

Fagrapport klimagassutslipp

Konsekvensutredning av klimagassutslipp for Børdalen kraftverk



Foto: Lars Erik Andersen/Sweco

Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	19.01.2026	1. utgave fagrapport til oversendelse	NOGISR	NOVEST	NOSOAN

Sweco Norge AS	967032271
Prosjekt	Konsesjonssøknad Børdalen kraftverk
Prosjektnummer	10246614
Dokumentnummer	10246614-RBær-RAP-004
Kunde	Eviny AS
Opprettet av	Raj Srivastava
Dato opprettet	2025-06-26

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	1
1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Områdebeskrivelse	5
1.3 Tiltaksbeskrivelse	8
1.4 Nullalternativet	16
2 Rammer for utredningen	19
2.1 Definisjon av fagtema klimagassutslipp	19
2.2 Influensområde for klimagassutslipp	19
2.3 Avgrensning mot andre fagtema	20
2.4 Utredningskrav	20
3 Utredning utslipp av klimagasser	22
3.1 Utslipp av klimagasser i Samnanger kommune	22
3.2 Klimagassutslipp fra arealbruksendringer	24
3.3 Klimagassutslipp fra materialbruk og utbygging (A1-A5, B4)	32
3.4 Klimagassutslipp fra energibruk i drift (B6)	42
3.5 Oppsummering av klimagassutslippene	48
4 Konsekvensvurdering	50
4.1 Konsekvens av tiltaket	50
4.2 Rangering av alternativer	50
4.3 Samlede virkninger i kommunene	51
5 Samlet konsekvens for klimagassutslipp	52
6 Skadeforebyggende tiltak	53
6.1 Forutsatte tiltak	53
6.2 Foreslåtte tiltak	54
6.3 Forslag til overvåkningsordninger	57
7 Sotabotnen og Børdalen kraftverk - samlede vurderinger	58
8 Usikkerhet	60
Referanser	62

Vedleggsliste

Vedlegg 1: Utslippsfaktorer brukt i utredningen

Vedlegg 2: Målepunkter for myrdybder – aktuelle punkter i Børdalen er farget

Sammendrag

Bakgrunn

Fagtema klimagassutslipp omhandler klimagassutslipp som kan forekomme som en følge av tiltaket. Dette omfatter klimagassutslipp både oppstrøms og nedstrøms tiltaket, f.eks. klimagassutslipp som oppstår i produksjonen av materialer (oppstrøms) og unngåtte utslipp som følge av at ny fornybar energi erstatter annen energi med høyere utslipp (nedstrøms). For Børdalen kraftverk er det utredet klimagassutslipp knyttet til arealbeslag, materialforbruk, anleggsarbeid og drift av tiltaket. Konsekvensutredningen er utarbeidet i henhold til Miljødirektoratets håndbok for konsekvensutredning av klima og miljø, M-1941, samt NVEs veileder for konsesjonssøknad for vannkraftanlegg og nettanlegg. Beregningsperiode for arealbeslag er 75 år i tråd med M-1941, og 100 år for øvrige utslippskilder i tiltaket i tråd med PCR 2007:08 for kraftproduksjon og distribusjon.

Utredningen er utarbeidet av Raj Srivastava og Magnus Inderberg Vestrum. Både Raj og Magnus jobber med miljø-, klima- og bærekraftsrådgivning i Sweco Norge, og har erfaring med klimagassvurderinger knyttet til ulike byggeprosjekter i forskjellige prosjektfaser, inkludert konsekvensutredninger av klimagassutslipp for energi- og infrastrukturprosjekter.

Influensområdet defineres som det geografiske området som blir direkte berørt av tiltaket. Det er i dette området det forventes at det vil kunne oppstå direkte klimagassutslipp, både i anleggsfasen og driftsfasen. Dermed er influensområdet begrenset til alle konstruksjonene i Børdalen kraftverk, samt de tilhørende riggområdene og massedeponiene. Ettersom Børdalen kraftverk vil påvirke produksjonen i de eksisterende kraftverkene i Samnangervassdraget mellom Kvitingsvatnet og Samnangerfjorden, er energiproduksjonen i disse eksisterende kraftverkene inkludert i utredningen.

Konsekvens for klimagassutslipp

Netto klimagassutslipp fra Børdalen kraftverk (differanse fra nullalternativet) er beregnet til å være -1 773 785 tonn CO₂e for norsk strømmiks og -423 426 tonn CO₂e for europeisk strømmiks. Børdalen kraftverk vil ha *Stor positiv konsekvens* for klimagassutslipp gitt både norsk og europeisk strømmiks. Denne konsekvensgraden betyr at tiltaket kan ha vesentlige positive effekter på klimaet og dermed være i tråd med både nasjonale og viktige regionale klima- og miljøinteresser. Selv om samlet konsekvensene er svært positiv, er det viktig å vurdere tiltak som kan redusere utslippene og vurdere alternative løsninger som kan være mer miljøvennlige.

Det må bemerkes at drift av Børdalen kraftverk innebærer at kraft produseres i det nye kraftverket i perioder med høyt kraftbehov, samt at kraftproduksjon i eksisterende kraftverk i vassdraget blir redusert. For å hensynta nyansene ved et effektkraftverk, er det gjort tilpasninger i beregningsmetoden. Et effektkraftverk produserer kraft når kraftbehovet er størst og strømprisen er høye, noe som skyldes lav tilgang til vind-, sol- og uregulert vannkraft, samt en høy andel fossilenergi. Derfor benyttes den europeiske strømmiksen i klimagassberegningen for energiproduksjon. De eksisterende kraftverkene i vassdraget er magasinkraft som har begrenset mulighet for effektkjøring, og i motsetning til Børdalen kraftverk, produseres kraft i langvarige perioder hvor både import og eksport av kraft skjer i det nasjonale kraftmarkedet. Det vil si at kraftproduksjon fra disse kraftverkene ikke kan utelukkende tildeles enten den norske eller europeiske strømmiksen. Derfor beregnes utslipp for to alternative scenarier, henholdsvis norsk strømmiks og europeisk strømmiks.

Samlet konsekvens for klimagassutslipp for Børdalen kraftverk (uten nettilknytning) vurderes slik:

Tabell 0-1: Oppsummering og vurdering av samlet konsekvens for klimagassutslipp for Børdalen kraftverk.

Utslippskilde	Alternativ 0	Børdalen kraftverk
Arealbeslag	–	Noe negativ konsekvens (1 –)
Materialbruk og utbygging	–	Middels negativ konsekvens (2 –)
Energiproduksjon i drift	–	Stor positiv konsekvens (3/4 +)
Samlet vurdering for klimagassutslipp	–	Stor positiv konsekvens
Begrunnelse for samlet konsekvens		Konsekvensgraden er basert på grenseverdier for klimagassutslipp gitt i Tabell 6-7 i M-1941. Børdalen kraftverk medfører over 50 000 tonn CO ₂ e reduksjon i klimagassutslipp.

Netto klimagassutslipp fra nettanlegget er beregnet til å være 3 526 tonn CO₂e. Nettilknytningen vil ha *Noe negativ konsekvens* for klimagassutslipp. Denne konsekvensgraden betyr at tiltaket sannsynligvis ikke vil være et hinder for nasjonale og viktige regionale klima- og miljøinteresser. Selv om de samlede konsekvensene er relativt små, er det viktig å vurdere tiltak som kan redusere utslippene og vurdere alternative løsninger som kan være mer miljøvennlige. Nettanlegget har i seg selv ingen energibruk eller -produksjon, og derfor er det ikke beregnet utslipp knyttet til energiproduksjon i drift.

Samlet konsekvens for klimagassutslipp for nettilknytning vurderes slik:

Tabell 0-2: Oppsummering og vurdering av samlet konsekvens for klimagassutslipp av nettilknytning for Børdalen kraftverk.

Utslippskilde	Alternativ 0	Nettilknytning
Arealbeslag	–	–
Materialbruk og utbygging	–	Noe negativ konsekvens (1 –)
Energiproduksjon i drift	–	–
Samlet vurdering for klimagassutslipp	–	Noe negativ konsekvens
Begrunnelse for samlet konsekvens		Konsekvensgraden er basert på grenseverdier for klimagassutslipp gitt i Tabell 6-7 i M-1941. Nettilknytningen medfører over 2 000 tonn CO ₂ e klimagassutslipp.

Skadereduserende tiltak

Tiltakshaver har som overordnet klimamål om netto null utslipp i hele verdikjeden innen 2040. Prosjektet skal kartlegge klimagassutslipp og tiltak for reduksjon av klimagassutslipp i forbindelse med beslutningsgrunnlaget for Børdalen kraftverk.

Det er ett forutsatt tiltak i konsekvensutredning av klimagassutslipp. I utredningen er det forutsatt at det benyttes lavkarbon 20 konstruksjonsbetong, ettersom dette er et standard krav i Evnys anskaffelser. Lavkarbon 20 betong har 20 % lavere utslipp enn bransjereferansen og er dermed et forutsatt tiltak.

I konsekvensutredning av klimagassutslipp er det foreslått fire avbøtende tiltak for å redusere klimagassutslipp fra utbygging av kraftverket, herunder (1) klimahensyn ved innkjøp av el-mek komponenter, (2) bruk av lavkarbon konstruksjonsbetong (bedre enn lavkarbon 20), (3) bruk av lavkarbon sprøytebetong, og (4) bruk av sprengstoff uten ANFO. De vurderte avbøtende tiltak kan redusere tiltakets klimafotavtrykk betydelig. I tillegg vil optimalisering av materialmengder være hensiktsmessig for å redusere det overordnede materialforbruket i prosjektet. De vurderte avbøtende tiltak er ikke fastsatt i konsesjonssøknaden og må sees som forslag. Gjennomførbarhet av disse tiltak er ikke konsultert med forslagsstiller, men anses som gjennomførbare etter erfaring.

Det er foreslått tre overvåkningsordninger i fagrapporten. Hensikten med disse er å sikre at tiltaket hensyntar klimaet og det iverksettes tiltak for å redusere de negative konsekvensene fra anlegget. Overvåkningsordninger omhandler (1) hensyn til valg av materialer, (2) gjennomføring av utslippsfri eller fossilfri anleggsplass, og (3) tilbakeføring av arealer med midlertidig beslag. Overvåkningsordninger er forslag til hvordan de vesentlige negative virkningene av tiltaket kan følges opp. Det er myndighetene som kan sette krav om overvåkning etter KU-forskriften § 29.

Usikkerhet

Ettersom prosjektet er i konseptutviklingsfase, er det store usikkerheter knyttet til datagrunnlaget. Mye av informasjonen som er nødvendig for å utføre klimagassberegningene er ikke tilgjengelig på dette stadiet. Dette gjelder både materialer og utslippsfaktorer. Usikkerhetene er generelt høye i tidligfase og reduseres etter hvert som detaljeringsgraden og kunnskapen om prosjektet øker.

Klimagassberegningene for ulike utslippskilder har ulik usikkerhetsgrad. For eksempel er det større usikkerhet knyttet til utslipp fra energibruk i drift (B6) og utskiftninger i bruksstadiet (B4) enn utslipp fra arealbeslag og utbygging av kraftverk (A1-A5). Beregningene for bruksstadiet har generelt høyere usikkerhetsgrad enn beregningene for produksjons- og gjennomføringsstadier på grunn av usikkerheter rundt teknologisk utvikling.

Det er viktig å merke seg at utslippsfaktorene for norsk og europeisk strømmiks, som det fremgår av NS 3720, er beregnet med forutsetning om økt fornybar kraftproduksjon i fremtiden. Dette skaper et paradoks hvor utslippsfaktorene brukt for å beregne utslippsreduksjonen allerede tar hensyn til at prosjekter som Børdalen kraftverk allerede er realisert og bidrar til de lave fremtidige utslippene. Dermed kan beregningene gi inntrykk av at prosjektet har liten effekt, selv om det i praksis er en forutsetning for å nå målet. Resultatene, særlig for energiproduksjon, må derfor leses med forsiktighet. Allikevel symboliserer resultatene hvorvidt utbygging av effektkraftverk er nøkkelen til reduksjon av globale klimagassutslipp.

Samlede vurderinger – Børdalen og Sotabotnen kraftverk

Parallelt med søknad for Børdalen kraftverk sender Eviny inn søknad om konsesjon for Sotabotnen kraftverk. Begge kraftverk ligger i Samnangervassdraget. Under er det vurdert samlede virkninger dersom begge kraftverk bygges ut.

Samlet konsekvens for klimagassutslipp for begge kraftverk vurderes til å være *Stor positiv konsekvens* (se Tabell 0-3). Sammenlignet med konsekvensgradene for Børdalen kraftverk med nettilknytning, vil samlet konsekvens for begge kraftverk (inkludert tilhørende nettløsningene) for arealbeslag være uendret, men konsekvensgrad for materialbruk og utbygging vil øke fra *Middels negativ konsekvens* til *Stor negativ konsekvens*. Allikevel vil de unngåtte utslipp fra energiproduksjon i drift være utslagsgivende.

Tabell 0-3. Oppsummering og vurdering av samlet konsekvens for klimagassutslipp av Børdalen og Sotabotnen kraftverk.

Utslippskilde	Alternativ 0	Børdalen og Sotabotnen kraftverk (inkl. nettløsningene)
Arealbeslag	–	Noe negativ konsekvens (1 –)
Materialbruk og utbygging	–	Stor negativ konsekvens (3 –)
Energiproduksjon i drift	–	Stor positiv konsekvens (3/4 +)
Samlet vurdering for klimagassutslipp	–	Stor positiv konsekvens
Begrunnelse for samlet konsekvens		Konsekvensgraden er basert på grenseverdier for klimagassutslipp gitt i Tabell 6-7 i M-1941. Samlet sett medfører begge kraftverk med tilhørende nettløsningene over 50 000 tonn CO ₂ e reduksjon i klimagassutslipp.

Begreper og definisjoner

CO₂-ekvivalent (CO₂e): Dette er et mål brukt for å sammenligne utslipp av ulike klimagasser basert på deres globale oppvarmingspotensial (GWP). CO₂-ekvivalenten for en gass beregnes ved å multiplisere utslippet av gassen med dens GWP-faktor, som angir gassens evne til å varme opp atmosfæren over en gitt tidshorisont, vanligvis 100 år, sammenlignet med CO₂. I denne rapporten brukes forkortelse «CO₂e» for CO₂-ekvivalent.

Karbonopptak: Dette refererer til prosessen hvor planter, alger og andre fotosyntetiserende organismer tar opp uorganisk karbon, som karbondioksid (CO₂), fra miljøet og omdanner det til organisk karbon gjennom fotosyntesen. Dette karbonet blir så bundet i form av levende biomasse.

Arealbeslag: Nedbygging eller endring av arealer fra deres naturlige/nåværende tilstand til et annet formål. Nedbygging av arealer med karbonlager kan medføre økt nedbryting av lagret karbon og dermed bidra til global oppvarming. Arealtyper på land med vesentlige karbonlager inkluderer jord i skog og jordbruk, samt torv i myr. Nedbygging av slike arealer vil også medføre lavere vekst av karbonbindende vekster og dermed tap av fremtidig karbonopptak.

Livsløpsvurdering (LCA): En metode for å vurdere de miljømessige konsekvensene av et produkt eller en tjeneste gjennom hele livssyklusen, fra råmaterialeutvinning til avfallshåndtering. LCA tar hensyn til ressursbruk, energiforbruk og utslipp i hver fase av livssyklusen.

Klimagassberegning: Klimagassberegning er en del av livsløpsvurderinger som fokuserer på å beregne globaloppvarmingspotensial (GWP) eller utslipp av klimagasser. Resultater rapporteres i form av CO₂-ekvivalenter (som beskrevet ovenfor).

Utslippsfaktor: En verdi som angir mengden klimagasser som slippes ut per enhet av aktivitet, for eksempel per kWh elektrisitet produsert eller per kilometer kjørt. Utslippsfaktorer brukes til å beregne totale klimagassutslipp fra ulike kilder.

Systemgrense: Grensesnittet mellom det som omfattes og det som ikke omfattes av en livsløpsvurdering (LCA). Systemgrensene defineres oftest i form av livsløpsmoduler eller livsløpsfaser av analyseobjektet.

Substitusjonseffekt: De positive klimaeffektene av produksjon av energi fra en fornybar energikilde som sol-, vind- og vannkraft, som erstatter energiproduksjon fra den energimiksen som er oppgitt i de 2 scenarioene for fremtidig strømmiks i NS 3720 [1]. Dette innebærer at de klimagassutslippene som ville ha blitt sluppet ut av ikke-fornybare energikildene, blir unngått. Dette resulterer i en netto reduksjon av totale klimagassutslipp utover systemgrensen for analysen.

1 Innledning

Sweco Norge har fått i oppdrag av Eviny å konsekvensutrede nytt Børdalen kraftverk med nettilknytning i Samnanger kommune. Det utredes kun ett alternativ.

Denne rapporten er fagrapporten for fagtema klimagassutslipp og følger som et vedlegg til konsesjonssøknaden for Børdalen kraftverk.

Eviny søker parallelt om konsesjon for Sotabotnen kraftverk oppstrøms i samme vassdrag. Det er utarbeidet separate utredninger som omhandler konsekvenser for hvert kraftverk alene. Disse følger konsesjonssøknadene for respektive kraftverk. Utredningene omtaler også kort virkninger dersom begge kraftverk bygges ut. Dette er omtalt i kap. 7 i denne rapporten.

1.1 Bakgrunn

Eviny har en gjennomgang av sine regulerte vassdrag, og hvordan de kan forbedre utnyttelsen i sine eksisterende produksjonsanlegg. Dette inkluderer reguleringer i Samnangervassdraget med kraftproduksjon i dagens Kvittingen kraftverk, Grønsdal kraftverk, Myra kraftverk, Frøland kraftverk og Tyssefossen kraftverk.

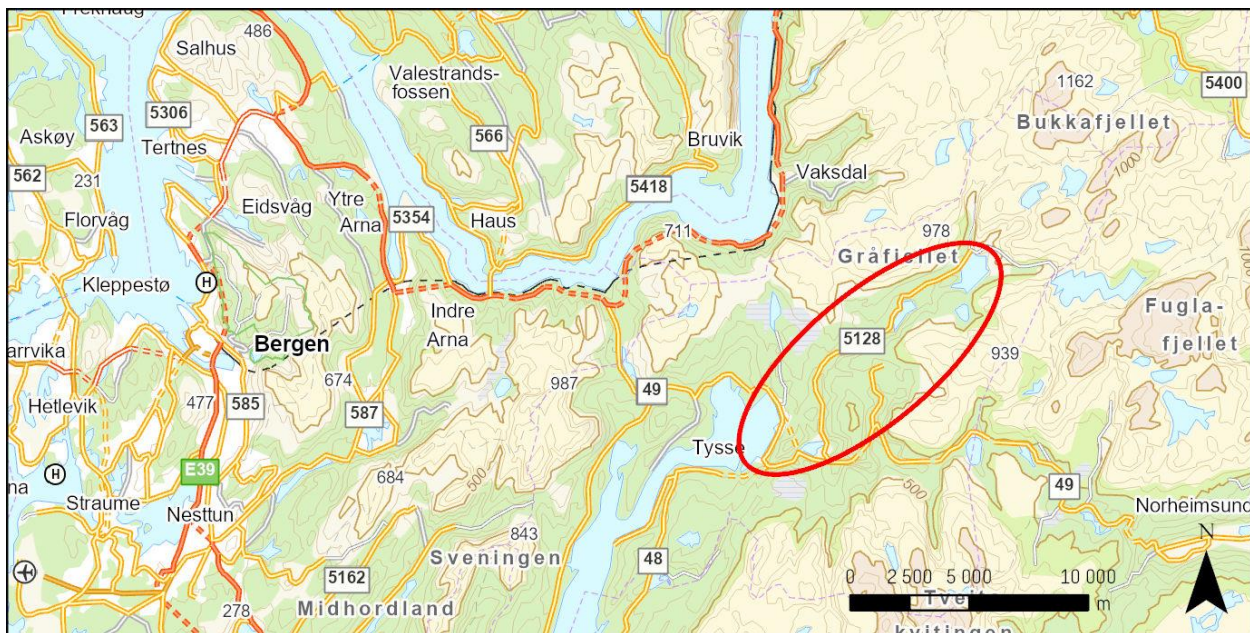
Dagens kraftverk i vassdraget har samlet en installert effekt på 115 MW og produserer årlig gjennomsnittlig 496 GWh, noe som tilsvarer forbruket til ca. 30 000 husstander. Eviny kan tilpasse sin produksjon bedre til fremtidig kraftetterspørsel gjennom etablering av Børdalen kraftverk med inntak i det allerede regulerte Kvitingsvatnet. Eviny begrunner tiltaket med at det vil støtte opp under samfunnets behov for sikker og stabil leveranse av effekt og energi. Kraftverket vil kunne produsere mye kraft når behovet for kraft er størst, og vil bidra til å flate ut variasjonene i strømpris (toppene). Børdalen kraftverk vil også øke tilgjengelig effekt, og øke kraftproduksjonen med 80 GWh fra økt fall, redusert flomtap og forbedret virkningsgrad. Samtidig benyttes eksisterende regulering, noe som vil kunne begrense nødvendig miljøpåvirkning sammenlignet med eventuelle nye produksjonsanlegg.

1.2 Områdebeskrivelse

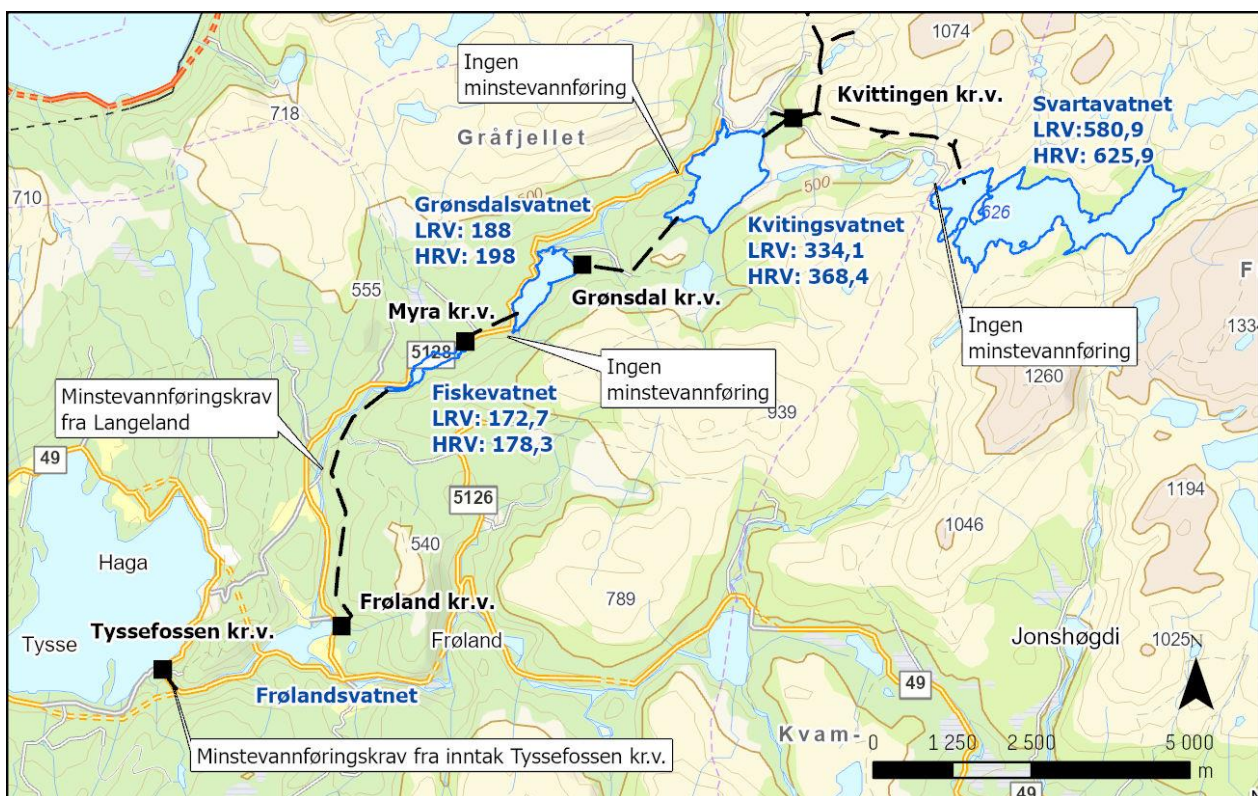
Utredningsområdet er geografisk lokalisert i Samnangervassdraget i Samnanger og Kvam kommuner i Vestland fylke (figur 1-1). Kvitingsvatnet (HRV: 368.4, LRV:334.1) er inntaks- og reguleringsmagasin for dagens Grønsdal kraftverk. Oppstrøms dette utnytter Kvittingen kraftverk fallet mellom Svartavatnet og Kvitingsvatnet. Videre nedover er vassdraget regulert og produserer kraft gjennom kraftverkene Myra kraftverk, Frøland kraftverk og Tyssefossen kraftverk. Samnangervassdraget renner ut i Samnangerfjorden ved tettstaden Tysse. Kart over Samnangervassdraget med dagens kraftutbygging vises i figur 1-2.

Ved Kvitingsvatnet er det noe spredt fast- og fritidsbebyggelse, noe jordbruksarealer, kraftinstallasjoner, samt tilhørende infrastruktur. Tilsvarende forekommer videre nedover vassdraget før bebyggelse øker i nedre del ved Frølandsvatnet og ved Samnangerfjorden.

Bilder fra deler av berørte områder er vist i figur 1-3 til figur 1-5.



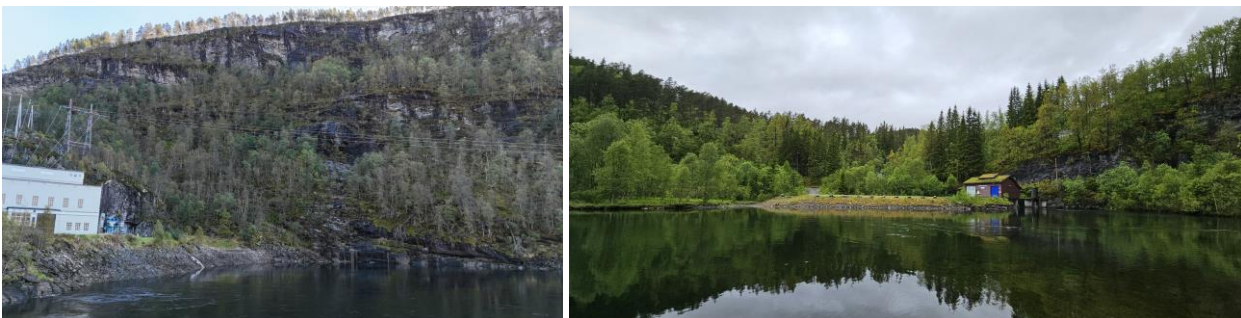
Figur 1-1. Regional plassering av Børdalen kraftverk vises med rød sirkel. Kart: Sweco.



Figur 1-2. Kart over Samnangervassdraget med eksisterende kraftverk, samt minstevannføring og reguleringsgrenser. Kart: Sweco.



Figur 1-3. Bilde fra Kvittingsvatnet (til venstre i bildet) og nedover vassdraget. Grønsdalsvatnet sees bakerst til høyre. Bilde: Sweco.



Figur 1-4. Venstre: Grønsdalsvatnet og Grønsdal kraftverk. Høyre: Fiskevatnet og Myra kraftverk. Bilder: Sweco.



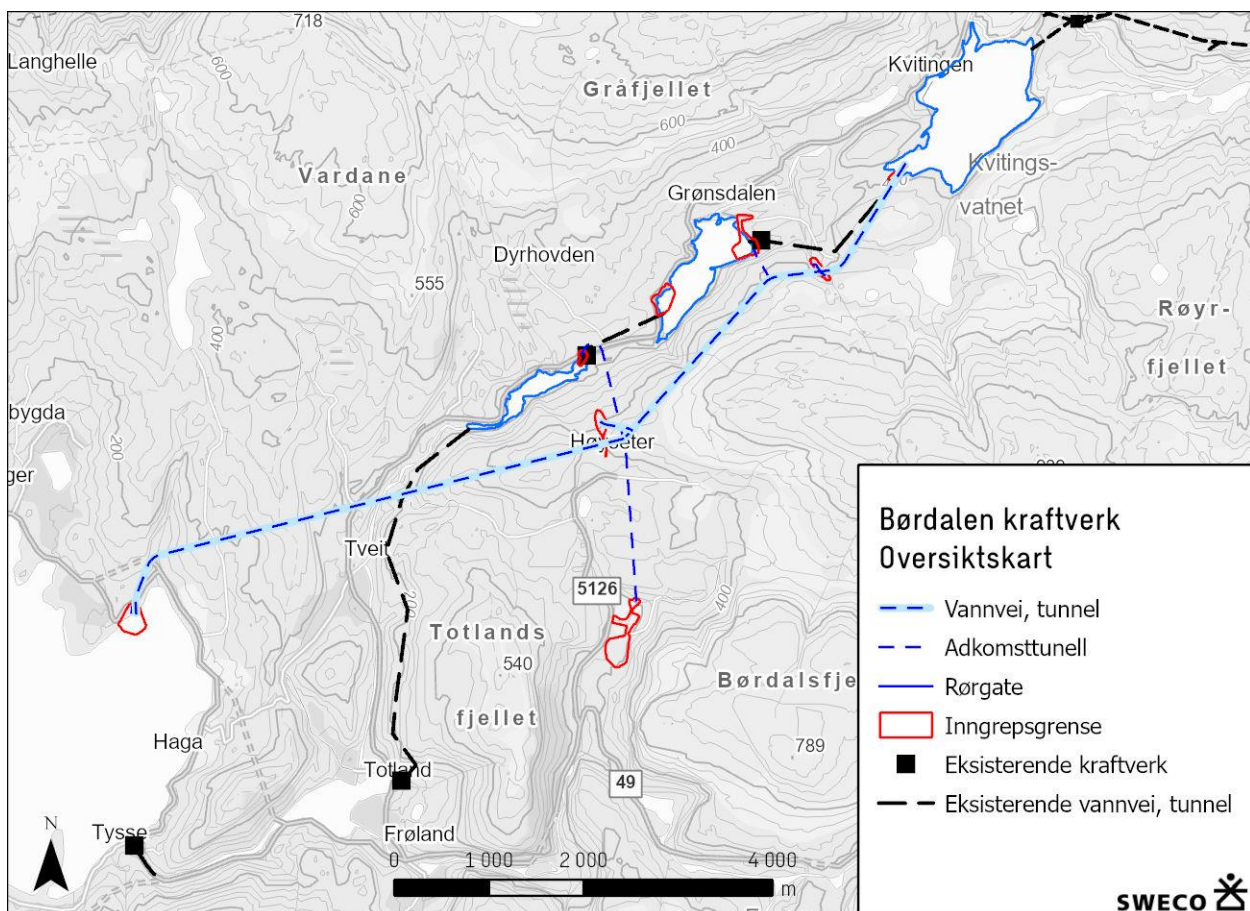
Figur 1-5. Venstre: Børdalen med Samnanger transformatorstasjon i bakgrunnen. Høyre: Haukaneset. Bilder: Sweco.

