

# BACHELOROPPGAVE

Prosjektering av veg og avløp på Haugland

Design of road and sewer in Haugland

**Vegard Thorsen Siglevik**

**Sjur Storevik Moe**

**Andreas Kleppe**

Byggingeniør

Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap/Institutt for byggfag/Bygg

Fredrik Ingmar Boge og Irene Holvik Johnsen

15.05.2019

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.

## Forord

Bacheloroppgaven er den avsluttende oppgaven av en treårig utdanning ved institutt for byggfag, ved Høgskulen på Vestlandet – avdeling Bergen (HVL).

Hovedoppgaven innehar 20 studiepoeng og gruppen er bestående av tre studenter som alle fordyper seg innen prosjekt- og byggeledelse med profil: Miljø, plan og infrastruktur.

Asplan Viak har utarbeidet oppgaven, som omfatter prosjektering av ny gang- og sykkelveg, prosjektering eller forbedring av eksisterende spillvannsledningstrasé, samt flomberegninger av overvann i området. Bacheloroppgaven og dens innhold ble bestemt som følge av gruppens ønsker om en kombinasjon av veg og VA, for å oppnå relevant kunnskap som kan benyttes videre i fremtidige jobbsammenhenger.

Bacheloroppgaven har vært både spennende og lærerik. Ved å jobbe med et reelt prosjekt har prosjektgruppen fått god innsikt i problemstillinger innenfor VA og veg, og forstår at det nødvendigvis ikke er det første alternativet som er det beste.

Gruppen retter en stor takk til veilederne ved Høgskulen på Vestlandet, avdeling Bergen, og veilederne ved Asplan Viak. Fredrik Ingmar Boge og Irene Holvik Johnsen ved HVL har vist stor interesse for oppgaven og har satt av mye tid til veiledninger. Av personer fra Asplan Viak ønsker vi å takke Tom Monstad for oppgaven og muligheten til å skrive for bedriften. En spesielt stor takk rettes til Knut Arne Lindstad, Geir Arild Slettemark og Mikkel Stensås Svanevik, ved Asplan Viak, da de har brukt mye av sin tid til å besvare praktiske og teoretiske spørsmål.

Vi har også vært svært heldige og fått tildelt egne grupperom på kontoret til Asplan Viak gjennom hele bachelorperioden, noe som har vært til stor hjelp for å få en effektiv og god oppgaveprosess.

Bergen, mai 2019



---

Vegard Thorsen Siglevik



---

Sjur Storevik Moe



---

Andreas Kleppe

## Sammendrag

Oppgaven tar for seg prosjektering av gang- og sykkelveg og spillvann, samt beregning av overvann med hensyn til flom i området Haugland på Askøy. Løsninger som prosjekteres skal tilfredsstille retningslinjer og krav i Statens Vegvesen sine håndbøker, samt Askøy kommunes VVA-norm.

Oppgaven inneholder teori, metode, analyse, resultater, drøfting og konklusjon. Det foreligger vedlegg med beregninger og tekniske tegninger for gang- og sykkelveg og spillvann, samt rapport for fremdrift og forprosjekt. Veiledere ved Asplan Viak har utarbeidet datagrunnlag for prosjekteringsområdet, samt gitt informasjon om terrengdata som gruppen har hentet fra internettbaserte verktøy.

Det er utarbeidet konsekvensutredning for vurdering av traseer for videre prosjektering av gang- og sykkelveg. Risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for å forebygge og kartlegge uønskede hendelser.

Reguleringsplan for området er hensyntatt, men ikke fulgt til punkt og prikke, da prosjektgruppen så at det førte til større terrenginngrep og økonomiske ulemper. Reguleringsplanen kan likevel utføres da prosjekteringsarbeidet gruppen har utført tilrettelegger for dette.

Spillvannsledningene i området ligger dels i jordbruksområde og dels i kommunal veg. Der det er mulig vil graverfrie metoder benyttes for utskiftning av ledninger. Der dette ikke er tilstrekkelig vil konvensjonell graving benyttes for utskiftning.

Prosjektering av gang- og sykkelveg har ført til mye prøving, feiling og endringer som følge av prosjektområdets karakter og terrengformasjon. Terrenget byr på store skjæringer og fjell i dagen. Løsningene skal tilfredsstille behov lokalt på Haugland, der det viktigste målpunktet er Haugland skole. Gang- og sykkelvegen tilpasser seg de eksisterende adkomstvegene og bebyggelse i området. Avvik som fremkommer behandles etter hvilket verb som benyttes for kravet.

## Abstract

This thesis deals with the design of pedestrian- and bike path and wastewater, calculation of surface water with regards to flood in the area around Haugland on Askøy. The solutions being designed should satisfy the guidelines and requirements in the handbooks of Statens Vegvesen, and Askøy municipality's VVA-standard.

The thesis contains theory, method, analysis, discussion and a conclusion. There are enclosures with calculations and technical drawings for the pedestrian- and bike path and wastewater, as well as reports for progress and pre-project. Our supervisors at Asplan Viak have prepared the data basis for the project area, as well as provided us information of terrain data that the group has obtained from Internet-based tools.

An impact assessment has been prepared for the evaluation of routes for further design of the pedestrian- and bike path. Risk and vulnerability analysis are carried out to prevent and map unwanted incidents.

Zoning plan for the area is taken into account, but has not been adhered to, as the group saw that it leads to greater terrain and economic disadvantages. The zoning plan can nevertheless be carried out, because the project work the group has carried out facilitates this.

The sewer pipes in the area lie partly in agricultural areas and partly in municipal roads. Wherever possible, No Dig methods will be used to replace pipes. Where this is not sufficient, conventional digging will be used for the replacements.

Design of pedestrian- and bike paths has led to a lot of trying, failing and changes as a result of the project area's character and terrain formation. The terrain offers great mountain cuts and visible mountains. The solutions will satisfy the local needs at Haugland, where the most important target is Haugland primary school. The pedestrian- and bike path adapts to the already existing access roads and buildings in the area. Deviations that arises are treated according to which verb is being used for the requirements.

## Terminologi

### Begreper

Svanker: Betegner en flates avvik fra planhet, det vil si inn-/utbuling eller fordypning

Resipient: Vannforekomst som mottar avløpsvann, rensset eller urensset

Fremmedvann: Overvann som trenger seg inn i avløpsrør

Fellessystem: Avløpsvann (overvann og spillvann) i samme ledning

Separat system: Avløpsvann (overvann og spillvann) separert

Returperiode: Gjentakintervall – hvor ofte en forventer at en bestemt hendelse skal inntreffe

Kulminasjonsverdi: Den høyeste faktiske verdien av en flomhendelse

Middelflom: Er gjennomsnittet av den største vannføringen hvert år eller hver sesong

Vegkropp: Vegens elementer, bestående av vegens overbygning og underbygning

### Forkortelser

VA: Vann og avløp

TDU: Avdeling for teknisk drift og utbygging

VVA-norm: Norm for veg, vann og avløp

GSV: Gang- og sykkelveg

IVF: Intensitet, varighet, frekvens

KU: Konsekvensutredning

ROS: Risiko- og sårbarhet

FFA: Flomfrekvensanalyse

LNF: Landbruk, natur og friluftsliv

# Innholdsfortegnelse

Forord.....	II
Sammendrag .....	III
Abstract.....	IV
Terminologi.....	V
Begreper .....	V
Forkortelser.....	V
Innholdsfortegnelse.....	VI
1. Innledning .....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Problemstilling.....	1
1.3 Formål .....	2
1.4 Beskrivelse av området.....	2
1.5 Avgrensninger.....	2
1.5.1 Spillvannsledning.....	3
1.5.2 Overvann.....	4
1.5.3 Gang- og sykkelveg .....	4
1.6 Dagens reguleringsplan.....	4
2. Teori.....	5
2.1 Overvann.....	5
2.1.1 Overvann tilknyttet elv.....	5
2.1.2 Flom.....	6
2.1.3 Beregning av nedbør.....	6
2.2 Gang- og sykkelveg .....	9
2.2.1 Håndbøker og normer - dimensjoneringsgrunnlag .....	9
2.2.2 Plassering av ledningsnett i gang- og sykkelveg.....	11
2.3 Spillvann .....	11
2.3.1 Rørutskifting .....	11
2.3.2 Gravefrie metoder .....	12
2.3.3 Graving .....	14
2.3.4 Kostnad rørutskifting .....	14
2.3.5 Ledningsmaterialer.....	15
2.3.6 Beregning av avløpsmengde .....	17
2.3.7 Kummer .....	17
2.3.8 Grøfter.....	18

2.3.9 Selvrens.....	18
2.3.10 Trasé for spillvann .....	19
3. Metode .....	20
3.1 Litteratur og datainnsamling .....	20
3.2 Befaring.....	20
3.3 Samarbeid og gruppemøter .....	21
3.4 Programvare og dataverktøy .....	22
3.5 Analyser .....	22
3.5.1 Risiko- og sårbarhetsanalyse.....	22
3.5.2 Konsekvensutredning.....	23
4. Analyse .....	24
4.1 Analyse av området.....	24
4.2 Konsekvensutredning.....	25
4.2.1 Konsekvensutredning i tilknytning til ny gang-sykkelveg.....	26
4.2.2 Ikke-prissatte konsekvenser .....	27
4.2.3 Prissatte konsekvenser .....	34
4.3 Risiko- og sårbarhetsanalyse.....	34
4.4 Konklusjon av konsekvensutredning .....	39
4.5 Dimensjonering spillvannsledning.....	40
5. Resultater og drøfting .....	47
5.1 Overvann.....	47
5.1.1 Generering av nedbørsfelt.....	47
5.1.2 Intensitet, varighet og frekvens.....	49
5.1.3 Konsentrasjonstid.....	50
5.1.4 Beregning av avrenning .....	50
5.1.5 Sammenligning av beregningsverktøy .....	51
5.2 Gang- og sykkelveg, drøfting.....	52
5.2.1 Delstrekning 1: Fortsettelse av reguleringsplan og kryssing av Lonelva.....	53
5.2.2 Delstrekning 2: Videreføring av GSV til Haugland skole .....	54
5.2.3 Vurdering av traseer.....	56
5.2.4 Tiltak .....	57
5.2.5 Kryssing av Lonelva .....	59
5.3 Gang- og sykkelveg, valgt løsning.....	61
5.3.1 Trasé.....	61
5.3.2 Konsekvenser .....	62
5.3.3 Avvik.....	63

5.3.4	Konstruksjoner .....	64
5.3.5	Rekkverk .....	64
5.3.6	Lengdeprofil for kryss og avkjørsler inn på GSV .....	65
5.3.7	Overbygning .....	66
5.3.8	Grøfter .....	66
5.3.9	Massebalanse og hovedmengder .....	67
5.4	Spillvann .....	68
5.4.1	Ny trasé .....	68
5.4.2	Eksisterende trasé .....	72
6.	Konklusjon .....	75
6.1	Overvann .....	75
6.2	Gang- og sykkelveg .....	75
6.3	Spillvann .....	76
7.	Kilder .....	77
8.	Vedlegg .....	81



