økonomiske tilleggsbøra kan vere avgjerande for om prosjekt er lønsame eller ikkje.

Forsking og utvikling innanfor vasskraft

Både HVL og UiB tilbyr eit bredt spekter av fag som er naudsynte innan vasskraft, alt frå elkraft til meteorologi. På forskingsida vert det blant anna arbeid med prognoseverktøy for klimavarling og handtering av klimarisiko (<https://www.energiomstillingvest.no/resources/climate-futures>). Dette er viktig for kraftbransjen. Det vert også arbeid med korleis avrenninga frå vestnorske brear vil endra seg og på den måten endra tilsiget til brekraftverk.



Solenergi

I Noreg mottok vi 1500 gonger meir energi enn vi forbrukar frå sola, og i Vestland har vi ei solinnstråling på horisontale flater på mellom 600-900 kWh/m² pr året er store lokale variasjonar i solressursane internt i Vestland fylke, både på grunn av topografi og variasjon av antal soltimar. Dette må leggjast til grunn når ein planlegg for produksjon frå solenergi. Institutt for Energiteknikk (IFE) leiar eit prosjekt kalla SUNPOINT som skal gje eit ressurskart over solenergi i Noreg. Her blir meteorologiske data som visar solinnstråling samanstillt med geografiske forhold for å gje bilete for energiutrekning på regionalt og lokalt nivå. Med presise energiutrekningar har ein eit estimat på potensialet for produksjon av solenergi og gje eit godt avgjerslegrunnlag for utvikling av solkraftverk i alle storleikar (kjelde: <https://ife.no/prosjekt/sunpoint/>). SUNPOINT bereknar tilgjengeleg takareal på alle bygg i Vestland til 16,3 km². Om vi då tek eit konservativt estimat for teknisk potensial for energiproduksjon med solceller i Vestland og antek produksjon på 200 Wp/m² og ei solinnstråling på 650 kWh/kWp vil teknisk potensial for produksjon i Vestland være 2,1 TWh i året. Fordelt på bygningskategoriar er det største potensialet i privat bustadar som einebustad, tomannsbustadar og rekkjehus.

Tabell 2 Potensial frå solcellepanel på tak i Vestland.

Tilgjengeleg takareal i Vestland	Tenkt effekt per areal installerte solceller	Tenkt produksjon per installert effekt	Produksjonspotensial frå solceller i Vestland
16,3 km²	200 Wp/m²	650 kWh/kWp	2,1 TWh/årleg

Ein analyse frå NTRANS, Norwegian Centre for Energy Transition Strategies, publisert 12.08.2022 ([NTRANS: Hvordan kan vi få opp farten i energiomstillingen?](#)) visar til at ytterleg reduksjon i kostnader, fordelane av lokalproduksjon og komplementaritet med magasinkraft i tillegg til reduksjon av naturinngrep og låg arealbruk gjev solkraft ei viktig rolle i Noreg fram mot 2030 og vidare. Med investeringar i solkraft på bygg kan ein utnytte fleksibiliteten i vasskrafta, og frigjera meir straum til det grønne skiftet i Vestland

NVE sin langsiktige kraftmarknadsanalyse konkluderer med, på bakgrunn av kostnadsanslag og kraftprisbanen frå deira basisscenario, at utbygging av bakkemontert solkraft i Noreg er lønnsamt allereie i dag. Per hausten 2023 har NVE gjeve fire konsesjonar og handsama to meldingar om større solkraftverk i Norge. Ein av konsesjonane er eit flytande solkraftverk i Frøya kommune i Trøndelag. I Vestland har selskapet Endra varsla ei satsing på solkraftanlegg med mål om pilotanlegg i 2024.

NVE meiner Solkraft truleg går raskare å bygge ut enn vass- og vindkraft og gjev difor eit meir usikkert bilete kor mykje solkraft som byggast i perioden fram til 2030, enn dei gjev for dei andre energikjeldene. I basisscenarioet har NVE lagt til grunn 7 TWh solkraftproduksjon i Noreg, medan Solenergiklyngen meiner ein kan produsere over 30 TWh solkraft innan 2030. Med veksten i installert solkraft i 2021 og 2022 både på næringsbygg og privathus, ser NVE sitt anslag lågt ut.

Energikommisjonen er svært positive til etablering av solkraft fordi den kan etablerast raskt. Kommisjonen peiker på at reguleringa må tilpassast den raske utviklinga og endrast for å innfase desentralisert kraftproduksjon. Kommisjonen meiner utbygging på 5-10 TWh innan 2030 er realistisk ([NOU 2023: 3](#)).

Videre meina kommisjonen blant annet at:

- Det bør vurderast å innføre krav om andel eigenproduksjon av energi på nye bygg, med unntaksmogelegheiter.
- Ein må leggje til rette for kombinasjonsløyningar
- Systema for konsesjonssøknader for bakkemontert solkraft må forenklast, og kapasiteten til å behandle søknader må aukast.
- Langsiktige rammevilkår, inkludert prinsippa for framtidige skatteregime, må skape føreseielegheit og bidra til at utviklinga kommer i gang raskt.

([NOU 2023: 3](#))

Solceller

I solceller blir energien frå sola laga om til elektrisitet gjennom fotovoltaisk effekt. Ein brukar ofte det engelske Solar PV, etter PhotoVoltaics, i daglegtalet. Eit solcellepanel er sett saman av fleire solceller og fleire panelar utgjer eit solcelleanlegg. Solceller kan brukast direkte på bygg, i større solcellekraftverk eller som ei mindre straumkjelde der det ikkje er kraftnett. På bygg ser vi også at solceller kan bli integrert i sjølve bygget som ein del av utvendig kledning og vindaug. Dette blir då kalla bygningsintegrert PV eller forkorta BIPV. BIPV teknologien er ikkje moden endå men ein kan forventa ei rask utvikling også av BIPV innanfor planperioden.

Det finnast tre hovudgrupper av solceller på marknaden i dag; multikrystallinske-, monokrystallinske- og tynnfilm-solceller, alle med silisium som grunnmateriale. Det er mykje forskning og utvikling av alle tre typane, men per 2022 er det krystallinske solceller som dominerer marknaden. I Vestland er Norsun Årdal ein verdslende produsent av monokrystallinske silisium-waferar. Dette er silisium-waferar av særst høg kvalitet som inngår i produksjonen av nokon av verdas mest effektive solcellepanel. Selskapet er i ferd med å doble produksjonskapasiteten i Årdal til 1 GWp/år. Norsun har ambisjonar om ytterlegare kapasitetsauke til 5 GWp/år i løpet av få år. (kjelde: <https://288856-www.web.tornado-node.net/wp-content/uploads/2021/02/solenergiklyngen-veikart-sol.pdf>)

Monokrystallinske solceller har ein effekt på mellom 18-23 %, medan multikrystallinske har ein effekt på 15-17 %. Samstundes er dei multikrystallinske solcellene billigare å produsere.

Tynnfilm-solceller er tynne og bruker relativt lite materialar i produksjon. Desse har foreløpig ein effekt på mellom 10-17 %. Dette gjer dei også billigare i produksjon, men ein treng ofte fleire solceller for å produsere same mengda energi som monokrystallinske og kan difor bli dyrare om ein vil oppnå same energiproduksjon. Tynnfilm solceller er derfor ikkje så utbreidd i marknaden som dei krystallinske.

Det er fleire typar solceller som er på forskingsstadiet og som kan bli aktuelle i marknaden i planperioda. Nokon av desse er Pervoskite solceller, Nanowire-baserte solceller og Dye-sensibiliterte solceller. Det er òg forskning på å kombinere fleire forskjellige solceller i eit panel for å utnytte einstørre del av spekteret i sollyset til energi. Denne utviklinga følgast opp av administrasjonen i fylket.

Både UiB og Høgskulen i Vestland(HVL) driv med forskning og utdanning innan solenergi. Solenergi inngår i grunnutdanninga i ein Master innanfor energi ved UiB. HVL har masterutdanning i berekraftig energiteknologi der solenergi er ein del av pensum. Ved UiB vert det forska på bruk av nanoteknologi for å gjera dagens kommersielle solceller meir effektive i overskya ver, mens det på HVL vert forska på direkteproduksjon av hydrogen frå solenergi.

Solfangarar

Solfangaren omformar direkte sollys til termisk varme gjennom oppvarming av ein absorbatør som fangar opp solstrålinga. Den absorberte varmen overførast til eit varmemedium (ofte glykolblanding) som sirkulerer i eit lukka system med ein varmevekslar. Røyrsystemet går gjennom ein akkumulatortank som fungerer som varmelager. Varmen brukast som oppvarming av tappevatn og til golvarme. Solfangarane monterast anten på tak eller vegg som er sørvendt for å få mest mogleg direkte solinnstråling. Ved overskyt vil produksjonen av varme vere vesentleg lågare, men likevel regnast gjerne ein nyttiggjort energi på 400-450 kWh årleg pr kvadratmeter solfangarar i Noreg. (kjelde: <https://snl.no/solfanger>) Det finns òg system som kombinerer solceller og solfangarar.

Passiv solvarme

Prinsippet bak passiv solvarme går ut på å sleppe solvarmen inn i huset. Passiv solvarme er den forma for solenergi som per i dag er mest utnytta i Norge, og bidrar med 3-4 TWh i den norske bygningsmassen. Dette tilsvara mellom 10 og 15 % av oppvarmingsbehovet. Passiv solvarme er direkte romoppvarming ved at sola skinn direkte inn gjennom vindauga. Solstrålane, spesielt dei kortbølga strålane, slepper gjennom glaset og absorberast i golv, vegger og interiør som i sin tur gjev meir langbølga varmestråling.

Då glas ikkje er like transparent for langbølga stråling, blir mykje av varmen fanga i rommet. Det er rekna at i ein gjennomsnittleg norsk bustad dekker passiv solvarme meir enn 10 % av oppvarmingsbehovet i fyringssesongen. Bidraget kan aukast med beviste val av energieffektive materialar og konstruksjonsløyser. (kjelde: https://snl.no/passiv_solvarme)

Regelverk og føringar solenergi

I arbeidet med stortingsmelding 36 (2020-2021), innstilling 446S(2021-2022) vedtok Stortinget seks vedtak som omhandlar solenergi. I vedtak 747 ber Stortinget regjeringa gjennomgå regelverket og verkemiddelapparatet for å stimulere til bruk av solenergi, blant anna for å stimulere til områdeutbyggingar med solenergi og nabolagsstraum. Stortinget vil med dette vedtaket, saman med dei følgjande fem vedtaka, styrka utbygginga av solenergi i Noreg. Ei endring av plusskundeordninga slik at den kan omfatte fleirmannsbustadar, leilegheitskompleks og næringsbygg vil leggja til rett for at til dømes burettslag kan utnytta takareal til energiproduksjon frå solceller. For landbruket i Vestland kan det også vere positivt å få kartlagt potensialet for solenergiproduksjon på landbruksareal, sokalla AgriPV, samtidig som landbruksproduksjonen oppretthaldast. Eit slikt samarbeide mellom energiproduksjon og andre verdiskapingar kjem det truleg meir av.

Ei tilrettelegging av solenergiproduksjon på eksisterande infrastruktur vil også ha betydning i Vestland og VLFK vil planlegga for solenergiproduksjon både på eksisterande og ny infrastruktur.

Ambisjonar for solkraft i EU

Krig og høge kraftprisar i Europa i 2022 har forsterka EU sine ambisjonar for endringar i energiforsyninga. Solenergi står fram som den energikjelda som på kortast tid kan tilføre meir elektrisitet til den Europeiske marknaden. EU kommisjonen foreslår, gjennom Repower EU ([REPowerEU](#)), eit eige «Europeisk solcelle på tak initiativ» kor dei seier at solceller på tak kan stå for oppimot 25% av EUs elektrisitet konsum. Kommisjonen meina EU kan få 320 GW frå SolarPV i 2025 og 600GW i 2030. For å eskalere utbygginga av solceller på tak foreslår kommisjonen:

- i løpet av 2026 skal alle nye offentlege og kommersielle bygg over 250 kvm skal ha solceller.
- innan 31.12.2027 skal alle eksisterande offentlege og kommersielle bygg på over 250 kvm ha solceller.

- innan 31.12.2029 skal det vere påbod at alle nye bustadar har solceller.

Tiltaka er merka som EØS relevante og om dei vert vedteke òg gjeldande i Noreg.

Kompetanse og ferdigheiter

Solenergiklynga peikar på at det er ei utfordring at det er mangel på kunnskap og fagfolk innan solenergi. Dette er ein stor flaskehals for vekst som må løysast. Eit forslag til løysning er at faga knytt til solenergi må inn i tverrfaglege læreplanar i tekniske fagskular, vidaregåande skule, høgskular og universitet.

Påverknad på kraftnettet

Situasjonen i Norge i dag er slik at det er låg tettleik av solkraftanlegg og dei bidreg difor relativt lite til kapasitetsutfordringar i kraftnettet. Med aukande del solkraft i energiforsyninga vil utfordringane auke. Nokon av nettutfordringane knytt til høg grad solkraftproduksjon kan løysast ved aktiv bruk og styring av vekslerrettarar

(kjelde: <https://www.solenergiklyngen.no/wp-content/uploads/2022/08/220815-markedsrapport-solenergiklyngen-final-.pdf>) Det er difor naudsynt å sjå på samspelet mellom solenergi og andre energikjelder for å sikre effekt- og energibalansen.

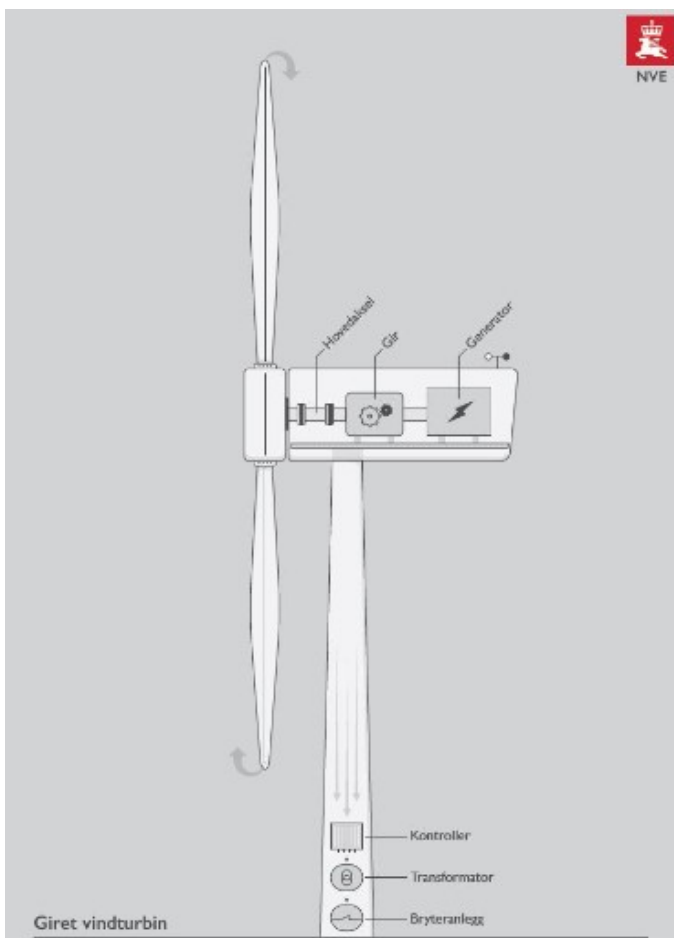
Solenergi kan bidra positivt i samspelet med vindkraft. Vindkraft har typisk ein produksjonsprofil med høgare produksjon i vinterhalvåret enn i sommarhalvåret, medan solenergiproduksjonen er høgast i sommarhalvåret



Vindkraft

I denne planen omtalar vi vindkraft i to forskjellige former: landvind og havvind. Landvind er vindkraftverk på land handsama etter energilova (og etter kvart etter plan og bygningslova). Havvind er vindkraftverk til havs som blir handsama etter havenergilova eller petroleumslovgevinga.

