



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Prosjektering av vann- og spillvannsledning i Meland kommune

Fra Myrvollane til Setre

The initiation of the water and waste water pipeline project in Meland municipality

From Myrvollane to Setre

Martine Bernhardsen

Maria Skjelberg

BYG 150 Bacheloroppgave – Bygg

Institutt for byggfag, Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap

Veiledere Høgskulen på Vestlandet: Carolyn Ahmer og Irene Holvik Johnsen

Veileder Norconsult AS: Magnus Reiakvam

Antall ord: 24 243

Dato: 22. Mai 2019

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle

kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 10.

I. Forord

Bacheloroppgaven har blitt skrevet ved Høgskulen på Vestlandet, campus Bergen. Som en avslutning på det treårige studieprogrammet, gjennomføres emnet bacheloroppgave.

Oppgaven er skrevet i vårsemesteret 2019 av Martine Bernhardsen og Maria Celine Skjelberg. Med et ønske å skrive bacheloroppgave sammen, ble det ansett som en fordel at begge hadde felles interesse for faget vannteknikk. Begge går studieretningen prosjekt- og byggeledelse, men har bakgrunn fra ulike profil-retning.

Oppgaven ble gitt av vår veileder Magnus Reiakvam fra Norconsult, som vi kom i kontakt med gjennom forelesningene i vannteknikk. Det ble vurdert oppgaven «Storskaret pumpestasjon», som etter kort tid ble forkastet med bakgrunn i at prosjektet var i anleggsfasen. Det var ønskelig med en oppgave som ikke var ferdig prosjektert, og i samarbeid med Reiakvam fikk vi tildelt oppgaven «VA-prosjektering fra Myrvollane til Setre». Ved en felles beslutning med veilederne ble denne oppgaven ansett som mer relevant, og med et svært interessant tema. Formålet med oppgaven har blant annet vært å belyse bærekraftige løsninger.

Denne oppgaven åpnet mulighetene for å få innsikt i rådgiverbransjen og prosjekteringsarbeid, med anledning for å kunne benytte kunnskap fra utdannelsen vår. Arbeidsprosessen har gitt oss en bredere forståelse av prosjekteringsfasen og samfunnsplanlegging, samt de utfordringer som kan oppstå underveis.

Vi vil gi en stor takk til vår veileder fra Norconsult Magnus Reiakvam som har stilt opp og gitt god faglig veiledning i denne prosessen. Vi vil også takke våre interne veiledere Irene Holvik Johnsen og Carolyn Ahmer for gode tilbakemeldinger og støtte underveis.

På befaring til Meland kommune, hadde kommunen på det tidspunktet noen utfordringer med vannkvaliteten på drikkevannet. Her reklamerte Rema 1000 i Frekhaug med «Vi har vann», se Figur 1. Ironisk nok illustrerte dette viktigheten av et nytt VA-anlegg.



Figur 1. Befaring til Meland kommune, Rema 1000 i Frekhaug. Kilde:

Bergen, 22. Mai 2019

Martine Bernhardsen

Martine Bernhardsen

Maria Celine Skjelberg

Maria Celine Skjelberg

II. Sammendrag

Vann og avløpsteknikk er en industri som arbeider for å levere tjenester til befolkningen og forvalter en av verdens viktigste ressurser- rent vann. Det kreves store investeringer for å forsyne befolkningen med tilstrekkelig drikkevann, og håndtere spillvann på en god måte. Det er viktig at det sikres et godt vedlikeholdt ledningssystem, og en velfungerende infrastruktur for de kommende generasjoner.

Utfordringer som klimaendringer, aldrende infrastruktur og et økt behov for VA- tjenestene fører til at det må gjennomføres god planlegging, prosjektering, og samtidig trygge, kostnadseffektive og bærekraftige løsninger.

Prosjektet har blitt gitt av Norconsult AS, der oppgaven bygger på ledningsfornyelse i Meland kommune. Kommunen har en langsiktig plan for å utbedre vann- og avløpsnett i hele Meland som innebærer mange komponenter. Bakgrunnen for tiltaket er at kommunen har uttrykt sitt ønske om en fremtidig utbygging av ledningsnett sett i sammenheng med økt befolkningsvekst. Oppgaven har basert seg på å planlegge og prosjektere vann- og spillvannsledninger fra Myrvollane til Setre, med fokus på å gjennomføre tiltaket i henhold til de tre dimensjonene for bærekraft.

Avgjørende faktorer for valgte løsninger har vært å vektlegge en skånsom plassering av ledningstraseen i området. Dette med hensyn på eksisterende VA og best mulig tilpasning til topografien, slik at tiltaket oppnår minimale inngrep i naturen. Det er ønskelig med et ledningsanlegg som har lang levetid, god funksjonalitet og kvalitet.

Det henvises til gjeldene retningslinjer, forskrifter, lovverket, normer og blader. Det er viktig å påpeke at gjennomgående valg og vurderinger som er tatt i denne oppgaven, er basert på vår subjektive anbefaling.

III. English summary

Water and waste water technology are an industry that works to deliver services to the population and manages one of the world's most important resources – pure and clean water. Large investments are required to supply the population with sufficient drinking water, and to handle waste water well. It is important to ensure a well-maintained management system, and a well-functioning infrastructure for the coming generations.

Challenges such as climate change, aging infrastructure and an increased need for water and waste water services mean that good planning, design and, at the same time, safe, cost-effective and sustainable solutions must be implemented.

The project has been given by Norconsult AS, where the task is based on renewal of the pipeline in Meland municipality. The municipality has a long-term plan to improve the water and waste water network throughout Meland, which involves many components. The reason for the enterprise is that the municipality has expressed its desire for a future development of the pipeline network in the context of increased population growth. The theses are based on planning and projecting water and waste water pipelines from Myrvollane to Setre, focusing on implementing the enterprise according to the three dimensions of sustainability.

Key factors for selected solutions have been to emphasize a gentle placement of the pipeline path in the area. This regarding existing linework systems and the best possible adaptation to the topography, so that the enterprise achieves minimal intervention of nature. It is desirable to have a linework system that has a long life, good functionality and high quality.

Reference is made to the applicable guidelines, regulations, legislation and norms. It is important to point out that common choices and assessments made in this thesis, are based on our subjective recommendation.

IV. Innholdsfortegnelse

I. Forord	1
II. Sammendrag	3
III. English summary	4
IV. Innholdsfortegnelse	5
V. Figurliste	10
VI. Tabelliste.....	13
VII. Terminologi	14
Tabell 1. Tekniske uttrykk og symboler	14
Tabell 2. Uttrykk og begreper	15
1. Innledning	15
1.1 Bakgrunn	16
1.2 Problemformulering	17
1.3 Avgrensninger og forutsetninger av oppgaven.....	19
1.4 Feilkilder.....	20
1.5 Oppbygning av oppgave.....	20
2. Metode	21
2.1 Innledning	21
2.2 Litteratur og dokumentstudier	22
2.2.1 Hovedlitteratur.....	22
2.2.2 Nasjonale mål	23

2.3	Kontakter	23
2.4	Befaring	23
2.4.1	Mål	24
2.4.2	Registreringer	24
2.5	Datainnsamling	26
2.6	Beregning.....	26
2.7	Verktøy	27
2.7.1	Novapoint VA	27
2.7.2	AutoCAD	27
2.7.3	Excel	27
3.	Presentasjon av trase.....	27
3.1	Innledning	27
3.2	Planstatus	28
3.3	Områdebeskrivelse	29
3.4	Infrastruktur	29
3.5	Eksisterende bebyggelse.....	30
3.6	Terreng	31
3.7	Grunnforhold	31
3.8	Kulturminner og kulturmiljø.....	32
3.9	Naturmangfold	33
3.10	Eksisterende VA	35

3.10.1 Vannforsyning- innledning	35
3.10.2 Vannkilde og vannkvalitet	35
3.10.3 Vannrensing.....	36
3.10.4 Høydebasseng.....	37
3.10.5 Transportsystemet for drikkevann	37
3.10.6 Rørmaterialer i eksisterende ledningsnett	38
3.10.7 Håndtering av spillvann	39
4. Konsekvensutredning	40
4.1 Innledning	40
4.1.1 Grunnlag for KU.....	40
4.1.2 Problembeskrivelse.....	41
4.1.3 Målet med KU	41
4.2 Beskrivelse av ulike løsninger	42
4.2.1 Hovedtrase.....	42
4.2.2 Utleggingsmetode.....	47
4.2.3 Metode grøftegraving	52
4.2.4 Materialvalg	57
4.3 Prissatte konsekvenser.....	60
4.3.1 Generelt	60
4.3.2 Grøfter.....	61
4.3.3 Stenging av vei	61

4.3.4 Drift- og vedlikeholdskostnader	62
4.3.5 Ledningsmaterialer og utstyr på nettet.....	62
4.3.6 Samfunnsøkonomiske konsekvenser	63
4.3.7 Anbefalt trase - økonomisk bærekraft	63
4.4 Ikke prissatte konsekvenser	63
4.4.1 Generelt	63
4.4.2 Nærmiljø	64
4.4.2 Naturmiljø	65
4.4.3 Kulturminner og kulturmiljø	65
4.4.4 Landskap	66
4.4.5 Anbefalt trase – miljømessig bærekraft	67
4.5 Samfunnsmessige konsekvenser	67
4.5.1 Generelt	67
4.5.2 Naturressurser.....	67
4.5.3 Tilgjengelighet på vann og spillvann.....	68
4.5.4 Helse	68
4.5.5 Sikkerhet	68
4.5.6 Anbefalt trase - sosial bærekraft.....	69
4.6 Oppsummering og anbefaling.....	69
4.6.1 Innledning	69
4.6.2 Sammenstilling av konsekvenser	69

4.6.3 Vurdering	70
5. VA-prosjektering fra Myrvollane til Setre.....	71
5.1 Innledning	71
5.2 Valgt trase.....	71
5.3 Vannforsyning	72
5.3.1 Fordelingsnett	72
5.3.2 Brannvann	72
5.3.3 Ledningsmateriale.....	73
5.3.4 Pumper	74
5.3.5 Utstyr på ledningsnett	75
5.3.6 Vannkummer	75
5.4 Spillvann.....	80
5.4.1 Spillvannsnett	80
5.4.2 Ledningsmateriale.....	81
5.4.3 Pumper	82
5.4.4 Utstyr på ledningsnett	84
5.4.5 Spillvannskummer	84
5.4.6 Spillvannsberegninger.....	85
5.5 Grøfter og utleggingsmetoder.....	89
5.5.1 Grøftetyper	89
5.5.2 Grøftetverrsnitt	90

5.5.3 Annet utstyr i grøften	92
5.5.4 Komprimering	92
6. Konklusjon	93
Kilder	95

V. Figurliste

Figur 1. Befaring til Meland kommune, Rema 1000 i Frekhaug. Kilde:	2
Figur 2. Oversiktsbilde av planområdet. Kilde: Norgeskart.no	16
Figur 3. Bærekraftsmodellen. Kilde: Laksefakta.no	18
Figur 4. Grunnforhold- Løsmassekart. Kilde: NGU	19
Figur 5. Illustrerer den smale veien ved profil nr. 600 (600 m inn i traseen fra startpunktet).	24
Figur 6. Profil nr. 850, viser kupert terreng med stigning opp mot siste høybrekk	24
Figur 7. I startpunktet av traseen, befinner kulturminne nr. 1 seg i en fjellknaus. Ruinen vises til høyre i bildet	25
Figur 8. Kulturminne nr. 5, og befinner seg svært nærme veikanten ved profil nr. 600	25
Figur 9. Bebyggelse ved profil nr. 550, der avstanden er 1,2 m fra husvegg til veikant	25
Figur 10. Registrerte myrer og elveleier langs traseen, ved profil nr. 300	25
Figur 11. Illustrasjonsbilde av traseen fra Myrvollane til Setre (markert i blått). Reguleringsplanen for «Myrvollane til Hestdal» til venstre i bildet skravert sort, og «Fosse til Moldekleiv» til høyre i bildet også skravert sort. Kilde: Nordhordalandskart.no	28

Figur 12. Utsnitt av gjeldene arealdel for Meland kommune, med ledningsstrekket markert mellom to blå kryss	28
Figur 13. Oversiktsbilde over planområdet. Kilde: Google Earth	29
Figur 14. Prosentvis endring i antall innbyggere	30
Figur 15. NVE Atlas- Høydekurve N50.....	31
Figur 16. Planområdet er markert i blått øverst og illustrasjon av høydeprofil nederst. Kilde: Norgeskart.no	31
Figur 17. NGU arealinformasjon, 3D-kart.....	31
Figur 18. Registrerte SEFRAK-bygninger i planområdet, og for nærliggende omgivelser. Kilde: miljostatus.no.....	33
Figur 19. Omriss av observasjon av gulspurv, Setre. Skjerm bilde fra artskart.no.....	34
Figur 20. Symboler og beskrivelse av kategorier. Kilde Artskart.....	34
Figur 21. Historisk ØK-kart. Kilde: kilden.no	34
Figur 22. Oversiktsbilde eksisterende VA. Kilde: Norgeskart.no	38
Figur 23. Konsekvensutredning. Kilde: Statens vegvesen	41
Figur 24. Illustrasjon av trase 1 og trase 2 fra Myrvollane til Setre, med elementer. Blå linje: Trase 1 Rød linje: Trase 2 Kilde: AutoCad	46
Figur 25. Skisse utblokking. Kilde: Olimb	49
Figur 26. Skisse av metoden hammerboring. Kilde: Olimb	50
Figur 27. Ytre last på ledning med diameter på 400 mm.. Kilde: Vann- og avløpsteknikk boka	54
Figur 28. Planskisse av valgt trase for planområdet. Kilde: AutoCad	71
Figur 29. For PE- trykkrør, SDR, trykklasser og ringstivhet. Kilde: Pipelife	74

Figur 30. Illustrasjon av «BASAL vannkum». Kilde: NOBI	77
Figur 31. Prinsippskisse vannkum. Kilde: Kommunens VA-norm	77
Figur 32. Graf som illustrerer kostnader og ledningsdiameter. Kilde: A193- Norsk Vann rapport.....	79
Figur 33. Plansnitt av foreslått pumpestasjon fra kommunen. Kilde: Va-norm	83
Figur 34. Bestemmelse av maksimal vannføring i små områder. Kilde: VA/Miljøblad nr. 115	86
Figur 35. Grøftetversnitt	90
Figur 36. Skisse av grøftetverrsnitt	92

VI. Tabelliste

Tabell 1. Symboler benyttet i oppgaven	14
Tabell 2. VA-uttrykk og begreper	15
Tabell 3. Illustrasjon av utfordringene og årsakene for tiltaket. Kilde: Norsk vann.no	18
Tabell 4. Flytskjema som illustrerer hovedstammen for oppgaven	20
Tabell 5. Oversikt over de tre dimensjonene for bærekraft, med foreslåtte indikatorer for planområdet.....	40
Tabell 6. Detaljert beskrivelse av området og traseene, som uthever forskjellene av trase 1 og 2.....	45
Tabell 7. Oversikt over valgte utleggingsmetoder som skal vurderes	47
Tabell 8. Fordeler og ulemper for alternativ 1 konvensjonell graving	49
Tabell 9. Fordeler og ulemper for alternativ 2 utblokking	50
Tabell 10. Fordeler og ulemper for alternativ 3 boremetode	51
Tabell 11. Fordeler og ulemper for alternativ 1 grunne grøfter	53
Tabell 12. Fordeler og ulemper for alternativ 2 dype grøfter	55
Tabell 13. Enkel oppstilling av konsekvensene sammenlagt for de tre dimensjonene for bærekraft	70
Tabell 14. Utstyr på overføringsledningen, ventiltyper.....	75
Tabell 15. Kontrollberegning av selvreis for traseen	88

VII. Terminologi

Tabell 1. Tekniske uttrykk og symboler

Tekniske uttrykk	Beskrivelse
DN	Nominell rørdiameter, tallstørrelse angitt i mm. For plastrør gjelder utvendig diameter, og for støpejern og betong gjelder innvendig diameter
D_y	Ytre rørdiameter
D_i	Indre rørdiameter, lysåpning
e_n	Veggykkelse rør/ godstykkelse
SDR	Standard dimensjonsforhold. Dimensjonsforhold mellom nominell utvendig diameter (DN) og veggykkelsen (e_n). $SDR = DN / e_n$. Foretrukket benevnelse på alle trykkrør.
PN	Nominelt trykk/trykkklasse angir maks tillatt driftstrykk ift. valgt sikkerhetsfaktor. Måles i enheten bar. Eksempel: PN 12,5 = 12,5 bar
MRS	Materialets bruddspenning
σ_s	Materialets dimensjonerende spenning
C	Designfaktor, tidligere kalt sikkerhetsfaktor for trykkrør. (I oppgaven benyttes navnet sikkerhetsfaktor, noe som de også gjør i VA/Miljøblad). Forholdet mellom materialets minste tillatte bruddspenning (MRS) og største tillatte dimensjonerende spenning (σ_s) $C = MRS / \sigma_s$, se over. For PVC rør: $C = 2,0$ og $2,5$
SN 8	Ringstivhetsklasse for trykkløse systemer i grøft, og er nesten enerådende i Norge. Gjelder for selvføllsledning for spillvann her i oppgaven. Benevnelse: kN/m^2 (kPa). SN 8 tilsvarer mindre eller lik SDR 17
mVS	Enhet for vannforsyning: mVS= meter vannsøyle

Tabell 1. Symboler benyttet i oppgaven

Tabell 2. Uttrykk og begreper

Uttrykk	Beskrivelse
SEFRAK	SEkretariatet For Registrering Av faste Kulturminner. Norsk register for eldre bygninger og andre kulturminner [1]
Skogbonitet	Klassifisering som sier noe om hvilken grad skogen er egnet til å dyrke trær av ulike treslag [2]
Koliforme bakterier	Bakterier som hovedsakelig kommer fra tarminnhold hos mennesker eller dyr. Bakteriene finnes også i råtnende plantematerialer [3]
Pluggkjøring	Rensetiltak for å vedlikeholde ledningsnett. Pluggen som er tilpasset dim. på røret kjøres gjennom ledningsnett for å fjerne smuss som har sedimentert i ledningen
Vann	I denne oppgaven er det snakk om drikkevann
Spillvann	Kloakk og urent vann
Selvfallsledning	Ledninger som går delvis fylte og ikke legges med motfall
Pumpeledning	Trykksatte rør for pumping av vann. Hovedsakelig trykkrør av PVC og PE. Vannledningen (VL) i oppgaven er trykksatt og er en pumpeledning, den blir også omtalt som overføringsledning
Grunnavløpsrør	Rørsystem for transport av spillvann, hvor væsketransporten foregår som selvføll [4].
Termoplast	Her gjelder PVC, PP og PE. Råmaterialet er seigtflytende og kan formes ved høye temperaturer. Materialeegenskapene endres med temperaturen [5]
Korrosjon	En elektrokjemisk reaksjon hvor metall danner forbindelser som f.eks. oksider eller hydroksider [6]. Der korrosjonsbestandighet er rørets motstandsdyktighet mot å korrodere

Tabell 2. VA-uttrykk og begreper

1. Innledning

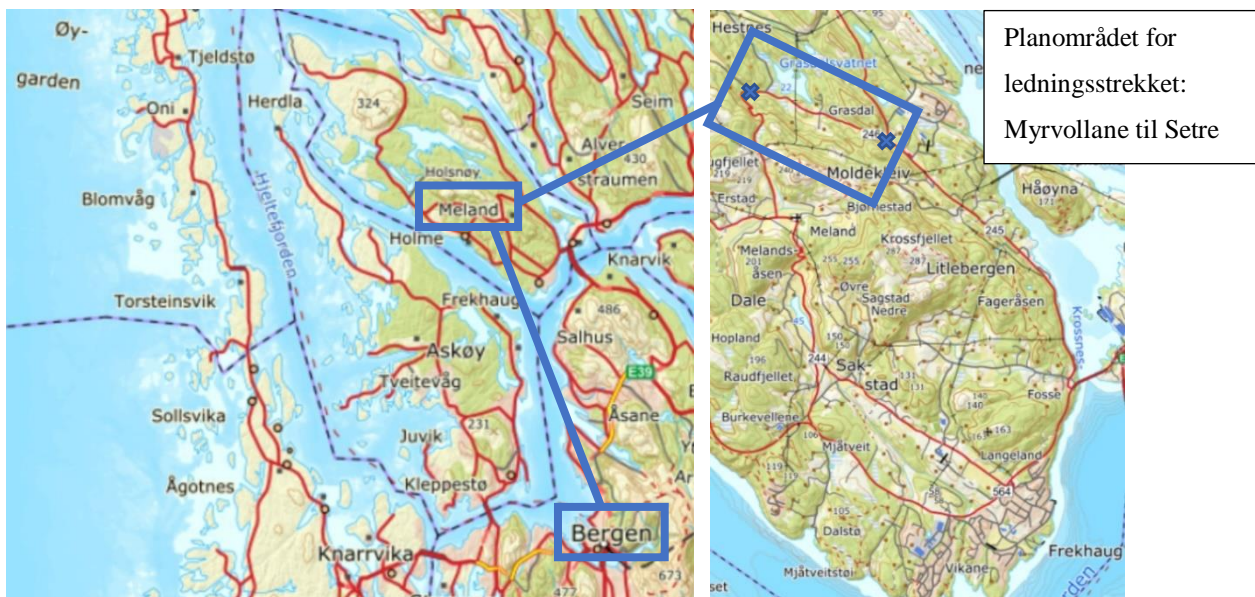
1.1 Bakgrunn

Vann er ofte omtalt som verdens viktigste ressurs, og er forutsetningen for alt liv og menneskelig aktivitet. Globalt sett har Norge en velutviklet infrastruktur for vann og avløp, men økende nedbørsmengder og intense regnskyl, samt klimaendringer vil kreve vedlikehold og forbedrede løsninger på vann- og avløpsnett. I vann- og avløpsbransjen fokuseres det på god kvalitet, behandling, rensing og sikker vannforsyning av drikkevann og avløp.

Kapasiteten må tilrettelegges for et fremtidig økende vannbehov og økt avrenning, som en konsekvens av befolkningsvekst, økende levestandard og urbanisering [7].

I Hordaland skal Meland kommune bygge et nytt vannverk på Hestdal. Årsaken for tiltaket er at det eksisterende vannbehandlingsanlegget ikke oppfyller kravene til trygghet og prosess i drikkevannsforskriften [8]. Det skal likevel ikke fjernes, men beholdes som et fremtidig reservevannverk. Den nye løsningen innebærer VA-ledningsanlegg, og legging av større, nye overføringsledninger mot Frekhaug. Dagens eksisterende ledningsnett ble utbygget stort sett på 70-80-tallet [9]. Et av hovedformålene med tiltaket er å øke kapasiteten på vann- og spillvannsledningene, sett i sammenheng med framtidig befolkningsvekstvekst [10].

Kommunen har uttrykt sitt ønske og har en intensjon om en fremtidig utbygging av ledningsnett. Oppgavens geografiske avgrensning presiseres til en ledningstrase på 1,4 km fra Myrvollane til Setre langs Fv. 246, og baserer seg på å prosjektere ledningsanlegget, se Figur 2.



Figur 2. Oversiktsbilde av planområdet. Kilde: Norgeskart.no

Vann og avløpsteknikk er en stor og voksende industri, og det er et særskilt behov for rehabilitering og fornying av rørsystemene i Norge [11]. Samtidig når vi ser på befolkningsutvikling, viser SSB at folketallet i Meland kommune vil forventes å øke fra 8187 innbyggere i 2018 til 11688 innbyggere i 2040 [12]. Dette viser betydningen av «føre var» prinsippet, om å ta hensyn til sannsynligheten for økt vannforbruk i kommunen og behovet for utskiftning av ledningsanlegget.

Tiltaket er en stor investering, men må gjennomføres før eller siden. Fornyelse av ledningsnett er nødvendig, og det er ikke forsvarlig å videreføre denne utgiften til fremtidige generasjoner.

I kommuneplanens samfunnsdel for Meland kommune «Berekraftige Meland» 2014-2025, fokuseres det på bærekraftig landbruk, forvaltning av naturarven, klima, samfunnstrygghet og folkehelse [13]. Disse nøkkelpunktene vil vi legge til grunn for vår drøfting i oppgaven.

1.2 Problemformulering

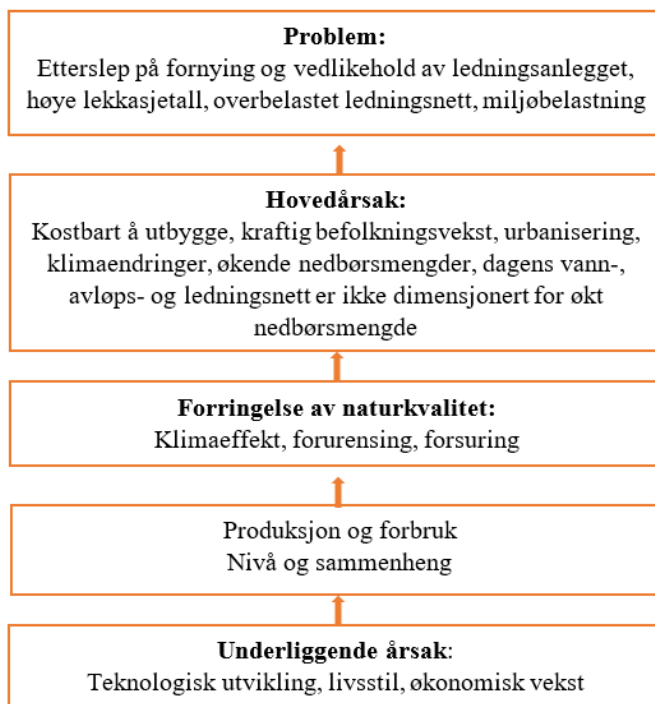
Prosjekteringen skal omfatte overføringsledning i Meland kommune for ledningsstrekket Myrvollane til Setre. Dette innebærer å legge 1,4 km med nye vann- og spillvannsledninger.

Målet er å øke kapasiteten på overføringsledningen betraktelig, og utføre arbeidet slik at landskapet og miljøet blir hensyntatt. Det skal vurderes ulike alternativer for trasevalg for best mulig tilpasning til terreng.

Det skal prosjekteres en løsning med økonomisk lønnsomhet, gode materialvalg for lang levetid, tilfredsstillende grøfteutførelse og gode tekniske løsninger for selve ledningsanlegget. Tiltaket skal koble alle abonnemeter langs traseen på det kommunale spillvannsnett. Per dags dato eksisterer det en hovedledning for drikkevann, og det foreligger kun private renseanlegg for avløpsvann

Utfordringene ved plassering av nytt ledningsnett med hensyn på eksisterende bebyggelse, landskap og kulturminner skal synliggjøres. Tabell 3 illustrer årsakene til utfordringene, og forskjellige måter å angripe problemene langs traseen. [14], [7].

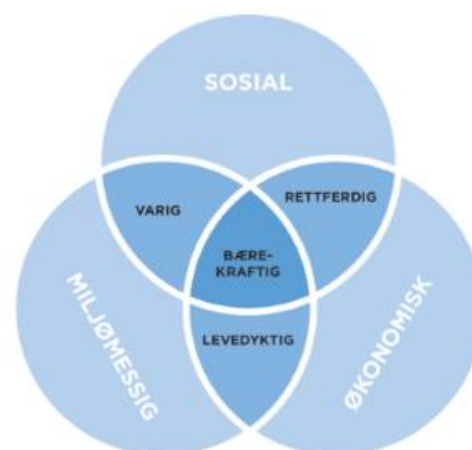
I planområdet er det ønskelig at de eksisterende ledningene tas vare på, med et formål som reserveledninger. Dette byr på utfordringer da Fv. 246 er stedvis smal, og grøften for dagens ledningsstrek allerede er plassert svært gunstig. Langs traseen er bebyggelse og kulturminner plassert tett opptil veien. De nye ledningene behøver større ledningsdimensjon, noe som krever mer plass. Utfordringen her er å få et godt samspill mellom det nye- og det eksisterende ledningsnett og omgivelsene rundt.