## Figurliste

Figur 1: Oversiktsbilde over området (fotografert mot vest), hentet fra Statens Vegvesen [3].	2
Figur 2: Oversikt over området med avgrensning.	3
Figur 3: Trasé for eksisterende spillvansledning.	3
Figur 4: Utklipp fra dagens reguleringsplan over området.	4
Figur 5: Geografisk fordeling av nedbør med 200-års gjentaksintervall.	7
Figur 6: Plassering av gangfelt i gater	11
Figur 7: Oversiktskart over løsmassetyper [2].	14
Figur 8: Norske kommuners valg av rørmateriale til avløpsledninger (spillvann) [23, s.31]	15
Figur 9: Bildet viser nedfart til eksisterende kulvert.	21
Figur 10: Bildet viser innslag for rørboring	21
Figur 11: Elveleiet til Lonelva, fra Krabbetjørna til utløp i sjø ved Hauglandshella.	24
Figur 12: Elveleiet til Lonelva under bro for Fv. 562	25
Figur 13: Trasé 1, A og B.	27
Figur 14: Elveleiet til Lonelva, tatt på befarings	28
Figur 15: Oversikt over arts mangfold, utklipp fra Naturbasekart.	29
Figur 16: Friluftslivsområder fra Naturbasekart	30
Figur 17: Kart over markslag [34].	31
Figur 18: Jordbruksområde øst for fv.562	31
Figur 19: Jordbruksområdet mot Lonelva.	31
Figur 20: Gang- og sykkelveg ovenfor kulvert.	32
Figur 21: Veg som benyttes både som adkomstveg og gang- og sykkelveg for myke trafikanter.	33
Figur 22: Viser felt 1 og 2	42
Figur 23: Befolkningsprognose for Haugland og Tveit (vedlegg 4, fil nr. 5)	42
Figur 24: Helning mellom kummer på eksisterende ledningsnett som skal utbedres	43
Figur 25: Formel for beregning av kapasitet i ledning.[38]	44
Figur 26: Brettings formel for delfylte rør [38]	44
Figur 27: Formel for maks skjærspenning [38]	45
Figur 28: Korreksjonsfaktorer som funksjon av fyllingsgrad [38]	46
Figur 29: Overvannsberegning av Lonelva (A) og Haukåselva (B).	47
Figur 30: Nedbørsfelt for Lonelva	48
Figur 31: Nedbørsfelt for Haukåselva [33]	48
Figur 32: IVF-kurve for Haugland – Lonelva [40].	49
Figur 33: IVF-kurve for Åsane – Haukåselva [40]	49
Figur 34: Oversiktskart over Haugland. Eksisterende reguleringsplan tilrettelegger for GSV fra Fjellheim.	53
Figur 35: Delstrekning 1: Traseer som krysser Lonelva	54
Figur 36: Delstrekke 2: videreføring av GSV fra trasé 1 og 2	55
Figur 37: Stenging av avkjørsel, der rødt kryss markerer stenging av avkjørsel.	58
Figur 38: Koblingsveg som erstatter adkomstveg.	58
Figur 39: BASAL vingemur hentet fra produktkatalogen til BASAL [1]	60
Figur 40: Bilde fra befarings viser Lonelva ved middelvannstand	60
Figur 41: Punkthøyde mellom elvebredde og brokar viser at brokarene ligger i tilstrekkelig høyde og distanse fra elven.	61
Figur 42: Gang- og sykkelveg, trasé 1 og A	61

Figur 43: Normalprofil for trasé A, profil 160 .....	62
Figur 44: Tverrprofil i avkjørsel til adkomstveg.....	65
Figur 45: Tverrprofil av trasé A for profil 275. ....	66
Figur 46: Overbygning for gang- og sykkelveg, tegnet i AutoCAD .....	66
Figur 47: Sammendrag fra masserapport til trasé 1 .....	67
Figur 48: Sammendrag fra masserapporten til trasé A.....	67
Figur 49: Ny spillvannstrasé i forhold til eksisterende som utgår.....	69
Figur 50: Spillvannstrasé i GSV og adkomstveg (i reguleringsplan) .....	70
Figur 51: Omkobling av kommunal ledning og stikkledninger.....	71
Figur 52: Viser nytt påkoblingspunkt øst for Lonelva. ....	72
Figur 53: Eksisterende spillvannsledning, fra startpunkt A til slutt punkt B.....	72
Figur 54: Rekkverksbehov, trasé 1, høyre side. S_høgre og S_venstre viser sikkerhetssone for henholdsvis høyre og venstre side.....	86
Figur 55: Rekkverksbehov, trasé 1, venstre side. S_venstre viser sikkerhetssone for venstre side. ....	86
Figur 56: Rekkverksbehov grunnet for stor helning 200-250 .....	87
Figur 57: Rekkverksbehov grunnet for stor helning 135-165 .....	87

## Tabelliste

Tabell 1: Flytskjema for arbeidsprosess.....	1
Tabell 2: Avrenningsfaktor for ulike overflatetyper [8, s.39].....	8
Tabell 3: Maksimal stigning for GSV (tabell D.9 N100 [13, s.66]) .....	9
Tabell 4: Gravekostnader per løpemeter [22] .....	14
Tabell 5: Ulike rørtyper og deres kvaliteter [17, 23].....	17
Tabell 6: Flytskjema for konsekvensutredning .....	23
Tabell 7: Viser estimert trafikkvekst og tungtrafikkandel for området Juvik og Haugland .....	25
Tabell 8: Konsekvensutredning for GSV.....	26
Tabell 9: Konsekvenser for kulturminner og kulturmiljø .....	29
Tabell 10: Konsekvenser for naturmangfold.....	30
Tabell 11: Konsekvens for friluftsliv .....	30
Tabell 12: Konsekvens for landskap og landbruk.....	32
Tabell 13: Konsekvens med hensyn til transportbehov.....	32
Tabell 14: Konsekvens med hensyn til stigning for universell utforming .....	33
Tabell 15: Konsekvens med hensyn til trafikkikkerhet.....	33
Tabell 16: Kostnader for trasé 1 og A, samt trasé 1 og B. Lav og høy viser total kostnad med +/- 20 % usikkerhet. ....	34
Tabell 17: Hendelser beskrevet i ROS-analysen.....	34
Tabell 18: Konsekvens og sannsynlighet for hver hendelse, kombinert med mulig utfall av hendelsen .....	35
Tabell 19: Hendelse for flom og økt nedbør .....	35
Tabell 20: Hendelse for steinsprang og jordskred .....	36
Tabell 21: Hendelse for snø- og isras .....	36
Tabell 22: Hendelse for forurensing av vannforsyning .....	36
Tabell 23: Hendelse for forurensing av elv .....	37
Tabell 24: Hendelse for akutt forurensing .....	37
Tabell 25: Hendelse for høyspentlinje .....	37
Tabell 26: Hendelse for bro.....	38
Tabell 27: Hendelse for trafikkfare .....	38
Tabell 28: Hendelse for ulykke i av- og påkjørsler .....	38
Tabell 29: Hendelse for ulykke med gående eller syklende.....	38
Tabell 30: Vurdering av trasé A og B.....	39
Tabell 31: Verdier for beregning av spillvannsmengde .....	40
Tabell 32: Døgnfaktor og timefaktor [28] .....	41
Tabell 33: Utregning av dimensjonerende spillvannsmengde for dagens situasjon (vedlegg 4, fil nr. 5) .....	41
Tabell 34: Excel regneark for kapasitetsberegning og kontroll av selvrens. Viser også verdier i delfyllingskurve ved ulike inndata (vedlegg 4. fil nr. 5). ....	45
Tabell 35: Beregning av selvrens ved 10 promille fall.....	46
Tabell 36: Feltparametere for Lonelva, hentet fra Nevina rapport [39].....	48
Tabell 37: Feltparametere for Haukåselva, hentet fra Nevina rapport [39].....	48
Tabell 38: Parametere for beregning av avrenning ved den rasjonale metode .....	50
Tabell 39: Sammenligning av ulike metoder for beregning av avrenning, hentet fra flomberegningsrapport [41] .....	51

Tabell 40: Inngangsparametere for beregning av kapasitet på ledning. Ruhet er gitt i VA-blad Nr.14 [37] .....	59
Tabell 41: Strømningstverrsnitt for fylt rør med ulik ønsket kapasitet [42] .....	59
Tabell 42: Strømningstverrsnitt for delfylt rør med ulik ønsket kapasitet [42] .....	60
Tabell 43: Bruk av skal, bør og kan. Myndighet til å fravike krav gitt i N100.....	63
Tabell 44: Oversikt over profilnummer det skal anlegges natursteinsmur. ....	64
Tabell 45: Hovedmengder GSV .....	67
Tabell 46: Fall på trasé langs Lonelva, som skal legges om .....	68
Tabell 47: Fremdriftsplan.....	84
Tabell 48: Gjennomsnittlig stigning for trasé A .....	88
Tabell 49: Sammenstilling av prissatte konsekvenser .....	90
Tabell 50: Prissatte konsekvenser alternativ 1 .....	90
Tabell 51: Prissatte konsekvenser alternativ 2 .....	90

# 1. Innledning

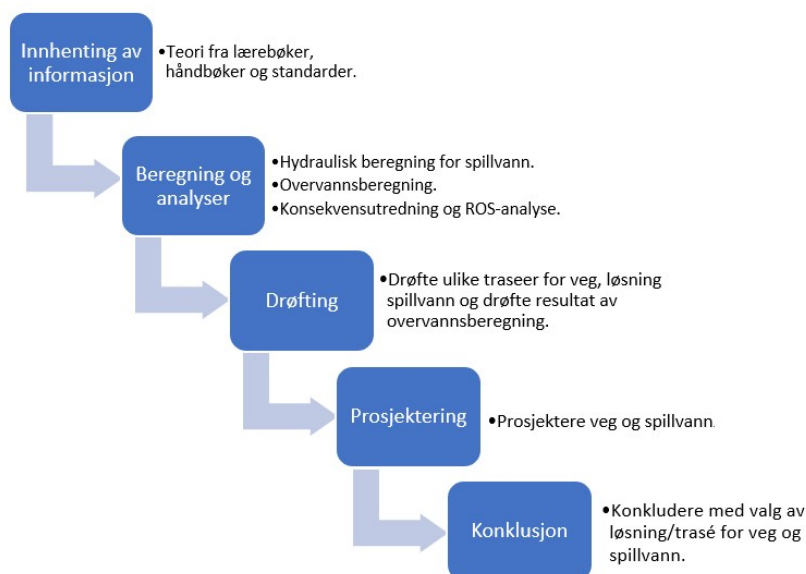
## 1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for prosjektet er at det foreligger kapasitetsproblemer på spillvannsnettet ved Haugland på Askøy. Dette medfører behov for utbedring av eksisterende spillvannsledninger i området. Denne traseen befinner seg i et område som er regulert for utbedring av eksisterende fylkesveg og utarbeiding av ny gang- og sykkelveg (GSV). I henhold til reguleringsplanen er det ikke tatt hensyn til å samkjøre bygging av ny veg opp mot fornying av ledningsnettet. Det er også problemer med flom i området rundt Lonelva. Her forekommer store mengder overvann ved større nedbørshendelser.

## 1.2 Problemstilling

Oppgaven tar for seg utbedring og prosjektering av eksisterende spillvannsledning, samt prosjektering av ny gang- og sykkelveg på Haugland. Under planlegging og prosjektering skal det sees på muligheten for å kombinere disse for å minimere terrenginngrep. Ulike gang- og sykkelvegtraseer settes opp mot hverandre og vurderes ved hjelp av konsekvensutredning. Det utarbeides også en risiko- og sårbarhetsanalyse for å forebygge og kartlegge uønskede hendelser. Overvannsmengder vil bli beregnet i Lonelva for å forebygge eventuelle skader på ny infrastruktur som krysser elven.

Tabell 1 viser arbeidsprosessen som skal følges for å kunne besvare problemstillingen.



Tabell 1: Flytskjema for arbeidsprosessen

### 1.3 Formål

Formålet med prosjektet er å sikre en helhetlig løsning for myke trafikanter i samsvar med eksisterende reguleringsplan, ved fortsettelse av GSV der reguleringsplanen er kuttet. I tillegg skal det utformes en tilfredsstillende løsning for spillvannsnettet i området. Det skal også sikres en god løsning for kryssing av Lonelva med utgangspunkt i beregning av overvann.

### 1.4 Beskrivelse av området

Området ligger i Askøy kommune, nord for Bergen. Selve planområdet befinner seg på Haugland, som er lokalisert på vestsiden av øyen.

Terrenget i området er dels ujevnt med bratte skrenter og fjell i dagen. Området består også av daltrekk med naturlige

bekkeløp i bunn. Det er preget av både naturlandskap, landskap med opparbeidet areal, samt jordbruksområder som driftes i dag [4, s.16].