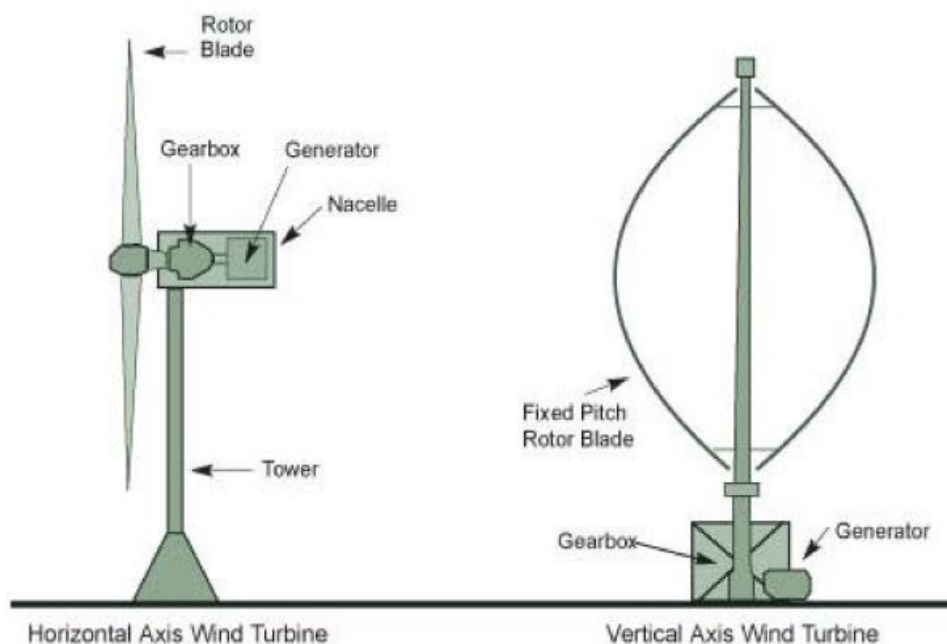
I mekanisk arbeid har vindenergi vore brukt i mange tusen år, då mest innanfor landbruket som ved maling av korn og til å pumpe vatn. Dei same tidlege prinsippa frå vindmøller er forbedra og vidareført til dei moderne vindturbinane som produserer elektrisitet som vi kjenner i dag. På 1970 talet begynte utviklinga av dei moderne vindturbinane og dei siste 50 åra har utviklinga gått frå enkeltstående vindturbinar til store vindparker, òg i havområde. Utviklinga viser ein trend som seier at større turbinar er meir kostnadseffektive enn små turbinar. Vindturbinar til havs er som regel større enn turbinane som nyttast på land.



Figur 12 illustrerer ein typisk moderne vindturbin. Rørsleenergien i vinden får rotoren til å spinne. Denne er igjen kopla til ein elektrisk generator. Maskinhuset dreier seg slik at rotorplanet står på tvers av vindretninga. Effektkurva til ein vindturbin viser teoretisk produksjon ved forskjellige vindhastigheit. Dei fleste vindturbinar produserer frå vindhastigheit på 3-4 m/s og når maksimal effekt ved 11-15 m/s. Når vindhastigheitene aukar justerast bladvinklane automatisk for å sleppe meir vind forbi rotorblada for å redusere påkjenninga på vindturbinen, samtidig som produksjonen ligg på merkeeffekten til generatoren. Når vinden når 25-28 m/s stogkast dei fleste vindturbinane for å unngå for høg påkjenning.

Figur 12 Skjematisk illustrasjon av moderne vindturbin. (kjelde: NVE.no, illustrert av Simen Wahlqvist)

Vindturbinteknologien har utvikla seg raskt dei siste åra, og det er mykje forskning og utvikling for å auke produksjonen. Eit norsk firma, Windcatching (<https://windcatching.com/>), ser på moglegheitene for å redusere arealbruken offshore med å sette mange vindturbinar i ei ramme, noko dei meiner vil gje auka effekt.



Figur 13 Horisontalaksla vindturbin (til venstre) og vertikalaksla vindturbin (til høgre) (kjelde: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-the-horizontal-and-vertical-axis-wind-turbine-Source-23_fig2_6174926)

Det finst òg turbinar der hovudakslingen står vertikalt, som vist i figuren over. Dei vertikalaksla turbinane har rotorblad som er vertikale forhold til tårnet, og utnyttar difor vind frå alle retningar. Maskinhuset på desse plasserast på bakken sidan nacella ikkje vrir etter vinden. Horisontale turbinane er mest nytta i store vindparker. Teknisk vekeblad skriv at forskning frå Oxford Brookes University viser at vertikalaksla turbinar som står konfigurert kan være meir effektive enn horisontalaksla turbinar (<https://www.tu.no/artikler/forskere-vertikal-akslede-vindmoller-er-mest-effektive/509745?key=2L6cTboq>). Både svenske og danske forskarar gjer forsøk med vertikalaksla turbinar til offshore bruk. Det norske firma Word Wide Wind (<https://worldwidewind.no/>) jobbar med ein flytande vindturbin som gjer bruk av vertikalaksla vindturbinar til offshore bruk.

Selskapet Kitemill (<https://www.kitemill.com/>) på Voss utviklar teknologi innan høgdevind. Flygande vindturbinar, eller dragar, utnyttar vind i høgder på 200-1000 meter over bakken. Selskapet meiner dette gjev høgare kapasitetsutnytting sidan vindresursane aukar i høgda både på land og til havs. Teknologien må gjennom ei modningsfase som vil strekke seg gjennom denne planperioden. IEA, EU og NREL visar alle interesse for høgdevind, og KiteMill har mottatt støtte over 100 millionar kroner for vidare utvikling.

Omgrep innan vindkraft

Installert effekt, produksjon og kapasitetsfaktor er sentrale omgrep i vindkraft. Effekten til ein vindkraftturbin er uttrykt i MW. For eit vindkraftanlegg er samla installert effekt produktet av effekt per turbin og tal på turbinar. Reint teoretisk kan eit anlegg produsere for fullt alle timar og alle dagar gjennom året. I praksis vil produksjonen variere mellom null og maks gjennom året. Forholdet mellom reell og teoretisk maksimal produksjon gjennom eit år definerer kapasitetsfaktoren til anlegget. I følge Bergen Offshore Wind Centre ved Universitetet i Bergen har moderne landbaserte vindparker typisk ein kapasitetsfaktor rundt 35 prosent, medan nye moderne havvindparker har kapasitetsfaktor på opp mot 55 prosent (ref.

https://www.uib.no/sites/w3.uib.no/files/attachments/havvind_enkelt_forklart.pdf).

Fordelar og ulemper med vindkraft

Vindkraft har positive og negative sider. NVE har i samarbeid med mange sentrale instansar laga eit kunnskapsgrunnlag om verknader av landvind (ref. [Kunnskapsgrunnlag om virkninger av vindkraft på land](#)). Her blir verknader på landskap og kultur, naturmangfald, klima, ureining og naturfare, infrastruktur, samfunn, næring og utmark skildra. Også ei eiga side [Arealbruk for vindkraftverk](#) gjev mykje god informasjon i m.o.t. til landvind. Blant dei positive sidene med landvind er fornybar energi som har lite eller ingen negativ verknad på klima i lokalmiljøet eller utslepp av klimagassar gjennom driftstida.

Landvind kan gje lokale arbeidsplassar under bygging og drift og kunne styrke kommuneøkonomien gjennom t.d. eigedomsskatt.

Fordelar og ulemper ved havvind.

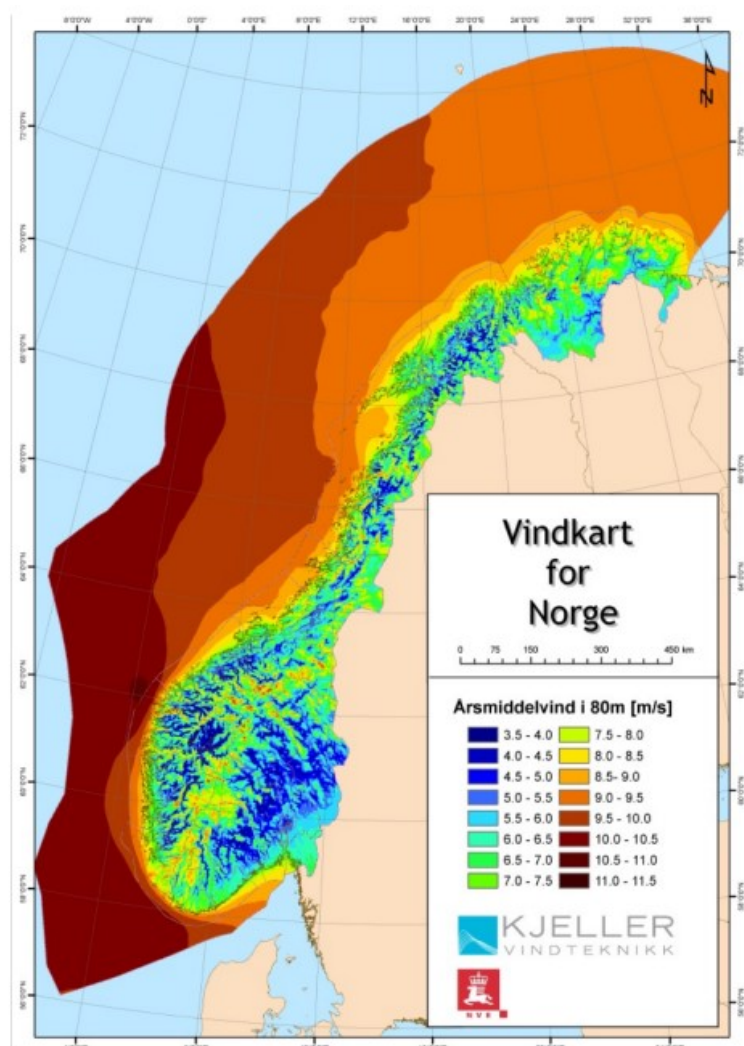
Døme på fordelar er:

- Høgare og jamnare vindforhold, som gir et større produksjonspotensial.
- Mindre konflikt med fugleliv og menneskeleg aktivitet.
- Store ubrukte område med mindre interessekonflikter.
- Mindre behov for bygging av infrastruktur i urørd natur og fjellområde.
- Lettare å transportere store turbindelar til havs enn på veg.
- Større turbinar, og dermed behov for færre turbinar
- Kan brukast til å elektrifisere norsk sokkel utan å tappe kraftsystemet på land.

Døme på ulemper kan vere:

- Eit meir utsett miljø (bølger, korrosjon, etc.) som fører til meir behov for vedlikehald.
- Mindre utvikla teknologi.
- Dyrare investering og vedlikehald.

Vindressursar i Vestland



Figur 14 Vindressursar i 80 meters høgde i Noreg (kjelde: NVE.no)

Noreg er eit av landa i Europa med best føresetnad for vindkraft grunna stabile vindforhold, ofte sterk vind og store kystareal. Vestland og havet utanfor fylket er av dei områda med mest stabile høge vindhastigheter. Til dømes er årsmiddel- vindstyrke i 80 meters høgde utom Stadt på over 10,5 m/s. Dette gjer at havområda utom fylket har sær s gode forhold for havvind. Dei same område er òg nokon av dei beste fiskefelta langs kysten. Dette fordrar at vindindustrien må ein god sameksistens med fiskeindustrien om desse område blir utvikla til havvind.

Fylkeetinget gjorde vedtak om, i sak PS 83/2020, at vindkraft til havs skal utviklast i samråd med havbruk- og fiskeinteressene. Fjellområda i Vestland har òg sær s gode vindforhold. Mange av områda ligg i natur med høg verdi og utbygging vil føre til store konflikhtar. Fylkeetinget i Vestland har fleire vedtak som hindrar utbygging i urørd natur eller på bekostning av viktige verdiar knytt til natur, landskap, kulturminne/kulturmiljø og reiseliv, og som er i strid med kommunestyrevedtak.

Vindkraft på land

Det norske forskingssenteret for energi omstillings strategiar, NTRANS, seier i ein rapport frå 2022 at landbasert vindkraft i Noreg er, frå eit *teknøkonomisk perspektiv*, er ein av dei mest attraktive energikjeldene for ny norsk kraftproduksjon. I teorien har landvind eit potensial på 47 TWh innan 2050. Potensialet kan realiserast gjennom ny utbygging og reinvesteringar i eksisterande

vindkraftverk. Andre forskingsprosjekt viser at lokale miljøomsyn, -restriksjonar og sosial aksept kan leggja føringar på utbygginga av vindkraft som gjer at ein ikkje tar ut det teoretiske potensialet².

Fylkestinget i Vestland har i fleire omgangar gjort vedtak som fordrar meir lokal råderett i saker knytt til planlegging av vindkraftverk i fylket:

I sak PS 83/2020 vedtok Fylkestinget å senda følgjande uttale:

Fylkestinget sendar slik uttale til Sogn og Fjordane- og Hordalandsbenken på Stortinget, og til regjeringa v/olje- og energiminister Tina Bru:

«Planlegging av vindkraftverk etter plan- og bygningslova

Det har blitt varsla ei sak i Stortinget der ein skal sjå på retningslinjer for framtidige konsesjonssøknader. Dette vert blant anna basert på faglege innspel frå høyringsrunda til den nasjonale ramma for vindkraft. Vestland fylkesting ønskjer å kome med følgjande innspel til det vidare arbeidet:

- o Fylkestinget meiner framtidige konsesjonar må ha ein tidsfrist for igangsetting, slik plan og bygningsloven har, med ein oppstart innan 3 år, og der det er mogleg å søkje om utsett frist inntil to år.
- o Fylkeskommunane bør konsulterast i vindkraftsaker, og det må vurderast korleis regionale planar kan få meir å seie.
- o Det er avgjerande at søknadane er transparente slik at vurderingane som blir lagt til grunn er opne.
- o Utbygginga må kome fellesskapet til gode gjennom skattlegging
- o Det er viktig at det vert utarbeidd ein modell for å unngå at vindkraftutgifter medfører auke i nettleige for det lokale kundenettet.
- o Det må leggest til grunn eit oppdatert kunnskapsgrunnlag slik at ein får best mogleg handtering av natur og miljøhensyn.
- o Vestland fylkesting vil ikkje ha utbygging av vindkraft i urørd natur eller på bekostning av viktige verdiar knytt til natur, landskap, kulturminne/kulturmiljø og reiseliv, og som er i strid med kommunestyrevedtak. Vindkraft til havs skal utviklast i samråd med havbruk- og fiskeinteressene.
- o Fylkestinget meiner at vindkraftutbyggingar må følgje vanlege kommunale prosessar for arealplanlegging i tråd med plan- og bygningslova.
- o Det må stillast tydelege og strenge krav til konsekvensutgreiingar i samband med vindkraftutbyggingar der naturmangfaldslova og miljøforvaltninga blir sterkt vektlagt. Konsekvensane for naturleg karbonlagring må inngå i vurderinga, og det må utarbeidast eit klimarekneskap for utbyggingane.
- o Kommunane som stiller område til disposisjon må få ein føreseieleg kompensasjon og ein rettferdig del av verdiskapinga. Dette vederlaget må fastsettast nasjonalt slik at det ikkje må vere opp til kvar kommune å forhandle. Om dette er mest føremålstenleg å gjere i tråd med naturressursskatt på vasskraft eller om det bør innrettast etter andre modellar må utgreiast av departementet.»

I sak PS 164/2022: Vedtak planprogrammet Regional plan for fornybar energi i Vestland ble følgjande punkt tillagt planprogrammet:

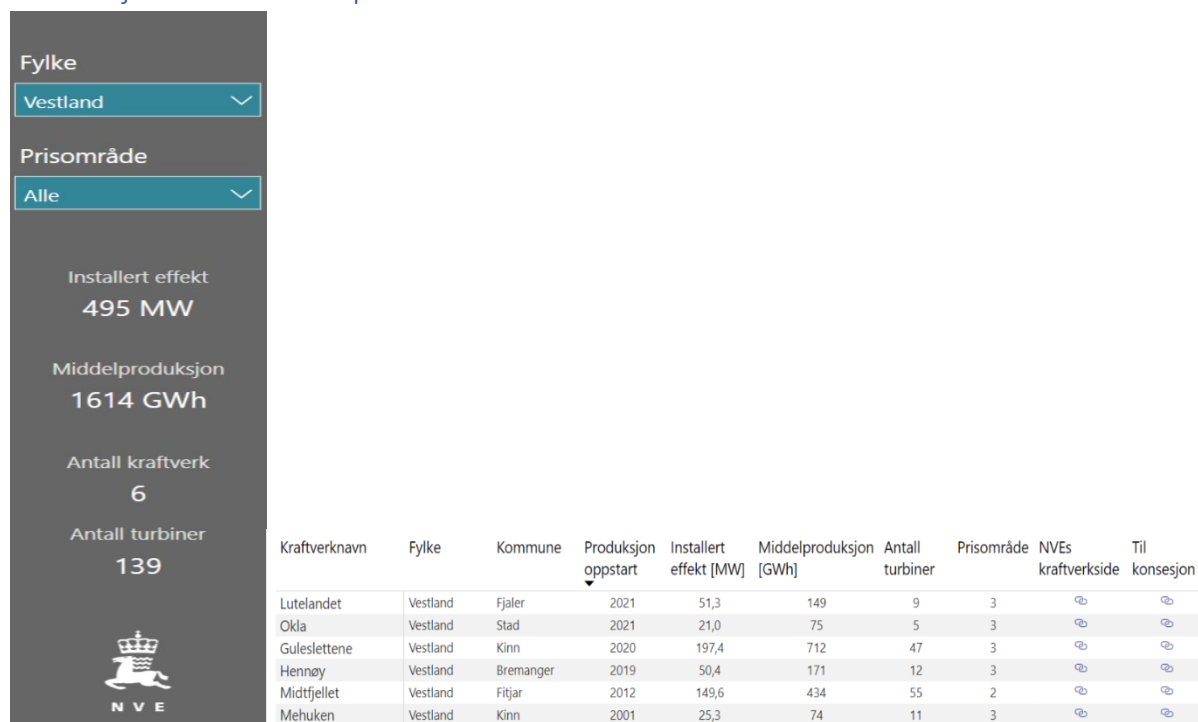
1. Vestland fylkeskommune legg framleis til grunn at ein ikkje vil ha utbygging av vindkraft i urørd natur eller på bekostning av viktige verdiar knytt til natur, landskap, friluftsliv, kulturminne, kulturmiljø og reiseliv, og som er i strid med kommunestyrevedtak. På bakgrunn av dette, og med ei prioritering av ressursane mot tema som er venta å bety mest for utvikling av Vestland, skal det gjennomførast ei enkel kartlegging av om det er kommunar som ynskjer å leggja til rette for vindkraft på land, før ein evt. arbeidar vidare med temaet.