Tabell 3. Illustrasjon av utfordringene og årsakene for tiltaket.
Kilde: Norsk vann.no

Norsk Vann rapport 205 har definert begrepet bærekraft felles for vannbransjen, der tre sentrale dimensjoner står i fokus. Dette gjelder miljømessig, sosial og økonomisk bærekraft. Herunder gjelder [15]:

- Miljømessig bærekraft: «forvaltning og utvikling innenfor naturens tålegrenser»
- Sosial bærekraft: «bærekraftige VA-tjenester for brukerne»
- Økonomisk bærekraft: «bærekraftig ressursbruk, herunder kostnadseffektive løsninger»



Figur 3. Bærekraftsmodellen. Kilde: Laksefakta.no

Med bakgrunn i overnevnte er det kommet frem til følgende problemstilling:

Hvordan prosjektere vann- og spillvannsledninger fra Myrvollane til Setre på en bærekraftig måte?

1.3 Avgrensninger og forutsetninger av oppgaven

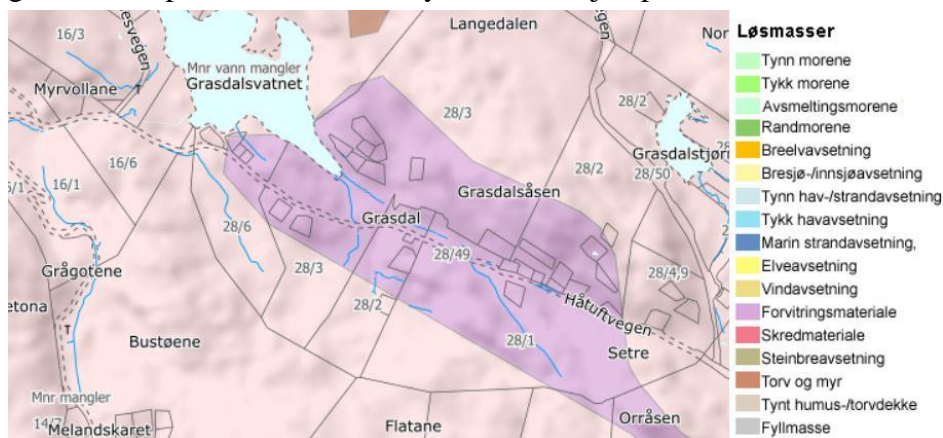
Hovedfokuset i oppgaven er prosjektering av VA, med tilhørende tegninger og vurdering av alternative metoder og løsninger.

Det eksisterer ingen overvannsledninger i planområdet per dags dato, utenom stikkrenner som krysser veien. For å ta hensyn til klimautfordringer som økt nedbørintensitet, er det valgt å håndtere overvannet med lokale overvannsløsninger. Det skal dermed ikke etableres overvannsledninger langs traseen, men eksisterende stikkrenner skal opprettholdes. Håndtering av overvann blir utenfor oppgavens fokus.

Netteier for strømforsyning i Meland kommune er BKK NETT AS [13]. Det skal tilrettelegges trekkerør og el-kabler for elektrisitet og fiber i grøften langs traseen, for fremtidige installasjoner. De vil legges i samme grøft som for vann og spillvann, bare på et annet nivå. Tilhørende tegninger for kabelgrøft vil ikke bli inkludert i grøftetverrsnittet, og vil ikke bli diskutert videre i denne oppgaven.

Meland kommune som tiltakshaver har ikke undersøkt om veien burde utbedres. Dette er beskrevet i 3.4 Infrastruktur, hvor det konkluderes med at veien mest sannsynlig behøver en oppgradering og at veien burde utbedres.

Det er ingen konkrete geologiske eller geotekniske undersøkelser for vårt avgrensede planområde. For nærliggende område er dybde ned til fjell mellom 0,5-1,0 meter [16]. Vi antar derfor grunnforhold og dybde ned til fjell som utgangspunkt på erfaringstall fra veileder og NGU, se Figur 4. For videre masseberegninger ved hjelp av AutoCAD og Novapoint, og generelt for planområdet antas dybde ned til fjell på 1,0 meter.



Figur 4. Grunnforhold- Løsmassekart. Kilde: NGU

1.4 Feilkilder

Ved beregning av vann- og spillvannsmengder brukes erfaringstall for f_{maks} , k_{maks} og $Q_{maksdim}$ som er hentet fra grafer og rapporter. Variasjonsfaktorene er avhengige av størrelsen på tettstedet, og på grunn av antatt PE (personekvivalenter) innhentet fra erfaringstall, kan det medføre at verdiene fraviker realiteten.

Enkelte steder på profiltegningen er det lite overdekning, se vedlegg 10. Det kan skyldes at terrengmodellen viser feil, på grunn av unøyaktig datagrunnlag ved modellering. Det benyttes SOSI-filer som kan inneholde unøyaktigheter i terrenget, som modelleres ut ifra koordinatfestede punkter i Novapoint. Derfor er det ikke alltid samsvar mellom terrenget i modell og terrenget i praksis.

1.5 Oppbygning av oppgave

Tabell 4 viser oppbygningen av oppgaven, og her er oppsettet illustrert i et flytskjema. I introduksjonen belyses hovedproblemet, og videre undersøkes avgrensninger som fører til valgt problemstilling. Denne presenteres i metode-delen, og legger grunnlaget for gjennomgående valg som blir tatt i oppgaven. Det er nødvendig å presentere det eksisterende planområdet, fordi dette danner grunnlaget for å undersøke konsekvensene av tiltaket og drøfte problemsstillingen.



Tabell 4. Flytskjema som illustrerer hovedstammen for oppgaven

Det er valgt å gjennomføre en konsekvensutredning tilpasset VA-prosjekteringen. Her diskuteres positive og negative konsekvenser av tiltaket, sett i sammenheng med problemstillingen.

Forskningsdelen vil implementeres inn i konsekvensutredningen. Dette gir en god struktur for oppgaven, der det er valgt å gå i dybden ved å drøfte ulike valg av materialer og metoder. Forskningsbiten baserer seg på funn som har gitt ny teoretisk innsikt i ulike

utleggingsmetoder, metoder for grøftegraving og materialvalg. Det er sammenlignet konvensjonelle metoder i bransjen og nyere metoder på markedet, som f.eks. NoDig og ØPD-metoden. Herunder gjelder forskningsdelen kap. 4.2.2 – 4.2.4, med drøfting av ulike bærekraftige metoder.

Konsekvensutredningen konkluderer med den mest fordelaktige løsningen for planområdet. Funnene som det er kommet frem til er utgangspunktet for VA-prosjekteringen, som videre presenterer resultater av beregningene. Oppgaven avsluttes med en konklusjon som besvarer problemstillingen.

2. Metode

2.1 Innledning

Kunnskapen som vi har tilegnet oss forholder seg til innhenting av informasjon og empiri. Med bakgrunn for vår problemstilling «Hvordan prosjektere vann- og spillvannsledninger fra Myrvollane til Setre på en bærekraftig måte?», har vi valgt å bruke kvantitativ metode. Ved bruk av kvantitativ metode har vi kommet frem til ny kunnskap ved å samle inn data, undersøke håndbøker og rapporter, kartlegge mønster, teste hypoteser og analysere kartdata.

Sirianne Dahlum ved Universitet i Oslo definerer målet med kvantitativ metode som «Formålet med kvantitativ analyse er gjerne å teste en hypotese, det vil si å finne ut om en antakelse om virkeligheten stemmer overens med de data man har.» [17]. Denne naturvitenskapelige metoden er oppskriften vår for å hjelpe oss å besvare problemstillingen.

Videre ble det gjennomført en befaring, som vil gå under kategorien kvalitativ metode. Det kan derfor vurderes om metoden i oppgaven er en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode, såkalt «Mixed methods». Dette er vår form for systematikk i oppgaven, når vi skal utforske problemstillingen.

2.2 Litteratur og dokumentstudier

Informasjonsinnhentingen baserer seg på håndbøker, lærebøker og grunnleggende teori fra faget Vannteknikk. Plan og bygningsloven regulerer utformingen til kommunens arealplan, og reguleringsplanene. Kommuneplanene og planregistre finner man på nettsiden nordhordalandskart.no. VA-normen legger grunnlaget for de tekniske kravene knyttet til VA-anlegg som kommunen har vedtatt.

2.2.1 Hovedlitteratur

Litteratur som ble brukt under arbeidet:

- VA/miljøblader
 - o Nr. 2 Renovering av kum
 - o Nr. 5 Grøfteutførelse
 - o Nr. 10 Kravspesifikasjon for rør og rørdeler av PVC-U materiale
 - o Nr. 11 Kravspesifikasjon for vann- og avløpsrør av PE materiale
 - o Nr. 30 Valg av rørmateriell
 - o Nr. 79 Dimensjonering av avløpsledninger. Selvreising
 - o Nr. 82 Vatn til brannsløkking
 - o Nr. 99 Avløp i spredt bebyggelse, val av avløpsstrategi
 - o Nr. 100 Avløp i spredt bebyggelse, valg av løsning
 - o Nr. 115 Beregning av dimensjonerende avløpsmengder
- Vann- og avløpsteknikk av Hallvard Ødegaard (2. utgave, 2014)
- Norsk Vann- rapporter
 - o A205- Bærekraftig forvaltning av VA- tjenestene
 - o A193- Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem
- Meland kommune
 - o Kommuneplanens samfunnsdel
 - o Meland kommunes VA- norm
- Lovdata
 - o Forskrifter og lover
- Statens vegvesen
 - o Håndbok V712 Konsekvensanalyser

2.2.2 Nasjonale mål

Litteraturen fra de nasjonale målene som man må forholde seg til, er delt inn i eget underkapittel for vann og spillvann.

Vann

- Regional plan for vannforsyning for Hordaland vannregion gjelder frem til 2021
- Norges lover: Drikkevannsforskriften
- EUs vanndirektiv legger rammene for forvaltning av vann, og er gjeldene for Norge siden vi er innlemmet under EØS-avtalen
- Planområdet hører inn under Hordaland sin vannregionmyndighet
- Miljøstatus i Norge: Vassdrag
- Den 27- 28.mars 2019 ble Nasjonal vannmiljøkonferanse arrangert, i tillegg til en forskningsdag den 26.mars. Det ble satt fokus på hvor langt man har kommet med å nå miljømålene, forbedring av planer og eventuelt nye tiltak
- FNs bærekraftsmål frem til 2030, med særlig fokus på mål 6 «Sikre bærekraftig forvaltning av, og tilgang til, rent vann og gode sanitærforhold for alle»

Spillvann

- Forurensningsloven
- Regelverk: Forurensningsforskriften, Kap. 11-16
- Miljødirektoratet: Avløp
- SSB: Vann og Avløp
- Norskvann.no

2.3 Kontakter

All kontakt og informasjon fra Meland Kommune er gitt gjennom vår kontaktperson i Norconsult AS, Magnus Reiakvam.

2.4 Befaring

Befaring ble gjennomført den 05. April 2019.

2.4.1 Mål

Målet med befarings er å få en bedre oversikt og forståelse av planområdet enn kartillustrasjonene og kartdataene har gitt oss. Vi vil fokusere på å undersøke følgende:

- Terrenget: eksisterer det dekke av lyng, småskog, jord, torv, myr?
- Hvordan er naturen og landskapet: mange trær, bekker/elver?
- Kulturminner: synlige spor i terrenget?
- Studere fjellvegger og fjellskjæringer, bekker og kulturminner: undersøke om det blir nødvendig å sprengne fjellvegg eller legge om bekker i anleggsfasen. Er det mulig i praksis å plassere trase alternativene i planområdet?
- Støy: er det betydelig støy fra veien?
- Er veien lagt etter høydekurver, på hyller og i søkk, hvor det er naturlig å ferdes?
- Dype/grunne grøfter: undersøke om det må prosjekteres rørgrøfter dypt eller grunt under terreng, og se på eksisterende grøfter og veigrøfter i området

2.4.2 Registreringer

Registreringer og observasjoner av eksisterende tilstand for planområdet. Befaringen ga overblikk over dagens situasjon.

Topografien i området bar preg av flere åser og stedvis kupert terreng. Veien svingte seg mellom åsene, som gjorde at det noen steder var dårlig sikt og farlige kurver. Både svinger og høybrekk svekket sikten, se Figur 5 og Figur 6.



Figur 5. Illustrerer den smale veien ved profil nr. 600 (600 m inn i traseen fra startpunktet)



Figur 6. Profil nr. 850, viser kupert terreng med stigning opp mot siste høybrekk

Ved å se nærmere på avstander og beliggenhet av kulturminnene var det lettere å gjøre vurderinger med tanke på om kulturminnene ville bli berørt av tenkt trase, se Figur 7, Figur 8.



Figur 7. I startpunktet av traseen, befinner kulturminne nr. 1 seg i en fjellknaus. Ruinen vises til høyre i bildet



Figur 8. Kulturminne nr. 5, og befinner seg svært nærme veikanten ved profil nr. 600

Beliggenhet av hus ble det undersøkt nærmere på beliggenheten av gjerder, murer, innkjørsler og gjerder, og hvor det var grus eller asfalt se Figur 9.

Grunnforhold som fjellskjæringer viste at det var stedvis tynt dekke ned til fjell, og andre steder myr og skog. Elveleiene var synlige fra veien og nærliggende område hadde hovedvekt av vanninnholdige myrer, se Figur 10. Det ble vurdert ulike løsninger for å legge grunnlaget for de beste alternativene for plassering av traseen.



Figur 9. Bebyggelse ved profil nr. 550, der avstanden er 1,2 m fra husvegg til veikant



Figur 10. Registrerte myrer og elveleier langs traseen, ved profil nr. 300

2.5 Datainnsamling

For beregninger i Novapoint og AutoCAD fikk vi tilsendt de nødvendige SOSI- filene for VA-prosjekteringen.

Under kapittel 3. Presentasjon av trase har hovedvekten for innhenting av informasjon og kartdata kommet fra følgende databaser:

- Nordhordalandskart- reguleringsplaner, grunnkart, stedsnavn kart og ortofoto [18]
- Statens vegvesen vegkart- veginformasjon (Trafikkmengde) [19]
- Norges geologiske undersøkelse (NGU)- grunnforhold (berggrunn og grunnvann), arealinformasjon og løsmasser [20]
- Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)- eiendomsinformasjon, historisk ØK-kart og gårdskart [21]
- Norsk vassdrags- og energidirektorat (NVE)- naturfare (Jordskred, snøskred og flomrapporter), høydedata, terreng og hydrologiske data [22]
- NVEs utvalgte kulturminner- informasjon og kart over kulturminner [23]
- Kulturminnesøk, tjeneste fra riksantikvaren- informasjon og kart over kulturminner [24]
- Riksantikvaren Askeladden- kart over kulturminner og registrerte SEFRAK- bygninger [25]
- Artsdatabanken- artskart, informasjon om arter og naturmangfold [26]

2.6 Beregning

Det har blitt gjennomført ulike beregninger for VA-prosjekteringen, både i Excel og for hånd. Det inndeles i beregninger for vannforsyning og spillvann. Det har blitt lagt hovedvekt på dimensjonering av vannmengde, kapasitet, brannvann, nødvendig ledningsdiametere, ledningskarakteristikk, trykktap og selvrens. Dette blir beskrevet i

5. VA-prosjektering fra Myrvollane til Setre.

2.7 Verktøy

Ulike verktøy har blitt benyttet i oppgaven for utarbeidelse av tegninger, karakteristikker, beregninger.

2.7.1 Novapoint VA

I prosjekteringsdelen av oppgaven er Novapoint blitt benyttet for modellering av infrastrukturen, lag i grunnen og triangulert terrengoverflate for planområdet. Verktøyet blir anvendt til å produsere plan- og profiltegninger, tverrsnitt-tegninger, grøfter og mengderapporter. Dette kan så illustreres i 3D- modeller.

2.7.2 AutoCAD

I samsvar med Novapoint blir også AutoCAD brukt for VA-prosjekteringen, da disse programvarene jobber sammen. AutoCAD er et tegne og skisseringsverktøy, og her tegnes traseene for prosjektet inn.

2.7.3 Excel

Excel regneark blir anvendt ved både vannforsyningsberegninger og spillvannsberegninger for ledningskarakteristikk.

3. Presentasjon av trase

3.1 Innledning

I dette kapitlet skildres planområdet, med beskrivelse og presentasjon av dagens situasjon med tekniske anlegg. Befaring, eksisterende tilgjengelig informasjon og gjennomførte utredninger for planområdet, legger grunnlaget for videre diskusjoner og vurderinger.

3.2 Planstatus

Oppgaven tar for seg prosjektering av vann- og spillvannsledninger fra Myrvollane til Setre langs fylkesvei 246. Ledningsstrekket videreføres fra Kv. 1133 Myrvollane til Hestdal og videre til Fv. 245 Fosse-Moldekleiv, der reguleringsplanene er under arbeid for begge traseene [18], se Figur 11.



Figur 11. Illustrasjonsbilde av traseen fra Myrvollane til Setre (markert i blått). Reguleringsplanen for «Myrvollane til Hestdal» til venstre i bildet skravert sort, og «Fosse til Moldekleiv» til høyre i bildet også skravert sort. Kilde: Nordhordalandskart.no

Som nevnt i kapittel 1.1 Bakgrunn har kommunen uttrykt sitt ønske om å legge nye ledninger og en fremtidig utbygging av planområdet, men dette er ikke formelt nedskrevet noen plass. Den eksisterende vannledningen vil beholdes som fremtidig reserveledning. Det er derfor ikke arbeidet med kartlegging og areal-inndeling for planområdet, og Figur 12 viser et utsnitt av en gjeldende kommuneplanens arealdel (2015 – 2026) [27].



Figur 12. Utsnitt av gjeldende arealdel for Meland kommune, med ledningsstrekket markert mellom to blå kryss

3.3 Områdebeskrivelse

Fra Bergen og ca. 3 mil nordover ankommer man Meland kommune. Her strekker planområdet seg fra krysset i Myrvollane mellom Fv. 246 og Håtuftvegen i vest, til krysset ved Setre i øst, se Figur 13. I øst kobler veien seg sammen med en avkjørsel til Ådlandsvegen, og følger man Ådlandsvegen videre retning sørvest fører den inn på Fv. 244. Planområdet er definert fra Myrvollane til Setre.



Figur 13. Oversiktsbilde over planområdet. Kilde: Google Earth

3.4 Infrastruktur

Ifølge kommuneplanens samfunnsdel for Meland kommune [13], skal de legge opp til en utbyggingspolitikk som reduserer nødvendigheten for transport. Traseen er 1,4 km lang og ligger på Fv. 246, og er en relativt lite trafikkert vei. I 2018 ble det registrert en total årsdøgntrafikk (ÅDT) på 150 [19]. Ved to korte strekninger på traseen er dekkebredden under 6 meter, og det er ikke tilrettelagt for gående eller syklende. Fartsgrensen er hovedsakelig 50 km/t og delvis 80 km/t i krysset i Myrvollane i vest [28]. Det er registrert en trafikkulykke 18. feb 2006 [29], hvor vedkommende ble alvorlig skadet der veibredden var 3,5 meter. Det er i tillegg meldt inn bekymringer fra grunneiere om trafiksikkerheten på fylkesvei 246 [8]. Den eksisterende veien har lav standard, med smal og svingete bilvei. Det er spredt bebyggelse, og i dag er kollektivtilbudet Skyss bussrute 346 Bergen-Ådland [30].

Det er en nødvendighet på sikt å oppgradere veien. Vi vil i vårt prosjekt se bort ifra en fremtidig utvidelse eller omlegging av veien. I oppgaven legges søkelyset på plasseringen av ledningstraseen, med minst mulig inngrep i naturen og det eksisterende landskapet.

Innkommende merknader til offentlig ettersyn ved planarbeidet for Kv. 1133 Myrvollane til Hestdal, var et hovedpunkt i innspill fra fylkesmannen i Hordaland (25.10.2018) at «Det må stillast rekkjefølgjekrav til tilbakeføring av aktuelle deler av eksisterande veg, til landbruksareal. Det må også kome klart fram i føresegnene at matjord skal takast vare på å nyttast til jordbruk.» [8]. Jordbruket og forskjellige typer kulturmark står sentralt, og setter et preg på landskapet. Ledningsstrekket Myrvollane- Setre har noe jordbruk langs traseen, men ledningen vil ligge i utkanten av jordbruksområdene. Det viktig å ta hensyn til matjord og dyrket mark i utbyggingsfasen.

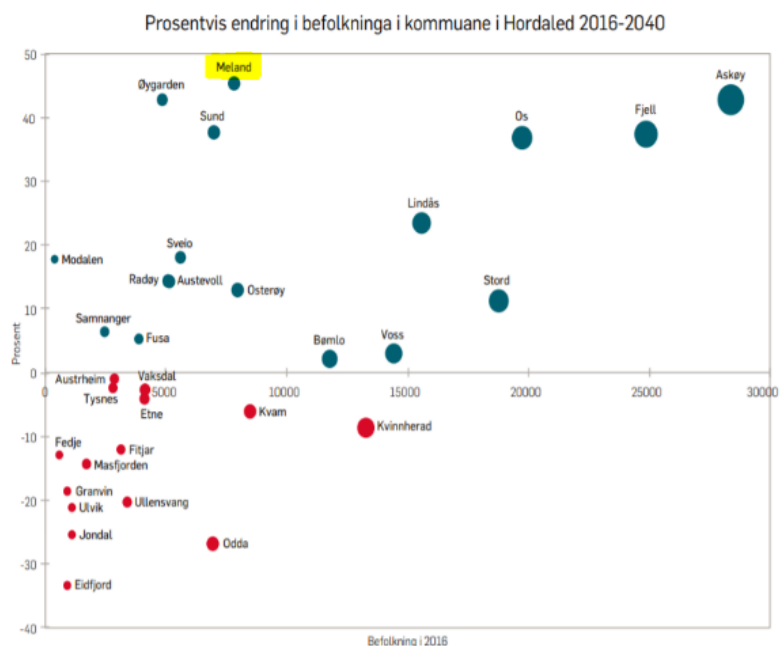
3.5 Eksisterende bebyggelse

Langs traséen er det 18 eiendommer. Alle, bortsett fra en eiendom, har samme gårdsnummer (28), og tomtene er utfelt i egne bruksnummer. Gårdsnummer 16 er den eneste eiendommen med et annet gårdsnummer [21].

Øverst på Figur 14 kan vi se Meland kommune, hvor den blå kulen indikerer økning i befolkningen. Størrelsen på kulene viser forskjellen på hvor stor befolkningen er i de ulike kommunene [31]. Disse befolkningsprognosene er en av årsakene til at det forventes befolkningsvekst, og det tilrettelegges derfor med økt kapasitet av VA-systemet.

Eksisterende tomter og eiendommer skal bevares og bli tatt hensyn til, slik at man tilrettelegger for at man beslaglegger minst

mulig dyrket mark. Samtidig som elveleier og grøfter som blir berørt av tiltaket, blir ivaretatt og utbedret. I utbyggingsfasen er det viktig å ta hensyn til eksisterende beboere, gårdsdriften, lagring av masser, tilrettelegging for vann inn/ut og tilkomst til eiendommene.



Figur 14. Prosentvis endring i antall innbyggere

3.6 Terreng

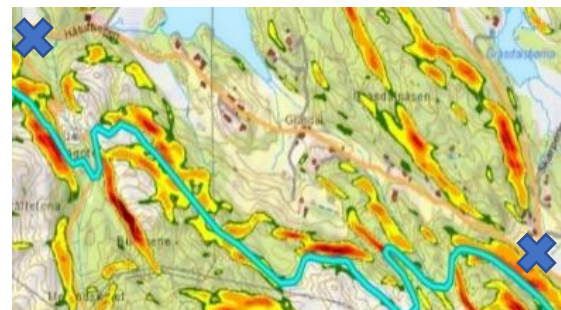
Myrvollane-Setre er lokalisert mellom 30-70 moh, se Figur 17. Det er ikke registrert jordskred eller snøskred fare i planområdet, ifølge NVE [22]. Terrengtet er noe ulent, og det er relativt store forskjeller på bebyggelse og helning innad i feltet. Terrengtet er nokså flatt, fra krysset ved Myrvollane i vest og mot Grasdalen. Den første betydelige stigningen begynner etter ca. 750 meter fra startpunktet av traseen, og strekker seg gjennom et høydefelt på hver side av traseen mot krysset ved Setre i øst. Figur 15 viser et 3D-kart av planområdet, der traseen er markert i gult og begynner i startpunktet ved Myrvollane. På Figur 16 indikerer den turkise linjen et høydefelt på 100 moh. (NN54). Skravurene på kartet viser bratthet i grader, der man tydelig ser dalen i enden av traseen i øst. Planområdet har varierende helning, og er bakgrunnen for valg av plassering for pumpeledninger og selvfallsledninger på ledningstrekket.



Figur 15. NGU arealinformasjon, 3D-kart



Figur 17. Planområdet er markert i blått øverst og illustrasjon av høydeprofil nederst. Kilde: Norgeskart.no



Figur 16. NVE Atlas- Høydekurve N50

3.7 Grunnforhold

Det er ikke foretatt geotekniske undersøkelser for vårt planområde, men det foreligger en geoteknisk rapport for reguleringsplanen vedrørende nabostrekket Fv. 245 Fosse-Moldekleiv. Det er utført en boreplan med 15 totalsonderinger og 3 enkeltsonderinger i krysset mellom Fv. 246 og Ådlandsvegen, som akkurat ligger innenfor vårt planområde i krysset ved Setre helt i

øst. Her kommer det frem at området preges av tynt løsmassedekke med fast lagrede masser over berg, og eksisterende vei ligger på løst lagrede masser. Området er bløtt og myrkledd, og har et svært høyt vanninnhold [32].

Siden det ikke er foretatt geotekniske grunnundersøkelser fra Myrvollane og frem mot siste del av ledningstrekket, er det lite informasjon om dybde, jordart, humusinnhold eller vanninnhold.

Gjennomsnittlig dybde ned til fjell i planområdet anslås til 1,0 meter, som nevnt tidligere. Grunnforholdene langs traseen består hovedsakelig av forvittringsmateriale, bart fjell og stedvis tynt dekke, se Figur 4 [33]. Ut ifra Norges geologiske undersøkelse (NGU) består planområdet hovedsakelig av bergarten gneis [16].

På befaring den 05.04.19 fikk vi undersøkt og bekreftet det eksisterende landskapet opp mot de analyserte kartdataene. Det ble observert et flertall av elveleier langs veien, og store torv og myrkleddede arealer, se Figur 10. Ledningstrekket bød på flere fjellknauser, stedvis inntil en meter fra veien, men også mye mark og innhegninger til beite for hester og sauer. Ingen grunneiere livnærer seg av småbruk og jordbruk, men flere arealer blir utnyttet som slåttemark og beiteområder. Det er ikke mistanke eller kjennskap om forurenset grunn eller luftforurensning av betydning i nedslagsfeltet til vannkilden. Hovedsakelig består arealene langs traseen av skog, myr, åpne områder, fjellskjæringer og dyrket mark.