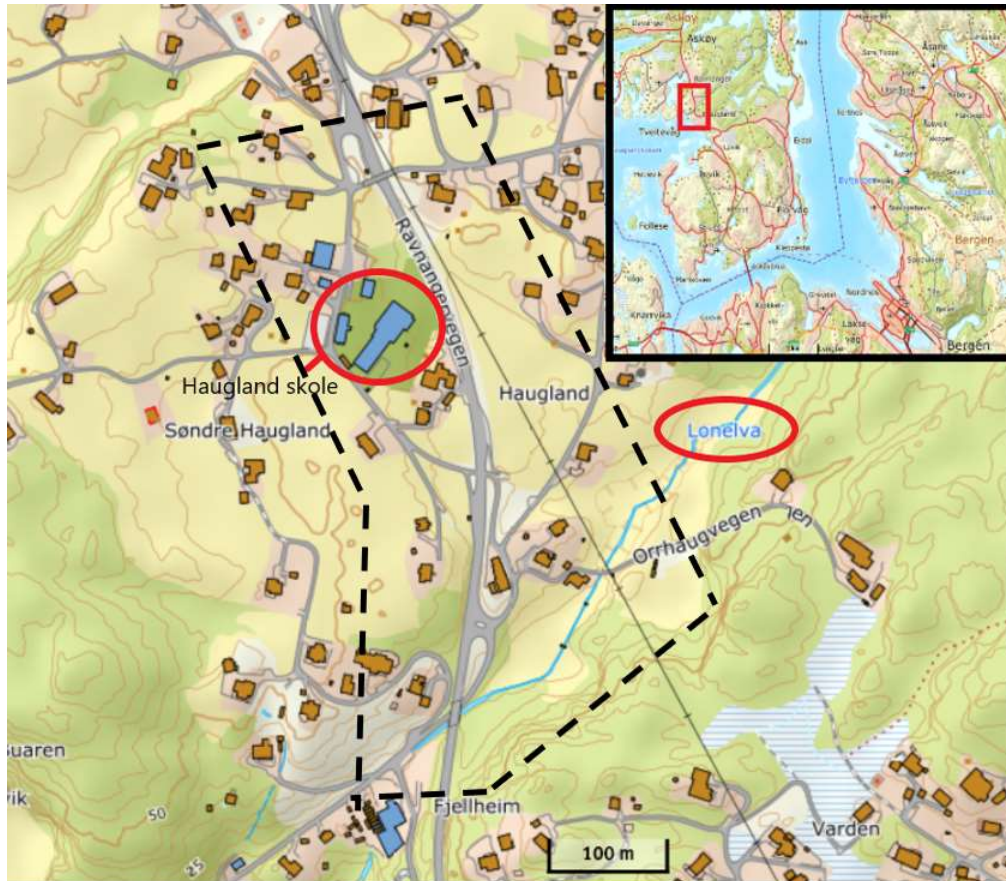
Vegen vist i figur 1 er fylkesveg 562 (fv. 562). Denne strekker seg gjennom hele prosjekteringsområdet. Det naturlige målpunktet på Haugland er Haugland skole, som ligger like utenfor høyre bildekant i figur 1.



Figur 1: Oversiktsbilde over området (fotografert mot vest), hentet fra Statens Vegvesen [3].

### 1.5 Avgrensninger

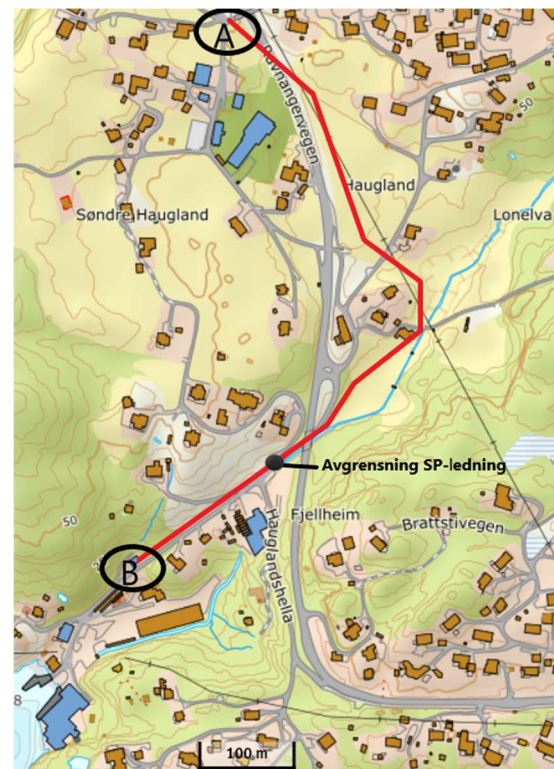
Avgrensningen for området er innenfor sort stiplet linje i figur 2, fra Fjellheim i sør til bro over fv. 562 nord for Haugland skole. Videre avgrensning for hver del av oppgaven er beskrevet under.



Figur 2: Oversikt over området med avgrensning.

### 1.5.1 Spillvannsledning

Spillvannsnettet består i dag av en pumpeledning som transporterer spillvann fra områdene Tveit, Ravnanger og Haugland. Pumpeledningen går over til selvfall i punkt A på figur 3, som er øvre avgrensning for spillvannsledningen. Deretter krysser den fylkesvegen og følger denne sørover mot Lonelva. Hovedledningen beveger seg langs elva et strekke før den krysser under fylkesvegen mot Hauglandshella kloakkrenseanlegg i punkt B. Nedre avgrensning for spillvannsledningen vises i figur 3.



Figur 3: Trasé for eksisterende spillvannsledning



### 1.5.2 Overvann

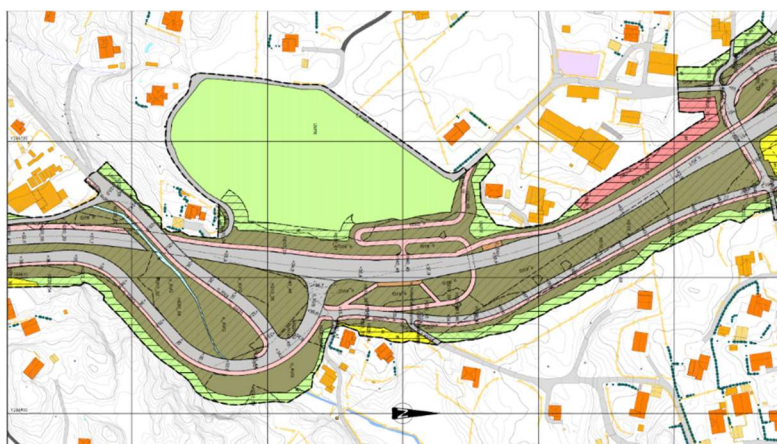
Overvannsberegningene avgrenses av nedbørsfeltet til Lonelva med nedre tilrenningspunkt under bro for fv. 562. Lonelva renner gjennom deler av nedbørsfeltet før den renner ut i sjøen. Området nedstrøms for fylkesvegen er utenfor prosjekteringsområdet.

### 1.5.3 Gang- og sykkelveg

Profil 0 for GSVen starter der reguleringsplanen blir kuttet ved Fjellheim. GSVen skal starte på østsiden av fv. 562 og ender opp ved Haugland skole, som er målpunktet for GSVen. Avgrensning er innenfor det sorte stiplede området i figur 1.

## 1.6 Dagens reguleringsplan

Dagens reguleringsplan tar for seg utbedring av eksisterende fylkesveg med tilhørende GSV mellom Juvik og Ravnanger. Formålet med planen er å bedre trafikkavviklingen og øke trafiksikkerheten. Trafiksikkerheten blir økt ved å anlegge langsgående GSV for myke trafikanter [4, s.8].



Figur 4: Utklipp fra dagens reguleringsplan over området

I reguleringsplanen ble vedtakene satt på vent for utbygging av ny fylkesveg, samt tilhørende gang- og adkomstnett i området. Reguleringsplanen henviser til en kutt-liste for delstrekket gjennom avgrensingsområdet til oppgaven. Denne beskriver tiltak og løsninger ut fra eksisterende situasjon. Dette er en økonomisk plan der gangforbindelser langs regulerte sideveger utnyttes, som på et senere tidspunkt kan utbygges med separat GSV-trasé.



## 2. Teori

I prosjekteringsområdet gjelder Statens Vegvesen (SVV) sine håndbøker, samt VVA-norm for Askøy kommune. Her gjelder krav til utbygging slik at planer, rutiner, samt drift og vedlikehold ivaretar målsetninger beskrevet i håndbøker og VVA-normen.

Kravspesifikasjoner for VVA-anleggene stilles ovenfor rådgivere, entreprenører og utbyggere. Håndbøker og normen gjelder ved planlegging, prosjektering og utbygging av nye VVA-anlegg. VVA-normen skal sikre effektiv og ryddig behandling i utbyggingsprosjekter [5, s.5].

### 2.1 Overvann

Avløpsvann er en fellesbetegnelse for vann som ledes vekk gjennom avløpsledninger. Ledningene er rør som ligger under terrengnivå. Avløpsvann skilles mellom overvann og spillvann [6]. Ledningsnettene kan være av separatsystem eller fellessystem. Separatsystem betyr at overvann strømmer i en egen ledning mens spillvannet går i en annen ledning. Fellessystem vil si at overvann og spillvann transporteres i samme ledning [7].

Overvann er vann som oppstår som følge av snøsmelting eller nedbør. Dette renner fra tak, steder lokalt og på veier. Lekkasje fra vannrør, samt grunnvann trenger inn i avløpsrørene og fører til økt avløpsmengde. Ledningsnettene må kunne ta unna dette fremmedvannet slik at kjellere, gater og annen infrastruktur ikke oversvømmes. Et kjent problem er at tilnærmet rent overvann også transporteres i avløpsrør og renses. Dette fører til overbelastning på rensenanlegg dersom det er fellessystem. Derfor er det ønskelig at avløpsvann transporteres i separate rør for å unngå overbelastning på rensenanlegget. Overvannet kan dermed ledes rett ut i resipient [6].

#### 2.1.1 Overvann tilknyttet elv

I dag er det et økende problem med store mengder overvann, grunnet mer ekstremnedbør og mer nedbør generelt. Dette fører til at det kan oppstå flom og oversvømmelser som kan medføre skade på infrastruktur og andre konstruksjoner.

På grunnlag av dette er det viktig å finne gode løsninger som kan forhindre eller redusere skadene overvannet forårsaker. For å kunne finne passende løsninger er en avhengig av å

finne hvor mye nedbør som kan oppstå i den perioden det skal dimensjoneres for. Videre er det nødvendig å se på hvor stor avrenning denne nedbøren legger grunnlag for. For å finne den nedbøren som fører til størst avrenning er det nødvendig å se på følgende faktorer [8, s.16].

- Intensitet: Er et mål for hvor mye nedbør som falt i løpet av et gitt tidsrom ( $l/s \cdot ha$ , mm/år osv)
- Varighet: Er tidsrommet nedbøren faller med en bestemt intensitet
- Frekvens: Er hvor ofte nedbør med en bestemt intensitet og varighet forekommer.

Denne informasjonen plottes vanligvis inn i en IVF-kurve på grunnlag av målinger som er gjort i området. Bruk av IVF vises i kapittel 5.1.2.

### 2.1.2 Flom

Flom kan betegnes som stor vannføring i en elv, men i praksis regnes det ofte som den vannmengden som går over elvens opprinnelige bredder [9]. I henhold til Norges vassdrag- og energidirektorat må det tas høyde for en økning for flomvannføringen i små vassdrag på minst 20 % de neste 50-100 årene [9]. Med tanke på dette blir det enda viktigere å sikre konstruksjoner i nærheten av vassdrag for fremtidig økning i vannføring.

Der elver går i kulvert eller under bro bør det dimensjoneres for tilstrekkelig tverrsnitt for å forhindre skader ved flom. Andre konstruksjoner som ligger innenfor flomområdet bør sikres eller flyttes. Nye konstruksjoner/installasjoner bør heller ikke oppføres i disse områdene hvis dette kan føre til fare eller vesentlig ulempe, jf. Pbl. §28-1 [10].

### 2.1.3 Beregning av nedbør

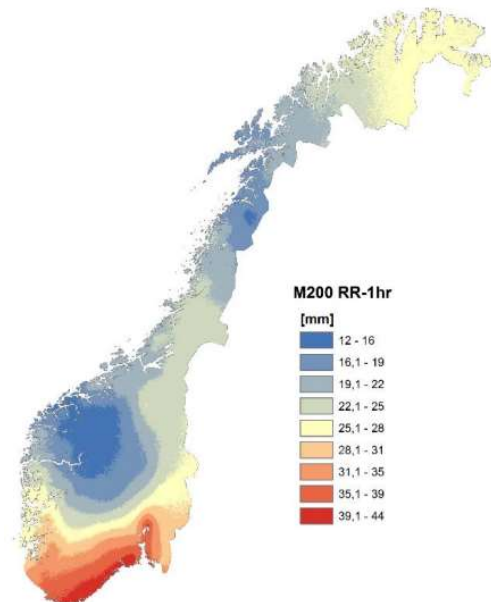
Ledningsnettet må planlegges og dimensjoneres for fremtidens klima. For å kunne dimensjonere ledninger riktig, tas det utgangspunkt i målinger som omhandler intensitet, varighet og frekvens – IVF. Her legges det til grunn oppdaterte data for å kunne beregne fremtidig nedbør. Datagrunnlaget sier noe om nedbørsintensiteten som kan forventes for ulike varigheter og returperioder. Dersom grunnlaget er mangelfullt, gjøres det beregninger ut fra sannsynlige hendelser og tilgjengelige data for det aktuelle området [7].