Fylkesutvalet ynskjer at kommunane er tydelege på arealbruk til vindkraft i urørd natur, evt. Mindre vindkraftanlegg i industriområde, og kva omsyn dei meiner bør takast for dei eksisterande vindkraftparkane i fylket.

2. Fylkesutvalet vil vidare peika potensialet for energiproduksjon og industriutvikling med utgangspunkt i det store potensialet som ligg i havvind også i Vestland, og bed om at dette vert vurdert inn i planen. Ein viser også her til tidlegare vedtak at utvikling av dette bør skje i område der havbruks og fiskeriinteresser veg mindre, og at omsyn til biologisk mangfald i havet vert vektlagt.

Etter innstilling frå Energi og Miljøkomiteen om Meld.St. 36 (2020-2021) Energi til arbeid – langsiktig verdiskaping frå norske energiressursar (kjelde: <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Vedtak/Vedtak/Sak/?p=89008>) gjorde Stortinget mellom anna fleire vedtak om landvind som sikrar lokale ringverknader og legger til rette for høgare kommunale inntekter. Stortinget ber òg om nedjustert avstnadskrav ved utbygging av landvind i industriområde, hamner og ved annan infrastruktur der dette ikkje gjev nye naturinngrep. Stortinget ber òg om ei vurdering av potensialet for småskala vinproduksjon i industriområde, hamner, gardsbruk og ved annan infrastruktur som ikkje gjev nye naturinngrep.

Produksjon frå vindkraft på land i Vestland



Figur 15 Produksjon frå vindkraft i Vestland fylke (kjelde: <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/data-for-utbygde-vindkraftverk-i-norge/>)

Tal frå NVE viser at det per september 2023 er kraftproduksjon frå vindkraft i Vestland fylke på 1 614 GWh (middelproduksjon). Produksjonen er fordelt på seks vindkraftverk med samla installert effekt på 495 MW (139 turbinar i alt). I snitt tilseier dette ein kapasitetsfaktor på 37 prosent. Produksjonen utgjer om lag 10 prosent av vindkraftproduksjonen i Noreg. Guleslettene i Kinn kommune og Midtfjellet i Fitjar kommune er dei største kraftverka.

Det er også interesse for å bygge ut vindkraft i Høyanger og Sunnfjord. Fred Olsen Renewables AS sendte melding til NVE med forslag til konsekvensutredningsprogram 13. september 2019 for et nytt

vindkraftverk i Høyangerfjella. Prosjektet har et potensielt omfang på mellom 50-80 turbinar, og kan produsere ren og grønn energi tilsvarande det årlege elektrisitetsforbruket til 60 000-100 000 husholdningar ([Fred Olsen Renewales, u.å](#)). 19. desember 2022 kunngjorde også Zephyr, Hydro og Eviny, kunngjorde eit partnerskap for å utvikle vindkraft til industri i fjellområde mellom Sunnfjord og Høyanger. Område er på ca 22 km² og kraftverket skal kunne produsere 1 TWh. Partane er i dialog med kommunane med sikte på å få støtte til å sende melding til NVE ([Zephyr, u.å](#)).

Påverka areal frå vindkraft på land

NVE og miljødirektoratet har publisert areal analyser for vindkraft (kjelde: <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/arealbruk-for-vindkraftverk/>). Areal inngrepa frå vindkraftverk er relativt like frå prosjekt til prosjekt og difor kan NVE angje nokre standardstørrelser for arealbruk. Analysane er delt i 4 kategoriar; direkte fysiske inngrep, direkte påverka areal, nærområde og visuelt influensområde. NVE seier at direkte påverka areal er lik planområdet slik det kjem fram i meldingar, søknadar og konsesjonsvedtak. Planområdet er eit avgrensa areal kor vindkraftverket med veier, oppstillingsplassar og vindturbinar plasserast innom. Planområdet er ei fast referanse for prosjekta både formelt og i den offentlege debatten. Denne dimensjonen er også samanliknbar med internasjonale arealvurderingar. Planområde er òg relevant for forståeleg av å opphalde seg inne i vindkraftverk. I NVEs konsesjonsdatabase inngår planområde alltid i prosjektinformasjonen slik at et er lett å hente ut data.

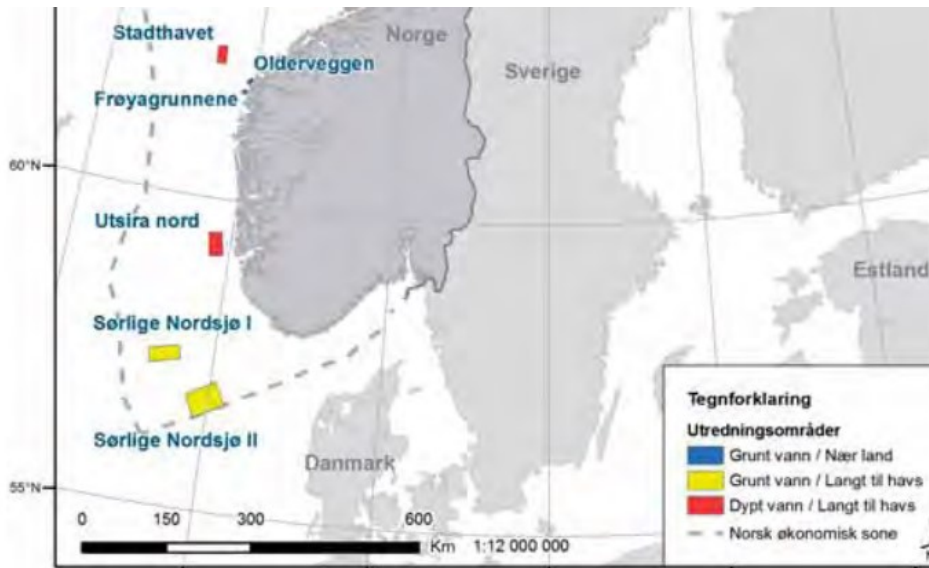
Arealeffektiviteten for planområde kan seiast å vere tomtebehovet til vindkraftverket og NVE seier at eit typisk planområde for framtidige vindkraftverk vil vere 30-40 km²/TWh. Som eit middeltal anbefalar NVE å bruke 35km²/TWh.

Havvind

Havvind vart først nemnt i stortingsmelding om norsk klimapolitikk i 2006-2007. Det står der at det skal etablerast nasjonal strategi for elektrisitetsproduksjon til havs.

I 2010 kom Havenergilova, og NVE utarbeidde forslag til utgreiingsområde for havvind. NVE identifiserte 15 eigna areal (utgreiingsområde). I utveljinga vart det teke omsyn til viktige interesser knytte til havvind (kjelde: http://publikasjoner.nve.no/rapport/2012/rapport2012_47.pdf).

Verknader for skipstrafikk, petroleums-, fiskeri- og miljøinteresser vart tillagt særleg vekt. Tre av desse områda ligg utom Vestland; Frøyagrunnene, Olderveggen og Stadthavet. Fyrstnemnde ligg på grunt vatn nær land, medan Stadthavet ligg på djupt vatn langt frå land. Grunt vatn tilseier botnfaste installasjonar, medan djupt vatn tilseier flytande installasjonar.



Figur 16 Kart som viser utgreiingsområda for havvind utom Sør-Noreg frå 2012 (kjelde: http://publikasjoner.nve.no/rapport/2012/rapport2012_47.pdf)

25. april 2023 leverte NVE forslag til 20 utredningsområder som kan være egna for havvind, og to forslag til konsekvensutredning-program. I september 2023 ga regjeringa NVE oppdrag å starte strategiske konsekvensutgreiingar av tre havvindområde som kan være aktuelle for opning og utlysning i 2025. Til utlysingsrunden i 2025 har NVE anbefalt regjeringa å vurdere moglegheita for at dei allereie opna områda Sørlige Nordsjø II og Utsira Nord blir utvida med felta Sørvest F og Vestavind F. I tillegg ønskjer regjeringa å utføre ei strategisk konsekvensutgreiing av området Vestavind B. Utgreiingane skal leverast senast november 2024 ([Regjeringen, 2023](#)).

Ved årsskiftet 2012/2013 leverte NVE ei strategisk konsekvensutgreiing for havvind. Dei 15 områda vart utgreidde og kategoriserte ut frå kor teknisk eigna dei var, og ut frå moglege konsekvensar. NVE tilrådde å prioritere opning av områda Sørlige Nordsjø I og II og Utsira nord.

Havvind vart rekna som dyrt, og fekk ikkje særleg politisk skyvkraft, medan det etter kvart vart realisert mange landbaserte vindkraftanlegg. Utviklinga har gått i retning av stadig større turbinar. Dimensjonane vert store og krevjande å handtere med kranar og transportutstyr på land. Denne utviklinga gjer isolert sett havvind meir aktuelt.

Dei fleste havvindparkar er i dag botnfaste installasjonar på lokasjonar med djupne mindre enn 60 meter. I havområda utanfor mange land i verden er havdjupet for stort for å kunne nytte botnfaste installasjonar. Dette gjeld også det meste av norsk sokkel.

I juni 2020 vart det opna for at det kan søkast om konsesjon for bygging av havvind i områda Utsira Nord og Sørlige Nordsjø II. Forslag til inndeling i utlysingsområde for både Utsira Nord og Sørlige Nordsjø II vart sendt på høyring i februar 2022. Samstundes fekk NVE i oppdrag å identifisere nye område for fornybar energiproduksjon til havs basert på innspel frå ei direktoratsgruppe, og å utarbeide forslag til konsekvensutgreiingsprogram.

Hywind Tampen, som blei opna august 2023, er per no verdast største flytande vindkraftanlegg. Hywind Tampen består av 11 turbinar ã 8,6 MW (oppgradert frå 8) og delelektrifiserer Snorre- og Gullfaksfelta. Teknologien er basert på vidareutvikling av Hywind Demo, verdas første flytande fullskala vindturbin sjøsett i 2009.

Det finst nokre fleire prosjekt om delvis elektrifisering av offshoreinstallasjonar på norsk sokkel. Slike planar er til dømes presentert for Ekofisk (botnfaste turbinar) og for Brage (flytande turbinar).

I følgje Equinor, som er operatør for Snorre, Gullfaks og Hywind Tampen, blir Hywind Tampen eit testmiljø for vidare utvikling av havvind, med utprøving av nye og større turbinar, installasjonsmetoder, forenkla forankring, betongstrukturar og integrasjon mellom kraftgenereringssystem for gass og havvind. (kjelde: <https://www.equinor.com/no/energi/hywind-tampen>)

I 2022 lanserte Equinor og partnerane (Petro, TotalEnergies, Shell og ConocoPhillips) prosjektet Trollvind. Målet var investeringsbeslutning i 2023 og byggstart i 2027. Dette er ein flytande havvindpark plassert i Trollområdet 65 km vest for Bergen. Det vert planlagt ein kapasitet på om lag 1 GW og ein årleg kraftproduksjon på 4,3 TWh som vil gå inn i kraftnettet på Kollsnes. (kjelde: <https://www.equinor.com/no/nyheter/20220617-utreder-1gw-havvindpark-utenfor-bergen>). NVE konkluderer i eit brev til Olje og energidepartementet 14.09.2022 at Trollvind kunne ha ein umiddelbar og gunstig effekt på kraftsystemet i Bergensområdet generelt. Og innmating av kraft frå Trollvind kunne føre til redusert kraftflyt mot vest i Bergensområdet noko som vil redusere nettap som kan oppstå når krafta må hentast frå andre område i Vestland. I mai 2023 informerte Equinor om at prosjektet blir utsett grunna økte kostnader i heile verdikjeda ([Equinor, 2023](#)).

Tempoet i utviklinga av norsk havvind er eit ynda diskusjonstema. Mange etterlyser ei tydelegare satsing, mellom anna uttrykt gjennom politiske ambisjonar. Motstandarane viser til at dette vil vere relativt dyr kraftproduksjon. Tilhengarane meiner vi treng mykje ny kraftproduksjon, og at havvind er ei produksjonsform som verkeleg kan monne.

Arealtilgangen er klart størst på djupt vatn både på norsk sokkel og globalt. Dette fordrar flytande installasjonar. Noreg har så langt ein leiande posisjon innan flytande vindkraft. Ferske konsesjonsrundar på skotsk sokkel kan fort kome til å endre på dette biletet.

Entusiasmen for norsk havvindproduksjon er mellom anna påverka av utsikter til å kunne sysselsette norsk leverandørindustri. Ikkje minst gjeld dette om Noreg klarer å halde på posisjonen innan flytande havvind. Ein rapport frå Menon Economics (kjelde: https://www.menon.no/wp-content/uploads/2020-115-Ringvirkningsanalyse_Industriutvikling.pdf) frå 2020 skisserer at norskbasert industri kan gje sysselsettingseffekt på opp til 33 100 i 2050. Spennet er stort, og stor utteljing tar mellom anna utgangspunkt i at vi får utvikla ein aktiv heimemarknad og er tidleg ute med å etablere nasjonale verdikjedar.

Regjeringa har i 2022 sett seg mål om å realisere 30 GW med havvindkapasitet på norsk sokkel innan 2040. Og NVE har fått i oppdrag å identifisere nye område som er eigna for produksjon av havenergi. Vestland fylkeskommune har i den samanheng spelt inn at området utanfor kysten av Vestland vert tatt inn som nytt område aktuelt for havvindproduksjon. Det vart der argumentert med at dette vil vere ei god lokalisering ut frå vindressurs, avgrensa/handterbart konfliktpotensial, og ikkje minst positiv innverknad på kraftbalansen i området.

Det er stor usikkerhet knyttet til hvor stor økning i vindkraftproduksjon som er mogleg, men Energikommisjonen ser det som realistisk med ein auke i produksjon som er 5-10 TWh høgare i 2030 enn det vi har i dag. Når det kjem til havvind ser kommisjonen det som urealistisk med ein betydeleg auke i produksjon av havvind.

Politikk

Ved ei utbygging av eit vindkraftverk både på land og til havs må lokale forhold leggjast til grunn. Som vedtatt i Fylkesting sak PS83/2020 må leggjast til grunn eit oppdatert kunnskapsgrunnlag slik at ein får best mogleg handtering av natur- og miljøhensyn.



Termisk energi

I dette kunnskapsgrunnlaget vil energi frå omgjevnadane som sjø, luft, lausmassar og borehol i fjell og grunn samt fjern- og restvarme bli omtala som termiske energikjelder.

Dei termisk energikjeldene er tilnærma utømmelige ressursar og kan i teorien dekke mykje av energibehovet vi har. Termisk energi omfattar energi frå omgjevnadene våre. Dei inkluderer luft, sjø, jord, bergmassar og varme frå sirkulære prosessar som fjernvarme og restvarme frå industri. Fjernvarme kjem som oftast frå sirkulære prosessar i samfunnet som utnytting av varme frå avfallsbrenning og liknande. Restvarme er energi som kjem frå industri og blir bruk som varme i det omkringliggende samfunnet. Varme som er lagra i jordskorpa som kjem frå jordas indre er geotermisk varme.

I denne planen omtalar vi geotermisk som energi som kjem både frå varme lagra i berggrunn eller grunnvatn og frå varme lagra i Jordas indre som då kjem frå spalting av radioaktive mineral i bergartane og lokal vulkanisme. Energien frå berggrunn og grunnvatn blir kalla grunnvarme og blir teke ut ved å bora fleire energibrønnar mellom 100 til 200 meter ned i grunnen. Desse brønnane kan brukast som kjelde både til oppvarming og kjøling. Ved kjøling kan ein som oftast bruka energien direkte, medan for oppvarming må ein bruka varmepumpe for å oppnå temperaturen ein ønsker. Ved kjøling kan ein redusera energiforbruket med 75-98 prosent, mens ved oppvarming kan ein redusera energibruken opp mot 70 prosent. (kjelde: <https://snl.no/grunnvarme>)

Grunnvarme blir allereie brukt i nokre av Vestland sine eigedomar, til dømes i Mo landbruksskole, VilMeir senteret i Kaupanger, samt på Måløy, Aurland, Florø, Firda VGS og Dale har fylket sine eigedomar borehol som utnyttar grunnvarme. Fylkeshuset i Leikanger har vi borehol til kjøling av serverrom.