1.3 Tiltaksbeskrivelse

Børdalen kraftverk vil utnytte fallet mellom det eksisterende reguleringsmagasinet Kvittingsvatnet og sjøen. Eksisterende kraftverk i vassdraget vil fortsatt være i drift. Under følger korte beskrivelser av planlagte tiltak (kraftverk og nettanlegg) og hydrologiske endringer ved realisering av Børdalen kraftverk. For mer detaljer henvises det til konsesjonssøknad med vedlegg.

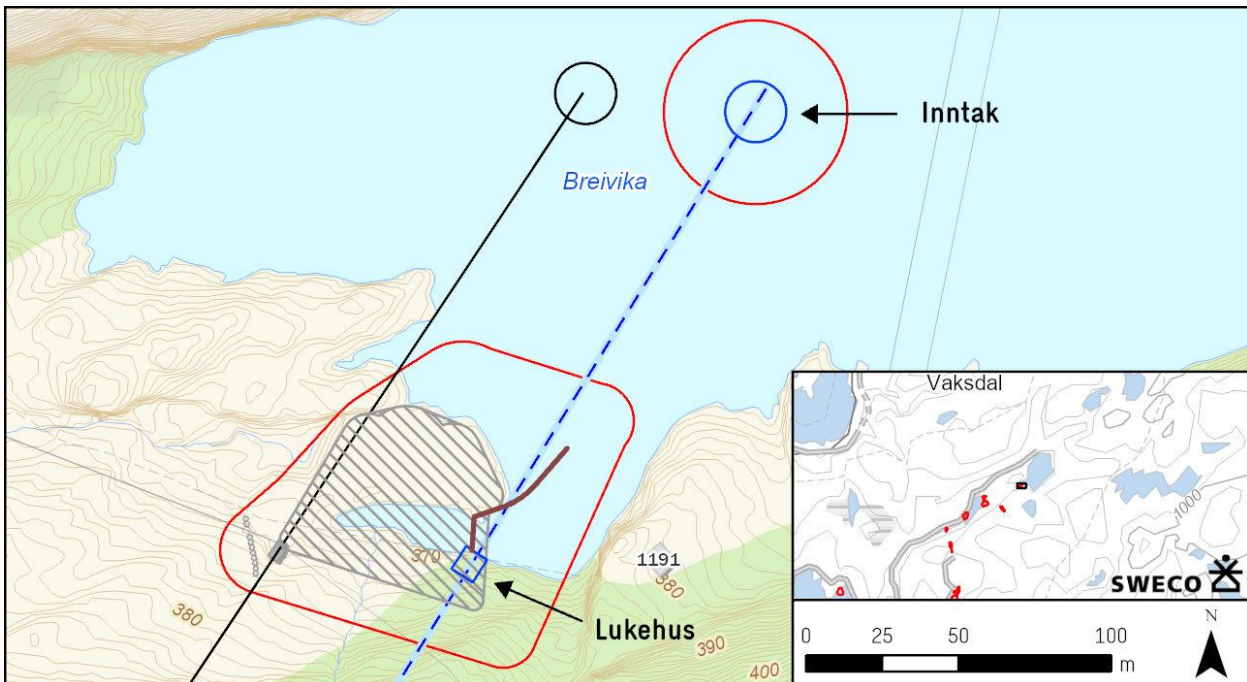
1.3.1 Utbyggingsplaner for vannkraftverket med nettilknytning

Oversiktskart over tiltaket er vist i Figur 1-6. Arealbruksplan over planlagte tiltak er vist i kartvedlegg i konsesjonssøknaden for Børdalen kraftverk.



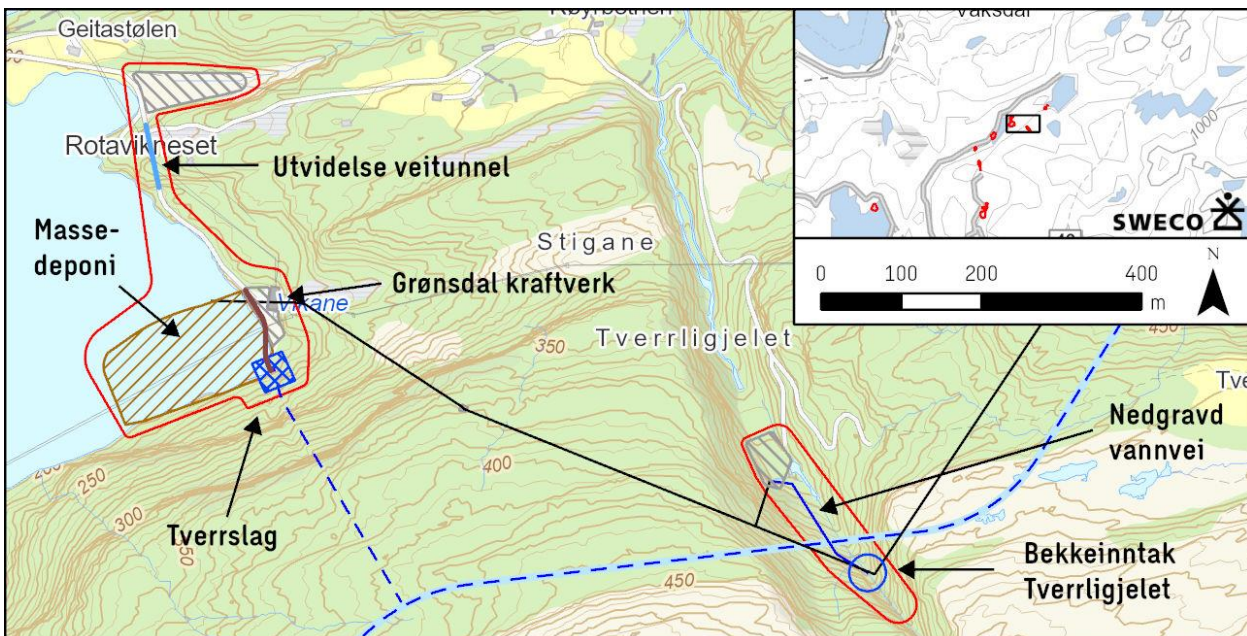
Figur 1-6. Oversiktskart over planlagte Børdalen kraftverk. Kart: Sweco.

Nytt **inntak i Kvittingsvatnet** er planlagt like øst for det eksisterende inntaket i Kvittingsvatnet (Figur 1-7). Det skal bygges **lukehus** på land. Tilknytning til inntaket vil bli med flåting fra slipp ved eksisterende dammer i Kvittingsvatnet, og inntaket vil forbli veiløst. Eksisterende sti kan brukes som gangsti. Fra ilandføringsstedet og bort til lukehuset planlegges en kort veistubb. Det etableres midlertidig riggområde i tilknytning til eksisterende tipp ved dagens og planlagt lukehus. Det gjøres ingen endringer på dam i forbindelse med Børdalen kraftverk.



Figur 1-7. Planlagte tiltak i ved Kvitingvatnet. Rødt omriss: planlagt inngrepsgrense. Grå skravur: midlertidige riggområder. Brun linje: ny vei. Blå stiplet linje: tunnel (vannvei) for Børtdalen kraftverk. Eksisterende inntak og tunnel vist med svart. Kart: Sweco.

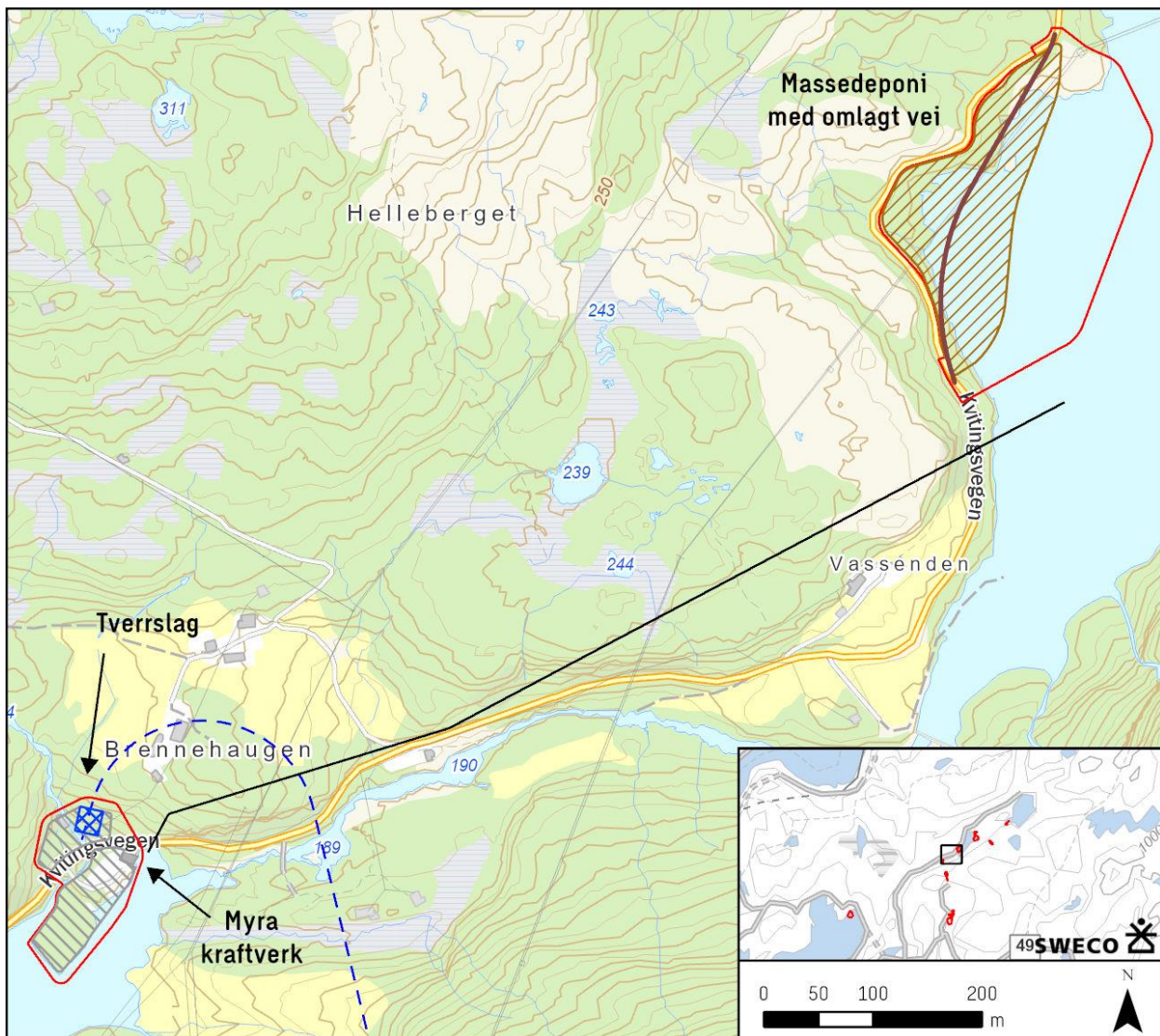
Det planlegges et **bekkeinntak i Tverrligjelet** (figur 1-8). Bekken skal tas inn i dagens Grønsdal kraftverk, ikke kobles på ny tunnel for Børtdalen kraftverk. Det bygges en ca. 5-10 m bred dam over bekken og legges knapt 200 m nedgravd rør langs vestsiden av elva ned til eksisterende påhugg for dagens Grønsdal kraftverk. Eksisterende massetipp ved påhugget benyttes som riggområde. Eksisterende vei til påhugget benyttes for transport. Selve inntaket planlegges veiløst.



Figur 1-8. Planlagte tiltak i forbindelse med bekkeinntak (blå sirkel) i Tverrligjelet og tverrslag (blåskravert firkant) med massedeponi (brun skravur) ved eksisterende Grønsdal kraftverk. Rødt omriss: planlagt inngrepsgrense. Grå skravur: midlertidige riggområder. Brun linje: ny vei til tverrslag. Blå linje: utbedring av eksisterende vei (utvidelse av tunnel). Blå stiplet linje: tunnel (vannvei og adkomsttunnel) for Børtdalen kraftverk. Eksisterende tunneler er vist med svart linje. Kart: Sweco.

Det bygges **tverrslag** like sør for eksisterende Grønsdal kraftverk (figur 1-8). Det planlegges **massedeponi** i Grønsdalsvatnet for ca. 220 000 m³ tunnelmasser rett utenfor tverrslaget. Noe av massene vil ligge i reguleringssonen, men mesteparten blir liggende under LRV. Ca. 100 m ny vei legges i vannkanten (over HRV) fra Grønsdal kraftverk bort til tverrslaget. Allerede opparbeidete arealer utenfor Grønsdal kraftverk og nord for Rotavikneset benyttes som riggområder. En kort tunnel ved Rotavikneset må utvides i forbindelse med adkomst til tverrslaget.

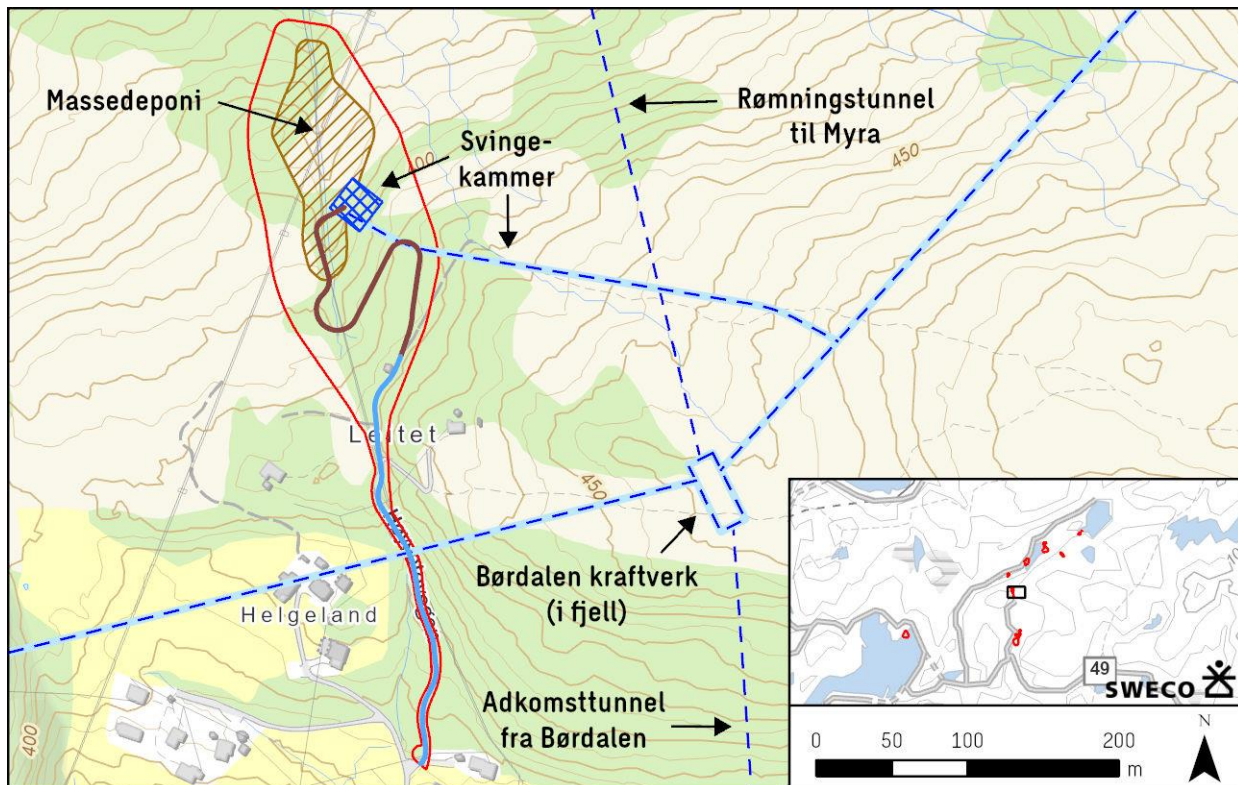
Det planlegges også **tverrslag** med midlertidige riggområder ved eksisterende Myra kraftverk (Figur 1-9). Det er planlagt **deponi** for ca. 70 000 m³ tunnelmasser i vestre del av Grønsdalsvatnet. Deler av deponiet vil bli på land og over HRV, og dagens smale og svingete fylkesvei vil legges om med ca. 340 m ny vei over deponiet. Eksisterende vei (ca. 430 m) tilbakeføres på strekningen.



Figur 1-9. Planlagte tiltak i forbindelse med tverrslag (blåskravert firkant) ved eksisterende Myra kraftverk, og massedeponi (brun skravur) på vestsiden av Grønsdalsvatnet. Rødt omriss: planlagt inngrepsgrense. Grå skravur: midlertidige riggområder. Brun linje: ny vei over deponi. Blå stiplet linje: rømningstunnel for Børdalen kraftverk. Eksisterende tunnel for Myra kraftverk er vist med svart linje. Kart: Sweco.

Det vil etableres **svingekammer/-sjakt** ned til vannveien ved Leitet (figur 1-10). Ved toppen av denne blir det en portal i dagen med rist for utveksling av luft fra svingekammeret. Ca. 14 000 m³ masser fra boring vil deponeres i et søkk i umiddelbar nærhet. Midlertidige riggområder etableres innenfor samme areal som

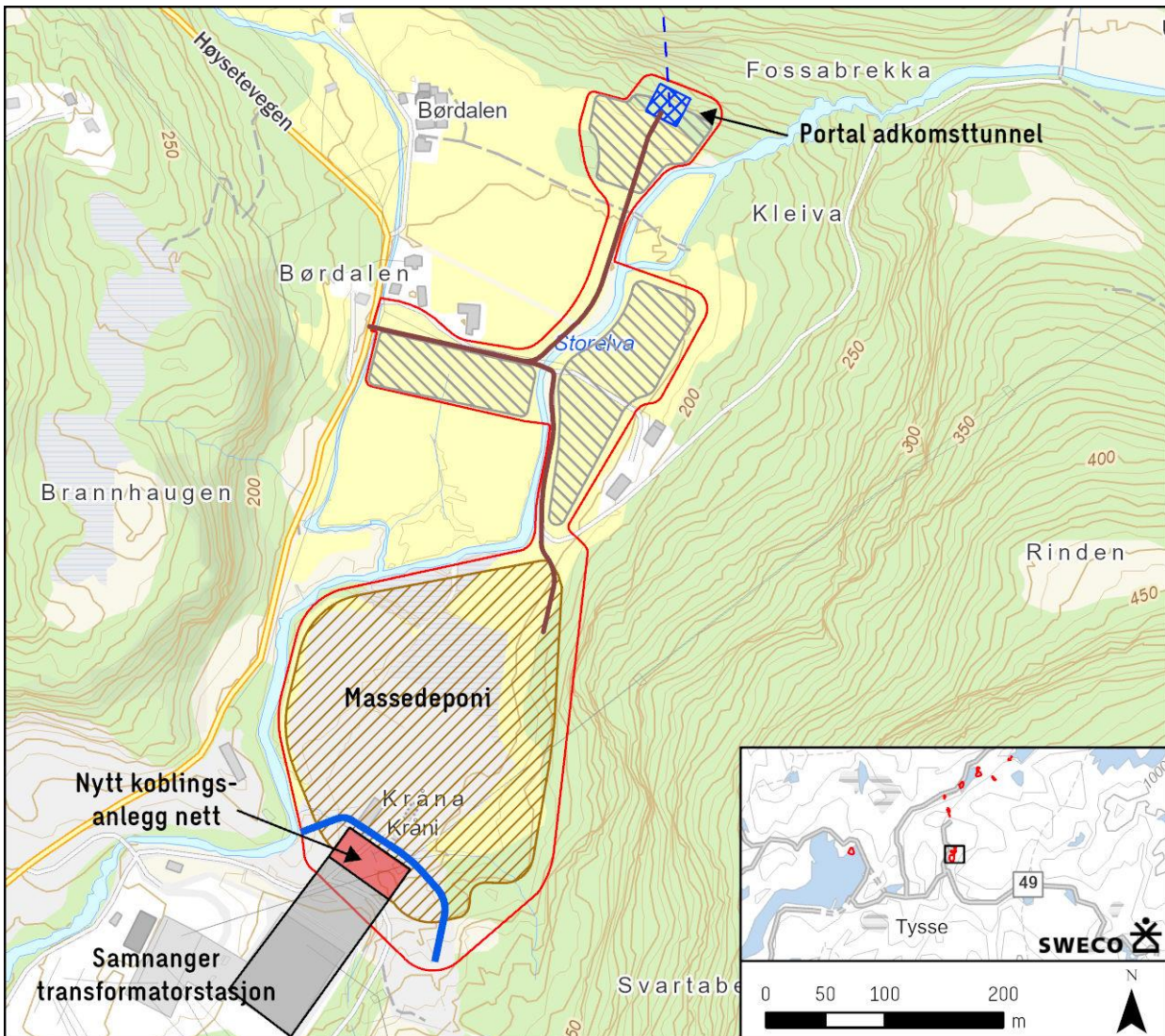
massedeponiet. Knappt 300 m av eksisterende vei/traktorvei fra bebyggelsen på Høyseter må utbedres. Denne må forlenges med ca. 230 m ny vei fra gapahuk på ryggen på Leitet og ned til svingekammeret/sjakten.



Figur 1-10. Planlagte tiltak i forbindelse med svingekammer på Leitet. Betongkonstruksjon i dagen kommer innenfor blåskravert firkant. Rødt omriss: planlagt inngrepsgrense. Brun skravur: massedeponi. Blå linje: utbedring av eksisterende vei/traktorvei. Brun linje: ny vei. Blå stiplet linje: tunnel (vannvei, svingekammer og adkomst-/rømningstunnel). Kart: Sweco.

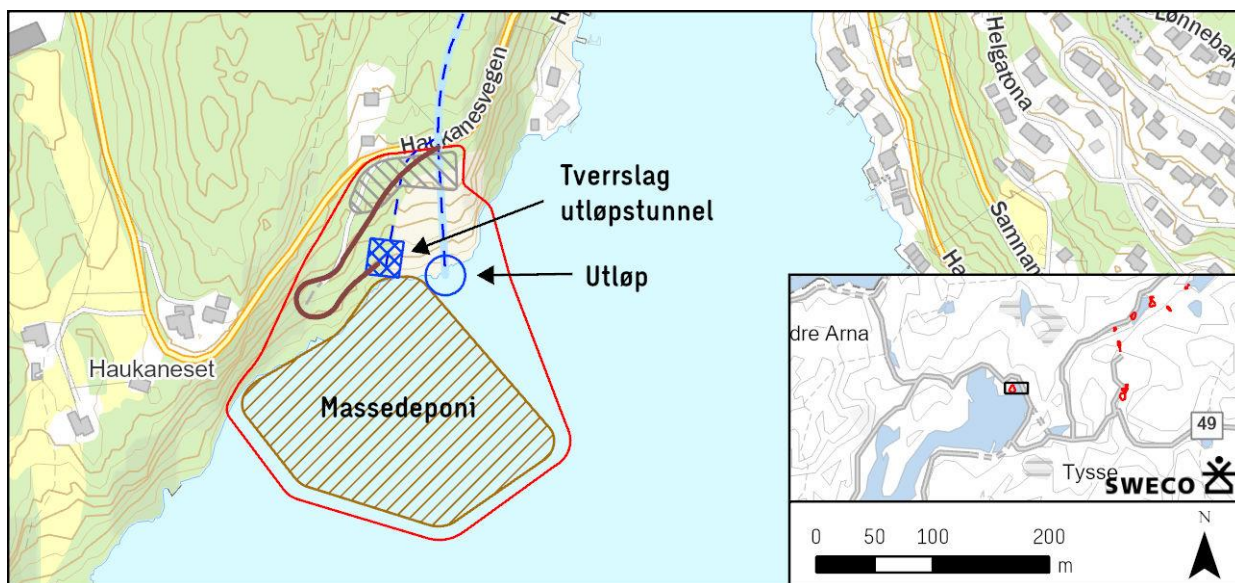
Kraftstasjonen vil ligge i fjell (figur 1-10), med adkomsttunnel som har **påhugg og portal i Børdalen** (figur 1-11). Ca. 300 000 m³ overskuddsmasser fra tunneldrift legges i permanent **deponi** i Børdalen, ca. 400 m sør for planlagt påhugg. Deponiet er planlagt i to terrasser og ferdigstilles som jordbruksareal. Det blir flere midlertidige **riggområder** i dalen, det meste på dyrket mark. Toppjordlaget tas av ved oppstart av anleggsarbeid, mellomlagres, og arealene skal tilbakeføres til jordbruk ved ferdigstilling av anlegget. Det planlegges knapt 400 m **ny vei** fra Fv. 5126 til påhugget. Permanent vei vil bli på fylling og være inntil 7 m bred (inkludert langsgående kabelkanal for nettilknytning). Fra denne blir det adkomst til planlagt massedeponi på østsiden av Storelva (i Børdalen). I anleggsperioden etableres midlertidig kryssing av elva rett nord for eksisterende bru for tunge kjøretøy. Dette utføres med rør og fylling av steinmasser. Adkomst til deponi videre fra elvekryssing blir oppgradering av eksisterende vei og 100 m ny permanent vei (blir liggende igjen som traktorvei) bort til deponiet.

Nettilknytning for Børdalen kraftverk blir en 420 kV kabel som legges i en ca. 1 m bred betongkanal (ca. 3 m bred grøft i anleggsfasen). Denne går fra kraftverket i fjell gjennom adkomsttunnelen ut til påhugg i Børdalen. Fra påhugget legges kabelkanalen langs planlagt ny vei/grøft og deretter gjennom planlagt massedeponi (til sammen drøyt 700 m), fram til nytt bryterfelt i eksisterende Samnanger transformatorstasjon (figur 1-11, kun bryterfeltet er vist i kartet). Nytt bryterfelt blir liggende delvis på planlagt deponi. En bekk må legges om nord for bryterfeltet, gjennom deponiet.



Figur 1-11. Planlagte tiltak i Børdalen. Blåskravert firkant: Portal for adkomsttunnel. Rødt omriss: planlagt inngrepsgrense. Brun skravur: massedeponi. Grå skravur: midlertidige riggområder. Brun linje: permanente veier. Blå stiplet linje: adkomsttunnel. **Nettilknytning:** 420 kV kabel legges i ca. 1 m bred betongkanal. Kabeltrasé er ikke vist i kartet, men vil gå innenfor inngrepsgrensene som er angitt; fra tunnelportal, langs ny vei og deretter gjennom massedeponiet fram til nytt koblingsanlegg (rød firkant) nord i Samnanger transformatorstasjon. Blå linje viser bekk som må legges om i forbindelse med nytt koblingsanlegg. Grå firkant viser dagens koblingsanlegg som nylig er utvidet. Kart: Sweco.

Utløp fra kraftverket blir i sjø ved Haukaneset i Samnangerfjorden (figur 1-12). Utslaget blir dykket, minimum 10 m under laveste fjæremål. Det etableres et tverrslag for utløpstunnel ved sjøen og det etableres en permanent vei ned til tverrslaget. Ca. 400 000 m³ overskuddsmasser fra driving av tunnel legges i sjødeponi rett utenfor påhugget. Permanent deponi vil ligge under fjæremål.



Figur 1-12. Planlagte tiltak i forbindelse med utløpet til kraftverket ved Haukaneset i Samnangerfjorden. Det blir her et tverrslag for utløpstunnel (blåskravert firkant) og et massedeponi i sjø (brun skravur). Rødt omriss: planlagt inngrepsgrense. Grå skravur: midlertidig riggområde. Brun linje: ny vei. Blå stiplet linje: tunnel (vannvei og tverrslag). Kart: Sweco.

Anleggsarbeidene vil foregå over 2,5 år med start om våren/forsommeren det første året og avslutning om høsten det siste året. Arbeidene vil foregå året rundt på grunn av arbeidene med tunell og kraftstasjon i fjell. Arbeidene i dagen vil for det meste foregå vår/sommer/høst. Tipping av masser i dagen vil foregå året rundt. Arbeidet med inntaket i Kvittingsvatnet skal primært utføres utenfor hekkesesong for sensitiv art.

Det kan bli aktuelt helikoptertransport til bekkeinntaket i Tverrligjelet og til lukehuset ved Kvittingsvatnet.

Det legges opp til istandsetting og revegetering av deponier (de deler som er på land), riggområder og andre midlertidige arealinngrep. Deponier og riggområder i Børdalen skal tilbakeføres til dyrket mark. Her skal toppmasser tas av før arbeidet starter og mellomlagres under anleggsperioden.

Tunnelene for kraftverket vil bestå av konvensjonelt drevet tunell. Det kan i samråd med entreprenør bli snakk om fullprofilboret tunnel isteden. Det vil i så fall medføre at tverrslaget ved Grønsdal kraftverk faller bort og at det blir mindre massevolum som må deponeres. Dette er ikke omsøkt eller utredet som eget alternativ.