Gjentaksintervall er det antall år som gjennomsnittlig (over en uendelig lang periode) går mellom hver gang en like stor eller større flom inntreffer [11]. Sannsynlighet for flom og gjentaksintervall er omvendte størrelser. Det er derfor liten sannsynlighet for at en flom med høyt gjentaksintervall skal forekomme.

### 200-års flom

Det er  $1/200 = 0,5\%$  sannsynlighet hvert år for at en 200-årsflom skal forekomme. På samme måte er det  $1/100 = 1\%$  sannsynlighet hvert år for at en 100-årsflom skal forekomme. Dersom en 100-årsflom derimot skulle opptre et år, vil det være 1% sjanse for at det hender året deretter, 40% sannsynlighet for at det skjer i løpet av de neste 50 år, og 63% sjanse for at det skjer de neste 100 år [11].

200-års hendelser er forskjellig for ulike geografiske områder. En 200-års flom kan være annerledes når det gjelder nedbør, intensitet og varighet. Dette varierer gjennom hele landet, som kartet viser i figur 5 «Geografisk fordeling av 1-timers nedbør med 200-års returperiode» [8].



Figur 5: Geografisk fordeling av nedbør med 200-års gjentaksintervall

### Flomanalyse

Oftest beregnes flommer ut fra et tenkelig scenario og ikke sikre kilder, da store flommer sjelden observeres. For å kunne sikre et godt datagrunnlag bør det foreligge data fra halvparten av flommens gjentaksintervall [11, s.11]. For en 200-årsflom vil dette bety et 100 år stort datagrunnlag.

### Konsentrasjonstid

Konsentrasjonstiden til et felt er tiden det tar for vannet å renne fra ytterkant felt til utløpspunktet. Tiden sier noe spesifikt om feltet, og hvilken avrenning nedbøren forårsaker. Tiden estimeres ut fra lokale forhold og størrelse på feltet [8, s.25]. Her benyttes formelen for konsentrasjonstid fra SVV [8, s.25]:

$$T_c = 0,6 * L * H^{-0,5} + 3000 * A_{SE} \quad [\text{minutter}] \text{ for naturlige felt (skogsområder – ikke utbygde felt)}$$

- L: Feltlengde [m]
- H: Høydedifferanse i feltet [m]
- $A_{SE}$ : Effektiv innsjøprosent [%]

### Rasjonale formel

Formelen benyttes som regel til enkle overslag for dimensjonering i små nedbørsfelt og baseres på sammenhengen mellom nedbør og avrenning. Formelen er ikke anbefalt på felt større enn 2-5 km<sup>2</sup> [8, s.38].

Avrenning  $Q$ [m<sup>3</sup>/s] er gitt ved:

$$Q = C * i * A * F_k * F_u$$

- C: Avrenningsfaktor [dimensjonsløs]
- i: Dimensjonerende nedbørsintensitet fra IVF-kurver [l/s\*ha]
- A: feltareal [ha], (1 km<sup>2</sup> = 100 ha = 1000 000 m<sup>2</sup>)
- $F_k$ : Faktor for klimaforhold i området [dimensjonsløs]
- $F_u$ : Faktor for beregningsusikkerhet [dimensjonsløs]

Overflatetype	Avrenningsfaktor, C
Betong, asfalt, bart fjell, frosset mark	0,6 – 0,9
Grusveger	0,3 – 0,7
Dyrket mark og parkområder	0,2 – 0,4
Skogsområder	0,2 – 0,5

Tabell 2: Avrenningsfaktor for ulike overflatetyper [8, s.39]

C-verdien i tabell 2 beskriver den totale mengden av nedbør som renner bort fra området som overflatevann. Denne er avhengig av overflatetyper, vist i tabell 2. Ved større gjentaksintervall vil vegetasjonen raskere bli mettet som følge av de store vannmengdene. Grunnet raskere metning vil en tilleggsverdi adderes på avrenningsfaktoren i beregningen.

### Metoder for overvannsberegning

*Flomfrekvensanalyse (FFA)* baserer seg på observerte data fra enkeltstasjoner, beregnede dataserier eller tilsigsserier ut fra tenkt nedbørsituasjon. Flomfrekvensfordelingen bestemmes ved observasjon av en eller flere flomserier. Sannsynligheten estimeres for flommer større enn de som er observert. Analysen gjøres ofte på større flomhendelser [8, s.32].

*Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt* beregner middelflom og vannføringer med høye returperioder på kulminasjonsverdier for uregulerte nedbørsfelt mindre enn 50 km<sup>2</sup>. Det er de høyeste nedbørsverdiene som dokumenteres. Her beskrives formelverket ved ligninger som

tar for seg middelflom ( $Q_M$ ) og dens vekstkurve ( $Q_T/Q_M$ ) som viser forholdet mellom middelflom og flom med et tilfeldig gjentaksintervall ( $T$ ) [8, s.34].

## 2.2 Gang- og sykkelveg

### 2.2.1 Håndbøker og normer - dimensjoneringsgrunnlag

#### **Støttekonstruksjoner**

Støttekonstruksjoner som kan benyttes for vegen er armert jord, murer av naturstein, betong og gabioner (murer av steinkurver) [12, s.250-251]. Støttekonstruksjoner skal utformes med estetisk god kvalitet, og bør bidra positivt til kulturhistoriske og landskapsmessige verdier på stedet [12, s.251].

I VVA-normen til Askøy kommune gjelder følgende [5, s.15]; Dersom det skal bygges støttemur, skal det normalt benyttes naturstein. Plasstøpte murer eller betongelementer kan benyttes ved godkjenning av avdeling for teknisk drift og utbygging (TDU). Helningen på støttemur skal være maks 5:1.

#### **Geometrikrav**

##### *Bredde*

I eksisterende reguleringsplan er bredden på GSV 3,5 meter inklusiv skulder på 0,25 meter [4, s.30]. Bredde på 3 meter vegflate gir mulighet for fremkommelighet for driftskjøretøy på vinter (brøyting) og sommer (drift og vedlikehold).

##### *Stigning*

GSVen bør ha minst mulig stigning med hensyn til brukere med nedsatt funksjonsevne. På strekninger over 100 meter bør ikke stigningen være større enn 5 %. Ved kortere strekninger kan det tillates å ha opptil 8 % stigning (3 meter) [13, E.2.2].

**Tabell D.9: Maksimal stigning for gang- og/eller sykkelveg**

Stigningens lengde (m)	I sentrumsområder	Utenfor sentrumsområder
< 3 m	8 %	8 %
3-35 m	5 %	8 %
35-100 m	5 %	7 %
> 100 m	5 %	5 %

Tabell 3: Maksimal stigning for GSV (tabell D.9 N100 [13, s.66])

Det bør tilstrebes så liten stigning som mulig i naturområder og andre områder utenfor tettsteder. Dersom naturgitte eller andre forhold tilsier at det ikke er mulig å opprettholde krav til stigning, bør det vurderes tiltak som hvilemuligheter langs GSVen [14, kap 5.1].

### *Tverrfall og resulterende fall*

Tverrfall bør være på maksimalt 2 %, for at rullestoler ikke skal dreie [14, kap 5.1], og minste resulterende fall på 2 %, [15, s.32].

### *Horisontal- og vertikalkurvatur*

Minste vertikalkurveradius bør være 50 meter og minste horisontalkurveradius bør være 40 meter [13, s.66].

### **Belysning**

«Veg- og gatebelysning etableres primært for å redusere ulykkesrisikoen i mørke» [13, s.79].

Blant de følgende punktene som skal belyses for å redusere ulykkesrisikoen i mørke er gangfelt, underganger og kryssende gang- og/eller sykkelveger nevnt. Veger som bør belyses er gang- og/eller sykkelveger som ikke følger hovedvegen [13, s.79].

### **Rekkverk**

Der det kan være forbundet med større fare å falle/sykle utfor GSV enn å sykle på et rekkverk langs GSVen, skal rekkverk for gående og syklende benyttes [16, s.50].

Følgende faremomenter bør sikres med rekkverk dersom de ligger innenfor en avstand av 1,5 meter fra GSVen [16, s.51]:

- Høye og bratte skråninger, brattere enn 1:3 og høyere enn 2 m
- Stup brattere enn 1:1,5 og høyere enn 1 m
- Elver og vann der vanndybden er over 0,5 m ved høyvann
- Bergskjæringer med farlige utstikkende partier
- Andre faremomenter, etter en nærmere vurdering hvor lokale forhold kan tilsi rekkverk

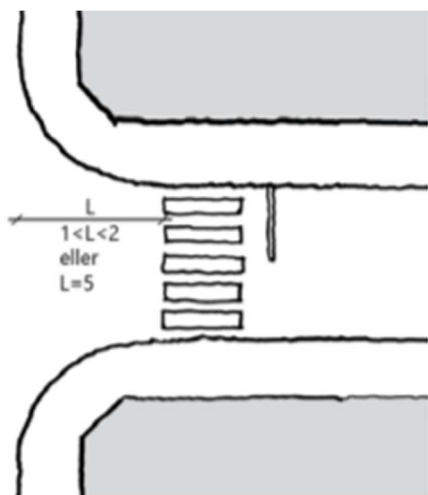
### **Undergang og overgang**

Hovedutfordringen for under- og overganger er knyttet til stigning. Lang opp- og nedramping kan bli nødvendig for å sikre tilfredsstillende stigning. Dette kan generelt være vanskelig å få til grunnet plassproblemer. Et tiltak for å unngå dette problemet er å anlegge trapp og eventuelt legge rampe i en sløyfe [14, kap 7.5].

Krav til fri høyde i undergang er 3,1 meter [13, s.101]. GSVen bør ha samme tverrprofil som resten av GSVen, men avstanden mellom veggene bør være minst 3,5 meter [13, s.66].

## Kryssing mellom veg og GSV

Dersom GSVen krysser kjøreveg, bør gangfelt ligge parallelt 1-2 meter eller 5 meter fra kjørevegen [13, s.70]. Figur 6 viser anbefalt utforming og er hentet fra håndbok N100 [13, s.70].



**Figur D.33: Plassering av gangfelt i gater**

*Figur 6: Plassering av gangfelt i gater*

### 2.2.2 Plassering av ledningsnett i gang- og sykkelveg

Dersom spillvannsledningen legges i traseen til GSV, bør denne legges i fylling eller midt i vegkroppen. Overdekningen må tilpasses ut fra rørtype, dimensjon og krav til normalspenning. Drift og vedlikehold er også sentralt i valg av overdekning. Dersom grøften blir for dyp vil det hindre mulighetene for drift og vedlikehold.

## 2.3 Spillvann

Spillvann defineres som vann som har vært brukt i husholdninger, næringsanlegg og bedrifter. Spillvannet skal sendes til et renseanlegg før det føres ut i resipient. Resipienten kan være sjøer, innsjøer, fjorder, elver eller andre vannkilder som kan motta det rensede avløpsvannet uten at resipienten selv forurenses [6].

### 2.3.1 Rørutskifting

#### Ledningsteknologi og utførelse

Ved rørutskifting av avløpsnett er det flere sentrale punkter som må tas stilling til.

“Avløpsnettets skal transportere spillvann fra husholdninger til renseanlegg uten ulemper for befolkningen...” [17, s.375]. Ulemper kan være forurensende utslipp i sårbare resipienter [17, s.376].

“Et godt ledningsnett skal sikre tilfredsstillende funksjonsevne og lave kostnader til vedlikehold og reparasjoner i et langt perspektiv (over 100 år).” [17, s.376]. God forvaltning av materialer og utførelse sikrer løsninger som fungerer over lang tid. Dagens materialer er av god kvalitet, men er sårbare for uforsiktig håndtering [17, s.376]. Det er nødvendig med god utførelse for å kunne utnytte kvalitetene til materialet i sin helhet.