3.8 Kulturminner og kulturmiljø

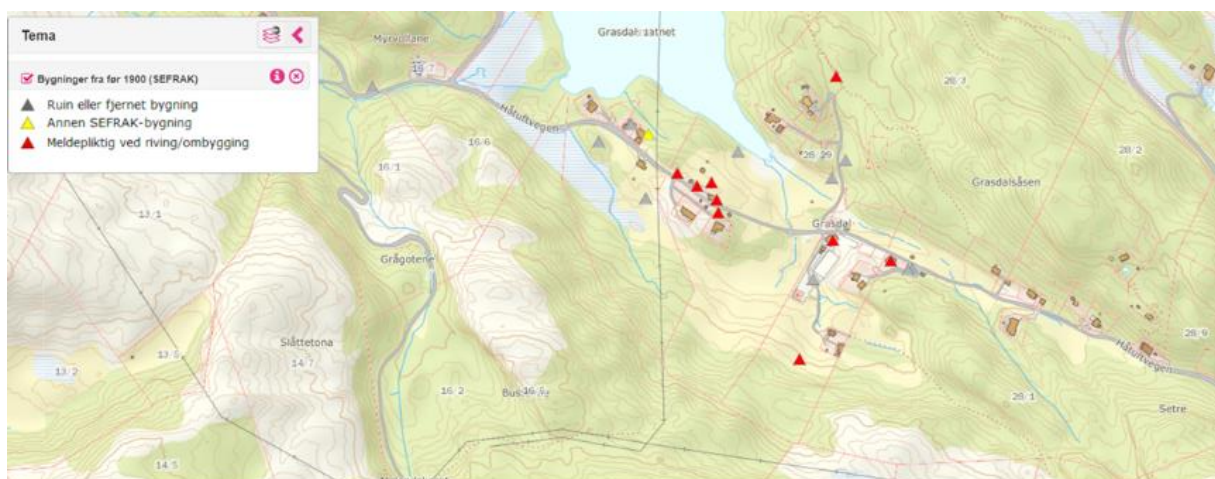
Loven definerer kulturminne og kulturmiljø slik: «Med kulturminner menes alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø, herunder lokaliteter det knytter seg historiske hendelser, tro eller tradisjon til. Med kulturmiljø menes områder hvor et eller flere kulturminner inngår som en del av en større helhet eller sammenheng.» [34].

I prosessen med kartlegging av kulturminner, har det blitt undersøkt ulike kartdatabaser for registrerte kulturminner og kulturmiljø. Fra Miljøstatus.no og Riksantikvaren Askeladden er det flere SEFRAK-registrerte bygg, se [35], [25].

Deet foreligger 13 registreringer som ligger nært tilknyttet Fv. 246, og er relevant å ta hensyn til, se Figur 18. Vi velger å inkludere de kulturminnene som har en risiko for å bli berørt, og har satt en radius på 20 meter som buffersone langs traseen. Blant disse 13 registreringene er det 5 “ruiner eller fjernet bygninger”, 7 bygg som er “meldepliktig ved riving/ombygging” og ett bygg med merking «annen SEFRAK-bygning» [35]. Ingen av de overnevnte kulturminnene er automatisk fredet, men det må tas hensyn til ved ombygging eller riving.

I kartdatabasene kulturminnesok.no og NVEs utvalgte kulturminner, er det ikke registrert noe data i planområdet [24] [23]. Det kan tyde på at det bør involveres fagpersoner som kan foreta en nærmere undersøkelse og avklare forholdene, da det er avvikende informasjon fra de ulike informasjonskanalene.

Det ble gjennomført en befaring, hvor vi så på omgivelsene langs traséen og beliggenheten av kulturminnene. Vi gjorde vurderinger om hvilke kulturminner som vi skulle ta hensyn til ift. buffersonen ved videre prosjektering. Se vedlegg 3 for befaringsbilder.



Figur 18. Registrerte SEFRAK-bygninger i planområdet, og for nærliggende omgivelser. Kilde: miljostatus.no

3.9 Naturmangfold

Ifølge artskart finnes det ulike arter som er spesielt viktig å ta hensyn til [26]. Artene er kategorisert fra 1-15 etter hvilken grad artene er truet, som vist i Figur, illustrerer at kategori 1 er sterkest truet og 15 er minst truet.

I planområdet er det observert seks arter som er kategorisert fra 1-15. Planten «Parkslirekne» befinner seg i kategori 8, som er det minst truede arten (som er kategorisert) i området. Fire av artene befinner seg i kategori 7, livskraftig. Blant dem er glansmetallibelle, ørret, gransanger og tannfiolkjuka (lav). Den arten som i størst grad er truet er gulspurven. Fuglearten er kategorisert som nært truet, kategori 5. Store deler øst i planområdet er det gjort observasjoner av fuglearten, se Figur.

Norsk rødliste for arter	Fremmede arter i Norge
RE 1. Regionalt utdødd	SE 8. Svært høy risiko
CR 2. Kritisk truet	HI 9. Høy risiko
EN 3. Sterkt truet	PH 10. Potensielt høy risiko
VU 4. Sårbar	LO 11. Lav risiko
NT 5. Nært truet	NK 12. Ingen kjent risiko
DD 6. Datamangel	NR 15. Ikke vurdert
LC 7. Livskraftig	
NA 13. Ikke egnet	
NE 14. Ikke vurdert	

Figur19. Symboler og beskrivelse av kategorier. Kilde Artskart



Figur 20. Omriss av observasjon av gulspurv, Setre. Skjermbilde fra artskart.no.

Vegetasjonen i planområdet består hovedsakelig av løvskog med høy skogbonitet, og til dels myr og dyrkingsjord. I krysset ved Myrvollane, helt vest i planområdet er det registrert en dyp torvmyr på under 5 dekar. Definisjonen av myr er et areal av myrvegetasjon, og som består av minimum 30 cm torvlag. Myren består av et sterkt omdannet nedre og øvre torvlag, og har viktige funksjoner som karbonlagring, stort innhold av insekter i det øverste laget av torvmosen, og har en flomdempende effekt. Området kan antas å være i klimaksfase, da torvmyren har blitt gjengrodd av løvskog de siste 50 årene. På befaring ble det registrert små felt med åpne vannspeil, og et mindre preg av myr på overflaten, se Figur 19.



Figur 19. Historisk ØK-kart. Kilde: kilden.no

3.10 Eksisterende VA

3.10.1 Vannforsyning- innledning

Kommuneplanens samfunnsdel sin overordnende målsetning for vannforsyning er «Alle i Meland kommune skal til ei kvar tid ha tilgang på nok vatn av drikkevasskvalitet». Det er derfor en avgjørende faktor at abonnentene på ledningsstrekking sikres hygienisk trygt vann, nok vann og tilfredsstillende trykk i alle årstider.

I Meland kommune må det settes inn tiltak for å tilfredsstille kravene i regelverket. Ifølge Meland kommune sin tiltaksplan for vannforsyning, avløp og vannmiljø har hovedutfordringen vært at vannbehandlingen ikke har vært tilfredsstillende, og råvannskvaliteten i vannkildene har vært for dårlig. [9]. Dette gjelder spesielt hovedvannverket Rosslund vassverk som ble nedlagt i 2013, som årsak av jevnlig koliforme bakterier i vannkilden og høye fargetall.

Vannforsyningssystemet består av et inntaksarrangement i innsjø, overføringsledninger, pumpestasjoner, høydebasseng i fjell, et vannbehandlingsanlegg og til slutt et ledningsnett for distribusjon av vannet.

3.10.2 Vannkilde og vannkvalitet

For å tilfredsstille kravene som er nedfelt i drikkevannsforskriften om god vannkvalitet og tilstrekkelig kapasitet, er prosesser som påvirker kilden og sikkerhet mot uønskede hendelser på overflatevannkilden viktig å synliggjøre. I dag er hovedkilden Kvernavatnet, med reservekilden Storavatnet. Kvernavatnet er nokså grunt, uten sprangsjikt, og har ikke nok kapasitet til å forsyne hele kommunen. Løsningen fra kommunen er å etablere en ny inntaksledning fra Storavatnet til vannverket, og benytte Kvernavatnet som et reservevannverk. Vi tar derfor utgangspunkt i vannkilden Storavatnet, og at forbrukerne langs traseen blir forsynt fra denne innsjøen.

Innsjøen har kapasitet på 69 000 m³/d, ligger på kote 9,7 moh. og har et areal på ca. 3,3 km². Storavatnet er den største vannkilden i Rylandsvassdraget, og har en gjennomsnittlig avrenning på 0,8 m³/s [9].

Det er få brukerinteresser som offentlig badeplass eller kraftverk i nærheten av vannkilden, men det eksisterer nærliggende hytter, helårsboliger og veier i nedbørsområdet.

I 2003 ble det gjennomført et samarbeid mellom NIVAs Vestlandsavdeling og Meland kommune, der de utarbeidet en rapport “Vannkvalitet i forhold til kommunal vannforsyning” for vannkilden Storavatnet. Her ble det påvist at drikkevannskvaliteten i innsjøen var god og godt egnet som drikkevannskilde for Meland kommune. Ifølge en rapport fra Rådgivende Biologer AS som ble utarbeidet i 2012 på oppdrag for Salar Bruk AS, kommer det frem at vannkvaliteten i Storavatnet er “småsur” som følge av pH-verdier under 5,7 gjennom vinteren [36]. Forprosjektet utarbeidet av Cowi «Tiltaksplaner vassforsyning, avlaup og vassmiljø 2015-2019» for Meland kommune beskriver at vannkvaliteten er god, men at kilden likevel har et høyt innhold av organisk materiale. Råvannet er korrosivt og surt, og innsjøen kan ikke alene regnes som en hygienisk barriere, altså en naturlig eller konstruert hindring som kan inaktivere sykdomsfremkallende parasitter, virus eller bakterier [11].

Det vil ikke bli diskutert valg av vannkilde i denne oppgaven, da det er foretatt grundige kvalitetsmessige, kapasitetsmessige og økonomiske undersøkelser for innsjøen Storavatnet. Man kan konkludere med at Storavatnet er en stor og sikker råvannskilde, men har tidvis moderat kvalitet og behovet for fargefjerning i et fullrenseanlegg i fremtiden vil bli nødvendig [9]. På grunn av volumet på innsjøen defineres den som en sikker drikkevannskilde, da fortyningseffekten for forurensing er stor. Storavatnet i seg selv er den eneste vannkilden som har rikelig kapasitet til å forsyne hele Meland kommune, med tyngdepunkt i Frekhaug.

3.10.3 Vannrensing

I planområdet skal forbrukerne få vannet fra Meland vassverk i Hestdal. Det blir tatt ut vann fra vannkilden Storavatnet med en inntaksledning, og videreført til vannverket.

Det blir beskrevet i kommuneplanens samfunnsdel at «Så godt som heile kommunen er forsynt med vatn frå godkjende vassverk». Det eksisterer fortsatt noen få eiendommer som ligger et stykke fra de kommunale hovedvannledningene, som har vannforsyning fra private brønner.

Meland kommune som tiltakshaver skal bygge et nytt fullrenseanlegg på Hestdal på andre siden av gaten for dagens eksisterende, og her skal vannverket sikre en bedre kriseforsyning. Meland vassverk opprettholdes, og vil fungere som et reservevannverk [8].

Meland vassverk benytter UV-desinfeksjon og siling/filtrering som rensemetoder. UV-desinfeksjon er en miljøvennlig metode for å rense vannet, der metoden unngår

kjemikaliedosering og drikkevannets naturlige sammensetning forblir uendret. Siling baserer seg ganske enkelt på å fjerne uønskede partikler i vannet. Dette kan være partikkeltyper som mineralske eller organiske partikler. Anlegget har en maksimal kapasitet på 150 m³/t, og prosessen i anlegget skjer under 10 bar trykk [9].

3.10.4 Høydebasseng

Pumpene i vannverket overfører vann til høydebassenget på Melandsskaret og Vollo. Høydebassenget på Melandsskaret er en del av overføringssystemet, og fungerer som en sikkerhetsreserve ved eventuelle forsyningsproblemer som strømstans eller pumpestans for hele forsyningsområdet til Meland vassverk. Det fungerer som en reserve for brannvann, og samtidig vil bassenget være stabiliserende på trykket og utjevne trykknivåene. Vi kan oppsummere med å si at hovedfunksjonene for høydebassenget er at det fungerer som utjevningmagasin, reservemagasin og brannvannsmagasin [11].

Volumet på bassenget er 1500 m³ og dekker dagens behov i 1-2 døgn. Høydebassenget mangler rørbruddsventil, noe som forårsaker at bassenget ikke er sikret mot tømming ved ledningsbrudd [9].

Fra Melandsskaret til startpunktet av planområdet i vest ved krysset i Myrvollane er avstanden 631 m i luftlinje. Høydebassenget ligger 135 moh. og er det høyeste punktet på ledningsnettet. Bassenget er plassert svært nærme forsyningsområdet, noe som er økonomisk gunstig. Pumpene fra vannverket er styrt av signal fra nivåmålere i bassenget som regulerer vannmengden, og vannet fraktes ned til abonnementene med selvføll [9].

3.10.5 Transportsystemet for drikkevann

Ledningsnettet blir vedlikeholdt med jevnlig rensing, med tiltak som pluggkjøring [9]. Norge har et av Europas høyeste lekkasjetall, og ifølge SSB har kommunal vannforsyning i Norge et lekkasjetap på 31,3% i 2017 [37]. Lekkasjen på ledningsnettet ligger på 15 %, og er en relativt lav lekkasjeprosent [9].

Ledningsnettet forsynes fra to kanter, der ledningene knyttes sammen i sløyfer, altså et ringledningssystem. Overføringssystemet er basert på et slikt ringsystem, men ringeffekten er avgrenset på grunn av liten ledningsdimensjon for forsyningen mot Frekhaug.

Vannforsyningssystemet går fra vannkilden og videre til rensenanlegget Meland Vassverk.

Planområdet blir hovedsakelig forsynt rett fra rensenanlegget, men høydebassenget på Melandsskaret er påkoblet i krysset ved Myrvollane som et sidebasseng.

Forsyningen til planområdet kan både komme fra rensenanlegget og høydebassenget, og forsyningen fortsetter derfra gjennom traseen og helt til Frekhaug, se Figur 20.

Overføringsledningen som går direkte fra rensenanlegget gjennom Setre til Frekhaug er 6 km lang, og den andre vannledningen går fra høydebassenget til Frekhaug og er 7 km.



Figur 20. Oversiktsbilde eksisterende VA. Kilde: Norgeskart.no

3.10.6 Rørmaterialer i eksisterende ledningsnett

De mekaniske egenskapene for rørmaterialer deles inn i stive og fleksible rør. Fleksible rør tillater en viss deformasjon, der spenningen i rørveggen vil avta over tid hvis tøyningen er konstant. Dette innebærer at etter massene setter seg vil kreftene overføres til massene rundt røret, og derfor er utførelsen og komprimeringen svært viktig. Eksempler på slike rør er plastrør som polyvinylklorid (PVC), polyetylen (PE) og polypropylen (PP). Stive rør må derimot ha en viss styrke for å ta de aktuelle belastningene. Materialene har et lineært forløp ved på- og avlasting, og eksempler på denne type rør er betong og støpejern (STJ) [11].

De eksisterende rørene er av STJ og plastmaterialet PVC for vannledningen. Fra renseanlegget Meland Vassverk og frem til veikrysset ved Myrvollane ligger det i dag en STJ vannledning, med nominell rørdiameter på 200 mm (DN 200). For STJ og betongrør gjelder DN innvendig rørdiameter.

Fra startpunktet på ledningstraseen i veikrysset ved Myrvollane består den eksisterende vannledningen av materialet PVC, og følger hele strekket til endepunktet i planområdet.

Plastrør er mye brukt, spesielt fordi de har lang levetid og ikke korroderer. PVC er et sterkt og stabilt materiale med lav vekt, og er svært motstandsdyktig mot slitasje og lite utsatt for kjemisk nedbrytning [11].

Diameteren på PVC-røret er 200 mm, og for plastrør gjelder utvendig nominell diameter (DN 200). Betegnelsen D_y gjelder for ytre diameter, og D_i for indre diameter. Dagens produktkataloger og norsk standard NS-EN ISO 1452 angir ikke lenger dimensjoner på 200 mm, men kun 160 mm og 225 mm for PVC rør.

PVC trykkrør for vannledningen har trykklassen PN 12,5, altså 12,5 bar. Ifølge NS-EN ISO 1452-2 angis rør med dimensjoner 110 mm eller over og en trykkklasse på PN 12,5, en sikkerhetsfaktor på $C=2,0$. VA/Miljøblad definerer verdien på sikkerhetsfaktoren med at «[...] Dette med hensyn på rørets evne til å tåle trykk og trykkvariasjoner, samt for å sikre en konservativ sikkerhetsfaktor.» [38]. SDR-verdien (Standard dimensjonsforhold) angir forholdet mellom veggtykkelse og utvendig tykkelse, og brukes som mål for materialets styrke [39].

3.10.7 Håndtering av spillvann

Både private og kommunale felles avløpsrenseanlegg har utslipp til gode sjøresipienter. Noe som også er årsaken til at det er moderate krav til rensing av avløp. For planområdet har grunneierne private renseanlegg langs traseen, og er ikke koblet til det kommunale renseanlegget. De fleste har slamavskillere med rensegrøft. Vestfold plastindustri beskriver renseanlegget som «Slamavskillere er en enkel renseløsning som krever lite areal, er rimelig å etablere og har minimalt behov for tilsyn og kontroll» [40]. Spillvannet ligger i nedbørsfeltet til Storavatnet per dags dato.

I Meland er det totalt 36 km med kommunale avløpsledninger. De eldste ledningene stammer fra midten av 1960-tallet, og bestod av betongrør. I senere tid ble det utbygd flere avløpssystem, der plastrør som PVC og PE ble tatt i bruk [9]. I planområdet eksisterer det ingen kommunale spillvannsledninger.

4. Konsekvensutredning

4.1 Innledning

I dette kapitlet skal det gjennomføres en konsekvensutredning hvor det drøftes valg av metoder, materialer, og det skal vurderes positive og negative konsekvenser for to ulike traseer. Vurdering av konsekvenser for tiltaket bygger på følgende kunnskap fra 3. Presentasjon av trase. Utredningen skal vurdere det nye tiltaket opp mot de samlede belastningene for miljømessig, økonomisk og sosial bærekraft for planområdet. Dette blir grunnlaget for å gjøre en beslutning. Overordnet foreslåtte indikatorer for vurdering av konsekvensene for tiltaket er illustrert i Tabell 5 [41]:

Økonomi <i>Prissatte konsekvenser</i>	Miljø <i>Ikke prissatte konsekvenser</i>	Samfunn <i>Samfunnsmessige konsekvenser</i>
Anleggskostnader	Påvirkning på miljø	Helse og sikkerhet
Indirekte kostnader	Påvirkning på klima	Trafikkforhold og omkjøringer
	Beslaglagt areal	Påvirkning overfor grunneiere

Tabell 5. Oversikt over de tre dimensjonene for bærekraft, med foreslåtte indikatorer for planområdet

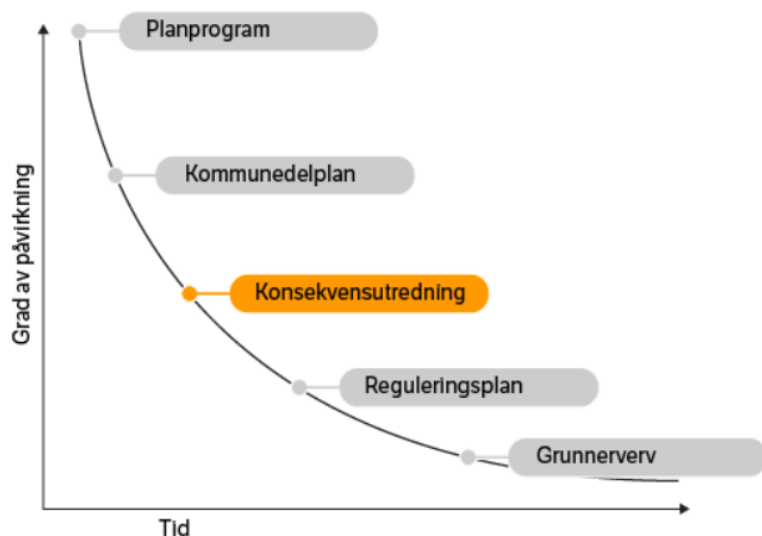
4.1.1 Grunnlag for KU

Ved denne konsekvensutredningen skal det synliggjøres konsekvensene ved utbygging og legging av nytt VA-anlegg. Årsaken til å gjennomføre en konsekvensvurdering å kunne begrunne grundig hvorfor den endelige traseen som prosjekteres er den mest fornuftige å velge.

Prosjektet skal gjennomføres i henhold til samfunnsdelen i Meland kommunes kommunedelplan, «Bærekraftige Meland» (2014 - 2025). Her fokuseres det blant annet på en bærekraftig forvaltning av naturen, samt samfunnstrygghet og folkehelse.

Det er ikke lovpålagt å gjennomføre en konsekvensutredning, med i henhold til pbl §4-2 blir det beskrevet at «For regionale planer og kommuneplaner med retningslinjer eller rammer for framtidig utbygging og for reguleringsplaner som kan få vesentlige virkninger for miljø og samfunn, skal planbeskrivelsen gi en særskilt vurdering og beskrivelse – konsekvensutredning – av planens virkninger for miljø og samfunn.» [42].

Dette er en av årsakene for gjennomføring av konsekvensutredning for tiltaket, før det eventuelt skal utarbeides en reguleringsplan. Figur 21 illustrer forløpet for et nytt tiltak, og viser sammenhengen mellom grad av påvirkning og tid.



Figur 21. Konsekvensutredning. Kilde: Statens vegvesen

4.1.2 Problembeskrivelse

Bakgrunn for tiltaket er å øke kapasiteten for vannforsyning sett i sammenheng med fremtidig vannbehov, og koble beboerne langs traseen til det kommunale avløpsnett. Den nye overføringsledningen er en del av et større prosjekt som tar utgangspunkt i befolkningsveksten i Meland kommune, nærmere beskrevet i 1.1 Bakgrunn.

4.1.3 Målet med KU

Målet med konsekvensutredningen er å kartlegge konsekvensene, for å synliggjøre virkningene og lønnsomheten av tiltaket. I forskriften om konsekvensutredning står det at formålet baserer seg på at «[...] hensynet til miljø og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsen av planer og tiltak, [...]» [43]. Utredningen tar utgangspunkt i denne forskriften, og Naturmangfoldloven (Nml) kapittel 2. Herunder gjelder særlig Nml §12 som fokuserer på miljøforsvarlige teknikker og metoder for å oppnå de beste samfunnmessige resultater. [44].

Utredningen skal tydeliggjøre konsekvensene ved ulike valg av materialer og metoder. Dette skal veilede til gode bærekraftige valg. Det vil synliggjøres konsekvensene gjennom hele aspektet ved legging av nye rør, der målet er å etterlate et minst mulig økologisk fotavtrykk for tiltaket. Ifølge FN defineres økologisk fotavtrykk som en indikator som «[...] måles i arealenheter, dvs. det areal som er nødvendig for at naturen skal kunne fornye de ressursene som brukes. Indikatoren har nær sammenheng med begrepet «bærekraftig utvikling», og er utviklet for å kunne måle flere av aspektene ved dette begrepet.» [45].

4.2 Beskrivelse av ulike løsninger

4.2.1 Hovedtrase

Det er mange momenter som må tas hensyn til når det skal avgjøres valg av trase. Eksisterende vann- og spillvannsledninger behøver utskiftning, men skal i dette tiltaket beholdes som reserve-ledningsanlegg. Kommunen har uttrykt sitt ønske om at nye overføringsledninger skal plasseres i offentlig eid område der det er mulig. Ifølge VA-normen til kommunen er det beskrevet at hovedledninger skal plasseres i vei [46]. For prosjektet er det vurdert to ulike alternativer, som har blitt tegnet opp i Novapoint VA for å studere plassering og helning.

Startpunktet for begge traseene er i krysset ved Myrvollane, ledningene fortsetter 1,4 km langs fylkesvei 246, og strekker seg til sluttunkt i krysset ved Setre. Detaljert beskrivelse er gitt i Tabell 6, og Figur 22 illustrerer plasseringen av traseene og viktige elementer langs ledningsstrekket.

Trase 1

Traseen går i hovedsak på motsatt side av eksisterende ledninger, og er vist med blå stiplet linje i Figur 22. Den er plassert slik at den minst mulig ligger i veibanen, men ved flere strekk langs traseen er dette likevel nødvendig. Langs strekket er ledningene plassert 550 m i veibanen, og traseen krysser veien totalt 4 ganger.

Fra startpunktet ligger ledningene under veibanen og følger mer eller mindre veibanen helt frem til sluttunktet mellom Fv.246 og Ådlandsvegen ved krysset i Setre. For nærmere beskrivelse av traseen se «Trase 1» i Tabell 6.

Trase 2

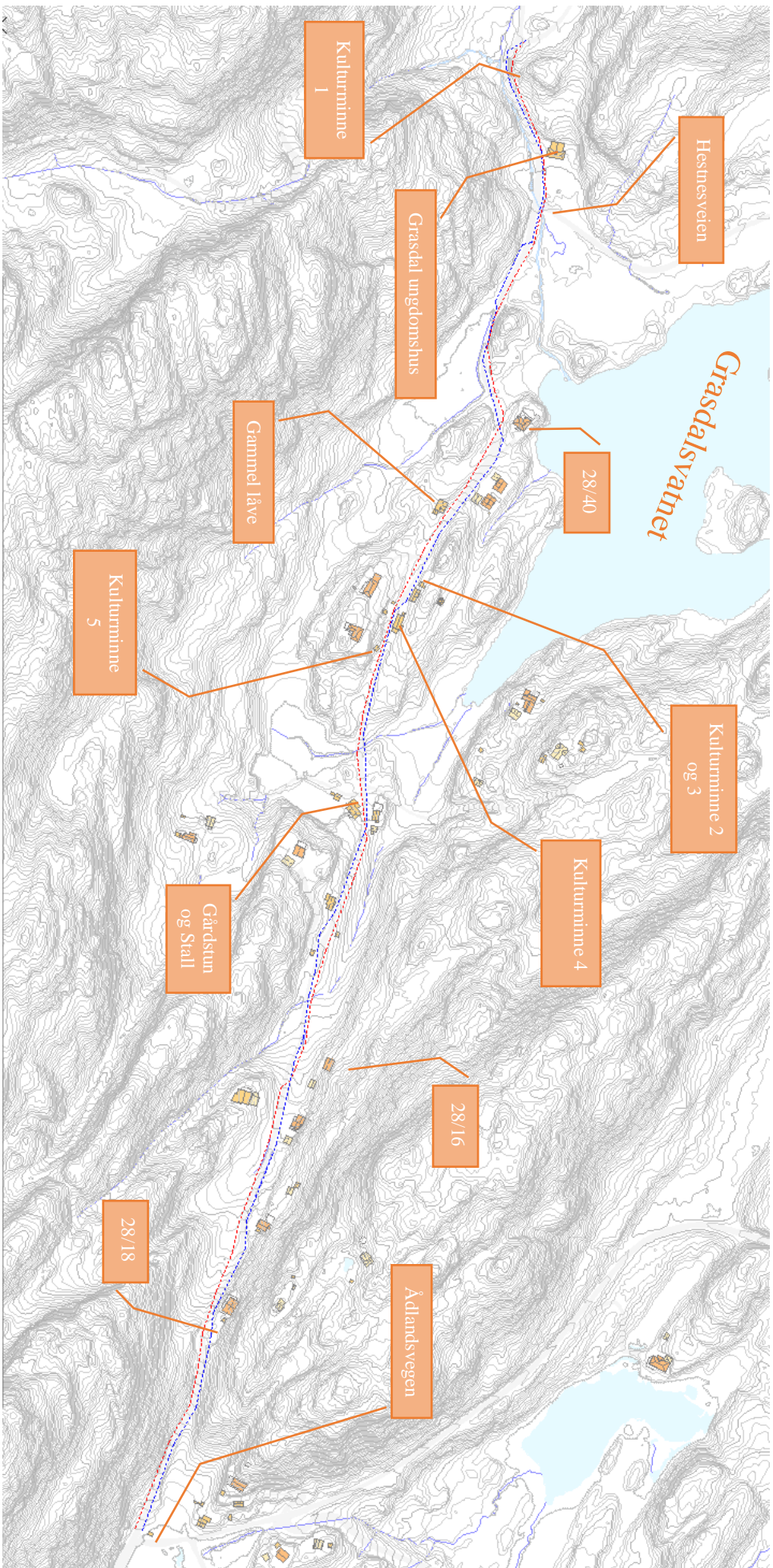
Traseen er markert med rød stiplede linje i Figur 22, og starter med en fjellboring gjennom berget fra Myrvollane med utgang ved Grasdal ungdomshus. Herfra følger ledningene samme grøft som de eksisterende ledningene helt frem til endepunktet av traseen, på høyre side ved krysset mellom Fv. 246 og Ådlandsvegen. Totalt sett ligger traseen 620 m i veibanen og krysser veien 3 ganger. For nærmere beskrivelse se «Trase 2» i Tabell 6.

