

Juni 2023
Hamar kommune

Klimatiltak i VA-bransjen

Klimasatsrapport

Utarbeidet av: Cathrine Nøstvold, Karin Carlqvist, Heidi Snemyr, Ole Kristian Haugen, Kim Hjerpe, Håkan Hansson, Rino Johansen

Kontrollert av: Lene Grimsrud, Bård Alsaker, Geir Korneliussen

Godkjent av: Lene Grimsrud

COWI

Innhold

1	Innledning	3
1.1	Klimasats	3
1.2	Hva er en CO ₂ -ekvivalent?	4
1.3	Metode og oppbygging av rapport	4
1.4	Oversikt over tiltak	6
2	Klimagassberegninger som styringsverktøy	7
3	Klimakrav i anbudsfasen	9
3.1	Klimakrav til materialer	9
3.2	EPD	10
3.3	Fossilfri eller utslippsfri anleggsplass	11
4	Klimagassreduksjoner -prosjektering, utbygging og drift	14
4.1	Installasjon av frekvensomformere	14
4.2	Fordrøyningstank	16
4.3	Automasjonsstyring	17
4.4	No-dig	18
4.5	Rehabilitering av kummer	20
4.6	Asfalt	22
4.7	Betong	24
4.8	Armeringsstål	26
4.9	Lavkvalitetspukk	28
4.10	Stedlige masser	30
4.11	Etterisolering ved bruk av innblåsing	32
4.12	Rørmateriale	33
4.13	Varmestyring og oppvarmingskilde	35
4.14	Nordkronen eksempelprosjekt	36
5	Avsluttende kommentarer	38
6	Referanser	39
	Vedlegg A - Ytterligere tiltak	42

1 Innledning

Hamar kommune har utarbeidet en kommunedelplan for miljø og klima for 2019-2030 [1], hvor det er beskrevet hvordan de, sammen med andre samarbeidspartnere, skal bidra til å redusere utslippene av klimagasser og nå de globale bærekraftsmålene. Planen tar for seg noen hovedutfordringer og har presentert ulike mål og tiltak for å håndtere de største utfordringene.

COWI AS har som et ledd av klimaplanen blitt engasjert av Hamar kommune for å vurdere ulike klimagass tiltak i VA-bransjen og dokumentere tiltakene i en tilhørende rapport i tråd med klimasats-støtte fra Miljødirektoratet. Det er fire utbyggingsscenarier, forhåndsdefinert av Hamar kommune, som har vært i fokus når tiltak skal beskrives. Tiltakene er vurdert relevant mot fire ulike utbyggingsscenarier.

- 1 Sanering av ledningstrasé
- 2 Ny pumpestasjon
- 3 Rehabilitering av pumpestasjon
- 4 Rehabilitering av høydebasseng

COWI har i samarbeid med kommunen kartlagt potensielle fokusområder og tiltak for å redusere klimagassutslippene ved de fire ulike utbyggingsscenariene, som er listet over. COWIs spesialister innen klimagassberegninger, bygningskonstruksjoner, VA-prosjektering og energivurderinger, har med bistand fra Hamar kommunes egne bærekrafts- og driftsressurser, vurdert hvert tiltak iht. potensielle klimagassreduksjoner og kostnadseffekter.

1.1 Klimasats

Hamar kommune søkte til Miljødirektoratet for klimasats-støtte til «*Klimatiltak i bygg og installasjoner innen vann og avløp*» (referansenummer 22S3E7FC). Miljødirektoratet har støttet søknaden og godtatt at støtten skal gå til å konkretisere klimagassreduserende tiltak på flere felt i prosjektet, bl.a. materialbruk, energiløsninger, sambruk og gjenbruk.

I forbindelse med utbetaling av støtten, skal kommunen:

- 1 Beskrive klimaeffekten, beregnet i tonn CO₂-ekvivalenter, ved de konkrete klimatiltakene
- 2 Oppgi eventuelle merkostnader eller besparelser forbundet med klimatiltakene
- 3 Beskrive eventuelt andre positive eller negative effekter med klimatiltakene

Leveranse av sluttrapport til Miljødirektoratet har frist 01.09.2023.

Klimaeffekten av hvert enkelt tiltak er vurdert kvantitativt der det har vært tilgjengelig data. Estimerte CO₂-e besparelser er enten beskrevet under hvert tiltak der hvor enkeltmaterialer er vurdert eller energibesparelser er kvantifisert. I de tilfeller hvor tiltaket har flere faktorer som vil påvirke den potensielle besparelsen er det kvantifisert i et eget beregningsark (Excel) hvor spesifikk data kan testes inn.

1.2 Hva er en CO₂-ekvivalent?

CO₂-ekvivalenter (CO₂-e) er en felles måleenhet for alle typer klimagasser og brukes for å regne om forskjellige klimagassutslipp til CO₂-verdier. Måleenheten brukes gjerne til å sammenligne og kvantifisere klimagassutslipp fra ulike kilder. Som nevnt, tar CO₂-e hensyn til flere klimagasser, som karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O) og fluorholdige gasser.

CO₂-e brukes fordi ulike klimagasser har forskjellige klimapåvirkninger og varigheter i atmosfæren. For å kunne sammenligne og summere de totale klimagassutslippene, konverteres utslippene av andre gasser til et tilsvarende utslipp av CO₂. Dette gjøres ved å multiplisere utslippene av hver gass med dens globale oppvarmingspotensial (GWP), som er en faktor som angir hvor mye en gass bidrar til drivhuseffekten sammenlignet med CO₂ over en gitt tidsperiode. Ved å uttrykke klimagassutslipp i CO₂-e, kan man sammenligne og kvantifisere de totale klimapåvirkningene fra ulike kilder og se på effektive tiltak for å redusere utslippene på en helhetlig måte. CO₂-e brukes ofte i klimarapportering, miljøvurderinger og klimagassregulering for å gi en standardisert måleenhet for sammenligning av klimagassutslipp.

Det kan være utfordrende å forstå betydningen av å spare 1 000 kg CO₂-e – er det mye eller lite? Om det er mye eller lite er ofte relativt til det en sammenligner mot, men for å gi noen sammenligninger til hva en kan få for ett tonn CO₂-e, har Fremtiden i våre hender [2] [3] gitt noen enkle eksempler, se et utdrag i Tabel 1.

Tabel 1: Sammenligninger til ett tonn CO₂-ekvivalenter. Kilder: [2] [4].

Sammenligninger til ett tonn CO ₂ -ekvivalenter	
1 tonn CO₂-ekvivalenter =	250 hamburgere
	44 kg storfekjøtt
	1,4 tonn med bønner
	Matsvinnet til én norsk husholdning i et år
	5 050 km med bensinbil
	4 500 km lang flytur for én person
	41 667 km med el-tog for én person
	0,001 % av Hamar kommunes klimagassutslipp 2019

1.3 Metode og oppbygging av rapport

Gjennom COWIs engasjement i klimasatsprosjektet, har det blitt gjennomført en innledende workshop med relevant personell fra kommunen og ulike rådgivende fag fra COWI. Hensikten med workshopen var å få innspill fra kommunens drifts- og bærekraftspersonell med et annet perspektiv enn COWIs rådgivende.

Tiltakene som vurderes i denne rapporten er de Hamar kommune ga høyest prioritet av tiltakene som ble foreslått, både under workshopen, og i etterkant av COWIs rådgivende. Det er flere tiltak som kan undersøkes dersom Hamar kommune en gang vil utvide studien – disse er listet i Vedlegg A - Ytterligere tiltak.

I forbindelse med workshopen, var noen av COWIs rådgivere på befaring på en avløpspumpestasjon og et høydebasseng som kommunen drifter. Befaringen ble gjort for å få bedre innsikt i mulige effekter relevante tiltak kan ha. Noe av driftsdataen fra avløpspumpestasjonen og høydebassenget er brukt for å kvantifisere effekten for noen av tiltakene. I disse tilfellene er dette beskrevet i tiltaksbeskrivelsen.

For de fleste tiltakene som er vurdert i rapporten, er det gjort en overordnet litteraturstudie for å kartlegge markedets situasjon for de ulike tiltakene som er vurdert, både med hensyn på teknologisk modenhet, potensielle klimagasseffekter og kostnadsvurderinger. En fullstendig oversikt over alle kilder som er brukt, er listet opp i referanseoversikten som er vedlagt på slutten av dette dokumentet.

Rådgivende ingeniør for VA har sammen med kommunen vurdert et eksempelprosjekt hvor no-dig-tiltak vurderes og kvantifiseres for klimagassutslipp. Dette er beskrevet og presentert i kapittel 4.14.

1.3.1 Vurderingsmetodikk i rapport

I de kommende delkapitlene er ulike tiltak vurdert etter blant annet relevans mot de fire utbyggingsscenariene som er vurdert. Tiltakene er delt i to grupper: Én for sanering av ledningstrase, og én for rehabilitering og utbygging av pumpestasjon og høydebasseng.

Figuren under viser antatt reduksjonseffekt et tiltak kan ha på klimagassutslipp i forhold til et alternativ basert på en standardløsning/bransjestandard. Nederst i figuren er antatte kostnadseffekter også vurdert, fra redusert til høyere kostnad sammenlignet med det som anses som en standardløsning/bransjestandard.

Som nevnt i innledningen, er det fire ulike utbyggingsscenarier som skal vurderes i denne klimasatsrapporten. De ulike tiltakene kan ha ulik effekt på de fire ulike utbyggingsscenariene, da de vil kreve ulike ressurser og innsatsfaktorer. For å hensynta dette, er det to ulike farger som brukes for å illustrere potensielle tiltakseffekter for kostnad og klimagassutslipp. Sanering av ledningstrasé vil være markert med grønt, og scenariene for ny pumpestasjon, rehabilitering av pumpestasjon og rehabilitering av høydebasseng, vil være markert med blått.

Som eksempelet i figuren under viser, er det antatt en middels effekt på klimagassutslipp for sanering av ledningstrasé, og høy effekt for nybygging og rehabilitering av pumpestasjon og rehabilitering av høydebasseng. Ved grønn og/eller blå markering anses tiltaket som relevant for utbyggingsscenariet og ved grå markering anses det som mindre relevant eller irrelevant. I de tilfeller hvor tiltaket anses å ha lik effekt for de fire utbyggingsscenariene, vil det være markert både med grønt og blått - se eksempelet i figuren under, hvor det antas at tiltaket vil ha redusert kostnad for alle utbyggingsscenariene.

Man kan ta hensyn til innbyrdes påvirkning mellom ulike tiltak, for eksempel om det i et tiltak installeres frekvensomformere så reduseres energibruk og energikostnadsbesparelser som påvirker effektiviseringen i et annet tiltak. Siden det er vanskelig å vite hvilke tiltak som utføres og hvilke som ikke utføres, så ser vi bort i fra disse marginale effektene, og besparelsene er isteden estimert noe konservativt.



Figur 1-1: Matrisen brukt i tiltaksvurderingene.

1.3.2 Beregningsark

Det er for noen av tiltakene satt opp enkle, generelle klimagassberegninger for å kunne gi en overordnet vurdering av hvert enkelt tiltak. Beregningene er satt opp i en egen Excel-fil som kommunen har fått oversendt. Denne beskriver kildene til utslippsfaktorene som er benyttet, og gir et forslag til beregningsmetodikk for de ulike tiltakene.

Beregningsarket er interaktivt, slik at kommunen selv grovt kan vurdere klimaeffekten av de ulike tiltakene ved bruk av estimerte mengder for et spesifikt prosjekt.

Utslippsfaktorene som er benyttet er basert på gjennomsnittsverdier fra ulike EPD-er, VegLCA, generell bransjedata og erfaringstall internt hos COWI.

1.4 Oversikt over tiltak

For å navigere enklere i dokumentet, er en oversikt over tiltakene listet under med hyperlink til riktig side i rapporten. Alle tiltakene er beskrevet i detalj i hvert sitt respektive delkapittel.

Klimakrav i anbudsfasen	
Kapittelnr.	Tiltaksnavn
3.1	Klimakrav til materialer
3.2	Innhenting av EPD
3.3	Fossilfri eller utslippsfri anleggsplass
Klimagassreduksjoner under prosjektering, utbygging og drift	
Kapittelnr.	Tiltaksnavn
4.1	Installasjon av frekvensomformere
4.2	Supplerende fordrøyningstank
4.3	Automasjonsstyring under drift
4.4	Bruk av No-dig metoder
4.5	Rehabilitering av kummer
4.6	Valg av asfalttype
4.7	Valg av lavkarbonklasse i betong
4.8	Valg av armeringsstål
4.9	Bruk av lavkvalitetspukk
4.10	Økt bruk av stedlige masser
4.11	Etterisolering ved bruk av innblåsing
4.12	Valg av rørmateriale
4.13	Varmestyring og oppvarmingskilde
4.14	Nordkronen eksempelprosjekt – no-dig

2 Klimagassberegninger som styringsverktøy

For å effektivisere klimaarbeidet for hvert prosjekt, anbefales det å jobbe strukturert med klimagass som et styringsverktøy, fra starten av et prosjekt, til det er ferdig. Se Figur 2-1 for en overordnet beskrivelse.



Figur 2-1: Eksempel på hvordan klimagassberegninger kan benyttes som styringsverktøy.

Klimagassberegninger kan være et effektivt styringsverktøy i et prosjekt for å identifisere, vurdere og redusere prosjektets klimagassutslipp. Her er noen trinn for å bruke klimagassberegninger som et styringsverktøy i et prosjekt:

1. **Sett mål og utvikle tiltak:** I de innledende fasene i prosjektet bør det settes noen mål for klimagassutslipp/-reduksjoner – gjerne koblet mot kommunens overordnede mål. Basert på prosjektets mål kan det gjøres noen innledende klimagassberegninger eller konkrete forutsetninger for prosjektet. Dette kan inkludere å ha fokus på energieffektive løsninger, benytte lokal og fornybar energi, redusere materialbruk, optimalisere transport, implementere avfallshåndteringstiltak, osv.
2. **Identifiser relevante utslippskilder:** I tidlige prosjektfaser kan en starte med å identifisere alle potensielle utslippskilder i prosjektet. Dette kan inkludere energiforbruk, transport, materialbruk, driftsparametere, avfallshåndtering osv., avhengig av prosjekttype.
3. **Gjør løpende vurderinger:** Gjør løpende klimagassberegninger i forprosjektfasen for å vurdere hvordan prosjektet ligger an til å oppnå satte mål. Dette kan også dokumenteres med helhetlige klimagassbudsjett. Her bør både direkte utslipp fra prosjektaktiviteter og indirekte utslipp fra innkjøpt energi, materialer og tjenester inkluderes.
4. **Identifiser store bidragsytere:** Analyser de tidlige resultatene av klimagassberegningene for å identifisere de viktigste og største bidragsyterne til klimagassutslipp. Det er for største bidragsyterne tiltakene bør iverksettes, og det kan her gjøres alternativvurderinger for å vurdere alternative løsninger.
5. **Implementer tiltak og overvåk fremgang:** Gjennomfør de identifiserte tiltakene og overvåk deres effektivitet og fremgang, gjerne med oppdaterte klimagassbudsjett i prosjekteringsfasen. Basert på foreløpige resultater kan tiltakene juster og forbedres etter behov.
6. **Kommuniser, evaluer og rapporter:** Etter prosjektet er ferdigstilt, lages et klimagassregnskap for å vurdere prosjektets faktiske oppnåelse av målene satt i tidligere faser. Alle de iverksatte tiltakene bør vurderes iht. klimagassreduksjon og kostnad for å kunne videreføre de mest effektive tiltakene til neste lignende prosjekt. Kommuniser klimagassreduksjonstiltakene og resultatene til relevante interessenter,

inkludert prosjektteamet, rådgivere, internt i kommunen og andre interesserte parter for å dele erfaringer og skape ytterligere verdi. Resultatene kan også deles offentlig for å bevisstgjøre arbeidet kommunen legger ned i klimagassvurderinger.

Som beskrevet over, kan en ved å bruke klimagassberegninger som et styringsverktøy i et prosjekt, identifisere muligheter for utslippsreduksjoner, optimalisere ressursbruk og bidra til en mer bærekraftig og miljøvennlig gjennomføring av prosjektet. Når det gjennomføres klimagassberegninger, er det viktig å definere en systemgrense hvor ulike livsløpsfaser bestemmes og defineres, samt over hvor langt livsløp prosjektet skal vurderes.

Informasjon om livsløpet																Tilleggsinformasjon utover livsløpet
Anleggsfase					Drift og vedlikeholds-fase							Slutfase				Etter endt levetid
Produktfase		Konstruksjons-fase														
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Montering	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Renovering	Energiforbruk	vannforbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk/gjenvinning/ resirkuleringspotensial. Gevinst og belastninger utover systemgrensene.