Energien lagra i Jordas indre kjem frå spalting av radioaktive mineral i bergartane og lokal vulkanisme. Ein må bora djupe borehol, ned til 1500 meter eller meir for å hente ut energien som trengs for oppvarming. Vanlegvis stiger temperaturen med 25-30 C° per kilometer ein borar nedover i grunnen. Djupe borehol har til no ikkje vore økonomiske samanlikna med andre energikjelder og administrasjonen kjenner ikkje til at dette er i bruk i Vestland. Andra stadar i landet som til dømes på Oslo Lufthavn Gardermoen blir djupe borehol brukt til oppvarming av infrastruktur.

Varmepumper og kjølesystem

Energien frå omgjevnaden og frå jorda blir som oftast gjort tilgjengeleg gjennom varmepumper eller kjølesystem enten lokalt eller i distribusjonsnett til sluttbrukar. Varmepumper og kjølesystem er basert på dei same komponentane og grunnleggande prinsippa, i dette kunnskapsgrunnlaget blir teknologien omtala som varmepumper. Ein har fire hovudkategoriar av varmepumpesystem:

- **Luft til luft** – varmepumpe som hentar varme frå uteluft, hevar temperaturen og gjer varme direkte til lufta inne i husa.
- **Luft til væske** – varmepumpe som hentar varme frå uteluft, hever temperaturen og gjev varme til dømes til eit vassbore oppvarmingssystem som transporterar varmen rundt i huset gjennom radiator løysingar. Varmepumper nyttas og til oppvarming eller førvarming av tappevatn. I nye bygg er varmebehovet redusert, men behovet for varmtvatn er stabilt.

- **Væske til væske** – varmepumpe som hentar varme (kulde når ein treng kjøling) frå vatn eller grunnfjell, hevar temperaturen og gjer varme(kulde) til dømes eit vassbore oppvarmingssystem.
- **Avtrekk og ventilasjonsvarmepumpe** – hentar varme frå avtrekksluft i eit isolasjonssystem, hevar temperaturen og gjer varme til inntaksluft (kulde om sumaren). Ein har òg industrielle varmepumper som leverer høgtemperatur varme til industrien. Eksempelvis anlegget Tine har på Espehaugen i Bergen.

På Nordfjordeid har fylket eigen lokal produsent av varme og kjøleløyningar i Moderne Varme AS.

I Stortingsmelding 36 (2020-2021) Energi til arbeid seier regjeringa at det er installert omlag en million varmepumper i Noreg og at det blir stadig meir vanlig å installere varmepumper både i bustadar, yrkesbygg og industri. Spesielt næringsmiddel industrien nyttar varmepumper i stor grad både til oppvarming og kjøling. Dette representerer ein energieffektivisering på 10,2 TWh ifølge NVE.

Fjernvarme

Fjernvarme, òg kalla Urban Energi, utnyttar energiressursar som er til overs i samfunnet, og som elles ville gått tapt, og distribuerer desse som fjernvarme eller fjernkjøling. I utnyttinga av fjernvarme har ein no kome til fjerde generasjonsteknologi som er tilpassa energigjerrige bygg og smarte varmenett. Tredje generasjon fjernvarme, utvikla gjennom 1980-tallet, har system der vatn under trykk er energibærande og temperaturen i vatnet i bygg er rundt 80 C. I motsetnad til mange andre land blei det norske fjernvarmenettet bygd utan fossil grunnlast, men med forskjellige restvarmekjelder, bioenergi og varmepumper. Den viktigaste endringa i fjerde generasjon er at energibærande, som framleis er vatn, gjev så låg temperatur som 40-50 C° i bygga. Låg temperatur bidreg til redusert tap i overføringa av varme og at det er enklare å kople på lågtemperatur fornybare energikjelder på produksjonssida. Slike kjelder kan til dømes være overskotsvarme frå bygg og fjernkjøleanlegg, solvarme og grunnvarme (kjelde: <https://www.fjernvarme.no/hva-er-urban-energi/energieffektiv>). I ein rapport frå ZEN Research Centre seiast det at det finst 20 TWh tilgjengeleg overskotsvarme frå industrien Noreg noko som er tilsvarande nesten 10 % av det totale primærenergiforbruket i landet(kjelde: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/3002499>)

Restvarme frå industri kan også kallast fjernvarme om dette blir brukt av annan industri eller samfunnsaktørar. Eit døme på ein slik industriell symbiose finn vi i samarbeide mellom Lefdal Mine Datacenter og Eide fjordbruk i Kinn kommune kor restvarme frå datalagrings senteret blir brukt til å holda stabil temperatur til oppdrett av fisk. I Bremanger, Høyanger og Årdal er symbiosen mellom industri og det offentlege vist gjennom bruk av restvarme frå verka til Hydro og Elkem til forskjellige kommunale bygg og idrettsanlegg, samstundes som Hydro og Elkem brukar spillvarme innanfor sine egne eigedommar. I Årdal ser kommunen og Hydro på om betre utnytting av restvarmen er mogleg også andre stadar i kommunen.

BIR Ressurs AS og Eviny Termo samarbeider om distribusjon av elektrisitet og fjernvarme frå forbrenninga av avfall frå dei ni eigarkommunane til BIR. Anlegget kan ta imot 220 000 tonn restavfall årleg som produserer og leverer 270 GWh til fjernvarmenettet og 90 GWh elektrisitet (kjelde: <https://bir.no/avfallsforbrenning/om-energianlegget/>) Fjernvarmenettet gjev varme til sørlege delar av Bergen kommune og Bergen sentrum. Fleire offentlege bygg er også kopla til fjernvarmenettet som til dømes det nye fylkeshuset. I Fyllingsdalen blei fjernvarmenettet sett i drift i september 2022 og Eviny planlegg også for utbygging av fjernvarmenettet i Laksevåg.

Fjernvarme frå sjøvatn er òg etablert fleire stadar i fylket. Førdefjorden Energisentral AS, eigd av Eviny Termo, driv ein energisentral som skal kunne levere over 30 GWh kjøling og varme i Førde. Her ser vi og energikjeldene i samspel kor Eviny Termo har installert 244 solarPV panelar på taket av driftsbygninga som gjev ein estimert produksjon på 0,06 GWh årleg, som blir brukt til å driva sjøvanns pumpene. Kjølinga frå sjøen i Førde blir veksla mot eit eige distribusjonsnett og kjølar sentralsjukehuset og fleire andre store bygg. På Eid nyttar Fjordvarme AS termisk energi frå sjøvatn med varmeveksling mot ein vasskrets på land og leverer både oppvarming og kjøling gjennom varmpumper. I Sogndal kan fjordenergianlegget til Sognekraft levere 15 GWh varme og 5 GWh kjølig etter full utbygging. I Bjørnafjorden, Øygarden og på Voss ligg det mindre fjernvarmeanlegg.

Energi frå sjøvatn i form av kjøling er og utbygd Bergen og, som nemnt over, i Førde. Sjøvatn på djupner over 70 -100 meter held stabil temperatur på rundt 4 til 8 °C gjennom året. Dette gjev energieffektiv kjøleprosess som gjev tilbake mellom 50 til 70 gonger energien som blir putta inn i systemet. Fjernkjølinga i Bergen sentrum blir mellom anna brukt av UiB, Media City Bergen og det nye fylkeshuset. Her er det og stor kapasitet for andre bygg å kople seg på i området. Restvarmen frå denne kjølinga blir i dag ikkje brukt, men blir pumpa ut i fjorden igjen med ein temperatur på vatnet på om lag 13 °C. I 2022 er det for få kundar knytte til dette kjølenettet for at Eviny Termo får nytta denne restvarmen. Òg private Indre Puddefjorden Energisentral leverer kjøling til bygg i området Solheimsviken og Marineholmen i Bergen sentrum.

Rapporten frå ZEN Research Centre (kjelde: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/3002499>) anbefaler mellom anna til kommunar og finansierande organ:

- Legge til rette for bruk av vannboren varme i bygg og områder, samt oppvarming av uteareal som leikeplassar og idrettsbanar.
- Utvikling av regelverk som støttar etablering av industri eller næring med overskotsvarme tilgjengeleg i nærheita av potensielle brukarar av varmen eller kjølinga.
- Støtteordningar retta spesifikt mot utnytting av overskotsvarme

Desse anbefalingane tek Vestland til seg og vil fortsette å bruke termiske energikjelder der fylke ser seg tent med dette.

Organisasjonen Norsk Fjernvarme har oppretta ei eiga nettside som visar utnyttinga av overskotsenergi, fjernvarme og fjernkjøling: (kjelde: <https://overskuddsenergi.no/>)



Bioenergi - Energi frå biomasse

Bioenergi er eit omgrep vi brukar til å skildra energi vi nyttar oss av som frigjerast gjennom endringar i kjemiske bindingar i biologisk materiale. Vi kallar dei biologiske materiala biomasse vidare i teksten. All biomasse kan i utgangspunktet nyttast til energiproduksjon. Spennvidda går frå skogsflis til slakteavfall. Biomasse brukt som brensel kallast gjerne biodrivstoff eller biobrensel. Biomasse gjev termisk energi gjennom forbrenning, men kan òg nyttast til kraftproduksjon, mekanisk arbeid

eller hydrogenproduksjon.

Ved tilfyring er kanskje den biomassen vi kjenner best til. Også biogass blir ofte nemnt når vi snakkar om bioenergi. Biogass er ikkje ei energiform men ein energiberar. Dette gjeld òg bioetanol, og biodiesel. Saman kallar vi desse biodrivstoff. Dei er alle omtala i denne teksten.

Fordeler og ulemper med bioenergi

Det er ei rekkje potensielle fordeler og ulemper når det kjem til bioenergi. Her listast nokre av dei opp (lista er henta frå tema bioenergi frå oppdatert pensum for "Fornybar energi grunnkurs", Karoliussen, Hennum, Lamb og Bjørnås ved NTNU) til Listene er ikkje uttømande og teknologisk utvikling, nytenking og synergjar med anna næring gjer at lista med fordeler veks medan lista med ulemper krympar sakte men sikkert. Vi må likevel passa på at vi ikkje legg til punkt i lista med ulemper når vi utviklar samfunnet vårt.

Fordeler

- Frå fornybare ressursar som ved berekraftig ressursforvaltning ikkje bidreg til netto klimagassutslepp
- Ingen andre alternative energiteknologiar har så få barrierar for auka bruk (kan lett innlemmast på eksisterande teknologi, kan nytta dagens avfall/overskotsressurser mv.)
- Mindre ureining
 - o Låge SO_x-utslepp grunna lågt svovelinnhald i treverk
 - o Lågare utslepp av sot og partiklar frå biobrenselanlegg enn frå kolkraftverk (om lag likt med oljefyrte anlegg)
 - o ~20 – 40 % lågare NO_x-utslepp enn fossile brensel
- Biomasse er tilgjengeleg i rike og fattige deler av verda
- Lokal produksjon bidreg til fleire arbeidsplassar i distrikta
- Reduserer mengda ubrukt avfall, som gir større gjenvinningsdel og mindre ureining
- Har gode lagringsmoglegheiter og gjev fleksibel energiforsyning
- Bioenergi (spesielt biodrivstoff) kan nyttast som viktige handels- og stønadsbidrag med og til U-land
- Minske behovet for å byggje kraftnett til fjerntliggjande stader

Ulemper

- Auka tal konflikter grunna motstridande interesser internasjonalt
- Lite utbygget distribusjonsinfrastruktur/fyllestasjonar og mindre utvikla produksjonsteknologi
- Kan gje lokal ureining frå produksjonsanlegg
- Kan føre til avskoging ved ikkje-berekraftig ressursforvaltning
- Kostnadskrevjande produksjon kan redusere konkurransekrafta
- Kan føre til redusert omlauf av næringsstoff som er viktige for jorda, spesielt nitrogen.
- Kan konkurrere med andre essensielle bruksområde for biomasse

Ulike typar biobrensel

Vi kan dele biobrensel inn i skildrande grupper. Dei ulike gruppene nyttast generelt i ulike system.

Uforedla faste biobrensel

Faste uforedla biobrensel inkluderer ved, flis, hogstavfall, torv, mv. Av desse er vedfyring med tradisjonelle vedomnar mest utbreidd i Noreg, spesielt i distrikta. Nye vedomnar nyttar energien i veden betre enn gamle omnar. Det har lenge vore mogeleg å nytta uforedla faste biobrensel i energieffektive vassbore system for oppvarming og førvarming av varmtvatn. Det finst stønadsordningar for dette hjå Enova for bustader og Innovasjon Norge for landbruket. Vedomnar med varmekappe vert meir populære og kombinerer tradisjonell vedfyring med vassboren varme.

Foredla faste biobrensel

Foredla faste biobrensel har vore gjennom ei omforming, som oftast for å gjere brenselet meir tettpakka for transport eller meir homogent slik at det er lettare å nytta i automatiserte system. Døme på desse biobrensla er brikettar, pellets og trekol.

Biodrivstoff

Biodrivstoff er flytande eller gassformige biodrivstoff, produsert av biomasse, og kan nyttast i forbrenningsmotorar. Me har tre hovudkategoriar biodrivstoff. Desse er biodiesel, bioetanol og biogass.

Biodiesel lagast hovudsakleg av oljevekster som t.d. raps. Biodiesel er meir vassløyseleg enn fossil diesel, og kan ikkje lagrast like lenge. Biodiesel kan lett blandast inn i fossil diesel og distribuerast gjennom etablert infrastruktur. Bioetanol produserast gjerne frå sukkerrøyr, mais eller kveite. Bioetanol er mindre populær i Noreg enn dei to andre biodrivstoffa. Biogass kan dannast frå mange ulike råstoff. Mykje brukt til no er husdyrgjødsel, matavfall og kloakk.

Kjelder til bioenergi

I teorien kan all biomasse nyttast til å produsere bioenergi. Nokon kjelder til bioenergi er meir kontroversielle enn andre. Dette kjem av at råstoffa ofte haustast frå naturen og kan bidra til tap av natur og biologisk mangfald. I tillegg er det problematisk at avlingar til mat og til energiføremål mange stader konkurrerer om det same jordbruksarealet. Vi deler ofte inn biodrivstoff i generasjonar for å generelt skildre kor berekraftige dei er. Denne inndelinga er nyttig, men er for grov til å gje eit godt bilete av netto nytteverdi for samfunnet.

Konvensjonelle biodrivstoff (Førstegenerasjon biodrivstoff)

Konvensjonelle biodrivstoff lagast av råvarer som i utgangspunktet kan nyttast til mat og dyrefôr. Det er stor motstand mot å produsere råstoff til energiføremål frå jordbruksareal i store deler av verda. I Noreg har vi relativt lita sjølvforsyningsgrad av mat. Dette i tillegg til lite tilgjengeleg jordbruksareal gjer det spesielt problematisk å satse på produksjon av konvensjonelle biodrivstoff i Noreg og Vestland.

Avanserte biodrivstoff (Andregenerasjon biodrivstoff)

Avanserte biodrivstoff produserast frå ressursar som ikkje kan nyttast til matproduksjon. Ofte gjeld dette ressursar som elles omtalast som avfall, men dette er ikkje alltid tilfellet. Husdyrgjødsel er ein utbreidd ressurs i biogassproduksjon, som då reknast som eit avansert biodrivstoff, men husdyrgjødsel kan òg nyttast direkte som gjødsel i landbruket. Verdikjeder må difor planleggjast godt for at nye prosjekt faktisk skapar samfunnsnytte. Andre typiske kjelder til avanserte biodrivstoff er hogstavfall, mat- og slakteavfall, fritureolje og fiskeensilasje. Fleire rapportar peikar på at det ligg eit

stort potensial i Vestland for å nytte tradisjonelle avfall i sirkulære verdikjeder som ressurs for avanserte biodrivstoff.

Aktuelle kjelder til biodrivstoff i Vestland

All biomasse kan nyttast til å produsere biodrivstoff, men det er langt frå like lett med alle typar råvarer. Utslepp og kostnader knytt til transport gjer òg at det er ein stor fordel at råvarer, produksjonslokasjon og produktetterspurnad ligg i same område. Same råvare kan i mange tilfelle nyttast til å produsere ulike sluttprodukt ut frå kva metode og teknologi ein vel å foredle gjennom.