Profil nr.	Beskrivelse av område	Trase 1	Trase 2
0 til 200	Traseen starter helt vest i planområdet, ved krysset i Myrvollane, se Figur 22. Veien begynner med en helning nedover, og på venstre side av veien ligger et stort berg i profil nr. 40. På motsatt side befinner det seg en bekk som renner nedover i veigrøften. Området på høyre side av veien er dekket av myrklede arealer. I profil nr. 180 ligger en avkjørsel til Hestnesvegen, og i dette krysset ligger Grasdal Ungdomshus (16/16), se Figur 22. Her krysser bekken med Fv. 246 og renner videre mot Grasdalsvatnet.	Fra vegkrysset ved Myrvollane følger ledningene venstre side av veibanen ned mot Grasdal Ungdomshus. Traseen fortsetter på venstre side av veien, før den krysser Hestnesveien er det plassert en vannkum ca. 1,5 m fra veikanten, se vedlegg 10. Ved Hestnesveien krysser også ledningene en bekk, se Figur 22.	Traseen begynner i vegkrysset ved Myrvollane og strekker seg gjennom berget på venstre siden. Her skal det bores gjennom fjellet med utgang i profil nr. 120 like ved Grasdal ungdomshus, se Figur 22. Ledningene krysser videre Hestnesveien og bekken, og fortsetter videre på venstre side av veibanen.
200 til 400	Strekket er plant, men passerer en skarp venstresving rundt en fjellknaus i profil nr. 310. På venstre side eksisterer det stedvis fjellknauser. På høyre side er området preget av myr, elv og bløte arealer helt inntil veien.	Ledningene følger veien et lite stykke videre på venstre side før de på et kort strekk skifter over på høyre side i en grøft i veikanten. Denne grøften er ca. 70 m lang. Etter dette følger ledningene veibanen. I profil nr. 340 starter den første pumpestasjonen for spillvann, se vedlegg 10.	Ledningene følger fortsatt venstre side av veibanen frem til like etter fjellknausen. Herfra styrer ledningene ut på venstre side av veibanen opp mot eiendom 28/40, se Figur 22.
400 – 600	Veien begynner med en knapp høyresving, og deretter beveger veien seg opp mot et høybrekk. På venstre side finner vi eiendommene 28/40, 28/51 og 28/5, hvor 20/40 er vist i Figur 22.	Videre fra pumpestasjonen går ledningene under veibanen og krysser sakte over på venstre side rett før avkjørselen til eiendommene 28/40, se Figur 22. Like etter avkjørselen til	Ved eiendom 28/40 krysser ledningene veibanen over på høyre side, se Figur 22. De fortsetter på høyre side i en grøft utenfor veibanen.

	<p>Videre oppover passeres et lite høydefelt på venstre side, mens på motsatt side preges området av gresskledd flater og en gammel låve nær veien, se Figur 22. Veien flates ut på toppen og her ligger kulturminnene 2 og 3 på venstre side, se Figur 22. Disse bebyggelsene ligger svært nærme veien. Fra hushjørnet til veikant er avstanden 1,2 og 1,4 meter. På høyre side finner vi eiendommene 28/34 og 28/38.</p>	<p>denne eiendommen er det plassert en vannkum, i profil nr. 460, se vedlegg 10. Ledningene følger veibanen på venstre side helt frem til kulturminne 2 og 3, se Figur 22.</p>	
<p>600 til 800</p>	<p>Fra høybrekket heller veien slakt nedover, og passer kulturminne 5. Dette kulturminnet ligger på høyre side, kun 1,5 meter fra veikant til hushjørne. Veien følger videre nedover mot lavbrekket, med innmarksbeite og produktiv skog langs traseen. Ved lavbrekket i profil nr. 770 er det plassert en kum på høyre side, og en elv krysser Fv. 246.</p>	<p>Ledningene fortsetter på venstre side av veibanen. I profil nr. 640 er det plassert en spillvannskum, og her er endepunktet for den første pumpeledningen for spillvann, se vedlegg 10. Ledningene fortsetter mer eller mindre midt i vegen når de passerer kulturminne 5, se Figur 22. Videre går de mot venstre side av veibanen. I profil nr. 730 er det plassert en vannkum 1,5 m fra veibanen. 70 m lengre frem er den andre pumpestasjonen for spillvann plassert, i profil nr. 770, se vedlegg 10.</p>	<p>Ledningene svinger inn i veibanen ved en gammel låve på venstre side av veien, se Figur 22. Her følger ledningene veibanen forbi kulturminne 5, se Figur 22. Ledningene fortsetter helt ned til lavbrekket i profil nr. 770.</p>
<p>800 til 1000</p>	<p>Veien fortsetter så videre oppover, og passerer gårdstun og stall på høyre side, se Figur 22. Her er inngjerding til hestene helt inntil veien, og stallen befinner seg 2,2 meter fra veien. På motsatt side av veien ligger to eiendommer, som også har tett plassering inntil veien. Videre oppover heller venstre siden ned mot en elv som går langs Fv.246. Områdene her består av innmarksbeite. Høyre side av veien er preget av skog og avkjørsler til boliger. I toppen av dette delstrekket krysser en elv under veibanen.</p>	<p>Ledningene fortsetter på venstre side. Like etter gårdstunet og stallen svinger ledningene inn mot midten av veibanen og fortsetter videre på høyre side etter stallen, se Figur 22. De holder seg på høyre side under veibanen helt frem til avkjørselen på høyre side av veien. Her er det plassert en vannkum på en liten parkeringsplass. I profil nr. 980 bytter ledningene side over på venstre side, her ender den andre pumpeledningen for</p>	<p>Ledningene fortsetter på høyre side av veibanen før de krysser til venstre side like etter gårdstunet og stallen, se Figur 22. Her ligger ledningene i en grøft utenfor veibanen på venstre side.</p>

		spillvann i en spillvannskum i profil nr. 1020, se vedlegg 10.	
1000 til 1200	Veien har en jevn rettlinjet stigning, og det passerer en veiavkjørsel til eiendom 28/16 på venstre side i profil nr. 1110, se Figur 22. Her består området av gjengrodd løvskog, og flere bebygde eiendommer (28/16, 28/14, 28/27, 28/41, 28/10, 28/33). På høyre side passerer en eiendom med gnr 28 bnr 53. På denne siden er det stedvis skog og innmarksbeite.	Ledningen fortsetter på venstre side av veien, og i profil nr. 1045 er den tredje pumpestasjon for spillvann plassert, se vedlegg 10. Ledningene fortsetter videre på venstre side av veibanen oppover mot eiendom 28/16. I profil nr. 1200 er det plassert en vannkum 1,5 m fra veibanen, se vedlegg 10.	Ledningene fortsetter på venstre side helt frem til like etter avkjørselen til eiendom 28/16 på venstre side, se Figur 22. Her krysser ledningene veien over på høyre side, og fortsetter i en grøft utenfor veibanen.
1200 til 1600	På siste del av strekket går veien opp mot høybrekket, i profil nr. 1400 ligger veien ca. 70 moh. Eiendom 28/18 er siste bolig på strekket, og ligger på venstre side nært toppunktet på strekket, se Figur 22. Over høybrekket, går veien med bratt helning ned mot avkjørselen til Ådlandsvegen, se Figur 22. Her på venstre side beiter sauer og hester.	Videre fortsetter de på venstre siden av veibanen. I profil nr. 1400 er det plassert både vannkum og spillvannskum hvor pumpeledning nr. 3 for spillvann ender, se vedlegg 10. Disse kummene er plassert på en litt større grusplass som har tilknytning til eiendom 28/18, se Figur 22. Ledningene fortsetter videre på venstre side av veibanen helt til endepunktet på venstre side ved Ådlandsvegen, se Figur 22.	Ledningene følger grøften helt til høybrekket i profil nr. 1400 hvor ledningene går under veibanen. Videre går de på høyre side under veibanen helt frem til endepunktet ved krysset mellom Fv. 246 og Ådlandsvegen på høyre side, se Figur 22.

Tabell 6. Detaljert beskrivelse av området og traseene, som uthever forskjellene av trase 1 og 2



Figur 22. Illustrasjon av trase 1 og trase 2 fra Myrvollane til Setre, med elementer.

Blå linje: Trase 1

Rød linje: Trase 2

Kilde: AutoCad

4.2.2 Utleggingsmetode

Generelt

Det finnes flere metoder for å anlegge ledninger i grunnen, både ved konvensjonell grøftegraving og grøftefri rørlegging, såkalt NoDig. Det er viktig at fornyelsen av vann- og avløpsnett gjennomføres på en kostnadseffektiv og bærekraftig måte, og det skal derfor gjennomføres en metodevurdering for ledningsfornyelsen.

Det eksisterer mange metoder for utlegging av nye rør, og i denne oppgaven er det valgt å fokusere på en metode fra de tre hovedkategoriene [47]. Siden det eksisterende røret skal beholdes som fremtidig reserveledning, blir «ikke-strukturelle metoder» som er avhengig av støtte fra det eksisterende røret sett bort ifra, se vedlegg 2 for beskrivelse av klassifisering av metodene. Tabell 7 viser type hovedkategori og valgt metode for sammenligning:

Hovedkategori	Valgt metode	Alternativ
Konvensjonell grøftegraving: I ny trase eller dagens trase	Konvensjonell graving, åpen grøft	1
Nytt tiltak i eksisterende trase der det opprinnelige røret er utgangspunktet for fornyelse	Utblokking	2
Boring i ny trase: Bestående av løsmasser/fjell eller kombinasjonsmasser	Boremetode	3

Tabell 7. Oversikt over valgte utleggingsmetoder som skal vurderes

Bestillerhåndboken NoDig «ABC for gravefri fremtid» beskriver at bruk av NoDig- metoder vil i mange tilfeller medføre økonomiske, samfunnsmessige og miljømessige gevinster i tråd med bærekraftig utvikling. Denne påstanden begrunnes med at de fleste tilfeller ved bruk av NoDig medfører kortere anleggstid, vesentlige kostnadsbesparelser, og mindre ulemper og belastning for naboer og grunneiere [47].

VAnytt skrev i 2018 at «På grunn av usikkerhet i teknologi, kostnad, produksjonsdesign og levetid er NoDig ikke den foretrukne metoden.» [48]. Den vanligste metoden er konvensjonell graving, men ved påviste positive miljømessige effekter og kostnadsbesparelser ved bruk av NoDig er interessen økende.

Asplan Viak sin rapport «NoDig versus åpen grøft» drøfter ulike metoder, og vurderer det totale klimaregnskapet. Rapporten beskriver et prosjekts miljø- og samfunnsmessige konsekvenser. Her gjelder det [41]:

- Påvirkning av jordsmonn (grunnvannstand og forurensning)
- Påvirkning av klima (utslipp fra anleggsmaskiner og kjøretøy)
- Påvirkning ovenfor grunneiere/beboere (ulempene som bla. støy og støv)
- Påvirkning av trafikk og offentlig transport (lokal forurensning og økt klimautslipp)

Bestemmelse av utleggingsmetode avhenger av mange faktorer, blant annet terrengoverflaten langs ledningstraseen og nærliggende omgivelser. Det foreligger mulighet for å mellomlagre masser langs traseen, siden planområdet er landlig, består av mye innmark og store gresskledde arealer. Da unngås midlertidig deponering av masser, men det avhenger av at grunneiere langs traseen godkjenner mottak av masser i utbyggingsfasen. Samtidig skal overføringsledningen oppdimensjoneres i svært stor grad, og dette har innvirkning på hvilken metode som gjør dette gjennomførbart.

Alternativ 1: Konvensjonell graving

Konvensjonell graving innebærer ledningsfornyelse med legging av nye ledninger i åpen grøft. Planområdet preges av smal veibane, stedvis fjell langs traseen, elveleier, lav dybde ned til fjell og myrlendte arealer. Graving i åpen grøft kan tilpasses planområdets topografi, og samtidig ta hensyn for å unngå skader på det eksisterende røret.

Det skal legges nye vann- og spillvannsledninger i samme grøft, og det settes krav til overdekning og avstander mellom rørene, både i høyden og bredden. Når det legges både vann og spillvannsledninger er konvensjonell graving foretrukket [49]. Åpen grøft har ubegrenset byggelengde, og alle rørmaterialer kan benyttes ved denne metoden.

Metoden er miljømessig underlegen i forhold til NoDig metoder. Konvensjonell grøftegraving har stor arealutnyttelse, kan forstyrre trafikkforhold og lokalmiljøet. Metoden er mer sårbar ovenfor naturmiljø og eksisterende kulturminner. Det kan bli utfordringer knyttet til stenging av vei, og metoden kan ha lenger anleggstid sammenlignet med NoDig.

Ifølge beregninger i rapporten «NoDig versus åpen grøft» kommer det frem at CO₂-utslippet/klimabelastningen ved bruk av konvensjonell graving vil være betydelig større, enn ved bruk av NoDig. Dette henger sammen med større transport og grave behov, pukkforbruk og mengde overskuddsmasser og dermed økt drivstofforbruk [41]. Tabell 8 illustrerer fordelene og ulempene for alternativ 1 [47].

Fordel	Ulempe
Kan legge både nye vann- og spillvannsledninger i samme grøft	Klimabelastning, i form av utslipp fra transport og mengde overskuddsmasser som må forflyttes
God presisjon og kvalitet i forhold til grøftetverrsnittet og grøftemasser	Mer plasskrevende, større terrenginngrep og beslaglagt areal
Kjent og mye anvendt metode	Trafikkforsinkelser og omkjøringer
Ubegrenset byggelengde	Antatt lenger anleggstid
Tilpasses terrenget og topografien	
Tar hensyn til den eksisterende ledningen	

Tabell 8. Fordeler og ulemper for alternativ 1 konvensjonell graving

Alternativ 2: Utblokking (NoDig)

Metoden utblokking baserer seg på å blokke ut det eksisterende røret med et konisk utblokkerhode av stål, med nytt rør påmontert for fortløpende innføring, se Figur 23. Det kan gjennomføres for overføringsledningen til vannforsyning, der rørfornyelsen krever oppdimensjonering. Det gjennomføres ved at det etableres en grop for trekkeutstyr i en ende, og innføringsgrop i andre enden langs traseen [47].

Båsum Boring AS benytter denne renoveringsmetoden og kan utblokke den eksisterende ledningen med en 125 tonns blokkemaskin, og 10-20 % utvidelse av rørdimensjonen. Metoden har miljømessige fordeler og minimerer naturinngrep sammenlignet med konvensjonell graving. Det vil også bli minimale trafikkforstyrrelser, og et mindre behov for å grave opp veien. Dette skyldes at trekkegropen for den hydrauliske utblokkingsmaskinen, kan plasseres i grøften på den ene siden, så blokke ut røret som krysser veibanen og kommer ut i grøften på andre siden av veien. Ved utblokking kan maskinen ta ca. 150 meter av gangen for planområdet, og langs traseen kan maskinen i trekkegropen snus for å fortsette videre uten å måtte grave en ny grøft. Det ytre miljøet får altså minimale belastninger.



Figur 23. Skisse utblokking. Kilde: Olimb

Ved bruk av denne metoden vil ikke det eksisterende ledningsnett kunne bevares som et reserveledningsanlegg, slik som kommunen har uttrykt et ønske om. Utfordringen her vil være å legge ny spillvannsledning sammen med overføringsledningen. Samtidig er det utfordrende å gjennomføre utblokking i fjell med store ledningsdimensjoner.

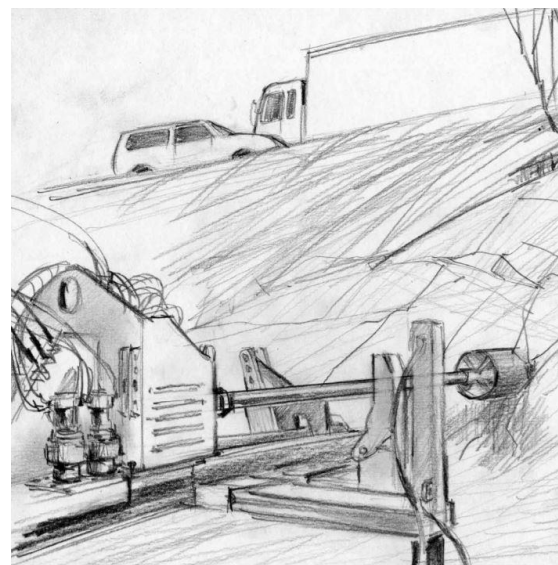
Anbefaling fra Båsum Boring var omfattende gjennomføring av geotekniske undersøkelser for å kartlegge grunnen, systematisk forkontroll og befaring av entreprenører for å undersøke om tiltaket var gjennomførbart med metoden utblokking [50]. Se Tabell 9 for fremstilling av fordeler og ulemper.

Fordel	Ulempe
Muligheter for oppdimensjonering av overføringsledningen	Utblokkingen skjer primært oppover, ulempe ved lav overdekning spesielt under veibanen
Minimale ytre forstyrrelser som arealbruk, støy og støv (påvirkning ovenfor beboere)	Hvis det eksisterer smal fjellgrøft. Nærhet til fjell kan begrense denne metoden
Minimale trafikkforstyrrelser (kan blokke opptil 150 m for vårt strekk)	Strekkefter i PE-materiale som er en begrensende faktor
Enkelt å sammenfalle med vannkummer	Mulighet for riper i røret ved installasjon
Store miljø- og økonomiske gevinster	Vanskelig å gjennomføre sett i sammenheng med legging av ny spillvannsledning

Tabell 9. Fordeler og ulemper for alternativ 2 utblokking

Alternativ 3: Boremetode (NoDig)

Ved boring i fjell eller kombinasjonsmasser bores enten et hull direkte, eller med fortløpende innføring av stål varerør med innføring av det nye røret, se Figur 24. For trase 2 er det aktuelt å bore gjennom fjell i kysset ved Myrvollane, og dette kan gjennomføres med «fjellboring», som utføres med en fjellborekrone montert på en borestreng. Normalt sett er lengden på boringen mellom 10 og 90 meter. Det vil være mer aktuelt å utføre metoden «hammerboring», der det bores gjennom kombinasjonsmasser langs strekket.



Figur 24. Skisse av metoden hammerboring. Kilde: Olimb

Kombinasjonsmasser består av både fjell og løsmasser, og her er borelengden opptil 600 meter [47].

Ved denne metoden etableres nye rør uten å sprengre eller grave. Metoden er blant annet fordelaktig i nærhet til kulturminner, veier, under elver og myrområder [47]. Metoden er særlig aktuell for trasealternativ 2 for overføringsledningen, der det befinner seg en stor fjellknaus. Her er det registrert kulturminne 1, og metoden vil også egne seg for å unngå å skade ruinen, se Figur 7.

Utfordringer med metoden er blant annet at anbefalt avstand til eksisterende ledning er 300 mm til 500 mm. Dette kan bli problematisk siden det er noen strekk langs traseen hvor det er nødvendig at nye ledninger plasseres i eksisterende grøft. Det vil også bli utfordrende med boring for den nye spillvannsledningen i samme grøft som overføringsledningen.

Fordel	Ulempe
Borelengde opptil 600 meter	Bør helst plasseres mellom 300- 500 mm fra eksisterende ledning
Effektiv for harde masser og fjell, og trenger gjennom de fleste masser	Utfordrende å bevare eksisterende ledning
Minimale terrenginngrep	Negativ påvirkning for beboere med støy
Effektivt	Ukjente masser i grunnen
Unngår sprengning av dype grøfter	Vanskelig å gjennomføre sett i sammenheng med legging av ny spillvannsledning

Tabell 10. Fordeler og ulemper for alternativ 3 boremetode

Anbefalt utleggingsmetode

Asplan Viak har utviklet en NoDig- kalkulator som vurderer valg av metodene konvensjonell graving, utblokking og strømpereovering. Det er fylt inn prosjektinformasjon som traselengde, type overflate, transportavstander, trafikk-forhold, eksisterende ledningsanlegg og planlagt ledningsanlegg. Resultatet er vist i vedlegg 4, og viser at anbefalt metode er åpen grøft. Kalkulatoren er basert på erfaringstall og opplysninger fra aktuelle aktører i bransjen, den vil derfor kun betraktes som grovt overslag for valg av utleggingsmetode, og heller anses som en pekepinn [41]. Totalkostnadene for tiltaket er på hele 38,7 millioner kroner ifølge kalkulatoren, og i dialog med veileder Magnus Reiakvam er verdiene svært misvisende. Her er posten for transportbehov endel større enn hva som vil være tilfelle i praksis, men resultatet illustrer den negative påvirkningen på klimaet ved åpen grøft.

NoDig- metodene ville vært mer aktuelt hvis tiltaket kun skulle anlegge en ny overføringsledning for vannforsyning, selv om metodene ikke er avhengig av reststyrken i eksisterende rør. Det har vist seg å være utfordrende å benytte boring og utblokking når det skal etableres en ny spillvannsledning i samme grøft som vannledningen. Dette med tanke på riktig avstander for plassering av rørene i grøften, helningen og tilpasning av det eksisterende røret. For trase 2 kan det være aktuelt med boring i fjell helt i begynnelsen av traseen. Det velges å bevare det eksisterende røret som reserve-ledningsanlegg, og konvensjonell graving anses som den mest aktuelle metoden for planområdet.

Ved vurdering og sammenligning av de ulike metodene, anbefales det konvensjonell graving for å oppnå best resultat for planområdet.

Valgt utleggingsmetode er konvensjonell graving

4.2.3 Metode grøftegraving

I dette kapittelet undersøkes ulike metoder for grøftegraving med tilknytning til valgt utleggingsmetode. Valgt metode skal tilpasses anbefalingene i VA-normen for Meland kommune [51]. Det vurderes da metodene grunn grøft og dyp grøft, som er aktuelle ved konvensjonell graving. Det blir også diskutert andre viktige momenter ved grøftegraving, blant annet jordgrøft og fjellgrøft, samt grøftemasser. Bakgrunn og informasjon om grunnforholdene som benyttes her er hentet fra 3.7 Grunnforhold.

Grunnforhold og last

For å bestemme grøftetype er det viktig å kjenne til stedlige masser og grunnforhold. Last fra trafikk og overliggende masser, er også viktige faktorer for grøftens utforming.

Planområdet har stedvis tynt løsmassedekke, hvor store arealer er kledd av torv og myr som har et høyt vanninnhold. Det høye vanninnholdet kan være en utfordring i forhold til vanninntrenging og sand i grøften. På grunn av manglende grunnundersøkelse i planområdet er det antatt dybde ned til fjell 1,0 m.

Alternativ 1: Grunn grøft

En grunn grøft er en mindre anvendt grøftemetode, der ledningene ligger over frostfri dybde. Frostdybden varierer fra kommune til kommune, og i tilfeller der frostdybden er stor vil det

være gunstig å benytte grunne grøfter. Her legges det ledninger som er godt isolert slik at vannet ikke fryser. I VA-normen påpekes det at grunne grøfter normalt ikke blir tillat i Meland Kommune [52]. For Meland kommune er frostfri dybde satt til 0,6 meter [53]. Det kan være store variasjoner innad i kommunen, men siden det ikke foreligger målinger konkret for Myrvollane til Setre antas frostfri dybde ca. 0,6 meter.

Grunne grøfter er en metode som reduserer inngrep i naturen. Metoden er mindre kjent, og er et nyere felt blant entreprenørene. ØPD AS er et selskap som ble stiftet i 2017, og har en bærekraftig metodikk på legging av vann- og avløpsledninger. ØPD-metodikken går ut på legging av trykkledninger ved ulike metoder, blant annet grunne grøfter. Her blir det benyttet små maskiner som i motsetning til vanlige maskiner gir et redusert inngrep i naturen [54].

Dersom denne metoden hadde blitt tatt i bruk for vårt planområde, ville ledningstraseen blitt lagt utenfor veibanen. Dette skyldes at ØPD-metodikken benyttes i områder hvor den ytre lasten er minimal, men siden traseen har stedvis lav overdekning medfører den ytre lasten stor påvirkning på rørene. Stikkledninger blir hovedsakelig brukt for denne metoden, og siden størrelsen på overføringsledningen blir betydelig mye større enn for stikkledningene er det problematisk å gjennomføre. Grøftemetoden benyttes som oftest på privat grunn og i fortrinnsvis mer urørt natur, noe som er vanskelig å gjennomføre for ledningstraseen fra Myrvollane til Setre.

Fordeler	Ulemper
Redusert inngrep i naturen	Lav frostfri dybde i planområdet
Mindre sprengning og graving, som fører til kostnadsbesparelser	Benyttes ofte isolerte rør som er mer kostbart
	Problematisk å gjennomføre med overføringsledningen i planområdet

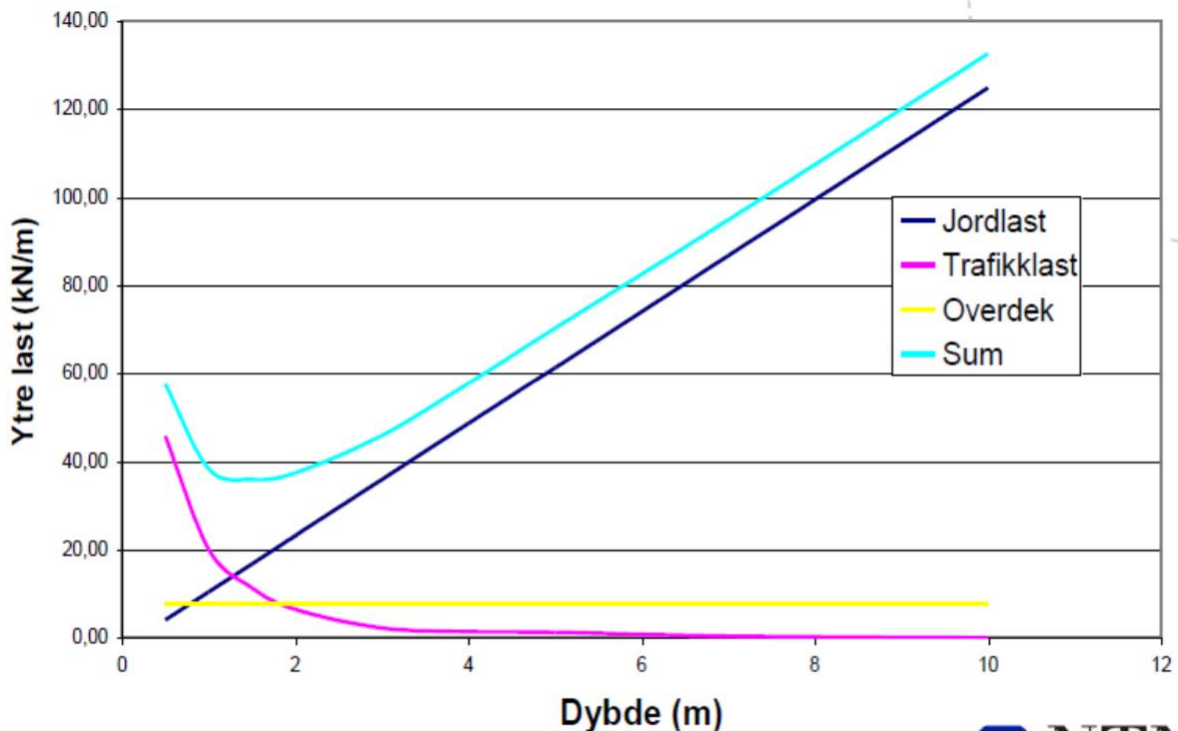
Tabell 11. Fordeler og ulemper for alternativ 1 grunne grøfter

Alternativ 2: Dyp grøft

Dype grøfter er den vanligste grøftemetoden, og befinner seg dypere enn frostfri dybde. Grøftedybden ligger som oftest mellom 1,5 - 2,5 m. Dersom grøften blir dypere enn 2,5 m kreves det godkjenning av VA-ansvarlig i kommunen [52]. Siden anslått frostfri dybde ligger på 0,6 m, er det fullt mulig å benytte denne typen grøfter.