Figur 2-2: Oversikt over ulike livsløpsfaser som kan vurderes i et prosjekt og for et produkt. Illustrasjon basert på NS 3720:2018 [5].

3 Klimakrav i anbudsfasen

3.1 Klimakrav til materialer

Introduksjon

Det kan settes klimakrav til materialer i anskaffelsesfasen.

Vurdering

Å sette klimakrav til materialer kan gi en høy klimagassbesparelse for bygg-scenariene. Når det gjelder sanering av ledningstrasé vil ikke klimaeffekten være like stor, og kostnaden kan være høyere, men vi har valgt å sette den som usikker fordi det vil variere. Se ellers kap. 4.12 som omhandler rørmaterialer. Når det kommer til kostnader vurderes det at dette vil være prosjekt- og avtaleavhengig hvordan dette prises. Potensielle kostnadseffekter er dermed satt til usikker, både for sanering av ledningstrasé og for de 3 bygg-scenariene.



Forklaring

Det anbefales å vurdere ulike klimakrav i anbudsfasen for materialer. DFØ har utarbeidet en [kriterieveiviser](#) som kan brukes til inspirasjon [6]. I denne veilederen er materialer som betong, konstruksjonsstål, armeringsstål, stålpeler/-spunt, isolasjon og asfalt omtalt.

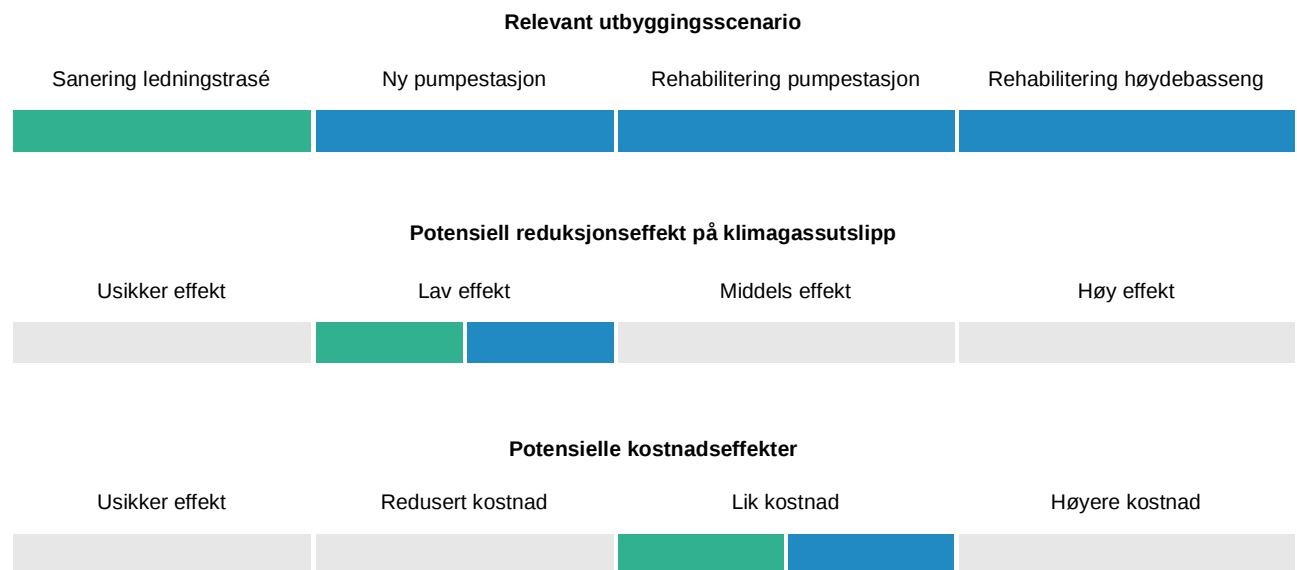
3.2 EPD

Introduksjon

EPD er tredjepartsverifisert miljødokumentasjon av produkter og bør etterspørres ved valg av materialleverandører for å kunne sammenligne produkter. Ved å benytte EPD-er som dokumentasjon på et produkts miljøtelse, kan prosjektet enklere velge de produktene med lavest total miljøpåvirkning. Krav til EPD-innhenting kan settes som et tildelingskriterium til entreprenør.

Vurdering

Å innhente EPD-er fra ulike leverandører, eller hente direkte fra EPD-Norge sin database, er den mest kvalitetssikre måten å vurdere hvert enkelt produkts miljøpåvirkning på, da EPD-er går gjennom tredjepartsgodkjenning. Grad av klimagassbesparelse vil variere avhengig av type produkt. Det antas at EPD-innhenting verken medfører eller reduserer kostnader i et prosjekt, da dette kan etterspørres samtidig som pris og tilgjengelighet på produkter.



Forklaring

Som nevnt, kan EPD-er brukes til å dokumentere klimagassutslippet for ulike materialer. De kan brukes til å ta valg av leverandør og materialtype i tidlig fase, under prosjektering og innkjøp, eller som dokumentasjon for mål-/kravoppgjøret ved endt prosjekt.

Ved bruk av EPD-er for å vurdere et produkts miljøpåvirkning, er det viktig at innholdet og forutsetningene i EPD-en forstås riktig. Det er noen punkter det er spesielt viktig å vurdere:

- Pass på at de funksjonelle/deklarete enhetene som sammenlignes er like.
- Sjekk om systemgrensene i EPD-ene er like. Systemgrensen definerer omfanget av livssyklusanalysen og inkluderer vanligvis ulike trinn, som produksjon (A1-A3), transport til byggeplass (A5), bruk (B-moduler) og avhending (C-moduler) av et produkt.
- Dersom produktene inneholder bio-produkter, bør både A-moduler og C-moduler inkluderes.
- Gjør en vurdering på levetiden til de ulike produktene og om dette kan vurdere sluttresultatet.
- Pass på at de samme miljøindikatorene sammenlignes (eks: GWP-total, GWP-bio og GWP-fossil har ulike forutsetninger).

Se også de ulike bruksanvisningene på hvordan en EPD innen ulike materialkategorier bør tolkes, hos [EPD-Norge](#) og [DFØ](#) [7] [8].

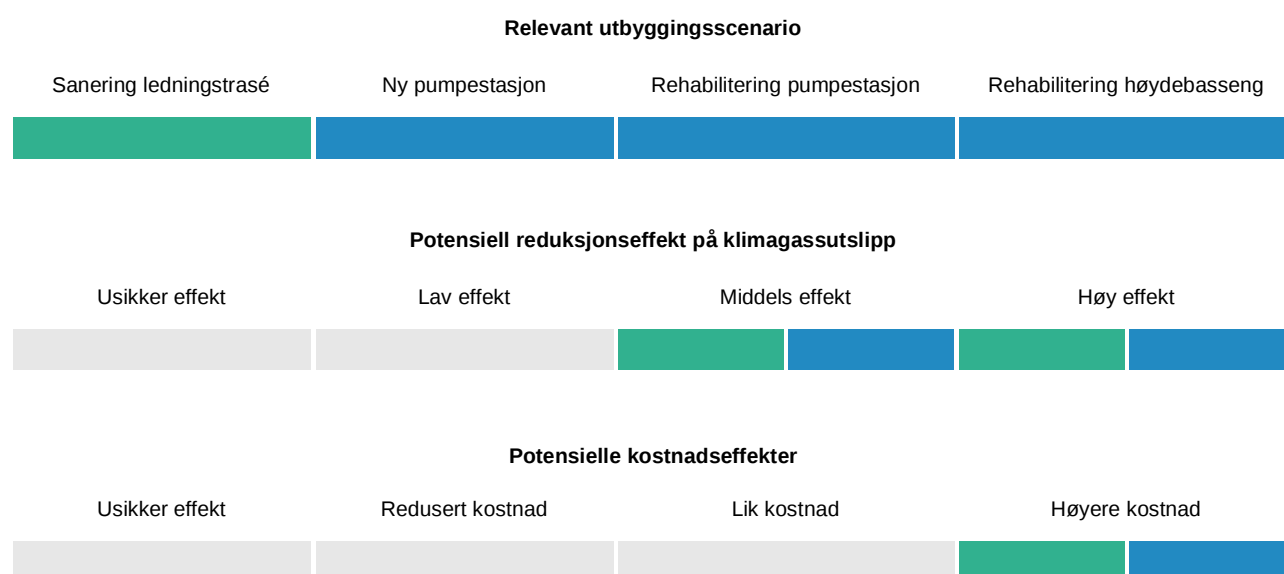
3.3 Fossilfri eller utslippsfri anleggsplass

Introduksjon

Hamar kommune kan via anbud til prosjekter kreve eller premiere entreprenører som tilrettelegger og benytter fossilfri eller utslippsfri anleggsplass og massetransport. Utslippsfrie transportløsninger kan for eksempel være via elektrifisering og/eller ved bruk av hydrogen. Fossilfrie anleggsplasser benytter gjerne fossilfritt drivstoff, som konvensjonelt eller avansert biodrivstoff.

Vurdering

Det vurderes at fossilfri eller utslippsfri byggeplass er relevant for alle de fire utbyggingsscenariene. Den potensielle reduksjonseffekten på klimagassutslipp vil kunne variere basert på størrelse på prosjekt og type prosjekt, men det vurderes generelt til at utslippsfri anleggsplass vil kunne ha høy reduksjonseffekt og en fossilfri anleggsplass en middels effekt, sammenlignet med et prosjekt som benytter fossilt drivstoff.



Forklaring

Elektrifisering er per nå ikke like tilgjengelig for material- og massetransport som fossilfrie alternativer, som biodrivstoff. Derfor kan det på kort sikt være enklere å undersøke mulighetene for fossilfri transport, og samtidig jobbe for tilrettelegging av elektrifisert transport. Utviklingen av elektrisk transport skjer i eksponentiell fart, og det anses at dette markedet vil vokse betraktelig de neste årene. Ifølge Klima Østfolds kartlegging av batterielektriske lastebiler¹, er teknologien for batteridrevet transport allerede etablert på det norske markedet, slik at det muligens snart kan kreves i anbudsfasen fra entreprenør, og i kommunale innkjøp når det er relevant. Krav eller oppfordring om fossilfri og/eller utslippsfrie løsninger må tas med i anskaffelsesprosessen av entreprenør [9].

Slik markedet er nå, er det ofte høyere kostnad ved gjennomføring av fossil- og utslippsfrie anleggsplasser, hvor kostnadsforskjellene vil være avhengig av størrelse på maskinen, elektrisitetsprisen og type biodrivstoff [10]. Sintef gjennomførte en konsekvensutredning av utslippsfrie byggeprosesser i Oslo, hvor også kostnader ble vurdert [10]. I denne rapporten gjorde de en framskrivning av antatte energipriser mot 2030, basert på Klimakur 2030-utredningen - se Tabell 2 for verdier. I samme studie ble det gjennomført intervjuer og spørreundersøkelser, som kom fram at til at merkostnaden for drift av en utslippsfri bygge- og anleggsplass sammenliknet med en tradisjonell bygge- og anleggsplass er usikker, da svarene varierte mellom 0-41 % økte kostnader.

¹ [EI-lastebiler - Klima Østfold](#)

Tabell 2: Antatte energipriser for 2022, 2025 og 2030. Alle priser uten avgifter. Kilde: [10]

Energikilde	Enhet	2022	2025	2030
Diesel	kr/liter	6,9	6,9	7,1
HVO	kr/liter	12,2	12,9	13,8
Strømpris	kr/kWh	0,74	0,81	0,77
Hurtiglading	kr/kWh	3,2	3,5	3,3
CO ₂ -avgift	kr/liter	2,1	3,3	5,3
Veibruksavgift	kr/liter	3,5	2,9	1,9
El-avgift	kr/kWh	0,15	0,16	0,15

I Sintefs konsekvensutredning ble det estimert merkostnader for bygge- og anleggsplasser basert på kostnadsanalyse for liten, medium og stor gravemaskin, samt tippbil med og uten henger [10]. Resultatene sees i Tabell 3. Legg merke til at overgang til stor elektrisk gravemaskin allerede i 2022 ble estimert å kunne være kostnadsbesparende per kWh. Innen et par år vil det også kunne være kostnadsbesparende å gå over til elektrisk tippbil (både med og uten henger).

Tabell 3: Estimerte merkostnader ved overgang til elektriske maskiner, angitt i kr/kWh. Kilde: [10]

		2022	2025	2030
Liten gravemaskin	Diesel til elektrisk	[4,9] - [8,0]	[2,8] - [5,8]	[-1,0] - [2,6]
	HVO til elektrisk	[3,6] - [6,4]	[1,5] - [4,5]	[-1,9] - [1,9]
Medium gravemaskin	Diesel til elektrisk	[2,0] - [4,8]	[0,8] - [3,5]	[-1,8] - [1,5]
	HVO til elektrisk	[0,9] - [3,5]	[-0,4] - [2,4]	[-2,5] - [0,9]
Stor gravemaskin	Diesel til elektrisk	[-2,1] - [1,0]	[-2,5] - [0,4]	[-4,0] - [-0,4]
	HVO til elektrisk	[-3,4] - [-0,5]	[-3,9] - [-0,9]	[-4,9] - [-1,1]
Vanlig tippbil	Diesel til elektrisk	[1,94] - [4,19]	[-1,08] - [1,66]	[-3,08] - [0,15]
	HVO til elektrisk	[1,20] - [3,67]	[-1,96] - [1,15]	[-4,15] - [-0,33]
Tippbil m/henger	Diesel til elektrisk	[1,44] - [3,02]	[-0,92] - [1,46]	[-3,00] - [0,06]
	HVO til elektrisk	[0,7] - [2,51]	[-1,80] - [0,95]	[-4,07] - [-0,42]

Som et økonomisk tiltak, både for kommune og entreprenør, er det er mulig å søke støtte fra Enova for innkjøp av mobile ladestasjoner for elektriske anleggsmaskiner [11] og for innkjøp av utslippsfrie anleggsmaskiner [12] for private og offentlige bedrifter. Klima Østfold kartlegger som tidligere nevnt tilgjengelige fossil- og utslippsfrie maskiner på det norske markedet, og oppdaterer oversikten fortløpende når nye maskiner blir tilgjengelig [13].

Den potensielle reduksjonseffekten på klimagassutslipp vil variere basert på type og størrelse på prosjekt. Generelt vurderes det til at utslippsfri anleggsplass vil kunne ha høy reduksjonseffekt, og en fossilfri anleggsplass en middels effekt, se også Tabell 4 for generelle utslippsfaktorer for ulike transportalternativer og drivstoff. Elektrisitetsmixen brukt i utslippsfritt scenario er basert på oppgitt forbruksdata mellom 2018-2020 og er fremskrevet i et 60-års perspektiv [14], og for det fossilfrie biodrivstoffet er avansert biodrivstoff antatt basert på omsetningskravet.

Årsaken til at reduksjonseffekten er ulik for fossilfri og utslippsfri anleggsplass er de prosessrelaterte utslippene, det vil si klimagassutslipp som oppstår i produksjonskjeden før energien blir brukt. Norsk strøm er i hovedsak basert på fornybar energi², som har marginale klimagassutslipp i produksjonskjeden. Fossilfrie drivstoff har en større andel prosessrelaterte klimagassutslipp³, som gjør at reduksjonseffekten sammenlignet med fossil anleggsplass ikke er like stor som ved sammenligning med utslippsfri anleggsplass.

Tabell 4: Utslippsfaktorer for ulike anleggsplassscenarier, hentet fra medfølgende beregningsark.