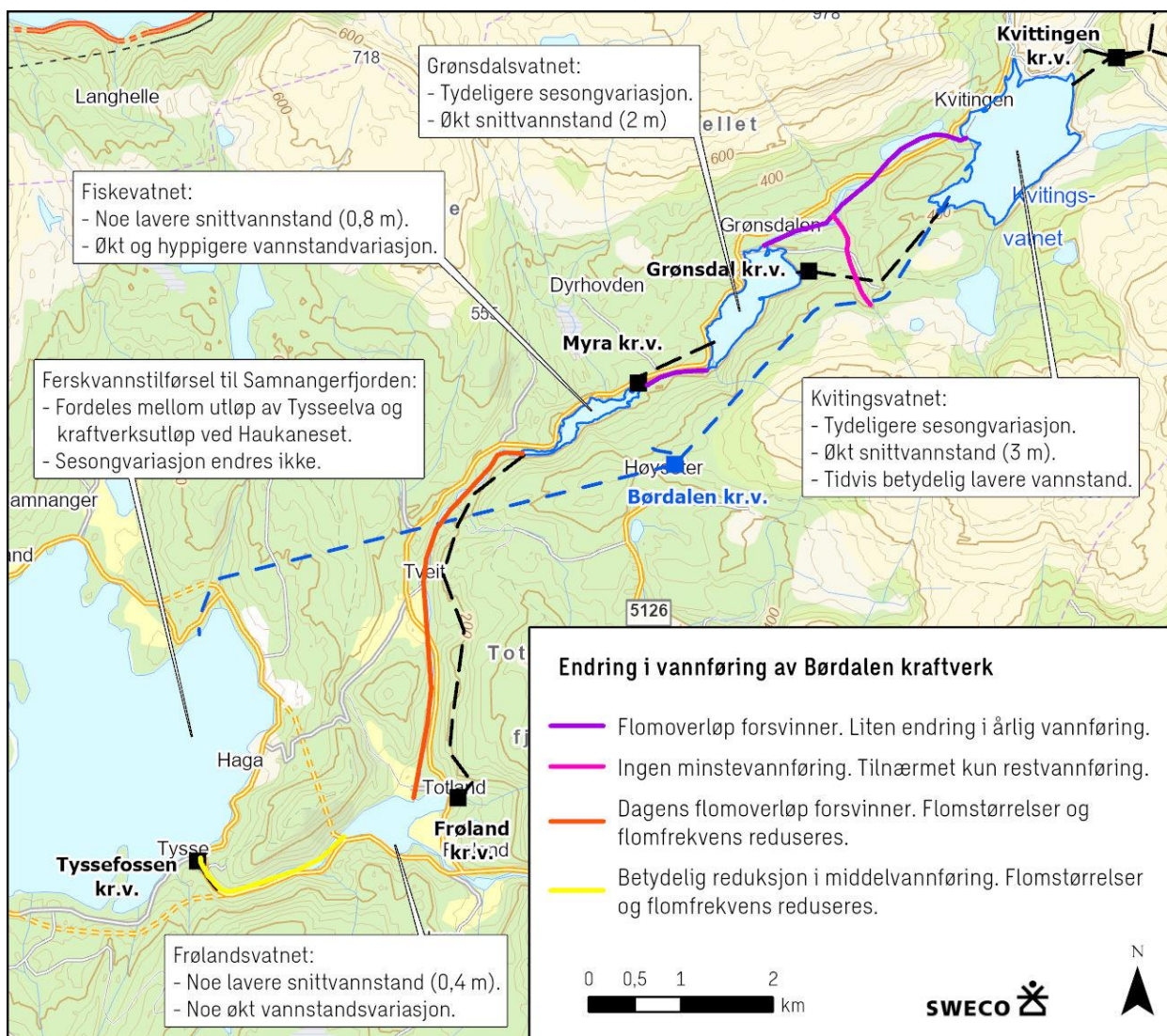
1.3.2 Hydrologiske endringer

Vurdering av hydrologiske endringer som følge av Børdalen kraftverk baserer seg på dagens situasjon for hydrologiske forhold i vassdraget (nullalternativet), og hydrologiske forhold i vassdraget hvis Børdalen kraftverk blir realisert.

De forventede hydrologiske endringene som følge av Børdalen kraftverk beskrives kortfattet i videre tekst. For mer beskrivelse av metodikk, hydrologisk grunnlag og resultat av hydrologiske analyser, henvises det til konsesjonssøknadens kapittel 3 og hydrologisk vedlegg til søknaden.

De relevante vannforekomstene i vassdraget framgår av kart i figur 1-13, med tilhørende kortfattet beskrivelse av hydrologiske endringer tabell 1-1.

Grunnet usikkerheter i datagrunnlaget kan enkelte kurver og tall i hydrologisk grunnlag virke avvikende fra vurderinger i tabell 1-1. I tabellen er det tatt høyde for denne usikkerheten og tatt med det som forventes å bli reel hydrologisk endring. Det er likevel noe usikkerhet rundt disse vurderingene.



Figur 1-13. Oversiktskart over vassdraget med eksisterende og planlagt kraftverk. Forventede hydrologiske endringer er også grovt skissert. Endringene er mer detaljert forklart i tabell 1-1. Kart: Sweco.

Tabell 1-1. Beskrivelse av forventede hydrologiske endringer ved realisering av Børdalen kraftverk.

Del av vassdraget	Hydrologiske endringer
Kvittingsvatn	Eksisterende reguleringsgrenser består. (HRV:334.4, LRV:368.4) Observert vannstand (nullalternativet) viser noe sesongvariasjon gjennom året. Ved utbygging forventes en tydeligere sesongvariasjon, der vannstanden er lavest i månedskiftet april/mai. I denne perioden kan vannstanden være betydelig lavere enn ved nullalternativet. Resten av året forventes en betydelig høyere vannstand. Gjennomsnittvannstanden over året blir ca. 3,0 m høyere etter utbygging. Likevel kan en flere år benytte nedre deler av reguleringsmagasinet i større grad enn for nullalternativet. Innenfor kortere tidsrom (dager til uker) vil en få hyppigere vannstandsvariasjoner, men av begrenset størrelse.
Bekk Tverrligjelet	Bekken er i dag ikke påvirket av eksisterende regulering, og har dermed naturlig vannføring. I tørre perioder er det svært lite vann i bekken. Det legges ikke opp til minstevannføringslipp forbi planlagt bekkeinntak. Vannføringen nedstrøms bekkeinntaket til samløp hovedelv vil dermed kun

Del av vassdraget	Hydrologiske endringer
	bestå av tilsig fra restfeltet. Vannføringen vil dermed være sterkt redusert, og vil kunne bli tørrlagt i øvre del i perioder med lite tilsig.
Storelva mellom Kvitingsvatn og Grønsdalsvatnet	Det er ikke krav om minstevannføring på strekningen i dag. Dagens vannføring er et resultat av overløp over dam Kvitingsvatn og restfeltet nedstrøms. Bekk fra Tverrligjelet bidrar med noe vann til nedre del av strekningen. Historisk har det vært overløp ved dam Kvitingsvatn som har gitt vannføring rett nedstrøms dammen. I årene 2010-2025 var det registrert overløp i 11 av 16 år, med varierende antall dager med overløp hvert år (median: 6,5 dager). Disse episodene har hovedsakelig vært mellom august og desember. Ved realisering av kraftverket vil det ikke gå overløp over dam Kvitingsvatn. Bidraget fra Tverrligjelet forsvinner. Restfeltet til elven er ellers så stort at det kun blir mindre reduksjon i vannføring store deler av strekningen.
Grønsdalsvatnet	Eksisterende reguleringsgrenser består. (HRV:198, LRV:188) Det er ingen markert sesongvariasjon i vannstanden i Grønsdalsvatnet for nullalternativet, og det er preget av hyppige vannstandsendringer i store deler av reguleringssonen. Ved realisering av kraftverket kan det bli noe mer sesongvariasjon med lavere vannstand på våren og høyere resten av året. Gjennomsnittlig vannstand vil ligge vel 2 m høyere enn i dagens situasjon. De hyppige vannstandsendringene vil være tilnærmet som i dagens situasjon.
Storelva mellom Grønsdalsvatnet og Fiskevatnet	Det er ikke krav om minstevannføring på strekningen i dag. Dagens vannføring er et resultat av overløp over dam Grønsdalsvatn og restfeltet nedstrøms. I nullalternativet er det registrert overløp omtrent hvert år, men antall dager med overløp (mellom 1 - 53 dager pr. år for årene 2020-2025) og antall episoder pr år varierer mye. Ved realisering av Børdalen kraftverk vil overløpene opphøre. Restfeltet er betydelig på strekningen og endringen blir kun tilknyttet episodene med overløp der vannføring blir redusert.
Fiskevatnet	Eksisterende regulering består (HRV: 178.3, LRV: 172.7) I nullalternativet holder vannstanden seg ganske jevnt opp mot HRV (gjennomsnitt: 178 moh.). Ved realisering av kraftverket vil gjennomsnittsvannstanden være noe lavere (177.2 moh.) og det blir hyppige, større vannstandsvariasjoner.
Storelva mellom Fiskevatnet og Frølandsvatnet	Det er i dag krav til minstevannføring målt ved Langeland: 1/5 – 1/10: 0.5 m³/s, 0.3 m³/s resten av året. Minstevannføring er ved utbygging av Børdalen kraftverk foreslått til 0,5 m³/s hele året målt ved Langeland. Det skal også slippes vann fra dam Fiskevatn ved behov for å ivareta gytevandring og smoltutvandring for anadrom fisk. I nullalternativet er det jevnlig overløp over dam Fiskevatn som bidrar med vann til strekningen. Dette varierer mellom år (mellom 12 – 87 dager med overløp pr år for årene 2020-2025). Ved realisering av kraftverket vil det ikke forekomme overløp over dammen, og vannføringsvariasjonen vil bli redusert i disse periodene. Påvirkningen vil være størst øverst på strekningen, og reduseres nedover. Vannslipp ved behov ifm. gytevandring (aug-sept) og smoltutvandring(mai-juni) kan øke vannstandsvariasjon noe. Lavvannføringene vil øke grunnet økt minstevannføring vinterstid. Børdalen kraftverk vil medføre betydelig reduksjon i flomstørrelser og flomhyppighet. Ved Langeland viser nullalternativet gjennomsnittlig maksimal vannføring på 76 m³/s (timesverdi for årene 1998-2024) og tilsvarende gjennomsnitt av maksimal døgnvannføring på 47 m³/s. Børdalen kraftverk vil redusere dette til hhv. 16.2 m³/s og 8,3 m³/s.
Frølandsvatnet	Vannet er ikke regulert og vannstanden er resultat av tilsiget fra i hovedsak Storelva, Frølandselva og Frøland kraftverk. For nullalternativet ligger gjennomsnittlig vannstand på 27,4 moh. Ved realisering av kraftverket vil vannstand i gjennomsnitt ligge noe lavere (27,0 moh.), og med noe hyppigere variasjon i vannstand. Det forventes også noe mer sesongvariasjon med høyest vannstand på forsommeren (april-juni).

Del av vassdraget	Hydrologiske endringer
Tysseelva fra Frølandselva til fjorden	Det er i dag krav til minstevannføring over inntaksdam Tysse kraftverk; 1 m³/s fra 16/10 - 31/5, og 3 m³/s resten av året. Dagens krav vil bestå ved utbygging av Børdalen kraftverk, og i tillegg sikres ved at vann skal tappes fra oppstrøms magasin for å sikre at vannføring tilsvarende minstevannføringskravet oppfylles. Anslag over vannføringsendringer viser at Børdalen kraftverk vil medføre en nær halvering av middelvannføringen gjennom året på strekningen mellom Frølandsvatnet og inntaksdammen til Tysse kraftverk, sett i forhold til nullalternativet. Vannføring og vannstand vil dermed ligge betydelig oftere ned mot lave vannføringer som tilfredsstiller krav til minstevannføring ved inntaksdammen. Den uregulerte Frølandselva bidrar med mye vann til Tysseelva og vannstandsvariasjoner vil fortsatt bestå. Selv med bidraget fra Frølandselva blir det likevel betydelig reduksjon i flomstørrelser og flomhyppighet i Tysseelva. På strekningen fra inntaksdammen til fjorden vil Børdalen kraftverk redusere gjennomsnittlig vannføring fra 17.4 m³/s (nullalternativ) til 11, 0 m³/s. Vannstandsvariasjonen vil bestå, og lavvannføringene ivaretatt gjennom kravet til minstevannføring.
Fjorden	Ved nullalternativet vil alt ferskvann renne ut i fjorden fra Tysseelva, mens ved realisering av kraftverket vil vanntilførsel til fjorden fordeles mellom Tysseelva og utløpet fra kraftverket ved Haukaneset (ca. 50/50 i volum). Sesongvariasjonen i total vanntilførsel til fjorden vil ikke endres betydelig for utbygging av Børdalen kraftverk sammenlignet med nullalternativet. Vanntilførsel til fjorden fra kraftverksutløpet ved Haukaneset vil imidlertid variere mellom 70 m³/s og 0 m³/s over kortere perioder (timer/døgn).

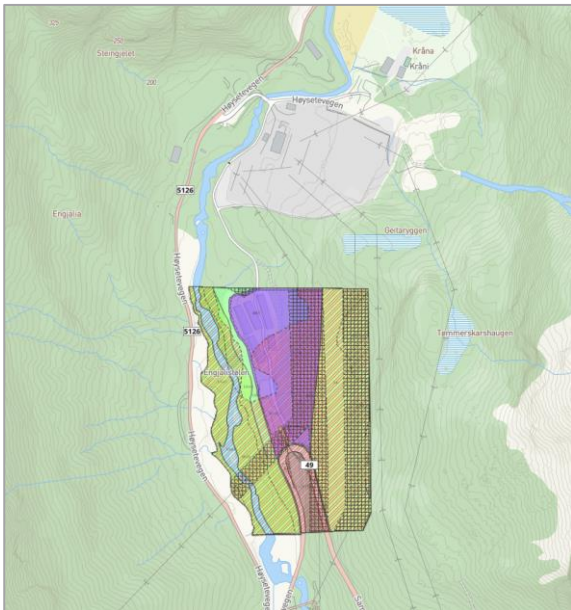
1.4 Nullalternativet

Nullalternativet er forventet situasjon i influensområdet, dersom de planlagte tiltakene ikke blir gjennomført. Alternativet tar utgangspunkt i dagens miljøtilstand og beskriver den mest realistiske utviklingen i utredningsområdet. Nullalternativet er sammenligningsgrunnlaget for vurdering av påvirkning og konsekvens av planlagt tiltak (nullalternativet har per definisjon konsekvensen 0). Nullalternativet inkluderer vedtatte planer og tiltak innenfor influensområdet for prosjektet.

De berørte arealene for Børdalen kraftverk er i kommuneplanens arealdel for Samnanger kommune i all hovedsak avsatt til LNFR (landbruk, natur, friluftsliv og reindrift), mens dagens portalbygg for Grønsdal kraftverk er regulert til «andre typer bebyggelse og anlegg». Det ventes at status for disse områdene i nullalternativet vil være likt som i dag. Et areal ved Leitet er avsatt til fritidsbolig. Området er ikke utbygd og ettersom det ikke foreligger en vedtatt reguleringsplan og ingen reguleringsplan er under arbeid, vurderes nullalternativet å være slik arealet er i dag (skogkledd).

I Børdalen er det et detaljregulert næringsområde (*Børdalen næringsområde*) like sør for Samnanger transformatorstasjon (figur 1-14). Terrenginngrep i forbindelse med etablering av et datasenter på området er gjennomført, og bygninger har blitt satt opp. Ferdigstilling av næringsområdet inngår i nullalternativet. I Børdalen pågår det også arbeid rundt *Samnanger Transformatorstasjon*. Ingen informasjon om planene til Statnett rundt stasjonen ligger offentlig tilgjengelig. Sweco har ikke fått informasjon om hvordan arbeidet skal ferdigstilles fra Statnett eller andre. I nullalternativet er det lagt til grunn at transformatorstasjonen er noe utvidet i nord, og at arealer brukt som rigg i anleggsperioden er istandsatt til jordbruksareal, se skisse i figur 1-15.

I influensområdet for tiltaket er det flere vedtatte reguleringsplaner (en ved Haukaneset og en sør for Tysseelva) som allerede er realisert.



Figur 1-14: Kart over nedre deler av Børdalen, med Samnanger transformatorstasjon i grått, og det detaljregulerte næringsområdet sør for denne. Kart: Norkart AS/Geovekst og kommunene (kommunekart.com).



Figur 1-15: Forutsatt arealbruk ved Samnanger transformatorstasjon i nullalternativet: Grått: transformatorstasjon. Gult: jordbruksareal. Illustrasjon: Sweco.

Nullalternativet tilsvarer altså dagens situasjon for arealbruk, i tillegg til at Børdalen næringsområde er utbygd og at arbeidet rundt Samnanger transformatorstasjon er ferdigstilt, der riggområder er tilbakeført til jordbruk.

Samnangervassdraget er utbygd med flere eksisterende kraftverk. For regulerte vann og vassdrag tilsvarer nullalternativet for prosjektet dagens situasjon med eksisterende reguleringer.

Det er tidligere gitt konsesjon for kraftutbygging av Aldalselva, som renner fra Fitjvatnet til Samnangerfjorden (Figur 1-16). Opprinnelig konsesjon ble gitt i 2016. I 2025 godkjente NVE en omsøkt planendring og utsatt byggefrist til mai 2026. Inntaket til Aldalselva kraftverk skal legges i en friskeilstunnel

med ca. 150 meters lengde. Vannet som tas inn vil være overflatevann, og utslippspunktet vil ligge ca. 150 meter opp i Aldalelva fra utløpet i Samnangerfjorden. Temperaturen på vannet som Aldalselva kraftverk slipper ut i elva vil derfor være ganske lik naturlig temperatur, og kraftverket vil kun ha marginale effekter på vanntemperaturen i elva. Det ventes ikke at kraftverket vil endre temperatur- eller isforhold på Samnangerfjorden. Utbygging av Aldalselva kraftverk er en del av nullalternativet.



Figur 1-16. Aldalselva kraftverk har fått konsesjon og utsatt byggefrist til mai 2026, og er en del av nullalternativet. Kilde: NVE atlas.

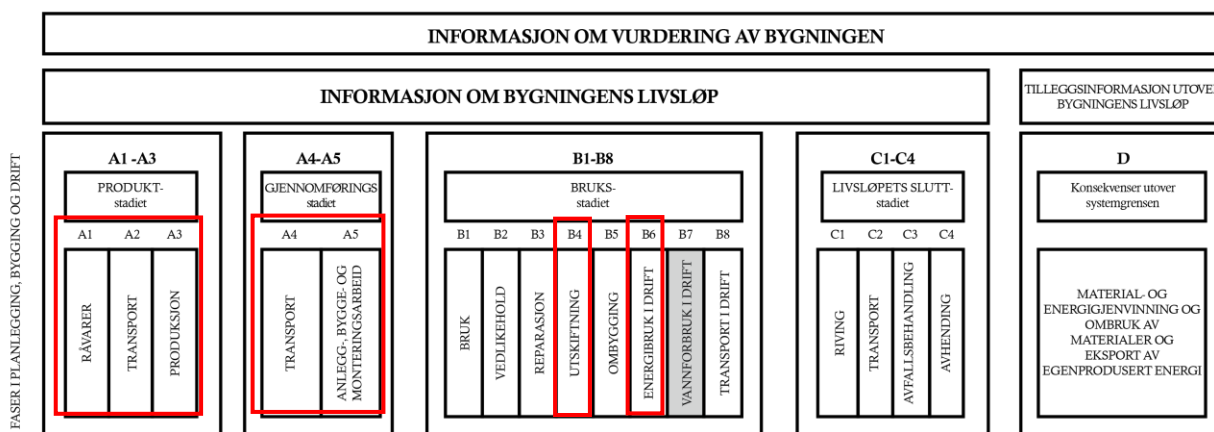
2 Rammer for utredningen

2.1 Definisjon av fagtema klimagassutslipp

Fagtema klimagassutslipp omhandler klimagassutslipp som kan forekomme som en følge av tiltaket. Dette omfatter klimagassutslipp både oppstrøms og nedstrøms tiltaket, f.eks. klimagassutslipp som oppstår i produksjonen av materialer (oppstrøms) og unngåtte utslipp som følge av at ny fornybar energi erstatter annen energi med høyere utslipp (nedstrøms).

Det utredes klimagassutslipp knyttet til arealbeslag, materialforbruk, anleggsarbeid og drift av tiltaket. Beregningsperiode for arealbeslag er 75 år i tråd med veileder M-1941 konsekvensutredning av klima og miljø [2], og 100 år for øvrige utslippskilder i tiltaket i tråd med PCR 2007:08 for kraftproduksjon og distribusjon [3].

Systemgrensene er definert med utgangspunkt i NS 3720 [1], som vist i Tabell 2-1.



Tegnforklaring

- A1-C4 moduler som livsløpet kan inndeles i
- D omfatter tilleggsinformasjon utover bygningens livsløp
- B8 ny modul sammenlignet med NS-EN 15978
- B7 omfattes ikke av denne standarden, med unntak av den energibruk som kreves for distribusjon og oppvarming av forbruksvann som inngår i modul B6.

Tabell 2-1. Livsløpsfaser definert i NS 3720.

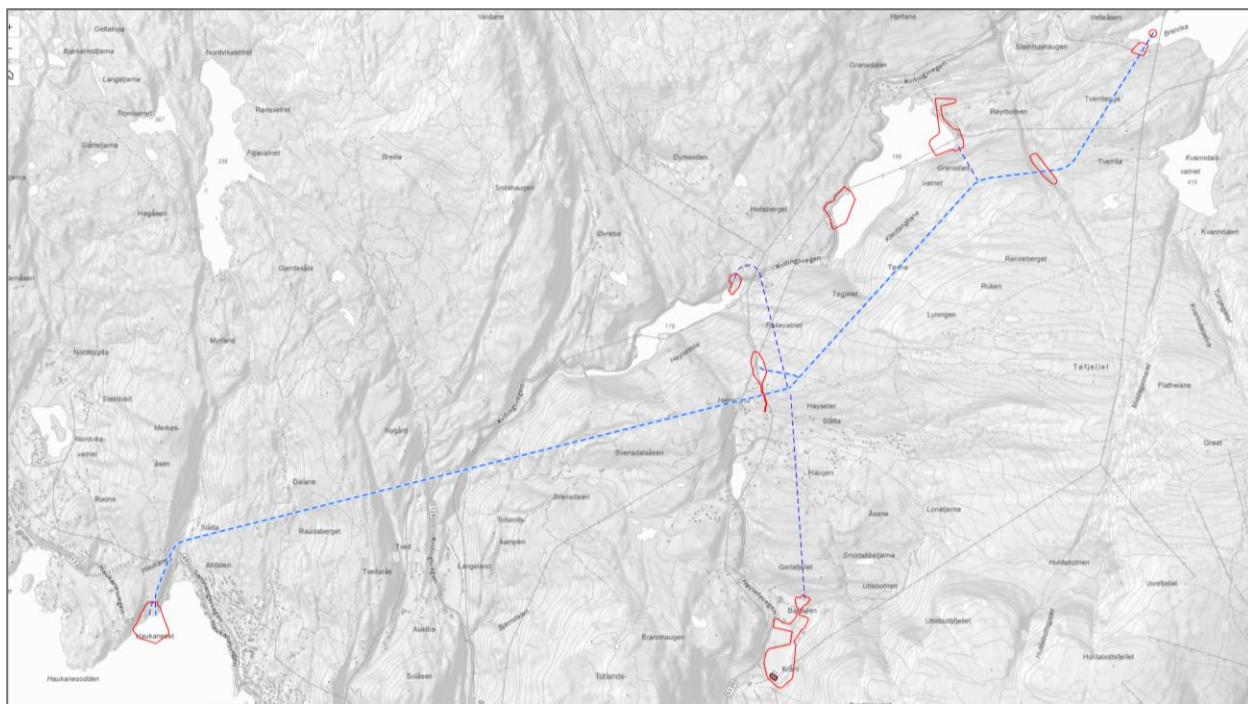
Hovedsakelig inkluderer denne utredningen klimagassutslipp knyttet til materialbruk i produktstadiet (A1-A3), transport av materialer til byggeplass i gjennomføringsstadiet (A4), arealbruksendring, kapp og svinn av materialer, og anleggsarbeid i gjennomføringsstadiet (A5), utskiftning i bruksstadiet (B4), og energibruk i drift (B6). Systemgrensene er nærmere beskrevet i hver del av utredningen.

2.2 Influensområde for klimagassutslipp

Influensområdet defineres som det geografiske området som blir direkte berørt av tiltaket. I dette området forventes det direkte klimagassutslipp, både i anleggsfasen og driftsfasen. Influensområdet omfatter alle konstruksjonene i Børdalen kraftverk, samt de tilhørende riggområdene og massedeponiene. Tiltaket medfører ingen fysiske endringer i de eksisterende kraftverkene i Samnangervassdraget mellom Kvittingsvatnet og Samnangerfjorden, og derfor er utslipp knyttet til vedlikehold og utskiftninger i disse kraftverkene ikke inkludert i utredningen. Ettersom Børdalen kraftverk vil påvirke produksjonen i de eksisterende kraftverkene i vassdraget, er energiproduksjonen i disse inkludert i utredningen. De eksisterende kraftverkene i Samnangervassdraget mellom Kvittingsvatnet og Samnangerfjorden omfatter følgende kraftverk:

- Grønsdal kraftverk
- Myra kraftverk
- Frøland kraftverk
- Tyssefossen kraftverk

Figur 2-1 viser influensområdet definert i konsekvensutredningen for klimagassutslipp (denne fagrapporten). De fysiske inngrep inkluderer kraftstasjon, veger, påhugg, tunneler, deponi, inntak, utløp, nettilknytningsløsning, og riggområder i det nye kraftverket. Røde polygoner i figuren viser inngrepsgrensen for arealbruk over bakken, og blå stiplede linjer viser tunneler.



Figur 2-1. Influensområdet for konsekvensutredning av klimagassutslipp er definert som inngrepsgrensen over og under bakken. Figuren viser samlet influensområde for vannkraftverk og nettilknytning.

2.3 Avgrensning mot andre fagtema

I den samme tidsperioden hvor denne rapporten blir utarbeidet er det flere fagtema som blir utredet for deres konsekvenser på klima og miljø. Disse temaene inkluderer naturmangfold, vannmiljø og naturmangfold i vann, friluftsliv, landskap, forurenset grunn, reiseliv og kulturmiljø.

Konsekvensutredning av klimagassutslipp (denne rapporten) tar ikke høyde for hvordan økte klimagassutslipp vil påvirke andre fagtema. Direkte utslipp fra forbrenning av drivstoff og detonasjon av sprengstoff i anleggsgjennomføringsfasen er også knyttet til påvirkning på fagtema luftforurensning. I denne rapporten er det kun utredet konsekvensene av direkte utslipp for klimagassutslipp, og ikke for fagtemaet forurensning.

Det er hentet underlag fra tiltakshaver og tekniske fag for å utføre klimagassberegningene.

2.4 Utredningskrav

Kraftsystemet i Norge er i endring, gjennom økt utvekslingskapasitet og handel med våre naboland, økt andel energiproduksjon fra vind, sol og uregulert småkraft har det gitt betydelig uforutsigbarhet i produksjonsvolum og raske endringer i flyt i kraftnettet. Dette kommer til uttrykk som uforutsigbarhet i

kraftpris og økte behov for system- og balansetjenester for å sikre stabilitet og sikker kraftforsyning. Børdalen kraftverk vil bidra til økt stabilitet i nettet ved å kunne tilby økt effekt og kraft til markedet i perioder med kraft- eller effektunderskudd.

Det er ikke fastsatt eget utredningsprogram for dette tiltaket (O/U-prosjekt), men KU-forskriftens § 21 definerer krav til beskrivelse av faktorer som kan bli påvirket og vurdering av vesentlige virkninger på miljø og samfunn:

- Konsekvensutredningen skal identifisere og beskrive de faktorer som kan bli påvirket og vurdere vesentlige virkninger for miljø og samfunn.
- Beskrivelsen skal omfatte positive, negative, direkte, indirekte, midlertidige, varige, kortsiktige og langsiktige virkninger.
- Samlede virkninger av planen eller tiltaket sett i lys av allerede gjennomførte, vedtatte eller godkjente planer eller tiltak i influensområdet skal også vurderes.

For fagtema klimagassutslipp stipulerer NVEs veileder for konsesjonssøknad for vannkraftanlegg at konsekvensutredningen skal utredes i henhold til Miljødirektoratets håndbok for konsekvensutredning av klima og miljø, M-1941, med enkelte mindre justeringer knyttet til arealbruksendringer som beskrevet i NVEs veileder. Kravet gjelder alle vannkraftanlegg som vil føre til økning eller reduksjon i klimagassutslipp på over 2 000 tonn CO₂e.

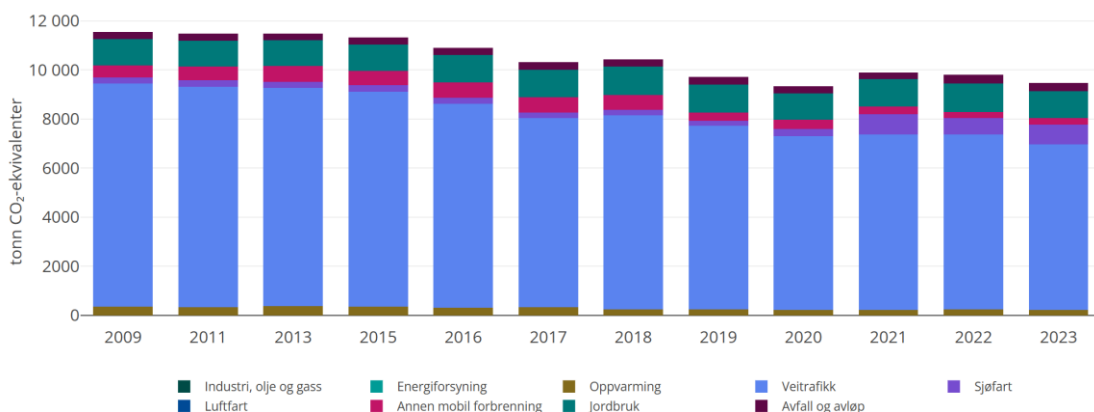
3 Utredning utslipp av klimagasser

3.1 Utslipp av klimagasser i Samnanger kommune

Det nye Børdalen kraftverk ligger i Samnanger kommune. Kommunen er en del av Vestland fylkeskommune og har 2 498 innbyggere per 1. kvartal 2025 [4]. Sist rapporterte direkte klimagassutslipp i kommunen i 2023 var 9 480 tonn CO₂e [5]. Figur 3-1 viser årlig klimagassutslippene i Samnanger kommune fordelt på åtte sektorer mellom år 2009 og 2023.

Tilgjengelige data viser at veitrafikk historisk sett har bidratt mest til klimagassutslippene i kommunen. I 2023 utgjorde denne sektoren 71,3 % av de totale utslippene. Klimagassutslippene i kommunen har stort sett blitt gradvis redusert mellom 2009 og 2023, med de høyeste utslippene på 11 545 tonn CO₂e registrert i 2009, og de laveste utslippene i 2020. Det er sannsynlig at COVID-19-pandemien spilte en rolle i de lavere utslippene i 2020, da veitrafikk gikk betydelig ned det året.