En stor fordel når det kommer til dype grøfter er at ytre last avtar med dybden, som vist på Figur 25. Her kan man se at så lenge grøften ikke blir dypere enn 2,5 m, blir den totale ytre lasten mindre enn 40 kN/m. I tilfeller hvor ledningene må ligge under veibanen er det viktig å regne med lasten fra trafikken, og se dette i sammenheng med jordlasten og overdekningen.

Det er krav fra VA-normen i Meland Kommune at overdekningen skal være ca. 1,5 m. Derfor vil denne metoden være fordelaktig for dette tiltaket [51].



Figur 25. Ytre last på ledning med diameter på 400 mm.. Kilde: Vann- og avløpsteknikk boka

Metoden innebærer større arealutnyttelse, og vil påføre planområdet store terrenginngrep. Dette skyldes at volumet til grøften er betydelig mye større, enn når det anvendes grunne grøfter. Det vil medføre større omfang av grøftearbeider, og behov for områder til mellomlagring av massene som graves ut av grøften. Dette kan ansees som en ulempe sammenlignet med grunne grøfter, men det er antatt gode muligheter for mellomlagring av masser langs traseen.

Fordeler	Ulemper
Lite påvirkning fra ytre last	Omfattende grøftarbeider, og graves dypt
Nødvendig med god overdekning hvis overføringsledningen skal ha stor kapasitet og derfor stor ledningsdiameter	Store terrenginngrep, som følge av sprenging
Svært kjent og anvendt metode i bransjen	Mellomlagring av masser

Tabell 12. Fordeler og ulemper for alternativ 2 dype grøfter

Anbefalt metode:

Det er både fordeler og ulemper med begge grøftemetodene. Grunne grøfter anses som problematisk for planområdet med tanke på ytre laster fra trafikken, jorden og overdekningen som er satt til 1,5 m av kommunen. Dype grøfter er en standard metode i byggebransjen, og med frostfri dybde på 0,6 m kan det være lønnsomt å benytte denne metoden så man unngår å måtte isolere rørene. Det kan være muligheter for mellomlagring i samspill med grunneiere langs traseen, men det er nødvendig å stille krav til at topografien blir mest mulig bevart med et mål om å beslaglegge minst mulig dyrket mark.

Valgt grøftemetode er dyp grøft

Jordgrøft

Jordgrøfter anvendes hvor omliggende masser består av jord og lignende løsmasser. Grøfteskråningen i jordgrøfter avhenger av hvor dyp grøften graves. Her er det viktig at massene som graves opp ikke lagres for nært grøfteskråningen, med tanke på utglidning i grøften. Slike grøfter krever en bredere grøfteåpning, og medfører en større belastning på landskapet enn fjellgrøfter.

I dette tiltaket er det få muligheter for å lage en slik grøft, på grunn av antatt dybde ned til fjell. Men om det viser seg at det noen steder er løsmassene dypere enn antatt, burde denne metoden vurderes. Det vil også ha en betydning om det er nok plass rundt grøften.

Fjellgrøft

Denne metoden brukes hvor store deler av de omkringliggende masser rundt grøften består av fjell. Slike grøfter er kostbart å etablere, på grunn av stort omfang av sprengningsarbeider, og

ekstra arbeid med drenering og sikring mot masseutsifting i grøften. En grøft som er sprengt i fjell er en stabil grøft som lages smalere og behøver mindre plass enn jordgrøfter.

I planområdet er det antatt dybde ned til fjell 1,0 m, og det ble observert fjellskjæringer på befaring hvor dybde ned til fjell var mindre enn 0,5 m. Ved graving av grøfter i slike området vil det være nødvendig å kombinere jordgrøft og fjellgrøft. Den naturlige løsningen på dette er å grave ut jord-massene helt ned til fjell, og deretter sprengte en fjellgrøft til ønsket dybde.

Grøftemasser

Kvaliteten på grøftemassene har stor betydning for levetiden til ledningsnett. Det er derfor viktig med riktig kvalitet på massene, og at de er tilpasset forholdene og klimaforandringene lokalt. I det store bildet er det forventet heftigere regnskyll, økt havnivå og flere regnflommer [55]. For å kunne oppnå lang levetid bør grøfteutbygger være bevisst på kvaliteten på massene som benyttes, og tilpasse seg etter de lokale klimaforholdene.

Det ble tidligere nevnt at de stedlige massene i grunnen hadde svært høyt vanninnhold. I grøfter hvor det er fare for uønsket vandring av massene stilles det krav til bruk av geotekstil. Denne typen tekstil legges som en duk i grøftesidene og under fundament. For å oppnå god drenering, er det en fordel å velge ensgraderte masser. Det stilles også krav til kornstørrelser på over 4 mm dersom det er fare for vannføring i grøften [56].

I et innlegg i anleggsmaskinen.no påpeker Runar Daler at «Det er viktig at fundamentet og omfylling tåler langsgående vannstrøm i fundamentet, samt at vannstanden i grøfta kan variere. [57]. I samme innlegg kom det fram at pukkverk ikke leverer den kvaliteten som er etterspurt. Norsk Bergindustri og MEF har derfor startet et samarbeid om en ny veileder for valg og utlegging av omfyllingsmasser i grøft. Dette var også et tema ved Norsk Vann fagtreff høsten 2018, « Norsk Vann, i likhet med Maskinentreprenørenes Forbund (MEF) og Norsk Bergindustri, ser behovet for at det gjøres en innsats på dette området [...] [58]. Det henvises til 5.5 Grøfter og utleggingsmetoder, hvor massene bestemmes.

Langs traseen er det flere hus og bygninger tett opptil veien. Et eksempel er passasjen forbi kulturminne nr. 4, hvor ledningen passerer 2 m unna fundamentet til bygningen. Her blir det nødvendig å avstive grøftesidene med f.eks. grøftekasser.

I utbyggingsfasen er det viktig å ta hensyn til matjord og dyrket mark. Ved grøftearbeid skal derfor matjord tas til side, og legges tilbake når grøften skal gjenfylles. Det vil være nødvendig å stille krav til at terrenget settes tilbake til opprinnelig stand etter grøftegravingen, og da er det viktig at gjenfyllingen komprimeres lagvis for å forhindre at det oppstår setninger der grøften går [59]. Grøften beholder kvaliteten ved å dekke grøftebunnen med geotekstil, og velge ensgraderte masser hvor en unngår kornstørrelser under 4 mm. Dette gir god drenering, og forhindrer vandring av masser.

4.2.4 Materialvalg

Generelt om ledningsmaterialer

Det henvises til VA/Miljøblad nr. 30 som beskriver forhold ved grøften som er viktige ved valg av rørmaterialer. Det nevnes blant annet vurderingspunkter som type grøft, grunnvannstand, belastninger, og både indre og ytre korrosjon [60]. Valg av rørmaterialer tar utgangspunkt i dyp grøft, med delvis jord og fjellgrøft. For de tekniske egenskapene til røret beskrives styrke og fleksibilitet, korrosjonsbestandighet og motstand mot slitasje. Valg av type rør for planområdet er også avhengig av å vurdere de fysiske egenskapene som grunnforhold, topografi og jordsammensetning [61].

Ifølge VA/Miljøblad skal ledningsmaterialet ha en levetid på 100 år, og være motstandsdyktig mot interne og eksterne påkjenninger av både kjemisk og fysisk art. Rør, skjøter og rørdeler skal gi et langvarig tett ledningsnett i hele systemets levetid [60]

Det blir vurdert ulike materialvalg for vann- og spillvannsledninger, men materialet skal ta hensyn til anbefalingen som presiseres i Meland kommunes VA-norm. Fordeler og ulemper av egenskapene til de vanligste ledningsmaterialene er listet opp i tabellen nedenfor, se cecfece. I det norske markedet i dag er rørsystemer av termoplast (PE, PVC, PP) dominerende, og har en stor markedsandel. Konkurransedyktigheten skyldes blant annet korrosjonsbestandighet, levetid, pris, tilgjengelighet, utvalg av rørdeler og håndteringsvennlighet (lav vekt) [62]. Se vedlegg 1 for beskrivelse av egenskaper for ledningsmaterialer.

Vannledning

Rørmaterialet skal tilfredsstillende de hygieniske kravene som er fastsatt i drikkevannsforskriften. Aktuelle rørmaterialer i vannforsyningssammenheng ifølge VA/Miljøblad nr.30 er:

- Stål og duktile støpejernsrør med innvendig og utvendig belegg
- Plastrør (PE, PVC, PP)

STJ- Støpejernsrør

I vannkilden Storavatnet ble det tidvis registrert lave pH-verdier på 5,7 og høyt innhold av organisk materiale, og dette innebærer at man må ta hensyn til at det kan oppstå korrosjon ved bruk av metalliske rør som for eksempel duktile støpejern. Rørene beskyttes vanligvis med innvendig sementmørtel og mørtelforinger mot aggressivt vann. Det samme gjelder for overflatevannet, som i Norge vanligvis har relativt høyt innhold av humus (organisk materiale), lav alkalitet og lav pH-verdi. Planområdet preges av stedvis myrer med høyt vanninnhold langs strekket, og det må derfor rettes oppmerksomhet mot aggressivt/surt grunnvann som kan medføre utvendig korrosjon. For å redusere korrosjon av slike sementbaserte og mørtel påførte rør, er det ønskelig at pH-verdien er over 8 [60]. Siden det ble registrert lave verdier i innsjøen, vil muligens et ledningsmateriale at plast som ikke vil korrodere være mer egnet.

Betongrør

Topografien preges av høydekurver, flere elveleier og derav bløte myrkledder og bebyggelse tett opp mot veien. Forspente betongrør er mindre egnet til planområdets ytre fysiske forhold, og vil derfor ikke være aktuelt.

Anbefalt materialvalg: Plastrør- PE

For vannforsyning er ledningsmaterialet PE oftest brukt, og er et foretrukket materiale som kan sveises i lange lengder [11]. Det skal legges en stor overføringsledning og må tåle et høyt trykk for å forsyne alle innbyggerne mot Frekhaug. PE- materialer er også å foretrekke fordi det tåler strekk godt, i motsetning til stive rør som betong og STJ. De fleste ledninger i VA-bransjen er produsert med materialkvalitet PE 100, som betyr at ledning av materiale polyetylen har minimum bruddspenning på 10,0 MPa [62]. PE- materialet er svært godt egnet for ledningsstrekkes terrenget [60]. Flere fordeler om PE-materialet er beskrevet i vedlegg 1.

Meland kommune sin VA-norm legger til grunn for at rørmaterialet PE brukes i hele kommunen for vannforsyning [63]. PE trykkrør for vannforsyning er beskrevet i NS-EN 12201, 2003. Pumpeledningen er svart med blå stripe, for å signalisere sitt bruksområde for drikkevann. Med hensyn på materialegenskapene tilpasset planområdet og kommunes anbefaling, bør ledningsmateriale PE bygges ut for overføringsledningen langs strekket.



For vannledningen velges ledningsmateriale PE

Forsyningsledninger og stikkledninger: Det skal legges til rette for at stikkledning til drikkevann skal tilkobles vannkummene. Det er viktig at det etableres en trykkreduksjonsventil i kummene, på grunn av det høye trykket på hovedledningen. Det benyttes samme materiale på stikkledningene som for hovedledningen, altså PE men i mindre dimensjoner.

Spillvannsledning

Generell bestemmelse i VA-normen til kommunen stiller krav til at ledningsnett til spillvannet utføres slik at kravene i forurensningsloven blir tilfredsstillt. Det legges vekt på lengst mulig levetid på anlegget, kostnadseffektiv drift og tilfredsstillende tetthetskrav [64].

Ledningstrekket er kupert, og har stedvis bratt terreng. Dette innebærer at ledningsnett behøver både pumpeledninger, og selvføllsledninger (grunnavløpsrør) for spillvannsnett.

Pumpeledning

Det vanligste ledningsmaterialet som blir brukt til pumpeledninger for spillvann er PE. PE kloakkpumpeledning er beskrevet i NS-EN 13244, 2003, og er svart med rød stripe, for å signalisere sitt bruksområde for spillvann.



Selvfallsledning

For selvfallsledninger benyttes begrepet grunnavløpsrør for transport av spillvann, hvor ledningene er delvis fylte der væsketransporten foregår som selvføll [62].

PVC er et dominerende rørmateriale for spillvannsledninger. PVC Forum Norge arbeider for å spre kunnskap og fakta i et bærekraftig samfunn. De beskriver at «EU-kommisjonen og FN kaller i dag PVC- industrien for en foregangsbransje for sirkulær økonomi og rollemodell for andre industrisektorer.» [65]. Påstanden begrunnes med at «PVC er framtidens byggestein» fordi materialet er langtidsholdbart, kan resirkuleres, veier lite og er rimelig på pris siden det framstilles primært fra salt som er en billig og ubegrenset ressurs.

Ifølge Pipelife er PVC grunnavløpsrør førstevalget, og det materialet som benyttes mest. Årsakene er blant annet dets styrke, konkurransekraft og bestandigheten [39]. PVC grunnavløpsrør er beskrevet i NS-EN 1401, 1998, og det er beskrevet egenskaper for materialet i vedlegg 1.

Meland kommune sin VA-norm legger til grunn i sine lokale bestemmelser at rørmaterialet PP eller PE skal benyttes for valg av rørmateriale for spillvann. Det er valgt å bruke materialet PE for pumpeledning og PVC for selvfallsledning.

*For pumpeledning velges PE- materiale, og for selvfallsledning velges
PVC-materiale*

Stikkledninger: Stikkledningene skal kobles på selvfallsledningene før pumpene, og legges i rørmaterialet PVC. Det er ønskelig at stikkledningene skal renne med selvføll ned til påkoblingspunktet.

4.3 Prissatte konsekvenser

4.3.1 Generelt

For å kunne velge kostnadseffektive løsninger er det viktig å drøfte om valgene foretatt i 4.2 Beskrivelse av ulike løsninger, kan oppnå økonomisk bærekraft. Det skal herunder sammenlignes trase 1 opp mot trase 2, og vurdere konsekvensene som får innvirkning på den

økonomiske bærekraften. Det fokuseres på å drøfte ulike løsninger langs de to traseene, og tydeliggjøre forskjellen for både anleggskostnader og de indirekte kostnadene som disse medfører.

4.3.2 Grøfter

Det er valgt dyp grøft, med delvis jord- og fjellgrøft for planområdet. Lengden på trase 1 og trase 2 er tilnærmet lik, og det vil si at kostnadene for utføring av grøftene avhenger av hvilke metoder som blir brukt. Store deler av begge traseene ligger i eller like ved veibanen. Dette fører til kostnader som følge av riving og utlegging av asfalt.

Trase 1:

Traseen går i hovedsak i og like utenfor veibanen, hvor grøften utføres ved konvensjonell graving. Ca. 550 m av grøften ligger under veibanen, noe som medfører oppriving av asfalt. Den eksisterende grøften er hovedsakelig plassert på motsatt side av denne traseen, slik at grøftene er adskilt mest mulig. Dette er kostnadsbesparende med tanke på utfordringer som kommer av lenger anleggstid ved å ta hensyn til den eksisterende grøften.

Trase 2:

Langs denne traseen er det planlagt 100 m med boring av fjell, og resterende konvensjonell gravingen med åpen grøft. Boring er en kostbar metode, men er effektiv og utgjør minimale terrenginngrep. 620 m av grøften ligger under veibanen, noe som byr på flere strekk med reasfaltering.

Utleggingen kan bli problematisk fordi 95% av ledningstraseen vil bli lagt i den eksisterende grøften, altså at de nye ledningene legges sammen med de gamle. Dette skyldes blant annet at det er såpass trangt enkelte steder, at på disse punktene er det i praksis bare plass til en grøft. Det kan by på utfordringer hvis grøften må graves dypere, og hvis det blir nødvendighet for å sprengre visse steder. Det kan være en kostnadsbelastning fordi det må tas hensyn til de eksisterende rørene, noe som kan føre til lengre anleggstid. En fordel med å legge ledningene i samme grøft er at grøften allerede er utsprengt. Dette avhenger da at de eksisterende ledningene er godt plassert i grøften med tilfredsstillende grøftemasser.

4.3.3 Stenging av vei

Begge traseene vil ligge i grøft som enten befinner seg under veibanen eller like i nærheten. Ved utlegging av ledningsnett vil det bli nødvendig å stenge veien for trafikk. Dette vil

medføre indirekte kostnader som samfunnskostnader, herunder redusert framkommelighet for beboere. Det kan medføre minimale utgifter knyttet til skilt for omkjøring, og eventuelt dirigering av vei.

Ved stenging av vei vil det føre til de samme konsekvensene, for både trase 1 og trase 2.

4.3.4 Drift- og vedlikeholdskostnader

Kvalitet på ledningsnett har stor betydning for drift- og vedlikeholdskostnadene. Trase 2 legges hovedsakelig i samme grøft som eksisterende ledning. Det vil være mer usikkert om man kan oppnå riktig kvalitet på grøfteutformingen for trase 2, sammenlignet med etablering av ny grøft som er dominerende for trase 1.

Ved stor belastning på nettet vil det kreve mer vedlikehold. Eksempler er utskiftning av rørdeler, utsyr på nettet og jevnlig rensiltak som utføres på ledningsnett som f.eks. pluggkjøring eller andre tiltak. Valg av utstyr og materialer er avhengig om det kreves mye eller lite drift, tilsyn og oppfølging av anlegget.

Utførelsen for legging av nye rør har mye å si om det blir nødvendig med jevnlig fremtidige vedlikeholdsarbeider.

4.3.5 Ledningsmaterialer og utstyr på nettet

Om en sammenligner kostnadene for materialer og kostnadene for bygging av anlegget, vil materialkostnadene være svært minimale i forhold til kostnadene for anleggsarbeidene. For trase 1 og 2 er det lite forskjell på materialkostnadene, og dette skyldes at det utplasseres de samme elementene på ledningsnett og valgt rørmateriale er felles for begge traseene.

Ved å velge prefabrikkerte elementer kan byggetiden forkortes. Dette er fordi elementer langs traseen, som for eksempel kummer, der det er tidsbesparende at armatur og rørdeler blir installert på fabrikken i plastøpte konstruksjoner. Disse løsningene er noe dyrere enn plassbygde elementer, men har høyere kvalitet fordi de følger kravspesifikasjonene i et tørt inn klima med nøyaktig trykkprøving [66]. I et langtidsperspektiv er det mer lønnsomt å velge elementer med god kvalitet og lang levetid, siden ledningsnett bør vare i 100 år for å oppnå en bærekraftig løsning.

Ledningsmaterialene og utstyret som blir brukt i de to ulike traseene har ingen vesentlige forskjeller, som vil påvirke anbefalt trase.

4.3.6 Samfunnsøkonomiske konsekvenser

Investeringer for utbygging av et velfungerende vann- og avløpsnett er avgjørende for miljø, helse og velferd [67]. Med god kapasitet på overføringsledningen, og jevnlig brannvannuttak langs traseen økes sikkerheten dersom det skulle oppstå brann, altså beredskapsvann.

Siden kommunen har valgt å beholde det eksisterende ledningsanlegget langs traseen, er de bedre rustet dersom det skulle oppstå stans, lekkasjer eller blir et behov for ekstra kapasitet i gitte tidsrom.

4.3.7 Anbefalt trase - økonomisk bærekraft

Totalt sett er en utbygging av nytt overføringsanlegg en økonomisk gevinst både for beboerne langs traseen og resten av Meland. Utbyggingen av anlegget baserer seg på en selkostnæring, der kommunen dekker kostnadene for vann- og avløpsnett gjennom gebyrer. Gevinsten for utbyggingen er ikke like stor i dette spredt bebygde området siden det er færre husholdninger å fordele kostnadene på, sammenlignet med et urbant bymiljø [68].

Ved valg mellom de to ulike traseene tas punktene fra kap. 4.3.2 - 4.3.6 med i betraktning. Det er få betydelig forskjeller på konsekvensene mellom trase 1 og trase 2 for stenging av vei, ledningsmaterialer og utstyr, og de samfunnsøkonomiske konsekvensene.

Det er antatt større drift- og vedlikeholdskostnader for trase 2, der traseen hovedsakelig befinner seg i samme grøft som de eksisterende ledningene. Her er det problematisk å få riktig kvalitet på grøftemassene og komprimeringen, noe som gir mindre støtte og beskyttelse av rørene. Vedlikehold fremover etter utbygging vil ikke koste like mye som kostnadene for vedlikehold av et gammelt ledningsanlegg.

Derfor er trase 1 vurdert som den mest hensiktsmessige plasseringen langs strekket, med tanke på løsningene som er valgt og de prissatte konsekvensene disse medfører.

4.4 Ikke prissatte konsekvenser

4.4.1 Generelt

Herunder gjelder konsekvenser av miljøet for tiltaket. Trase 1 og 2 sammenlignes opp mot hverandre, for å kunne vurdere den mest gunstige plasseringen med minimal negativ påvirkning på miljøet. Vann- og spillvannsledningene skal i størst mulig grad holde seg

innenfor naturens tålegrenser. For etablering av nytt VA-anlegg, er det ikke mulig å endre infrastrukturen uten å påføre inngrep i naturen. Derfor er planområdets toleranse overfor naturinngrep et viktig moment. Løsningene for prosjektet vil ha fokus på metoder som minimaliserer inngrepene [69].

4.4.2 Nærmiljø

Når vi snakker om nærmiljø tenker vi på trafikkforhold, barns lekemuligheter, samfunnsmessige og kommersielle tjenester. Det skal synliggjøres de viktigste konsekvensene under og etter utlegging, og graving av grøfter. Groper og grøfter kan ansees som et mindre estetisk element i nærmiljøet i anleggsperioden.

Stenging av vei

Veien kan bli totalt eller delvis stengt for trafikk. Ved delvis stenging er det mulig å kjøre i gitte tidsrom. Lengden på strekket som blir stengt varierer for hvilket punkt på strekningen som stenges.

Ved total stenging av vei er det fare for at beboerne ikke har normal tilkomst til sin private eiendom. Traseene har ulike områder på strekket som må stenges av. Uansett skal det alltid være en mulighet for å komme seg inn med bil til boligene. Hvis Fv. 246 er stengt av slik at det er til hinder for at beboerne ikke har tilkomst til boligen med kjøretøy, skal det tilrettelegges for omkjøringer.

En alternativ omkjøring er da fra Krossnessundbrua via Sagstadvegen til Grasdal ungdomshus. Beregnet omkjøring vil ta 14 minutter, og er omtrent 7,7 km lang [70]. Vanlig vei fra Krossnessundbrua til Grasdal ungdomshus tar 7 minutter og er 5 km lang, se vedlegg 5 [71]. Her må beboerne kjøre 2,7 km lengre, som gir 7 minutter lenger reisetid. Forlenget kjørevei ved omkjøringen vil være en midlertidig løsning for tilkomst til boliger, men vil være til ulempe for beboerne så lenge den varer. Stenging av vei, trafikkforsinkelser og omkjøringer kan føre til økt drivstoff forbruk og CO₂- utslipp. Økt lokal luftforurensning fra gasser, partikler og svevestøv har igjen negative ringvirkninger og kan medføre potensiell helsesisiko.

Friluftsliv

En total stengning av veien vil også få konsekvenser for myke trafikanter som normalt bruker veien til ulike formål. På befaringen ble det observert at veien blir brukt av turgåere og

syklister. Den blir også regnet med som en mulig vei for å komme seg «inn til» turstiene som er i området [72]. Det vil ikke bli mulig å bruke Fv. 246 til disse formålene hvis veien er totalt stengt.

Buss

Strekket er også tilknyttet kollektiv transport, buss nr. 346 som forklart i 3.4 Infrastruktur. I tidsrommet hvor veien er stengt, bør det etableres alternative ruter for å opprettholde kollektivtilbudet.

4.4.2 Naturmiljø

Her tar vi for oss arter og naturtyper som tidligere er beskrevet under 3.9 Naturmangfold. Ved utbygging må det tas hensyn til at naturmiljøet kan være viktig levekår for ulike arter. Her gjelder nedkutting av skog, igjenfylling av myrer eller tjern, osv.

Det er viktig å ta vare på den registrerte torvmyren som ligger vest på traseen i krysset ved Myrvollane. Som nevnt har myren viktige funksjoner for naturmiljøet i området. Det ble også observert små felt med åpne vannspeil, og derfor er trase 1 plassert under veibanen i startpunktet av traseen. Ledningene vil dermed ikke være til hinder for den dype torvmyren, fjellknausen på høyre side, eller elveleiet på venstre side langs veibanen som renner ned mot Grasdalsvatnet. Det er viktig å påpeke at myren ikke blir brukt til lagringsplass for oppgravde masser eller annet utstyr.

I profil nr. 250-350 fra startpunktet av traseen befinner det seg store myrkledde arealer på høyre side av veien. Trase 2 befinner seg på samme side som myren i veigrøften, og her må det derfor tas hensyn til at grunnvannstanden mest sannsynlig er meget høy. Selve plasseringen av ledningene i denne traseen vil ikke påføre betydelige konsekvenser for dette området, men i anleggsfasen kan graving av grøften ha en innvirkning på artsforekomstene som befinner seg her i anleggsfasen.

4.4.3 Kulturminner og kulturmiljø

For å bevare historiske byggverk, tidligere samfunn og levekår, er det viktig å ta vare på kulturminner og kulturmiljø. I planområdet er det lokalisert flere kulturminner, som forklart i 3.8 Kulturminner og kulturmiljø. Det er derfor viktig å velge løsninger som best mulig ivaretar kulturminnene og kulturmiljøet langs planområdet. Se Figur 18 for plassering, og vedlegg 3 for nummerering av kulturminnene.

Trase 1

I området ved kulturminne 2 og 3 ligger ledningene svært nærme kulturminnene på venstre side. Grøften befinner seg under veibanen og mellom 1,2 og 2,0 m fra byggverkene ved det første høybrekket langs traseen. Det vil her bli nødvendig å søke om tillatelse og avklare med VA- ansvarlig i kommunen. Dette skyldes at hovedledningene i utgangspunktet ikke skal ligge nærmere hus eller konstruksjoner enn 4 meter målt horisontalt [46]. Det stilles derfor krav til ekstra avstiving i grøft, som en sikkerhet. Ved kulturminne 4 ligger også ledningene tett på bygget, og krever avstivet grøft langs strekket forbi kulturminnet.

Trase 2

Langs trase 2 kan kulturminne 1, bli påvirket når det bores nye ledninger gjennom fjellet mellom krysset ved Myrvollane og Grasdal ungdomshus. Her kan det oppstå rystelser i fjellet som kan skade kulturminne. Traseen befinner seg på samme side som kulturminne 5, og her må det tas hensyn ved etablering av ledningsgrøften. Grøften ligger nærmere enn 4 m fra byggverket, så her gjelder samme avklaringer som for trase 1.

4.4.4 Landskap

I denne sammenheng blir det drøftet hvorvidt de to ulike traseene påvirker naturlige vannveier, skråninger, sletter og fjell. Dette er viktige elementer som former landskapet i planområdet.

Øst i ledningsstrekket i profil nr. 780 begynner Rylandselva. Det er en 13,5 km lang hovedelv i kystfelt, som krysser under veibanen [73]. Totalt langs ledningstraseen krysser både trase 1 og 2 fire ulike elver, som alle leder ut til Grasdalsvatnet. Her er det viktig at ledningsnettets ikke hindrer de naturlige vannveiene, verken i anleggsfasen eller etter tiltaket er ferdigstilt. Det skal tilrettelegges slik at elveleiene ikke blir påvirket av anleggsarbeidene for grøften og ledningene i tiltaket.

Ved det første høybrekket langs traseen, er veibredden svært smal. Her er det hindringer både på venstre og høyre side av veien. På dette punktet blir begge traseene lagt i eksisterende grøft, da det kun er plass til en grøft under veibanen.