Type	Verdi	Enhet
Materialtransport – fossil	0,164	kg CO ₂ -e/tkm
Massetransport – fossil	0,052	kg CO ₂ -e/tkm
Materialtransport – fossilfri (avansert biodrivstoff)	0,018	kg CO ₂ -e/tkm
Massetransport – fossilfri (avansert biodrivstoff)	0,018	kg CO ₂ -e/tkm
Materialtransport – utslippsfri (norsk produksjonsmiks)	0,008	kg CO ₂ -e/tkm
Massetransport – utslippsfri (norsk produksjonsmiks)	0,023	kg CO ₂ -e/tkm

² Lavt klimagassutslipp knyttet til norsk strømforbruk i 2022 - NVE

³ Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften) - Kapittel 3. Omsetningskrav for biodrivstoff og bærekraftskriterier for biodrivstoff og flytende biobrensel - Lovdata

4 Klimagassreduksjoner - prosjektering, utbygging og drift

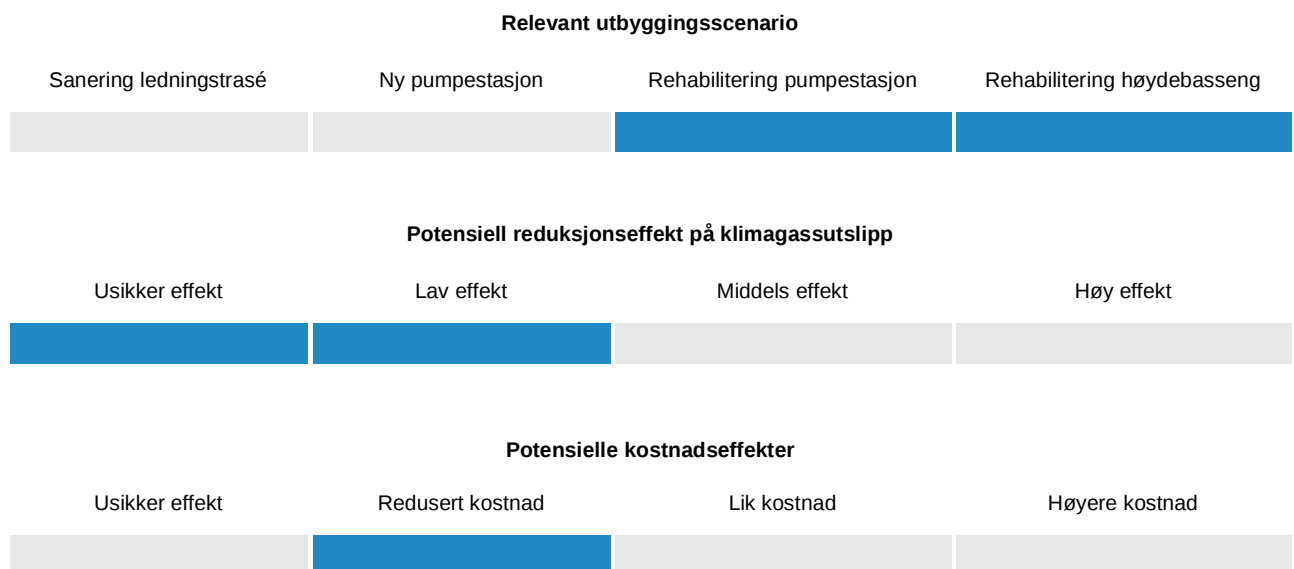
4.1 Installasjon av frekvensomformere

Introduksjon

For stasjoner med pumper uten frekvensstyring er det direkte start på pumper. Ved å montere frekvensomformere kan man styre pumpesumpen mest mulig etter jevnt nivå, som kan gi et årlig lavere energiforbruk. I tillegg blir det lettere å treffe riktig driftspunkt for pumpen, slik at det pumpes en mindre mengde over en lengre tid, men fortsatt innenfor mengden anbefalt av produsent. Dette gir en lengre pumpeperiode, men lavere mengde og mindre motstand i ledningen, og dermed et lavere energiforbruk. Videre gir dette også mindre antall start-og-stopp på pumper med påfølgende mindre slitasje.

Vurdering

Det forutsettes at nye installasjoner utføres med frekvensomformere og IE-klassifiserte elmotorer, og tiltaket blir derfor kun relevant for rehabiliteringen. Effekten på klimagassutslipp er usikker, da det er lite strøm å spare årlig, samt at det vil kreve produksjon av nye materialer. Nye pumpestasjoner skal prosjekteres med frekvensomformere.



Forklaring

Oversendt grunnlag på driftsforhold for Xylempumper P1 og P2 indikerte et effektuttak på ca. 17,6 – 20 kW på hver av pumpene basert på oppgitt løftehøyde og antatt virkningsgrad på 80 %. Driftstidene er samlet ca. 720 timer per år, hvilket betyr et strømforbruk på omtrent 12 636-14 400 kWh/år for hhv. 17,6-20 kW effektuttak. Kostnaden for frekvensomformere inkl. installasjon er 25-30 000 kr/stk., og lønnsomheten oppstår både i selve energibesparelsen, og ved at levetiden på pumpene forlenges.

Ved å installere frekvensomformere kan ca. 25 % av energibruken spares på pumpene P1 og P2. Dette tilsvarer en energibesparelse på ca. 3 000 kWh/år. I et klimagassperspektiv kan dette medføre reduksjon på 34 kg CO₂-e/år dersom norsk elektrisitetsmiks benyttes og omtrent 108 kg CO₂-e/år dersom en blanding mellom norsk og europeisk forbruksmiks benyttes. Elektrisitetsmiksen er basert på oppgitt forbruksdata mellom 2018-2020 og er fremskrevet i et 60-års perspektiv [14]. Produksjon og installasjon av frekvensomformere vil også medføre økt klimagassutslipp, dog i et ukjent omfang.

Det ble oppdaget et avvik mellom beregnet energiforbruk og oppgitt årlig energiforbruk ved gjennomgang av driftsdataen. Totalt estimert forbruk for hele stasjon på 25 500 kWh mot ett oppgitt årlig forbruk på 48 646 kWh. Dette

avviket ble avklart under et møte med Hamar kommune. Forklaringen er at pumpene starter og stopper mot stengt ventil og dermed forbruker mer energi enn nødvendig. Dersom det er mulig å finne en annen løsning på dette kan en redusere energibruken ytterligere, med påfølgende reduksjon av klimagassutslipp. I tillegg ble det forklart at ved temperaturer under 10 grader Celsius ble det satt inn tilleggsvarme, noe som også har vært med å øke avviket ut mellom beregnet energiforbruk og oppgitt årlig energiforbruk.

Under befaringen av høydebassenget t i forbindelse med den innledende workshopen, ble det observert at det allerede er installert hydrofortank og frekvensomformer. I disse tilfellene vil det være et redusert potensiale for dette tiltaket i Hamar kommune.

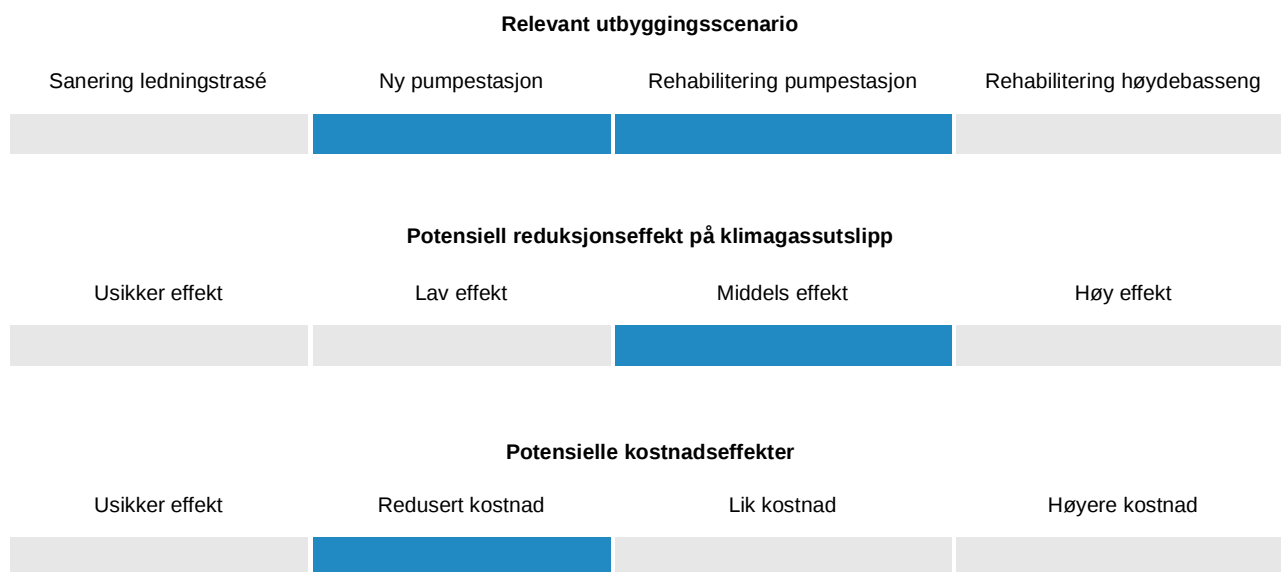
4.2 Fordrøyningstank

Introduksjon

Fordrøyningstanker kan være et godt supplement for eksisterende pumpestasjoner for avløp som sliter med kapasitet og overløp, og med å fordrøye dette. Et slikt supplement kan redusere behovet for utvidelse av stasjon/pumpekapasitet og ledningsnett. Videre kan en ved å benytte fordrøyning redusere, og eventuelt eliminere, behovet for å øke pumpekapasiteten og eventuelle ledningsdimensjoner på et eksisterende anlegg.

Vurdering

En fordrøyningstank kan benyttes for å slippe å øke pumpekapasiteten og for å unngå oppgradering av spillvannsledninger og pumpestasjon. Det resulterer i at du kan spare både klimagassutslipp og evt. kostnader.



Forklaring

Fordrøyningstanker som supplement i en pumpestasjon kan gi flere tekniske fordeler:

- Redusere overløp
- Redusere behovet for utvidelse av kapasitet på eksisterende pumpestasjon.
- Redusere behovet på kapasitet på nye pumpestasjoner.

Ved å installere en slik tank, vil en muliggjør det å beholde dagens pumper og kapasitet, i stedet for å bygge nytt eller oppgradere anleggene. Videre vil en også kunne beholde det eksisterende ledningsnettet.

Ett eksempel på når en slik fordrøyningstank kan være nyttig, er om det skal bygges ut flere boliger i et område tilknyttet en eksisterende pumpestasjon. Hvis dagens stasjon og ledningsnett har ikke kapasitet til utvidelsen, kan det være effektivt å vurdere følgende tiltak:

- Nye pumper med større kapasitet og løftehøyde, slik at en får kompensert for økt tap i ledningen med tilhørende unødvendig, økt energiforbruk.
- Den hydrauliske kapasiteten på ledningen kan oppgraderes for å slippe installasjon av en ny ledning. I dette tilfelle må en vurdere evt. begrensninger rundt det dimensjonerte trykket på ledningen.
- Et siste tiltak kan være fordrøyning, slik at dagens pumpekapasitet og ledningsnett kan beholdes.

Ved alle disse tiltakene vil en potensielt kunne unngå utbygging av nye/oppgradering av pumpestasjoner og spillvannsledningen, eller øke pumpekapasiteten. De faktiske effektene dette har på kostnader og klimagassutslipp er ikke kvantifisert grunnet kompleksiteten av tiltaket, men det vurderes at det kan gi en redusert kostnad over en periode, samt at det kan redusere klimagassutslippene både grunnet mindre energiforbruk og mindre materialbruk/ny utbygging.

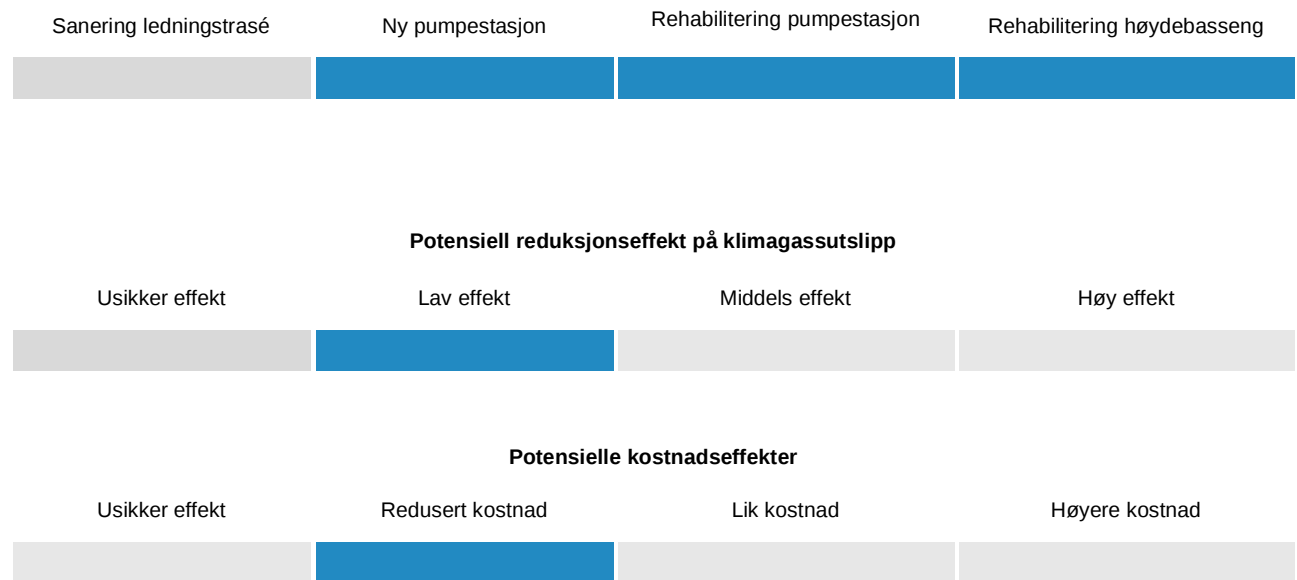
4.3 Automasjonsstyring

Introduksjon

Det kan installeres en automasjonsstyring for overordnet sentral driftsstyring med fordeling og flytting av vannmengder over døgnet som ikke går utover vannforsyningen. I dette tiltaket vil en benytte muligheten for smartstyring med tanke på timespriser for strøm, samt at effektuttak (belastning) kan flyttes til tider hvor det er lavere priser. Styringsomfanget må sees i sammenheng med vannforbruket til enhver tid, og det må sikres at vannnivået er tilstrekkelig både for forsyningssikkerhet og for tilgjengelig brannvann.

Vurdering

Tiltaket kan anvendes på både eksisterende og nye anlegg. Det må antas at effekten på klimagassutslipp er lav da det er lave energimengder som kan spares. Videre er det antatt at kostnadene kan reduseres over tid.



Forklaring

Ofte er prisvariasjonen på elkraft over et døgn 30-70 øre/kWh. I tillegg er nettleien på effektledd ofte lavere om natten enn på dagen. Prisvariasjonene oppstår med økende belastning på elnettet, økende andel vindkraft, solkraft, og prispåvirkning fra utlandet. Variasjonene forventes også å øke i årene fremover.

Om hovedsakelig pumpedrift kan flyttes og derved i gjennomsnitt spare 50 øre/kWh, så blir kostnadsbesparelsen også 50 øre/kWh for den energibruk som pumpene gir opphav til. Dette gjelder all form av elektrisk forbruk som kan bufres, hhv. opplagring av vann i høydebasseng, eller opplagring av bygningsvarme i bygningene. Det betyr at mye av årsforbruket på en pumpestasjon eller et høydebasseng kan styres til lavlasttimer med lavt energipris.

Koblingen mot CO₂-e-avtrykk er ganske komplisert og dermed ikke kvantifisert, men i utgangspunktet betyr de lavere strømprisene i døgnet at nettbelastning og marginaeffekter på CO₂-e-påvirkende kraftproduksjon at en høyere andel fornybar energi benyttes, som kan gi en positiv, men usikker, effekt på klimagassutslipp.

4.4 No-dig

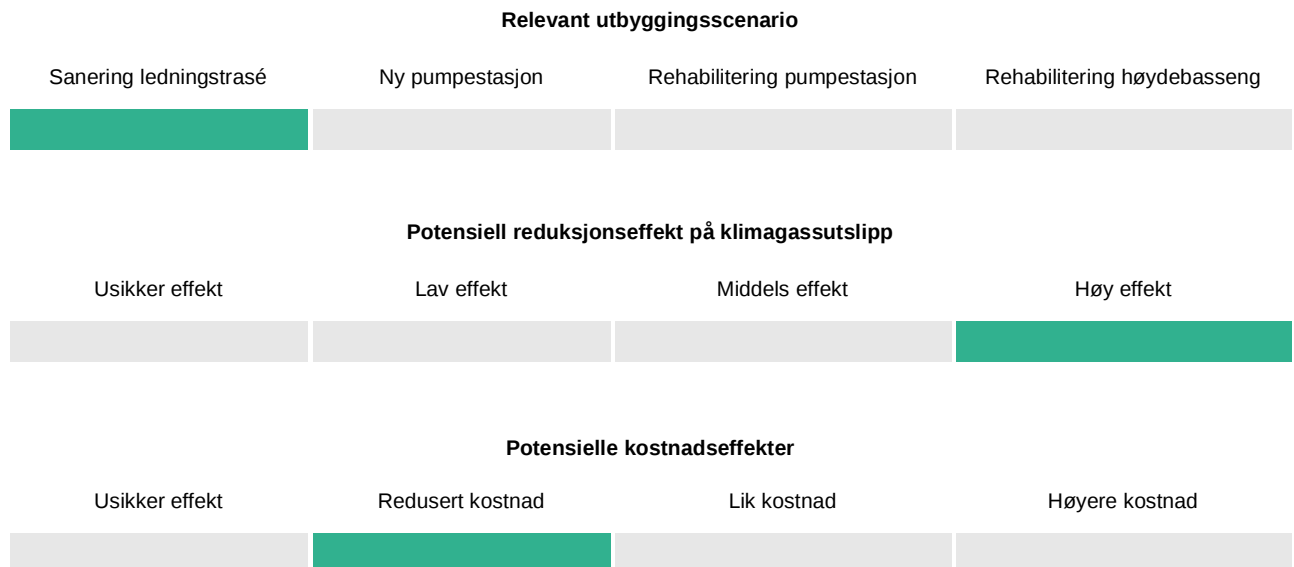
Introduksjon

Graving er kostbart, tidskrevende og påvirker nærmiljøet negativt. Hvis graving kan unngås eller reduseres så kan massetransport reduseres, ulemper med støy og støv, samt gjennomføringstiden for anlegget kan reduseres. Fordelene med no-dig metodene er mange; utførelsen er mer sikker mtp. uhell (utslipp av miljøskadelige stoffer), det er begrenset massetransport og energiforbruk (dette er veldig viktig for klimaavtrykket), den gir lav støv- og støybelastning for naboer og berørte og vil begrense ulempene for trafikk og myke trafikanter [15]. Videre vil no dig i de fleste tilfeller gi reduksjon i enten inn eller utlekking av ledningsnett og dermed gi positive miljøgevinster ved redusert vannproduksjon og energibruk, redusert pumpemengde, rensing etc.