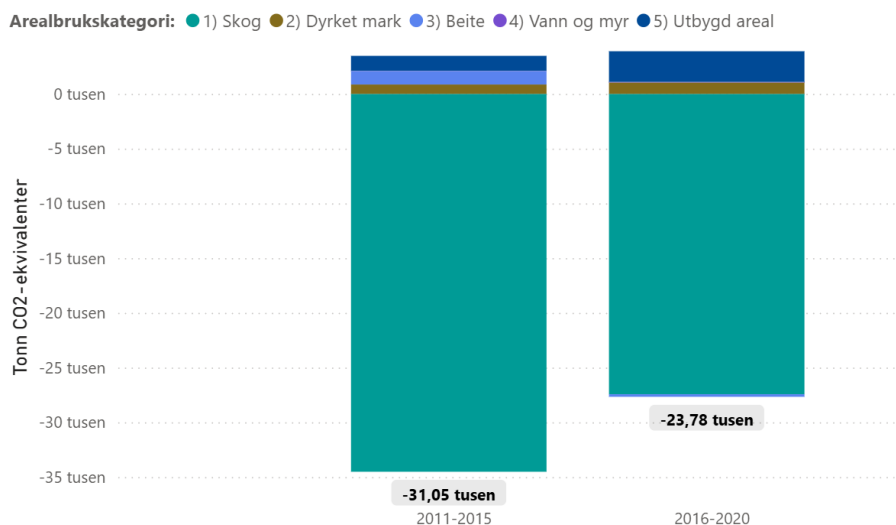
Etter 2020 har utslippene fra sjøfart økt betydelig, noe som kan skyldes endringer i transportmønstre og økt aktivitet på sjøen. Kommunen har et mål om å redusere sine utslipp av klimagasser. I 2023 hadde Samnanger kommune det laveste klimagassutslippet på tre år, og sammenlignet med nivået i 2009, var de totale klimagassutslippene i kommunen redusert med 19,1 % i 2023. Denne utviklingen er i tråd med kommunens og Norges klimaambisjoner.



Figur 3-1. Sektorfordelte utslipp per år i Samnanger kommune [5].

Samtidig har netto opptak av klimagasser fra skog og arealbruk sunket betydelig i Samnanger kommune. Figur 3-2 viser opptak og utslipp av klimagasser fra skog og arealbruk i Samnanger kommune [6]. I perioden 2011-2015 var netto opptak fra skog og arealbruk 31 047 tonn CO₂e per år, mens netto opptak i perioden 2016-2020 var 23 779 tonn CO₂e per år, som tilsvarer en reduksjon på 7 268 tonn CO₂e (ca. 23 % reduksjon).

I perioden 2011-2015 stod skog for det største klimagassopptaket på 34 519 tonn CO₂e, mens utbygd areal ga størst utslipp i arealbrukskategorien på 1 367 tonn CO₂e. I perioden 2016-2020 var skog igjen den største bidragsyteren til klimagassopptaket med -27 438 tonn CO₂e, mens utbygd areal ga størst utslipp med 2 799 tonn CO₂e. Nedgangen i netto opptak i kommunen skyldes hovedsakelig nedbygging av skogområder, etterfulgt av økning i utbygd areal. Beiteområder viste også en betydelig endring, fra å ha et positivt utslipp på 1 227 tonn CO₂e i perioden 2011-2015, til et negativt opptak på -235 tonn CO₂e i perioden 2016-2020. Dyrket mark bidro til klimagassutslipp med 855 tonn CO₂e per år i perioden 2011-2015 og 1 043 tonn CO₂e per år i perioden 2016-2020. Vann og myr bidro også til klimagassutslipp med 23 tonn CO₂e per år i perioden 2011-2015 og 52 tonn CO₂e per år i perioden 2016-2020.



Figur 3-2. Utslipp og opptak av klimagasser i Samnanger kommune [6].

Samnanger kommune har satt seg ambisiøse mål for å redusere klimagassutslipp og begrense arealbruk [7]. Kommunen følger de nasjonale føringene som er fastsatt av regjeringen, med fokus på bærekraftig utvikling, beskyttelse av natur og miljø, og en reduksjon av klimagassutslipp. Kommunen skal arbeide for å skape et bærekraftig samfunn i tråd med FNs bærekraftsmål, som inkluderer økologisk, sosial og økonomisk bærekraft. Mellom 2009 og 2023 har Samnanger kuttet sine utslipp med 19,1 %. Når det gjelder bevaring av natur rangeres Samnanger kommune på 94. plass blant 357 norske kommuner [8]. Kommunen har som mål å fortsette denne positive utviklingen ved å implementere ytterligere tiltak for å kutte utslipp.

Samnanger kommune har fastsatt flere tiltak og virkemidler for å nå sine klima- og miljømål. Disse er beskrevet i kommunens planstrategi, samfunnsplan, og arealstrategi. Kommunen har vedtatt at arealnøytralitet ikke skal være førende for arbeidet med kommuneplanen, men det er enighet om at naturkvalitetene i kommunen bør sikres. Etablering av bolig- og næringsområde skal plasseres slik at det blir minst mulig naturinngrep og behov for ny arealkrevende infrastruktur. Gjennom innkjøp, ny bruk av eksisterende bygg, næringsutvikling og samlokalisering, kan kommunen ta aktive grep for å redusere lokale klimagassutslipp.

Prosjektet Børdalen kraftverk vil ha direkte og indirekte påvirkninger på kommunens klimamål. Prosjektet har som mål å redusere klimagassutslippene ved å utnytte fallet mellom eksisterende reguleringsmagasiner og legge til rette for kraftproduksjon i perioder når behovet for kraft er størst. Ved å erstatte fossile energikilder med fornybar vannkraft, bidrar slike prosjekter i kampen mot klimaendringer, samt Norges klimaforpliktelser. Prosjektet vil også undersøke tiltak for å minimere utslipp fra anleggsfasen basert på funnene fra denne utredningen samt videre prosjektering. Revegetering og istandsetting av alle nye arealinngrep og deponier som ikke legges til reguleringssonen vil også bidra til å opprettholde naturkvalitetene i kommunen. Prosjektets virkninger for kommunens klimagassregnskap er nærmere beskrevet i kapittel 4.3.

Børdalen kraftverk er i tråd med Samnanger kommunes mål for reduksjon av klimagassutslipp og bærekraftig arealbruk. Ved å utnytte eksisterende vannkraftressurser og implementere tiltak for å minimere utslipp fra anleggsfasen, vil prosjektet bidra positivt til kommunens klima- og miljømål. Gjennom målrettede tiltak og strategier kan kommunen arbeide mot en mer bærekraftig fremtid og bidra til nasjonale og globale klimamål.

3.2 Klimagassutslipp fra arealbruksendringer

I forbindelse med konsekvensutredninger for klima og miljø er det avgjørende å kunne kvantifisere klimagassutslipp som følge av arealbruksendringer. Arealbeslag og -endringer refererer til endringer i arealbruk, som for eksempel avskoging, utbygging og andre inngrep som påvirker vegetasjonsdekket og dermed karbonlagringen i biomasse og jord. I henhold til NS 3720 rapporteres klimagassutslippene fra arealbruksendringer separat.

I dette kapittelet beregnes og vurderes klimagassutslipp knyttet til arealbeslag fra tiltaket.

3.2.1 Metode

Metoden beskrevet i M-1941 gir en systematisk tilnærming for å beregne disse utslippene ved å ta hensyn til ulike faktorer som påvirker karbonbalansen i berørte områder. Metoden bygger på metodikk fra det nasjonale klimagassregnskapet og representerer en videreutvikling og generalisering av metoder opprinnelig utviklet for veisektoren. Den er metodisk kompatibel med både klimagassregnskap og livssyklusanalyser, og gir dermed et helhetlig bilde av klimagassutslippene. En detaljert beskrivelse av metoden finnes i rapporten «Metoder for beregning av klimagassutslipp fra arealbeslag» fra 2022 [9].

Utslippsfaktorene er avledet fra det nasjonale klimagassregnskapet 2022 og tilpasset den spesifikke beregningsmetoden. Disse faktorene er delt inn i to hovedkategorier: opptak over analyseperioden hvis arealbeslaget ikke finner sted (nullalternativet), og utslipp som følge av arealbeslaget (se Tabell 3-1). Det siste innebærer økt nedbryting av levende biomasse, dødt organisk materiale og jord. Opptak over analyseperioden omfatter kun tilvekst i levende biomasse.

Beregningsperiode for arealbeslag er 75 år i tråd med veileder M-1941 konsekvensutredning av klima og miljø. Alle utslippsfaktorer er oppgitt i tonn CO₂e per dekar.

Tabell 3-1. Standard utslippsfaktorer (tonn CO₂e/dekar) for arealbruksendringer, jfr. M-1941. Negativt fortegn betyr opptak.

		Standard utslippsfaktor (tonn CO ₂ e/dekar)		
		Nullalternativet	Arealbeslaget	
			Areal med mineraljord	Areal med organisk jord
Skog	Lav bonitet	-12	48	157
	Middels bonitet	-20	53	162
	Høy bonitet	-29	57	167
Myr		-	-	337
Jordbruksareal (full-, overdyrka og innmarksbeite)		-1	43	120

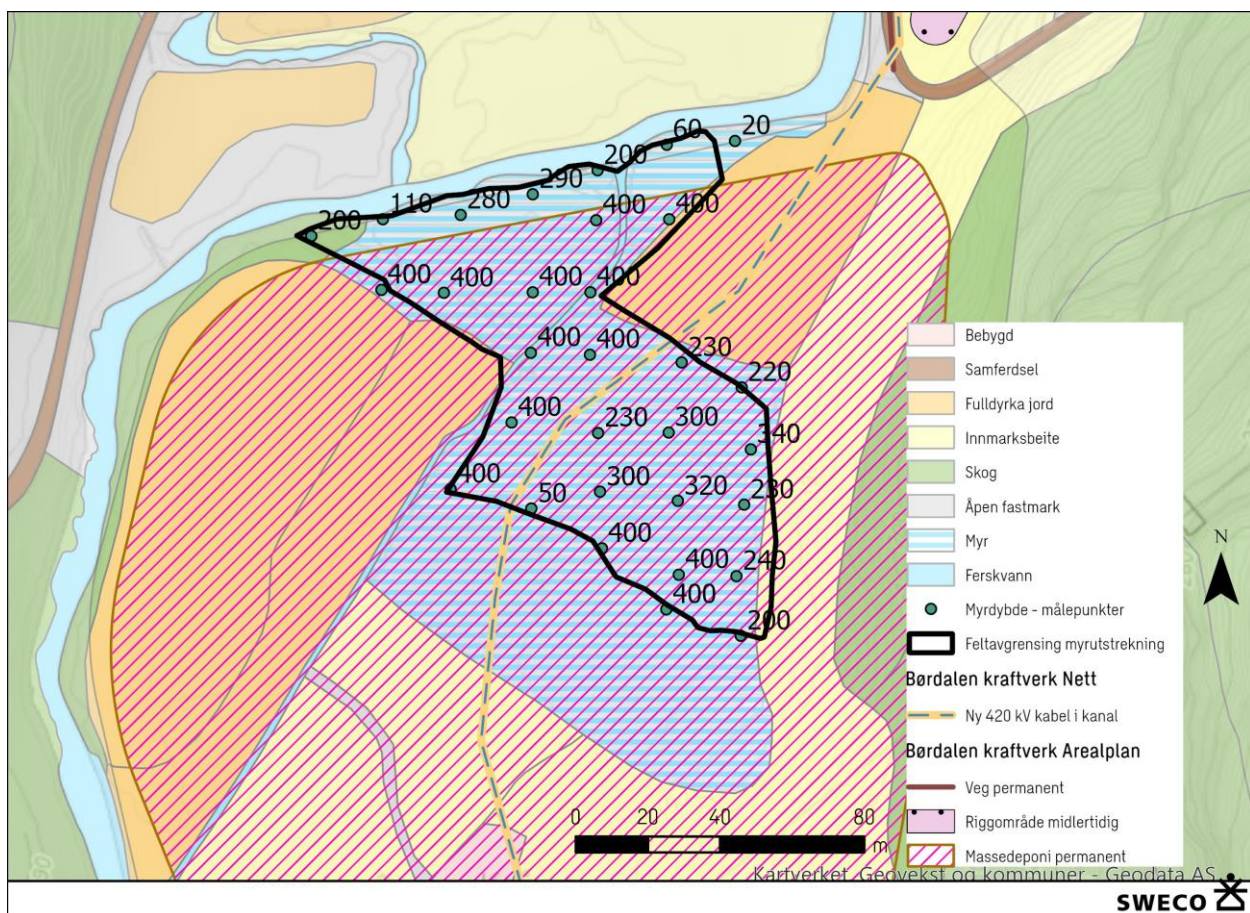
NVEs digitale veileder for konsesjonssøknad av vannkraftanlegg stiller krav til tilpasning av M-1941 metoden. I henhold til veilederen skal skogarealer der det fjernes biomasse, men ikke graves eller fjernes jord skilles ut. For disse arealene skal gjeldende arealspesifikke utslippsfaktoren multipliseres med 0,5. Denne tilpasningen er brukt i denne utredningen der dette er aktuelt. Det beregnes derfor klimagassutslipp fra *arealbeslag med graving* og *arealbeslag uten graving*. For fagtema klimagassutslipp skilles det ikke mellom permanente og midlertidige arealbeslag.

For nye veier, samt forbedring av eksisterende veier er det lagt til grunn at disse er 6 meter brede. For kabelkanaler er det lagt til grunn at bredden av det permanente arealbeslaget er 0,8 m, mens det midlertidige arealbeslaget er 2,5 m fra senterlinje. Merk at i beregning av klimagassutslipp fra arealbeslag skilles det ikke mellom permanent og midlertidig beslag.

Myr i tiltaket

Myr er et viktig karbonlager, og det har vært viktig for prosjektet å begrense inngrep i myr så mye som mulig. Det ble derfor gjennomført dybdeundersøkelser av flere områder hvor det var identifisert potensiell myr i september 2025, og målepunktene er vist i Figur 3-4. I etterkant av feltundersøkelsene ble tiltaket justert for å unngå inngrep i flere av myrområdene, og inngrep i myr begrenses seg til området i Børdalen hvor det er planlagt massedeponi. Målepunkter er vist i Vedlegg 2.

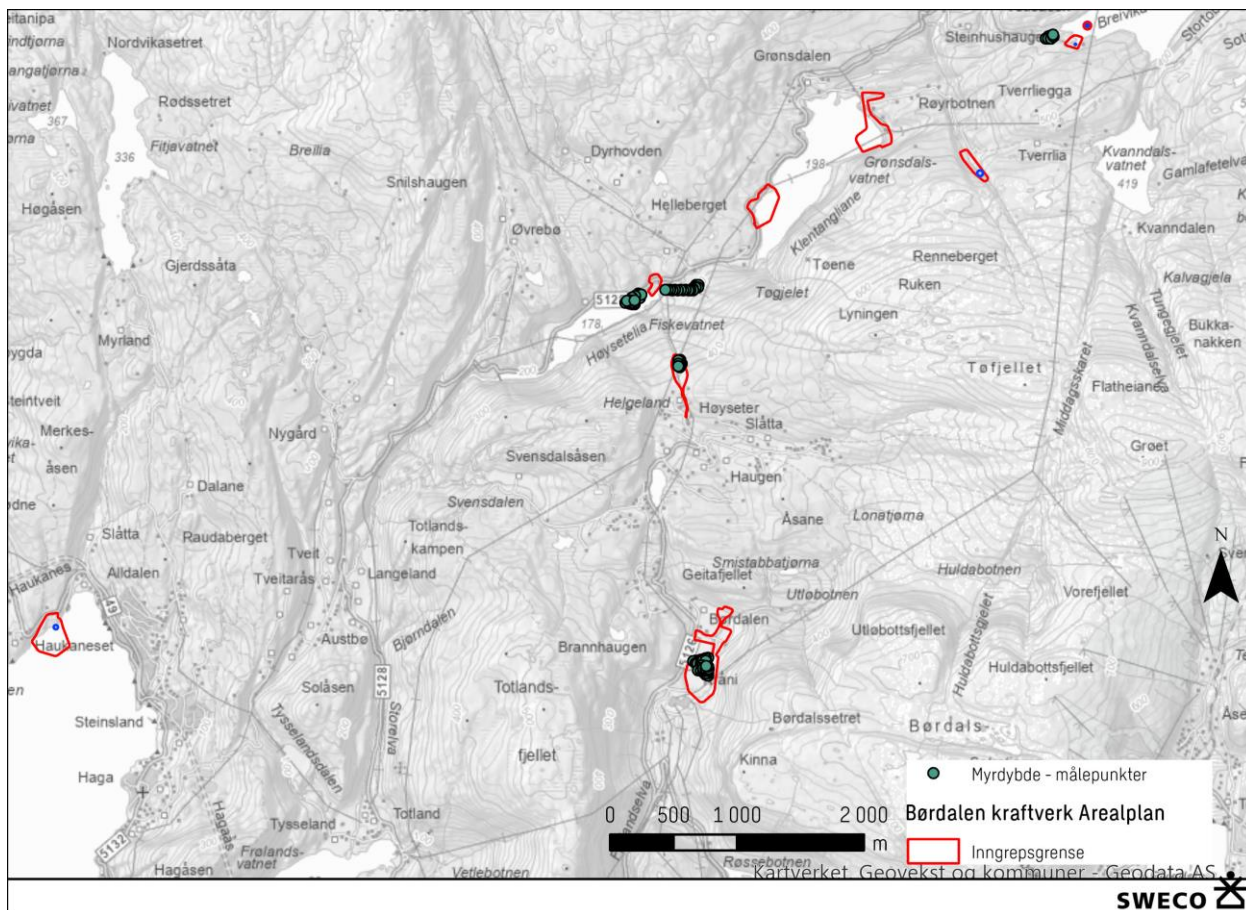
Målinger i Børdalen viser en gjennomsnittlig dybde på 2,91 meter, men maksimal dybde på torvlaget tilsvarende 4 meter. Dette skyldes at torvmassene var av en slik mektighet at hånddriving av dybdesonde ikke lot seg gjøre dypere enn dette. Det er derfor sannsynlig at faktisk dybde er mer enn 4 meter. Feltundersøkelsene fant også at faktisk utstrekning av myrområdet avviker fra offentlig kartgrunnlag som en følge av anleggsarbeid på stedet (Figur 3-3). Justert myrareal legges til grunn for beregning av klimagassutslipp fra arealbruksendring i området.



Figur 3-3. Kartlegging av myrdybder i Børdalen. Feltavgrensning myrutsrekning viser vurdert faktisk utstrekning av myrområdet basert på feltundersøkelser.

Klimagassutslipp fra arealbruksendring av myrområder er i hovedsak knyttet til uttak av torvmasser og drenering av myrområder. Dette medfører at det kommer luft til torvmassene, og det igangsettes en aerob nedbrytning av de karbonrike torvmassene. I dette tiltaket er det ikke planlagt større inngrep i myr og torvmark annet enn deponering av tunnelmasser uten at torvmassene fjernes. Litteraturen er uklar på hvorvidt dette vil medføre en nedbrytning av torvmassene ettersom slik deponering ikke nødvendigvis innebærer at luft kommer til torva. Det er likevel mulig at tilførsel av deponimasser kan presse ut vannet av torva, og dersom deponiet ikke er tilstrekkelig tykt kan luft dermed komme til torva, og føre til aerob nedbrytning. Under anaerobe forhold (i både friske og ødelagte myrer) vil det også være metanproduksjon som følge av at torva brytes ned, men noe av metanet fanges opp i vegetasjonen i levende myr. Dette

indikerer at en nedmassing av myr og torv kan medføre økte klimagassutslipp selv om torva ikke får økt tilgang til oksygen. Med bakgrunn i dette er det vurdert dithen at arealbruksendringer knyttet til massedeponi på myr beregnes med standard utslippsfaktorer som vist i Tabell 3-1.

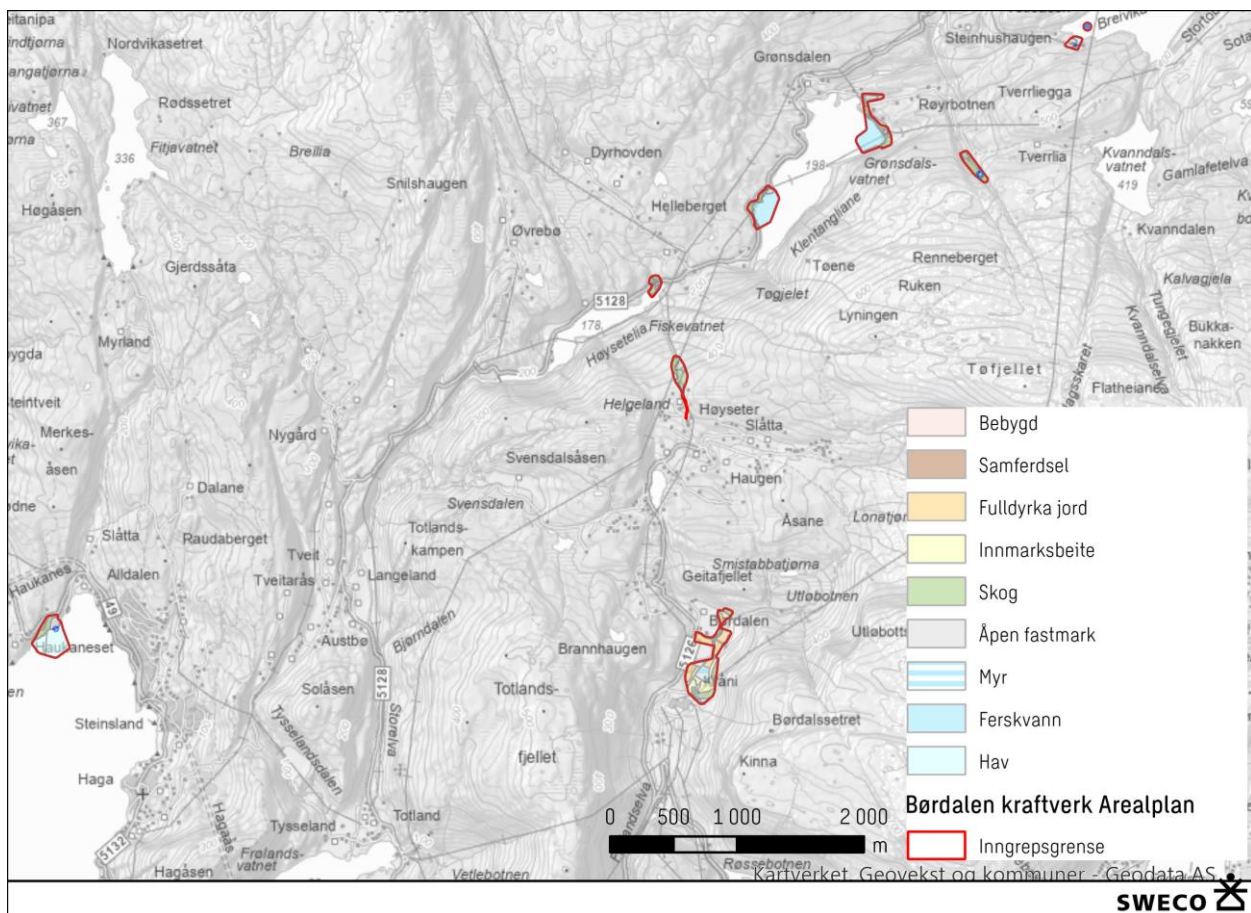


Figur 3-4. Målepunkter for myrdybde i områder hvor det var aktuelt med inngrep tilknyttet Børdalen kraftverk.

3.2.2 Datagrunnlag

Informasjon om arealtype og skogsbonitet er hentet fra markslagskart i AR5 [10].

Figur 3-5 viser arealtyper i influensområdet som brukes for klimagassberegning fra arealbeslag. Per M-1941 skilles det ikke mellom permanent og midlertidig arealbeslag ved beregning av klimagassutslipp. Det skilles allikevel mellom arealer hvor jordmasse fjernes eller ikke iht. NVEs metode.



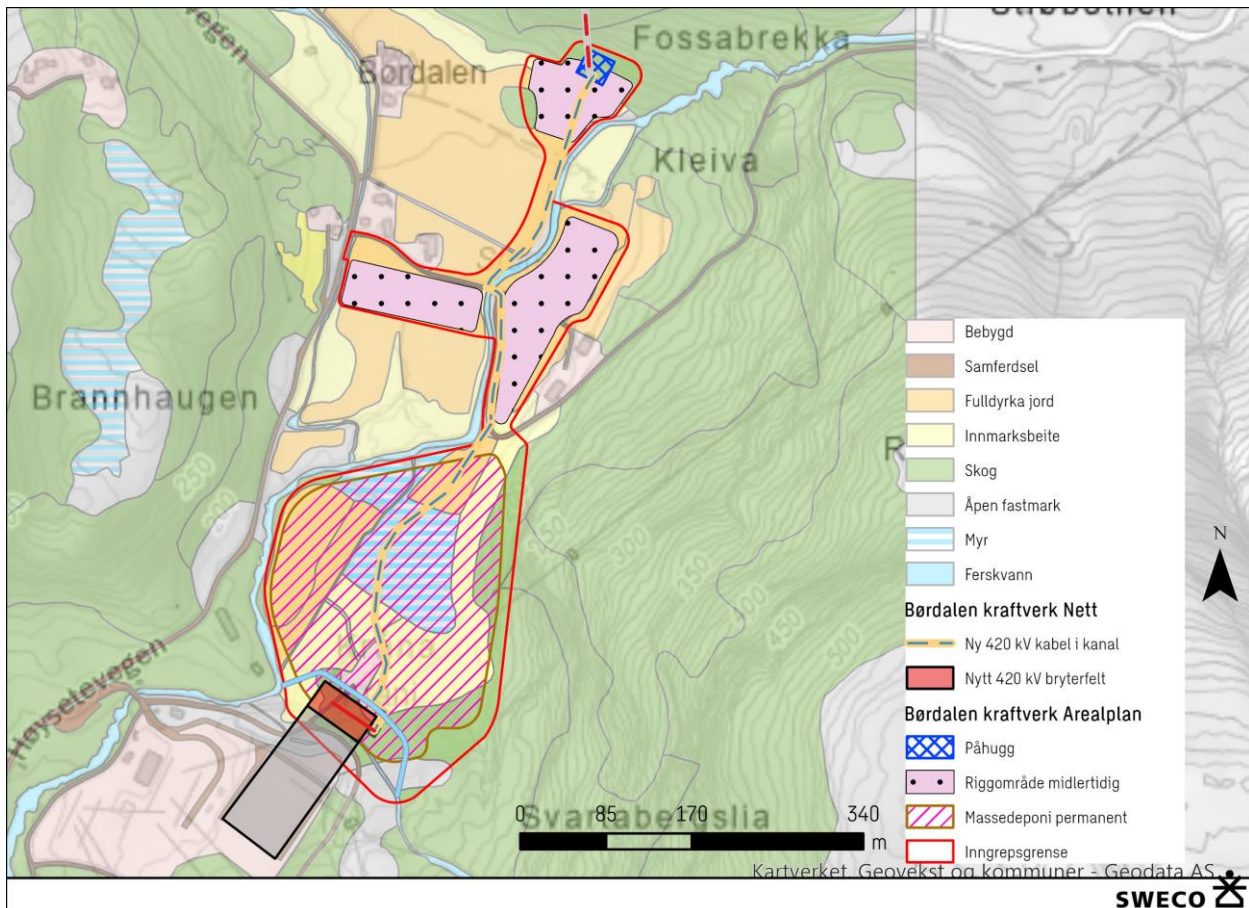
Figur 3-5. Oversikt over arealtypene i området relevant for klimagassberegning for arealbeslag for Børdalen kraftverk. Inngrep under bakken er ikke inkludert i figuren ettersom dette ikke medfører arealbruksendringer.

Oppføring av Børdalen kraftverk vil medføre inngrep i områder preget av skog med forskjellig bonitet, jordbruksareal og myrområder. Øvrige arealtypene som påvirkes av inngrepet har ikke konsekvens for klimagassberegningene. Det forutsettes at alle arealinngrep medfører graving, inkludert midlertidige arealbruksendringer som riggområder. Dette innebærer at det beregnes fullstendig tap av områdets evne til å ta opp karbon, samt tap av lagret karbon i vegetasjon og jordmasser.

I Børdalen er det, som beskrevet i nullalternativet, forutsatt at deler av området hvor det skal deponeres masser tilbakeføres til jordbruksareal, jamfør gjeldende arealplaner. Dette er ikke hensyntatt i beregningene ettersom metodikken ikke legger til rette for det.

Børdalen kraftverk

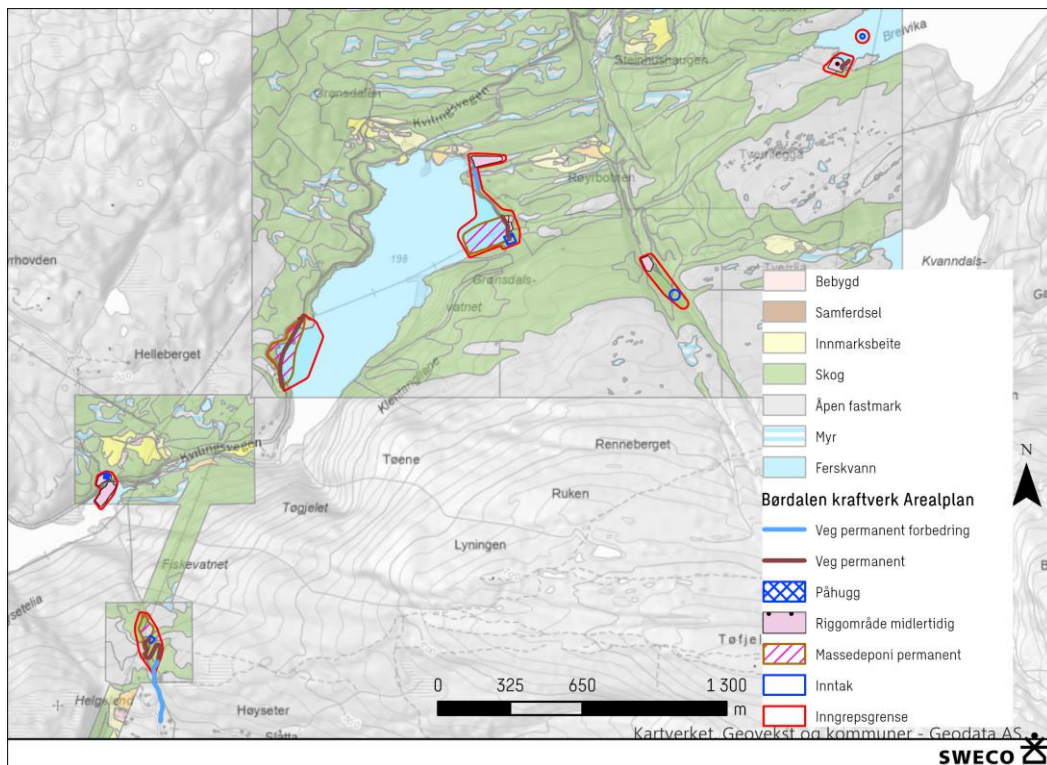
Børdalen kraftverk vil medføre arealinngrep i flere områder. De største inngrepene vil være i Børdalen (Figur 3-6), men det vil også være flere større og mindre inngrep knyttet til inntak, påhugg, deponi og veiutbedringer (Figur 3-7 og Figur 3-8).