I profil nr. 950-1050, heller venstre side av veien ned mot en elv i bunnen av dalen. Trase 2 er plassert på denne siden, og her kan det oppstå utfordringer fordi skråningen fra bunnen av dalen til veikanten har en helning på rundt 30 grader [73].

4.4.5 Anbefalt trase – miljømessig bærekraft

Effekten av tiltaket med konvensjonell graving og dype grøfter, vil forstyrre terrengoverflaten og omgivelsene rundt. Derfor er arbeidet med å sette tilbake overflaten svært viktig [41].

De negative konsekvensene som får innvirkning på nærmiljøet langs traseen er hovedsakelig lik for de to alternativene. Trase 1 er i startpunktet ved Myrvollane plassert mellom den dype torvmyren og fjellknausen, altså i veibanen. Dette kan ansees som den mest gunstige løsningen, for å oppnå minst mulig terrenginngrep på naturmangfold og det eksisterende landskapet.

Når det gjelder naturmiljø og bevaring av artene har trase 1 minst negative påvirkninger. Denne traseen ligger stort sett i og langs veikanten som ikke berører viktige naturmiljøer.

Verken trase 1 eller trase 2 vil ha direkte virkninger på noen av kulturminnene, men de må blitt tatt hensyn til i anleggsfasen. Masser som forflyttes, lagres og tilbakefylles, samt anleggstrafikk beslaglegger areal. Dette gjelder for begge traseene, og tiltaket vil etterlate et økologisk fotavtrykk.

Av de presenterte miljømessige konsekvensene for tiltaket, er trase 1 vurdert som den mest realistiske plasseringen for ledningsanlegget for å oppnå minimal påvirkning på miljøet. Dette skyldes blant annet at traseen er plassert hovedsakelig i veibanen, og berører dermed ingen viktige naturmiljøer.

4.5 Samfunnsmessige konsekvenser

4.5.1 Generelt

Dette kapitlet tar for seg sosial bærekraft i sammenheng med utbygging av VA-nettet. Her fokuseres det på naturressurser, helse, sikkerhet og hvorvidt disse er tilgjengelig i planområdet. De samfunnsmessige konsekvensene er mer rettet mot tiltaket, enn traseløsningene. Her diskuteres det fordeler og ulemper ved endringer i samfunnsforholdene.

4.5.2 Naturressurser

I planområdet er det lite virksomhet rundt landbruk. Gressmarkene i området blir stort sett brukt til beitemark for gårdsdyr fra gårdene i området. For å bevare landbruket ønsker Meland kommune å fokusere på aktiv og bærekraftig bruk av naturressurser [13]. Her er det viktig at

landbruksnæringen opprettholder dagens standard, og at rekrutteringen av unge bønder øker. Tiltaket utgjør ingen inngrep som kan ha påvirkning på omkringliggende ressurser.

4.5.3 Tilgjengelighet på vann og spillvann

Tiltaket har en positiv innvirkning for beboere langs traseen som skal koble seg på det kommunale avløpsnett, og bli sikret tilfredsstillende drikkevann fra den nye overføringsledningen. Det vil også bli utarbeidet brannvannsuttak ved jevnlig mellomrom langs traseen, noe som sikrer området dersom det skulle oppstå brann.

4.5.4 Helse

Samfunnsdelen i kommuneplanen til Meland står det at det skal satses på folkehelse i alle arenaer [13]. Fokus på folkehelsearbeid er viktig i vann- og avløpsbransjen for å fremme befolkningens trivsel og helse. Trygt drikkevann med mulighet for god personlig hygiene har gjennom tiden medført betydelig reduksjon i epidemier og smittsomme sykdommer, og er en av årsakene til at Norges gjennomsnittsalder har økt fra 50 til 80 år de siste 100 årene [7].

Anleggsarbeidet for ledningsfornyelsen er ikke nødvendigvis det eneste som forårsaker sykdommer eller helseplager fra støy, lokal forurensning eller lignende. Likevel kan det være med på å forsterke allerede eksisterende helseplager hos beboerne langs traseen [41]. Det er derfor viktig med god informasjonsflyt mellom oppdragsgiveren og de berørte partene.

4.5.5 Sikkerhet

Sikkerhet henger sammen med anleggstrafikk, og sikring av planområdet forøvrig under utbygging. Det er relevant å undersøke om anleggsaktiviteten skaper ulykkesrisikoer. Det er viktig å sikre maskiner og utstyr mot utenforstående, som kan forårsake ulykker. Det må derfor sørges for sikker trafikk mellom anleggsmaskiner, andre kjøretøy og fotgjengere. Før utbygging skal beboernes normale ferdsel, og adkomst til eiendom oppklares. Dette knyttes til trafikkulempet for beboerne, og areal som kan bli beslaglagt.

Graving av konvensjonell grøft bruker som oftest noe lenger anleggstid, sammenlignet med gravefrie metoder. Effekten av de samfunnsmessige konsekvensene som helse, sikkerhet og trafikkforhold kan forsterkes hvis anleggstiden for tiltaket er nevneverdig lang. Åpne grøfter kan representere en ulykkesrisiko da det skal graves dype grøftegroper, og disse må derfor sikres godt mot mennesker som ferdes i planområdet [41].

4.5.6 Anbefalt trase - sosial bærekraft

Meland kommune ønsker at det skal forvaltes bærekraftig bruk av naturressurser, og det skal implementeres folkehelse i vann- og avløpssektoren. Det er viktig at beboerne som blir berørt av tiltaket sikres mot anleggstrafikk, groper, grøfter og får en sikker tilkomst til eiendommen i utbyggingsfasen. God informasjonsflyt med pårørende er her svært betydningsfullt. Tiltaket skal fremme sikker vann- og spillvannsforsyning, uten betydelige forekomster av helseplager. Plasseringen av trase 1 og 2 har liten innvirkning for konsekvensene i den sosiale dimensjonen, og her er det selve tiltaket som utgjør påvirkningen med et mål å oppnå samfunnsmessig nytte av ledningsfornyelsen.

4.6 Oppsummering og anbefaling

4.6.1 Innledning

I Meland kommunes samfunnsdel fokuseres det på «Berekraftige Meland», der de har satt seg målsetninger innen bærekraftig landbruk, forvaltning av naturarven, klima, samfunnstrygghet og folkehelse [13]. Konsekvensutredningen har sammenlignet to ulike løsninger for plassering av ledningstraseen, og vurdert virkningene av tiltaket sett i sammenheng med de økonomiske, miljømessige og samfunnsmessige konsekvensene.

For planområdet er det valgt utleggingsmetoden konvensjonell graving, og typen dyp grøft med delvis jord- og fjellgrøft. Rørmaterialet PE ble valgt for vannledning og pumpeledning for spillvann, og for selvfallsledningen er rørmaterialet PVC valgt.

4.6.2 Sammenstilling av konsekvenser

I Tabell 13 er det listet opp den samlede vurderingen for anbefalt trase i kap. 4.

Konsekvensutredning. Det er både positive og negative konsekvenser for trase 1 og trase 2. Samlet resultat for utredningen tilsier at det er mest lønnsomt med valg av trase 1, med utgangspunkt i de metodene som er mulig å gjennomføre i planområdet.

Konsekvenser	Anbefalt trase
Prissatte konsekvenser	1
Ikke prissatte konsekvenser	1
Samfunnsmessige konsekvenser	1 og 2

Tabell 13. Enkel oppstilling av konsekvensene sammenlagt for de tre dimensjonene for bærekraft

4.6.3 Vurdering

Konsekvensutredningen har kartlagt de ulike konsekvensene, og virkningene av tiltaket. Utredningen legger beslutningsgrunnlaget for den valgte traseen for tiltaket som skal prosjekteres i kap.

5. VA-prosjektering fra Myrvollane til Setre. Utredningen er utført ved hjelp av Statens vegvesens håndbok 140, og deres metodikk for gjennomføring av konsekvensanalyser [74]. Tiltaket hensikt er å prosjektere vann- og spillvannsledninger, og det er derfor ønskelig å utrede hvilken løsning av trase som er best egnet for planområdet.

Alternativet for trase 1 har færrest negative prissatte og miljømessige konsekvenser. Ved vektlegging av de ulike ikke-prissatte konsekvensene anses trase 1 som den mest aktuelle, der plasseringen av traseen påvirker klima og miljøet i noe mindre grad enn trase 2. Det forventes at tiltaket vil få en stor positiv samfunnsmessig betydning, og ha en nytteverdi for befolkningen. For de samfunnsmessige konsekvensene er trase 1 og 2 likestilt, og det foreligger ingen betydelige forskjeller på valg av løsning.

For trase 2 ligger ledningene totalt sett 70 m lenger i veibanen, enn trase 1. Dette medfører noe høyere anleggskostnader i form av reasfaltering, og gjør at røret har større usikkerhet med belastning og påvirkning fra ytre laster, sammenlignet med ledning som blir plassert i grøft. Ved krysset i Myrvollane boremetoden utgjøre noe usikkerhet, knyttet til hvorvidt kulturminne 1 blir berørt av boring for utlegging av rør. Det er antatt større drift og vedlikeholdskostnader for trase 2, fordi ledningene er hovedsakelig plassert i eksisterende grøft langs ledningsstrekket. Ved et punkt på strekket går traseen gjennom en myr med antatt høyt vanninnhold, noe som kan være ugunstig i forhold til vanninntrengning i grøften og inngrep i eksisterende landskap.

Det er som nevnt både fordeler og ulemper knyttet til både trase 1 og 2, sett i sammenheng med de samlede belastningene for økonomisk, miljømessig og sosial bærekraftige av tiltaket. For konsekvensutredningen konkluderes det med at trase 1 er den mest egnede plasseringen for ledningsanlegget fra Myrvollane til Setre.

Med bakgrunn i konsekvensutredningen velges trase 1

5. VA-prosjektering fra Myrvollane til Setre

5.1 Innledning

I dette kapitlet skal det gjennomgås prosjekteringen av ny vann- og spillvannsledning, med beregninger. VA-anlegget har et mål om å være bærekraftig, hvor ønsket er å knytte det til kommunes «grønne regnskap». For dimensjonering og valg av løsninger for tiltaket legges sentrale forskrifter, VA/Miljøblader, VA-normen til kommunen og kommuneplanens samfunnsdel til grunn.

5.2 Valgt trase

Videre i dette kapitlet prosjekteres ledningsanlegg for trase 1, som anbefalt fra 4.6 Oppsummering og anbefaling. Denne traseen følger veibanen fra starten ved Myrvollane, videre går den i hovedsak på motsatt side av eksisterende ledningsanlegg, vist i figur X.



Figur 26. Planskisse av valgt trase for planområdet. Kilde: AutoCad

5.3 Vannforsyning

5.3.1 Fordelingsnett

For dimensjonering av vannforsyning er det nødvendig å legge til grunn Meland kommune sin overordnede målsetning: "Alle i Meland kommune skal til ei kvar tid ha tilgang på nok vatn av drikkevasskvalitet" [9]. VA-normen til kommunen presiserer at det er ønskelig at nye ledninger blir utført som ringledninger, der systemet forsynes fra to kanter. Ledningstraseen i planområdet er en del av fordelingsnett, og skal forsyne vann mot tettstedet Frekhaug i Meland kommune. Dagens vannforsyningsnett er beskrevet i 3.10.5 Transportsystemet for drikkevann.

For beregninger av vannforsyning skal det planlegges for ledningsstrekking på 7 km fra Meland Vassverk, gjennom ledningstraseen Myrvollane - Setre og helt til Frekhaug se Figur 20. Det skal dimensjoneres for innbyggerne som er tilknyttet overføringsledningen, inkludert fremtidig befolkningsvekst. En tosidig forsyning sikrer god forsyningssikkerhet og sikkerhet mot undertrykk [75]. Fordelingsnett skal bestå av:

- Hovedledning: overføringsledningen er hovedfordelingsstammen i nettet
- Forsyningsledninger: fordeler vannet fra hovedledningen
- Stikkledninger: fordeler vannet ut til abonnentene langs traseen fra forsyningsledningen

5.3.2 Brannvann

VA-normen til kommunen henviser til kravene for brannvann i byggeforskriften. I Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning blir det beskrevet at sløkkekapasiteten må være minst 20 l/s i småhusbebyggelse, og minst 50 l/s fordelt på minst to uttak i annen bebyggelse [76]. Dette er pre-aksepterte ytelser for minimum vannmengde som er dekkende for brannvesenets behov for sløkkevann [77]. Som nevnt tidligere fungerer høydebassenget som et brannvannsmagasin, som sørger for tilstrekkelig mengder brannvann.

Brannvannmengden vil komme fra høydebassenget, og derfor må bassenget dimensjoneres for brannvannet. Vannledningen er en overføringsledning, og her må forbruket og brannvannet også dimensjoneres for abonnentene langs strekkingen og videre mot sentrumsområdet Frekhaug. Brannvannet kan altså ikke isoleres til planområdet Myrvollane til Setre, selv om brannslukningsvannet her kunne blitt satt til null siden strøket har liten spredningsfare [78].

For sentrumsområder er mengdekravet 50 l/s, og en vanlig verdi for sløkketid er 4 timer. Det medfører at høydebassenget må ha en kapasitet på 50 l/s i 240 minutter:

$$240 \text{ min} * 60 \text{ sek} * 50 \text{ l/s} = 720\,000 \text{ liter} = 720 \text{ m}^3$$

Volumet på bassenget er 1500 m³, så dette er helt akseptabelt. Det bør kunne tappes med et trykk på minst 1 bar (ca. 10 meter vannsøyde) i vannverkets kum for dimensjonerende mengde med brannvann [11]. Det skal tilrettelegges for brannuttak og plasseres brannventiler i alle kummene langs ledningsstrekket. I VA-normen fremkommer det at det skal benyttes brannhydranter, fremfor brannkummer.

Brannvann dimensjoneres for 50 l/s og 1 bar trykk

5.3.3 Ledningsmateriale

Valgt ledningsmateriale for vannledningen er PE (polyetylen). Ved bruk av PE-rør setter VA-normen for kommunen krav til at minimum SDR verdi skal være 11, designfaktor C er 1,6 og materialkvalitet PE 100 [60].

SDR- verdien angir forholdet mellom utvendig diameter og veggtykkelse, en høyere verdi som for eksempel SDR 11 vil ha en tynnere rørvegg enn SDR 9. For å velge SDR verdien, må det først sees på trykket i ledningen. VA-normen setter krav til at trykkledninger ikke skal utsettes for høyere innvendig trykk enn nominelt trykk, PN [63].

Vannspeilet i høydebassenget ligger på kote 135, og startpunktet for ledningstraseen i Myrvollane ligger på kote 36. Det statiske trykket i ledningen blir da:

$$\text{Statisk trykk: } 135 - 36 = 99 = 9,9 \text{ bar} = \text{PN } 9,9 \approx \text{PN } 12,5$$

Rundet opp til nærmeste trykkklasse PN 12,5, som henger sammen med SDR 11, se Figur 27. På grunn av sikkerhet mot ledningsbrudd er det er ønskelig å sette en sikkerhetsmargin. Derfor velges trykklassen PN 16 = 16 bar = 160 mVS for røret, og dette innebærer at trykket på nettet ikke bør ligge over 16 bar. Ut fra Pipelife sin produktkatalog for PE100, designfaktor 1,6 og PN16 benyttes SDR 9 for vannledningen.

Materiale	Dim. spenning MPa	Brudd-spenning MPa	Design faktor	SDR 41	SDR 33	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9	SDR 7,4
PE 80	5,0	8,0	1,6	PN 2,5	PN 3,2	PN 4	PN 5	PN 6,3	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16
PE 80	6,3	8,0	1,25	PN 3,2	PN 4	PN 5	PN 6,3	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20
PE 80				SN 1,0	SN 2,0	SN 4,3	SN 8,3	SN 16,3	SN 33,3	SN 66,7	SN 130,2	SN 254,3
PE 100	6,3	10,0	1,6	PN 3,2	PN 4	PN 5	PN 6,3	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20
PE 100	8,0	10,0	1,25	PN 4	PN 5	PN 6,3	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
PE 100				SN 1,3	SN 2,5	SN 5,3	SN 10,4	SN 20,3	SN 41,7	SN 83,3	SN 162,8	SN 317,9

Figur 27. For PE- trykkrør, SDR, trykklasser og ringstivhet. Kilde: Pipelife

SDR 9 gir en ekstra sikkerhet, siden rørveggen er såpass tykk (44,7 mm) og motstandsdyktig mot høyt trykk, riss, hakk og sprekkvekst. Det kan også være en rimeligere løsning å velge et robust ledningsmateriale og ledningstype som tåler høyt trykk, for å unngå mange pumpestasjoner og installasjoner av reduksjonsventiler langs hovedledningen [11].

VL: PE 100, SDR 9, PN 16

5.3.4 Pumper

Meland kommune har planlagt en pumpestasjon ved det nye renseanlegget som skal utbygges. Denne pumpen skal føre vannet videre til traseen Myrvollane – Setre, og pumpe vann opp til høydebassenget som ligger på kote 135. Dermed blir statisk løftehøyde fra renseanlegget ca. 125 mVS (135-10). Det må vurderes om trykket langs traseen er tilfredsstillende, og om det er nødvendig å plassere ut en pumpestasjon for overføringsledningen. Dette vurderes etter en undersøkelse av trykktapet i ledningskarakteristikken, se 5.3.7 Vannforsyningsberegning. Resultatene som er merket i oransje viser at det totale trykktapet (H_{tot}) fra pumpestasjonen ved renseanlegget til Frekhaug er på 97,5 mVS. Trykket i endepunktet i Frekhaug blir da:

$$135 - 97,5 = 37,5 \text{ mVS}$$

Et trykk på 37,5 mVS regnes som et tilfredsstillende trykk, og det er derfor ikke nødvendig å sette ut en pumpestasjon på traseen.

5.3.5 Utstyr på ledningsnett

På overføringsledningen for traseen Myrvollane til Setre er det nødvendig med diverse utstyr og ventiler for både eksterne og interne påkoblinger av vannløpet. Ledningsnett vil bestå av rør og bend i PE-materiale, vannmåler, trykkmåler, kummer og ventiler i kummer. Følgende ventiltyper som er plassert på ledningsnett for vannforsyningen er beskrevet i Tabell 14 nedenfor:

Utstyr: Ventiltyper	Beskrivelse
Stengeventil	Manuell sluseventil. Ventilene monteres før pumpestasjonene, og benyttes for å stenge av ledningen ved f.eks. reparasjon, ledningsbrudd eller hvis det oppstår lekkasjer langs ledningsstrekket. Hvis det blir behov for å avstenge deler av strekket, skal det derfor plasseres stengeventil langs hele strekket i alle kummene.
Brannventil	Brannventil skal plasseres i hver kum, altså 6 stk. Det skal benyttes stengbare brannventiler, som er hygienisk trygg, er med på å redusere faren for forurensing av drikkevannet og siden det ikke er stor fare for frost i området. Kapasiteten settes vanligvis til 35 l/s, med tappetrykk på 1 bar.
Lufteventil	Det eksisterer tre høybrekk langs ledningsstrekket, og her blir det nødvendig å plassere en lufteventil. Benyttes for å slippe ut luftlommer som kan samle seg her, og dermed unngå trykktap til abonnentene senere i strekket som kan medføre høye energikostnader og unødvendige trykkstøt. Tre ventiler utplasseres.
Tømmeventil	Plasseres i lavbrekk slik at det er mulig å tømme ledningen for vann. Det vil være aktuelt med to tømmeventiler langs traseen for å kunne inspisere ledningen og foreta fremtidig vedlikehold av ledningen. To ventiler
Trykkreduksjons-ventil	Det behøves trykkreduksjonsventiler i stikkledningskummene, for å redusere vanntrykket fra hovedledningen inn mot abonnentene. For høyt trykk kan medføre økte lekkasjer og skader på boligene og selve ledningen. Ventilen skal redusere trykket man har oppstrøms foran ventilen, til et konstant lavere trykk nedstrøms ventilen.

Tabell 14. Utstyr på overføringsledningen, ventiltyper

5.3.6 Vannkummer

Kummer er kostbart og det er ønskelig å holde antallet på et minimum. Det er behov for kummer ved forgreininger der det ikke benyttes bend, ved de fleste ventiler inkludert brannventiler og ved lavbrekk og høybrekk. De anlegges altså ofte ved alle knutepunkter der ledninger møtes, og for spredt bebygde områder brukes ofte 250 m som maksimal kumavstand for å kunne kartlegge mulige lekkasjer på ledningen [11]. Det er totalt 2 lavbrekk

og 3 høybrekk langs den 1400 meter lange traseen. Det tas utgangspunkt i at det plasseres 6 vannkummer for ledningsstrekket Myrvollane til Setre.

Ved valg av kummer, må det vurderes om kummene kan bli utsatt for betydelige laster og for frost i planområdet. Kummene må være tilpasset topografien, terrenget og den aktuelle klimapåkjenningen. Frostdybden i kommunen ligger på 0,6 meter, og ledningene vil plasseres under frostfri dybde. Det er ikke betydelig lave temperaturer i området, eller fare for at vannet fryser i vinterhalvåret. Det er derfor mer gunstig å velge konvensjonelle kummer, enn isolerte kummer. Slike konvensjonelle nedstigningskummer er mer tidsbesparende, og rimeligere i pris.

Det er fordelaktig at alle vannkummene leveres prefabrikkert. NOBI leverer f.eks. «BASAL vannkum» i henhold til VA/Miljøblad nr. 112, se Figur 28. Ved å velge prefabrikkerte kummer med integrerte ventiler, rørdeler eller konsoller vil føre til kortere byggetid og gode monteringsarbeider i innendørs tørt klima som følger kravene i VA/Miljøbladet.

I vannkummer skal det være mulig å kunne skifte deler, montere ventiler og foreta inspeksjoner. VA-normen til kommunen stiller krav til at nedstigningskummene ikke skal ha mindre diameter enn 1600 mm, og skal plasseres 1,5 meter fra asfaltkant [51]. Beregnet i kap. 5.5.2 Grøftetverrsnitt er grøftedybden over to meter, og det blir derfor nødvendig med en dyp kum, se Figur 29 for prinsippskisse av VA-normen til kommunen for «dyp kum».

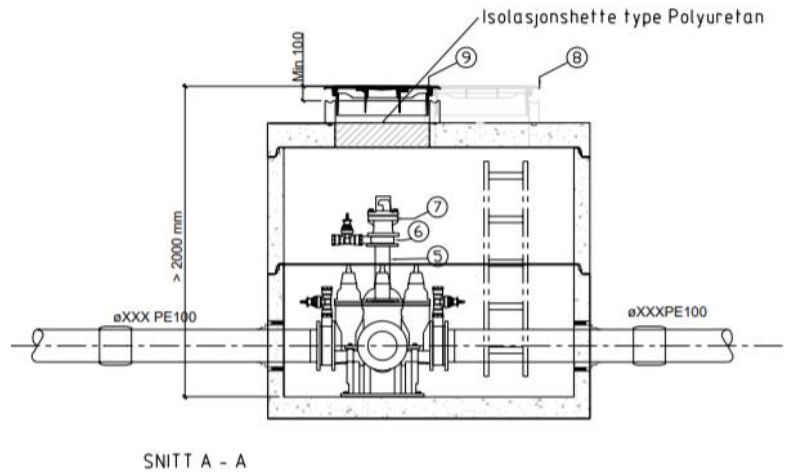
Det etableres 6 vannkummer langs traseen

Forgreiningskum: Det skal etableres kum ved forgreningen fra hovedledningen, og her er det nødvendig å senke trykket fra overføringsledningen. Det er derfor naturlig å benytte en nedstigningskum med integrert trykkreduksjonsventil. Ventilen vil ha et konstant lavere trykk på nedstrøms side, mens trykket fra hovedledningen oppstrøms vil variere og ha et høyere trykk for å frakte vannet helt mot Frekhaug.

Stikkledningskum: Det skal utplasseres kummer for stikkledningene langs strekket.



Figur 28. Illustrasjon av «BASAL vannkum». Kilde: NOBI



Figur 29. Prinsippskisse vannkum. Kilde: Kommunens VA-norm

5.3.7 Vannforsyningsberegning

PE- beregning

Personekvivalent, PE, er definert av Norsk Vann som «Spesifikk belastning eller forbruk pr person med hensyn til vannvolum og/eller forurensningsmengde pr døgn [...]» [79]. Dette innebærer at en person tilsvarer en PE for standard boliger.

Meland kommune sin tiltaksplan for vannforsyning, avløp og vannmiljø (2015-2019) oppgir antall innbyggere som er tilknyttet Meland Vassverk. Per 2014 er det registrert 6700 personer og 325 hytter, og det er beregnet for fremtidig tilknytning av vannverket i 2030 der det anslått 13 300 personer. Utbyggingen av vannforsyningen har et langt perspektiv, og det er tatt høyde for den forventede befolkningsveksten i kommunen. Vannledningen som skal dimensjoneres går fra Meland Vassverk til Frekhaug, og av de 13 300 personene er der antatt at 8000 personer er tilkoblet overføringsledningen som går gjennom planområdet. Antall abonnenter for overføringsledningen fra Meland Vassverk gjennom traseen Myrvollane Setre og videre til Frekhaug settes derfor til å være 8000 PE (personekvivalenter), der det er tatt høyde for befolkningsvekst i fremtiden.

$$PE = 8000$$

Q_{maks,dim}- dimensjonerende maksimal vannføring

For beregning av vannforbruk er følgende formel brukt for maksimalt forbruk i årets mestforbrukende time:

$$Q_{maks,dim} = \frac{PE * Q_s * f_{maks} * k_{maks}}{\text{Ant. sekunder i et døgn}} + \text{brannvann}$$

Q_{Spesifikk}: I rapporten «Tiltaksplaner vassforsyning, avlaup og vassmiljø 2015 – 2019» dimensjoneres det for et fremtidig spesifikt vannforbruk, og på grunn av en relativt lav lekkasje prosent på 15% settes spesifikt vannforbruk til **Q_s = 350 l/PE*d** [9].

f_{maks}: det maksimale døgnforbruket i alle av årets døgn per forbruket i det midlere døgn. Faktoren blir satt til **1,5**, se vedlegg 6.

k_{maks}: det maksimale timeforbruket i alle av døgnets timer delt på forbruket i den midlere time. Ved å lese av prinsippskisse for sammenhengen mellom k_{maks} og tettstedets størrelse kan verdien settes til **1,3**, se vedlegg 6.

Foreslått PE for befolkningen langs overføringsledningen fra høydebassenget til Frekhaug, inkludert fremtidig befolkningsvekst ble satt til **8000 PE**, i forrige avsnitt.

Det tas hensyn til foreslått forbruk ved slokking av brann, der brannvannkapasiteten ble satt til **50 l/s**, se «5.3.2 Brannvann».

$$Q_{maks,dim} = \frac{8000 * 350 \frac{l}{s} * 1,5 * 1,3}{60 s * 60 min * 24 t} + 50 \frac{l}{s} = 63,2 + 50 = \mathbf{113,2 l/s}$$

Q_{maks,dim} benyttes videre for å finne nødvendig ledningsdiameter og beregne ledningskarakteristikk.