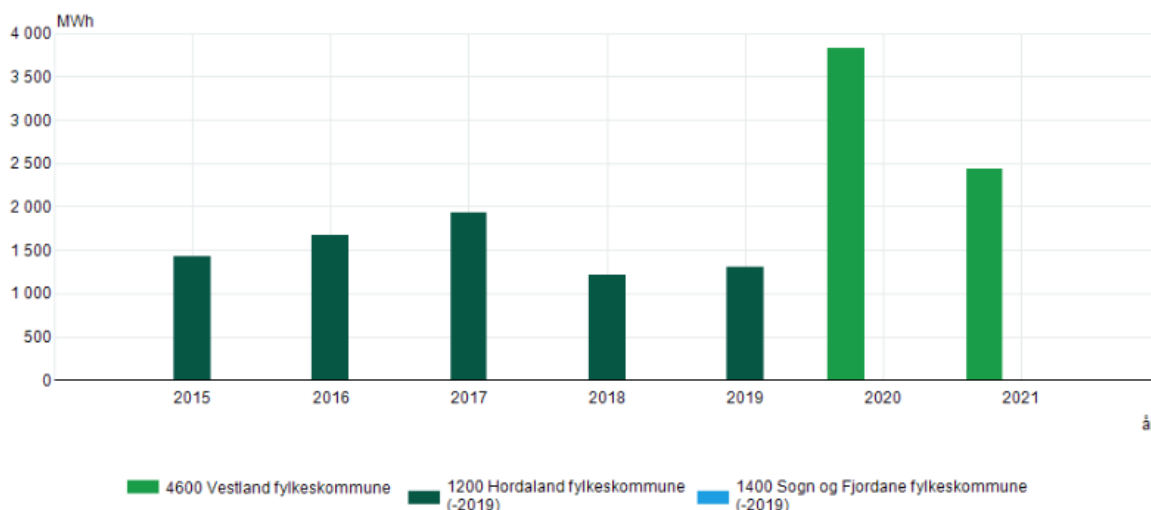
I Vestland har vi store potensielle kjelder til bioenergi. Spesielt avfall frå skogbruk, landbruk og fiskeoppdrett har høgt potensial i regionen. Lista med kjelder er ikkje uttømmende:

- Avfall frå skogbruk
- Avfall frå fiskeoppdrett
- Husdyrgjødsel
- Matavfall
- Slakteriavfall
- Kloakkslam
- Avfallsoljer (frityrolje, mv.)
- Deponigass
- Anna landbruksavfall
- Anna våtorganisk avfall

Forbruk og etterspurnad i fylkeskommunen, Vestland, Noreg og verda

Bioenergi i fylkeskommunen

12153: Energibruk i fylkeskommunal eiendomsforvaltning, etter region og år. Formålsbygg, fylkeskommune, Bioenergi, Energibruk (MWh).



Kilde: Statistisk sentralbyrå

Figur 17 Energi frå biomasse i fylkeskommunale bygg.

I følge [Årsmelding 2022 for Vestland fylkeskommune](#), gjev flisfyringsanlegg varme til Voss gymnas, Voss vgs., Stend vgs., og Tertnes vgs. Bio-olje er nytta i kollektivanlegg i Straume og er i tillegg nytta som back-up ved Flora vgs. og Rubbestadneset vgs. Biomasse i form av flisfyring stod for fem prosent av energibruken i vidaregåande skule i 2022.

Årsmeldinga 2022 omfattar òg fylkeskommunale tenester i Vestland. Årsmeldinga skriv at bussane i Bergen nord gjekk over til å gå på biogass i 2020. Dette gav stor reduksjon i CO₂-utslepp frå bussane i fylket, saman med elektrifiseringa av bussane i Bergen sentrum. I tillegg til dette vart berekraftssertifisert og palmeoljefritt biodrivstoff brukt på resten av bussane i Bergensområdet.

Skyss avslutta bruken av flytande biodrivstoff ved utgangen av 2021 og går tilbake til diesel etter anbefaling frå Miljødirektoratet (biogassbussane går endå). Det har i praksis ingen effekt å kjøpe 100 prosent biodrivstoff, når dette inngår i eit nasjonalt krav til innblanding av biodrivstoff i all diesel som blir selt i Noreg. Som følgje av kravet vert det i dag blanda inn om lag 15,5 prosent biodrivstoff i diesel. Kjøp av 100 prosent biodrivstoff har bidrege til ei positiv utvikling i klimarekneskapa til Skyss og fylkeskommunen dei siste åra. Når dette no vert fasa ut, kan vi vente eit hopp i klimagassutsleppa neste år. Desse variasjonane er altså vurderte til å ikkje påverke den globale klimapåverknaden.

Bioenergi i Vestland

På [Energidashbord for Norske kommuner](#), utvikla av Viken fylkeskommune, kan vi lese av energibalansen i Vestland. Der kan vi lese at vi nytta om lag 2,9 TWh bioenergi i 2018. Dette svarar til 5 % energien nytta i Vestland. 2,2 TWh av desse vart nytta i industrien, 0,7 TWh i næringsbygg og husstandar, samt små mengder i primærnæringa og hytter og fritidshus.

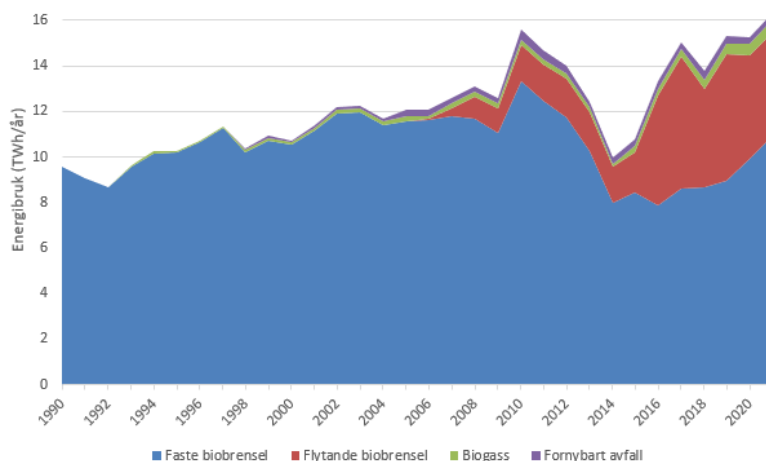
Tradisjonell ved står for 11 % av oppvarminga i husstandar i Vestland. Denne verdien er eit snitt i Vestland og varierer truleg stort mellom by og land.

I Vestland har vi nokre få aktørar som nyttar bioenergi i samband med fjernvarmeanlegg av desse kan vi nemne følgjande frå data i årsmeldinga til Vestland fylkeskommune, som eig byggmasse knytt til desse anlegga:

- Fjordane Bioenergi AS (fjernvarmeanlegg i Stryn med flis og propan)
- Eldhuset (fjernvarmeanlegg i Vik sentrum som fyrer med brikettar)
- Hordaland Bioenergi AS (fjernvarme på Voss, hovudsakleg flisfyr)

Bioenergi i Noreg

Figur 18 under viser utviklinga av innlands forbruk av bioenergi i Noreg.



Figur 18 Norsk innanlands forbruk av bioenergi (SSB, tabell 11561)

Bioenergi i verda

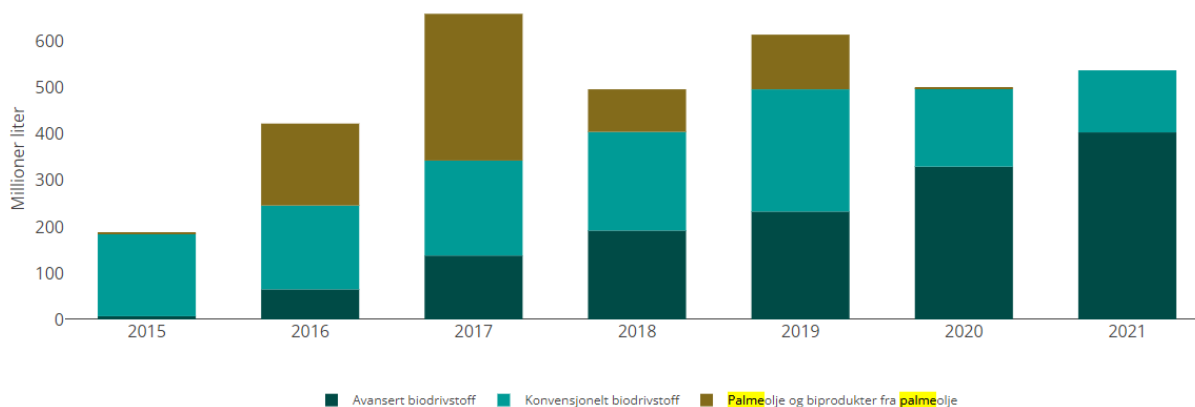
International Renewable Energy Agency (IRENA) deler bioenergibruk inn i to hovudkategoriar: "tradisjonell" og "moderne" bioenergi. Tradisjonell bruk refererer til brenning av tre, dyreavfall og tradisjonelt trekol. Moderne bioenergiteknologiar inkluderer flytande biodrivstoff produsert frå raps og andre planter, bio-raffineri, biogass produsert gjennom anaerobe prosessar, trepellets, mv. Om lag tre fjerdedelar av verdas fornybare energibruk inneber bioenergi, og meir enn halvparten av dette igjen er tradisjonell brenning. Bioenergi utgjorde om lag 10 % av total energiforbruk og 1,9 % av den global kraftproduksjon i 2015.

Ein stor del av verdas befolkning nyttar bioenergi som primær energikjelde. Dette gjeld spesielt i fleire U-land, der trebrensel ofte nyttast til både oppvarming og matlaging. Matlaging over open varme har svært låg verknadsgrad (om lag 5 %). Overgang til komfyrar og omnar kan bidra til å ta ned energibruken mykje der dette er i bruk i dag. Biomasse har elles eit betydeleg potensial for å auke energiforsyninga i folkerike nasjonar med aukande etterspurnad, som Brasil, India og Kina. Brasil er leiande innan flytande biodrivstoff og har den største flåten fleksible køyretøy, som kan køyre på bioetanol.

Norske krav

Noreg har omsetningkrav for biodrivstoff til vegtransport. Hovudkravet seier at dei som omset drivstoff må sørjgja for at 24,5 prosent av drivstoffet dei omset i til vegtrafikk i 2022 er biodrivstoff. Dette kravet inkluderer dobbelteling av avansert biodrivstoff. Då kjem faktisk del biodrivstoff på mellom 12,5 og 15,5 prosent. Biogass kan ikkje nyttast for å møte dette kravet, som berre gjeld flytande biodrivstoff. (kjelde: Miljødirektoratet)

EU har definert palmeolje som ei råstoff med stor risiko for negative indirekte arealbruksendringar, og omsetningskravet i Noreg gjer det vanskeleg å selje biodiesel produsert frå palmeolje.



Kilde: Miljødirektoratet

Figur 19 Sal av flytande biodrivstoff til vegtrafikk.

Biogass

Biogass er ein fornybar energiberar som er teknisk og kommersielt tilgjengeleg i dag. Meir konkret er biogass ei blanding av gassar som oppstår i nedbryting av organisk materiale utan tilgang på oksygen. Biogass består hovudsakleg av metan og karbondioksid, men kan separerast til bio-metan og bio-CO₂. Bio-metan har dei same eigenskapane som naturgass og kan nyttast forbrenningsmotorar i bruk i dag, anten i komprimert eller flytande form (CBG og LBG). Marknaden for bio-CO₂ er veksande og produktet kan t.d. nyttast i drivhus eller til produksjon av tørris.

I tillegg til desse gassane, produserer biogassanlegg biogjødsel som kan erstatte kunstgjødsel i landbruket. Biogjødsel frå avlaupsslam er avgrensa til å bruk på kornvekstar, medan biogjødsel frå anna organisk materiale, som t.d. husdyrgjødsel, matavfall og fiskeslam, kan nyttast på eng og har stort potensiale i Vestland.

Alle produkt frå biogassprosessen er basert på fornybare råvarer og gjev ikkje økt konsentrasjon av karbon i atmosfæren. Tvert imot, kan bruk av biogass redusere klimagassutslepp frå landbruket og avfallssektoren ved å fange opp gassar som elles sleppast ut gjennom naturlege prosessar. I tillegg bidreg biogassanlegg til auka interesse for å samle organiske avfallsstraumar, som elles går tapt slik at vi misser verdifulle næringsstoff.

Klimakur 2030 nemner biogass fleire gonger:

- M.a. nemnast biogass som aktuelt drivstoff i LNG-skip, der den erstattar naturgassen.
- Òg i vegtransport er det eit stort potensiale for å nytte biogass. Biogass kan dekkje transportbehov som er meir krevjande for batterielektriske trekkvogner. Klimakur skriv at med 10 % av nye trekkvogner på biogass mellom 2021 og 2030 sparar vi om lag 0,5 mill tonn CO₂-ekv. Ein måte å kome i ein slik situasjon er at fossilfri transport etterspørjast i offentlege anbod. Fyllestasjonar for biogass er i dag hovudsakleg lokalisert i eller rundt byar på austlandet.
- I landbruket peikar klimakur på at husdyrgjødsel til biogassproduksjon vil gje store klimagasskutt. For å få dette på plass må det opparbeidast ei lønsam verdikjede for dette. Klimakur peikar spesielt på transportkostnadane som utfordrande.
- Innblanding av biogass kan vera eit verkemiddel for å få ned utsleppet knytt til permanent oppvarming av bygg.
- Biogassanlegg med karbonfangst kan gje ta karbon ut av den naturlege karbonsyklusen og på den måten ha ein klimaeffekt utover nullutslepp. Dette kallar vi negativt utslepp.

I Noreg er dei fleste biogassanlegga konsentrert på Austlandet. Dette kjem av at offentlege avfallsselskap i større grad har tatt initiativ til å satse på innsamling av matavfall og produksjon av biogass. Potensialet for å auke etterspurnad er stor, og heng tett saman med klassifisering av klimaeffekten av drivstoffet. Frå eit LCA-perspektiv er det sterke argument for at biogass bør sidestillast med el og hydrogen. Låg etterspurnad har ført til tidvis fakling av store mengder biogass.

Miljødirektoratet skriv at det vart produsert 500 GWh biogass i 2018 og produksjonen kan aukast til 2.600 GWh innan 2030. Bransjen sjølv meiner at potensialet er betydeleg høgare. Ein viktig del av dette potensialet ligg i Vestland fylke, som har store mengder matavfall, fiskeslam og husdyrgjødsel som ikkje vert nytta til biogassproduksjon i dag.

Bruk og etterspurnad i Vestland

I kontraktområdet «Bergen nord», drifta av Skyss, går alle bussar stasjonert på Haukås på 100 % biogass. Skyss kjøper hovudsakleg biogassen sin frå biogassanlegget i Rådalen i Bergen, men kjøper òg anna biogass for å få nok til drifta si.

Det er vanskeleg å gje noko indikasjon på kva etterspurnaden er etter biogass i Vestland i dag. I rapporten «Kartlegging av gassforbrukarar i Bergen» av bGreen, frå 2020, legg fram at det vart nytta gass i Bergen tilsvarande totalt 17.381 tonn CO₂-ekv. i 2019. Fleire av dei store forbrukarane i Bergen seier i denne rapporten at dei vil gå over til biogass eller vurdere dette så snart det er tilgjengeleg på marknaden. Rapporten viser til at biogass er den kortaste vegen til å fase ut fossil gass. Det er peika på at prisen normalt er høgare for biogass (opp mot 50 %) og dårleg tilgjengelegheit som utfordringar for føretak som vil ta i bruk dette.

Då denne rapporten finn ut at etterspurnaden etter biogass er større enn produksjonen i eitt av dei få områda i Vestland der det faktisk er ein etablert produksjon, kan vi konkludere med at etterspurnaden etter biogass er betydeleg større enn produksjonen i Vestland.

Biogassproduksjon i Vestland

Det er i dag to kommersielle produsentar av biogass i Vestland. Biogassanlegget til Bergen kommune i Rådalen var fyrst ute. Her produserast 23 GWh med biogass årleg frå kloakkslam. Skyss kjøper i dag all biogassen som produserast i Rådalen til bruk i bussar i Bergen nord. 24.05.22 opna statsministeren biogassanlegget til RENEVO på Stord, det andre biogassanlegget i Vestland.

RENEVO byggjer på lange gasstradisjonar som gasselskap under namnet Sunnhordland Naturgass. Dei har store ambisjonar om å byggje ut fleire biogassanlegg med stor produksjonskapasitet i Noreg. På nettsidene deira skriv dei at målet er å byggje ti biogassanlegg i Noreg med samla produksjon på 1 TWh i året. Til no har dei opna eit anlegg på Stord med produksjonskapasitet på 60 GWh. Dei skriv at neste anlegg planleggjast i Etne og skal ha produksjonskapasitet på heile 115 GWh.