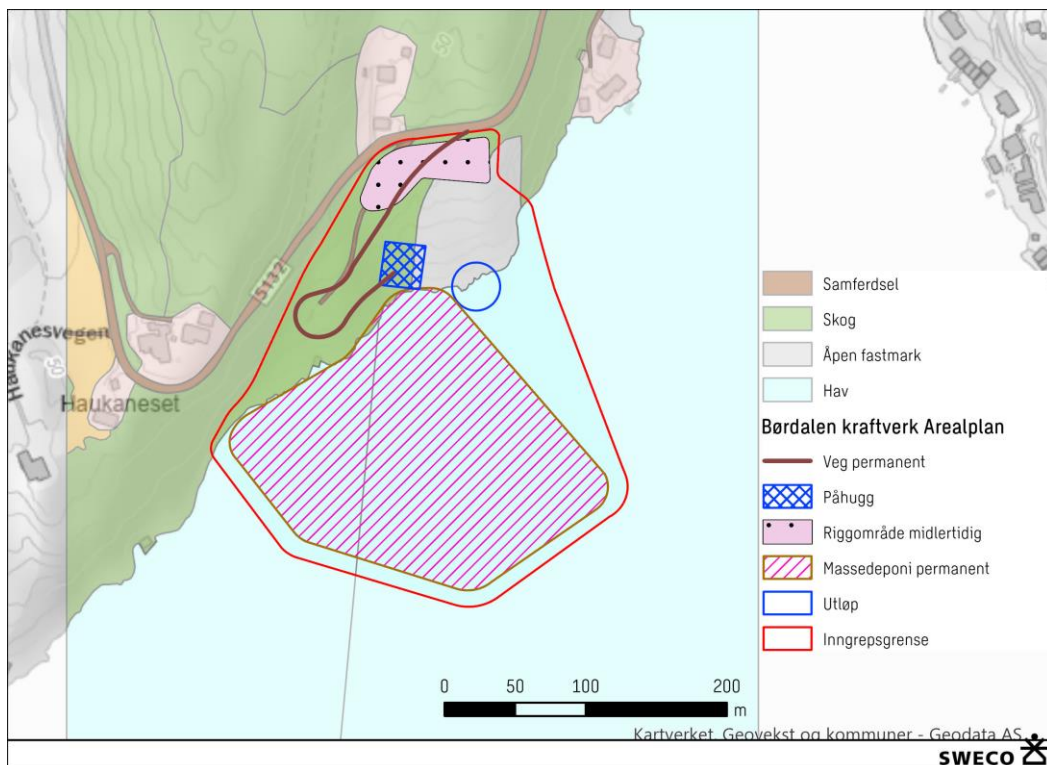
Figur 3-6. Arealtyper i Børdalen sammen med tiltak for Børdalen kraftverk og nettilknytning.

Totalt areal av områder med relevans for klimagassberegningene i influensområdet, definert av inngrepsgrensen, av 217 daa, fordelt på 66 daa uproduktiv skog, 38 daa skog med middels bonitet, 35 daa skog med høy bonitet, 13 daa myr, og 64 daa jordbruksareal. I tillegg er det områder med arealtype åpen fastmark, bebyggelse og samferdsel. Arealinngrep knyttet til nettilknytning er begrenset til kabelkanal og nytt 420 kV bryterfelt i Børdalen. Disse ligger i områder med planlagt arealbruksendring som følge av kraftverksutbyggingen, så disse vil ikke medføre ytterligere utslipp fra arealbruksendringer.

Tabell 3-2 viser arealene som gjennomgår arealbruksendringer som en følge av tiltaket innenfor influensområdet for de arealtypene som er relevante for beregning av klimagassutslipp for Børdalen kraftverk.



Figur 3-7. Arealtyper og inngrep ved Leitet, Myra, rundt Grønsdalsvatnet, Tverrligelet og Breivika.



Figur 3-8. Arealtyper og inngrep ved Haukaneset.

Tabell 3-2. Arealregnskap for Børdalen kraftverk, fordelt på areal typer som er relevant for klimagassberegning.

Arealtype	Influensområdet (dekar)	Arealbeslag Børdalen kraftverk	
		Areal med graving (dekar)	Areal uten graving (dekar)
Skog	Lav bonitet	0	0
	Middels bonitet	38	9
	Høy bonitet	35	15
Myr	13	10	0
Jordbruksareal (full-, overflatedyrka og innmarksbeite)	64	25	0
SUM	151	60	0

3.2.3 Resultater

I dette kapittelet oppsummeres resultatene av klimagassberegningene for arealbeslag. For beregningene er det brukt Miljødirektoratets beregningsmal for klimagassutslipp fra karbonrike arealer [11]. Her er arealbeslagene, som beskrevet i kapittel 3.2.2, satt sammen med utslippsfaktorer for arealbeslag, som vist i Tabell 3-1.

Børdalen kraftverk

Klimagassutslipp fra arealbeslag fra nye Børdalen kraftverk er presentert i Tabell 3-3. Den viktigste kilden til klimagassutslipp fra arealbruksendringer av tiltaket er knytte til massedeponiet i Børdalen som i stor grad ligger på myr. I tillegg medfører tiltaket inngrep på jordbruksareal og skog.

Tabell 3-3. Fremstilling av resultat av klimagassberegningene for Børdalen kraftverk. Negativt fortegn betyr opptak.

		Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)	
		Nullalternativet	Arealbeslaget
Skog	Lav bonitet	0	0
	Middels bonitet	-183	484
	Høy bonitet	-441	868
Myr		-	4 763
Jordbruksareal (full-, overflatedyrka og innmarksbeite)		-25	1 094
SUM		-649	7 208

3.2.4 Oppsummering

For Børdalen kraftverk medfører tiltaket en noe negativ endring fra nullalternativet mht. klimagassutslipp/opptak. Oppsummering av tiltakets klimagassutslipp som følge av arealbruksendringer er vist i Tabell 3-4. Den viktigste kilden til klimagassutslippene er knyttet til massedeponering på myrområder i Børdalen, men også beslag (permanent og midlertidig) av skog og jordbruksareal medfører utslipp som i seg selv tilsvarer en noe negativ konsekvens for fagtema klimagassutslipp. Til sammen er tiltaket beregnet å medføre økt konsentrasjon av CO₂e tilsvarende 7 857 tonn, sammenlignet med nullalternativet.

Arealbruksendringer/-beslag knyttet til nettilkobling er i sin helhet begrenset til områder som påvirkes av kraftverket, og disse medfører derfor ingen ytterligere klimagassutslipp.

Tabell 3-4. Oppsummering av klimagassutslipp fra arealbeslag. Negativt fortegn betyr opptak.

	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)			
	Nullalternativet	Arealbeslag	Differanse mellom nullalternativ og løsning	Konsekvensgrad (fra Tabell 4-2)
Børdalen kraftverk	-649	7 208	7 857	Noe negativ konsekvens (1 –)
Nettilknytning	–	–	0	–

3.2.5 Usikkerheter

Beregning av klimagassutslipp fra arealbeslag i henhold til Miljødirektoratets veileder M-1941 innebærer en rekke usikkerheter. For det første er datagrunnlaget fra NIBIOs kartløsning AR5 en kilde til usikkerhet, da kartet kan ha varierende nøyaktighet og oppløsning, noe som kan påvirke identifisering og klassifisering av arealtyper. Videre kan det være usikkerhet knyttet til de spesifikke utslippsfaktorene som brukes for forskjellige arealtyper som skog, fulldyrka jord og innmarksbeite. Disse faktorene kan variere avhengig av lokale forhold som jordtype, vegetasjon og klimatiske forhold, som ikke alltid er fullt representert i de mer generiske faktorene gitt i M-1941. Det samme gjelder for NVEs metode der man halverer utslipp fra arealbeslag i skog hvor det ikke fjernes jord.

I tillegg kan metodens forenklinger og antakelser bidra til usikkerheter. For eksempel kan metoden anta ensartede forhold over større områder, noe som ikke nødvendigvis reflekterer den faktiske heterogeniteten i landskapet. De faktiske utslippene fra arealbruksendring vil også i stor grad avhenge av hvordan jorden håndteres og mengden av karbon som brytes ned.

I dette prosjektet er det også usikkerhet knyttet til dybde på myr i Børdalen, hvor dybdemålinger ble begrenset til 4 meters dybde. Informasjon fra en gravemaskinfører påtruffet på stedet gir grunn til å anta at dybden på torvlaget kan være dypere. I tillegg er det usikkerhet knyttet til hvordan deponering av tunnelmasser på myr kan påvirke nedbrytingen av torvmassene. I sum innebærer dette at de beregnede utslippene for deponering av tunnelmasser i Børdalen kan være for lave dersom torvdybden er vesentlig større, men også at de er usikre knyttet til den faktiske nedbrytingen som vil skje som en følge av deponeringen.

3.3 Klimagassutslipp fra materialbruk og utbygging (A1-A5, B4)

I forbindelse med konsekvensutredning for klimagassutslipp for Børdalen kraftverk er det viktig å kvantifisere og vurdere klimagassutslipp knyttet til materialbruk og anleggsgjennomføring. I dette kapitlet beregnes og vurderes klimagassutslipp knyttet til materialproduksjon, transport av materialer til anleggsplass, anleggsgjennomføring, herunder anleggsmaskiner og massetransport, samt utskiftning i bruksstadiet.

3.3.1 Metode

Livsløpsfasene A1-A3, A4, A5a, A5b og B4 er inkludert i denne delen av utredningen. For fase A5 er utslipp fra kapp og svinn (A5a), og anleggsarbeider og massetransport (A5b) vist separat. For beregningene er det hovedsakelig brukt beregningsfaktorer og utslippsfaktorer fra Statens vegvesens klimakalkulator VegLCA v.5.14B [12] og Statkrafts klimakalkulator HydroPowerLCA v.1.10. For beregning av klimagassutslipp fra nettanlegg brukes klimakalkulator utviklet av Sweco, hvor det er samlet mengder og utslippsfaktorer for de ulike delene av et nettanlegg. Både HydroPowerLCA og Swecos klimakalkulator er per dags dato ikke offentlig tilgjengelig. Utslipp knyttet til utskiftninger i bruksstadiet (B4) er beregnet over en analyseperiode på 100 år i henhold til PCR 2007:08 [3].

Utslipp knyttet til produksjons- og gjennomføringsstadiene (A1-A5) vil generelt oppstå over flere år, både før og under anleggsfasen. Disse utslippene vil derfor ikke oppstå samlet på ett enkelt tidspunkt. På grunn av manglende informasjon om når de spesifikke utslippene vil oppstå, forutsettes det at alle utslippene skjer samlet ved oppstarten av kraftverkets driftsperiode.

Produksjon av materialer A1-A3

Livsløpsfase A1-A3 er knyttet til oppstrøms utslipp fra produksjon av råmaterialer (A1), transport av råmaterial til fabrikk (A2) og selve produksjonen av materialet i fabrikk (A3). Det er benyttet generiske utslippsfaktorer som gitt i VegLCA og HydroPowerLCA. For betong og sprøytebetong er utslippsgrenseverdier fra Norsk Betongforening publisasjon 37 2025 [13] brukt. Ettersom bruk av lavkarbonbetong klasse A i normalbetong er standard i Evyns anskaffelser, er tilsvarende utslippsfaktor benyttet i denne utredningen. Lavkarbon klasse A tilsvarer lavkarbon 20-30 i den nyeste utgaven av Norsk Betongforening publisasjon 37 [14]. Som et konservativt anslag er lavkarbon 20 brukt i denne utredningen. For sprøytebetong er utslippsfaktoren for bransjereferanse benyttet, ettersom det ikke har vært et slikt krav i Evyns anskaffelser av sprøytebetong.

Utslippsfaktorene som er benyttet i klimagassberegninger i denne utredningen er sammenstilt i Vedlegg 1.

Transport til byggeplass A4

Livsløpsfase A4 er knyttet til utslipp fra transport av materialer fra produksjonssted til byggeplass. Ettersom tiltaket er i tidligfase er det benyttet generisk utslippsfaktor for transport av materialer inn til prosjektet, og standard transportavstander for ulike materialer, som er gitt i VegLCA og HydroPowerLCA.

Transportavstander som er brukt er løselig basert på tetthet av produksjonssteder i Norge samt hvorvidt materialet importeres. Disse avstandene er standard for hele Norge, og det må forventes at reelle avstander for transport av materialer til kraftverket vil avvike fra disse standardavstandene. For beregning av klimagassutslipp fra materialtransport brukes en utslippsintensitet for lastebil på 1,29E-01 kg CO₂e/tonn-km. Ettersom materialer som importeres fra Europa og utenfor Europa inkluderer også en del transport med bane og båt, er de standard transportavstandene justert for å hensynta disse [15].

Tabell 3-5 viser transportavstander som er brukt i denne utredningen.

Tabell 3-5: Standard transportdistanser per materialtype og region.

Materialtransport (A4)	Transportdistanse [km]	Typiske materialgrupper
Lokalt	50	Ferdigbetong, asfalt
Regionalt	200	Prefabrikkerte betongelementer
Norge / Norden	500	Sprengstoff
Europa	1 600	Stål, kabler, el-mek komponenter

For materialer som anvendes til lukehuset ved Kvitingsvatnet vil det være behov for helikoptertransport. For disse materialene antas det at materialer transporteres først til nærmeste landingsplass med transportavstander vist i Tabell 3-5. Materialene fraktes videre fra landingsplassen til der de skal anvendes. Transportavstand for helikopter reiser er ikke aktuelt ettersom drivstoffbruk i helikopterflyvning beregnes basert på mengde material som fraktes, ikke lengde av transportreise. Utslippsfaktor for flybensin er vist i Tabell 3-7.

Kapp og svinn A5a

Denne modulen er knyttet til byggeplassavfall (kapp og svinn) på anleggsplass. I henhold til NS 3720 skal denne livsløpsmodulen inkludere utslipp fra produksjon og transport av materialer (A1-A4) og avfallshåndtering (C1-C4). Ettersom livsløpsmoduler C1-C4 ikke er inkludert i systemgrensen i denne utredningen, er disse også utelatt fra A5a kapp og svinn.

Det er brukt generiske verdier for andel kapp og svinn i anleggsfasen fra DIBKs veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap [16], Infraveileder [17] og NS 3720/G2 [18]. Disse verdiene er vist i Tabell 3-6.

Tabell 3-6: Veiledende verdier for andel kapp og svinn i byggefasen (modul A5a). Prosenttall er andel mengde som er antatt å bli kjøpt inn/produsert ekstra for å dekke forbruk som ender som kapp- og svinn.

Materialkategori	Andel kapp og svinn
Betongelementer	1 %
Stålkonstruksjoner	1 %
Øvrige elementer	1 %
Betong	5 %
Armering	5 %
Trebaserte bygningsplater	10 %
Gipsplater	12 %
Isolasjon	5 %
Membraner	5 %
Tegl/lettklinker	5 %
Taktekking	5 %
Flis	10 %
Puss, mørtel	10 %
Trevirke	10 %
Øvrige materialer	5 %
Prefabrikkerte moduler	0 %
Asfalt	5 %
Grus/pukk	1 %

Byggeplass A5b

Som beskrevet tidligere er livsløpsfase A5 knyttet til utslippene fra aktiviteter i byggefase, herunder anleggsarbeider og massetransport.

Anleggsarbeider: Klimagassutslipp fra anleggsarbeider er knyttet til forbruk av drivstoff i anleggsmaskiner. Det forutsettes at det benyttes fossile drivstoff med innblanding av biodiesel basert på omsetningskrav B10 i henhold til Produktforskriften [19]. Det vil si at 90 % av drivstoff er fossil diesel og 10 % er avansert biodiesel. Utslippsfaktorer for drivstoff er vist i Tabell 3-7.

Massetransport: Med massetransport menes transport av overskuddsmasser fra byggeplass til deponi. Klimagassutslipp fra massetransport er knyttet til forbruk av drivstoff i kjøretøyer og deres slitasje. For det prosjekterte anlegget er det forutsatt at det benyttes fossile drivstoff med innblanding av biodiesel basert på omsetningskrav B17 i henhold til Produktforskriften [19]. Det vil si at 83 % av drivstoff er fossil diesel, 4,5 % er konvensjonell biodiesel og 12,5 % er avansert biodiesel. Utslippsfaktorer for drivstoff er vist i Tabell 3-1.

Tabell 3-7: Utslippsfaktorer for materialtransport, anleggsarbeider og massetransport.

Drivstoff	Utslippsfaktor	Kilde
Materialtransport til prosjektet	1,29E-01 kg CO ₂ e / tonn-km	VegLCA 5.14B
Flybensin for materialtransport	3,10E+00 kg CO ₂ e / liter	VegLCA 5.14B
Anleggsdiesel, B10	3,01E+00 kg CO ₂ e / liter	VegLCA 5.14B
Diesel for veitransport, B17	2,90E+00 kg CO ₂ e / liter	VegLCA 5.14B
Massetransport i terreng med helning < 5 %	5,17E-02 kg CO ₂ e / tonn-km	VegLCA 5.14B
Massetransport i terreng med helning > 5 %	2,20E-01 kg CO ₂ e / tonn-km	VegLCA 5.14B
Elektrisitet (Anlegg)	1,91E-02 kg CO ₂ e / kWh	Norsk forbruksmiks for byggeperiode (2028-2030)
Annet	Utslippsfaktor	Kilde
Slitasje kjøretøy	7,57E-03 kg CO ₂ e / tonn-km	VegLCA 5.14B
Sprengning (detonasjon)	1,11E-01 kg CO ₂ e / tonn-km	VegLCA 5.14B

Utskiftninger i bruksstadiet B4

For materialer med levetid under 100 år vil det behøves utskiftning i løpet av analyseperioden. I klimagassberegningen er antallet utskiftninger beregnet som 100 delt på levetid til det spesifikke materialet (se Formel 1). For elektriske komponenter er antall utskiftninger avrundet ettersom disse utskiftes i sin helhet. For eksempel vil en turbin med levetid på 60 år utskiftes én gang i analyseperiode, ikke 1,7 ganger. Det er brukt både standard levetider som gitt i VegLCA, HydroPowerLCA og NS 3720/G2, samt levetider gitt i EPD-er av tilsvarende materialer.

$$\text{Antall utskiftninger} = \frac{\text{Analyseperiode [100 år]}}{\text{Materialets levetid [år]}}$$

Formel 1. Beregning av antall utskiftninger

I henhold til NS 3720 inkluderer B4 det komplette livsløpet til materialene som skiftes ut. I denne utredningen betyr det at utslippene knyttet til produksjonsstadiet (A1-A3), transport til byggeplass (A4),

kapp og svinn (A5a), installasjon (A5b) og avfallshåndtering (C1-C4) rapporteres i denne modulen. Ettersom livsløpsmoduler C1-C4 er ikke inkludert i systemgrense i denne utredningen, er disse også utelatt fra B4.

3.3.2 Datagrunnlag

Underlaget for beregning av utslipp fra materialbruk og utbygging gjenspeiler den tidlige fasen prosjektet er i. Derfor er det gjort grove antagelser for å estimere materialmengder og anleggsaktiviteter. Mengdeanslagene er hovedsakelig utarbeidet av fageksperter og beskrevet i konsesjonssøknadens kapittel 2.2 (teknisk plan).

Nullalternativet innebærer at det nye Børdalen kraftverk, samt tilhørende nettilknytning, ikke bygges. Dette betyr at det ikke vil oppstå utslipp av klimagasser som følge av materialbruk og anleggsaktiviteter i forbindelse med tiltaket, og utslipp i nullalternativet settes derfor til null. De øvrige kraftverkene i Samnangervassdraget mellom Kvitingvatnet og Samnangerfjorden vil ikke bli fysisk påvirket av Børdalen kraftverk, og derfor holdes eventuelle utslipp knyttet til drift av disse kraftverkene utenfor influensområdet definert i denne utredningen.

Børdalen kraftverk

Det er gjort et grovt overslag over forbruket av ulike materialer og anleggsaktiviteter ved bygging av kraftverket med tilhørende konstruksjoner. Beregningsfaktorer gitt i VegLCA og HydroPowerLCA er brukt for omregning til enheter som tilsvarer utslippsfaktorene.

Datagrunnlag brukt i klimagassberegning for Børdalen kraftverk er sammenstilt i Tabell 3-8.

Tabell 3-8: Datagrunnlag for klimagassberegninger for Børdalen kraftverk.

Material		Merknad
Normalbetong, B35	5 613 m ³	Forutsatt B35 lavkarbon 20
Armering	337 tonn	
Sprøytebetong	2 560 m ³	Tilsvarende B35 (bransjereferanse) med stålfiberarmering
Sikringsbolter	13 470 stk.	Forutsatt 3 m lengde og 20 mm diameter, jf. HydroPowerLCA
Svartstål	29 tonn	
Rustfritt stål	4 tonn	
Ventilasjonskanal	251 tonn	Forutsatt DN500 galvanisert stålskanaler, jf. One Click LCA
Asfalt (Ag)	6 271 tonn	Erfaringstall fra HydroPowerLCA v1.10
Grusvei	5 457 tonn	Bygges med stedlige masser som knuses i 1 knusetrinn.
Sprengstoff	1 185 tonn	Erfaringstall fra VegLCA v5.14B
Generator	195 MVA	Beregnet i HydroPowerLCA v1.10
Transformator	195 MVA	Beregnet i HydroPowerLCA v1.10
Turbin	165 MW	Beregnet i HydroPowerLCA v1.10
Maskinsalkran	26 tonn	Erfaringstall fra tilsvarende prosjekter
Energibruk på byggeplass		Merknad
El-forbruk	3 911 MWh	Tunneldrift (A5b)

Diesel, anlegg (B10)	361 322 liter	Anleggsmaskiner (A5b)
Diesel, veitransport (B19)	79 776 liter	Massetransport (A5b)
Flybensin	1 541 liter	Materialtransport med helikopter (A4)
Transportavstander for massetransport		Merknad
Til deponi i Grøndalsvatnet	1,65 km (én-veis)	Tunnel med helning > 5 %
Til deponi i Haukaneset	2,80 km (én-veis)	Tunnel med helning < 5 %
Til deponi i Børdalen	2,43 km (én-veis)	Tunnel med helning > 5 %
Levetider		Merknad
Generator, transformator og turbin	60 år	Jf. HydroPowerLCA. Antas utskiftes 1 gang.
Ventilasjonskanaler	40 år	Jf. NS 3720/G2
Asfalt	30 år	Tilpasset vei i adkomsttunnel med lav ÅDT

Anleggsaktiviteter er basert på beregningsmetodikk i VegLCA. I denne utredningen er det inkludert anleggsutslipp knyttet til tunneldrift, massehåndtering, sprøyting av sprøytebetong og utbygging av veier, detonasjon av sprengstoff, og kjøretøyslitasje ved massetransport. For driftsfase er det inkludert utslipp fra fresing og legging av asfalt.

Kjørelengden for massetransport er antatt å være langs tunneler med en samlet tur-retur distanse på 14 km. Det er antatt at sprengingsmassene transporteres til nærmeste deponi langs tunneler. For transport langs utløpstunnelen er det beregnet utslipp for transport langs terreng med mindre enn 5 % helning, mens for øvrige tunnelene er det beregnet for mer enn 5 % helning.

For materialer som anvendes til lukehuset ved Kvittingsvatnet er det inkludert helikoptertransport, i tillegg til veitransport.

Nettilknytning

Det er gjort et grovt overslag over forbruket av ulike materialer og anleggsaktiviteter ved bygging av nettilknytningen. For beregning av klimagassutslipp brukes en klimakalkulator for nettanlegg utviklet av Sweco, hvor det er samlet mengder og utslippsfaktorer for de ulike delene av et nettanlegg. I tråd med energiloven § 9-3 om kraftsensitiv informasjon vises kun en overordnet oversikt over datagrunnlag som er brukt i denne utredningen.

Datagrunnlag brukt i klimagassberegning for nettilknytning er sammenstilt i Tabell 3-9.

Tabell 3-9: Datagrunnlag for klimagassberegninger for nettilknytning.

Material		Merknad
Kabelanlegg	2 600 m	Kabel type 630 mm ² Al 420 kV. Kabelkanal 1000x600 mm av B30 lavkarbon 20 betong.
Luftledning	50 m	Linjer av type Solros og topplinje av type Gondul.
Koblingsfelt i Samnanger transformatorstasjon	1 stk. 4 200 m ²	Inkludert apparater, stativer og stativ fundamenter (B35 betong).
Anleggsaktiviteter		Merknad
Diesel, anlegg (B10)	10 180 liter	Anleggsmaskiner
Diesel, veitransport (B19)	275 liter	Massetransport

Levetider		Merknad
Kabler og ledninger	40 år	Hentet fra EPD-er av tilsvarende produkter
Master og stativer	70 år	Jf. EFLA v/ Statnett [20]
Effekt- og skillebryter	20 år	Hentet fra EPD-er av tilsvarende produkter
Strømtransformatorer	30 år	Hentet fra EPD-er av tilsvarende produkter
Spenningstransformatorer	35 år	Hentet fra EPD-er av tilsvarende produkter
Støtteisolatorer	40 år	Hentet fra EPD-er av tilsvarende produkter
Avledere og endeisolatorer	25 år	Hentet fra EPD-er av tilsvarende produkter

I denne utredningen er det inkludert anleggsutslipp knyttet til etablering av kabelkanal, massehåndtering av grøftmasser og kjøretøyslitasje ved massetransport. Det er ikke beregnet anleggsutslipp for driftsfase.

3.3.3 Resultater

I dette kapittelet oppsummeres resultatene av klimagassberegningene for materialbruk og utbygging. Her er materialmengdene, som beskrevet i kapittel 3.3.2, satt sammen med utslippsfaktorer, som vist i Vedlegg 1.

Børdalen kraftverk

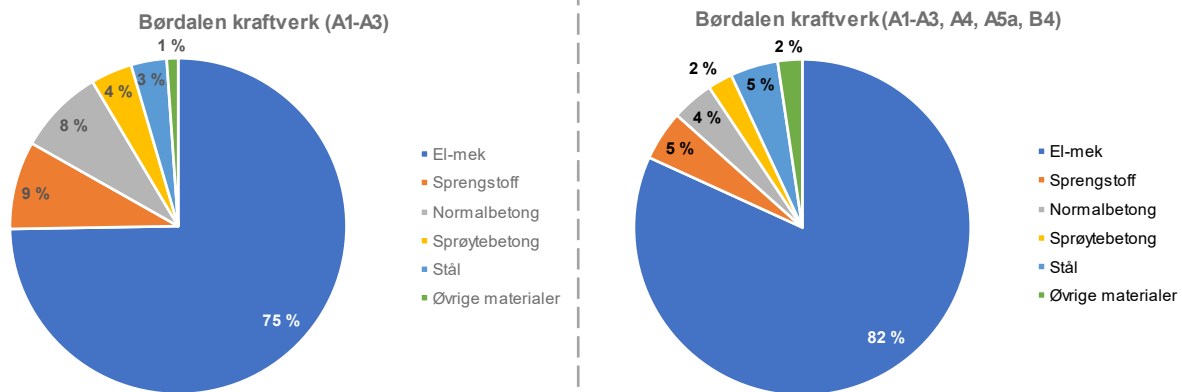
Klimagassutslipp fra materialbruk og utbygging av Børdalen kraftverk er sammenstilt i Tabell 3-10. Totalt klimagassutslipp er beregnet til å være 34 737 tonn CO₂e.

Tabell 3-10: Fremstilling av resultat av klimagassberegning for Børdalen kraftverk.

	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)					
	Alt 0	A1-A3	A4	A5a	A5b	B4
Normalbetong, lavkarbon 20	0	1 168	91	63	-	-
Armering	0	191	70	13	-	-
Sprøytebetong, bransjereferanse	0	703	40	37	-	-
Stål, bolter	0	86	21	5	-	-
Stål, annet	0	325	59	3	-	727
El-mek	0	13 167	322	-	-	13 262
Sprengstoff	0	1 493	77	-	-	-
Øvrige materialer	0	194	44	12	-	520
Anleggsarbeid og massetransport	0	-	-	-	1 987	59
SUM	0	17 327	722	133	1 987	14 568

Som vist i Figur 3-9 er elektromekaniske komponenter (El-mek) de mest utslippsintensive materialene i kraftverket, etterfulgt av sprengstoff og betong (lavkarbon 20). Ettersom el-mek har lavere levetid enn analyseperioden, skal komponentene utskiftes i bruksstadiet og dermed stå for en enda større andel av

utslipp i et livsløpsperspektiv. Beregningene viser at i et livsløpsperspektiv på 100 år vil el-mek stå for 82% av utslipp fra materialer. Utslipp fra betong, armering, sprengstoff og bolter skjer kun ved oppføring av kraftverket. Andre materialer med korte levetider medfører økte utslipp i livsløpsperspektivet. Disse inkluderer ventilasjonskanaler, asfalt, og el-mek komponenter som nevnt tidligere.



Figur 3-9. Klimagassutslipp fra materialbruk i produksjonsstadiet A1-A3 (til venstre), og livsløpet A1-A3, A4, A5a, B4 (til høyre). Figuren inkluderer ikke utslipp fra energibruk på byggeplass A5b.