Materialene har ulike toleranser for feil i utførelse. Det er derfor viktig å benytte riktig material til riktig formål ved å vekte sårbarhet i samspill mellom utførelse og material [17, s.376].

### **Feil i avløpsledninger**

Eksempler på feil i avløpsledninger kan være motfall, innstukket rør, forskjøvet rør eller ikke tette skjøter (røtter). Feilene med størst konsekvenser er opphoping av sedimenter og røtter i avløpsrøret. Dette fører i verste fall til at sedimenter samles i røret og blokkerer vannstrømmen. På steder der dette er tilfelle må rør rengjøres jevnlig, spesielt i tørrværsperioder. Dersom rør ikke blir rengjort kan det oppstå trykksituasjoner som kan bygges opp oppstrøms i flaskehals [17, s.396].

#### 2.3.2 Gravefrie metoder

Gravefrie metoder (NoDig) kan ved fordel benyttes da graving er kostbart. Det kan også være vanskelig å grave eller utføre grunnarbeid i enkelte områder. Forutsetning for å velge metode har med hvilken tilstand det gamle røret er i, samt krav til ønsket resultat [18].

Det velges mellom strukturelle metoder der rør alene kan motstå alle opptredende krefter i levetiden, semi-strukturelle metoder der røret er delvis avhengig av radiell støtte for å kunne motstå alle opptredende krefter i levetiden, eller ikke-strukturelle metoder der røret er helt avhengig av radiell støtte fra røret for å kunne motstå alle opptredende krefter i levetiden [18].



De ulike metodene som kan benyttes er:

#### *Strukturell metode*

- Rørtrykking (nytt rør): Føres inn i jomfruelige løsmasser der nytt medierør etableres direkte, eller innføring av nytt medierør i det eksisterende [18].
- Boring i løsmasser (nytt rør): Føres inn i jomfruelige løsmasser der nytt medierør etableres direkte ved styrt fremføring av stålstreng og direkte inntrekking av nytt rør [18].
- Boring i fjell/kombinasjonsmasser (nytt rør): Et hull bores direkte i massen, eventuelt boring og fortløpende innføring av stålvarerør, før nytt rør deretter føres inn i dette [18].
- Rørinnføring/Relining (nytt rør): Nytt rør føres direkte inn i det gamle røret [18].
- Utblokkning (nytt rør): Gammelt rør blokkes ut med et konisk utblokkerhode av stål, påmontert nytt rør for fortløpende innføring [18].

#### *Semi-strukturell metode*

- Strømperenovering: Det føres inn en fleksibel foring basert på glassfiber eller epoxy impregnert med herdende harpiks i gammelt rør. Dette trykkes og legger seg ut mot eksisterende rørvegg for herding, før røret er klart til bruk [18].
- Tetttilsluttet rør: Det føres inn et foldet eller innsnevret rør i gammelt, som trykkes og legger seg ut mot eksisterende rørvegg [18].

#### *Ikke-strukturell metode*

- Belegg: Det foretas sprøyting i det gamle røret direkte på eksisterende rørvegg. Stoffet som benyttes er et to-komponent stoff som herder på stedet [18].

## Boring i fjell

Metode for boring i fjell er definert ovenfor.

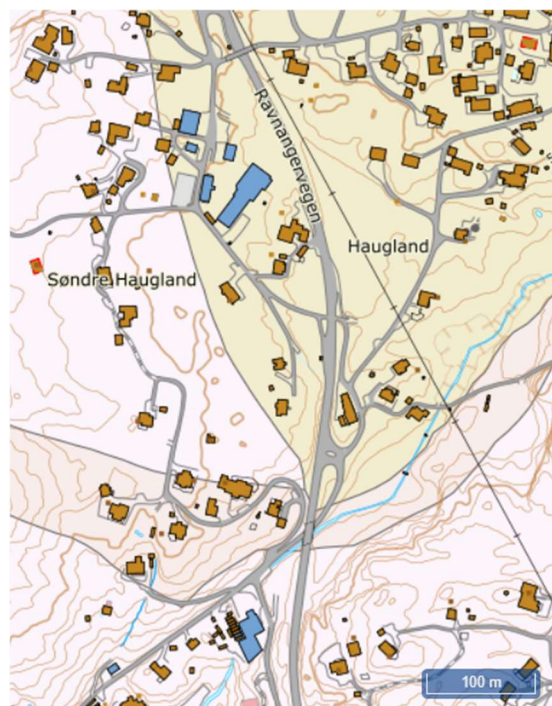
Utførelse ved borstreng påmontert fjellkrone kan borelengden variere fra 10-600 meter.

Ved å benytte seg av “hammerboring”, som er boring i fjell og kombinasjonsmasser, er normalt lengden mellom 10 og 90 meter [19].

Ved boring i fjell er det nødvendig å kjenne til berggrunnen i området. Figur 7 viser beskrivelse av hvilken type berggrunn området innehar.

Området ved Haugland (i gult) består berggrunnen av typen “Amfibolitt, finkornet, stedvis amfibolittisk til tonalittisk gneis” [20].

NGU sitt løsmassekart viser at minst 50 % av arealet består av fjell i dagen. Området har ellers lite eller ingen løsmasser [2].



Figur 7: Oversiktskart over løsmasseyper [2].

### 2.3.3 Graving

Graving kan medføre høye kostnader og ulemper. Dersom utskiftning av rør benyttes i samarbeid med bygging av ny GSV, kan det derimot være gunstig å benytte seg av konvensjonell graving [18]. Graving vanskeliggjøres dersom det er bløte masser. Massene vil da sige ned og vike fra hvordan egenskapene er ved tørr tilstand. Gravearbeidet utføres etter retningslinjer i VA-blad nr. 5 [21].

### 2.3.4 Kostnad rørutskiftning

Tabell 4 viser kostnad på NoDig-metoder sammenlignet med konvensjonell graving. Det vil alltid være en usikkerhet i pris, da ulike faktorer spiller inn på totalkostnaden.

Metode	Levetid (år)	Kostnad per løpemeter (kr)
Konvensjonell graving	100+	8-25.000,-
Tetttilsluttende PE-rør	50+	5-7.500,-
Utblokking PE-rør	100	5-7.500,-
Styrt boring PE-rør	100	5-7.500,-
Strømper	50++	3-5.000,-
Belegg	30++	3-4.000,-

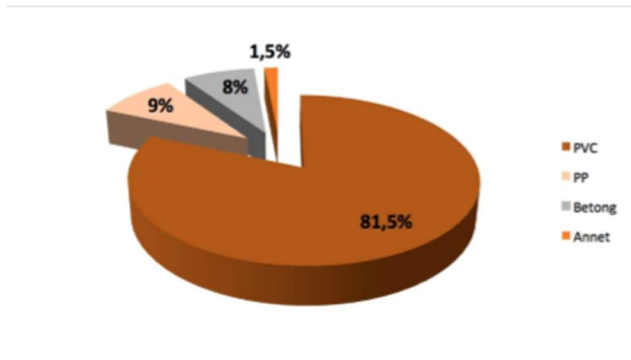
Tabell 4: Gravekostnader per løpemeter [22]

### 2.3.5 Ledningsmaterialer

I dag brukes det forskjellige ledningsmaterialer innenfor VA. Hvilke materialer som velges er avhengig av hva som er hensiktsmessig å bruke i et gitt prosjekt. Ledningsmaterialet kan velges ut fra tekniske egenskaper, kvalitet, pris og hydrauliske egenskaper [1]. Det må også sees på hvilke egenskaper røret har med hensyn til anlegg og drift.

Som avløpsrør brukes oftest betong, PP og PVC [23, s.31]. Figur 8 viser at PVC brukes mest av disse. PE er ikke tatt med i denne statistikken, men brukes ofte i trykkavløp [17, s.338].

Det har blitt opplyst om at Askøy kommune foretrekker betong som selvføllsledninger til avløp.



Figur 8: Norske kommuners valg av rørmateriale til avløpsledninger (spillvann) [23, s.31]

### PE (polyetylen)

PE er mye brukt i Norge som vannledninger og trykkledninger for avløp. PE anbefales til bruk i borehull [24]. Det regnes som et sterkt materiale, men kan være sårbar for feil ved legging. PE-rør er fleksible og tåler store deformasjoner før brudd. De er også korrosjonsbestandige og har gode hydrauliske egenskaper. I anleggsfasen vil PE-rør, grunnet sin lave vekt og lange rørlengder, være enklere å håndtere enn flere av materialene.

Rørene sveises eller skjøtes med elektromuffer. PE-trykkør finnes i PE80 og PE100, der tallene står for bruddspenningen til materialet (MRS) i MPa [23, s.11]. Videre kan rørene klassifiseres etter:

- **PN:** Nominell trykkklasse (bar)
- **$\sigma_s$ :** Dimensjonerende spenning
- **C:** Dimensjoneringskoeffisient/design faktor ( $C=MRS/\sigma_s$ )
- **SDR:** Standard dimensjoneringsforhold ( $SDR=Dy/e$ )

- $D_y$  = ytre diameter,  $e$  = veggtykkelse

### **PVC (polyvinylklorid) og PP (polypropylen)**

PVC er, som nevnt tidligere, det mest brukte materialet i selvfallsledninger til spillvann. PVC brukes også mye som trykkrør til vann og avløp slik som PE, men PVC-rørene har muffe og er mindre fleksible enn PE. PP er mindre utbredt enn PVC, men brukes en del i avløpssystemer på samme måte som PVC, da disse har flere like egenskaper.

Som selvfallsledning er det vanlig å bruke glattstripete muffe av PVC på 6 meter, og med en ringstivhet på SN8 [23, s.31]. Ringstivhet definerer hvor stor evne røret har til å beholde sin opprinnelige form under belastning, og er målt i  $\text{kN/m}^2$ . Denne typen plastrør er lette og enkle å skjøte, noe som er med på å redusere monterings tiden. Slik som andre plastrør er også PVC sårbar for feil under legging.

### **Betong**

Betong har den fordelene at det tåler store belastninger og kan produseres i styrke som er tilpasset den aktuelle situasjonen [17, s.380]. Det er også et stort utvalg av rørdeler og kummer, som gjør det lett å finne passende produkter. Noen av ulempene med betongrør er at de er sårbare ved for lav pH og septiske forhold. Betongrør leveres i korte rørlengder og er mindre egnet der det er bløte grunnforhold [25].

### **Oversikt over aktuelle rørtyper**

Materiale	Fordeler	Ulemper
<b>Betong</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sterkt</li> <li>• Normalt god korrosjonsbestandighet</li> <li>• Allsidig anvendelse</li> <li>• Store dimensjoner (med armering)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utsatt for skader ved feil håndtering</li> <li>• Sårbar ved septiske forhold og lav pH</li> <li>• Kort rørlengde gir mange skjøter</li> </ul>
<b>PE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• God korrosjonsbestandighet</li> <li>• Hydraulisk glatt overflate</li> <li>• God slagfasthet også ved svært lave temperaturer</li> <li>• Lav vekt, lange rørlengder, kapping</li> <li>• Meget stor fleksibilitet</li> <li>• Sertifiserte produkter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strenge krav til legging for godt resultat</li> <li>• Behov for strekkfaste tilkoblingspunkter</li> <li>• Mykt materiale som må håndteres forsiktig for å hindre riper</li> <li>• Evnen til å tåle trykk reduseres over <math>20^{\circ}\text{C}</math></li> <li>• Ikke diffusjonstett mot petroleumsprodukter</li> </ul>
<b>PVC og PP (selvfallsledninger)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• God korrosjonsbestandighet</li> <li>• Tette skjøter</li> <li>• PVC har liten termisk utvidelse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redusert slagstyrke under <math>-10^{\circ}\text{C}</math> (PVC)</li> <li>• Høy termisk lengdeutvidelse og krumning (PP)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fleksible rør</li> <li>• Lett å kappe, transportere og installere</li> <li>• Hydraulisk glatt overflate</li> <li>• Høy E-modul</li> <li>• Lang levetid</li> <li>• Sertifiserte produkter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sårbar for feil legging</li> </ul>
--	--	---

Tabell 5: Ulike rørtyper og deres kvaliteter [17, 23]

### 2.3.6 Beregning av avløpsmengde

Beregning av avløpsmengde gjøres med hensyn til bebyggelse i området, der en tar utgangspunkt i standardverdier. Det er også vanlig å ta med en gitt økning i spillvannsmengde slik at det kan dimensjoneres for fremtidige situasjoner. En avløpsledning skal kunne håndtere avløpsmengder for alle timer i året. Dette forutsetter at det dimensjoneres for den maksimale timen i døgnet med størst avløpsmengde. Formelen for å finne maks avløpsmengde gjennom en spillvannsledning i et separatsystem er [17, s.285]:

$$Q_T = Q_S + Q_i + Q_{ind}$$

$$Q_S = \text{husholdning, institusjoner, arbeidsplasser} \left[ \frac{l}{s} \right]$$

$$Q_i = \text{innlekking} \left[ \frac{l}{s} \right]$$

$$Q_{ind} = \text{industri} \left[ \frac{l}{s} \right]$$

Hvis det er et fellessystem må det også regnes med overvann, noe som øker avløpsmengden betraktelig. Beregning av spillvannsmengde og dimensjonering av rør vises nærmere i kapittel 4.5.