Ledningskarakteristikk

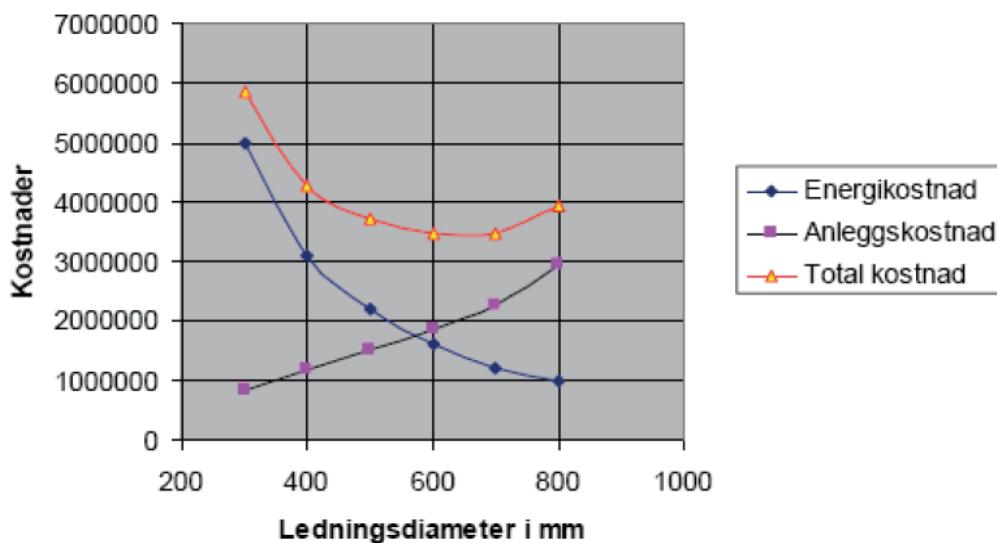
Ved å utføre en ledningskarakteristikk, kan man beregne hvor mye trykktap man har langs ledningen ved hjelp av Darcy- Weisbachs ligning, se vedlegg 8. Det blir illustrert en kurve av friksjonstapet i overføringsledningen, som en funksjon av vannføringen [11].

For å finne nødvendig ledningsdiameter for overføringsledningen, ser man på maksimalt dimensjonerende vannforbruk $Q_{\text{maks,dim}}$. I ledningskarakteristikken ble tre standard PE-dimensjoner sammenlignet: 355 mm, 400 mm og 500 mm. For ledningsdiameteren på 335 mm ble trykktapet for stort, og 500 mm ble litt i overkant for mye. En dimensjon på 500 mm er en vesentlig kostbar ledning, og vannet kan få for lang oppholdstid i ledningen. Dermed ble kommet frem til at en ledningsdiameter på **400 mm** er best egnet og gir god kapasitet for overføringsledningen.

Nødvendig ledningsdiameter på overføringsledning er 400 mm

Det kan være lønnsomt å velge større ledningsdiameter fordi tiltaket innebærer en stor utbygging av overføringsledningen. I det store bildet vil rørkostandene og anleggskostnadene

bli en
mindre del
av



Figur 30. Graf som illustrerer kostnader og ledningsdiameter. Kilde: A193- Norsk Vann rapport

totalkostnaden og energikostnadene [80]. Av Figur 30, kan man se at en rørdiameter på 400 er en optimal diameter for en overføringsledning.

I vedlegg 8 vises kurven og ledningskarakteristikken, og her kan man lese av den totale nødvendige løftehøyde H_T , som er summen av statisk løftehøyde, friksjonstapet/falltap og singulærtapet:

$$H_T = h_g + h_f + h_s = 27,5 + 68 + 1,2 = 97,5 \text{ mVS}$$

Ledningskarakteristikken gjelder for Meland Vassverk og helt fram til Frekhaug, der det pumpes med statisk trykk på ca. 125 mVS fra høydebassenget. Av tabellen for hele ledningsstrekket på 7000 m, rørdimensjon på 400 mm, og maksimal vannføring $Q = 113,2,1$ leses av nødvendig trykk til ca. 97,5 metervannssøyle. Pumpen leverer et tilstrekkelig trykk helt frem til Frekhaug, og det blir ikke nødvendig med en trykkøkestasjon.

For overføringsledningen: nødvendig løftehøyde = 97,5 mVS

5.4 Spillvann

5.4.1 Spillvannsnettet

For avløpssektoren i Meland kommune er målsetningen: «Vi skal ta hand om avlaupsvatn slik at det ikkje oppstår miljøskade» [9]. For dimensjonering av spillvannsledninger settes det krav til kapasitet og selvens. Det stilles krav til minimum fall, skjærspenning og vannhastighet i spillvannsledningen for å sikre mot gjentetting og sedimentering i røret. VA-normen stiller krav til at spillvannsledningen skal utformes slik at det unngås tilstopping, og tilrettelegge for fremtidig rehabilitering, høytrykksspyling og rørinspeksjon.

Kommunen har uttrykt sitt ønske om at spillvannsledningen skal føre spillvannet videre gjennom traseen til et renseanlegg og på sikt slippes ut i sjø. For dimensjonering av spillvann isoleres beregningene til selve ledningstraseen Myrvollane til Setre, og gjennomføres i henhold til Forurensningslovens krav. Traseen er kupert og spillvannet må derfor fraktes med både pumpeledninger og selvfallsledninger. Siden det ikke er behov for overvannsledninger for planområdet velges et separatsystem. Da har avløpssystemet separate ledninger for spillvann og overvann, og overvannsledningene skal sløyfes helt for dette tiltaket [80].

Spillvannsnettet består av:

- Pumpeledning: fører spillvannet i et trykksatt system ved hjelp av pumper
- Selvfallsledning: vannet renner med selvfall og med selvrensing i rørene
- Stikkledninger: grunneiere langs traseen skal koble seg på det kommunale spillvannsnett. Hver bolig skal koble seg på selvfallsledningene langs traseen

5.4.2 Ledningsmateriale

Som beskrevet i 4.2.4 Materialvalg er pumpeledningen av PE- materiale, og selvfallsledning (grunnavløpsrør) av PVC-materiale.

Pumpeledning

Vanntransporten i ledningen er et trykksatt system, altså rørstrømning som innebærer at strømmingen går gjennom et fylt lukket tverrsnitt, der strømmingen er under trykk. Her kan det ofte oppstå friksjonstap og singulærtap, såkalte lokale tap. VA-normen til kommunen setter krav til at pumpeledninger skal ha SDR-verdi 11 [51]. Pipelife oppgir at PE 100 pumpeledning med SDR 11 enten kan ha trykkklasse PN 12,5 med designfaktor C 1,6, eller trykkklasse PN 16 med designfaktor C 1,25 [81]. VA Miljøblad nr. 11 spesifiserer at det skal benyttes designfaktor C 1,6 i Norge for spillvannsrør av PE-materiale. Årsaken er blant annet at det er ønskelig å øke dimensjonerende levetid på røret fra 50 til 100 år [82]. Dermed velges følgende for pumpeledningen spillvann (PS):

PS: PE 100, SDR 11, PN 12,5

Selvfallsledning

Ved selvfallsledninger transporteres avløpsvannet ved hjelp av gravitasjonskreftene. Ledningene anvender kanalstrømning, som innebærer strømning i rør med fritt vannspeil, altså atmosfæretrykk ved overflaten [11]. Ledningstraseen består av normal leggedybde, og ifølge VA/Miljøblad nr. 10 settes derfor korttids ringstivhet (SN) til 8.

SP: PVC, SN8

5.4.3 Pumper

Generelt

Det er ønskelig å frakte avløpsvannet med mest mulig selvføll ved hjelp av gravitasjon, men siden planområdet er preget av kupert og stedvis flatt terreng blir det nødvendig å installere 3 avløpspumpestasjoner (APS) langs traseen. Spillvannet blir da ledet via selvføllsledninger til første pompestasjon plassert i lavbrekket, og herfra blir vannet pumpet med pumpeledning til nærmeste høybrekk inntil selvføllsledninger igjen er mulig. For å tilfredsstille kravet til inspeksjoner er det gunstig med avløpspumpestasjoner.

Pumping av spillvann

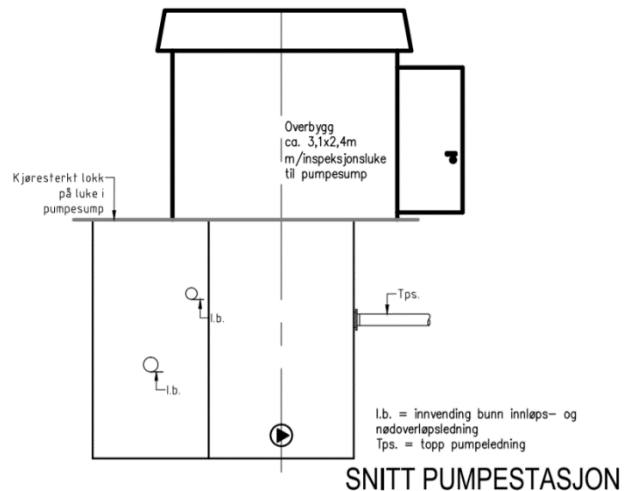
På innløpet til pumpen skal det etableres steinfangskum for å unngå oppsamling av grus, sand og stein på avløpsnett, som også kan skade pumpene. I avløpspumpestasjonen bør det etableres permanente tømmeanordninger for stein og sand fra bunn kum. Det er altså et steinfangsrør på innløpet til pumpen. Videre går vannet gjennom pumpeumpen, som anlegges i pompestasjonen. For at pumpene ikke skal måtte gå kontinuerlig installeres det pumpeump, som fungerer som et utjevningssasseng der spillvannet samles opp før det pumpes videre gjennom ledningen. I APS er det nødvendig å installere nødoverløp, som blir brukt som sikkhetsanordning ved driftsuhell og hindrer oversvømmelser. Langs traseen må vannet fra nødoverløp føres til tett tank [80].

Pumpetype

Den mest dominerende pumpetypen er sentrifugalpumpen som benyttes for pumping av avløpsvann. Sentrifugalpumpen er utstyrt med pumpehjul, for å oppnå god passasje gjennom pumpehuset. For at løpehjulet i sentrifugalpumpen og pumpehuset skal fungere må de være helt fylt med vann [80].

Pumpe-stasjon

VA-normen til kommunen setter krav til at det skal plasseres tørroppstilte pumper med positivt trykk inn. Utformingen skal være slik at det er mulig å utføre vedlikehold og inspeksjoner. Pumpen er driftssikker med adskilt sump og maskinrom, noe som fører til enkel inspeksjon og et godt arbeidsmiljø som går inn under den sosiale dimensjonen for bærekraft. Pumpe-stasjonen skal altså følge kravene fastsatt i arbeidsmiljøloven og plan- og bygningsloven. Pumpe-stasjonen anlegges med en viss reserve, for å sikre systemet ved driftsstans, utskiftning av pumpe eller reparasjon. Figur 31 viser et plansnitt av en anbefalt standardtegning for pumpe-stasjonen [51].



Figur 31. Plansnitt av foreslått pumpe-stasjon fra kommunen.

Utstyr i avløpspumpe-stasjonen

Det er nødvendig med diverse utstyr i avløpspumpe-stasjonen langs traseen [11]:

- Pumpe: Sentrifugalpumpe
- Pumpesump
- Sensor for overvåking av vannivå i sumpen
- Frekvensomformer for myk start og stopp og evt. Reguleringsfunksjoner. Skal installeres i hver pumpe langs traseen.
- Stengeventiler og tilbakeslagsventiler
- Løfteutstyr for inn- og utheising av pumpe
- Nødoverløp
- Vannmålere
- Tilrettelegge for tilkobling av mobilt nødstrømsaggregat
- Driftsovervåking og styring/PLS

Det er ønskelig at tiltaket skal medføre minst mulig inngrep i naturen, så derfor velges en løsning hvor det etableres pumpe-stasjoner usynlig i terrenget under bakken. Basal leverer nedsenket pumpe-stasjon i GRP/GUP- materiale. Dette gjelder for mindre pumpe-stasjoner med

maksimal vannføring under 40 l/s, og beregning av Q_P i 5.4.6 Spillvannsberegninger for ledningskarakteristikk ble verdien satt til 16 l/s. Dette er fullt mulig for ledningstraseen. Da er det nødvendig å dokumentere tiltaket og gjennomføre det i samarbeid med VA ansvarlig i kommunen.

Det installeres 3 pumpestasjoner uten overbygg på spillvannsledningen

5.4.4 Utstyr på ledningsnett

På spillvannsledningen er det nødvendig med stengeventil og lufteventil, se forklaring i 5.3.5 Utstyr på ledningsnett. I tillegg må det installeres tilbakeslagsventil. Ventilene plasseres etter pumpene langs strekket, for at pumpet vann ikke skal kunne renne tilbake inn i pumpene når de er avslått. Det er ønskelig at vannet renner kun en vei, og det vil derfor bli utplassert 3 ventiler [11]. VA-normen stiller krav til at det etableres anordninger for pluggkjøring med ventiler i pumpeledningen for å få tilbake kapasiteten hvis ledningen gror igjen [51].

5.4.5 Spillvannskummer

Av Meland kommunes VA-norm kommer det frem at maksimal kumavstand bør være 80 meter. Det vil bli behov for spillvannskummer ved betydelige retningsendringer langs strekket, der kummen skal etableres før retningsendringen. Ved større forgreiningspunkter og knekkpunkter, bør nedstigningskummer på minimum 1000 mm i diameter benyttes [51]. Avløpsrør av PVC-materiale med mindre ledningsdimensjoner kan bøyes noe, og er mer fleksible enn overføringsledningen for vann med SDR 9. Krav som spillvannskummene må oppfylle er tetthet, styrke, levetid og bestandighet [83]. NOBI leverer nedstigningskummen «Basal Brillant» som tilfredsstillende disse kravene, og med mulighet for full renneløpshøyde og derav minimal oppstuvning i kummen [84].

Det skal etableres steinfangskum før pumpestasjonene med påkobling for husstandene på selvfallsledningene. Langs ledningstraseen er det småhusbebyggelse, der husene kan sies å være kollektivt samlet i 3 ulike klynger. Det er totalt 3 høybrekk og det vil derfor være behov for å etablere minst 14 nedstigningskummer og 3 steinfangskummer langs traseen for å tilfredsstille kravet om kumavstand på 80 meter.

Det etableres totalt 17 kummer langs spillvannsledningen

5.4.6 Spillvannsberegninger

Ved dimensjonering av spillvann er det nødvendig å kjenne til ledningens trase, ledningens fall og spillvannsmengden som ledningen skal frakte [11]. Pumpeledningen bør ha god vannutskiftning og vannhastigheten bør ikke overstige 2 m/s. Det skal tas hensyn til selvrens, men også reservekapasitet.

PE- beregning

Ved hjelp av NIBIO, norgeskart og befaring ble det registrert 21 eneboliger, 2 hytter, 1 forsamlingslokale og 1 låve for hester i feltet. Det vil beregnes for 25 boliger i planområdet, der en person tilsvarer en PE. SSB anslår gjennomsnittlig beboere per husholdning til 2,54 personer (per 2018) i Meland kommune [12]. VA/Miljøblad nr. 100 beregner avløpsmengden og PE på grunnlag av største ukentlige belastning i løpet av året til 200 l/PE*d. Dersom det ikke foreligger målinger, settes antall PE per bolig til 5. Det er variasjoner i spillvannsforbruket, og siden det dimensjoneres for enkelthus må man se for seg «alle senger i bruk» [85]. Derfor anslås det at alle boenhetene i feltet har 5 personer per boenhet.

$$PE = \text{antall boenheter} * \text{antall PE per boenhet} * \text{personer per PE} = 25 * 5 * 1 = 125$$

$$PE = 125$$

Q_{s,dim} - dimensjonerende maksimal vannføring

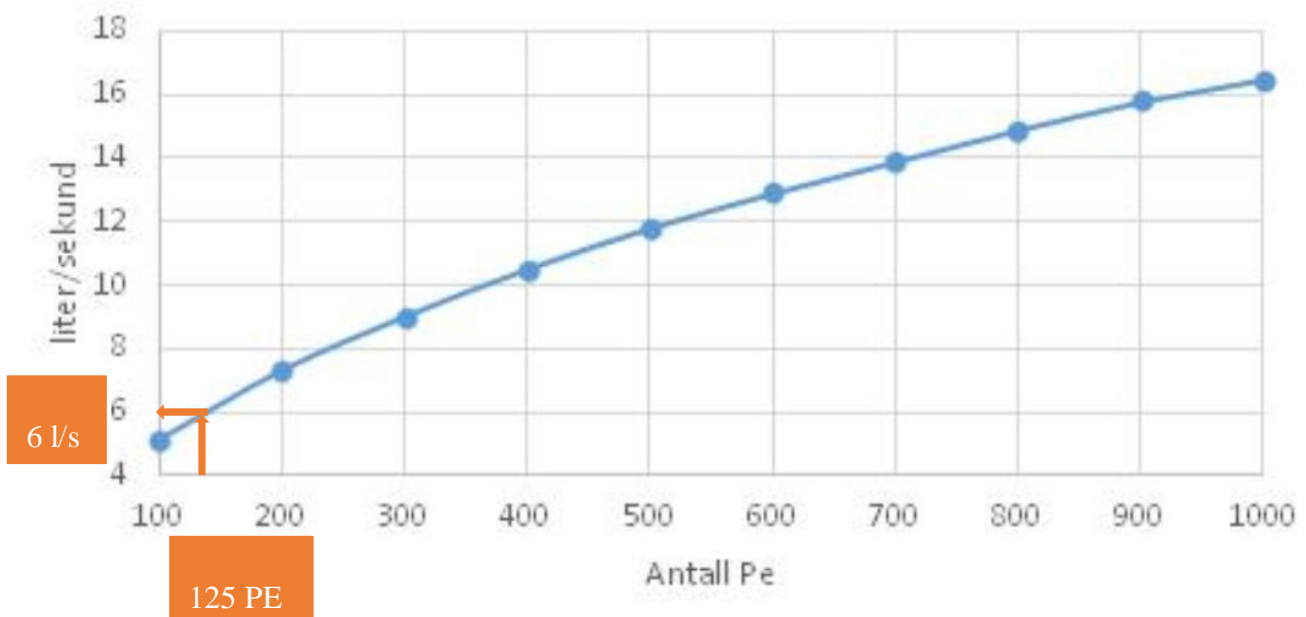
Det er opplyst fra byggherren at Q_{maks, dim} fra startpunktet av traseen er 10 l/s, og deretter tilført avløpsmengde fra husene langs traseen. Den dimensjonerende spillvannsmengden for planområdet hentes fra VA/Miljøblad nr. 115 [86]. For beregning av dimensjonerende spillvannsmengde av kommunalt avløpsvann inkluderes fremmedvann. Eksempel på fremmedvann er blant annet nedbøravhengig innlekkingsvann og infiltrasjonsvann fra grunnen. Det er ønskelig at mengden fremmedvann holdes så lav som mulig, for å unngå sedimenteringsavleiringer og inntrengning av røtter [11]. Figur X illustrer Q_{maks,dim} for

bestemmelse av maksimal avløpsmengde. Med anslått PE til 125, kan man lese av dimensjonerende spillvannsmengde $Q_{maks,dim} = 6 \text{ l/s}$.

$$Q_{maksdim} = 10 \text{ l/s} + 6 \text{ l/s} = 16 \text{ l/s}$$

Pumpekapasitet

Maksimum avløp fra små områder



Figur 32. Bestemmelse av maksimal vannføring i små områder. Kilde: VA/Miljøblad nr. 115

For pumpestasjonen er det vanlig å beregne pumpekapasiteten til 10 – 30 % større enn maksimal innkommende avløpsmengde. Det er å anbefale 100 % reserve på pumpen, slik at pumpene kan tvinges å kjøre samtidig ved store vannmengder eller skifte på å pumpe uten at de sliten i like stor grad. Det er også mulig å skifte ut pumpehjulet for sentrifugalpumpen, hvis det blir behov for å minke eller øke pumpekapasiteten. Dette avhenger av om avløpsmengden avtar eller øker med tiden [80]. For pumpen velges 20 %, og pumpekapasiteten blir:

$$Q_{pumpe} = Q_{maks,dim} * 1,2 = 16 \text{ l/s} * 1,2 = 19,2 \text{ l/s}$$

Selvrens

For avløpstransport er det nødvendig at ledningen både har kapasitet nok, og at transportveien

er selvrensende for å unngå at partikler hoper seg opp og blokkerer avløpstransporten. Ifølge VA/Miljøblad nr. 79 beskrives anbefalte minimumsverdier for skjærspenning i spillvannsledninger, som skal oppnås minst en time hvert døgn for alle døgn i året. For plastrør settes minimumsverdien for skjærspenninger til 2 N/m^2 [81].

For å dimensjonere ledningsdiameteren er det nødvendig at selvrenningskravene er oppfylt. Pumpeledningen beregnes på samme måte som overføringsledningen for vann, men det settes krav til minimum hastighet i ledningen i løpet av døgnet for at ledningen blir selvrensende.

Denne vannmengden (Q_{selvrens}) skal skape tilstrekkelig skjærspenning mellom bunnen i ledningen og vannstrømmen slik at stoffene transporteres videre. Vannhastigheten i ledningen overstiger ikke 2 m/s [80].

Det er utplassert 3 avløpspumpestasjoner, og dermed 4 selvfallsledninger og 3 pumpeledninger. Pumpestasjonene er plassert etter 335,7 m, 771,4 m og siste 1043,2 m fra startpunktet av traseen i Myrvollane. På strekkene der pumpeledningene går, beregnes helningen på vannspeilet i motsatt retning for stikkledningene til husstandene. Det er ønskelig at husene kobler seg på det kommunale avløpssystemet på selvfallsledningen før pumpestasjonene, men dette bestemmes i hovedsak av grunneier i samsvar med kommunen.

Ledningen blir noe lenger enn 1400 meter, og dette skyldes at spillvannsledningen krysser veien noen steder. Hovedregelen er at blokkering på avløpssystemet skal unngås.

Selvfallsledningene, har et gjennomsnittlig fall på $67,3 \%$, se Tabell 15.

Strekk (m)	Helning	Kommentar
0 – 355,7	$\frac{35,2 - 21,4}{355,7} * 1000 = 38,8 \text{ ‰}$	1. selvfallsledning. Trykklinjens helning er noe lavt.
355,7 – 643,2	$\frac{35 - 21,4}{287,5} * 1000 = 47,3 \text{ ‰}$	Selvfallsledningen for tilhørende hus har et selvfal på stikkledningene på 47,3 ‰.
643,2 – 771,4	$\frac{35 - 24,7}{128,2} * 1000 = 80,3 \text{ ‰}$	2. selvfallsledning. Dette strekket har ingen problem med å ta unna vannet, på grunn av fallet.
771,4 – 1018,5	$\frac{38,2 - 24,7}{247,1} * 1000 = 54,7 \text{ ‰}$	Selvfallsledningene for stikkledningene er stort nok til å koble seg på nettet.
1018,5 – 1043,2	$\frac{38,2 - 36,9}{24,7} * 1000 = 52,6 \text{ ‰}$	3. selvfallsledning. Her er fallet noe lav, men stort nok til å ta unna vannet.
1043,2 – 1409,7	$\frac{69,2 - 36,9}{366,5} * 1000 = 88,2 \text{ ‰}$	Selvfallsledningene for stikkledningene er stort nok til å koble seg på nettet.
1409,7 – 1611,8	$\frac{69,2 - 49,5}{202,1} * 1000 = 97,5 \text{ ‰}$	4. selvfallsledning. Dette strekket har ingen problem med å ta unna vann, fordi fallet her er tilfredsstillende.

Tabell 15. Kontrollberegning av selvreis for traseen

Siden fallet på ledningen er høyere enn 10 ‰, er det ikke nødvendig å kontrollere selvreis. Dermed er det ikke behov for regelmessig spyling av ledningen.

Selvfallsledningen er selvreisende

Nødvendig ledningsdiameter

I henhold til VA-normen til kommunen settes det krav til minimum 150 mm ledningsdiameter for hovedledningen. Det skal tas hensyn til spillvannsmengder og fallforhold [51].

Rørruheten, k , angis 0,3 – 1,0 for plastrør PE. Det er mange forhold som kan påvirke de hydrauliske tapene, som for eksempel sedimenter, ventiler og bendfaktorer [11]. Derfor velges en ruhet i ledningen med god margin, og den settes til $k = 1$.

Vedlegg 7 illustrer beregnet $Q_{\text{maks,dim}} = 16 \text{ l/s}$ og trykktap (se Tabell 15), der man kan lese av blå markering i Colebrook- diagrammet at nødvendig ledningsdiameter blir 150 mm.

For PVC grunnavløpsrør leverer Pipelife rørene i dimensjonene 125, 160 og 200 mm. PE trykkrør leveres i dimensjonene 140, 160, 180 og 200 mm. Både pumpeledning og selvfallsledning finnes i dimensjonen 160 mm. Det er hensiktsmessig med en ledningsdiameter som er sikker mot overbelastning for å unngå blokkeringer. Samtidig er det viktig å ikke overdimensjonere spillvannsledningen, fordi det ikke er ønskelig at mengden vann i røret blir stående over lengre tid. Vannmengden skal skiftes ut minst en gang i døgnet. Derfor velges en ytre diameter på 160 mm for spillvannsledningen.

Pumpeledning og selvfallsledning = 160 mm

Ledningskarakteristikk

I vedlegg 8, med valgt ledningsdiameter til 160 mm og dimensjonerende vannføring 16 l/s, blir vannhastigheten over 1 m/s og løftehøyden:

- 1. Pumpestasjon: 19,90 mVS
- 2. Pumpestasjon: 19,02 mVS
- 3. Pumpestasjon: 40,14 mVS

Vannhastigheten er tilfredsstillende for å få god nok utskiftning med tilfredsstillende kapasitet.

5.5 Grøfter og utleggingsmetoder

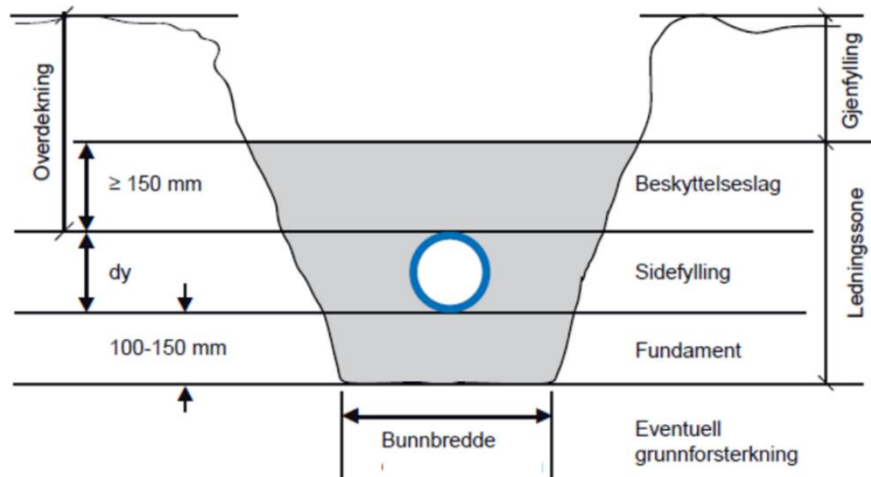
I dette kapitlet dimensjoneres grøftetversnitt og kapasitet på bakgrunn av valg som er diskutert i 4. Konsekvensutredning. Her gis en fullstendig oversikt over grøften som skal prosjekteres.

5.5.1 Grøftetyper

Valgt grøftetype er gjort med bakgrunn av drøfting i 4.2.3 Metode grøftegraving; dyp grøft og delvis jord- og fjellgrøft.

5.5.2 Grøftetverrsnitt

Grøften utformes avhengig av størrelse på rør, materiale og grunnforhold hvor grøften skal gå. Dimensjoneringen av grøftetverrsnittet beregnes ut fra grøfteutførelse med fleksible rør, dette er på grunn av valgte materialer i 4.2.4 Materialvalg. Grøften deles opp i forskjellige lag etter funksjon, som vist på Figur 33.



Figur 33. Grøftetverrsnitt

Dimensjonering av overdekning

Overdekningen befinner seg fra topp rør og opp til terrengoverflaten, og består av gjenfylling og beskyttelseslag. Gjenfyllingen går fra topp av ledningssone opp til terreng, og består av masser som hovedsakelig skal fylle grøften opp til terrenget. Beskyttelseslaget skal beskytte røret for punktlaster fra gjenfyllingsmassene. Fra kommunens VA-norm er det gitt krav om minimum overdekning på 1,5 m for rørdimensjoner over 200 mm. Det velges her å sette overdekningen til 1,5 m.