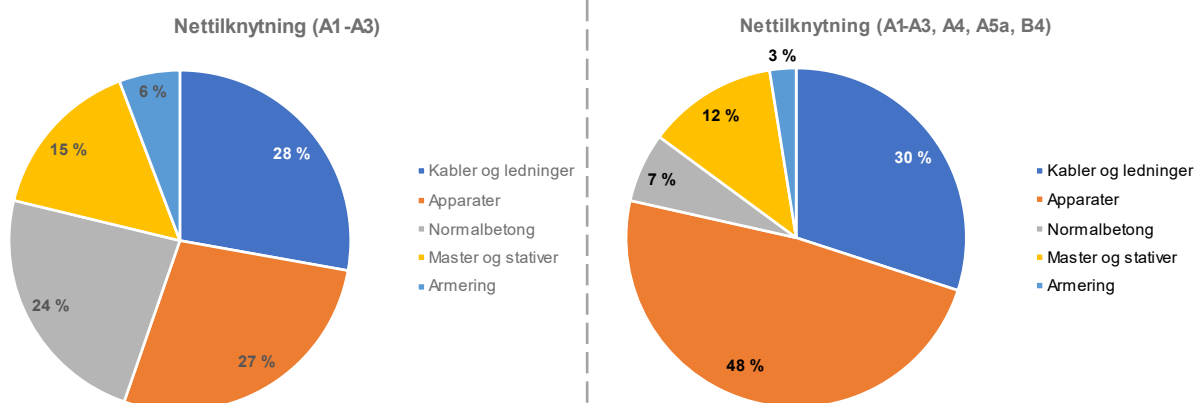
Nettilknytning

Klimagassutslipp fra materialbruk og utbygging av nettilknytningen er sammenstilt i Tabell 3-11. Totalt klimagassutslipp er beregnet til å være 3 526 tonn CO₂e.

Tabell 3-11: Fremstilling av resultat av klimagassberegning for nettilknytning.

	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)					
	A1 0	A1-A3	A4	A5a	A5b	B4
Normalbetong	0	200	20	11	-	-
Armering	0	61	22	4	-	-
Kabler og ledninger	0	296	1	3	-	749
Master og stativer	0	164	14	-	-	254
Apparater	0	292	17	-	-	1 386
Anleggsarbeid og massetransport	0	-	-	-	32	-
SUM	0	1 013	74	18	32	2 389

Som vist i Figur 3-10 er kabler, ledninger, apparater og betongkanaler de mest utslippsintensive materialene i nettilknytningen. Kabler og ledninger står for 28 % av A1-A3 utslipp, apparater for 27 %, og betongkanaler for 24 %. Ettersom kabler, ledninger og apparater har lavere levetid enn analyseperioden, skal de utskiftes flere ganger i bruksstadiet og står dermed for en enda større andel av utslipp i et livsløpsperspektiv. Beregningene viser at i et livsløpsperspektiv på 100 år vil apparater stå for 48 % og kabler og ledninger for 30 % av utslippene. Apparaterne står for en større andel av utslippene i livsløpet enn kabler og ledninger på grunn av et generelt lavere levetid enn kabler og ledninger. Utslipp fra betong og armering i kabelkanaler er forutsatt å kun skje ved oppføring av nettilknytningen.



Figur 3-10. Klimagassutslipp fra materialbruk i produksjonsstadiet A1-A3 (til venstre), og livsløpet A1-A3, A4, A5a, B4 (til høyre). Figuren inkluderer ikke utslipp fra energibruk på byggeplass A5b.

3.3.4 Oppsummering

Nullalternativet innebærer at det nye Børdalen kraftverk, samt tilhørende nettilknytning, ikke bygges. Dette betyr at det ikke vil oppstå utslipp av klimagasser som følge av materialbruk og anleggsaktiviteter i forbindelse med nullalternativet, og klimagassutslippene i nullalternativet settes til null.

Klimagassutslipp fra materialbruk og utbygging av Børdalen kraftverk er beregnet til å være 34 737 tonn CO₂e. Dette tilsvarer *Middels negativ konsekvens* for fagtemaet. For nettilknytningen er klimagassutslipp beregnet til å være 3 526 tonn CO₂e. Dette tilsvarer *Noe negativ konsekvens* for fagtemaet.

Tabell 3-12 viser konsekvens for Børdalen kraftverk og nettilknytningen.

Tabell 3-12: Oppsummering av klimagassutslipp fra materialbruk og utbygging.

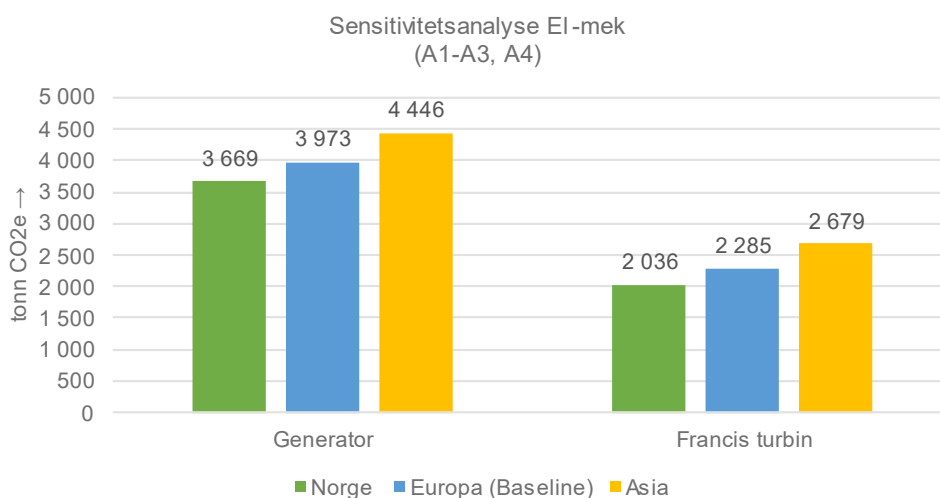
	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)			Konsekvensgrad (fra Tabell 4-2)
	Nullalternativet	Utslipp fra utbygging av kraftverk	Differanse mellom nullalternativ og utslipp	
Børdalen kraftverk	0	34 737	34 737	Middels negativ konsekvens (2 –)
Nettilknytning	0	3 526	3 526	Noe negativ konsekvens (1 –)

Samlet sett for hele tiltaket (Børdalen kraftverk + nettilknytning) vil klimagassutslippene være 38 263 tonn CO₂e. Dette tilsvarer *Middels negativ konsekvens* for fagtemaet, der konsekvensen fra kraftverket er utslagsgivende.

3.3.5 Usikkerheter

I beregningene er det hovedsakelig lagt til grunn generiske utslippsintensiteter som gitt av VegLCA og HydroPowerLCA, med noen tilpasninger til tiltakets formål og lokasjon. For enkelte materialer som svartstål, apparater og ledninger er det hentet utslippsintensiteter fra EPD-er av lignende produkter/materialer. Dette medfører at de beregnede utslippene vil avvike fra de faktiske utslippene i det ferdigstilte prosjektet. Siden tiltaket er i konseptutviklingsfasen og mye informasjon om materialinnhenting, kvalitet osv. er ukjent, vil dette likevel være den foretrukne fremgangsmåten for å estimere klimagassutslippene fra prosjektet. For å synliggjøre usikkerheten knyttet til utslippsintensiteter er det utført en sensitivitetsanalyse for elektromekaniske komponenter, som er den største utslippskilden.

I utredningen (baseline) er det lagt til grunn at generator og turbin produseres i Europa. Dersom det benyttes generator og turbin produsert i Norge eller Asia vil både bundet utslipp fra produksjon og transportutslipp forandre seg betydelig. Her brukes det utslippsfaktorer for ulike produksjonssteder fra HydroPowerLCA v1.10. Sensitivitetsanalysen viser at utslipp fra generator har en usikkerhetsgrad på -8 % til + 12 %, mens utslipp fra Francis turbin har en usikkerhetsgrad på -11 % til +17 %. Resultater fra sensitivitetsanalysen er vist i Figur 3-11.



Figur 3-11. Sensitivitetsanalyse for produksjonssteder av elektromekaniske komponenter.

Det er også usikkerheter knyttet til mengder av materialer som blir brukt i kraftverket og nettilknytning. Det er gjort grove anslag for å estimere materialmengder og brukt erfaringstall for materialegenskaper, men de faktiske mengdene og materialegenskapene i det ferdigstilte prosjektet vil avvike fra disse anslagene. Listen over materialer er også ufullstendig og det kan forventes at flere materialer blir brukt i prosjektet enn det som fremgår av materialoversikten i kapittel 3.3.2.

For å synliggjøre usikkerhet knyttet til materialegenskaper er det gjort en sensitivitetsanalyse for fasthetsklasser av betong. I utredningen (baseline) er det antatt at det skal benyttes betong i fasthetsklasse B35 for Børdalen kraftverk, samt betong B30 i kabelkanaler og B35 i fundamenter for nettilknytning. Tabell 3-13 viser hvordan utslippene vil variere dersom det brukes betong i forskjellige fasthetsklasser. All normalbetong er forutsatt å være lavkarbon 20 betong (tidligere lavkarbon A) ettersom dette er standard i Evins anskaffelser.

Tabell 3-13: Sensitivitetsanalyse for fasthetsklasser av betong.

Normalbetong lavkarbon 20 (tidligere lavkarbon A)	tonn CO ₂ e (A1-A3, A4, A5a)	
	Børdalen kraftverk	Nettilknytning
Normalbetong, B30	-118	-4
Normalbetong, baseline (se Tabell 3-8 og Tabell 3-9)	1 322	231
Normalbetong, B35	+0	+18
Normalbetong, B45	+94	+36
Normalbetong B55	+189	+53

Det er også noe usikkerhet knyttet til anleggsaktiviteter som er nødvendig for gjennomføring av tiltaket. Aktiviteter som er inkludert i beregningen er basert på beregningsmetodikk i VegLCA hvor ulike

anleggsaktiviteter beregnes basert på tilhørende prosesser. I denne utredningen er det inkludert utslipp fra følgende anleggsaktiviteter:

- sprengning
- tunneldrift
- massehåndtering
- sprøyting av sprøytebetong
- legging av grusveg
- legging av asfalt og fresing ved vedlikehold
- etablering av kabelkanaler

Det er sannsynlig at flere anleggsprosesser vil bli nødvendige for gjennomføring av tiltaket, og det kan forventes at klimagassutslippene vil være noe høyere.

For bruksstadiet (B4) er det beregnet utslipp fra utskiftning av materialer og komponenter med lavere tevetid enn analyseperiode. Det er usikkerhet knyttet til både utslippsfaktorer og utskiftningsintervaller brukt i denne delen av beregningen. Med utgangspunkt i historiske trender og de internasjonale klimamålene forventes det at fremtidige utslipp fra materialproduksjon vil være lavere på grunn av teknologiske utviklinger og økt andel av fornybar energi i strømmiksene. Denne utviklingen er ikke hensyntatt i denne utredningen og dermed er en kilde til usikkerhet. Det er også usikkert hvor ofte ulike materialer og komponenter vil utskiftes. I denne beregningen er det tatt utgangspunkt i standard levetider, men de faktiske utskiftningsintervallene vil sannsynligvis avvike fra disse i noe grad. Det pågår i tillegg mye arbeid med økning av sirkularitet i byggebransjen, noe som vil kunne ytterligere bidra med å redusere de fremtidige utslippene fra drift og vedlikehold av tiltaket.

Generelt er det store usikkerheter knyttet til datagrunnlaget, siden prosjektet er i konseptutviklingsfase. Mye av informasjonen som er nødvendig for å utføre klimagassberegningene tilgjengeliggjøres i senere prosjektfaser, slik at usikkerheten reduseres etter hvert som detaljeringsgraden øker. De beregnede utslippene knyttet til materialbruk i prosjektet anses likevel å være realistiske gitt den tilgjengelige kunnskapen.

3.4 Klimagassutslipp fra energibruk i drift (B6)

Dette kapitlet beskriver og vurderer hvilken virkning den økte energiproduksjonen fra nye Børdalen kraftverk vil ha for å redusere klimagassutslipp fra strømforbruk i et systemperspektiv.

3.4.1 Metode

Det norske strømmettet er integrert med det europeiske strømmettet, slik at klimaeffekten av endringer i kraftproduksjonen i Norge må vurderes sett opp mot en norsk produksjonsmiks og en europeisk forbruksmiks. I henhold til NVEs veileder skal det beregnes hvilken virkning den økte energiproduksjonen fra et vannkraftverk vil ha for å redusere klimagassutslipp i et systemperspektiv ved å bruke utslippsfaktorene for den norske og europeiske strømmiksen. Strømmiksene som definert av NS 3720 presenterer scenarioer for livsløpsbaserte utslippsfunksjoner for elektrisitet for en tidsperiode tilsvarende analyseperioden for beregningsobjektet med startdato fra det sist tilgjengelige datasettet. Strømmiksene er beskrevet nedenfor.

1. **Norsk strømmiks (NO):** Startpunktet skal være gjennomsnittet av den norske forbruksmiksen de siste 3 år med tilgjengelig data. For analyseperioden beregnes faktoren ved en lineær funksjon til nær null utslipp i 2050, som deretter holdes på dette nivået fram til sluttpunktet for perioden. Norsk strømmiks består i stor grad av fornybar energi, hovedsakelig fra vannkraft, men også fra vindkraft og andre fornybare kilder. Denne energimiksen har svært lave klimagassutslipp sammenlignet med andre energikilder.
2. **Europeisk strømmiks (EU28+NO):** Startpunktet skal være gjennomsnittet av den europeiske forbruksmiksen de siste 3 år med tilgjengelig data. For analyseperioden beregnes faktoren ved en lineær funksjon til nær null utslipp i 2050, som deretter holdes på dette nivået fram til sluttpunktet for perioden. Nær null er forventet gjennomsnitt for produksjonsmiksen i 2050. Den europeiske strømmiksen (EU28+NO) består av en kombinasjon av fornybare energikilder, kjernekraft og fossile energikilder som kull og gass. Den europeiske strømmiksen har derfor en høyere utslippsfaktor enn den norske miksen på grunn av andelen fossil energi [21] [1].

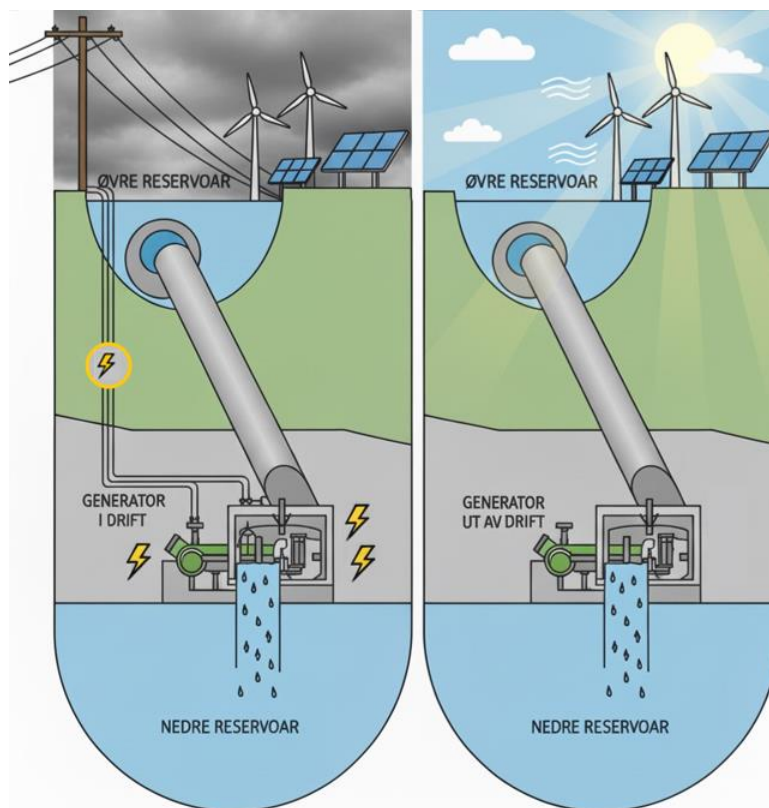
Tiltaket omhandler bygging av et effektkraftverk. Et effektkraftverk fungerer som et vanlig vannkraftverk, hvor vann fra et øvre vannmagasin føres gjennom en turbin til et nedre kraftverk. For Børdalen kraftverk vil Kvitingsvatnet være det øvre vannmagasinet og Samnangerfjorden være det nedre vannmagasinet. Forskjellen mellom et vanlig vannkraftverk og et effektkraftverk omhandler hvordan de driftes. Mens et vanlig vannkraftverk vil være i drift i lengre perioder når vannstanden er høy, kan et effektkraftverk kjøres med start/stopp-kjøring i korte perioder. Dette gjør at et effektkraftverk kan produsere kraft når det er stort behov for energi og effekt (kraftunderskudd), og stoppes når det er lite behov for energi eller effekt (kraftoverskudd). Figur 3-12 viser det overordnede prinsippet for et effektkraftverk.

Perioder med kraftoverskudd er blant annet knyttet til stor produksjon av uregulerbar kraft (sol, vind og uregulert vannkraft), som er produksjonsteknikker med lave klimagassutslipp og gjenspeiler den norske strømmiksen. I disse periodene vil Børdalen kraftverk ikke produsere kraft. Tilsvarende er perioder med kraftunderskudd knyttet til begrenset produksjon i de norske kraftverkene (uregulerbar fornybar kraft), noe som fører til at energien produsert av Børdalen kraftverk vil i stor grad bidra med å erstatte kraft importert fra Europa.

På bakgrunn av dette er det valgt å bruke ulike utslippsfaktorer for energiproduksjon i de vanlige vannkraftverk i vassdraget og energiproduksjon i Børdalen kraftverk. Ved å bruke ulike utslippsfaktorer kan klimanytten av effektkraftverket nøyaktig vurderes ettersom det tas hensyn til strømmiksene i perioder med kraftoverskudd og -underskudd, og dermed synliggjøre hvordan Børdalen kraftverk potensielt vil bidra til å redusere behovet for kraft fra fossile energikilder.

Det må bemerkes at denne metoden avviker fra NS 3720, samt den etablerte praksisen for beregning av energibruk i bransjen. Som regel brukes den norske og europeiske strømmiksene som uavhengige alternative scenarioer for utvikling av strømmiksen i fremtiden. Denne metoden er hovedsakelig brukt for ikke-regulerbare energikilder som sol, vind og uregulert vannkraft, som produserer kraft uavhengig av etterspørsel, og dermed ikke påvirket av hvordan kraften benyttes. Derimot vil elektrisitet produsert av Børdalen (effekt)kraftverk redusere behovet for import av fossilkraft.

Klimagassutslipp knyttet til energi-produksjon fra Børdalen kraftverk rapporteres i livsløpsfase B6. Ettersom produksjon av fornybar kraft fra vannkraft reduserer i de generelle strømmiksene omtales dette som substitusjonseffekt eller unngåtte utslipp. Unngåtte utslipp gis et negativt fortegn for å vise den positive effekten av fornybar energi. Analyseperioden er satt til 100 år i tråd med PCR 2007:08 versjon 5.0.0 [3].



Figur 3-12. Prinsippet for et effektkraftverk. Kraftverk er i drift når det er strømunderskudd (til venstre), og ut av drift når det er strømoverskudd (til høyre). Strømoverskudd tilsvarer gode værforhold og høy andel strøm fra sol, vind og uregulert vannkraft. Strømunderskudd tilsvarer høyere andel av regulerbare strømkilder som kull og gasskraft. Illustrasjon: Sweco

Utslippsfaktorer

Utslippsfaktorer for norsk og europeisk strømmiks er beregnet i henhold til NS 3720. Startpunktet er gjennomsnittet av henholdsvis den norske og europeiske strømmiksen i de siste 3 år med tilgjengelig data. Faktorene er beregnet ved en lineær funksjon til nær null utslipp i 2050, som deretter holdes på dette nivået fram til slutt punktet for analyseperioden på 100 år. Tabell 3-14 viser utslippsfaktorene brukt i beregningen.

Tabell 3-14: Utslippsfaktorer for norsk og europeisk strømmiks.

	Norsk strømmiks	Europeisk strømmiks	Merknad
Sist tilgjengelig datasett	2020-2022	2018-2020	Data fra IEA. Hentet fra One Click LCA.
Periode for utslippsfaktor	2031-2130	2031-2130	100 år fra idriftsettelse
Utslippsfaktor [g CO ₂ e/kWh]	6,99	58,73	

3.4.2 Datagrunnlag

Nullalternativ – Eksisterende kraftverk i vassdraget

Børdalen kraftverk er planlagt i Samnangervassdraget mellom Kvittingsvatnet og Samnangerfjorden. I det samme vassdraget ligger også dagens Grønsdal, Myra, Frøland og Tyssefossen kraftverk. Nullalternativet innebærer at det nye Børdalen kraftverk, samt tilhørende nettilknytning, ikke bygges og dagens vannkraftverk i vassdraget driftes som i dag. Ettersom det planlagte Børdalen kraftverk vil påvirke produksjonsnivået i de øvrige kraftverkene, er det relevant å vurdere det helhetlige systemet i hele vassdraget, også i nullalternativet.

Kraftproduksjon i de eksisterende kraftverkene (*Nullalternativ*) er sammenstilt i Tabell 3-15. Data er hentet fra Eviny [22].

De eksisterende kraftverkene er vanlige kraftverk, også kjent som magasinkraftverk. Over en analyseperiode på 100 år vil disse kraftverkene produsere rundt 33 000 GWh kraft i nullalternativet. Kraftverkene har begrenset mulighet for effektkjøring, og i motsetning til det nye Børdalen kraftverk, produseres strømmen i langvarige perioder hvor både import og eksport av kraft skjer i det nasjonale strømmarkedet. Det vil si at energiproduksjon fra disse kraftverkene ikke utelukkende kan tildeles den norske eller europeiske strømmiksen. Derfor beregnes utslipp for to alternative scenarioer, henholdsvis norsk strømmiks og europeisk strømmiks.

Systemgrensen videreføres til utredningen av Børdalen kraftverk, hvor både eksisterende kraftverk og Børdalen kraftverk vurderes i ett system. Dermed vil nullalternativet og utredning av Børdalen kraftverk være sammenlignbare.

Eksisterende kraftverk og Børdalen kraftverk

Alternativ 1 innebærer utbygging av Børdalen kraftverk i Samnangervassdraget mellom Kvittingsvatnet og Samnangerfjorden, som også har fire eksisterende kraftverk. Kraftverket er planlagt som et effektkraftverk som vil kjøres når det er høy pris og stort behov for energi og effekt. Eksisterende kraftverk i vassdraget vil fortsatt være tilgjengelige og operative.

Kraftproduksjon i vassdraget etter utbygging av Børdalen kraftverk (*Alternativ 1*) er sammenstilt i Tabell 3-15. Data er simulert med simuleringsprogrammet Prod-risk. Over en analyseperiode på 100 år vil disse kraftverkene produsere rundt 40 995 GWh kraft i alternativ 1.

Tabell 3-15. Kraftproduksjon i dagens kraftverk i vassdrag Kvittingsvatnet - Samnangerfjorden.

Vannkraftverk	Årlig produksjon	
	Nullalternativ	Alternativ 1
Grønsdal kraftverk	144 GWh/år	11 GWh/år
Myra kraftverk	13 GWh/år	2 GWh/år
Frøland kraftverk	152 GWh/år	38 GWh/år
Tyssefossen kraftverk	21 GWh/år	18 GWh/år
Børdalen kraftverk	-	341 GWh/år
SUM	330 GWh/år	410 GWh/år

Nettilknytning

Som det fremgår av NVEs veileder for konsesjonssøknad for nettanlegg [23], finnes det ikke en metode for å beregne klimanytten av de fleste nettanlegg. Utbygging av kraftnettet er en forutsetning for å føre det fornybare kraften fra Børdalen kraftverk, og dermed er klimanytten av nettanlegget forbundet med

klimanytten av kraftverket. Ettersom nettanlegget i seg selv ikke vil ha noen form for energibruk eller -produksjon, settes dette til «null» i denne utredningen.

3.4.3 Resultater

I dette kapittelet oppsummeres resultatene av klimagassberegningene for energiproduksjon i drift. Negativt fortegn representerer reduksjon i utslipp.

Nullalternativ – Eksisterende kraftverk i vassdraget

Nullalternativet innebærer at det nye Børdalen kraftverk, samt tilhørende nettilknytning, ikke bygges og dagens kraftverk i Samnangervassdraget mellom Kvittingsvatnet og Samnangerfjorden driftes som i dag. Ettersom de eksisterende kraftverkene er magasinkraftverk med langvarige produksjonsperioder og begrenset mulighet for effektkjøring, er det grunn til å anta at kraften produseres både i perioder med høy og lav andel fornybar energi i nettet. Det er derfor beregnet klimagassutslipp for både norsk og europeisk strømmiks. Resultatene er vist i Tabell 3-16.

Tabell 3-16. Fremstilling av resultat av klimagassberegningene for nullalternativet. Negative verdier betyr unngåtte utslipp sammenlignet med strøm levert av de respektive strømmiksene.

	Klimagassutslipp (tonn CO _{2e})	
	NO strømmiks	EU28+NO strømmiks
Grønsdal kraftverk	-100 658	-845 712
Myra kraftverk	-9 087	-76 349
Frøland kraftverk	-106 250	-892 696
Tyssefossen kraftverk	-14 679	-123 333
SUM	-230 674	-1 938 090

Eksisterende kraftverk og Børdalen kraftverk

Alternativ 1 innebærer utbygging av det nye Børdalen kraftverk i samme vassdraget som dagens kraftverk. Ettersom det nye kraftverket vil påvirke produksjonsnivået i det eksisterende kraftverkene, vurderes klimapåvirkningen for hele systemet i Samnangervassdraget mellom Kvittingsvatnet og Samnangerfjorden. Som beskrevet tidligere, er det brukt både norsk og europeisk strømmiks for de eksisterende kraftverkene, og kun europeisk strømmiks for Børdalen kraftverk. Resultatene er vist i Tabell 3-17.

Tabell 3-17. Fremstilling av resultat av klimagassberegningene for utbygging av Børdalen kraftverk. Negative verdier betyr unngåtte utslipp sammenlignet med strøm levert av de respektive strømmiksene.

	Klimagassutslipp (tonn CO _{2e})	
	NO strømmiks	EU28+NO strømmiks
Grønsdal kraftverk	-7 955	-66 835
Myra kraftverk	-1 566	-13 156
Frøland kraftverk	-26 136	-219 591
Tyssefossen kraftverk	-12 582	-105 714
Børdalen kraftverk (EU28+NO)	-2 002 341	-2 002 341
SUM	-2 050 579	-2 407 636

3.4.4 Oppsummering

Børdalen kraftverk er et effektkraftverk som vil produsere kraft når det er høyt behov for kraft eller effekt i nettet. Kraftverket bygges i Samnangervassdraget mellom Kvittingsvatnet og Samnangerfjorden, hvor også fire andre kraftverk ligger.

Nullalternativet tilsvarer årlig produksjon av 330 GWh kraft. Denne energiproduksjonen fra dagens kraftverk vil bidra til å redusere klimagassutslipp fra den norske strømmiksen med -231 tusen tonn CO₂e, eller -1 938 tusen tonn CO₂e fra den europeiske strømmiksen.

Utbygging av Børdalen kraftverk innebærer at det produseres kraft i det nye kraftverket i perioder med høy etterspørsel, samt at kraftproduksjon i eksisterende kraftverk i vassdraget blir redusert. Børdalen kraftverk vil produsere 341 GWh kraft årlig, men produksjon i dagens kraftverk vil gå fra 330 GWh til 69 GWh. Dette tilsvarer en netto økning i vassdraget på 80 GWh per år. Som beskrevet tidligere vil Børdalen kraftverk produsere kraft i perioder med lav andel fornybar energi. Derfor er det valgt å bruke utslippsfaktor for europeisk strømmiks for energiproduksjon i Børdalen kraftverk, og utslippsfaktor for både norsk og europeisk strømmiks for eksisterende kraftverk. Etter oppføring av Børdalen kraftverk vil energiproduksjonen i eksisterende kraftverk bidra til å redusere klimagassutslipp fra den norske strømmiksen med -48 tusen tonn CO₂e (scenario 1), eller -405 tusen tonn CO₂e fra den europeiske strømmiksen (scenario 2). Energiproduksjon i Børdalen kraftverk vil medføre en reduksjon i klimagassutslipp på -2 002 tusen tonn CO₂e, med utgangspunkt i den europeiske strømmiksen (både scenario 1 og 2).

Samlet sett vil Børdalen kraftverk medføre en netto klimagassreduksjon på -2 051 tusen tonn CO₂e i scenario 1 (se Tabell 3-18) og -2 408 tusen tonn CO₂e i scenario 2 (se Tabell 3-19) i vassdraget. Sammenlignet med nullalternativet er samlet konsekvens for tiltaket er vurdert til å være stor positiv for fagtemaet i begge scenarioene:

Scenario 1 – Norsk miks eksisterende + Europeisk miks Børdalen

Tabell 3-18: Oppsummering av klimagassutslipp fra energibruk i drift. Utslipp fra eksisterende kraftverk er beregnet med norsk strømmiks og Børdalen kraftverk er beregnet med europeisk strømmiks. Negative fortegn betyr unngåtte utslipp/positivt bidrag.

	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)			Konsekvensgrad (fra Tabell 4-2)
	Nullalternativet	Utslipp fra energibruk/-produksjon	Differanse mellom nullalternativ og utslipp	
Børdalen kraftverk	-230 674	-2 050 579	-1 819 906	Stor positiv konsekvens (3/4 +)
Nettilknytning	-	-	0	-

Scenario 2 – Europeisk miks eksisterende + Europeisk miks Børdalen

Tabell 3-19: Oppsummering av klimagassutslipp fra energibruk i drift. Utslipp fra både eksisterende kraftverk og Børdalen kraftverk er beregnet med europeisk strømmiks. Negative fortegn betyr unngåtte utslipp/positivt bidrag.

	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)			Konsekvensgrad (fra Tabell 4-2)
	Nullalternativet	Utslipp fra energibruk/-produksjon	Differanse mellom nullalternativ og utslipp	
Børdalen kraftverk	-1 938 090	-2 407 636	-469 546	Stor positiv konsekvens (3/4 +)
Nettilknytning	-	-	0	-

3.4.5 Usikkerheter

Beregning av klimagassutslipp fra energibruk innebærer flere usikkerhetsmomenter som kan ha stor betydning for resultatene. En sentral faktor er antakelsen om fremtidig utvikling i strømmiksen. Utslippsfaktorene for norsk og europeisk strømmiks er beregnet i henhold til NS 3720 og basert på historiske data fra IEA, med en lineær reduksjon mot nær null i 2050. Denne forutsetningen er imidlertid svært usikker. Dersom utfasing av fossil energi går langsommere enn antatt, vil klimanytten av prosjektet være undervurdert. Omvendt, dersom omstillingen skjer raskere, kan beregningene overvurdere prosjektets relative betydning. I tillegg ligger det et innebygd paradoks i metoden; «nær-null»-nivået i 2050 forutsetter at prosjekter som Børdalen kraftverk allerede er realisert og bidrar til de lave utslippene. Dermed kan beregningene gi inntrykk av at prosjektet har liten effekt, selv om det i praksis er en forutsetning for å nå målet.