### 2.3.7 Kummer

For kummer blir det vist til VA/Miljø-blad nr. 1: Kum med prefabrikkert bunn [26]. Det skal benyttes separate kummer for vann, avløpsvann og overvann.

Alle kummer med dybde mer enn 1,5 meter skal ha stige [5, s.21]. Dersom nedstigningskummen er dypere enn 4 meter skal den ha mellomdekke i form av korrosjonsbestandig gitterrist [5, s.21].

### *Avløpskummer*

Avløpskummer som er tilrettelagt for nedstigning, skal være av plast eller betong og ha minste diameter 1000 mm.

Avstanden mellom kummene må ses i sammenheng med stedlige forhold, men maksimal avstand er 50 meter. Avstanden kan økes til 60 meter dersom stedlige forhold krever tett plassering (eksempel: svært kurvet vei). Dersom avstanden blir økt til 60 meter benyttes hjelpekum mellom kummene med minimum diameter 600 mm. (plast eller betong) [5, s.22].

### 2.3.8 Grøfter

Ledningsgrøfter skal utføres i samsvar med VA/Miljø-blad nr. 5 «Grøfteutførelse for fleksible rør» og nr. 6 «Grøfteutførelse for stive rør» [5, s.17].

En korrekt utført rørgroft skal tilfredsstillere krav til sikkerhet, økonomi, tetthet, styrke og bestandighet, samt drift og vedlikehold av rørtypene. Funksjonskravet er å oppnå et mekanisk stabilt grøftesystem, som oppnås dersom kraftpåvirkningen er lik i alle rørets retninger. Når rørgroften opparbeides er det viktig å tilpasse konstruksjonen av grøften til grunnforhold (jordart, grunnvann), grøftedybde og plassforhold [21].

### **Leggedybde, overdekning og frostsikring**

For hovedledning med diameter større enn 150 mm, er kravet til overdekning 1,2 meter. Av hensyn til drift og vedlikehold skal ikke maksimal overdekning overstige 2,5 meter. Ved overdekning mindre enn 1,2 meter skal ledninger frostsikres og sikres mot ytre påkjenninger [5, s.18].

### 2.3.9 Selvrens

Selvrens skal forekomme minimum en gang i løpet av døgnet i ledningen [27]. Varigheten av selvrens skal enten være oppgitt som antall timer eller andel (prosent) av døgnetimer.

Dersom selvrens skal oppnås bør minimum et av følgende krav være oppfylt [28]:

- Minimum fall - bør være 10 promille
- Minimum vannhastighet – 1 m/s en gang per dag
- Minimum skjærspenning langs bunnen av røret ( $T_{max}$ ), som bør være:
  - 2 N/m<sup>2</sup> for spillvannsledninger

- 3-4 N/m<sup>2</sup> for fellessystem og overvannsledninger

Det er skjærspenningen som er det sikreste og beste kriteriet for oppnåelse av selvrens [28]. Mangel på selvrens kan forekomme av andre årsaker enn for liten skjærspenning. Det kan også komme av [28]:

- Ujevnt eller lite fall, samt svanker på ledningen
- Sterkt varierende vannføring
- Fremmedlegemer

### 2.3.10 Trasé for spillvann

For spillvannsledninger er det satt flere krav og standarder for hvordan ledningstraseen bør utformes. Spillvannet skal kunne transporteres med selvfall hele strekningen. Fallet på ledningen bør ikke ligge under 10 promille uten at selvrens dokumenteres [28]. Ved å oppnå selvrens vil driftskostnadene reduseres betraktelig.

Askøy kommunes VVA-norm spesifiserer at ny trasé ikke bør komme i konflikt med bygg og andre installasjoner [5, s.12]. Videre skal den nye ledningen legges i offentlig grunn, gate, veg, GSV eller traseer som er til minst mulig hinder for privat eiendomsutvikling.

### 3. Metode

Metode er definert som en planmessig fremgangsmåte for å tilegne seg kunnskap [27]. Ved å velge riktige arbeidsmetoder for forskjellige problemstillinger kan en innhente informasjon og tilegne seg kunnskap til bruk i oppgaven.

#### 3.1 Litteratur og datainnsamling

For å få et godt grunnlag for prosjektet er det viktig å samle inn god informasjon. God datainnsamling er viktig å gjøre i oppstartsfasen til prosjektet. På denne måten blir det tilrettelagt for god arbeidsflyt.

Statens Vegvesen sine håndbøker er en viktig kilde ved prosjektering og dimensjonering av vegsystem. Håndbøkene og normene til SVV har bidratt til å bestemme ulike valg av løsninger.

En viktig kilde til informasjon innenfor VA, er boken "Vann- og avløpsteknikk" fra Norsk Vann. Boken har blitt flittig brukt, både som oppslagsverk, samt som håndbok for teori og utførelse innenfor VA-delen i oppgaven. I tillegg til læreboken har gruppen benyttet VA-miljøblad og VVA-norm for Askøy kommune. Data og annen litteratur som er benyttet i oppgaven er:

- Vedtatte planer
  - Reguleringsplaner og kommunale planer for området
- Kartdata: SOSI-filer med detaljert informasjon om terreng, arealbruk med mer.
  - Dette brukes for å kunne prosjektere i Novapoint, samt lage kart og analyser i ArcGIS.

#### 3.2 Befaring

Befaring i området ble foretatt én gang i prosjektperioden. Denne ble gjennomført relativt tidlig – i startfasen til prosjektering av GSV. Ved å gjennomføre befaringen fikk gruppen



innblikk i hvordan terrenget faktisk så ut, og om det var mulig å gjennomføre de løsningene som var tenkt. Hele GSV-strekningen, samt den tenkte spillvannsstrekningen ble befart.

Gruppen så etter muligheter for omkjøring dersom utskiftning av spillvannsledningen ville gå ut over tilkomst til Hauglandshella. I tillegg ble området med tenkt innslag for rørboring vurdert ut fra plassering, rigging av utstyr og helning på ledningen.

Prosjektgruppen vurderte også om det var mulighet for å koble sammen de to adkomstvegene som krysser GSVen, slik at den kun krysser over én adkomstveg. Videre ble det vurdert om sammenkoblingen av adkomstvegene kunne skje lenger opp i boligfeltet. Befaringen viste at det kunne være mulighet for dette i en gangsti som ligger mellom to endeveger i boligfeltet.



Figur 9: Bildet viser nedfart til eksisterende kulvert



Figur 10: Bildet viser innslag for rørboring

### 3.3 Samarbeid og gruppemøter

For å utnytte kapasiteten i gruppen har medlemmene fordelt arbeid seg imellom. Hvert medlem har fått ansvar for sitt fagområde (veg, spillvann og overvann), samt bistått hverandre der det var nødvendig. I tillegg har hver enkelt arbeidet med øvrige oppgaver.

Tidlig i prosessen ble det utarbeidet en plan med milepæler som skulle utføres for hver uke. Slik fikk prosjektgruppen en kontinuerlig fremgang i arbeidet. Det ble også avtalt ukentlige møter med veiledere ved Asplan Viak og møter annenhver uke med veiledere på høyskolen. Her fikk gruppen diskutert fremgang, deloppgaver under utarbeiding og fremtidige oppgaver. Slik fikk veilederne se fremgangen til gruppen, samt diskutere og avtale veien videre. Ved å ha ukentlige møter blir det stilt forventning om at prosjektgruppen fortsetter fremgangen, både ovenfor veiledere, men også ovenfor gruppemedlemmene selv.

### 3.4 Programvare og dataverktøy

Programvare som er benyttet under prosjektet er Novapoint 21, AutoCAD, ArcGIS og OneDrive.

Novapoint er et program som blir brukt for å modellere veg og VA. AutoCAD blir brukt for å tegne det som skal vises og modelleres i Novapoint. I Novapoint er det mulig å fremstille det som er prosjektert i plan- og 3D-visning. Samhandling mellom Novapoint og AutoCAD gjør det mulig å utarbeide tekniske tegninger til både veg og VA. De tekniske tegningene omfatter blant annet lengde- og tverrprofiler for veg- og VA-traseer, samt detaljtegninger.

For å kunne koble data og kart sammen brukes programmet ArcGIS. Verktøyet gjør det mulig å se på kartdata, samt presentere og skrive ut kart. Etter innsamling av kartdata kan disse bearbeides, analyseres og presenteres som geografiske data [29].

OneDrive er Microsoft sin nettjeneste som gir mulighet for skylagring av filer på nettet. Tjenesten har gitt gruppen mulighet for deling av data og dokumenter. I tillegg til lagring, er det mulig å opprette felles dokumenter som kan redigeres fra flere enheter samtidig.

### 3.5 Analyser

#### 3.5.1 Risiko- og sårbarhetsanalyse

Risiko- og sårbarhetsanalyser kartlegger uønskede hendelser i et prosjekt som kan utgjøre en fare eller ha negativ virkning for lokalområdet. Analysen beskriver farer for både mennesker og miljø. Analysen ser også på påvirkning av viktige funksjoner i samfunnet [30, s.18].

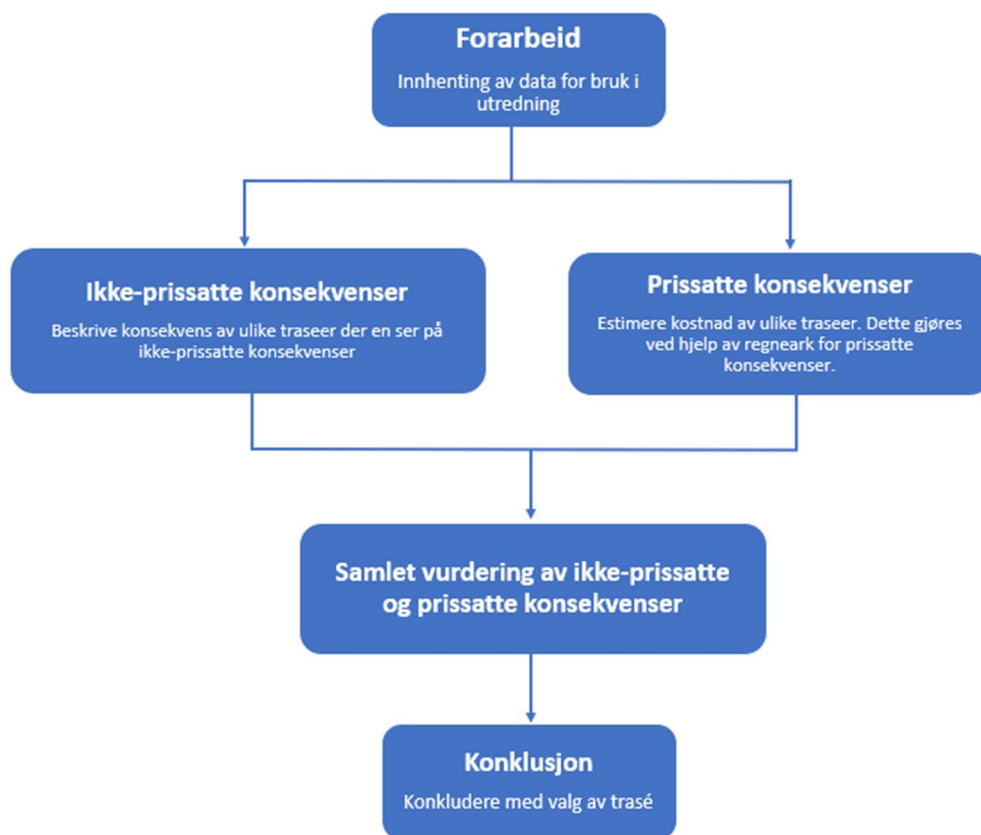
Årsaken til at det oppstår ulykker eller situasjoner med negativ virkning er situasjonsavhengige. Det kan forekomme både i forberedende-, utførende- og bruksfase. Ulike hendelser klassifiseres og vektet med hensyn til hyppighet. Hvor regelmessig hendelsen inntreffer anslås ved å innhente relevant informasjon om lokale forhold, erfaringer og statistikk [30, s.18].