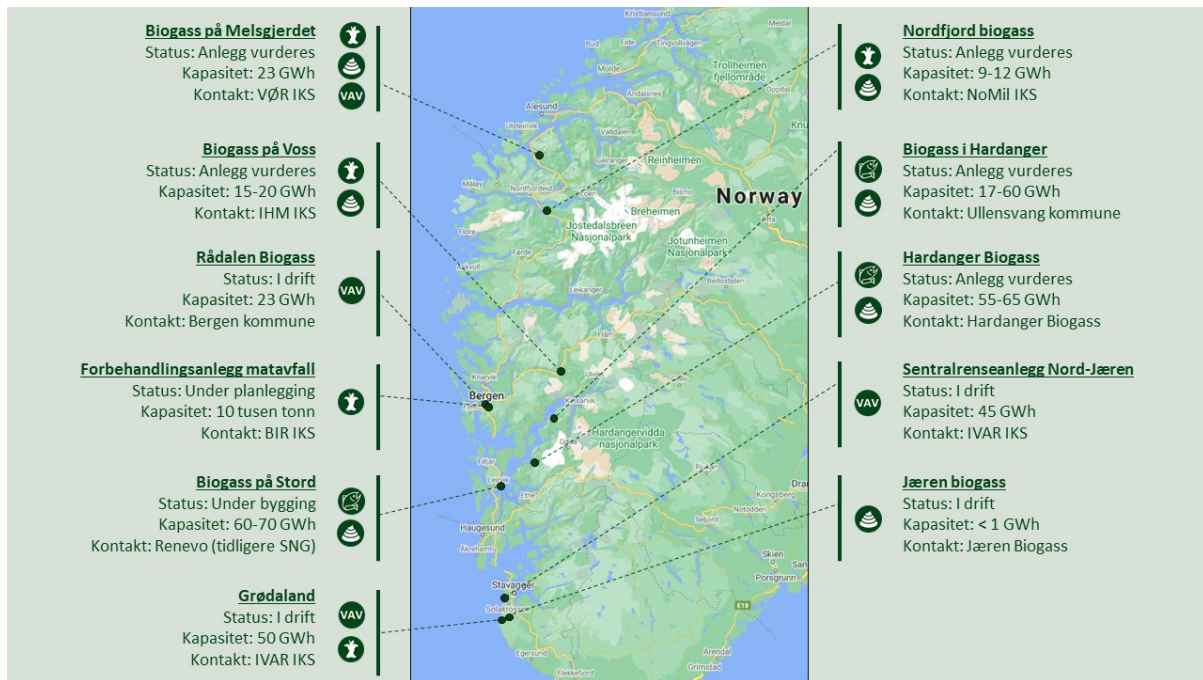
Anlegget til RENEVO på Stord baserer seg på råstoff frå lokale bønder og oppdrettsnæringa. Produkta deira er flytande biogass (LBG), biogjødsel og grøn CO₂. Når biogjødsla går tilbake til bøndene tappast ikkje jordbruket for næringsstoff. I tillegg er næringsinnhaldet i biogjødsla meir føreseieleg når den har vore gjennom biogassanlegget. Då vert det enklare for bonden å dosere ut rett mengd på spreiearealet sitt. Sidan anlegget fangar CO₂, som dei sel til kundar, er klimagassrekneskapen spesielt god.

Vegen vidare for biogass

Gamle Hordaland fylkeskommune vedtok biogasstrategi for Hordaland 2017. Denne strategien fekk gode tilbakemeldingar frå næringa og la eit godt grunnlag for vidare arbeid med biogass i Vestland fylke. Strategien vart vedtatt for Hordaland og gjeld såleis ikkje for heile Vestland. Vestland fylkeskommune får fyrst felles retningslinjer som gjeld i heile fylket gjennom denne planen.

I dag ser vi at fleire aktørar, som har jobba godt gjennom ulike førprosjekt, tek steget vidare og vil satse på å produsere biogass i Vestland. Aktørane har ulike forretningsidéar, men same visjon. Å skape sirkulære verdikjeder i Vestland som bidreg i det grønne skiftet og gjev grønne arbeidsplassar.

Figur 20 under viser biogassinitiativ på Vestlandet per hausten 2020. Ullensvang kommune og Hardanger Biogass AS undersøker kvar for seg moglegheitene for å etablere anlegg i Hardangerfjorden. Prosjekt på Voss og i Nordfjord har kvar for seg funne ut at det vil vere lønsamt å byggje biogassanlegg for handsaming av matavfall og husdyrgjødsel.



Figur 20 biogassinitiativ på Vestlandet per hausten 2020. Kjelde Tord Araldsen

Fram til 2022 har RENEVO vil etablere sitt andre anlegg i Etne og BIR har gått inn i samarbeid med IHM om anlegget på Voss.

Landbruket er ei viktig næring i Vestland i dag. Dette er ei næring i stor endring og ho er særskild påverka av klimamål. Det er utslepp i landbruket i dag som ein ikkje kan ta bort utan å undergrava krava me set til landbruket vårt. Husdyr på lik line som menneske slepp ut klimagassar gjennom naturlege prosessar. Å stengja ned desse prosessane er det same som å stengja ned husdyrhald i landbruket. Vi ønskjer eit landbruk som kan gje oss mat på bordet, pleia kulturlandskapet vårt og halda liv i distrikta i Vestland. Ein måte å ta tak i dei naturlege utsleppa i Landbruket og snu dei til verdiskaping er å produsera biogass frå husdyrgjødsel. På denne måten kan ein ta ut ein stor del av dei naturlege utsleppa og samstundes produsera biogass som kan erstatta energiberarar frå fossile kjelder. Slik kan biogass frå landbruket bidra til store kutt i klimagassutslepp.



Havenergi

Energi frå havet har vist seg å være vanskeleg å temja sjølv om det har vært mange prosjekt både i Noreg og på verdsbasis. I Vestland kjenner vi bølgekraftverket på Sotra som eit eksempel på kreftane og energien i havet. Og det har vore mange andre forsøk på å hausta energien frå havet, som heller ikkje har blitt modna til industriell produksjon av straum. Likevel meiner Ocean Energy System (<https://www.oceanenergysystems.org/>), IEA sitt

teknologisamarbeidsprogram for havenergi, innan 2050 er det eit potensial på 300 GW installert produksjonskapasitet frå havenergi³. Dette er energi frå bølge, tidevatn og straum, varmeutveksling frå sjøvatn og utnytting av det osmotiske trykket mellom ferskvatn og saltvatn kalla saltkraft. I Noreg blei verdens første saltkraftverk opna som pilotanlegg av Statkraft i 2009 på Tofte i dåverande Buskerud. Dette blei avvikla i 2014 og vi kjenner ikkje til andre forsøk eller satsingar på saltkraftverk i Noreg. Varmeutveksling frå sjø vil i denne planen bli omtala under Termisk energi.

Bølgekraft

EU meiner bølgekraft kan levere 10% av Europas elektriske kraftproduksjon innan 2050 ([kjelde](#)) og seier bølgekraft er den energikjelda som er minst utvikla med det høgaste potensialet framover. Bølgeenergi kan gi kraftproduksjon i stor skala, og kan fungere bra saman med andre fornybare energikjelder som til dømes havvind. Bølgekraft er også eit rent, alternativ for avsidesliggende øyer og for offshore-industriar, som oppdrettsanlegg eller olje- og gassplattformer og kan lagrast med energibærarar.

Bølgeenergi teknologiar fangar opp bevegelsen til hav- og havbølger, og bruker den til å lage energi – vanlegvis elektrisitet. Mengda energi som skapast avhenger av bølgenes høgde og frekvens, samt tettheta i vatnet. Bølger skapast av vinden som beveger seg over havoverflata, men bevegelsen og energien i bølgjene fortsett også lenge etter at vinden har stilna. Denne komplementariteten gjer bølgeenergi til ein god partner for vindenergi, sidan den utvidar kraftproduksjonen betydeleg.

Det finns fleire forskjellige bølgeenergiteknologiar som er i bruk. Dei forskjellige teknologiane er designa for å utnytte bølgeenergi i forskjellige miljø.

Ein **punkt absorber** er en flytande bøye som absorberer energi gjennom bevegelsen av bølgene ved vatn overflata.

Ein **oscillerande hengsla klaff** er montert på havbotnen på grunnare vatn, og utnyttar bølgeenergi med ein oscillerande klaff.

Ein **oscillerande vatnsøyle** er ein delvis nedsenka, hul struktur som er open for sjøvatnet under overflata og koplast til ein luftturbin over gjennom et kammer. Når bølgjene stiger og fell, pressast lufta i kammeret fram og tilbake gjennom ein luftturbin og genererer kraft.

I Europa er det fleire prototypar innanfor bølgeteknologi som er under testing og det er planar om å bygge fullskala bølgeenergikraftverk i fleire land som Storbritannia, Portugal, Spania og Italia. Også i Australia har ein kome langt med eit konsept som er skalerbart.

Ein svensk utvikla teknologi har vore testa utanfor Runde i Møre og Romsdal sidan 2016. Neste generasjon av denne teknologien vil gjennomgå ytterlegare testing i 2023.

Norske Havkraft AS skal installere eit fullskala bølgekraftverk ved Svanøy Havbruk sin lokasjon ved Sandkvia i Kinn kommune i 2023. Elektrisiteten frå bølgekraftverket erstattar elektrisitet frå dagens dieselgeneratorar. Havkraft utviklar og sine bølgekraftverk til å brukast i tøffare forhold i ope hav. Vestland fylke følger utviklinga til Havkraft AS med spaning.

Noreg gjennom SINTEF er med i EU prosjektet IMPACT⁵ som vil demonstrere nest generasjons testmetodikk for bølgekraftomformar, også kalla Power Take Offs. Prosjektet har som målsetting å redusera utviklingstida for ny teknologi og nye einingar som inngår i bølgekraftsystema og dermed redusera dei totale kostnadane i test og utvikling.

Tidevasskraft

Tidvatn straumar er forårsaka av gravitasjonskreftene til solen og månen. Det er store geografiske forskjellar på potensialet for tidevasskraft i Noreg og i Europa generelt. Med en estimert global ressurs på 800-1200 TWh⁶, pr år, kan produksjon av fornybar energi frå tidevatn bidra til til avkarboniseringa av energisystema våre. (kjelde: <https://www.oceanenergy-europe.eu/ocean-energy/tidal-energy/>)

Det er mogleg å spå produksjonen av tidvassenergi hundrevis av år i framover.

Tidvasstraumar vert ikkje påverka av vêrforhold, men berre av de velkjente syklusane til månen, solen og jorda. Denne langsiktige forutsigbarheten gjer tidvatn energi til en av de mest pålitelege kjeldene til fornybar energi som er tilgjengeleg.

Tidevassturbinar utnyttar bevegelses energien som finns i sjøstraumar til å driva en turbin for å produsere rein, fornybar energi. En kan seia dei verkar på same måte som vindturbinar, i eit annet miljø. Vatn er 832 gonger tettare enn luft og derfor fangar ein tidevassturbin meir energi enn om ein samanliknar med ein vindturbin. Dei er derfor mindre, brukar mindre areal og kan installerast der ein har høg nok straumhastigheit. Turbinane kan festast til havbotnen, eller flyte nærmare overflaten med fortøyingar festet til havbotnen.

Den vanlegaste typen tidevatn turbin er den horisontale akse-turbinen. Rotorane til en turbin med horisontal akse blir påverka av tidevatn straumen, omtrent som blada til ein vindturbin ville verta snudd av vinden.

Andre design inkluderer turbinen med vertikal akse og tidevass-dragar. Turbinane med vertikal akse fungerer etter same prinsippet som turbinar med horisontal akse, men er orientert vertikalt. En tidevass-drage er festa til havbotnen og "flyr" gjennom vatnet med ein turbin festa under "vingen" for å generere kraft frå bevegelsen. Denne teknologien kan også brukas effektivt i områder med langsamare tidevass straumar.

Eit norsk konsept frå Haugesund selskapet Tidal Sails AS⁷ har tatt patent på ei løysning kor installasjonen vil bli installert vinkelrett på straumen, godt under skipsleder. To stasjonar med turbinar er koplta saman med tau som igjen held seila som blir trekte av straumen i sjøen. Bevegelsen frå seila skapar energien som turbinane kan produsera straum utav. Denne teknologien kan brukast i straumar med hastighetar på vatnet ned mot 3 m/s.

Det er kjend for VLFK at Tidal Sails AS søker om Horizon EU midlar i 2022. Dei har også tidlegare motteke støtte frå EU til sin utvikling.

Handlingsprogramma vil innehalde punkt som følgjer opp både norske og internasjonale teknologiar rundt bølge og tidevatn energi teknologi som kan være aktuelt i Vestland fylke.

Forskning og Utvikling innan havenergiar

UiB har vore partner i Megarollerprosjektet (Horizon 2020) som hadde målsetting å byggja ei MW bølgeenergeining. Prosjektet vart leia av det finske firma AW-Energy.

Hovudfokus innan forskning på bølgeenergi på Matematisk institutt (UiB) er på to tema:

- Sanntid bølgevarsel for å kunna styra dempinga som sørgjer for ei optimal tilpassing av eininga til den innkomande bølga si form.
- Lokasjonsvurderingar og HMS spørsmål rundt bølgeenergi.

UiB samarbeider med Leibniz Institute for Neurobiology, Tyskland og «Energi & Environment» ved Universite de Pau, Frankrike. Det har vore to masterstudentar og ein stipendiat som har jobba med bølgeenergi. Det kunne være ønskeleg å tilby noko også til lågare grads studentar men enn så lenge har det ikkje vore nok interesse blant studentane.

Det er eit fagmiljø på bølger hos Met.no på Geofysisk institutt på UiB.

Høgskulen i Vestland har og testfasilitetar på sin Marin Lab, der dei blant anna kan genera ulike former for bølger og tidevatn.

Verdikjedane til dei fornybar energikjeldene

Verdikjedane til dei fornybare energikjeldene er komplekse og forskjellige. Gjennom eit samarbeide med TerraVera foundation(kjelde: <https://terravera.world/>) visar vi kompleksiteten i verdikjedane gjennom lenkane under. Teknologiane er i stadig utvikling, og verdikjedane kjem til å endre seg. Til dømes så vil produksjon av solcelle panelar i Europa få eit mykje betre CO₂ avtrykk enn solcelle panelar produsert i Kina. Mykje av CO₂ avtrykket endrar seg med reduksjonen i transportvegen frå Kina til Noreg kontra Europa til Noreg. I modelleringane kan ein gå inn og endra til dømes transportdistansar, effektuttak, forventa levetid med meir som vil endra fotavtrykket.

Solcelle panel: https://light.terravera.world/?id_v2=10

Vindmøller: https://light.terravera.world/?id_v2=8

Bioenergi: https://light.terravera.world/?id_v2=7

Vannkraft: https://light.terravera.world/?id_v2=11

Havenergi: https://light.terravera.world/?id_v2=9

Termisk energi: https://light.terravera.world/?id_v2=12

Energiberarar

IAE fastslo i 2020 at batteri- og hydrogenteknologi er nøkkelbrikker i utviklinga av ei rein energi verd. Både batteri og brenselceller, som produserer hydrogen, er små modulære teknologiar som kan masseproduserast og relativt enkelt plasserast der dei trengst. Desse energiberarane si viktige rolle er å omforma elektrisk energi til kjemisk energi for lagring – og tilbake til elektrisk energi igjen når ein treng det. Samstundes har batteri og hydrogen forskjellige bruksområde som kan overlappa kvarandre men også fylla ut behov i framtidens energimiks.

Batteri

Batteri har vist seg å vere særskilt viktig i endringa som skjer i transportsektoren i Noreg som i privat bilpark, offentleg transport og vare- og tenestetransport. Overgangen frå fossile motorar i køyretøy til utsleppsfrie elektriske motorar kunne ikkje vore gjort like raskt utan batteri. Vestland fylke har ei av dei høgaste delane av nye registrerte elbilar i verda med rundt 80% i 2021. Også innafor bygg og anlegg og maritim sektor er det store moglegheiter for bruk av elektriske motorar med batteri som erstatning av fossile drivstoff.

Eit batteri er ei galvanisk celle som består av ein anode, ein katode og ein elektrolytt mellom elektrodane. Eit batteri er ei elektrokjemisk straumkjelde kor kjemisk energi blir frigjeve. I eit batteri er reaktantane og produkta lagra inne i batteriet mens hjå ei brenselcelle blir reaktantane tilført og produktet fjerna kontinuerleg.

Rolla til batteriet i energisystemet

Kostnadane for å produsere batteri er på veg ned og då spesielt for litium-ion batteri som IEA trekker fram som nøkkelteknologi for å elektrifisere transport sektoren. Samtidig ser energisektoren store moglegheiter for bruk av batteri for å kunne betre nyttiggjere dei uregulerbare fornybare energikjeldene som vind, solenergi og havenergi. BKK nett har en del FoU-aktivitet på dette.