Mulighetene for no-dig varierer med type anlegg og må vurderes i det enkelte tilfelle. Istedenfor å grave opp hele området og deretter tilbakefylle, kan no-dig-metoder installere rør og kabler ved boring, strømperehabilitering eller utblokking.

Vurdering

No-dig er naturlig nok bare aktuelt for ledningstrasé. Det vurderes å være ett av de viktigste klimatiltakene innenfor VA-trasé, og vil i de aller fleste tilfeller ha stor betydning for klimaeffekten. Kostnadmessig vil det være noe usikkert, men i de aller fleste tilfeller gir det reduserte kostnader med et no-dig prosjekt sammenliknet med tradisjonell graving. Se Tabell 5 under.



Forklaring

Å bruke no-dig i prosjekt kan være fordelaktig i noen tilfeller, og mer utfordrende i andre. Dette må vurderes fra prosjekt til prosjekt. Generelt vurderes det til at no-dig-metoder reduserer eller eliminerer behovet for omfattende graving og anleggelse av grøfter. Dette reduserer kostnader og behovet for utgravning av masser, samt minimaliserer forstyrrelsen av omgivelsene, som skader på eksisterende infrastruktur, trafikk og landskap. Generelt vil man kunne spare mellom 50 – 80 % av energiforbruket ved strøppe eller utblokking, kontra tradisjonell graving [16]. Samtidig sparer man anleggstid da det er betydelig mer effektivt å bruke no-dig-metoder enn tradisjonell graving. Dette vil synes på kostnadsbildet. Selv om no-dig-metoder kan ha høyere oppstarts- og utstyrsinvesteringer, kan de gi kostnadsbesparelser på lang sikt, da raskere installasjonstid og redusert vedlikehold av rør og kabler kan redusere livssyklus-kostnadene. I tillegg kan lavere reparasjonskostnader og driftsforstyrrelser bidra til kostnadsbesparelser på sikt.

På den andre siden, kan det i noen områder være utfordrende eller teknisk umulig å benytte no-dig. Noen eksempel på utfordringer med No-dig er:

Strømperehabilitering generelt: Mindre aktuelt hvis det er for mange svanker, deformasjoner og forskjøvnne skjøter. Ledninger kan rettes opp med lokale punktoppgravinger før strømperehabilitering. Men blir behovet for lokale utbedringer for stort, kan utskifting av ledningsnett med tradisjonell graving være et bedre alternativ. Ved strømperehabilitering av avløpsledninger vil deformasjoner, svanker og forskjøvnne skjøter være styrende for vurderingen om det er hensiktsmessig.

Strømperehabilitering vannledninger: Dersom vannledninger strømperehabiliteres for økt levetid, må det graves opp punkter for å tilkoble stikkledninger. Hvis det er betydelig med stikkledninger langs en strekning, kan utskifting av vannledning med tradisjonell graving i noen tilfeller være et bedre alternativ. Dette må vurderes prosjektspesifikt.

Utblokking: Maksimal lengde for utblokking med PE-rør er ca. 230 m. For ledninger med mindre dimensjon enn 150mm må alle bend graves opp [17]. Alle stikkledninger som er tilkoblet utblokkede ledninger må også graves opp. Metoden krever også groper for innføring og mottak i hver ende av ledningsstrekking som skal rehabiliteres. Aktualiteten for bruk av utblokking må dermed vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Styrt boring: Ved styrt boring må det forutsettes større usikkerhet og risiko i anleggsgjennomføringen. Type borekrone som blir brukt vil være avhengig av grunnforholdene og vil også påvirke presisjonen på boringen. For boring i homogene masser kan det forutsettes et vertikalt avvik på ca. $\pm 0,5$ meter samt ca. $\pm 4-6$ meter i horisontalt avvik [18]. For boring i kombinasjonsmasser er det ikke funnet noen konkrete tall å henvise til ifm. vertikalt og horisontalt boreavvik, men det henvises til entreprenører som tilbyr tjenesten dersom det ønskes konkrete tall på dette.

Kostnader ved de ulike gravemetodene kan ha stor variasjon avhengig av blant annet grunnforhold, eksisterende bebyggelse, helningsgrader, rørdimensjon og type anleggsmaskiner, med mer. Det finnes få erfaringstall ute for de ulike gravemetodene grunnet de mange avhengighetene. En masteroppgave har samlet inn delvis data gjennom litteratur og noe gjennom intervju med entreprenør [19], se Tabell 5. Grunnet det store spriket i kostnadsdata, og usikkerheter i selve kildene som ligger bak denne dataen, anbefales det å innhente kostnadsestimat tidlig fra entreprenør for de ulike løsningene, med de prosjektspesifikke forutsetningene.

Tabell 5: Potensielle kostnader ved ulike gravemetoder. Kilde: [19].

Type løsning	Kostnadsbilde [kr/m]
Utblokking	2 750 - 5 800
Styrt boring	2 700 - 21 500
Konvensjonell grøftegraving	2 900 - 11 100

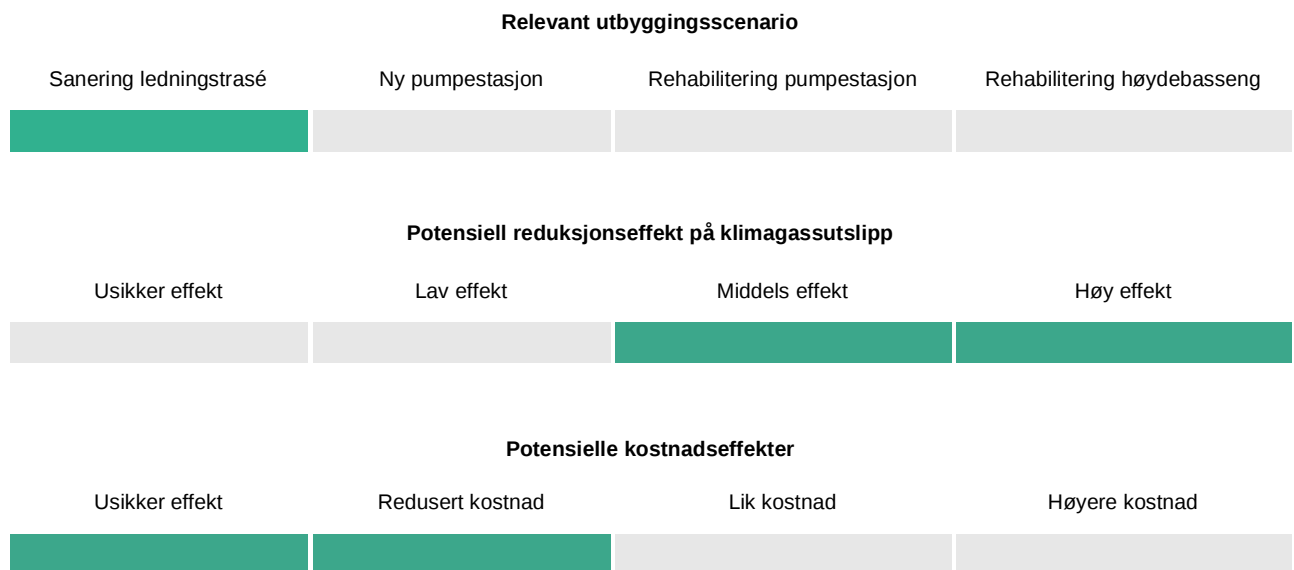
4.5 Rehabilitering av kummer

Introduksjon

Rehabilitering av kummer er et relativt nytt konsept, men det er flere kommuner som har benyttet dette med gode erfaringer [20] [21]. Metoden kan potensielt være både rimeligere og raskere enn utskifting av hele kummen og kan samtidig skåne miljøet i form av reduserte klimagassutslipp. Konsekvensene med slitte/utette kummer kan være både dårlig vannkvalitet i resipient, overløp og fremmedvann i avløpsnett og spredning av smittestoffer.

Vurdering

Det antas at rehabilitering av kummer kan ha en god effekt på klimagassutslipp, men dette vil variere basert på valg av metode, dimensjoner, teknisk stand og gjennomførbarhet. Kostnadmessig vil det variere fra metode til metode. De mest omfattende metodene kan være forholdsvis kostnadskrevende og egner seg derfor ikke i alle tilfeller. I figuren under er det de mest kostnadseffektive tiltakene som er tatt inn i vurderingen.



Forklaring

Rehabilitering av kummer ved bruk av strømpere er et dyrere tiltak enn for eksempel rehabilitering ved å støpe ny bunn, eller ved å tette/injisere der det er behov. Strømperehabilitering av kum er forholdsvis kostbart, og er derfor mest aktuelt der oppgraving gir større kostnadskonsekvenser, eller der det er behov for et helt nytt belegg inne i kummen på grunn av slitasje. Sammenliknet med å sette ned helt ny kum, vil de tre enkleste og vanligste, som er de tre første i lista under, potensielt være kostnadsbesparende

Rehabilitering eller utskifting av kum bør gjennomføres når det er omfattende innlekk og utlekk, korrosjon og forvitring, eller dårlig renneutforming og bunn. Kumrehabilitering eller kumutskifting må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Noen begrensninger for kumrehabilitering er forskyvninger i kumringer, dårlig betongkvalitet eller plassmangel i kummen for selve installasjonen. Noen relevante metoder for rehabilitering av kum er:

- Fornyelse ved støping og pussing
- Tetting ved hjelp av injisering
- Fornyelse ved belegg
- Fornyelse ved strømpeforing
- Installasjon av kum i kum
- Installasjon av plater

Det må vurderes i hvert enkelt tilfelle hvilken metode som er best egnet. De enkleste tiltakene vil naturlig nok være de rimeligste og mest klimavennlige tiltakene, men graden av kompleksitet kan avhenge fra prosjekt til prosjekt og må vurderes prosjektspesifikt. Kumrehabilitering vil også være viktig tiltak mht. å redusere innlekking på ledningsnett.

I forhold til tradisjonell utskifting av kum, vil man ved rehabilitering av kum slippe utgraving og bort-transportering av gammel kum, til-transportering av ny kum, samt nedgravning av den nye kummen. Man slipper også materiall ny betongkum, og det gir i tillegg langt kortere installasjonstid. Kumrehabilitering vil også være viktig tiltak mht. å redusere innlekking på ledningsnett.

Etter ønske fra kommunen er det gjort beregninger av kumrehabilitering med strømpe for å kvantifisere potensielle effekter av tiltaket. En utvalgt strekning ble brukt som grunnlag (Nordkronen), se delkapittel 4.14 for ytterligere informasjon og resultater.

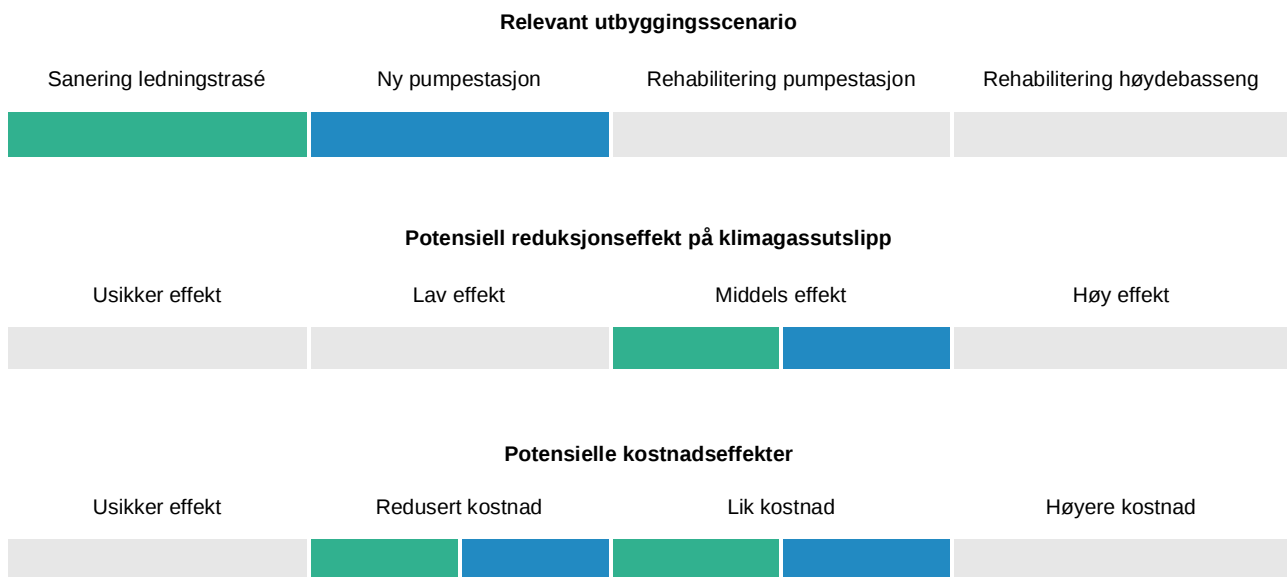
4.6 Asfalt

Introduksjon

Det finnes ulike typer miljøasfalt som kan benyttes i stedet for tradisjonell asfalt, for å redusere både klimagassutslipp ved produksjon, men også reduksjon av avgassinger under utlegging av asfalten. Blant annet bruk av lavtemperaturasfalt (med/uten gjenvunnet asfalt), gjenbrukt asfalt og asfalt som benytter biofyring eller biobitumen under produksjon.

Vurdering

Ved bruk av mer miljøvennlige asfalttyper viser markedet per nå at det kan ofte medføre reduserte kostnader. Omfanget av reduksjon av klimagassutslipp vil variere på type asfalt som velges og hvilken produksjonsmetode/leverandør som er tilgjengelig for prosjektet.



Forklaring

Det kan være gunstig både for klima og økonomi å velge lavtemperatur- og gjenbruksasfalt der det er mulig. Bruk av lavtemperaturasfalt og gjenbruksasfalt vil ikke forringe kvaliteten og levetiden på asfalten og det anbefales å benytte gjenbruksasfalt supplert med lavtemperaturasfalt i alle deler av prosjektet. Det kan også vurderes å etterspørre asfalt produsert på biofyring eller biobitumen. Ved valg av asfaltleverandør må både utslipp fra produksjonsfasen og transportfasen vurderes sammen.

Miljødeklarasjoner (EPD-er) for asfaltprodukter kan stort sett leveres av de største aktørene på markedet, se også [hjemmesiden til EPD-Norge](#) hvor nye EPD-er publiseres fortløpende. Dette gjelder EPD-er og/eller klimagassberegning med produktspesifikk og lokasjonsspesifikk informasjon. EBA har publisert et skriv med anbefalte krav og tildelingskriterier i kontrakter ved kontrahering av asfaltleverandør som kan vurderes i relevante prosjekt [22].

Lavtemperaturasfalt (LTA)

Ved å produsere asfalt ved lavere temperaturer er det behov for mindre energi, og klimagassutslippene fra produksjonen vil bli redusert [23]. I dag er det antatt at det er mulig å redusere utslippene fra asfaltproduksjonen med 30-40 % [24] men det finnes lite forskning på lavtemperaturasfalt. Undersøkelser fra Vegteknisk institutt og EBA viser at kvaliteten og dekkelevetiden til LTA er den samme som for varm asfalt [25]. I utgangspunktet kan LTA legges hele året, men ikke ved vått og isete underlag. Dette kan potensielt påvirke fremdriften i prosjektet, og må tas høyde for dersom LTA skal benyttes. Dekkelevetid er en av de viktigste parameterne for utslipp fra asfalt, så valg av produkter med lavere klimagassutslipp må derfor ikke gå på bekostning av dekkelevetid. Det er ingenting som per nå forutsier at LTA har dårligere levetid enn tradisjonell asfalt, de foreløpige studiene viser at LTA kan ha lengre levetid fordi slitelaget ikke må skiftes så ofte [26].