Konsekvensene av at hendelsen inntreffer skal så vurderes og beskrives. Virkningen av hendelsene grupperes etter mulig skadeomfang med hensyn til mennesker og miljø. Sannsynligheten og konsekvensen for at hendelsen inntreffer er resultatet av risiko- og

sårbarhetsanalysen. Dette resultatet presenteres i en risiko-matrise med fargekoder som illustrerer om prosjektet lar seg gjennomføre med lav eller høy risiko [30, s.18].

### 3.5.2 Konsekvensutredning

I konsekvensutredningen har både prissatte og ikke-prissatte konsekvenser blitt vurdert for de ulike GSV-traseene. Prissatte og ikke-prissatte konsekvenser er analysert for hvert tema, drøftet og satt opp mot hverandre for å konkludere med valg av trase. Tabell 6 viser flytskjema for prosessen til konsekvensutredningen.



Tabell 6: Flytskjema for konsekvensutredning

## 4. Analyse

### 4.1 Analyse av området

#### Teknisk infrastruktur

Høyspentledninger strekker seg øst for fv. 562. Offentlige VA-ledninger krysser fylkesvegen og strekker seg langs denne i sørgående retning [4, s.22].

#### Gang- og sykkelveg

Askøy kommune ønsker å sikre trafikkforholdene for barn og unge som sykler til og fra skolene på Askøy, ved å etablere et sammenhengende GSV-nett. Samferdselsutredningen har lagt vekt på å etablere gode løsninger for gående og syklende gjennom utarbeidelsen av plangrunnlaget [4, s.14].

I dag har ikke strekningen sammenhengende GSV, noe som er ønskelig å gjøre noe med ettersom fylkesvegen benyttes som skoleveg [4, s.14]. Trafikkbildet i dag innehar store og mange kjøretøy med høy hastighet. Dette gjør at fylkesvegen ikke kan karakteriseres som trygg skoleveg, da den ikke ivaretar myke trafikanters interesser [4, s.21].

#### Lonelva

Lonelva strekker seg fra Krabbetjørna (50 moh.) nord-øst for Haugland, til Hauglandshella i vest (punkt B på figur 11). Elven går gjennom private eiendommer og er dermed underlagt privat eiendomsrett store deler av strekningen. Elvefaret beveger seg i naturlige dalfører i terrenget. Når elven nærmer seg fv. 562 ved Haugland (punkt A på figur 11) er det et stort og åpent område som omkranser elven. Elveleiet er smalt, og det er liten høydeforskjell mellom elven og området rundt. Dette fører til at det er fare for oversvømmelse ved større nedbørshendelser. Det er opplyst om at dette skjer ved jevne mellomrom.



Figur 11: Elveleiet til Lonelva, fra Krabbetjørna til utløp i sjø ved Hauglandshella.

Under bro for fv. 562 renner Lonelva til venstre, parallelt med adkomstveg til boliger ved Hauglandshella til høyre, vist i figur 12.



Figur 12: Elveleiet til Lonelva under bro for Fv. 562

## Trafikk

Det forespeiles en økning i trafikkmengde på fv. 562 ved Haugland. Trafikkdata vist i tabell 7 er hentet fra Nasjonal transportplans grunnprognoser for Hordaland [4].

Strekning	2014	2020	2040	Tungtrafikkandel
Juvik	9500	10400	13000	6%
Haugland	10000	10900	13700	6%

Tabell 7: Viser estimert trafikkvekst og tungtrafikkandel for området Juvik og Haugland

## 4.2 Konsekvensutredning

I tilknytning til planlegging av ny GSV blir det gjort en vurdering om det skal utarbeides en konsekvensutredning (KU). Konsekvensutredning har grunnlag i Plan- og bygningsloven (Pbl.), Forskrift om konsekvensutredning og Statens Vegvesens håndbok V712.

### Vurdering

For en reguleringsplan eller et tiltak, bør utredningsnivået rettes mot virkninger av konkret utforming og detaljtilpasning av planlagt utbygging for miljø og samfunn.

Tiltaket i denne oppgaven utløser ikke krav om KU etter *Forskrift om konsekvensutredninger, vedlegg I* [31]. I forskriftens *vedlegg II* er det følgende tiltak som kan komme under krav om konsekvensutredning [31 vedlegg II]:

- Jordbruk, skogbruk og akvakultur
  - a) Prosjekter for omstrukturering av jordeiendommer
  - b) Mindre tiltak som det ikke kan utelukkes at får vesentlige virkninger for naturmangfold eller andre viktige miljøhensyn
- Infrastrukturprosjekter
  - e.i) Bygging av veier
- Utvidelser eller endringer
  - Utvidelser eller endringer av tiltak nevnt i vedlegg I og vedlegg II som kan få vesentlige virkninger



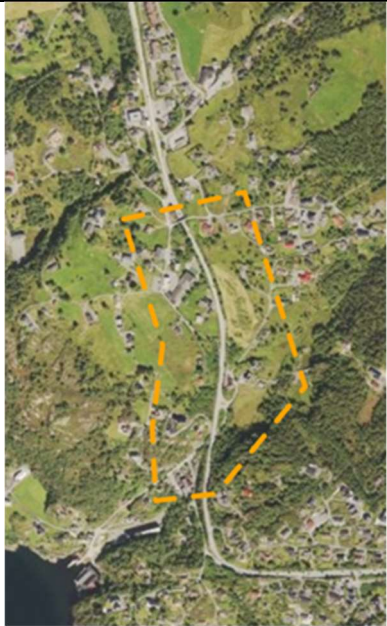
Vesentlige virkninger for miljø og samfunn for tiltaket blir vurdert ut fra KUen i reguleringsplanen for området. I KUen for reguleringsplanen er det ingen tiltak som gir vesentlige virkninger for miljø og samfunn [4, s.23-25]. Da det ikke foreligger noen vesentlige virkninger for tiltaket i reguleringsplanen, vil det heller ikke foreligge noen for tiltaket som er beskrevet i denne oppgaven. Denne vurderingen blir gjort på bakgrunn av at tiltaket som er beskrevet i oppgaven er av mindre omfang enn reguleringsplanen, samt at reguleringsplanen strekker seg over et større område. En analyse av området vil bli gjort, der de forskjellige temaene i en KU skal utarbeides for å kunne sette forskjellige traseer opp mot hverandre. Videre skal disse drøftes for å komme med en anbefaling om valg av trasé. Dette gjøres ved å sammenligne hvilke virkninger de har for miljø og samfunn etter kriteriene i § 4 i *Forskrift om konsekvensutredninger*, selv om tiltaket ikke utløser krav til KU.

### **Merknad til konsekvensutredning**

Traseene som tas med i KUen er trasé 1, A og B. I kapittel 5.2 – *Gang- og sykkelveg, drøfting*, blir flere traseer drøftet. I kapittel 5.2 blir trasé 2 og C argumentert bort. KUen kan da bli brukt til å bestemme mellom trasé A og B. Trasé 1 blir også tatt med, da det er ønskelig å se hvilke konsekvenser den har for ikke-prissatte konsekvenser.

#### 4.2.1 Konsekvensutredning i tilknytning til ny gang-sykkelveg

<b>Haugland – konsekvensutredning</b>	
<b>Dagens formål</b>	Spredt boligbebyggelse og LNF
<b>Foreslått formål</b>	Gang- og sykkelveg
<b>Arealstørrelse</b>	Ca. 15 hektar
<b>Beskrivelse</b>	I området skal det anlegges ny gang- og sykkelveg. Området består av landbruk og spredt bebyggelse. Fv.562 går gjennom området.



Tabell 8: Konsekvensutredning for GSV

## Metode for konsekvensutredning

I konsekvensutredningen skal både prissatte og ikke prissatte konsekvenser utredes. For å vurdere tiltakets konsekvens for miljø og samfunn, vurderes verdien av området, samt hvilken virkning de ulike løsningene har.

*Omfang* beskriver hvilke endringer tiltaket påfører et område eller miljø. Omfanget har med størrelse og plassering, eller andre forhold som beskriver hvor stor innvirkning en endring har. *Verdi* er en vurdering av hvor betydningsfullt et område eller miljø er. *Konsekvens* er avveining mellom de fordeler og ulemper et tiltak fører med seg.

KUens omfang og detaljeringsgrad varierer etter størrelsen på tiltaket og dets virkninger for området. For å kunne gjøre en analyse av hvilke konsekvenser tiltaket gir, er det nødvendig å se på forholdet mellom årsak og virkning.

KUen tar for seg:

- Hvilke verdier som finnes i området
- Hvordan de ulike tiltakene påvirker miljø og samfunn
- Hvilke tiltak som kan gjøres for å bøte på negative virkninger

### 4.2.2 Ikke-prissatte konsekvenser

I henhold til *Forskrift om konsekvensutredning §21* er det listet opp temaer som kan ha en vesentlig virkning på miljø og samfunn. Disse temaene skal utredes for traseene som vurderes opp mot hverandre.

#### 0-alternativet

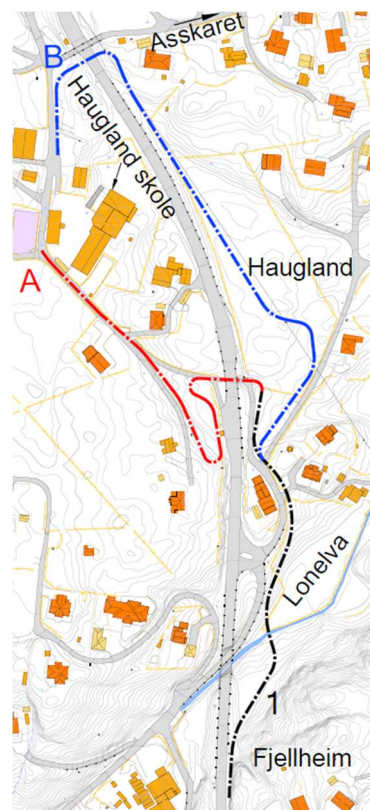
0-alternativet er beskrevet som dagens situasjon.

#### Trasé 1

Trasé 1 følger terrenget fint ned mot Lonelva, før elven krysses. Videre stiger GSV langs eksisterende vegnett opp mot påkobling av de to neste traseene (A og B). Trasé 1 krysser to adkomstveger, vist i figur 13.

#### Trasé A

Trasé A går gjennom eksisterende kulvert sør for Haugland



Figur 13: Trasé 1, A og B

skole. Fra kulverten og opp til skolen skjærer GSV lenger inn i terrenget, og svinger seg opp forbi busstoppet. Fra busstoppet og opp svinger vegen seg 180-grader og blir ført videre langs adkomstvegen opp til skolen, vist i figur 13.

### **Trasé B**

Trasé B svinger seg ned langs eksisterende adkomstveg, og følger eksisterende ledningsnett nordover, over jordet øst for fv. 562. Trasé B har jevn stigning over jordet før den stiger opp til eksisterende adkomstveg, Asskaret. Over jordet går GSV under høyspentledning. Trasé B er prosjektert med ny gangbro over fv. 562 og føres videre mot Haugland skole, vist i figur 13.