Usikkerhet knyttet til driftsmønster er også betydelig. Beregningene bygger på antakelsen om at produksjon i Børdalen kraftverk skjer i perioder med høy pris og høy fossilandel, mens produksjon i eksisterende kraftverk skjer i perioder med overskudd av fornybar energi og lav pris. Faktisk drift kan avvike fra dette på grunn av uforutsigbare prisendringer, værforhold eller tekniske begrensninger. Dersom produksjon skjer i perioder hvor strømmiksen allerede har lav utslippsprofil, vil klimanytten være mindre enn beregnet.

Videre er det usikkerhet knyttet til import og eksport av kraft. Norge er en del av det europeiske kraftmarkedet, og beregningene forutsetter at produksjon fra kraftverket erstatter fossilbasert import. Endringer i handelsmønstre, økt fornybarandel i Europa eller endrede kabelforbindelser kan redusere fossilandelen i importert kraft. I så fall vil klimanytten av prosjektet være lavere enn beregnet.

En annen utfordring er den lange analyseperioden på 100 år, som følger PCR 2007:08. Energimarkedet og teknologien endres raskt, og prognoser over så lang tid er svært usikre. Dette kan gi et kunstig lavt utslippsnivå i beregningene og dermed undervurdere dagens klimanytte.

Til slutt er det metodiske avvik fra standarden NS 3720. Rapporten benytter ulike utslippsfaktorer for energiproduksjon i vanlig kraftverk og effektkraftverk, mens NS 3720 normalt anvender scenarioer for strømmiks uten slik differensiering. Dette kan gi et mer realistisk, men samtidig mer optimistisk bilde av klimanytten enn en standardisert beregning, og gjør resultatene mindre sammenlignbare med andre prosjekter.

Selv om beregningene bygger på anerkjente kilder som NS 3720 og NVE-veileder, bør disse usikkerhetene tas i betraktning ved tolkning av resultatene.

3.5 Oppsummering av klimagassutslippene

3.5.1 Oppsummering iht. NVE

I dette kapittelet presenteres klimagassutslippene fra tiltaket i henhold til NVEs veileder for vannkraftanlegg. Formålet med oversikten er å synliggjøre klimagassutslippene fra den produserte energien og derfor er de unngåtte klimagassutslipp fra produksjon av energi (B6) ekskludert fra oversikten. B6-utslippene er presentert i Tabell 3-21 og Tabell 3-22.

I Tabell 3-20 oppsummeres klimagassutslippene fra arealbeslag, og utbygging av Børdalen kraftverk og nettilknytning. Som beskrevet tidligere er analyseperioden satt til 100 år, og produksjon fra det nye kraftverket er beregnet til å være 341 GWh/år.

Tabell 3-20: Fremstilling av klimagassutslipp fra det nye kraftverket (uten hensyn til dagens kraftverk) i henhold til NVEs veileder.

	Børdalen kraftverk + Nettilknytning
Produksjon (GWh) over 100 år	34 094
Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)	46 120
Klimagassutslipp per år (tonn CO ₂ e/år)	461
Klimagassutslipp per kWh produsert strøm (g CO ₂ e/kWh)	1,35

3.5.2 Oppsummering iht. MDIR

I Tabell 3-21 presenteres resultatene for klimagassutslippene fra arealbeslag, materialbruk og utbygging, energiproduksjon i drift i norsk strømmiks, samt nullalternativet. Netto klimagassutslipp fra tiltaket (differanse mellom nullalternativ og alternativ 1) er beregnet til å være -1 777 311 tonn CO₂e for Børdalen kraftverk og 3 526 tonn CO₂e for nettilknytning.

Tabell 3-21: Samlet fremstilling av resultater for utredede utslippskildene i utbygd tiltak og nullalternativet for norsk forbruksmiks. Negativt fortegn betyr opptak eller unngåtte utslipp.

Utslippskilde	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)		
	Nullalternativ	Børdalen kraftverk	Nettilknytning
Arealbeslag	-649	7 208	0
Materialbruk og utbygging	0	34 737	3 526
Energibruk i drift (NO)	-230 674	-2 050 579	-
TOTALE KLIMAGASSUTSLIPP (NO)	-231 323	-2 008 328	3 526
Differanse nullalternativ og utbygging (NO)	-	-1 777 311	3 526

I Tabell 3-22 presenteres resultatene for klimagassutslippene fra arealbeslag, materialbruk og utbygging, energiproduksjon i drift i europeisk strømmiks, samt nullalternativet. Netto klimagassutslipp fra tiltaket (differanse mellom nullalternativ og alternativ 1) er beregnet til å være -426 952 tonn CO₂e for Børdalen kraftverk og 3 526 tonn CO₂e for nettilknytning.

Tabell 3-22: Samlet fremstilling av resultater for utredede utslippskildene i utbygd tiltak, samt nullalternativet for europeisk forbruksmiks. Negativt fortegn betyr opptak eller unngåtte utslipp.

Utslippskilde	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)		
	Nullalternativ	Børdalen kraftverk	Nettilknytning
Arealbeslag	-649	7 208	0
Materialbruk og utbygging	0	34 737	3 526
Energibruk i drift (NO)	-1 938 090	-2 407 636	-
TOTALE KLIMAGASSUTSLIPP (EU28+NO)	-1 938 090	-2 365 385	3 526
Differanse nullalternativ og utbygging (EU28+NO)	-	- 426 952	3 526

4 Konsekvensvurdering

4.1 Konsekvens av tiltaket

Konsekvensen av tiltaket i er vist i Tabell 4-1. Ut fra samlet klimagassutslipp fra tiltaket er den samlede konsekvensgraden vurdert til *Stor positiv konsekvens* for Børdalen kraftverk og *Noe negativ konsekvens* for nettilknytning. Selv om det er beregnet netto klimagassutslipp både for den norske og europeiske strømmiksen, er konsekvensgraden for begge strømmiksene den samme.

Konsekvensgradene er basert på grenseverdier for klimagassutslipp gitt i M-1941, som vist i Tabell 4-2.

Tabell 4-1: Samlet fremstilling av konsekvens av tiltak.

Utslippskilde	Konsekvensgrad		
	Nullalternativ	Børdalen kraftverk	Nettilknytning
Arealbeslag	–	Noe negativ konsekvens (1 –)	–
Materialbruk og utbygging	–	Middels negativ konsekvens (2 –)	Noe negativ konsekvens (1 –)
Energiproduksjon i drift	–	Stor positiv konsekvens (3/4 +)	–
SAMLET KONSEKVENNS	–	Stor positiv konsekvens (3/4 +)	Noe negativ konsekvens (1 –)
Rangering	–	–	–

Tabell 4-2: Konsekvenstabell for klimagassutslipp. Brukes for å oppgi konsekvens for hver kilde og samlet for alle kilder over hele analyseperioden.

Konsekvensgrad	Forklaring
Svært stor negativ konsekvens (4 –)	Utslipp mer enn 100 000 tonn CO ₂ -ekv
Stor negativ konsekvens (3 –)	Utslipp mer enn 50 000 tonn CO ₂ -ekv
Middels negativ konsekvens (2 –)	Utslipp mer enn 15 000 tonn CO ₂ -ekv
Noe negativ konsekvens (1 –)	Utslipp mer enn 2 000 tonn CO ₂ -ekv
Ubetydelig konsekvens (0)	
Positiv konsekvens (1/2 +)	Opptak mer enn 2 000 tonn CO ₂ -ekv
Stor positiv konsekvens (3/4 +)	Opptak mer enn 50 000 tonn CO ₂ -ekv

4.2 Rangering av alternativer

Ettersom det kun er én løsning som omsøkes for både Børdalen kraftverk og nettilknytning, er rangering ikke aktuelt.

4.3 Samlede virkninger i kommunene

Størstedelen av området berørt av Børdalen kraftverk med tilhørende nettilknytning er satt av til LNFR (landbruks-, natur- og friluftsområde samt reindrift) -formål i kommuneplanens arealdel for Samnanger kommune. Det fysiske inngrepet over grunn fra utbygging av tiltaket er hovedsakelig begrenset til riggområder, veier, tipper på land og i vann, tunnelpåhugg, og nettilknytning.

De direkte utslippene fra utbygging av tiltaket, som beskrevet i kapittel 3.3, vil medføre en økning i kommunenes klimagassutslipp. De økte utslippene vil hovedsakelig omfatte utslipp fra energiforsyning og oppvarming på riggplass, veitrafikk knyttet til transport av materialer og masser, drivstofforbruk i anleggsmaskiner, samt avfall og avløp fra anleggsarbeidet. Det vil også være utslipp fra luftfart knyttet til transport av materialer som anvendes til lukehuset ved Kvitingsvatnet med helikopter.

Tiltaket vil også påvirke utslipp og opptak av klimagasser fra arealbruk i kommunen. Mens opptak av klimagasser fra skog og jordbruksarealer vil bli redusert, vil utslipp av klimagasser fra utbygd areal og nedbygging av myr øke.

Produksjonen av fornybar energi fra tiltaket vil dessuten bidra til å redusere klimagassutslippene på nasjonalt og internasjonalt nivå over en lengre periode og legge til rette for det grønne skiftet. Allikevel bør det iverksettes tiltak for å redusere de klimagassutslippene fra utbygging av tiltaket som hovedsakelig oppstår over en kort tidshorisont og motvirker det internasjonale arbeidet med å forebygge klimaendringene.

5 Samlet konsekvens for klimagassutslipp

Tabell 5-1 oppsummerer verdi og konsekvens av Børdalen kraftverk med tilhørende nettilknytning for klimagassutslipp. Oppsummeringen vises for både norsk og europeisk strømmiks.

Tabell 5-1: Oppsummering og vurdering av samlet konsekvens for klimagassutslipp. Negativt fortegn betyr opptak eller unngåtte utslipp.

Alternativ 1	Nøkkel-parameter	Totale utslipp (differanse fra nullalternativet)	Konsekvensgrad
Norsk strømmiks			
Børdalen kraftverk	tonn CO ₂ e	-1 777 311	Stor positiv konsekvens (3/4 +)
Nettilknytning	tonn CO ₂ e	3 526	Noe negativ konsekvens (1 –)
Samlet konsekvens (Børdalen kraftverk + nettilknytning)	tonn CO₂e	-1 773 785	Stor positiv konsekvens

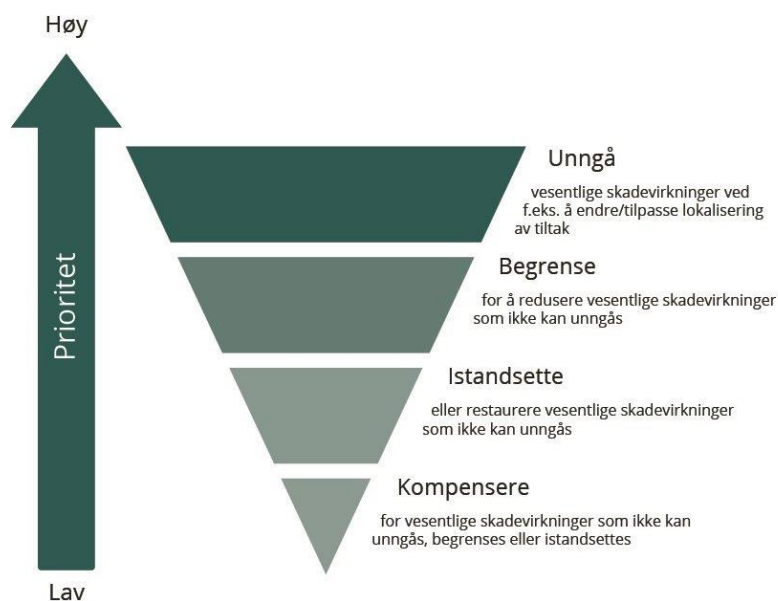
Europeisk strømmiks			
Børdalen kraftverk	tonn CO ₂ e	- 426 952	Stor positiv konsekvens (3/4 +)
Nettilknytning	tonn CO ₂ e	3 526	Noe negativ konsekvens (1 –)
Samlet konsekvens (Børdalen kraftverk + nettilknytning)	tonn CO₂e	- 423 426	Stor positiv konsekvens

6 Skadeforebyggende tiltak

Dette kapittelet oppsummerer forslag til skadeforebyggende tiltak som kan bidra til å redusere eller kompensere skade for klimagassutslipp i forbindelse med utbygging av Børdalen kraftverk og tilhørende nettilknytning.

I henhold til KU-forskriften skal tiltak som legger til rette for utbygging som overordnet prinsipp i størst mulig grad unngå negative virkninger for miljø og samfunn [24]. I de tilfeller der dette ikke er mulig, skal skaden begrenses, eller de ødelagte områdene skal istandsettes. Som siste utvei kan kompensasjon vurderes. Dette systemet blir omtalt som tiltakshierarkiet og skal ligge til grunn for arbeid med skadeforebyggende tiltak under planlegging, bygging og drift av et tiltak, jf. Figur 6-1.

De foreslåtte skadereduserende tiltak er per dags dato ikke fastsatt i konsesjonssøknaden, og bør leses som forslag.



Figur 6-1. Tiltakshierarkiet. Først og fremst skal man unngå skadevirkninger for miljø og klima. Der det ikke er mulig skal man begrense skaden, deretter istandsette arealer. Kompensasjon er siste utvei. Illustrasjon: Miljødirektoratet.no.

Unngåelse av vesentlige skadevirkninger tilsvarer i dette tilfellet nullalternativet der Børdalen kraftverk ikke bygges. Dette anses derfor som irrelevant.

I tråd med M-1941 er det vurdert noen skadereduserende tiltak for å redusere de negative konsekvensene av tiltaket for fagtemaet klimagassutslipp. Disse skadereduserende tiltakene vil synliggjøre potensialet for klimagassreduksjon og fungere som et virkemiddel for gjeldende myndigheter samt tiltakshaver, for å vurdere hvordan tiltaket kan bidra til å ytterligere redusere de direkte og indirekte utslippene knyttet til tiltaket.

6.1 Forutsatte tiltak

Skadereduserende tiltak som er listet opp i dette avsnittet er tiltak som allerede er innarbeidet i tiltaket av hensyn til klima.

Utover dette tiltaket følger beregningsmetodikken i denne utredningen beste praksis i bransjen for klimagassberegninger. De øvrige forutsetningene som er lagt til grunn for klimagassberegningene er representative for et kraftverk bygget med standard løsnings- og materialvalg i dagens marked, og skal derfor ikke regnes som skadeforebyggende tiltak.

Lavkarbon A konstruksjonsbetong

Tiltakshaver Eviny Fornybar AS har som standard krav bruk av lavkarbon klasse A konstruksjonsbetong i sine anskaffelser. I den nyeste utgaven av Norsk Betongforenings publikasjon nummer 37 [13], lansert i oktober 2025, har begrepene brukt for lavkarbonklasser blitt endret. Lavkarbonbetong klasse A tilsvarer omtrentlig lavkarbonbetong 20–30 i de nye lavkarbonklassene. Som et konservativt anslag er det lagt til grunn at all konstruksjonsbetong i prosjektet vil være lavkarbon 20. Lavkarbonbetong 20 har 20 % lavere utslipp sammenlignet med betong av bransjereferanse og reduserer dermed tiltakets innvirkning på klimaet. Lavkarbonklassene er nærmere beskrevet i Tabell 6-1 under.

Det må bemerkes at bruk av lavkarbonbetong ikke er en forutsetning for sprøytebetong, ettersom dette ikke har vært standard i Evinys anskaffelser.

6.2 Foreslåtte tiltak

Tiltakshaver Eviny Fornybar AS har som overordnet klimamål om netto null direkte utslipp og energiforbruk innen 2027, samt netto null utslipp i hele verdikjeden (oppstrøms og nedstrøms) innen 2040 [25].

For å sikre at tiltaket bidrar til oppnåelse av disse målene, skal prosjektet kartlegge klimagassutslipp og tiltak for reduksjon av klimagassutslipp i forbindelse med beslutningsgrunnlaget til Børdalen kraftverk.

Tiltakene som listet opp i dette avsnittet er tiltak som er foreslått som følge av konsekvensutredningen for klimagassutslipp, men som ikke er innarbeidet i planforslaget. Disse tiltakene vil bidra positivt til fagtema klimagassutslipp, og gi grunnlag for videre arbeid med klimagassreduksjoner i prosjektet i tråd med tiltakshaverens klimaambisjoner. Konsekvensgraden vil likevel ikke endres om ett eller flere av disse inkluderes i planene.

1. El-mek komponenter

Elektromekaniske komponenter som generator, transformator og turbin er de klart største utslippskildene i tiltaket. Små tiltak ved innkjøp av disse komponentene kan gi store klimagassbesparelser for prosjektet. Ved å vektlegge dokumenterte klimagassutslipp ved valg av produkter kan tiltakets klimagassutslipp reduseres betydelig. Ettersom det mangler datagrunnlag for å kunne kvantifisere effekten av dette tiltaket, er det vurdert kvalitativt. Sensitivitetsanalyse for produksjonssteder for disse komponentene, som vist i kapittel 3.3.5, gir et eksempel på hvordan utslippene kan reduseres ved innkjøp med hensyn til klima.

2. Lavkarbon konstruksjonsbetong

Betong er den nest største kilden til klimagassutslipp fra materialbruk ved oppføring av tiltaket. Selv om det er lagt til grunn bruk av lavkarbon 20 konstruksjonsbetong i utredningen, kan tiltakets klimagassutslipp ytterligere reduseres ved valg av konstruksjonsbetong i lavkarbonklasse bedre enn 20. Kunnskap fra andre bygg- og infrastrukturprosjekter rundt omkring i Norge viser at det er relativt enkelt å erstatte vanlig betong med lavkarbonbetong, uten store tekniske eller gjennomføringsutfordringer. Tidligere har det vært potensielt utfordrende å benytte lavkarbonbetong av klasse A eller bedre i noen anvendelser på grunn av utfordringer knyttet til lang herdingstid, fasthetsklasser, temperaturbehov for herding, og tiltakets lokasjoner.

I juni 2025 åpnet Heidelberg Materials sitt CCS-anlegg i Brevik. Her produseres vanlig sement med tilleggsprosess av karbonlagring. Dette gjør at det nå kan brukes betong av enda høyere lavkarbonklasser enn før, til og med i anvendelser der det tidligere har vært vanskelig å bruke disse på grunn av de overnevnte utfordringene.

Norsk Betongforenings publikasjonsnummer 37, lansert oktober 2025, beskriver nærmere hvordan lavkarbonklasser kan oppnås og i hvilke grader [13]. Nedenfor vises et utdrag fra publikasjonen som viser anvendelser av lavkarbon konstruksjonsbetong.

Konstruksjonsbetong

For tradisjonell konstruksjonsbetong kan kravene til lavkarbonklassene tilfredsstilles med følgende tiltak. Tiltakene er mer detaljert beskrevet i NB-rapport 12 /8/.

Lavkarbon 10 - kan vanligvis oppnås med ordinære flygeaske- og slaggsementer og små resepttekniske tiltak

Lavkarbon 20 - krever ofte bruk av spesielle resepttekniske tiltak, som f.eks. tilsetning av flygeaske

Lavkarbon 30 til 60 - kan oppnås ved bruk av CCS eller CCU-reduserte sementer, ved bruk av slaggsement (CEM III/B) eller ved bruk av andre spesielle bindemiddelsammensetninger.

Lavkarbon 70 til 90 - kan bare oppnås ved bruk av bindemidler med CCS eller CCU -reduserte sementer, og disse betongene vil være godkjent for bruk i alle bestandighetsklasser.

Lavkarbon 90 kan i praksis bare oppnås for enkelte produsenter av tørrbetong eller hulledebetong.

Tabell 6-1 viser grenseverdier for maksimalt tillatt klimagassutslipp (A1-A3) for ulike grader av lavkarbonbetong i ulike fasthetsklasser.

Tabell 6-1: Lavkarbonklasser med grenseverdier for klimagassutslipp (begrenset til modul A1-A3 i NS-EN 15804:2012+A2:2019+AC:2021 /7/). Valg av klasse skal skje under de forutsetningene som er gitt i kapittel A.2 i NB37 2025 [13].

Fasthetsklasse og lavkarbonklasse	B20	B25	B30	B35	B45	B55	B65
Maksimalt tillatt klimagassutslipp, GWP-total (kg CO ₂ e / m ³ betong)							
Bransjereferanse 2022	190	200	235	260	280	300	310
Lavkarbon 10	171	180	212	234	252	270	279
Lavkarbon 20 (Baseline)	152	160	188	208	224	240	248
Lavkarbon 30	133	140	165	182	196	210	217
Lavkarbon 40	114	120	141	156	168	180	186
Lavkarbon 50	95	100	118	130	140	150	155
Lavkarbon 60	76	80	94	104	112	120	124
Lavkarbon 70	57	60	71	78	84	90	93
Lavkarbon 80	38	40	47	52	56	60	62
Lavkarbon 90	19	20	24	26	28	30	31

Tabell 6-2 viser utslipp knyttet til konstruksjonsbetong i tiltaket, samt reduksjonspotensialet ved bruk av lavkarbonbetong klasser bedre enn 20. Det er brukt samme fasthetsklasser som i baseline (utredning vist i kapittel 3.3) for å sikre at resultatene er sammenlignbare. Effekten av valg av fasthetsklasser er vist i form av en sensitivitetsanalyse i kapittel 3.3.5. Ettersom lavkarbon 90 i praksis kun kan brukes i produksjon av prefabrikkerte betongelementer, er det kun vurdert lavkarbon 90 for kabelkanaler i nettilknytningen.

Tabell 6-2: Klimagassreduksjon ved valg av lavkarbon konstruksjonsbetong i Børdalen kraftverk og nettilknytningen.

Konstruksjonsbetong	tonn CO ₂ e (A1-A3, A4, A5a)	
	Børdalen kraftverk	Nettilknytning
Lavkarbon 20 (Baseline)	1 322	231
Lavkarbon 30	-153	-26
Lavkarbon 40	-306	-52

Lavkarbon 50	-460	-78
Lavkarbon 60	-613	-105
Lavkarbon 70	-766	-131
Lavkarbon 80	-919	-157
Lavkarbon 90	Ikke aktuelt	-178 ¹

3. Lavkarbon sprøytebetong

I henhold til Norsk Betongforenings publikasjonsnummer 37 (2025) kan lavkarbonklasser, som vist i Tabell 6-1, også anvendes til sprøytebetong. Nedenfor vises et utdrag fra publikasjonen som viser anvendelser av lavkarbon sprøytebetong.

Siden spesialbetonger, finsats og sprøytebetong normalt vil ha høyere GWP-verdier pga. et høyere bindemiddelinnhold enn for konstruksjonsbetong, vil det være begrenset hvilke lavkarbonklasser som kan oppnås ved bruk av tradisjonelle resepttekniske virkemidler.

Lavkarbon 10 - kan oppnås med ordinære flygeaske- og slaggsementer og små resepttekniske tiltak for mange produsenter, men for flere produsenter kreves det spesielle resepttekniske tiltak som kan påvirke bruksegenskapene, og spesielt den tidlige fasthetsutviklingen

Lavkarbon 20 - kan oppnås ved bruk av spesielle resepttekniske tiltak for noen produsenter, men bruksegenskapene og generell egnethet bør utredes i hvert enkelt prosjekt

Lavkarbon 50 - kan oppnås ved bruk av CEM III/B bindemiddel, men bruksegenskapene og generell egnethet utredes i hvert enkelt prosjekt

Lavkarbon 70 til 80 - ved bruk av CCS eller CCU-reduserte bindemidler kan alle lavkarbonklassene opp til Lavkarbon 70 eller Lavkarbon 80 oppnås. De produsentene som klarer Lavkarbon 80 for konstruksjonsbetong vil normalt også klare Lavkarbon 80 for sprøytebetong.

Tabell 6-3 viser utslipp knyttet til sprøytebetong i tiltaket, samt reduksjonspotensialet ved bruk av lavkarbonbetong i alle aktuelle klasser. Det er brukt samme egenskaper som i baseline (utredning vist i kapittel 3.3) for å sikre at resultatene er sammenlignbare. Det vil si at det er brukt utslippsintensitet for fasthetsklasse B35, og at utslipp knyttet til tilsetning av stålfiberarmering også er inkludert. Sistnevnte har en utslippsintensitet på 1,46E+01 kg CO₂e/m³ betong [12]. Bransjen ser også typisk overdreven bruk av sprøytebetong, og det vil være lavhengende frukt med tanke på utslippsreduksjoner å optimalisere mengden som brukes for å unngå overforbruk.

Tabell 6-3: Klimagassreduksjon ved valg av lavkarbon sprøytebetong i Børdalen kraftverk.

Sprøytebetong	tonn CO ₂ e (A1-A3, A4, A5a)
	Børdalen kraftverk
Bransjereferanse (Baseline)	780
Lavkarbon 10	-70
Lavkarbon 20	-140
Lavkarbon 30	-210
Lavkarbon 40	-280
Lavkarbon 50	-349
Lavkarbon 60	-419
Lavkarbon 70	-489
Lavkarbon 80	-559

¹ Kun aktuelt for kabelkanaler. Betong i fundamenter er ikke inkludert i beregning av reduksjonspotensialet.

4. Sprengstoff uten ANFO

Sprengstoff er den tredje største utslippskilden fra Børdalen kraftverket. I denne utredningen er det brukt en generisk utslippsintensitet for sprengstoff som tilsvarer vanlig sprengstoff med ANFO.

Bruk av vanlig ANFO-sprengstoff, som inneholder ammoniumnitrat-brenselolje (ANFO), har betydelige klima- og miljømessige konsekvenser. ANFO-sprengstoff medfører høye klimagassutslipp i produksjonen av sprengstoffet. I tillegg kan restprodukter fra eksplosjonen forurense jord og vann, og ha negative effekter på lokale økosystemer.

Sprengstoff uten ANFO har derimot lavere utslipp og gir flere miljømessige fordeler. Disse sprengstoffene reduserer utslippene av skadelige klimagasser betydelig, hvilket bidrar til en mer bærekraftig og miljøvennlig bygge- og anleggspraksis. Ved å velge sprengstoff uten ANFO, kan prosjektet oppnå lavere karbonfotavtrykk og redusere risikoen for forurensning av nærliggende jord og vannressurser.

For å synliggjøre reduksjonspotensialet ved bruk av sprengstoff uten ANFO er det brukt utslippsfaktor fra et lignende produkt fra Hypex Bio. Hypex Bio sitt EPD for sprengstoff HPE B02 (EPD nr. NEPD-6956-6347-EN) har en utslippsfaktor (GWP-IOBC A1-A3) på 1,11E-01 kg CO₂e/kg. Utslippsfaktor for det generiske sprengstoffet brukt i denne utredningen er på 1,26E+00 kg CO₂e/kg. Tabell 6-4 viser utslipp knyttet til sprengstoff i tiltaket, samt reduksjonspotensialet ved bruk av sprengstoff uten ANFO.

Tabell 6-4: Klimagassreduksjon ved valg av sprengstoff uten ANFO i Børdalen kraftverk.

Sprengstoff	tonn CO ₂ e (A1-A3, A4, A5a)
	Børdalen kraftverk
Baseline	1 570
uten ANFO	-1 362

6.3 Forslag til overvåkningsordninger

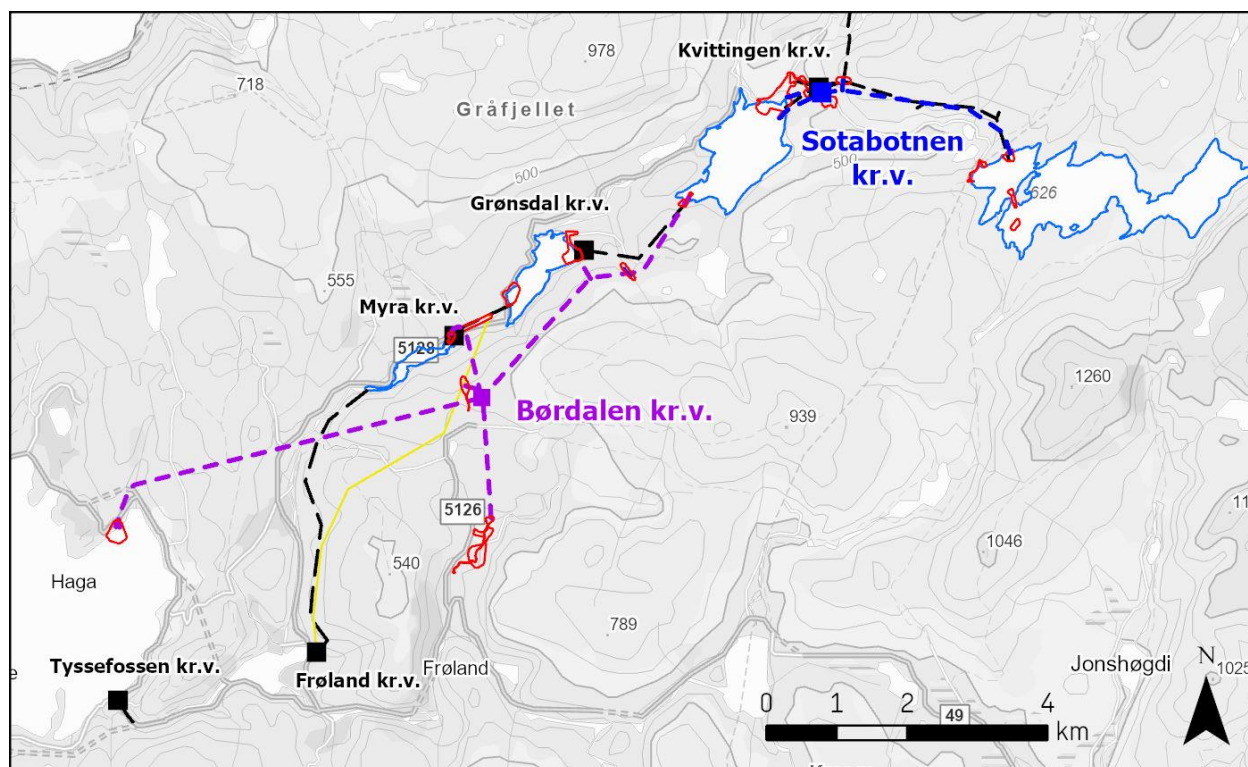
Med hjemmel i KU-forskriften § 29 kan myndighetene sette krav om overvåkningsordninger. Nedenfor foreslås det noen relevante overvåkningsordninger:

- Materialvalg:** Det anbefales at det settes krav om reduksjon av klimagassutslipp fra materialbruk, samt at ytterligere utslippsreduksjoner vurderes positivt i en anskaffelse. Dette kan dokumenteres ved utarbeidelse av et klimagassbudsjett før anleggsarbeidene starter og et klimagassregnskap etter anleggsarbeidene er ferdigstilt. Ved valg av lavutslippsalternativer, inkludert de som er nevnt i avbøtende tiltak 1 til 4, bør EPD-er, P-EPD-er og annen relevant dokumentasjon som viser at tiltak er gjennomført, innhentes. Relevant dokumentasjon kan leveres etter ferdigstillelse av tiltaket.
- Utslippsfri eller fossilfri anleggsplass:** Bruk av utslippsfri eller fossilfrie anleggsmaskiner og lastebiler på anleggsplass kan redusere klimagassutslippene fra tiltaket betydelig. Brorparten av disse utslippene er direkte utslipp som finner sted i influensområdet og medfører forurensning. Det foreslås at tilgangen til lavutslippsdrivstoff og -energikilder kartlegges i god tid før anleggsarbeidene starter. Dersom dette tiltaket iverksettes, kan det overvåkes med månedlige rapporteringer av drivstoff- og energiforbruk på anleggsplassen.
- Tilbakeføring:** Selv om tilbakeføring av arealer med midlertidig beslag ikke regnes med i klimagassberegninger for arealbeslag, vil det ha positiv innvirkning på klima og miljø. I etterkant av anleggsarbeidene bør tilbakeføringen og effekten av denne kontrolleres.