Erfaringsmessig og etter kontakt med ulike markedsaktører, er det opplyst at bruk av LTA vil kunne føre til en kostnadsbesparelse på rundt 0-10 kr/tonn. Dette estimerer som er hentet fra to leverandører og prisene vil kunne variere basert på hvilken leverandør som benyttes.

Gjenbruk av asfalt

Asfalt består av bindemiddel og steinmateriale av god kvalitet. Dette er ikke-fornybare ressurser og bør derfor gjenbrukes på en slik måte at potensialet utnyttes best mulig [27]. Statens Vegvesen stiller i håndbok N200 krav til mengde tilsetning av asfaltgranulat i slitelag og bindlag/bærelag, som er på hhv. 10 % og 20 %. Dersom prosjektet ønsker en høyere andel stilles det krav til dokumentasjon av granulatet [27]. Denne skal tilsvare kvaliteten som stilles i teknisk beskrivelse. Etter en utsjekk med markedet er det mulig å stille krav til mellom 10-40 % gjenbruksandel i asfalten. Videre indikerer markedet at kostnadene ved bruk av gjenbruksasfalt kan være lavere enn ved bruk av ordinær asfalt pga. dagens bitumenpris. Ved å produsere asfalt med gjenbruk tilsettes det mindre bitumen enn normalt. Her kan besparelsene ligge på mellom 25-50 kr per tonn avhengig av gjenbruksandel. Dette estimatet er hentet fra én leverandør og prisene vil kunne variere basert på hvilken leverandør som benyttes.

Ifølge European Asphalt Pavement Association (EAPA) vil bruk av 10 % gjenbruksmasser/granulat gi 4 % reduksjon i klimagassutslipp fra råvareproduksjon til produsert asfalt, mens 50 % gjenbruk vil gi 20 % reduksjon i klimagassutslipp [27].

Asfalt produsert med biofyring og biobitumen

Ulike leverandører av asfalt kan produsere asfalten ved hjelp av ulike metoder. Det kan f. eks brukes biofyring (pellets, biodiesel etc.) eller biobitumen.

Veidekke leverer asfalt produsert ved bruk av pelletsfyring fra sitt anlegg på Sørli. PEAB produserer Eco-asfalt hvor biobrensel erstatter fossilt brensel [24]. Ifølge PEAB vil det å benytte 100 % biogass redusere klimagassutslippene med ca. 90 %. Enkelte leverandører kan ikke tilby 100 % biogass, men tilbyr en løsning med minimum 51 % biogass og resten med LNG, da vil klimagassutslippene kunne reduseres med ca. 50 % [24]. Den samme reduksjonen gjelder ved bruk av bioolje [24]. Ved å benytte biodiesel til produksjon av asfalt kan merkostnader ligge på rundt 70 NOK per tonn. Dette estimatet er hentet fra én leverandør og vil kunne variere ut ifra hvilke anlegg og leverandør som benyttes.

Tabell 6 viser ulike utslippsfaktorer for asfalt. I beregningsarket som er vedlagt klimasatsrapporten kan kommunen enkelt regne på ulike scenarier for valg av asfalt, basert på mengde asfalt og distanse til leverandør. Det anbefales å gjøre enkle beregninger rundt asfaltvalg for alle prosjekter hvor asfalt skal benyttes, gjerne ved å hente inn EPD-er om dette er tilgjengelig.

Tabell 6: Oversikt over utslippsfaktorer for asfalt. CO₂-e utslipp er basert på modul A1-A3 og er gjennomsnittsverdier basert på tilgjengelige EPD-er per april 2023. Estimerte kostnadseffekter er hentet fra markedet og erfaringstall.

Type asfalt	CO ₂ -e faktor [kg CO ₂ e/tonn]
Tradisjonell asfalt	42
Asfalt med biobrensel i A3	23,7
Asfalt m/ biobinder i A1 og biobrensel i A3	13,7
Asfalt m/ biobinder og 10% gjenbruksasfalt i A1	31,5
Asfalt m/ biobinder, 10% gjenbruksasfalt i A1 og biobrensel i A3	19,9
Asfalt m/ biobinder, 30% gjenbruksasfalt i A1 og biobrensel i A3	17,2

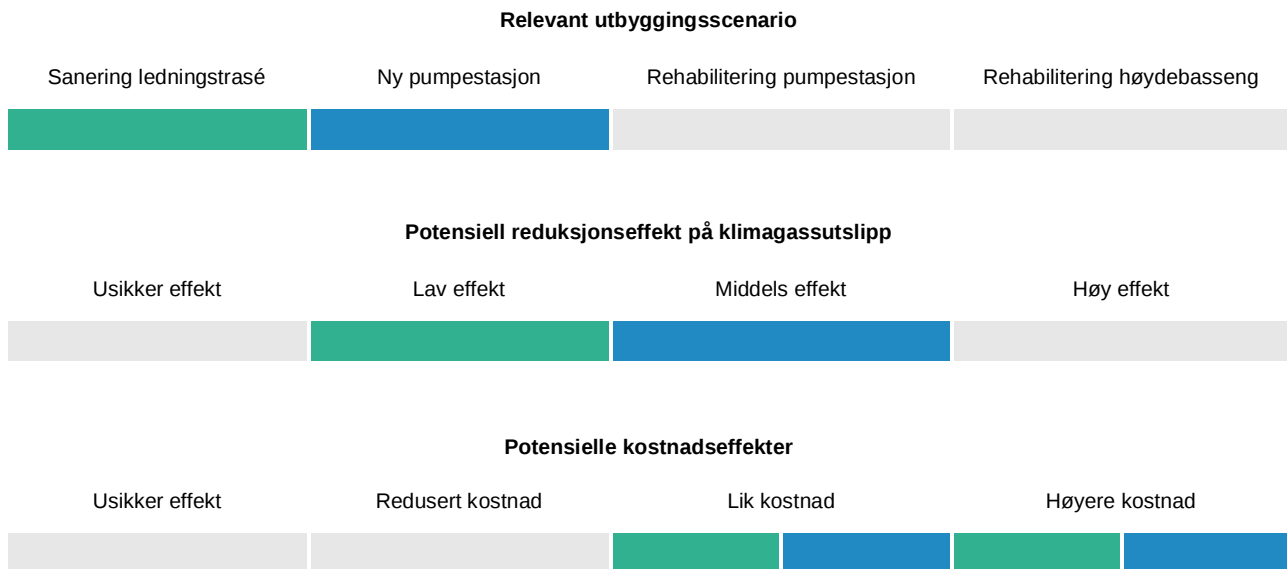
4.7 Betong

Introduksjon

Betongen utsettes ofte for stor påvirkning, ikke bare fra bruk, belastning og slitasje, men også fra miljøet rundt. Valg av styrke- og lavkarbonklasse for betong kan ha påvirkninger på klimagassutslipp. I vurderingen til hvilken type betong som skal velges må det vurderes nødvendige tekniske spesifikasjoner, hensiktsmessig herdingstid og tilgjengelighet i nærområdet hos de lokale betongleverandørene. Størstedelen av karbonutslippet i betongen kommer fra produksjon av sement, og ved å velge tiltak ved betongsammesetninger som for eksempel bruk av silikastøv og flygeaske, vil klimagassutslippet kunne reduseres og defineres som lavkarbonbetong. Lavkarbonbetong er definert i fem klassifiseringer: C (bransjestandard), B, A, Pluss og Ekstrem.

Vurdering

Det vurderes at det ved rehabilitering er lite å hente ved å benytte lavkarbonbetong, da betongmengdene ofte er lave. Ved større rehabiliteringer hvor det kreves betydelige mengder betong, kan bruk av lavkarbonbetong likevel være et godt tiltak. Lavkarbonklasse B kan ofte anskaffes uten økte kostnader, mens resterende lavkarbonklasse kan medføre økte kostnader.



Forklaring

Betong i sanering av ledningstrasé

Oftest ser en at VA-elementer i betong benytter tørrbetong som materiale. Tørrbetong har som regel et lavere klimagassutslipp enn ordinær konstruksjonsbetong. I tillegg vil ofte rør og kummer tilfredsstille krav til lavkarbonklasse A uten spesielle tiltak. Det vurderes dermed til at potensiale for bruk av lavkarbonbetong i høyere klasse vil ha marginale effekter. Men, det bør uansett stilles krav innhenting av EPD-er fra leverandører i hvert enkelt prosjekt, som inkluderer utslipp fra transport, for å sammenligne utslippene fra de ulike leverandørene slik at det minst klimaintensive produktet kan benyttes.

Betong i Ny pumpestasjon

Generelt er B30/M60 betong ofte brukt i bygningskonstruksjoner. For B30-klassen, kan utslippene ved bruk av standard betong være på rundt 280 kg CO₂-ekv/m³. Benyttes lavkarbonklasse A i stedet for bransjestandard, kan utslippene reduseres med opptil 80 kg CO₂-ekv/m³, og med opptil 170 kg CO₂-ekv/m³ ved bruk av lavkarbonklasse Ekstrem. Tabell 7 viser de et spenn av klimagassutslipp basert på betongklasse, per lavkarbonklasse, og er referanseverdiene hentet fra Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37 [28]. I beregningsarket som medfølger rapporten er det lagt opp enkle beregninger for å sammenligne klimagassutslippene ved bruk av ulike betongtyper – her beskrives også de spesifikke utslippsfaktorene.

Tabell 7: Oversikt over makskrav for klimagassutslipp for de ulike betongtypene [28].

Type lavkarbonklasse for betong	CO ₂ -e faktor [kg CO ₂ e/m ³]
Bransjereferanse – B30-B55	280-370
Lavkarbonklasse B – B30-B55	230-300
Lavkarbonklasse A – B30-B55	200-230
Lavkarbonklasse Pluss – B30-B65	150-190
Lavkarbonklasse Ekstrem – B30-B65	110-150

Betong i lavkarbonklasse B og A anses som stort sett tilgjengelig rundt Hamar, mens lavkarbonklasse Pluss og Ekstrem kan være mer utfordrende å få tak i. Dette må i hvert tilfelle avklares med de aktuelle betongleverandørene. På grunn av den mer langsomme fasthetsutviklingen for lavkarbonbetong, blir også herdetiden noe lengre.

Det finnes flere mulige tiltak for å kompensere for den sene fasthetsutviklingen som kommunen kan undersøke ved behov. Ofte vil det være nødvendig å kombinere flere tiltak, og noen tiltak kan også være kostnadsdrivende. Det må også vurderes om tiltak kan medføre økt energiforbruk ved oppvarming, og derav bidra til klimagassutslipp. Dette er viktig å ta inn i helhetsvurderingen, men erfaringsmessig vil likevel summen av totale klimagassutslipp ofte bli lavere enn uten bruk av lavkarbonbetong. Generelt vil bruk av lavkarbonklasse Ekstrem kreve flere tiltak enn bruk av lavkarbonklasse Pluss.

Slik markedet er nå, er ofte betong i lavkarbonklasse B tilgjengelig uten eller med lave ekstra kostnader, sammenlignet med betong av bransjestandard. Det er ulike kostnadsestimater ute i markedet for lavkarbonklassene, og noen er beskrevet i Tabell 8.

Tabell 8: Potensielle merkostnader per kubikk for ulike lavkarbonklasser for betong.

Type lavkarbonklasse for betong	Ekstrakostnad [kr/m ³]	Kilde
Lavkarbonklasse B	0-25	[29] [30], erfaringstall
Lavkarbonklasse A	50-100	[29] [30] [31], erfaringstall
Lavkarbonklasse Pluss	90-140	Erfaringstall
Lavkarbonklasse Ekstrem	150-180	[29], erfaringstall

To viktige faktorer som ikke må glemmes når en snakker om betong, er viktigheten av design og valg av lokale leverandører. Den beste måten å spare CO₂-e på, er å redusere betongmengden. Settes det miljøkrav til kg CO₂-e/m³, er det viktig at denne gevinsten ikke spises opp av mindre effektivt design og derav større mengder betong. I tillegg er betong et tungt produkt, og vil medføre en del utslipp fra transport til byggeplass. Valg av lokale leverandører og/eller leverandører som benytter betongbiler med fossilfritt/utslippsfritt drivstoff, vil ha en stor påvirkning på betongens totale klimagassutslipp. Beregningsarket som medfølger denne klimasatsrapporten, tilrettelegger for enkle beregninger for å enkelt sammenligne ulike typer betong og/eller ulike mengdeforhold av betong.

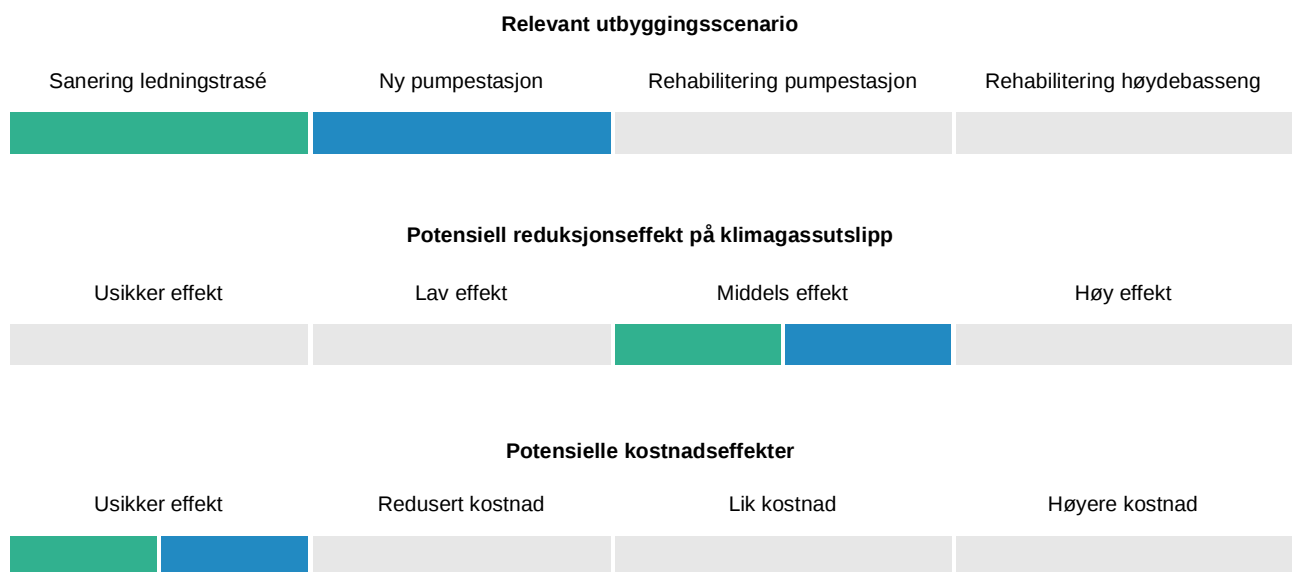
4.8 Armeringsstål

Introduksjon

Armeringsstål er ofte relevant ved bruk av betongkonstruksjoner/-elementer. I dag er det bransjestandard i Norge at armeringsstål produseres fra 100 % gjenvunnet stål [32]. Ytterligere reduksjon av klimagassutslipp oppnås dermed ved å benytte armeringsstål produsert i elektrisk ovn, fossil- eller utslippsfri transport og/eller velge lokale produsenter slik at transportavstand minimeres.

Vurdering

Omfang av klimagassreduksjon vil variere med hensyn på hvilken produksjonsmetode/leverandør som er tilgjengelig for prosjektet. Kostnadseffekter knyttet til valg av leverandør med hensyn på produksjonsmetode og transportmetode og -avstand er usikker.



Forklaring

Stål kan gjenbrukes i det uendelige uten at materialkvalitetene forringes. Dermed kan armeringsstål fra skrapstål være like godt valg som stål uten resirkulerte materialer. Produksjon av armeringsstål fra 90-100 % skrapstål kan foregå i en elektrisk ovn [33]. I så tilfelle er det i hovedsak strømmiksen som avgjør klimagassutslipp fra produksjon. Alternativt til elektriske ovner, kan armeringsstål produseres i kulldrevne ovner, noe som vil medføre et høyere klimagassutslipp enn det elektriske alternativet. Produksjonsmetoden til hver enkelt leverandør bør dermed vurderes, enten direkte via stålprodusenten hvis plasstøpt betong benyttes, eller fra betongprodusenten dersom ferdigstøpte betongelementer benyttes.