NVE forventar ei halvering av kostnadene for batteri i nettet fram mot 2030. Fordelar knytt til aukande skala i produksjon og mange små designutbetringar har dei siste åra drive kostnadane for batteriet ned, og aukande etterspurnad etter batteri i kraftnettet vil vere med på å drive kostnaden vidare nedover.

Vestland fylke er i førarsete når det gjeld å elektrifisere transport. 31 av ferjene i Vestland fylke er batterielektriske. Eit av verdas ledande selskap innan batterilagring til maritim sektor, Corvus Energy, ligg i Bergen. Corvus Energy har uttalt at dei er lokalisert i Bergen på grunn av at innovasjonen i shipping skjer i regionen. Slike initiativ er viktige for å byggja eit miljø for utvikling av batteriteknologi i Vestland.

Ladeinfrastruktur i Vestland

Ulike transportformer har ulike krav til ladeinfrastruktur. Til no har omstilling til nullutslepp innan transport hovudsakleg skjedd ved elektrifisering der batteri er energiberaren. Med unntak av skipsfart og moglegvis også luftfart og langtransport på veg, er det venta at denne utviklinga vil halde fram mot 2035.

Veg

Ladeinfrastruktur for vegtransport kan delast i kategoriar etter kor raskt ladinga skjer. Transportmidlar som står ein del i ro, som til dømes personbilar, utrykkingskøyretøy og tenestebilar, kan med fordel ladast med låg ladeeffekt. Slik ladeinfrastruktur er enkel å bygge ut og stillar ikkje store krav til effekt på straumnettet. Dersom transportmiddelet står lite i ro eller har særskilt stort energibehov, som til dømes minibuss, buss eller lastebil, vil det vere naudsynt å lade batteria raskt.

Slik infrastruktur er dyrare og stillar større krav til nettkapasitet. Det offentlege hurtigladebiletet i Vestland har god geografisk spreiding. Vestland fylkeskommune har mål om at det skal maksimalt vere 50 km vegstrekning mellom hurtigladeplassane i fylket. Samstundes skal det vere ein større hurtigladeplass med god kapasitet for kvar 150 km. Det vil seie at ein teoretisk berre treng å køyre maksimalt 25 km for å kome til ein hurtigladeplass. Det er venta at dette målet vil vere nådd innan 2025. I neste omgang skal Vestland fylkeskommune bidra til å styrke hurtigladebiletet i fylket for å støtte utbygging av kapasiteten på eksisterande ladeplassar. (kjelde: <https://www.vestlandfylke.no/globalassets/planlegging/regionale-planer/hurtigladestrategi.pdf>)

Per oktober 2023 er det 824 hurtigladeuttak av typene CCS og Chademo i Vestland fylke. (kjelde: [Ladestasjonar - Norsk elbilforening](#)) Verdas første lynladar for småbåtar ble opna i Florø i mai 2021.

Ladeteknologien er i rask utvikling og infrastrukturen tillèt stadig raskare og smartare lading. Effektleddet i nettleigemodellen bidrar til å redusere effektoppane ved stimulere til bruk av smart lading der effekten vert heldt nede av programvara til ladaren. Etter kvart som prisen på batteri går ned, kan det òg verte aktuelt med tilførsel av straum frå batteri ved ladestasjonen til å oppretthalde effektkapasiteten til ladestasjonen utan at ein lastar straumnett med effektoppar. Dette kan bli særskilt aktuelt der distribusjonsnett er for svakt for hurtigladeasjonar med framtidige krav til kapasitet. I følgje hurtigladeoperatørane er denne teknologien ikkje mogen nok for marknaden i 2022 fordi investeringar i stasjonære batteri ved hurtigladeplassen ikkje vil løne seg med dei rammetilhøve som ligg til nærings i dag.

Bygg- og anlegg

Anleggsplassar har særskilte behov ved elektrifisering av maskinparken. På ein anleggsplass er ein avhengig av at ladeinfrastrukturen er tilgjengeleg på plassen og at han kan levere høg ladeeffekt. Ladeeffekten er ofte avgrensa av kapasiteten på straumnett og på ein anleggsplass kan dette vere særskilt utfordrande. Det finst aktørar på marknaden som leverer mobile ladeløysingar basert på stasjonære batteri. Det tillèt høg ladeeffekt på kortare ladeøktar sjølv om nettkapasiteten på anleggsplassen er avgrensa. Tilgang til slik infrastruktur vil vere avgjerande for elektrifisering av maskinparken i bygg- og anleggsbransjen.

Luft

Elektrisk luftfart er ein framtidsretta satsing innan luftfart. Med lågare støynivå, lågare klimafotavtrykk og lågare driftskostnader, kan dette vere ein av løysingane for fossilfri luftfart. (kjelde: <https://www.elflyportalen.no/media/4714/01032020-forslag-til-program-for-introduksjon-av-elektrifiserte-fly-i-kommersiell-luftfart.pdf>)

I følgje Transportøkonomisk institutt (TØI) er Noreg ideelt for elfly av sju grunnar⁷, mellom anna at vi i internasjonal samanheng har mange lufthamner i høve til folketalet. Av dei 25 lufthamnene på kortbanenettet, ligg 20 av desse i ei avstand på 39-170 km frå kvarandre. Desse er essensielle for alt nærings- og samfunnsliv og for innbyggjarane sine moglegheiter til arbeids- og feriereiser. Flyrutene på kortbanenettet er FOT-ruter med statleg finansiering fordi de ikkje er kommersielt lønsame og fraktar få passasjerar. Sidan dei første elfly i kommersiell drift vil vere små og frakte få passasjerar, passar desse godt til å operere FOT-rutene. Nordmenn er glade i å fly. Trass i at luftfarta har redusert utsleppa per passasjer dei siste tiåra grunna betre teknologi, går utsleppa frå sektoren stadig opp fordi vi flyg meir. Storskala introduksjon av elfly til i vil kunne bidra til at innanriksflyging går frå å vere ei klimaversting til å bli ei miljøløysing.

Avinor skriv: *De viktigste utslippsreducerende tiltakene for flytrafikken er knyttet til flåteutskifting, effektivisering av luftrommet, bærekraftig biodrivstoff og introduksjon av elektriske og hybridelektriske fly, samt avgifter og kvoter* (kjelde: <https://avinor.no/globalassets/konsern/om-oss/rapporter/avinor-og-norsk-luftfart-2019-no.pdf>)

Ladeinfrastrukturen for framtidige elektriske fly vil ikkje skilje seg vesentleg frå teknologien som nyttast ved lading av bilar. Luftfart er energikrevjande og flya er avhengig av kort tid på bakken av omsyn til lønsemd og for å gi eit best mogleg tilbod til dei reisande. Det vil derfor vere naudsynt å etablere ladeinfrastruktur på lufthamn som kan levere høg ladeeffekt. I medhald av strategi for vidare utvikling av hurtigladetilbodet i Vestland fylke, er det samstundes ønskeleg med ein standardisering av ladeinfrastrukturen og moglegheit for sambruk mellom fly og andre ladbare transportmiddel, som til dømes tenestebilar og utrykkingskøyretøy.

Sjø

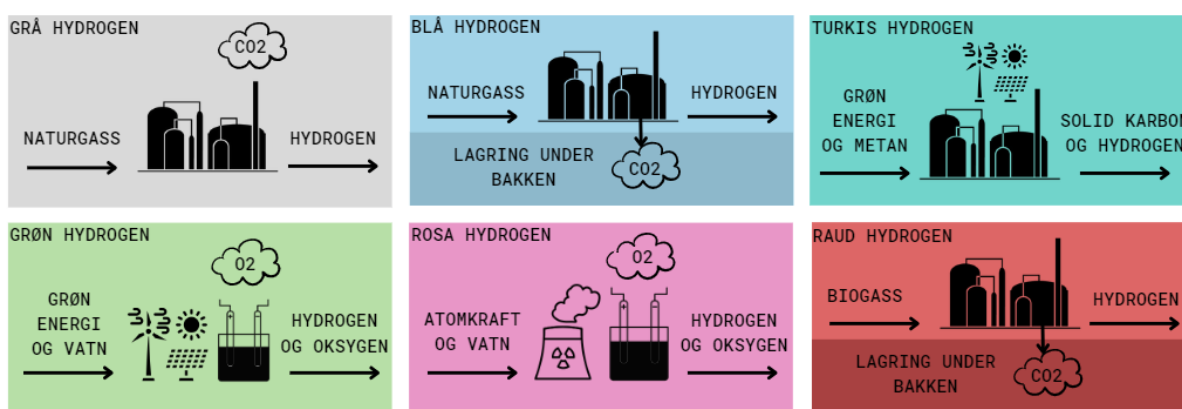
Sjøfart er ei historisk viktig næring for Noreg og ei sterk havnæring har bidratt til store eksportinntekter i Vestland. Samstundes bidrar sjøfart til ein stor del av klimautsleppa i Vestland (kjelde: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/?area=1050§or=-2>) og det vil vere naudsynt med ei dekarbonisering av sjøfarta om vi skal nå dei nasjonale utsleppsmåla og målet om netto nullutslepp i Vestland frå 2030. Til tross for ei forventet redusert eksportinntekt frå olje og gass-næringa i tiåra som kjem, er det likevel venta at havnæringa i heilskap vil bidra betydeleg til verdiskapinga i Vestland. For at Vestland skal bli det leiande verdiskapingsfylket basert på berekraftig bruk av naturressursar, grøn næringsutvikling og innovasjon, må Vestland ta posisjon som den globalt leiande havregionen og bygge innovativ grøn infrastruktur.

Dekarbonisering av sjøfart er utfordrande fordi det ikkje finst fullverdige alternativ til fossile drivstoff når det gjeld både rekkevidde, pris, tilgang og vekt- og volum. Teknologisk, har dei konvensjonelle drivstofftypene eit føretrinn når det gjeld alle desse eigenskapane samla. Men, alternative energibærarar kan erstatte fossile innan enkeltsegment. Dei mest lovande alternative drivstoffa er ammoniakk, hydrogen, batteri og biodrivstoff. Alle desse har både fordelar og ulemper ved bruk i skipsfart. Felles for dei er at dei ikkje har fossile klimagassutslepp knytt til drift. Ammoniakk kan til dømes erstatte fossile drivstoff innan lang- og tungtransport, cruise og så bortetter. Biodrivstoff kan nyttast i staden for LNG utan modifisering av skipsmotor. Batteri kan nyttast over korte strekningar og hydrogen vil egne seg på lengre strekningar der det er krav til høgare energibruk. Teknologien er godt kjent for alle desse energibærarane, men han er enno berre rulla ut i lita målestokk. Tilgangen på energibæraren er ei aktuell problemstilling når det gjeld biodrivstoff, ammoniakk og hydrogen. Det vil krevjast forsyningskjeder som kan gje store volum av desse energibærarane for å gjere ei omstilling mogleg. For vidare utrulling av batterielektriske båtruter, vil det vere avgjerande å syte for robust nettkapasitet, samstundes med utvikling av innovative løysingar for å redusere effekttoppane. For bruk av biodrivstoff, er det avgjerande å syte for ei robust forsyningskjede av avansert biodrivstoff eller biometan frå ei berekraftig verdikjede, med klare samfunnsgevinstar med omsyn til lokal verdiskaping og bortfall av klimagassutslepp. I Vestland er det konkrete prosjekt som skal syte for infrastruktur for hydrogen og ammoniakk, fram mot 2024. (kjelder: <https://presse.enova.no/news/sjoesetter-hydrogensatsing-med-hydrogenfartoei-i-fast-rute-417761> og <https://www.azanefs.com/afbn>)

Hydrogen

Hydrogen er det vanligaste grunnstoffet som finst og heile 90 prosent av alle atom i universet er hydrogenatom. På jorda er det meste av hydrogenet bunden som vassmolekylet H_2O . Hydrogen er ein energibærer, ikkje ei energikjelde. Dette betyr at det må framstillast før det kan bli frakta vidare for bruk eller lagring. Framstilling av hydrogen skjer med hjelp av ei energikjelde, som sol, vind, vatn eller fossile energikjelder.

Hydrogen blir kategorisert etter fargane; grått, brunt, grønt, blått, rosa, rødt og turkis, basert på opphavet til hydrogenet og energikjelda som blir brukt. Det finnes mange ulike farger for å kategorisere typer hydrogen, og de mest relevante er presentert i Figur 21. Grått hydrogen blir laga frå naturgass og gir store utslepp av CO_2 . Blått hydrogen blir og laga frå naturgass, men her blir CO_2 fanga og lagra. Grønt hydrogen blir produsert ved å bruka elektrolyse av vatn og elektrisitet frå fornybare energikjelder⁵⁶⁷



Figur 21: Dei ulike fargane av hydrogen

Under alminneleg temperatur og trykk opptre hydrogen i gassform. Under slike vilkår er hydrogen lite eigna for transport og lagring. Det blir derfor brukt to ulike former av hydrogen: flytande hydrogen (LH_2) og komprimert hydrogen (CH_2). Flytande hydrogen må kjølast til $-253^\circ C$ og blir lagra ved 1 bar trykk. Dette er den mest energitette forma for hydrogen, men nedkjølinga er svært energikravande, og krev omtrent 20-40% meir energi enn komprimert hydrogenet⁸⁹¹⁰. Komprimert hydrogen blir i dag lagra på tankar som er opptrykka til 350bar eller 700bar. Det er mindre energikrevjande å produsera og handtera enn flytande hydrogen men krev større lagringsplass.

Ein kan også vidareforedle hydrogenet til andre hydrogenbaserte energibærarar. Ein av desse er LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier). LOHC er oljeliknande, organiske sambindingar som tek opp og frigjer hydrogen, og fungera som ein hydrogenbærer i flytande form. Fordelen med LOHC er at det kan handterast som eit oljeprodukt og kan lagrast og blir frakta under tilsvarande vilkår som for diesel. Ulempa er at det har eit stort plassbehov og har låg energitettleik. Ammoniakk (NH_3) er og eit

⁴ <https://snl.no/hydrogen>

⁵ <https://e24.no/det-groenne-skiftet/i/1Bjj8X/den-groenne-omstillingen-krever-en-ny-farge-la-oss-begynne-aa-snakke-om-roed-hydrogen>

⁶ https://zero.no/wp-content/uploads/2022/08/Differansekontrakter_hydrogen.pdf

⁷ <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/hydrogen-colour-spectrum>

⁸ https://snl.no/hydrogenlagring#-Flytende_hydrogen

⁹ <https://www.sintef.no/globalassets/upload/energi/nyhetsbrev/hvilken-rolle-far-flytende-hydrogen.pdf>

¹⁰ <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/ee/d2ee00099g>

hydrogenbasert drivstoff. Det blir framstilt av hydrogen og nitrogen i ein kjemisk prosess, vanlegvis gjennom Haber-Bosch-metoden¹¹. Sidan ammoniakk er flytande ved -33°C så det er enklare å gjera flytande enn til dømes flytande hydrogen. Ammoniakk kan også flytandegjerast under trykk (ca. 8-10 bar) og kan derfor vera enklare å lagra under vann grunna naturleg trykkauking. I tillegg har ammoniakk høgare energitettleik og treng mindre lagringsplass enn hydrogen. Framstilling av ammoniakk er ein godt kjend teknologi som har vorte brukt i Noreg i mange år. Ulempa med ammoniakk er at det er svært giftig og korrosivt, og derfor må handterast korrekt for å ikkje vera farleg i bruk.

Når man produserer grøn hydrogen får man også ut sekundærprodukta oksygen og varme. Oksygenet kan bli brukt vidare i til dømes metallindustri, kjemikalieproduksjon, legemiddelindustri eller landbasert oppdrett. Varmen kan koplust på fjernvarmenettet eller brukas direkte mot lokalt varmebehov. Varmen som kjem frå denne prosessen varierer med kva type elektrolyse som er brukt, men ligg generelt sett under 90 grader. Dette er såkalla lågverdi varme som ofte må brukast til å varme returvatnet frå varmesløyfa for temperaturen er for lav til å gjere nytte andre stader.

Bruksområda for hydrogen er mange. Hydrogen og hydrogenbaserte energiberarar er ei mogleg nullutsleppløysing i sektorar som ikkje kan direkte elektrifiserast. Det kan nyttast industrielt som innsatsfaktor i produksjon, eller som erstatning for fossil energi i produksjonsprosessen. Landbasert tungtransport og den maritime næringa blir begge sett på som område med stort potensiale for hydrogen. Innanfor transportsektoren blir hydrogen hovudsakleg brukt ved å danna elektrisk energi i ei brenselcelle for bruk i ein elektromotor. Dette er teknologi som allereie er teken i bruk i bilar. Både hydrogen og ammoniakk har hatt vellykka testar også i forbrenningsmotorar. I eit typisk marint lastescenario var testresultata svært positive når testmotoren nytta drivstoff med 70% ammoniakk. Testane vart og fullførte med suksess i eit anna scenario der motoren vart køyrd med rein hydrogen¹². I Vestland fylke er det førebels ingen ammoniakkprosjekt, men det finst fleire hydrogenprosjekt med ulik grad av modning. I det neste avsnittet vil nokre av desse prosjekta trekkast fram.