7 Sotabotnen og Børdalen kraftverk - samlede vurderinger

Parallelt med søknaden for Børdalen kraftverk sender Eviny inn søknad om konsesjon for Sotabotnen kraftverk i samme vassdrag. Sotabotnen kraftverk er et pumpekraftverk med inntak/utløp i Svartavatnet og Kvittingsvatnet.

De to kraftverkene søkes separat, og konsekvenser for hver av dem vurderes i hver sine konsekvensutredninger som følger respektive konsesjonssøknader. I dette kapittelet er det gjort en vurdering av samlede virkninger dersom begge kraftverk bygges ut. I figur 7-1 vises begge kraftverkene i samme kart.



Figur 7-1. Kart som viser de to planlagte kraftverkene i vassdraget; Børdalen og Sotabotnen. Røde omriss viser inngrepsgrenser for planlagte tiltak for de to. Eksisterende kraftverk er vist med svart. Kart: Sweco.

For fagtema klimagassutslipp innebærer det at de økte og reduserte utslippene fra begge kraftverkene med tilhørende nettløsninger summeres sammen. De vises til konsesjonssøknad for Sotabotnen kraftverk vedlegg E.10 Fagrapport klimagassutslipp.

Tabell 7-1 viser netto klimagassutslipp (differanse mellom nullalternativ og tiltak) for Børdalen kraftverk med tilhørende nettilknytning og Sotabotnen kraftverk med tilhørende nettalternativ 1 Myra, for strømmiks scenarioene norsk miks og europeisk miks.

Tabell 7-1. Samlet vurdering av Børdalen og Sotabotnen kraftverk for klimagassutslipp. Negativt fortegn betyr opptak eller unngåtte utslipp.

Utslippskilde	Netto klimagassutslipp (tonn CO ₂ e) <i>Børdalen (inkl. nettilknytning) + Sotabotnen (inkl. nettalternativ 1 Myra)</i>	
	Norsk miks	Europeisk miks
Arealbeslag	5 891	5 891
Materialbruk og utbygging	67 109	67 109
Energibruk i drift	-3 365 546	-1 197 465
Totale klimagassutslipp	-3 292 546	-1 124 465
Konsekvensgrad	Stor positiv konsekvens (3/4 +)	Stor positiv konsekvens (3/4 +)

Tabell 7-2 viser netto klimagassutslipp (differanse mellom nullalternativ og tiltak) for Børdalen kraftverk med tilhørende nettilknytning og Sotabotnen kraftverk med tilhørende nettalternativ 2 Leitet, for strømmiks scenarioene norsk miks og europeisk miks.

Tabell 7-2. Samlet vurdering av Børdalen og Sotabotnen kraftverk for klimagassutslipp. Negativt fortegn betyr opptak eller unngåtte utslipp.

Utslippskilde	Netto klimagassutslipp (tonn CO ₂ e) <i>Børdalen (inkl. nettilknytning) + Sotabotnen (inkl. nettalternativ 2 Leitet)</i>	
	Norsk miks	Europeisk miks
Arealbeslag	6 754	6 754
Materialbruk og utbygging	66 194	66 194
Energibruk i drift	-3 365 546	-1 197 465
Totale klimagassutslipp	-3 292 598	-1 124 517
Konsekvensgrad	Stor positiv konsekvens (3/4 +)	Stor positiv konsekvens (3/4 +)

Sammenlignet med konsekvensgradene for Børdalen kraftverk med nettilknytning, vil konsekvens for arealbeslag være uendret, men konsekvensgrad for materialbruk og utbygging vil øke fra *Middele negativ konsekvens* til *Stor negativ konsekvens*. Ettersom økning i unngåtte utslipp fra energiproduksjon er betydelig større enn økte utslipp som følge av arealbeslag, materialbruk og utbygging, er klimagassutslipp knyttet til livsløpsfase B6 *Energibruk i drift* utslagsgivende. Samlet konsekvensgrad for begge tiltakene sammen vurderes til å være *Stor positiv konsekvens*.

8 Usikkerhet

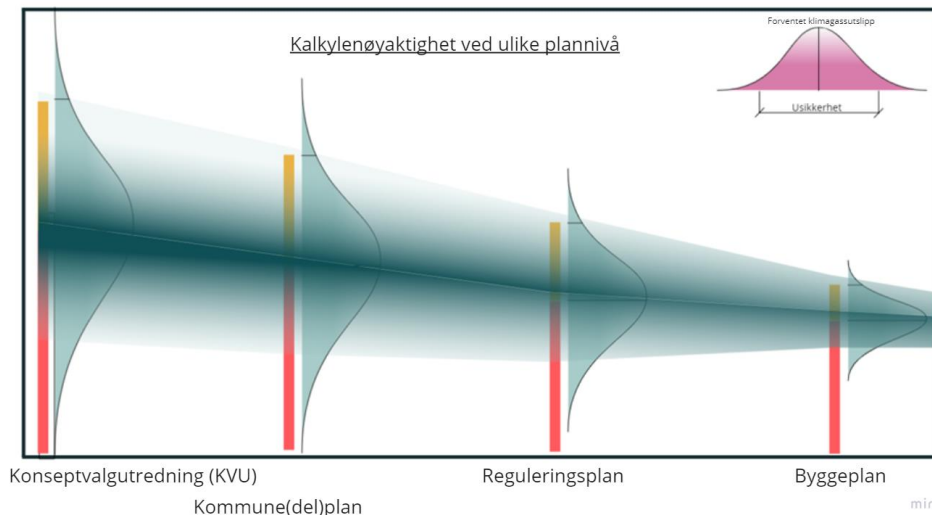
Usikkerheter knyttet til utredningen av ulike utslippskilder er beskrevet nærmere i kapitlene 3.2.5, 3.3.5 og 3.4.5.

Nedenfor oppsummeres de overordnede usikkerhetene knyttet til konsekvensutredningen for klimagassutslipp (denne fagrapporten).

1. **Datagrunnlag:** Det er gjort grove anslag for estimering av materialmengder, og material-egenskapene er ukjente på dette stadiet. For å kunne estimere utslipp av klimagasser fra tiltaket er typiske materialkvaliteter basert på erfaring fra andre vannkraftverk brukt. For eksempel er det antatt at plasstøpt betong har fasthetsklasse B35 og sprøytebetong har stålfiberarmering, osv. Videre prosjektering vil redusere usikkerhetsgraden. Liste over materialer er også ufullstendig i denne fasen, og det kan forventes at flere materialer blir brukt i prosjektet enn det som er inkludert i denne utredningen. For eksempel er det ikke inkludert utslipp fra den flytende brua i Kvitingvatnet, injeksjonssement, materiell for innfesting av kabel, diverse liner i koblingsanlegg, osv.
2. **Anleggsgjennomføring:** Det er også noe usikkerhet knyttet til anleggsaktiviteter som er nødvendige for gjennomføring av tiltaket. Aktiviteter som er inkludert i beregningen er basert på beregningsmetodikk i VegLCA, hvor ulike anleggsaktiviteter beregnes basert på tilhørende prosesser. Det er sannsynlig at flere anleggsprosesser vil bli nødvendige for gjennomføring av tiltaket, og det kan forventes at klimagassutslippene vil være noe høyere. Bruk av flybensin for helikoptertransport av materialer til lukehuset ved Kvitingvatnet kan også avvike ettersom beregningen ikke tar hensyn til reiselengde eller flytid.
3. **Utslippsfaktorer:** Det er hovedsakelig brukt generiske utslippsfaktorer for materialer og valgt typiske materialer som blir brukt i bransjen, for eksempel bransjereferanse for sprøytebetong. Siden leverandør og produsent av materialene er ukjente på dette stadiet, vil dette være den foretrukne metoden. Innhenting av produkt- eller prosjektspesifikke miljødeklarasjoner (EPD) vil redusere usikkerhet knyttet til utslippsfaktorer. Dette er særlig viktig for el-mek komponenter som er de største utslippskildene i tiltaket.
4. **Beregningsmetode:** Anerkjente beregningsmetoder er brukt i denne utredningen. For arealbruksendringer er M-1941 og NVEs veileder brukt, for utslipp fra utbygging av kraftverk er Infraveileder brukt, og for energiproduksjon er NS 3720 og NVEs veileder brukt. Bruken av disse metodene regnes som beste praksis i bransjen og gjør utredningen sammenlignbar med andre utredninger. Men dette medfører usikkerhet knyttet til resultatene da metodene gjelder alle typer bygg- og anleggsprosjekter og ikke er spesifikt tilpasset vannkraftverk.
5. **Kraftproduksjon:** For beregning av klimanytten fra effektkraftverk er det gjort metodiske avvik fra standarden NS 3720. Utredningen benytter ulike utslippsfaktorer for magasinkraftverk og effektkraftverk, mens NS 3720 normalt anvender scenarioer for strømmiks uten slik differensiering. Dette kan gi et mer realistisk, men samtidig mer optimistisk bilde av klimanytten enn en standardisert beregning, og gjør resultatene mindre sammenlignbare med andre prosjekter.
6. **Skadereduserende tiltak:** Noen tiltak som kan bidra til å redusere både direkte og indirekte utslipp fra tiltaket er vurdert. Men på grunn av bruken av samme metodikk som i punktene ovenfor, vil det også være usikkerhet knyttet til virkningen av avbøtende tiltak. Graden av utførelse av skadereduserende tiltak vil også påvirke deres virkninger. For eksempel vil en halvering av bruk av sprengstoff uten ANFO også halvere reduksjonen i utslipp fra avbøtende tiltak 4.

I tillegg vil klimagassberegningene for ulike utslippskilder ha ulik usikkerhetsgrad. For eksempel er det større usikkerhet knyttet til utslipp fra energibruk i drift (B6) enn utslipp fra arealbeslag og utbygging av kraftverk (A1-A5, B4). Beregningene for bruksstadiet har generelt høyere usikkerhetsgrad enn beregningene for produksjons- og gjennomføringsstadier på grunn av usikkerheter rundt teknologisk utvikling.

Generelt er det store usikkerheter knyttet til datagrunnlaget, siden prosjektet er i tidligfase, og mye av informasjonen som er nødvendig for å utføre klimagassberegningene, ikke er tilgjengelig. Dette gjelder både materialer og utslippsfaktorer. Usikkerhetene er generelt høye i tidligfase og reduseres etter hvert som detaljeringsgraden og kunnskapen om prosjektet øker. Veilederen for klimagassberegninger i infrastrukturprosjekter beskriver forskjeller i usikkerhetsgrad og hvordan disse utvikler seg over i tid i ulike prosjekteringsfaser [17]. Nivået på usikkerhet ved avslutning av ulike prosjektfaser er vist i Figur 8-1 og Tabell 8-1. Detaljeringsgraden i prosjektet ligner på hovedplanstadiet, og en usikkerhetsgrad på 20-30 % vil være veiledende for denne utredningen.



Figur 8-1. Prinsipp for kalkylenøyaktighet (samt klimagassutslipp) ved ulike planfaser [17]. Illustrasjon: Infraklima.no

Tabell 8-1: Usikkerhetsgrad (standardavvik) i avslutning av ulike prosjektfaser [17].

Prosjektfase	Usikkerhet (standardavvik)
Utredning/Konseptvalgutredning (KVU)	30-50 %
Hovedplan / Kommune(del)plan	20-30 %
Detaljplan / Reguleringsplan	10-20 %
Byggeplan (detaljprosjektering)	5-10 %

Referanser

- [1] Standard Norge, «NS 3720 – Klimagassberegninger for bygninger,» 2018. [Internett]. Available: <https://standard.no/fagomrader/energi-og-klima-i-bygg/bygningsenergi/klimagassberegninger/>.
- [2] Miljødirektoratet, «Håndbok om konsekvensutredning av klima og miljø. Håndbok M-1941.,» 2024. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/overvaking-arealplanlegging/arealplanlegging/konsekvensutredninger/maler-og-figurer/>.
- [3] EPD International AB 2024, *ELECTRICITY, STEAM AND HOT/COLD WATER GENERATION AND DISTRIBUTION - PCR 2007:08 VERSION 5.0.0*, 2024.
- [4] Statistisk sentralbyrå (SSB), «Kommunefakta - Samnanger (Vestland),» [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/kommunefakta/samnanger>. [Funnet 03 07 2025].
- [5] Miljødirektoratet, «Utslipp av klimagasser i kommuner og fylker - Samnanger kommune,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/?area=428§or=-2>. [Funnet 03 03 2025].
- [6] Miljødirektoratet, «Utslipp og opptak fra skog og arealbruk - Samnanger kommune,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/datavisualisering/klimagassutslipp-i-kommuner-og-fylker/?area=428§or=-3>. [Funnet 28 07 2025].
- [7] Samnanger kommune, «Samnanger kommune mot 2034,» 08 04 2025. [Internett]. Available: <https://aimblob.blob.core.windows.net/aimfiles/4aef1036-f992-416f-8a2e-451f43f607c4.pdf>.
- [8] Sabima, «Naturkampen 2025,» [Internett]. Available: <https://naturkampen.sabima.no/rangering>. [Funnet 28 07 2025].
- [9] Miljødirektoratet, et al., «Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag,» 28 09 2022. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/sd/ntp/ntp-2025-2036/utredningsoppdraget-leveranse-oktober-22/vedlegg-5-utslipp-fra-arealbeslag2217805.pdf>.
- [10] NIBIO, «Kilden,» [Internett]. Available: <https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&zoom=10.2&x=7110989.21&y=317205.43&bgLayer=graatone>. [Funnet 25 09 2024].
- [11] Miljødirektoratet, «Beregningsmal for klimagassutslipp fra karbonrike arealer,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/downloaditem?id=01FM3LD2R65O7F3HBLLNCJ4KZ3M5377SUS>. [Funnet 30 08 2024].
- [12] Asplan Viak AS, *VegLCA v5.14B*, Statens vegvesen, 2024.
- [13] Norsk Betongforening, «Publikasjon nr. 37 Lavkarbonbetong,» 2025.
- [14] Betongsentrum, «Lavkarbonbetong,» [Internett]. Available: <https://www.betongsentrum.no/lavkarbonbetong/>. [Funnet 19 Desember 2025].
- [15] Statens vegvesen, «VegLCA v5.12B Dokumentasjon,» 02 November 2023. [Internett]. Available: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/klima-miljo-og-omgivelser/utslipp-av-klimagasser/bruk-av-veg-lca/>.
- [16] Direktoratet for byggkvalitet, «Veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap - Byggteknisk forskrift (TEK17) § 17-1,» 18 August 2023. [Internett]. Available: https://www.dibk.no/byggtekniske-omrader/veileder-om-klimagassregnskap/Veileder%20for%20utarbeidelse%20av%20klimagassregnskap_august%202023.pdf.
- [17] Statens vegvesen, et al., «Veileder for klimagassberegninger i infrastrukturprosjekter,» [Internett]. Available: <https://infraklima.no/391-prosjektfaser>. [Funnet 20 11 2024].
- [18] Standard Norge, «NS 3720:2018/G2:2024 - Verdier til bruk i klimagassbudsjettering, -beregninger og -regnskap for bygninger etter NS 3720 og informasjonsmoduler A4, A5, B2 og B4,» 2024.

- [19] Klima- og miljødepartementet, *Produktforskriften kapittel 3. Omsetningskrav for biodrivstoff og bærekraftskriterier for biodrivstoff og flytende biobrensel*, 2024.
- [20] EFLA Consulting Engineers på vegne av Statnett, «Life Cycle Assessment for Transmission Towers,» 2018.
- [21] Electricity Maps ApS, «Electricity Maps,» [Internett]. Available: <https://app.electricitymaps.com/map/12mo/monthly>. [Funnet 12 November 2025].
- [22] Eviny Fornybar, «Våre kraftverk,» [Internett]. Available: <https://fornybar.eviny.no/vare-kraftverk>. [Funnet 04 12 2025].
- [23] Noregs vassdrags- og energidirektorat (NVE), «NVE Digital Veileder - Konsesjonssøknad nettanlegg,» 28 01 2025. [Internett]. Available: <https://veiledere.nve.no/konsesjonssoknad-nettanlegg/soknad-om-anleggskonsesjon/virkninger-for-miljo-og-samfunn/#pageSection-11>. [Funnet 13 03 2025].
- [24] Konsekvensutredningsforskriften, «Forskrift om konsekvensutredninger,» (FOR-2017-06-21-854). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-21-854>, 2017.
- [25] Eviny Fornybar AS, «Stoppe klimaendringene,» [Internett]. Available: <https://www.eviny.no/baerekraft/stoppe-klimaendringene>. [Funnet 16 Desember 2025].

Vedlegg 1: Utslippsfaktorer brukt i utredningen

Material	GWP (A1-A3) [kg CO ₂ e / enhet]		Kilde
Kraftverk			
Normalbetong B30, lavkarbon 20	2,35E+02	m³	NB Publikasjon nr. 37 2025
Normalbetong B35, lavkarbon 20	2,60E+02	m³	NB Publikasjon nr. 37 2025
Sprøytebetong med stålfiberarmering, bransjereferanse	2,75E+02	m³	VegLCA 5.14B; NB Publikasjon nr. 37 2025
Armeringsstål	5,66E-01	kg	VegLCA 5.14B
Sikringsbolter	8,66E-01	kg	VegLCA 5.14B
Svartstål	2,61E+00	kg	Gjennomsnitt av 9 EPD-er
Rustfritt stål	3,49E+00	kg	VegLCA 5.14B
Ventilasjonskanal	8,00E+01	m	One Click LCA
Gjenbrukt grus, mobilt knuseverk 1 trinn	1,03E+00	tonn	SteinLCA v2.2
Asfaltgrus	3,00E-02	kg	VegLCA 5.14B
Sprengstoff	1,26E+00	kg	VegLCA 5.14B
Generator	1,98E+04	MVA	HydroPowerLCA 1.10
Transformator	3,53E+04	MVA	HydroPowerLCA 1.10
Turbin	1,34E+04	MW	HydroPowerLCA 1.10
Maskinsalkran	2,21E+05	stk.	HydroPowerLCA 1.10 (mengde tilpasset basert på erfaringstall fra lignende anlegg)
Nettanlegg			
Kabel 630 mm² Al 420 kV	4,04E+01	m	Sweco klimakalkulator for nettanlegg
Faseline Solros	1,13E+01	m	Sweco klimakalkulator for nettanlegg
Toppline Gondul	7,97E-01	m	Sweco klimakalkulator for nettanlegg
Stål søyler	2,51E+00	kg	VegLCA 5.14B
Isolatorer	6,37E+00	stk	EPD av tilsvarende produkt
Apparater	7,66E+03	stk.	Gjennomsnitt av 9 EPD-er

Vedlegg 2: Målepunkter for myrdybder – aktuelle punkter i Børdalen er farget

Målepunkt ID	Myrdybde (cm)	GlobalID *	X	Y
1	50	{5686F32B-071E-4BAA-A64B-87A7F877D076}	-3578,1844	6733450,96
2	60	{25C03D5C-321A-43D4-B549-78C3DD3E2E03}	-3575,762	6733458,34
3	20	{9F2CB70F-AF12-419D-B555-1120B24B4AD3}	-3561,2309	6733476,93
4	30	{4BB5FCE7-F980-4E6A-93C0-4AFE1C2BAE35}	-3573,5669	6733480,27
5	80	{06AAFE31-4043-4509-96B9-2E7174469D7A}	-3573,7646	6733498,54
6	10	{3F0C6645-8DA4-4CCF-A5CE-60EFC915B7DD}	-3573,2313	6733506,25
7	10	{16769D65-553F-4F1A-AC8D-EFF05792A29A}	-3591,2795	6733501,25
8	30	{0A35E584-7220-4A10-A732-AA6BD899050F}	-3589,0026	6733476,9
9	60	{4A5F9748-DE8D-4726-8458-E40EB1BAEBCD}	-3590,6876	6733458,99
10	20	{F9E8AEA8-8145-47C7-9F15-AF5D664AFF3A}	-3356,2702	6731158,69
11	60	{A2284A30-2ACF-4307-A3C1-DA059BA7435D}	-3375,253	6731157,59
12	200	{E74ADB74-DFF0-4C83-AEAD-E31744537C83}	-3394,4275	6731150,52
13	290	{1E37AFFE-5AA5-45D5-B650-7F46FC396118}	-3412,3136	6731143,87
14	280	{93298B31-E729-46B7-BC74-E352B31CBBEC}	-3432,3957	6731138,15
15	110	{67939A5E-4C8B-4D90-AEA1-007F2E293332}	-3453,9394	6731136,97
16	200	{B4F227E7-8270-424F-828E-D68F21511D35}	-3473,7126	6731132,24
17	400	{482ED953-F2E4-4871-89C4-C021049559B4}	-3454,3781	6731117,35
18	400	{34ECFFE6-5D73-476A-8FA8-ABFCC6D3456D}	-3437,0449	6731116,49
19	400	{48D1C0EC-742E-4790-948B-2F065BAF459A}	-3412,4065	6731116,71
20	400	{7CA17093-B6F9-4F47-A4E4-E5A3612276CA}	-3396,4463	6731116,72
21	400	{30165714-30A1-4A5D-B3AE-9C2F675669D0}	-3394,77	6731136,68
22	400	{4F64E755-942F-45AB-A632-BF60FA80F6D9}	-3374,5042	6731136,98
23	400	{F16EE9E0-09F6-444B-B9ED-C7106B2BB667}	-3396,4872	6731099,39
24	400	{EA268816-82C1-43BB-BE3B-FD865F9334EC}	-3412,8697	6731099,93
25	400	{01166EDE-312C-44CA-BAC9-48EA8A6C9AD9}	-3418,2529	6731080,59
26	400	{D91874BB-44C5-41E7-B892-557BD33D8C8C}	-3435,101	6731062,11
27	50	{A52A7270-A29F-4801-88AD-AFA13200B872}	-3412,7493	6731056,7
28	400	{3B71354C-3CB8-4A76-9CE9-D14ABF026F0B}	-3393,2424	6731045,7
29	400	{44F08445-E71E-4AAB-AECA-6D37CA006B6D}	-3375,3504	6731028,75

30	200	{18F4E8C5-9BDE-4475-83C3-468E8B90DF0A}	-3354,7097	6731021,44
31	240	{3AFA4AEB-E6E4-438B-A189-661B078E18B2}	-3355,9111	6731038,01
32	400	{3ED5F081-4B49-41CD-BC74-AC17CF60CC32}	-3371,8275	6731038,42
33	230	{50CB2858-2684-44C0-A56B-50371F967573}	-3353,7927	6731057,78
34	320	{723A0B4B-7F98-4FAA-B082-73712C527AD1}	-3372,1762	6731058,83
35	300	{2B84452F-C57E-4D2E-B27C-240209C0CD70}	-3393,6897	6731061,35
36	230	{556186E9-0459-4FE5-9E40-4D54C8EEA124}	-3394,2454	6731077,7
37	300	{537C8D61-8278-44B2-BB11-D52142F8DFEA}	-3374,7451	6731077,84
38	340	{B681E441-1E2A-4424-A27B-BF18DA3F30C7}	-3351,9388	6731073,14
39	220	{811DC79B-BDD2-4DE5-A2B3-C538A7C9C900}	-3354,4732	6731090,3
40	230	{39526B99-800A-4F54-ACB0-268A1617B1A2}	-3371,0339	6731097,2
41	60	{217E92BC-A7C5-4715-9344-7D2D09575289}	-3905,0973	6734027,38
42	90	{5590FF84-1CED-4160-A543-F13D2DC48226}	-3910,1312	6734019,47
43	120	{5D8DBAEC-DEE9-4B1E-B33E-B2547B7810B4}	-3932,7344	6734001,24
44	80	{0AC66786-19A6-4B49-B7D4-49622BF84EE8}	-3954,9556	6733980,31
45	150	{4D78339B-1C8E-4448-B193-FD8D7934EF56}	-3970,7847	6733960,23
46	180	{5C9C3F9F-31A6-405B-8FE3-B3C3EDF8A777}	-3994,0581	6733956,1
47	150	{C2DF49C1-3368-4BF3-BB89-C5AD688DDC0E}	-4007,1836	6733955,73
48	120	{788ACBD3-F3FF-4BA7-A348-4B93DE6AB3D1}	-3970,291	6733948,27
49	100	{445B88D7-8ABA-49AA-81D1-B073D700371D}	-3954,7151	6733947,31
50	80	{D01CEEFA-E7A7-47B7-8074-914CFA0FC665}	-3932,8604	6733944,52
51	120	{701D1948-A6D3-4797-AB7A-4177EF6B5249}	-3934,5579	6733956,15
52	170	{F3E5A226-404E-4CC0-AD55-B0D324017FD3}	-3953,2049	6733960,41
53	120	{5CB7E2DC-21C3-4F5D-A064-27ACBA2422D4}	-3921,1983	6733982,42
54	160	{ED51EFFF-92CB-4554-8E28-07733CAB841C}	-3913,0106	6733997,38
55	80	{BBA01FFC-7BD0-42EC-AFE6-5D1BBCD171FF}	-3893,6219	6733994,98
56	110	{F2E527DB-B85F-4EA7-8344-1531E2A8B4AE}	-3894,9468	6734018,36
57	60	{8F12E37A-6DBD-4F9C-BC73-B048DF681933}	-3881,0687	6734022,24
58	90	{0FCC4840-DD7B-46E8-93DB-6EF278F9A741}	-3929,1153	6734011,73
59	80	{71C580F0-6D2C-4246-A412-E33F37E73D9C}	-3953,7263	6733997,53
60	160	{BD02C48C-B404-42CF-9ED1-A9AB8DC9FD5E}	-3973,7263	6733977,53
61	90	{17DCF1AD-4E04-4EA0-9950-EB6BEDE2863F}	-3993,2158	6733970,89

62	150	{C12BF3D7-7488-42AA-AC6C-425B2AEBA34C}	-3933,7263	6733977,53
63	70	{D7AD6D3C-46AB-4C8A-B3AA-0C1D8D91239F}	-3448,1205	6734098,46
64	70	{1A25D23C-8DD9-47AB-A2FC-377D673A434C}	-3429,6863	6734097,21
65	60	{C7FCF89D-F9E7-489A-80BA-767066274115}	-3433,7263	6734077,53
66	60	{8C252130-96FB-4FA7-9F1D-AFB053479C00}	-3453,7263	6734077,53
67	20	{932021B3-685A-41D9-A88E-DB2600E7CBD5}	-3474,6001	6734069,27
68	20	{3AEA56F7-5438-496A-B6FC-E9A9516957E4}	-3471,6928	6734056,78
69	30	{81AE3D6C-BA0B-45F9-830C-070F0FE19AB5}	-3494,4668	6734056,5
70	50	{C32B31ED-FCB3-447C-A52B-FE09FFF0B2CC}	-3511,3818	6734057,06
71	50	{9AF19B73-40CC-4BBD-9C72-892DAF317B12}	-3534,5215	6734057,77
72	70	{74AFFB7A-1DB4-4436-ADE9-4B87C815864D}	-3552,7025	6734057,45
73	20	{6E4C82BD-D666-46AC-BB6E-0FC9D1EC29EB}	-3572,2214	6734059,72
74	50	{150F8617-657F-4ABD-B8F1-1F1854CE5C60}	-3592,1993	6734054,8
75	20	{C66209C8-6810-4999-8E3E-2712D168839B}	-3614,4238	6734057,68
76	30	{AF15900B-3081-4A57-ACB6-6D6B54540D6B}	-3633,1881	6734057,17
77	50	{37A28A16-2B2C-4D91-8A7F-8FC338A45D80}	-3653,9359	6734060,49
78	50	{47C0696A-10E2-4693-8ADA-289A82468D6F}	-3673,9603	6734057,6
79	20	{076A85B4-4EC9-4992-967D-E6F7640E6379}	-3693,6549	6734057,63
80	80	{37C9FCC0-0AED-4588-8C21-D028AC8AF6A9}	-654,5938	6736060,13
81	110	{CEE016B6-88BF-4859-B9F9-03DDAB0AE1BD}	-673,9858	6736055,21
82	130	{59D42F8F-18E3-4BDF-A572-3504A7E2FD86}	-695,2951	6736040,57
83	160	{413C8A59-D1F2-46E3-A3A8-71811CA8E868}	-675,785	6736039,07
84	190	{16B174C1-6608-48FC-92F5-8EC9573ACC7B}	-652,8191	6736038,15
85	70	{807CA7D2-4230-4789-8A21-313442A8BB6B}	-633,6419	6736055,28