Minimumskravet for beskyttelseslaget er 300 mm [87]. Massene i beskyttelseslaget velges ut fra minste størrelse av rør. I dette tilfellet velges ensgraderte masser med kornstørrelse på 16 mm etter tabell 6 i VA/Miljøblad nr.5 [87]. Beskyttelseslaget vil da bestå av 300 mm med ensgraderte masser med kornstørrelse på 16 mm. Eventuell komprimering gjøres i henhold til NS 3420-f og NS 3458, «Normal Komprimering».

Det stilles noen enkle krav til gjenfyllingsmassene. De skal blant annet ikke inneholde stein som har en større størrelse enn 1/3 av avstanden fra topp av rør til steinen, med en maksimal størrelse på 0,5 m [59]. I dette tilfellet er beskyttelseslaget 300 mm, og størrelsen på de nederste steinene kan ikke være større enn 0,1 m. Oppover kan steinstørrelsen øke lineært med avstanden fra topp rør.

Overdekning 1,5 m, beskyttelseslag 300 mm ensgraderte 16 mm

Dimensjonering av ledningssone

Ledningssonen består av beskyttelseslag, sidefylling og fundament. Beskyttelseslag ble dimensjonert og presenteres i avsnittet overfor.

Sidefyllingen skal sikre at røret får tilstrekkelig støtte rundt røret, og dimensjoneres etter krav i VA/Miljøblad nr.5 [87]. Massene skal bestå av ensgraderte materialer med en kornstørrelse på 16 mm. Under utlegging av massene er det viktig at rørene ikke blir skadet, i sammenheng med dette er det krav for komprimering, som også gjennomføres i henhold til NS 3420-f og NS 3458, «Normal Komprimering».

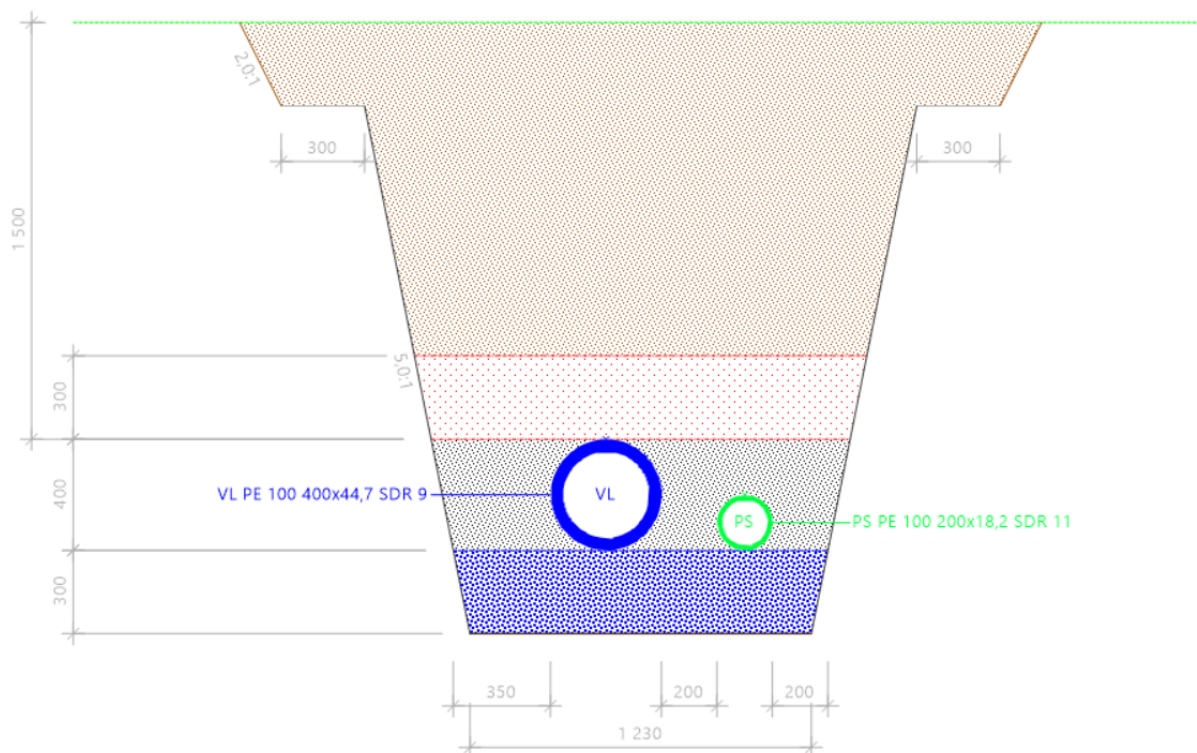
Fundamentet komprimeres også etter «Normal komprimering» 1/3 av fundamentet (øverst) skal løsgjøres etter komprimering slik at det ikke gjør skade på rørene. Det skal graves ut for plassering av muffe slik at en unngår ujevn belastning av rør. Tykkelse på fundamentet er avhengig av rørdiameter og grunnforhold, grunnforholdene i bunnen av grøften er stort sett fjell etter, etter 3.7 Grunnforhold. I henhold til tabell 3 i VA/Miljøblad nr.5 skal fundamentet her være 300 mm.

Løsmassematerialene i fundamentet avhenger av rørdiameter og rørtype. Fra tabell 4 i VA/Miljøblad nr.5 velges største kornstørrelse 16 mm ensgradert i og med at rørtype er termoplast.

Ledningssone 1000 mm

Grøftbredde

Når det legges flere rør i samme grøft stilles det krav til minimum avstand mellom rørene. Denne avstanden avhenger av rørdiameter og plassering av rørene. Avstandene velges etter tabell 2 i VA/Miljøblad nr. 5 (4.7 Plassbehov/grøftbredde). Fra denne tabellen velges også avstand fra rør til grøfteside. Minste avstanden fra vannledning til grøfteside blir 350 mm, 200 mm mellom ledningene og 200 mm fra spillvannsledning til grøfteside. Grøftetverrsnittet er beregnet i AutoCAD ved hjelp av resultatene fra kap. 5. VA-prosjektering fra Myrvollane til Setre. Figur 34 viser den geometriske utformingen av grøftetverrsnittet for planområdet.



Figur 34. Skisse av grøftetverrsnitt

Bunnbredde bunn er 1230 mm

5.5.3 Annet utstyr i grøften

I VA-normen til kommunen stilles det krav til at det skal i kryss med drengrøft eller veiter, som er grøfter der vannet strømmer, etableres grøftstengsel for hver 20 meter. Det skal alltid legges stengsel som hindrer vanninnsig i grøften [52].

5.5.4 Komprimering

Komprimering rundt fleksible rør er svært viktig, dette er på grunn av at rørene har lav egenvekt og bøyer seg lett. Derfor må det komprimeres godt, for at rørene skal ligge sikkert i grøften. Krav til komprimering følges etter NS 3420-f og NS 3458, «Normal Komprimering» og VA/miljøblad nr. 5.

6. Konklusjon

Vann er som sagt ofte omtalt som verdens viktigste ressurs.

Som en følge av problemstillingen «Hvordan prosjektere vann- og spillvannsledninger fra Myrvollane til Setre på en bærekraftig måte?», gir oppgaven en målrettet undersøkelse av bærekraftige løsninger for to ulike traseer i planområdet. Tiltaket innebærer en bærekraftig fornyelse av vann- og spillvannsledninger i kommunen, med et mål om å overlate ledningsnettets i bedre stand til fremtidige generasjoner.

For å besvare problemstillingen er det gjennomført en konsekvensanalyse og VA-prosjektering for den anbefalte traseen. I sammenheng med konsekvensutredningen ble det besluttet å utføre metodestudiet i samspill med beskrivelse av ulike løsninger, hvor det ble undersøkt nytenkende og bærekraftige metoder for utlegging, grøftegraving og materialvalg. Plan- og profiltegning, mengderapport og beregninger i VA-prosjekteringen illustrerer og belyser prosessen frem mot resultatet.

Det er vurdert ulike bærekraftige metoder som blant annet NoDig og grunne grøfter, som følger topografien og landskapet ved bruk av mindre anleggsmaskiner og naturinngrep. Det hadde vært ønskelig å benytte NoDig- metoder for tiltaket, men forutsetningene i planområdet gjorde det problematisk å utføre denne metoden. Metoden egnet seg dårlig til utlegging av både vann- og spillvannsledninger i samme grøft. På den andre siden ble den konvensjonelle grøftegravingsmetoden vurdert som den mest lønnsomme metoden for dette tiltaket, med graving av dype grøfter.

Den anbefalte løsningen består av fleksible rør som plasseres i dype grøfter med god overdekning mot ytre last. Ledningsmaterialer av PE og PVC, inkludert tetningsringer leveres av bedrifter med forventet levetid på 100 år. Dette forutsettes at grøfteutførelsen er tilfredsstillende, med god sidestøtte, akseptabel komprimering av fundamentet, og riktig kvalitet i grøftemassene med kornstørrelse over 4 mm.

Det er valgt høy SDR-verdi på ledningene, som gir en tykk rørvegg. Dermed blir røret meget robust og motstandsdyktig mot hakk og riss, som vil medføre en bærekraftig lekkasjeandel på overføringsledningen. For å redusere klimagassutslipp fra kjøretøy i utbyggingsfasen, er det foreslått at store mengder masser kan mellomlagres langs traseen.

Tiltaket er fullt mulig å gjennomføre, fordi det foreligger ingen markante utfordringer langs traseen som hindrer utbygging. Det kan konkluderes med at løsningene er tilfredsstillende for å anse tiltaket som bærekraftig.

Kilder

- [1] wikipedia.org, «SEFRAK,» 2017. [Online]. Tilgjengelig: <https://no.wikipedia.org/wiki/SEFRAK>, Hentet: 20. Februar 2019.
- [2] snl.no, «bonitering - skogbruk,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: https://snl.no/bonitering_-_skogbruk, Hentet: 25. Mars 2019.
- [3] nrva.no, «Mikrobiologiske parametere,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.nrva.no/index.php/laboratoriet/vannanalyser-og-grenseverdier>, Hentet: 15. April 2019.
- [4] Pipelife, «Grunnavløpsrør,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: https://www.pipelife.no/no/produkter/vann-og-avlop/grunnavlopsrør.php?fbclid=IwAR3QEwmwFuVmOW2bb-rYnDNwNNT5M4Hk67Sl3HZ1i5meOzD1LyuGTt_cGWM, Hentet: 07. Mars 2019.
- [5] Pipelife, «Rørhåndboka, Generelt,», 2007, s. 7. Tilgjengelig: http://www.initio.no/filer/pipelife/Dokumenter/Rorhand_alle_KAP.pdf?fbclid=IwAR0YVIAZ81RdHsBtBhy--RDmk9BWPJwQTywt4ix_8sp9IFK_vXy_qUOmzTQ, Hentet: 04. April 2019.
- [6] snl.no, «Korrosjon,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://snl.no/korrosjon>, Hentet: 04. April 2019.
- [7] Norsk vann. Smart water Cluster. Governing member Norway. Vannklyngen, «Vann- Verdens viktigste ressurs,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.nrva.no/images/pdf/verdens-viktigste-ressurs.pdf>, Hentet: 12. Februar 2019.
- [8] Norconsult AS, «Planskildring for offentlig ettersyn,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.nordhordlandskart.no/WebServices/generic/Media.aspx/Download?&uuid=8867bf64-285c-4173-85eb-104344fc441f>, Hentet: 31. Januar 2019.
- [9] Meland Kommune, «Tiltaksplaner for vassforsyning, avlaup og vassmiljø » 2015. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.meland.kommune.no/siteassets/veg-vatn-avlop-og-boss/vatn-og-avlop/tiltaksplan-for-vassforsyning-avlaup-vassmiljo-2015-2019.pdf>, Hentet: 01. April 2019.
- [10] Veileder Magnus Reiakvam, «Bacheloroppgave,», Norconsult AS, utg, 2019.
- [11] H. Ødegaard, B. Norheim og B. A. Norsk Vann, *Vann- og avløpsteknikk*, 2. utg. (VA-teknikk). Hamar: Norsk Vann, 2014.
- [12] Statistisk sentralbyrå, «Meland kommunefakta,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.ssb.no/kommunefakta/meland>, Hentet: 04. April 2019.
- [13] Meland kommune, «Kommuneplan for Meland kommune,» 2014. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.meland.kommune.no/siteassets/plan-bygg-og-eiendom/plan/kommuneplanens-samfunnsdel.pdf>, Hentet: 27. Mars 2019.
- [14] Miljolare.no, «Bærekraftig produksjon og forbruk,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.miljolare.no/tema/forbruk/artikler/baerekraftig-prod.php>, Hentet: 01. Februar 2019.

- [15] Norsk Vann, «A205- Bærekraftstrategi forvaltning av VA-tjenestene,» 2017. [Online]. Tilgjengelig: https://norsk vann.no/files/docs/B%C3%A6rekraftstrategi_2017.pdf, Hentet: 18. Januar 2019.
- [16] Norges geologiske undersøkelse, «Granada, Nasjonal grunnvannsdatabase,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://geo.ngu.no/kart/granada/>, Hentet: 27. Mars 2019.
- [17] Sirianne Dahlum, «Kvantitativ analyse,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: https://snl.no/kvantitativ_analyse, Hentet: 20. Januar 2019.
- [18] Asplan Viak Internet AS, «Nordhordalandskart,» 2015. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.nordhordalandskart.no/pr>, Hentet: 13. Februar 2019.
- [19] Statens Vegvesen, «Vegkart, Trafikkmengde,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: [https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/vegreferanse:-37003.48782081272:6753091.479950789/hva:\(~\(farge:'0_0,id:540\)\)/hvor:\(kommune:\(~1256\)\)/@-36771,6753006,16/vegobjekt:81877232:40a744:540](https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/vegreferanse:-37003.48782081272:6753091.479950789/hva:(~(farge:'0_0,id:540))/hvor:(kommune:(~1256))/@-36771,6753006,16/vegobjekt:81877232:40a744:540), Hentet: 26. mars 2019.
- [20] Norges geologiske undersøkelse, «Berggrunn, Nasjonal berggrunnsdatabase,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>, Hentet: 26. Mars 2019.
- [21] NIBIO, «Gårdskart,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://gardskart.nibio.no/search>, Hentet: 27. Mars 2019.
- [22] Geonorge.no, «NVE atlas,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>, Hentet: 27. Mars 2019.
- [23] Geodata AS, «NVE's utvalgte kulturminner,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://temakart.nve.no/link/?link=kulturminner>, Hentet: 28. Mars 2019.
- [24] Geodata AS, «kulturminnesok.no,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://kulturminnesok.no/search?lat=60.554372952195465&lng=5.166791621375403&north=60.61992001412633&west=4.894483210097743&south=60.48869278816313&east=5.439100032653062>, Hentet: 27. Mars 2019.
- [25] Geodata AS, «Riksantikvaren Askeladden,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <https://askeladden.ra.no/AskeladdenRedigering/#>, Hentet: 28. Mars 2019.
- [26] Artsdatabanken, «Artskart,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <https://artskart.artsdatabanken.no/app/#bookmark/6b29fa38-deb2-4818-bfd0-d4149e26e667>, Hentet: 28. Mars 2019.
- [27] Meland kommune, «Arealplankart,» 2014. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.meland.kommune.no/siteassets/plan-bygg-og-eiendom/plan/kommuneplanens-arealdel-2014-2025.pdf>, Hentet: 28. Mars 2019.
- [28] Statens Vegvesen, «Utbetring på øvrig fylkesvegnett - Meland,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <http://vegvesen.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=1039ce21fbb4451a8de8dea73c0dd0b8>, Hentet: 25. Mars 2019.
- [29] Statens Vegvesen, «Vegkart, Trafikkulykke,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/vegreferanse:->

- [36093.471352784436:6752742.73609933/hva:\(~\(farge:'0_0,id:540\),\(farge:'1_1,id:570\)\)/hvor:\(kommune:\(~1256\)\)/@-36841,6753095,14/vegobjekt:82016654:2296f2:570](https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/vann_kostraaar), Hentet: 26.mars 2019.
- [30] Skyss, «Nordhordaland bussruter,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: https://www.skyss.no/globalassets/bussruter/hostruter-2018/nordhordland-16.-august/nordhordland_aug18-web.pdf, Hentet: 27. Mars 2019.
- [31] Hordaland fylkeskommune, «Regional transportplan Hordaland 2018-2029,» 2017.
- [32] Region Vest- Ressursavdelingen – Geo- & skredseksjon, «Geoteknikk,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.meland.kommune.no/siteassets/politikk-og-administrasjon/hoyringar-og-kunngjeringar/reguleringsplan-fosse-moldekleiv/geoteknikkrapport.pdf>, Hentet: 27. Mars 2019.
- [33] Norges geologiske undersøkelse, «Løsmasser, Nasjonal løsmassedatabase,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>, Hentet: 26. Mars 2019.
- [34] Lovdata, «Lov om kulturminner [Kulturminneloven],» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1978-06-09-50>, Hentet: 29. April 2019.
- [35] Miljødirektoratet, «miljøstatus.no,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.miljostatus.no/kart/?ma=12092>, Hentet: 21. Mars 2019.
- [36] Rådgivende Biologer AS, «Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Salar Bruk AS med konsekvensutredning » 2012. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.radgivende-biologer.no/uploads/Rapporter/1601.pdf>, Hentet: 23. April 2019.
- [37] SSB KOSTRA, «Kommunal vannforsyning,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/vann_kostraaar, Hentet: 26. April 2019.
- [38] VA/Miljøblad nr. 10, «Kravspesifikasjon for rør og rørdeler av PVC-U materiale,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-blad.no/kravspesifikasjon-for-ror-og-rordeler-av-pvc-u-materiale-2/>, Hentet: 02. Mai 2019.
- [39] Pipelife, «SDR og maksimum tillatt driftstrykk,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.pipelife.no/no/produkter/vann-og-avlop/sdr-driftstrykk-og-design-factor.php>, Hentet: 01. Mai 2019.
- [40] Vestfold plastindustri, «Slamavskillere,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.vpi.no/download/Slamavskiller.pdf>, Hentet: 28. April 2019.
- [41] Asplan Viak AS, «NoDig versus åpen grøft,» 2010. [Online]. Tilgjengelig: <http://d21dbafykfdck9.cloudfront.net/1448877382/nodig-klimaregnskaprapport-nodig-vs-åpen-groft.pdf>, Hentet: 13. Mars 2019.
- [42] Lovdata, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven),» 2017. [Online]. Tilgjengelig: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL_2-1-2#%C2%A74-1, Hentet: 03. Mars 2019.

- [43] Lovdata, «Forskrift om kosekvensutredning,» 2017. [Online]. Tilgjengelig: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-21-854?q=konsekvens>, Hentet: 24. April 2019.
- [44] Lovdata, «Lov om forvaltning av naturens mangfold,» 2016. [Online]. Tilgjengelig: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100?q=naturmangfold>, Hentet: 24. April 2019.
- [45] FN-Sambandet, «Økologisk fotavtrykk,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.fn.no/Statistikk/OEkologisk-fotavtrykk>, Hentet: 30. April 2019.
- [46] VA-norm.no, «4.4 Trasévalg,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-norm.no/dokument/4-grofter-og-ledn-utforelse/4-4-beliggenhettrasevalg/?source=168&override=1&real=2207&l=nn>, Hentet: 29. April 2019.
- [47] Olimb, «ABC Gravefri fremtid,» 2015. [Online]. Tilgjengelig: https://olimb.no/wp-content/uploads/2016/05/Bestillerhandbok_desember_v2_2015.pdf, Hentet: 05. Mai 2019.
- [48] VAnytt, «Å grave eller ikke grave det er spørsmålet,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.vanytt.no/2018/01/10/a-grave-eller-ikke-grave-det-er-sporsmalet-2/>, Hentet: 14. Mars 2019.
- [49] SSTT Scandinavian Society for Trenchless Technology, «Årskonferansen for Driftsassistanse VA,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.nfk.no/f/p34/i21b67e39-c895-43e3-a273-9fd7c666656c/sstt.pdf>, Hentet: 14. Mars 2019.
- [50] Båsum Boring AS, «Utblokking,», T. Bottolf, Red., 2019. Tilgjengelig: <https://basum.no/?ansatte=terje-bottolf>
- [51] VA-norm.no, «Meland Kommunes VA-norm,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://va-norm.no/meland/>, Hentet: 05. Mai 2019.
- [52] VA-norm.no, «4 Grøfter og ledningsutføring,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-norm.no/dokument/4-grofter-og-ledn-utforelse/4-0-generelle-bestemmelser/?source=168&override=1&real=16156&l=nn>, Hentet: 03. Mai 2019.
- [53] Byggforsk, «Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: https://www.byggforsk.no/dokument/204/klimadata_for_termisk_dimensjonering_og_frost_sikring, Hentet: 28. April 2018.
- [54] opd.no., «Vann- og trykkavløp,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://opd.no/onshore/>, Hentet: 07. Mai 2019.
- [55] Miljødirektoratet, «Klima i Norge 2100,» 2017. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.miljostatus.no/tema/klima/klimainorge/klimainorge-2100/>
- [56] VA/Miljøblad nr. 5, «Grøfteutførelse fleksible rør,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-blad.no/grofteutforelse-fleksible-ror/#toc6>, Hentet: 05. Mai 2019.
- [57] R. Daler, «På tide med kvalitet også i grøfta,» 2018.

- [58] A. Fegerhaug. (2018) Omfyllingsmasser i ledningsgrøftene. *Vannspeilet nr. 4*. Tilgjengelig: https://issuu.com/norsk_vann/docs/vannspeilet_4-2018, Hentet: 11. Mai 2019.
- [59] VA/Miljøblad nr. 5, «4.10 Gjenfyllings over ledningssonen,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: http://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2016/09/Blad-5_19.09.16.pdf, Hentet: 07. Mai 2019.
- [60] VA/Miljøblad nr. 30, «Valg av rørmateriale,» 2011. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-blad.no/kapittel-30/>, Hentet: 05. Mai 2019.
- [61] Norsk Vann ved Emma Marie Skjærstad, «Ledningsnett,» 2013. [Online]. Tilgjengelig: <https://norskvann.no/index.php/vann/ledningsnett>, Hentet: 24. April 2019.
- [62] Pipelife, «Rørhåndboka,» 2007. [Online]. Tilgjengelig: http://www.initio.no/filer/pipelife/Dokumenter/Rorhand_alle_KAP.pdf, Hentet: 04. Mai 2019.
- [63] VA-norm.no, «5.1 Val av røymateriell,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-norm.no/dokument/5-transportssystem-vannforsyning/5-1-valg-av-ledningsmateriale/?source=168&override=1&real=2211&l=nn>, Hentet: 04. Mai 2019.
- [64] VA-norm.no, «6.1 Val av ledningsmateriale,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-norm.no/dokument/6-transportssystem-spillvann/6-1-valg-av-ledningsmateriale/?source=168&override=1&real=2253&l=nn>, Hentet: 05. Mai 2019.
- [65] PVC Forum Norge, «PVC i det norske samfunnet,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://felles.trd.atea.no/pipelife/Diverse/PVC%20i%20det%20norske%20samfunnet.pdf>, Hentet: 30. april 2019.
- [66] Basal, «Prefabrikerte kummer sskal være en trygg arbeidsplass,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.basal.no/download.cfm?f=1084>, Hentet: 29. Mars 2019.
- [67] Klimatilpasning.no, «Vann og Avløp,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.klimatilpasning.no/sektorer/vann-og-avlop/>, Hentet: 29 Mars 2019.
- [68] Vista Analyse AS, «Samfunnsøkonomiske konsekvenser av klimaendringer i Norge,» 2010. [Online]. Tilgjengelig: https://www.vista-analyse.no/site/assets/files/5896/va-rapport_2010-01_samfunnsokonomiske_virkninger_av_klimaendringer_i_norge.pdf, Hentet: 01. April 2019.
- [69] VA/Miljøblad nr. 99, «Avløp i spredt bebyggelse, valg av avløpsstrategi,» 2012. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-blad.no/avlop-i-spredt-bebyggelse-valg-av-avlopsstrategi/>, Hentet: 15. Mai 2019.
- [70] Google Maps, «Kart, omkjøring,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.google.com/maps/dir/60.5286756,5.2485508/60.5239672,5.2155646/Grasdal+ungdomshus,+H%C3%A5tuftvegen+143,+5918+Frekhaug/@60.5339509,5.1720618,12.66z/data=!4m10!4m9!1m0!1m0!1m5!1m1!1s0x463d1d8536557731:0x78bc9382db86826d!2m2!1d5.1806685!2d60.5524545!3e0>
- [71] Google Maps, «Kart, vanlig vei,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.google.com/maps/dir/60.5286756,5.2485508/Grasdal+ungdomshus,+H%C3%A5tuftvegen+143,+5918+Frekhaug/@60.540585,5.1962785,14z/data=!3m1!4b1!4m9!4m8!1m>

[0!1m5!1m1!1s0x463d1d8536557731:0x78bc9382db86826d!2m2!1d5.1806685!2d60.5524545!3e0](https://www.ut.no/tur/119926/krossfjellet-fra-moldekleiv/kart#13.43/60.54623/5.19799)

- [72] ut.no, «kart,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://ut.no/tur/119926/krossfjellet-fra-moldekleiv/kart#13.43/60.54623/5.19799>, Hentet: 26. April 2019.
- [73] Kartverket, «NVE Hydrologiske data,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://temakart.nve.no/link/?link=hydrologiskedata>, Hentet: 08. April 2019.
- [74] Statens Vegvesen, «Konsekvensanalyser,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/attachment/704540/binary/1273191.pdf>, Hentet: 01. April 2019.
- [75] Norsk Vann, «A193- Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportssystem,» 2012. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.norsk vann.no/index.php/kompetanse/va-laerebok/12-kompetanse/rapporter/513-ny-rapport-dimensjonering-og-utforming-av-va-transportssystem>, Hentet: 06. Mai 2019.
- [76] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk,» 2017. [Online]. Tilgjengelig: https://www.regjeringen.no/contentassets/20503ddfe0664fac9e2185c1a6c80716/veiledning-til-byggteknisk-forskrift-tek17_01_07_2017.pdf, Hentet: 03. Mai 2019.
- [77] Norsk Vann, «Slokkevannsrapport,» 2016. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.ksbedrift.no/media/3143/2017-slokkevannsrapport-fra-norsk-vann-fra-2016.pdf>, Hentet: 06. Mai 2019.
- [78] VA/Miljøblad nr. 82, «Vatn til brannsløkking,» 2017. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-blad.no/vatn-til-brannsløkking/>, Hentet: 06. Mai 2019.
- [79] Norsk Vann kursportal, «Personekvivalent (Pe),» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <https://kurs.norskvann.no/mod/glossary/view.php>, Hentet: 08. Mai 2019.
- [80] Norsk Vann, «Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportssystem,» 2012. Tilgjengelig, Hentet:
- [81] Pipelife, «PE Trykkrør,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.pipelife.no/no/produkter/vann-og-avlop/pe-trykkror.php>, Hentet: 10. Mai 2019.
- [82] VA/Miljøblad nr. 11, «Kravspesifikasjon for vann- og avløpsrør av PE materiale,» 2016. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-blad.no/kravspesifikasjon-for-ror-av-pe-materiale/>, Hentet: 10. Mai 2019.
- [83] VA/Miljøblad nr. 2, «Renovering av kum,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-blad.no/renovering-av-kum/>, Hentet: 11. Mai 2019.
- [84] NOBI, «Nedstigningskum,» u.å. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.nobi.no/betongprodukter-vann-og-avlop/kummer/basal-briljant/>, Hentet: 11. Mai 2019.

- [85] VA/Miljøblad nr. 100, «Avløp i spredt bebyggelse, valg av løsning,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-blad.no/avlop-i-spredt-bebyggelse-valg-av-losning/>, Hentet: 11. Mai 2019.
- [86] VA/Miljøblad nr. 115, «Beregning av dimensjonerende avløpsmengder,» 2016. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.va-blad.no/beregning-av-dimensjonerende-avlopsmengder/>, Hentet: 11. Mai 2019.
- [87] VA/Miljøblad nr. 5, «4.9 Sidefylling/Beskyttelseslag,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: http://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2016/09/Blad-5_19.09.16.pdf, Hentet: 07. Mai 2019.