Transportavstand og lastebil drivstoff vil ha en betydelig effekt på klimagassutslipp ved bruk av armeringsstål. Jo kortere transportdistanse, jo lavere klimagassutslipp. De forskjellige leverandørene kan benytte skrapstål fra ulike markeder: Noen med norsk skrapstål og noen med importert skrapstål, så dette er også en faktor som bør vurderes. Ved overgang til fossil- eller utslippsfri transport, vil klimagassutslipp reduseres ytterligere.

Miljødeklarasjoner (EPD-er) for armeringsstål kan stort sett leveres av de største aktørene på markedet, se også [hjemmesiden til EPD-Norge](#) hvor nye EPD-er publiseres fortløpende. Tabell 9 viser en enkel oversikt over klimagassutslippet fra noen av produsentene i Norge, med link til tilhørende EPD. EPD bør innhentes av hver enkelt leverandør før innkjøp, da noen av produsentene kan lage prosjektspesifikke EPD-er.

Tabell 9: Enkel oversikt over ulike CO₂-e faktorer for armeringsstål, med link til EPD.

Leverandør armeringsstål	Klimagassutslipp produksjon (A1-A3) [kg CO ₂ e/tonn]	Kilde
Celsa	339	EPD
Norsk stål	330	EPD
Armering og sveis AS	443	EPD
Norsk stål (armeringsnett)	444	EPD

Når det gjelder pris på armeringsstål, er dette i stor grad avhengig av markedssituasjonen. Tilgjengelighet og etterspørsel etter kull og elektrisitet varierer, og vil påvirke pris.

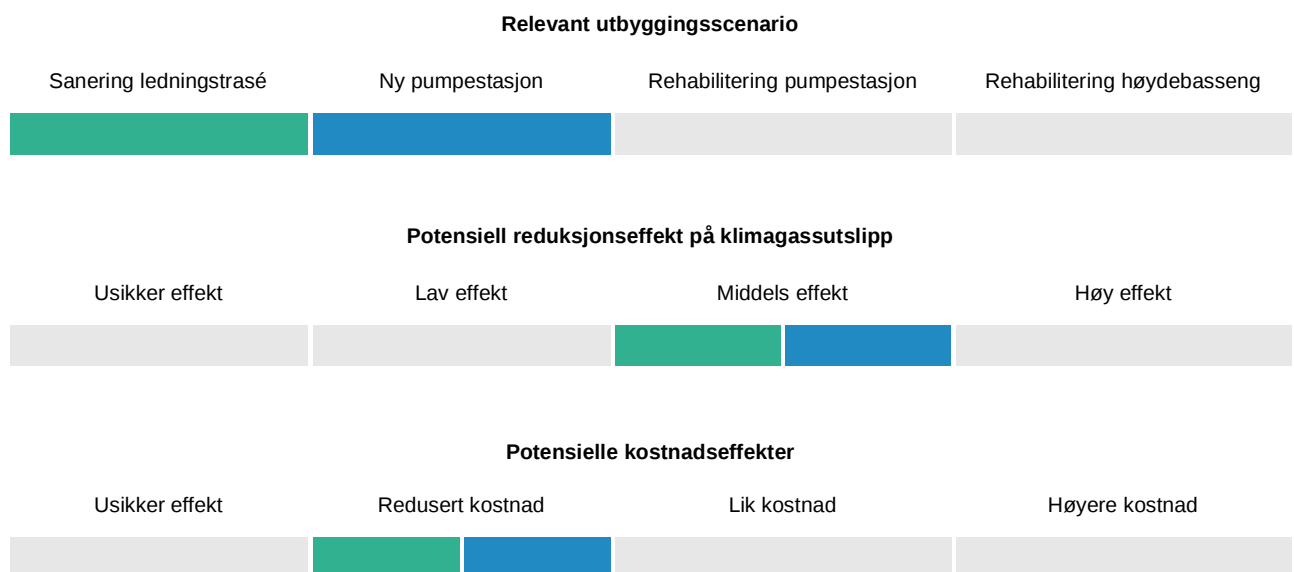
4.9 Lavkvalitetspukk

Introduksjon

Lokale og stedlige masser bør benyttes i den grad det er teknisk mulig, for å forhindre unødvendig mye maskinbruk, transport og produksjon av nye materialer. Ved bruk av lokale/stedlige masser må tekniske krav til oppbygging vurderes, samt evt. forurensningsgrad på massene. Lavkvalitetspukk er pukk som enten har gjennomgått få knusetrinn eller bare en sil, som tar ut finstoffet. Færre knusetrinn betyr mindre klimaavtrykk. Ved bruk av lavkvalitetspukk må det påregnes at det brukes større fraksjonene i ledningssonen.

Vurdering

Ofte er lavkvalitetspukk billigere enn høykvalitetspukk da økt grovhet medfører mindre behandling av pukken. Dette vil også kunne gi en positiv effekt på klimagassutslipp, men graden av reduksjon vil variere basert på type pukk samt tilgjengelighet i nærområder og bruk stedlige masser.



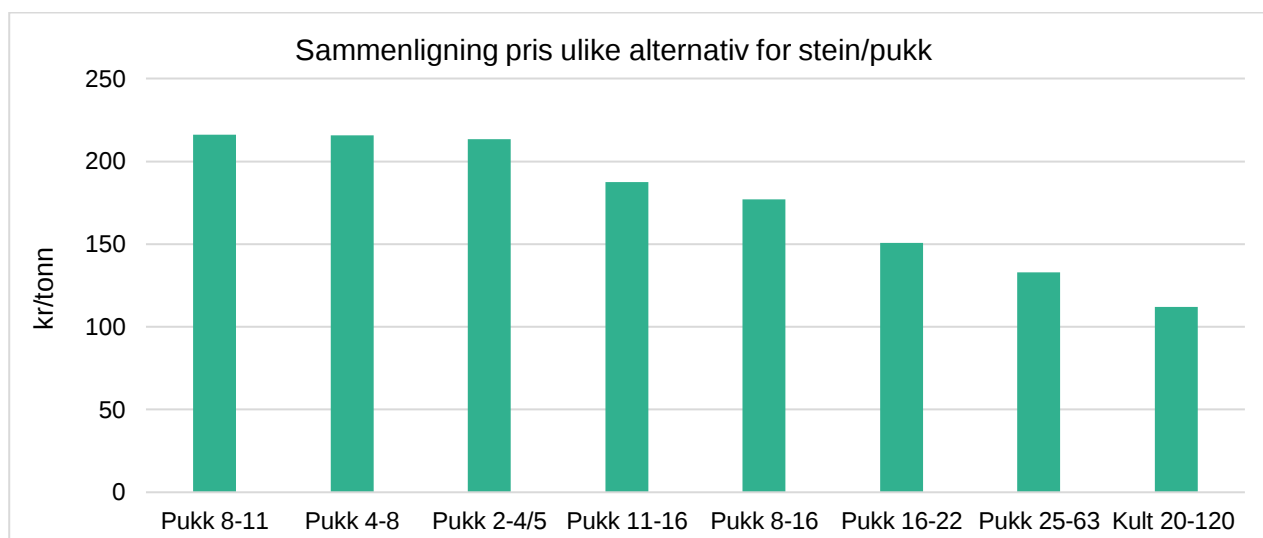
Forklaring

Det kan brukes ulike typer størrelser på pukkmasser for ulike typer rør, og det bør dermed gjøres en vurdering av størrelsen på pukken som er nødvendig å benytte i prosjektet. I noen tilfeller vil det være tilstrekkelig med større pukkfragmenter fremfor finknust pukk. Tabell 10 viser priseksempel på ulike fraksjoner med pukk og sprengstein. Verdiene er hentet fra leverandører, og er kun eksemplerpriser fra ulike steder i landet. Prisene viser en tydelig sammenheng mellom lavere priser for de grove pukk/steintypene. Klimagassutslippene vil også kunne se en reduksjon basert på grovere pukk, da dette krever mindre behandling enn finere pukk, se Tabell 11. I beregningsarket som medfølger rapporten, kan det gjøres enkle klimagassvurderinger for ulike pukktyper og tilhørende transport.

Det presiseres at leverandøren sine anvisninger for maksimal kornstørrelse rundt ledninger og kummer bør følges. Generelt i leggeanvisninger for plastrør er det maksimalt tillatt med kornstørrelse opp til 22 mm. Dette gjelder for stedlige, naturlig knuste velgraderte masser for ledninger opp til DN250. For rørdimensjoner på plastrør mellom 300 og 500 mm tillates det opp til 32 mm kornstørrelse, og mellom 600 og 1000 mm tillates det opp til 63 mm [32]. I leggeanvisninger for duktile rør kan kornstørrelse opp til 63 mm brukes som omfylling rundt røret dersom det brukes duktile rør med ZMU-belegg [33]. For rør og kummer av betong med diameter over 400 mm omfylles med grov stein med dimensjon opp til 160 mm [34].

Tabell 10: Oversikt over prisforskjeller ved ulike typer stein/pukk. Hentet fra ulike leverandører. Priser eksklusive mva. [32]

Type stein/pukk	Kostnad [kr/tonn]	Kilde
Sprengstein 0-800mm (knusetrinn 0)	50-149	[35] [36] [37] [38]
Subbus 0-20 (knusetrinn 1)	119	[38]
Pukk 2-4/5 (knusetrinn 3)	198-229	[36] [37] [38]
Pukk 4-8 (knusetrinn 2)	202-229	[36] [37] [38]
Pukk 8-11 (knusetrinn 3)	202-230	[36] [37] [38]
Pukk 8-16 (knusetrinn 3)	155-199	[36] [37] [38]
Pukk 11-16 (knusetrinn 3)	176-199	[35] [36] [37]
Pukk 16-22 (knusetrinn 3)	125-176	[39] [37] [38]
Pukk 25-63 (knusetrinn 2)	115-151	[39] [37]
Kult 20-120 (knusetrinn 1)	93-131	[39] [36]



Figur 4-1: Sammenligning prisnivåer for ulike typer stein/pukk.

Tabell 11: Sammenligning av gjennomsnittlige utslippsfaktorer for ulike knusegrader av pukk.

Type stein/pukk	Klimagassutslipp produksjon (A1-A3) [kg CO ₂ -e/tonn]	Kilde
Sprengstein (knusetrinn 0)	1,48	COWI's interne VA-verktøy. Utslippsfaktorer basert på data fra 14 publiserte EPD-er til ulike pukkverk
Knusetrinn 1/ grovknusing	1,94	
Knusetrinn 2/ mellomknusing	2,39	
Knusetrinn 3/ finknusing	2,73	

4.10 Stedlige masser

Introduksjon

Det er et potensiale i å redusere bruken av nye omfyllingsmasser, både ved sanering av ledningstrasé og ved utbygging av ny pumpestasjon. Entreprenør, VA-fagkyndig og geotekniker må vurdere ombrukspotensialet i hvert tilfelle, da potensialet vil avhenge av størrelse på stein, hva massene skal brukes til, samt tilstanden på de utgravde massene.

Vurdering

Gjenbruk av overskuddsmasser vurderes til å være positivt, både for kostnader og for klimagassutslipp, da dette vil forhindre innkjøp av nye materialer samt medfølgende transport.



Forklaring

Det kan i hvert enkelt prosjekt vurderes å gjenbruke masser på stedet for omfyllingsmasser i stedet for å gå til innkjøp av nye masser. For å kartlegge mulighetene for ombruk, må det tas geotekniske prøver direkte i grøftene, samt engasjere en miljømedarbeider til å vurdere om massene kan være forurenset. Det kan i konkurransegrunnlaget til entreprenør utarbeides tildelingskriterier som oppfordrer entreprenør til gjenbruk av masser. Dette vil både redusere transportmengder, men også produksjon av nye omfyllingsmasser, noe som både er klimagassbesparende og kostnadsbesparende.

PAM Norge har også utviklet en klimagass- og kostnadskalkulator som beregner potensiale for bruk av stedlige masser til omfylling [40]. Denne kalkulatoren kan lastes ned og benyttes av kommunen ved behov. I en pressemelding fra PAM Norge i forbindelse med VA-konferansen 2023, presenterte de noen erfaringstall for tre scenarier [41], se Tabell 12. Disse erfaringstallene er grove, og kommer fra ett eksempelprosjekt. De faktiske kostnadsforskjellene må vurderes i hvert enkelt prosjekttilfelle, men en tommelfingerregel er at bruk av stedlige masser er mer økonomisk gunstig enn innkjøp av nye masser. Se også kapittel 4.9 for priseksempler for ny pukk.

Tabell 12: Kostnadserfaringer ved bruk av stedlige masser. Tallene er hentet fra ett prosjekt med 1200 meter ledning.

Scenarie	Beskrivelse	Kostnad [kr/m]
1	Gjenbruk av stedlige masser i fundament og omfylling	181
2	Ny pukk i fundament, men stedlige masser i sidefylling og beskyttelseslag	274
3	Ny pukk i fundament og omfylling	826

Et annet tiltak for å redusere bruk av masser, både innkjøpte og stedlige, er å minimere volumene som graves opp. Ved prosjektering av grøfter kan det stilles krav til brattere grøfteskråning for å redusere mengden utgravde masser, men dette må vurderes i samråd med geoteknikk og de prosjekterende innen VA. Brattere grøfteskråning vil også kunne være kostnadsbesparende for entreprenør da det vil føre til mindre utgraving og overskuddsmasser og vil dermed også kunne gi lavere klimaavtrykk.

For bruk av stedlige masser er det ikke én «CO₂-e verdi» som kan benyttes, da utslippsbildet avhenger av flere faktorer. Faktorene er blant annet type stedlig masse, fundament og omfyllingsmasser, samt transportavstander til mellomlager, deponi og nye leverandører av ny masse, samt drivstofftype for anleggsmaskinene og massetransporten. Vedlagt klimasatsrapporten er et det beregningsark Hamar kommune kan benytte for å vurdere ulike scenarier for økt bruk av stedlige masser sammenlignet mot innkjøp av nye masser. Et grovt eksempel hentet ut fra beregningsarket, er dersom 100 m³ av stedlige masser benyttes som omfyllingsmasser i stedet for 100 m³ innkjøpte masser, kan 0,7 tonn CO₂-e potensielt spares. Dette med forutsetninger om en transportavstand på 10 km for alle avstander, samt stedlige masser av jord og leire. Som nevnt er det mange faktorer inne i bildet, og det bør gjøres forenklete beregninger for hvert enkelt tilfelle.

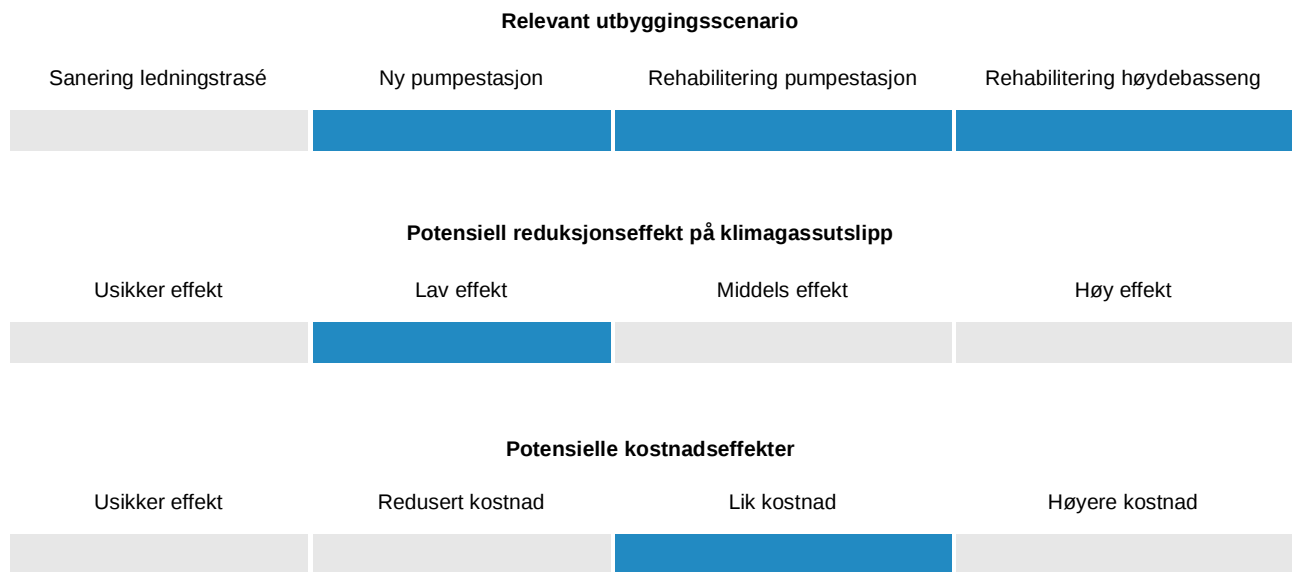
4.11 Etterisolering ved bruk av innblåsing

Introduksjon

Eksisterende bygninger har potensiale for energisparing ved å forbedre isoleringen av bygget. Etterisolering ved innblåsing kan være en god investering med rask effekt og redusering av energibruk. Det er flere alternativer for hvordan dette kan gjøres og det må vurderes i hvert tilfelle for å finne det riktige produktet og leverandør.