Status for hydrogen i Vestland fylkeskommune

I 2022 tildelte Enova 1,12 milliardar kroner til hydrogenprosjekt i maritim sektor¹³. Dette inkluderte fem produksjonsanlegg for fornybart hydrogen og sju prosjekt for hydrogen- og ammoniakkdrivne fartøy. I Vestland fylke fekk HyFuel sitt produksjonsanlegg i Florø støtte. Anlegget skal byggjast på Fjord Base og har som mål å levere grønt hydrogen til den maritime næringa. Biprodukt frå produksjonen er planlagt brukt i landbasert oppdrettsanlegg for torsk hos Havlandet. HyFuel har som ambisjon å starte opp hydrogenproduksjonen hausten 2024¹⁴.

Stord Hydrogen planlegg produksjon av 140 tonn grønt hydrogen årleg ved anlegget på Heiane, Stord. Dette er eit samarbeid mellom Hydrogen Solutions (HYDS), Sustainable Energy katapultsenter, Alltec Services og Greenstat. Produksjonen starta i andre kvartal 2023 og prosjektet skal levere komprimert hydrogen basert på energien som skapast under dei ulike testane i testsenteret Energy House og fornybar energi frå SKL sitt vasskraftverk Blåfalli Vik¹⁵.

¹¹ <https://snl.no/Haber-Bosch-metoden>

¹² <https://www.wartsila.com/nor/media/nyhet/14-07-2021-vellykket-test-av-ammoniakk-og-hydrogen-i-forbrenningsmotor>

¹³ <https://presse.enova.no/pressreleases/enova-stoetter-hydrogenprosjekter-i-maritim-sektor-med-112-milliarder-kroner-3190840>

¹⁴ <https://www.sfe.no/konsern/aktuelt/helikopter-synfaring2/>

¹⁵ <https://hydrogensolutions.no/starter-gronn-hydrogenproduksjon-vestlandet/>

I Øygarden utanfor Bergen skal Energiparken etablerast med eit produksjonsanlegg for blått hydrogen. Hydrogenet skal blant anna nyttast i eit hydrogenbasert landstrømsystem på CCB basen på Ågotnes. Installasjon av pilotanlegget for produksjon er planlagt i november 2022 og ein forventar oppstart same år med ei avgrensa mengde hydrogen i starten. H2 Production AS, eit dotterselskap av CCB Energy, er produsent og anlegget vil være den første av denne typen i verden. Anlegget er tett knyta til naturgasterminalen og Northern Lights terminalen for CO₂-fangst og lagring¹⁶.

Aurora prosjektet er eit anna hydrogenprosjekt i Vestland fylke, men det vart lagt på is våren 2022. Prosjektet er eit samarbeid mellom Eviny, Equinor og Air Liquide og hadde som formål å produsere flytande hydrogen til den maritime næringa. Prosjektet har fått tildeling frå støtteordninga Pilot-E og var prekvalifisert av ENOVA til å delta som Important Project for Common European Interest (IPCEI). Prosjektet blei stoppa grunna manglande etablert kundegrunnlag og ytterlegare behov for støtteordningar¹⁷.

TTI - Hydrogen Pre-reduction Project er eit prosjekt som ser på mogelegheita for å ta i bruk hydrogen i den kjemiske prosessen hos Tizir Titanium og Iron AS i Tyssedal, og er også eit av Noregs IPCEI prosjekter. Gjennom dette prosjektet søker ein å utvikle og implementere ein hydrogenbasert for-reduksjon av ilmentitt som vil erstatte bruk av kol. Prosjektet har eit potensial for å redusere CO₂ utslepp frå produksjonen med 240 000 tonn/år ved 50% høgare produksjonsnivå enn i dag¹⁸. Hydrogenet til prosjektet skal produserast i Ullensvang gjennom prosjektet Hardanger Hydrogen Hub¹⁹. Dette er eit samarbeidsprosjekt mellom Statkraft, TechnipFMC, Hardanger Industri, TiZir, Fluorsid og Odda Technology. Prosjektet omfattar flaumsikring, betre utnytting av vasskraftressursane, hydrogenproduksjon, hydrogenlagring og forbruk²⁰.

¹⁶ <https://www.ccbenergy.com/selskaper/h2-production>

¹⁷ <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/hydrogenprosjektet-aurora-lagt-pa-is?publisherId=17847929&releaseId=17927880>

¹⁸ <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/teknologiportefoljen/hydrogen-erstatter-kull/>

¹⁹ <https://prosjektbanken.forskningsradet.no/project/FORISS/323567?Kilde=FORISS&distribution=Ar&chart=bar&calcType=funding&Sprak=no&sortBy=date&sortOrder=desc&resultCount=30&offset=120&Prosjektleder=Marit+Aursand>

²⁰ <https://www.nhullensvang.no/post/hardanger-hydrogen-hub>

Tabell 3 viser prosjektstørrelse og effektbehov for viktige hydrogenprosjekt i Vestland fylke. Det er eit kontinuerleg arbeid med etablering av nye prosjekt og modning av etablerte prosjekt, og tabellen vil derfor aldri være komplett. Merk og at det for nokre av prosjekta berre er første produksjonstrinn som er inkludert. Det er og fleire forprosjekt for hydrogenproduksjon i fylket, men då desse er i tidlegfase er dei ikkje inkludert i oversikten.

Tabell 3 Prosjekt for hydrogenproduksjon i Vestland. Greensight AS

Prosjekt for hydrogenproduksjon	Hydrogenproduksjon (tonn/år)	Estimert Effektbehov	Oppstart	Støtte
HyFuel (Florø)	3000	20MW	2024	Enova: 132MNOK
H2 Production AS (Øygarden)	250	0,2MW	2022	Enova : 77MNOK
Stord Hydrogen	140	1MW	2023	Siva-katapulten
Hardanger Hydrogen Hub (Ullensvang)	8000 -10 000	55MW	Ukjent	Grønn plattform: 0,3MNOK (Forstudie)
Aurora (Mongstad)	2000	25MW	Stoppet (2024)	Pilot-E: 33,5MNOK

Utfordringar knytt til verdikjeda for hydrogen

Ei av dei største utfordringane som ofte nemnast når ein snakkar om hydrogen er «høna og egget» problematikken. Ein ønskjer ikkje ta på seg risikoen med å produsere store volum hydrogen utan at ein har kundar klare som ønskjer å kjøpe hydrogenet. Dette er ei av hovudgrunnane til at Auroraprojektet er satt på hold, i påvente av ei meir føreseieleg kundebase. Det er og store kostnader og risikoar forbundet med å investere i utstyr og omstilling av prosessar som legg til rette for hydrogen så lenge ein ikkje har forsyningstryggleik. Dette skapar usikkerheit blant til dømes rederi og transportselskap og hemmar vekst og utvikling i verdikjeda for hydrogen både lokalt, nasjonalt og internasjonalt.

Ei anna stor utfordring som gjer seg gjeldande i Vestland fylke er krafttilgang. Her er Auroraprojektet på Mongstad eit godt eksempel. Hydrogenproduksjon er kraftkrevjande og dei ulike formane for hydrogen krev ulik krafttilgang. Sjølv elektrolyseprosessen er krevjande i seg sjølv, men prosessar som flytandegjering, kompresjon og omgjering til LOHC krev også energi. Vestland fylke har fleire store kraftkrevjande industriar som skapar høg lokal belastning i nettet. I følge Statnett vil det være slutt på kraftoverskotet i Noreg allereie i 2026 med det auka forbruket ein forventar framover²¹. Kraftoverskot er ein føresetnad for å kunne drive med produksjon av grønt hydrogen. For å sikre tilstrekkeleg krafttilgang er det nødvendig at utbygging og utbetring av nettet samsvarer med den overordna planen for kraftkrevjande industri i fylket samtidig som ein bygger ut nasjonal og lokal fornybar kraft for å dekkje energibehova.

Manglande regelverk og retningslinjer for produksjon, handtering, transport og lagring av hydrogen er ei utfordring for dei nye verdikjeda for hydrogen. Sjølv om dette er eit arbeid som er i gang er det krevjande for aktørar i næringa å finne gode, lønnsame løysingar. Manglande regelverk bidrar til

²¹ <https://energiogklima.no/meninger-og-analyse/kommentar/mangel-pa-kraft-stopper-utvikling-av-ny-industri-og-elektrifisering-i-bergensregionen/>

kostnadsauking og meir krevjande designprosessar. Eksemplar på dette finn ein i skipsbygging der alternative design ikkje kan godkjennast ved hjelp av dei nåverande forskriftene²².

Utfordringar knytt til kompetanse, forskning og utvikling er alltid viktig i overgangen til noko nytt. Dette gjeld også i stor grad for Vestland fylke som har vore eit leiande industrifylke innan olje, gass og oppdrett og som vil ha behov for ei omstilling ved etablering av nye verdikjeder innan hydrogen og ammoniakk. Her er det moglegheiter for å ta med seg mykje god kompetanse frå etablerte miljø, men det krev også satsing på kompetansebygging, nye studietilbod og lokale initiativ for å skape engasjement og kompetansebygging.

Framtida for hydrogen i eit globalt og nasjonal perspektiv

I følge «Hydrogen Forecast to 2050» rapporten frå DNV er hydrogen med låge utslepp identifisert som heilt nødvendig for å nå måla sett i Parisavtalen²³. Det er estimert at heile 15% av verdas energibehov vil måtte dekkjast med hydrogen, då i hovudsak i sektorar der ein ikkje kan ta i bruk direkte elektrifisering. Blått og grønt hydrogen er trekt fram som dei viktigaste formene for hydrogen. Ammoniakk, metanol og e-parafin, som hydrogenbaserte energiberarar, blir også svært viktig spesielt innanfor transport.

EU har ein konkret strategi for hydrogen der ein ser på eit fullstendig økosystem med både forskning, innovasjon, produksjon og infrastruktur. Med krigen i Ukraina som bakteppe har EU lansert ein strategi for å akselerere overgangen til fornybar energi, diversifisere bruk av energikjelder og spare energi i Europa. Dette inkluderer eit mål om 10 millionar tonn fornybart hydrogen som skal produserast innan Europa og 10 millionar tonn til som skal importerast²⁴. Også i Noreg blir hydrogen trekt fram som eit viktig element i den grønne omstillinga i Hurdalsplattformen²⁵. Regjeringa vil føre ein aktiv næringspolitikk der hydrogen er eitt av satsingsområda. Dette inkluderer heile verdikjeda der det vurderast om staten skal ha ei aktiv rolle. Det er ikkje satt nokre konkrete mål for hydrogen- og ammoniakkproduksjon i Noreg frå regjeringa.

Verkemiddelapparatet

Produksjon, handtering, lagring og konsum av hydrogen og ammoniakk utgjer ein stor meirkostnad om ein samanliknar med fossile løysningar. For å akselerere utviklinga vil verkemiddelapparatet kunne spele ei viktig rolle ved å redusere risiko for aktørane. Dei mest etablerte verkemidla i dag er investeringsstøtte til ny teknologi, infrastruktur og produksjon frå blant anna Enova, IPCEI, Pilot-E og Innovasjon Norge. For produksjon av hydrogen vil kompensasjonsordningar for CO₂ vera gjeldande, noko som skjermar produsentane for auka kraftkostnader. I tillegg har ein konkrete støtteordningar som er knytt mot den maritime næringa som Kondemneringsordninga og NOX-fondets vrakpant mot at det investerast i nytt lavutsleppsskip, samt grønt skipsfartsprogram som støttar med kompetanse og arbeidskraft [2].

I den maritime næringa har kravet frå Stortinget om null- eller lavutsleppsteknologi i framtidige anbod på ferje vore eit viktig verkemiddel for å få fart på utvikling og implementering i ein tidleg fase. Næringa etterspør tydelege krav saman med tilhøyrande insentivordningar for å sikre framtidig utvikling²⁶.

²² <https://www.dnv.no/news/hydrogenbasert-energisystem-for-kystruteskip-dnv-gir-forelopig-godkjenning-til-hav-group-asa-226001>

²³ S. A. e. al, «Hydrogen Forecast to 2050», p. 113, Juni 2022.

²⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483>

²⁵ <https://www.regjeringen.no/contentassets/cb0adb6c6fee428caa81bd5b339501b0/hurdalsplattformen.pdf>

²⁶ <https://www.tu.no/artikler/krav-til-nullutslipp-for-kystruten-fra-2030-ma-settes-na/520776>

Eit av tiltaka som ikkje er tatt i bruk enno, men som blir trekt fram som eit avgjerande verkemiddel for å sikre framtidige prosjekt er differansekontraktar. Dette er eit verkemiddel som blant anna er tatt i bruk i Storbritannia, Nederland og Tyskland for fornybar energi og hydrogen, og har som mål å redusere risiko knytt til driftskostnader og pris. Det finnes ulike modellar for differansekontraktar. Zero publiserte i August 2022 ei analyse for moglege ordningar for differansekontraktar i Noreg der ein samarbeida med eit breitt utval av bedrifter og organisasjonar frå norsk industri (og der blant anna Vestland Fylkeskommune deltok) [2]. Frå dette arbeidet kjem det fram at differansekontrakter vil være eit viktig verkemiddel og at det er ønskeleg med tydelege signal frå regjeringa om dette er noko som vil kome, allereie før ei eventuell utforming av kontraktane er på plass.

Det viktigaste for næringa framover blir føreseielege vilkår både for produsentar og forbrukarar og dei verkemiddel ein sett inn må være med på å redusere risiko for dei som no satsar i ei tidleg fase.

Kjernekraft

Kjernekraft blir nytta til kraftproduksjon i store deler av verda, og har vore viktig i land og regionar der det er få andre energiressursar tilgjengelege for kraftproduksjon. Dette har ikkje vore ei problemstilling i vasskraftlandet Noreg. Dei fleste kjernekraftverka ligg i dag i USA, Russland og Kina. I Europa peikar Frankrike seg ut, då dei får over 70 % av krafta frå kjernekraft. Nabolanda våre Sverige og Finland har òg basert seg noko på kjernekraft som grunnlast i energimiksen. Etter Fukushima-hendinga i Japan valde mellom andre Tyskland å leggje ned kjernekraftanlegga sine fordi dei ikkje var komfortable med risikoforholda ved anlegga.

Mange kjernekraftverk har vore i drift i mange år og baserer seg på gamal teknologi. I dag blir nye kjernekraftverk bygde med “tredje-generasjonsteknologi”, som blir drifta med særst låg risiko. Anlegg basert på “fjerde-generasjonsteknologi” skal byggjast utan risiko knytt til nedsmelting og er spådd på marknaden rett rundt hjørnet. EU sitt vitskapspanel, Joint Research Centre (JRC), utarbeide i 2021 ein omfattande rapport om kjernekraft²⁷. Denne konkluderer med at kjernekraft har mange fordelar og ikkje større ulemper enn fornybare energikjelder. Meir spesifikt konkluderer rapporten med at moderne kjernekraftreaktorar produserer kraft tryggare, med lågare CO₂-utslepp og med lågare areal- og materialbruk enn kraftverk basert på andre energikjelder. JRC meiner det er trygt å lagra høgaktiv radioaktivt avfall djupt i bakken, noko som allereie er praksis i dag. Om ein lekkasje frå lagra avfall skulle oppstå, vil strålemengdene vere lågare enn naturleg bakgrunnsstråling.

Kjernekraft kan ha ei viktig rolle som stabiliserande grunnlast i eit system der delen ikkje-regulerbar fornybar kraft aukar. Kjernekraft kan òg med fordel byggast ut der ein treng kraftproduksjon på mindre areal. Utviklinga av standardiserte små modulære reaktorar (SMR), som seiast å være svært trygge og treng lite areal, kan føre til at kjernekraft blir konkurransedyktig på pris. SMR treng relativt kort byggjetid, og dei første kan være i drift på 2030-tallet.

«French nuclear Safety Authority», i samarbeid med Tsjekiske og Finske tryggleiksmynde, utviklar internasjonale regulativ som skal kunne nyttast felles av fleire land². Dette arbeidet kan òg lette arbeidet med regulativ om Noreg opnar for kraftproduksjon frå kjernekraft. Energikommisjonen konkluderer med at kjernekraft ikkje er ein løysning for Noreg nå, men Noreg løypande bør følgje den internasjonale utvikling innan kjernekraftteknologi og – sikkerheit ([NOU 2023: 3](#)). Viss Noreg vel å opne for kjernekraft ser Vestland fylkeskommune at det er mogelegheiter i fylket. Utviklinga til kjernekraft vurderast framover i handlingsprogramma til Regional plan for fornybar energi i Vestland.F

²⁷ https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/210329-jrc-report-nuclear-energy-assessment_en.pdf