Vurdering

Etterisolering av en bygning kan føre til mindre bruk av elektrisitet til oppvarming og dermed også utslipp av CO₂-e. Etterisolering ved bruk av innblåsing kan gjøres både på eksisterende og nye bygninger. Etterisolering vil gi en investeringskostnad, men vil også kunne gi årlige kostnadsreduksjoner fra strømforbruk, avhengig av oppvarmingsbehov og driftstemperatur i bygget.



Forklaring

Det er flere aktører i markedet som tilbyr etterisolering og utbedring av varmetap, så aktuelle leverandører bør undersøkes ved hvert enkelt tilfelle for å få riktig type materiale og metode. Steinull og glass er ofte brukt, men det er andre alternativer som har gode fordeler med hensyn til fukt som for eksempel celluloseisolasjon.

Det bør hovedsakelig fokuseres på de store flatene ved etterisolering, som kan gi høye lekkasjetall med varmetap. Dette kan være større takflater, vegger og gulv til grunn. Omfang og behov kan kartlegges ved termografering. Best nytte med å termograferer i kaldt vær, men det går like bra å varme opp bygget ekstra under ett døgn, og så termograferer.

Etterisolering vil medføre økt materialbruk, men også potensielt lavere energiforbruk grunnet mindre varmetap. På pumpestasjoner og høydebasseng kan effekten av etterisolering være begrenset grunnet anbefaling om lav temperatur (5-6 grader) i bygg i tillegg til avfukting. Det vurderes dermed til at tiltaket kan ha lav effekt på klimagassutslipp i forhold til null etterisolering. Effekten vil være avhengig av leverandør/produksjonsmetode, produktsammensetning, distanse til leverandør, nåværende energieffektivitetsgrad og størrelse på bygget som skal etterisoleres.

På P3, se kapittel 4.13, kan etterisolering være et fornuftig tiltak å gjøre en vurdering av.

Kostnadmessig vil det også avhenge av flere faktorer: Om etterisoleringen foregår isolert eller som en del av en større rehabilitering, valg av leverandør, strømpris, temperaturer og nåværende energieffektivitet. I et lengre perspektiv kan det være lønnsomt dersom bygget har et visst energibehov, men dette bør regnes på i hvert enkelt tilfelle [42].

4.12 Rørmateriale

Introduksjon

Av utbyggingsscenariene som undersøkes i denne rapporten, anses kun sanering av ledningstrasé å være relevant for valg av rørmateriale. Ved sanering av ledningstrasé kan det vurderes ulike typer rørmateriale og dimensjonsbehov for å redusere klimagassutslippene, der hvor rehabilitering/strømping av rør ikke er aktuelt.

Vurdering

Det er utfordrende å vurdere potensielle kostnadseffekter da dette vil være helt avhengig av dimensjonsvalg av rør. Som en generell vurdering, antas det at rør med lave dimensjoner har lavere kostnader, både med tanke på produksjon, transport og installasjon. Brukes fossilfrie rørtypen, kan det medføre økte kostnader slik markedet er i dag. Av utslippsbesparelser, antas det at effekten kan være varierende, avhengig av hvilke rørtypen og -dimensjoner som er aktuelle for sammenligning.



Forklaring

Tilgjengelige rørtypen vil variere stort mellom de ulike rørkategoriene (overvann, spillvann og vann). I markedet er det hovedsakelig PE-, PP-, PVC- og støpejernsrør som blir benyttet i ulike dimensjoner. Ved valg av rørtype er det viktig å vurdere det totale bildet for klimagassutslipp: Fra produksjon, levetid og avstand til leverandør. Klimagassutslippet vil ha svært stor variasjon mellom materialtype, dimensjon og vekt.

I beregningsarket som medfølger rapporten, er det klargjort for enkle beregninger for rør av materialene PE, PP, PVC, betong, GRP, støpejern og stål, med ulike dimensjoner (100-600 mm). Utslippsfaktorer i beregningsarket er gitt per meter og varierer fra 3,4-1 300 kg CO₂-e./m, og er oppsummert i Tabell 13. Verdiene er basert på Norsk Vann sine tall, og er svært generelle. Ved bruk av EPD-data kan utslippsprofilene for de ulike rørmaterialene se nokså annerledes ut, da det har vært mye utvikling innen EPD-generingen de siste årene. Slik også funnet var i en annen rapport som har undersøkt klimagassutslipp ved ulike rørmaterialer [15], har plast en mest effektiv CO₂-e-besparelse ved lavere dimensjoner og ofte en tilsvarende, eller høyere, utslippsprofil som betong/GRP ved større rørdimensjoner og ofte en tilsvarende, eller høyere, utslippsprofil som betong/GRP ved større rørdimensjoner. Det anbefales ved valg av leverandør å etterspør EPD-er fra ulike rørtypen og -dimensjoner for å få et enda bedre sammenligningsbilde av den faktiske situasjonen.

Tabell 13: Sammendrag av utslippsfaktorer for ulike rørtyper. Kilde: Norsk Vann.

Type rør	Dimensjonsspenn [mm]	Spenn i CO ₂ -e faktor [kg CO ₂ e/meter]
PE	100-600	ca. 7-237
PP	100-600	ca. 3-91
PVC	100-600	ca. 6-162
Betong	100-600	ca. 4-63
GRP	100-600	ca. 10-253
Støpejern	100-600	ca. 29-287
Rustfritt stål	100-600	ca. 82-1306

Karmøy kommune gjorde en alternativvurdering mellom støpejernsrør og PE-rør, hvor støpejernsrørene ble anslått til å ha mellom 4,9-1,6 ganger høyere innkjøpspris enn tilsvarende PE-rør, avhengig av dimensjon på rørene, i tillegg til høyere installasjonspris [43]. I rapporten beskrives det også at de høyere dimensjonene har lavere prisforskjell enn de lavere dimensjonene. Tabell 14 viser noen priseksempler for ulike rørtyper.

Tabell 14: Priseksempler for ulike typer rør. Kilde: COWIs erfaringstall.

Type rør	Dimensjon [mm]	Potensielle kostnader [kr/meter]
Støpejern	150	1 600
Støpejern	200	2 000
PE	100	500
PE	200	600
PVC	160	300
PVC	200	160
PVC	250	1 360
PP	110	200

Det er også kommet fossilfrie rør på markedet. Dette alternativet er ikke kvantifisert i denne rapporten da det ikke finnes god nok tilgjengelig data for klimagassutslippet for denne type rør. Leverandører i Norge, Pipelife og Hallingplast, som begge tilbyr fossilfrie rør, benytter resirkulert og sertifisert biomasse som råmateriale inn i de fossilfrie rørene [44] [45]. Dette antas å gi en positiv klimagasseffekt sammenlignet med tradisjonelle rør, samtidig som rørene har samme fysiske egenskaper som tradisjonelle rør. Per nå medfører denne type rør høyere kostnader enn tilsvarende fossil-baserte plastrør.

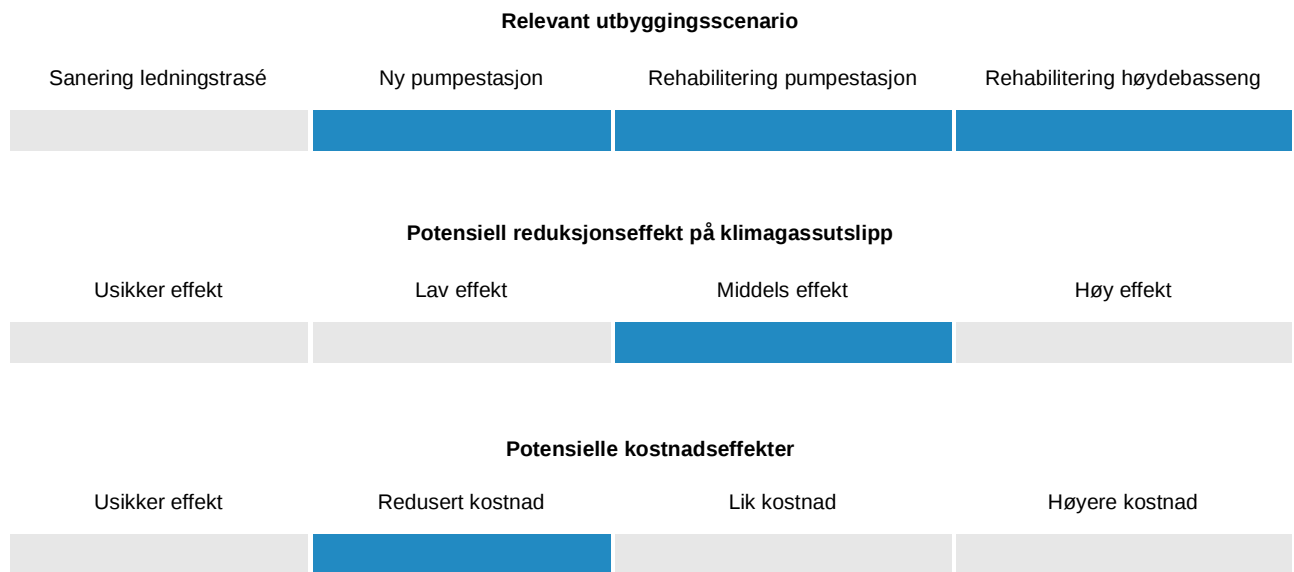
4.13 Varmestyring og oppvarmingskilde

Introduksjon

På pumpestasjoner og høydebasseng er det ofte ikke så store arealer som varmes opp med elektrisk varme. I slike bygg er det ikke behov for romtemperatur på mer enn 6-8 °C, mens temperaturen kan ligge både 10 og 15 °C høyere enn dette. Ved å senke og kontrollere denne temperaturen kan man spare mye energi og dermed både kostnader og CO₂-e utslipp.

Vurdering

Det forutsettes at tiltaket er relevant for både rehabilitering og nye anlegg. Det antas at tiltaket kan spare noen tusen kWh per år og dermed gi reduserte kostnader og klimagassutslipp, avhengig av størrelsen på bygget og temperaturforholdene.



Forklaring

For Hamar kommune har vi sett på to spesifikke bygninger for å gi noen eksempler på tiltakets mulige effekt: Solvang høydebasseng og pumpestasjon P3. Disse to bygningene har relativt små arealer med elektrisk oppvarming. Romtemperaturen på befaringsdagen var for pumpestasjon P3 ca. 13 °C og for høydebasseng Solvang 18 °C. Det er kun behov for frostsikker temperatur i slike bygninger hvor det sjeldent oppholder seg personell. Derfor, ved å senke romtemperaturen kan energi til bygningsoppvarming spares.

Energibehovet for slik bygningsvarme til begge lokasjonene er ikke oppgitt og varmebehovet beregnes derfor etter nøkkeltall (TEK-standard) på tilsvarende bygninger (isoleringssevne på klimaskall) til henholdsvis ca. 2 000 kWh/år og 3 000 kWh med en temperatur på ca. 13-18 °C for de to ulike bygningene.

Ved å senke romtemperaturen til 6-8 °C kan en samlet besparelse på ca. 3 000 kWh/år oppnås for disse bygningene. Dette tilsvarer omtrent 34 kg CO₂-e hvis norsk elektrisitetsmiks benyttes, og omtrent 108 kg CO₂-e dersom en blanding av norsk og europeisk forbruksmiks benyttes. Elektrisitetsmiksen er basert på oppgitt forbruksdata mellom 2018-2020 og er fremskrevet i et 60-års perspektiv [14].

Det forutsettes at det foretas overvåking av luftfuktighet da relativ fuktighet i sommermånedene (fuktig uteluft) kan bli en del høyere med den lavere romtemperaturen. Om vinteren derimot, er luftfuktighet ikke et problem. For å avfukte kan det benyttes vanlige og meget energieffektive kondensavfuktere. Energibruken til avfukting blir 200-300 kWh/år. Det er altså ikke behov for mer energikrevende sorpsjonsavfuktere, type Munthers, når romtemperaturene er godt over 0 °C.

Når energibehovet for bygningsvarme er så lavt som 2 000 kWh/år, etter tiltaket med nedregulering av temperaturen, er det ikke hensiktsmessig å installere varmepumper. Derimot bør reguleringen av romtemperaturen overvåkes, både av driftssikkerhetsmessige grunner, men også for å spare energi som beskrevet ovenfor.

Samlet elektrisk energibesparelse på dette tiltaket er ca. 3 000 kWh/år og utover evt. behov for luftavfuktere er det ikke noen økt kostnad relatert tiltaket.

4.14 Nordkronen eksempelprosjekt

Rådgivende ingeniør for VA har sammen med kommunen vurdert et eksempelprosjekt hvor no-dig-tiltak vurderes (se kapittel 4.4). I samarbeid med Hamar kommune ble traseen Nordkronen valgt. For traseen har det blitt sett på tre ulike alternativ:

- Alternativ 1 - strømperehabilitering for alle VA-ledninger
- Alternativ 2 - tradisjonell graving med tilføring av eksterne pukkmasser i ledningssonen
- Alternativ 3 - tradisjonell graving med tilføring av stedlige masser i ledningssonen

Den aktuelle ledningsstrekningen ligger i Nordkronen gate, og er ca. 300 meter lang. Eksisterende ledningstrasé består av 6 kumgrupper, med 2 kummer i hver gruppe (felleskum for overvann og vann, samt spillvannskum). Ledningstraseen er omtrent 4 meter dyp for hele strekningen.

For alternativ 2 og 3 er det tatt utgangspunkt i prosjekteringsgrunnlaget som Asplan Viak leverte for prosjektet i 2023, med totalt 4 nye kumgrupper med 3 kummer per kumgruppe. Ledningsdybde for det nye anlegget er forutsatt likt som for det eksisterende anlegget, med rundt 4 meter til bunn for overvannsledning. Ved graving av nytt anlegg er det forutsatt at det benyttes grøftekasser for strekningen med en bunnbredde på minst 2 meter mellom avstivende vegger. Grøftekassene er forutsatt fra grøftebunn og opp til ca. 1 meter under terreng, og derfra videre med en graveskråning på 1:1,5 opp til topterreng.

Som beskrevet over, er det i samarbeid med Hamar kommune blitt regnet på et eksempelprosjekt hvor det er blitt vurdert strømping som en metode for no-dig. Denne metoden er avhengig av tilstanden til den eksisterende vannledningen, hvilket er noe man ikke får avdekket før en rørinnspeksjon er gjennomført. Det presiseres også at Olimb i møte med COWI i mai 2023 beskrev at et slikt tiltak kun forlenger levetiden med 25-50 år på vannledningen.

Siden det er mange stikkledninger å ta hensyn til i prosjekt Nordkronen, vurderes det at oppgraving for stikkledninger ifm. tilkobling til rehabilitert vannledning bør unngås for at No-dig-rehabilitering skal være lønnsomt. I dette tilfellet er det da strømperehabilitering med semistrukturell glassfiberstrømpe som er mest aktuelt som tiltak, og det er dermed dette som er undersøkt i eksempelprosjektet. Det anbefales uansett å vurdere riktig metode i hvert enkelt tilfelle med aktuelle utførende, da forskjellene mellom strømperehabilitering og tradisjonell graving kan variere basert på prosjektspesifikke faktorer. For rehabilitering av vannledninger er noen av de vanligste metodene utblokking, installasjon av tette sluttet rør eller strømpe.

Beregningene for eksempelprosjektet er gjort i COWIs egenutviklede VA-verktøy med et grovt mengdegrunnlag utarbeidet basert på tilgjengelig data fra Hamar kommune og COWIs VA-ekspert.

I beregningene er følgende inkludert:

- Produksjon og transport av materialer (rør, kum, strømpe, asfalt) og masser (pukk)
- Bruk av anleggsmaskiner (graving, utlegging)
- Fjerning og riving av anleggsvei m/asfalt
- Utlegging av ny asfalt
- Utherding av glassfiberforing (strømping)

Resultatet fra dette eksempelprosjektet er vist i Tabell 15. Her sees det at alternativ 1, strømperehabilitering for både kummer og rør, er det mest gunstige alternativet for CO₂-e-utslipp. Det gir et klimagassutslipp på 206 tonn, som er lavt sammenlignet med 1 174 og 887 tonn CO₂-e for henholdsvis alternativ 2 og 3. Det vil si at et prosjekt med lignende rammer som Nordkronen, kan gi ca. 6 ganger så høyt utslipp ved bruk av tradisjonell graving og tilførte masser, sammenlignet med et scenario hvor strømperehabilitering benyttes. Dersom tradisjonell graving og stedlige masser benyttes, gir dette omtrent 4 ganger så høyt utslipp sammenlignet med strømperehabilitering.

Tabell 15: Resultatene fra eksempelprosjektet.

Alternativ 1 Strømperehabilitering	Alternativ 2 Tradisjonell graving og tilførte masser	Alternativ 3 Tradisjonell graving og stedlige masser
206 tonn CO ₂ -e	1 174 tonn CO ₂ -e	887 tonn CO ₂ -e

I eksempelprosjektet er det benyttet fossilt drivstoff i beregningene, både for anleggsmaskiner og massetransport. Brukes det større andel elektrifiserte anleggsmaskiner eller biodrivstoff, kan dette påvirke forskjellene mellom de ulike alternativene. Effekten ved bruk av alternative drivstoffkilder kan vurderes ved å bruke det vedlagte beregningsarket til denne klimasatsrapporten. Dette fordi potensielle klimagassbesparelser bør vurderes fra prosjekt til prosjekt, basert på

hvilke krav som settes til anleggsfasen, geografiske plasseringer og topografi, samt hvilken infrastruktur som er tilgjengelig rundt prosjektet.

5 Avsluttende kommentarer

Det er i denne rapporten undersøkt 16 ulike klimatiltak som kan være relevant i et VA-prosjekt som omhandler sanering av ledningstrasé, utbygging av ny pumpestasjon og/eller rehabilitering av pumpestasjon og høydebasseng. Tiltakene er vurdert etter potensiell kostnadseffekt og klimagasseffekt etter beste evne. Det er i noen av tiltakene flere avhengigheter som bør undersøkes ved hvert enkelt prosjekt. Disse er i hvert tilfelle forklart under tiltaksbeskrivelsene.

Det er naturligvis også usikkerheter knyttet til klimagassutslipp og kostnader, da dette vil variere mellom ulike leverandører, entreprenører og markedssituasjoner. Vedlagt rapporten er også et beregningsark Hamar kommune kan benytte for å gjøre enkle klimagassvurderinger. Dette arket vil på et tidspunkt bli «utdatert» da det stadig kommer nye data for de ulike materialene som vurderes, samt det som er teknisk bransjestandard rundt drivstoff (fossilt, fossilfritt og elektrisk). Beregningsarket må derfor benyttes med omhu. Videre er beregningsarket kun ment for å gi en pekepinn på ulike alternativer, og er ikke en fasit.

Det finnes ingen fasit på hvilke tiltak som er mest effektive i et VA-prosjekt, da effektiviteten, både økonomisk og med tanke på klimagassutslipp, vil avhenge av mange ulike faktorer, som blant annet prosjektets omfang, tekniske muligheter, lokasjon og tidspunkt for gjennomføring. Ulike tiltak bør vurderes prosjektspesifikt, gjerne gjennom å bruke klimagassberegninger som styringsverktøy, og ved å bruke denne klimasatsrapporten som en veileder. Det som dog erfaringsmessig kan gi store utslag rent klimamessig i de fleste prosjekt, og som også denne rapporten og tilhørende beregningsark viser, er at tiltak rundt anleggsplass og for massetransport kan ha store påvirkninger. For anleggsplassen kan tiltakene være å benytte mer miljøvennlig drivstoff eller optimalisere anleggstiden gjennom for eksempel no-dig hvor relevant, og for massetransport kan det både være bruk av mer miljøvennlig drivstoff og bruk av stedlige masser. Valg av materialer og leverandører kan også ha en stor betydning i større prosjekt, spesielt i de prosjektene som går over lengre strekninger hvor flere rørtyper og kummer skal installeres.

Listen over tiltak i rapporten er ikke uttømmende, og vedlagt rapporten ligger en oversikt over ytterligere tiltak som kan vurderes videre av Hamar kommune. Disse tiltakene ble diskutert på workshopen som ble holdt i samarbeid med Hamar kommune og COWI, men ble nedprioritert grunnet prosjektets omfangsrammer.

Til sist takker vi både Hamar kommune for et spennende prosjekt og fint samarbeid, samt Miljødirektoratets mulighetsgjøring for slike utredninger gjennom Klimasats-støtten.

6 Referanser

- [1] Hamar Kommune, «Kommunedelplan 2019-2030 - Miljø og klima,» Hamar Kommune, 2019.
- [2] Fremtiden i våre hender, «Hva får jeg for et tonn CO2?,» [Internett]. Available: <https://www.framtiden.no/tips/hva-faar-jeg-for-et-tonn-co2>. [Funnet Juni 2023].
- [3] Fremtiden i våre hender, «21 klimafotavtrykk av forbruket vårt,» [Internett]. Available: <https://www.framtiden.no/tips/21-klimafotavtrykk-av-forbruket-vaart>. [Funnet Juni 2023].
- [4] Hamar Kommune, «Klimabudsjett,» [Internett]. Available: https://pub.framsikt.net/2022/hamar/bm-2022-h%C3%B8p_2022_-_2025_-_hamar_kommune/#/generic/summary/climatesummary. [Funnet Juni 2023].
- [5] Standard Norge, *NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger*.
- [6] DFØ, «Kriterieveviseren - anleggsprosjekt,» [Internett]. Available: <https://kriterieveviseren.anskaffelser.no/valg/anlegg>. [Funnet Mai 2023].
- [7] DFØ, «Rettleiar for bruk av EPD i byggeprosessen,» Desember 2022. [Internett]. [Funnet Mai 2023].
- [8] EPD-Norge, «Bruksanvisning i hvordan tolke EPD-er,» [Internett]. Available: <https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd/bruksanvisninger-i-hvordan-tolke-epd-er/>. [Funnet Mai 2023].
- [9] DFØ, «Anskaffelser.no - Utslippsfrie bygge- og anleggsplasser,» [Internett]. [Funnet Mai 2023].
- [10] M. K. Wiik, K. Fjellheim, E. Sandberg, R. Thorne, D. R. Pinchasik, I. Sundvor, E. L. Bjelle og R. Gjersvik, Utslippsfri byggeprosess i Oslo - konsekvensutredning, Oslo: SINTEF akademisk forlag, 2022.
- [11] Enova, «Mobile ladestasjoner for elektriske anleggsmaskiner,» [Internett]. Available: <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/mobile-ladestasjoner-for-elektriske-anleggsmaskiner/>. [Funnet 2023 Mai].
- [12] Enova, «Utslippsfrie anleggsmaskiner,» [Internett]. Available: <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/utslippsfrie-anleggsmaskiner/>. [Funnet Mai 2023].
- [13] Klima Østfold, «Kartlegging av fossilfrie maskiner og kjøretøy,» 2019. [Internett]. Available: <https://klimaostfold.no/tiltaksomrader/fossilfrie-arbeidsmaskiner-og-kjoretoy/>. [Funnet juni 2023].
- [14] One Click LCA, «Energy consumption impacts,» [Internett]. Available: <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360015065459-Energy-Consumption-Impacts-B6->. [Funnet Juni 2023].
- [15] Asplan Viak, Gravefrie metoder, Norsk vanns fagtreff Gardermoen, Mars 2023.
- [16] O. VAV, Klima og miljøkrav i ledningsfornyelse, 21.03.2023.
- [17] V. miljøblad, Nr.110 RENOVERING AV VA-LEDNINGER VED UTBLOKKING, 2015.
- [18] V. Miljøblad, Nr.111 Boring i fjell og løsmasser, 2016.
- [19] T. Jacobsen, «Beslutningsstøtte for rehabiliteringsmetoder for avløp,» NTNU, 2021.
- [20] Hallingtreff, Bærekraftig kumrenovering i Tromsø og Oslo, <https://www.hallingtreff.no/nyheter/baerekraftig-kumrenovering-i-tromsoe-og-oslo/>, 15.01.2021.
- [21] V. nytt, Rask rehabilitering av kummer med ny teknikk, <https://www.vanytt.no/?p=14078>, 13.06.2019.
- [22] EBA, «Anbefalte krav og tidelingskriterier i kontrakter,» [Internett]. Available: <https://www.eba.no/siteassets/dokumenter/vei-og-jernbane/bruk-av-epd-verktoyettidelingskriterier-miljo-i-kontrakter-1.pdf>.

- [23] DFØ, «Kriterieveiviser - anlegg - Lavtemperaturasfalt,» [Internett]. Available: <https://kriterieveiviseren.anskaffelser.no/valg/anlegg>. [Funnet Mai 2023].
- [24] PEAB, «PEAB ECO-Asfalt,» [Internett]. Available: <https://peabasfalt.no/produkter-tjenester/eco-asfalt/>. [Funnet Mai 2023].
- [25] EBA, «Sluttrapport LTA 2011 - Veiteknisk institutt,» 2018. [Internett]. Available: <https://www.eba.no/siteassets/dokumenter/asfalt/lta-2011-sluttrapport-2018.pdf>. [Funnet Mai 2023].
- [26] Veidekke AS, «Lavtemperaturasfalt (LTA),» Veidekke, [Internett]. Available: <https://www.veidekke.no/tjenester/asfalt/lavtemperaturasfalt/>. [Funnet Mai 2023].
- [27] KFA, «Veileder i gjenbruk av asfalt,» Januar 2019. [Internett]. Available: <https://www.asfaltgjenvinning.no/resources/files/KFA-Veileder-i-gjenbruk-av-asfalt-2019.pdf>. [Funnet Mai 2023].
- [28] Norsk Betongforening, «Publikasjon nr. 37 - Lavkarbonbetong,» Norsk Betongforening, 2020.
- [29] Skedsmo betong, «Prisliste betong,» 2021. [Internett]. Available: <https://skedsmo-betong.no/media/pmnh5tns/prisliste-ferdigbetong-2021.pdf>. [Funnet Mai 2023].
- [30] Betongsentrum, «Lavkarbonbetong,» 2023. [Internett]. Available: <https://www.betongsentrum.no/lavkarbonbetong/>. [Funnet Mai 2023].
- [31] Betong Øst, «Dønn Prisliste betong,» 2020. [Internett]. Available: <https://betongost.no/wp-content/uploads/2020/01/2020-Prisliste-Betong-Tr%C3%B8ndelag.pdf>. [Funnet Mai 2023].
- [32] NPG, Legging av plastrør for vann og avløp, <https://www.pipeline.no/content/dam/pipeline/norway/marketing/general/installation-guidelines/vmt/tradisjonell-va/Leggeanvisning%20hefte.pdf>, Mai 2021.
- [33] PAM, Bærekraftige omfyllingsmasser i ledningsgrøfter - duktile støpejernsrør, 2022.
- [34] Basal, Reduser CO2-fotavtrykket ved korrekt bruk av betongrør og kummer, <https://www.basal.no/lavkarbonbetong-til-ror-og-kummer/>, 2023.
- [35] Bjørnars Transport, «Bjørnars transport Webshop,» [Internett]. Available: <https://webshop.bjornarstransport.no/>. [Funnet Mai 2023].
- [36] Toten Pukkverk AS, «Toten pukkverk AS,» [Internett]. Available: <https://totenpukk.no/Prisliste.pdf>. [Funnet Juni 2023].
- [37] NCC, «Prisliste Larvik,» [Internett]. Available: <https://www.ncc.no/siteassets/vare-tjenester/steinmaterialer/prislister/2021/2021-ny/prisliste-ncc-larvik-2021.pdf>. [Funnet Juni 2023].
- [38] Hamar Pukk og Grus, «Hamar Pukk og grus mengdekalkulator,» [Internett]. Available: https://hamarpukkoggrus.no/?gclid=EAlaIQobChMIstKimLiT_wlVHI1oCR0_CQbKEAAYASAAEgIPSvD_BwE. [Funnet Juni 2023].
- [39] Ringknuten Pukkverk AS, «Prisliste masser,» 2016. [Internett]. Available: <https://www.ringknuten.no/prisliste-masser>. [Funnet Mai 2023].
- [40] PAM Norge, «Omfyllingsmasser,» PAM Norge, [Internett]. Available: <https://pamline.no/nedlasting/omfylling>. [Funnet 2023 Mai].
- [41] PAM Norge, «Kan kutte store kostnader på VA-prosjekter,» Februar 2023. [Internett]. Available: <https://vakonferanse.no/nyheter/kan-kutte-store-kostnader-pa-va-prosjekter/>. [Funnet Mai 2023].
- [42] Byggstart, «Etterisolering: Hva koster det? (2023-pris),» [Internett]. Available: <https://www.byggstart.no/pris/etterisolering>. [Funnet Mai 2023].
- [43] Karmøy kommune, «Fremtidens kommunale vannledninger,» Karmøy kommune, 2021.
- [44] Hallingplast, «Fossilfrie rørsystem,» Hallingplast, [Internett]. Available: <https://www.hallingplast.no/om-oss/miljoe/fossilfrie-roersystem/>. [Funnet Mai 2023].

[45] Pipelife, «Pipelife Fossilfrie Rørsystemer,» Pipelife, [Internett]. Available: <https://www.pipelife.no/om-oss/om-pipelife/pipelife-fossilfrie-rorsystemer.html>. [Funnet Mai 2023].

[46] Sintef, «Utslippsfri byggeprosess i Oslo – Konsekvensutredning,» Sintef Fag, 2022.

[47] A. Viak, Gravefrie metoder, Norsk vanns fagtreff Gardermoen, Mars 2023.

Vedlegg A - Ytterligere tiltak

Som nevnt i rapporten, ble det gjort en prioritering av hvilke tiltak som skulle undersøkes i detalj. Det var flere gode tiltak som måtte bli nedprioritert, og de er grovt listet og forklart i dette vedlegget. Tiltakene kan med fordel undersøkes ytterligere av Hamar kommune eller av andre interesserte for å få et endre bedre tiltaksomfang som kan brukes i nye og eksisterende VA-prosjekt.

Prefabrikkere overbygg av pumpestasjon

Prefabrikkerte overbygg med standardisert utforming kan redusere kostnader og anleggstid. Dette kan gi muligheter for å starte med overbygg samtidig som grunnarbeider pågår. I tillegg vil eksponering for vær og vind reduseres i forhold til tradisjonell bygging. Det gir dog andre avhengigheter, som riktig løfteutstyr, transport osv.

Rehabiliterer på sommeren, uten frost

Ved utføring av rehabilitering på sommeren vil en unngå vinterarbeider som snøbrøyting, teletining kabler, tildekking, innkledning, isolering etc. Løsmasser vil være mykere og det vil være lettere å grave og behandle massene.

Planlegge transport

Ved å planlegge og optimalisere transporten av ressurser, materialer og masser i ulike prosjekt kan dette medføre både reduserte kostnader og klimagassutslipp.

Spyling og pluggkjøring

Avsetninger i pumpeledninger øker friksjonen i ledningene og kan dermed gi pumpene et unødvendig høyt energiforbruk. Rutiner for vedlikehold med spyling og pluggkjøring vil redusere energikostnadene.

Solceller og evt. vindkraft som energiforsyning på pumpestasjon

Det kan vurderes bruk av solceller og/eller lokal vindkraft som energiforsyning for å redusere avhengigheten av strømmettet og utslipp og kostnader dette medfører. Det kan dog gi betydelige investeringskostnader avhengig av omfang.

Bruke resirkulerte materialer/ombruke eksisterende materialer for bygning og i rørgroper

Både ved rehabilitering og nybygg bør det tilstrebes å benytte resirkulerte eller utnytte eksisterende materialer for ombruk, så langt det lar seg gjøre. Dette både for bygninger og for rørgropene.

Natriumsilikat, vannglass behandling av betong

Dette er en overflatebehandling som gir en fargeløs overflate og tetter ubehandlet betong med en vedlikeholdsfri overflate. Ved bruk av dette vil korrosjonsutsatt betong beskyttes, som kan redusere nedbrytningshastigheten. Det er antatt lave investerings- og driftskostnader. Enkelte leverandører har godkjennelse av materialet for bruk i rentvannbassenger.

Utskifting av rør og alder

Det bør vurderes om alle ledninger må skiftes ved ulik alder (under svanker må det skiftes). Hvis eksisterende ledninger må graves opp for rehabilitering så er det sannsynlig at det er like greit å skifte alle ledninger uansett siden selve gravingen er et såpass stort tiltak at det vil være lite å tjene på å la yngre ledninger bli liggende. Levetiden på VA-anlegget samt selve gravingen av VA-anlegget er viktigere parametere å vurdere enn selve ledningskostnadene.

Når det benyttes no dig er det viktigere å ta en nøye vurdering av behovet for om alle ledninger trengs å skiftes ut. Da er det viktig å vurdere tilstanden på rørene, alder og antatt rest levetid.

COWI