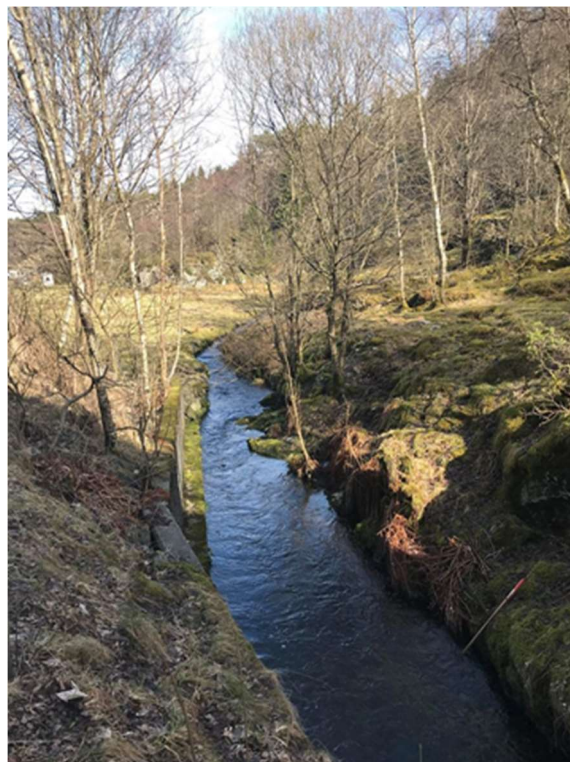
Tenkt avslutning på trasé B er før kryssing av fv. 562, slik at trasé B kobles på adkomstvegen, Asskaret, før brokryssingen av fv. 562.

### **Forhold til eksisterende planer**

Eksisterende reguleringsplan legger utgangspunkt for videre utbygging av GSV-nett og fv. 562 i området. Ingen av alternativene ovenfor vil hindre utbedring av fv. 562, eller komme i konflikt med fortsettelse av GSV mot sør.

### **Kulturminner og kulturmiljø**

Vurderingene av tiltakets virkninger på kulturminner og kulturmiljø er knyttet til nyere tids kulturminner. Fylkeskonservatoren har befart området. Lonelva er registrert som kulturminne [32]. Elven ble brukt til å fløte tømmer til ut på 1960-tallet. Elven er steinmurt/steinsatt ett stykke og området ovenfor stemmen er laget i stand som natursti [32, s.64]. Dette må tas hensyn til ved anleggelse av ny GSV.



Figur 14: Elveleiet til Lonelva, tatt på befarings



Verdien av kulturminner og kulturmiljø er vurdert som liten i området, med unntak av Lonelva som er registrert som kulturminne.

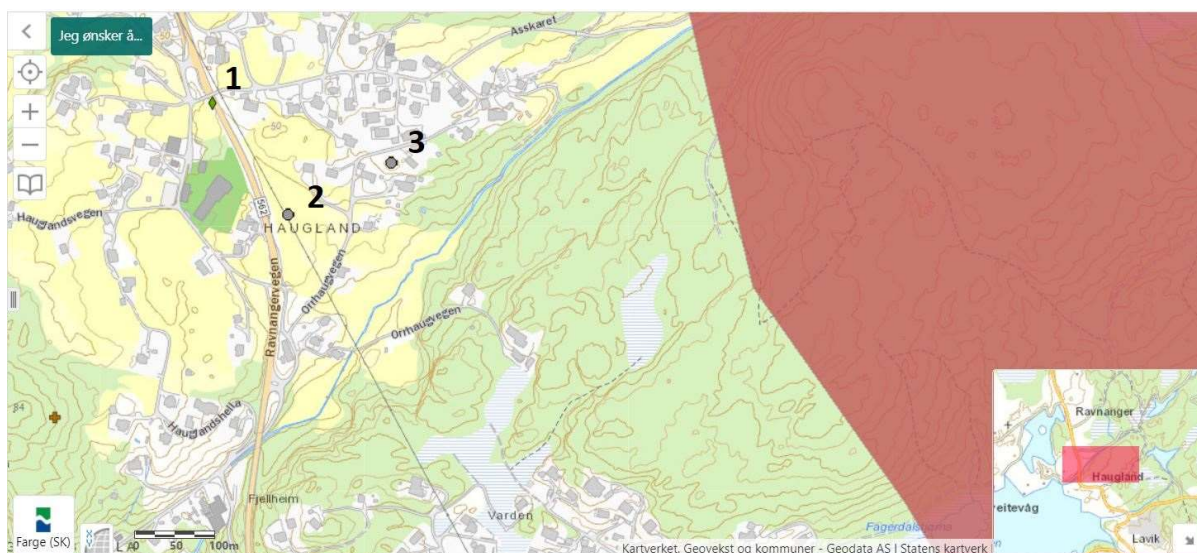
Konsekvensvurderinger – Kulturminner og kulturmiljø	
0-alternativet	Ingen vesentlige virkninger for kulturminner eller kulturmiljø.
Trasé 1	Berører Lonelva i mindre grad, ellers ingen direkte konsekvens for kulturminner og kulturmiljø.
Trasé A	Ingen vesentlige virkninger for kulturminner eller kulturmiljø.
Trasé B	Ingen vesentlige virkninger for kulturminner eller kulturmiljø.
Konklusjon	Ingen forskjell i konsekvens mellom trasé A og B. Trasé 1 kan berøre Lonelva ved kryssing av elven.
Avbøtende tiltak	Under kryssing av Lonelva, må det tas hensyn til området i og rundt elven/muren.

Tabell 9: Konsekvenser for kulturminner og kulturmiljø

## Naturmangfold

Naturmangfold er vurdert mot Askøy kommune sitt temakart og miljødirektoratet sin kartdatabase over naturmiljø, for å finne forhold som gir vesentlige virkninger for naturmangfoldet. Det er verdi for naturmangfold på jordet øst for fv. 562, der det er registrert arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse (forv.int).

Naturbasekartet i figur 15 viser fremmede arter i punkt 1, der planten parkslirekne holder til. Arter av stor forv.int og særlig stor forv.int finnes i punkt 2 og 3, der en kan finne blant annet gråsisik, bjørkefink, fiskemåke og hønsehauk.



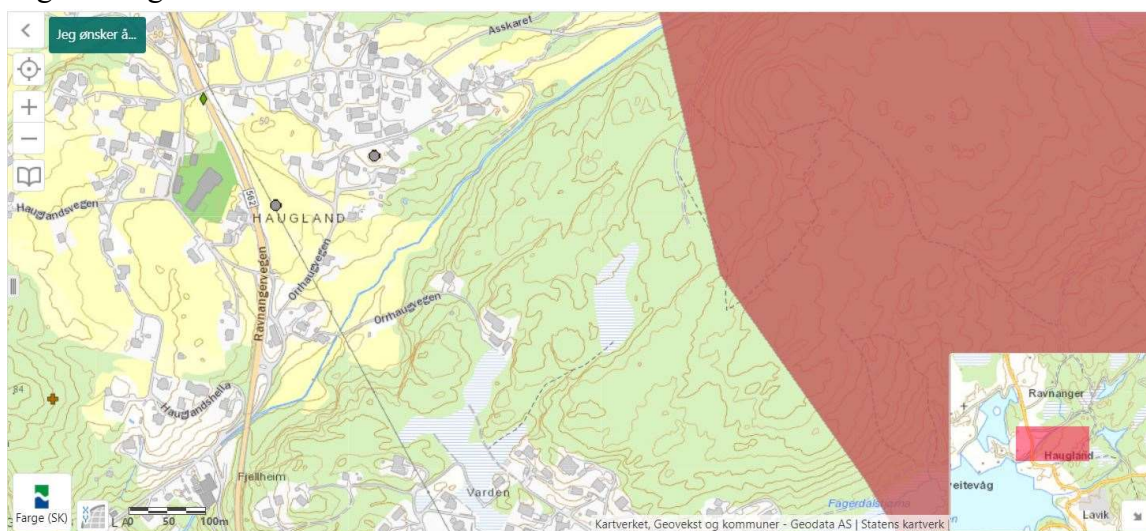
Figur 15: Oversikt over artsmangfold, utklipp fra Naturbasekart

Konsekvensvurderinger - Naturmangfold	
0-alternativet	Ingen vesentlige virkninger for naturmangfold.
Trasé 1	Ingen vesentlige virkninger for naturmangfold.
Trasé A	Ingen vesentlige virkninger for naturmangfold.
Trasé B	Negativ konsekvens: Går over område for arter av stor og særlig stor forv.int.
Konklusjon	Trasé B gir konsekvens for naturmangfold.
Avbøtende tiltak	Legge om trasé B

Tabell 10: Konsekvenser for naturmangfold

## Friluftsliv

For friluftsliv er det vurdert om noen av tiltakene gir vesentlige virkninger, ved å studere Askøy kommune sitt temakart [33] og naturbasekartet til Miljødirektoratet (figur 16). Det røde feltet i naturbasekartet viser en del av et kartlagt friluftslivsområde, som ikke er innenfor avgrensningsområdet.



Figur 16: Friluftslivsområder fra Naturbasekart

Det er liten verdi for friluftsliv i området, da området ikke krysser kartlagte friluftslivsområder.

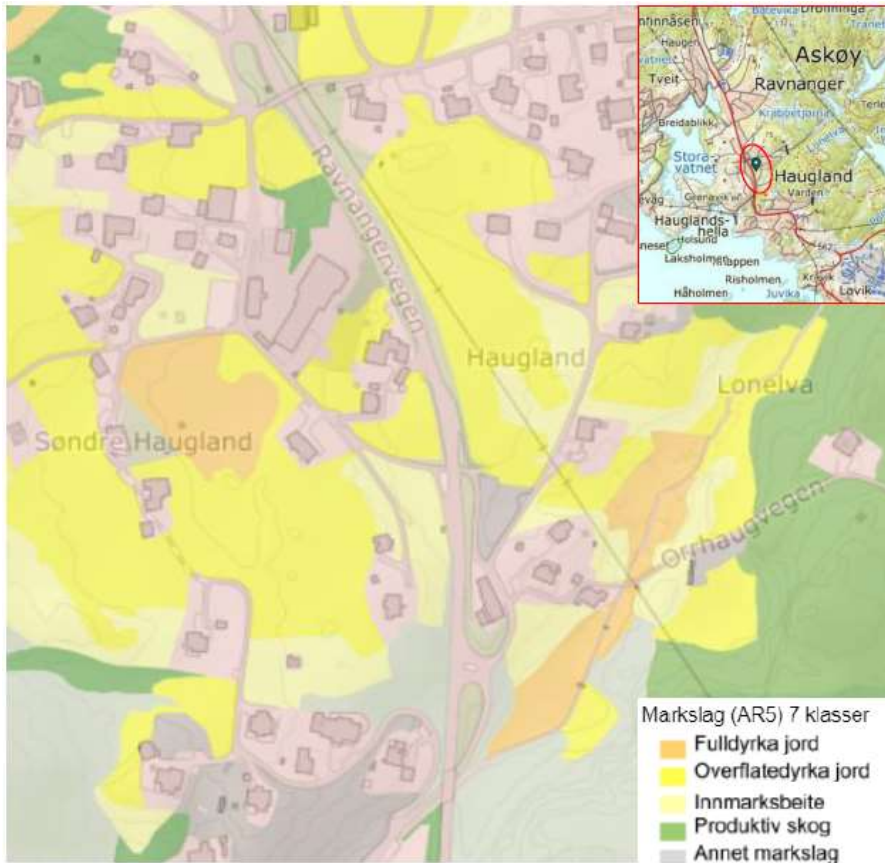
Konsekvensvurderinger – Friluftsliv	
0-alternativet	Ingen vesentlige virkninger for friluftsliv.
Trasé 1	Ingen vesentlige virkninger for friluftsliv.
Trasé A	Ingen vesentlige virkninger for friluftsliv.
Trasé B	Ingen vesentlige virkninger for friluftsliv.
Konklusjon	Ingen av tiltakene gir vesentlige virkninger for friluftsliv.
Avbøtende tiltak	Ingen.

Tabell 11: Konsekvens for friluftsliv

## Landskap og landbruk

GSV-traseene er planlagt slik at de skal skåne landbruksarealer i størst mulig grad. På steder der det er jordbruksareal, kan tilstøtende arealer bli gitt slake helninger. Ved slake helninger kan deler av annen veggrunn bli brukt som jordbruksareal/landbruksavkjørsler.

Utsnittet fra gårdskartet til NIBIO i figur 17 viser markslag i området. Kartet viser at området rundt Lonelva har verdi for landbruk da det er fulldyrket jord. Området med fulldyrket jord vil ikke bli berørt av tiltaket. Jorden øst for fv. 562 har noe verdi for landbruk, da det er registrert som overflatedyrket jord.



Figur 17: Kart over markslag [34]



Figur 19: Jordbruksområdet mot Lonelva



Figur 18: Jordbruksområde øst for fv.562



Konsekvensvurderinger – Landskap og landbruk	
0-alternativet	Ingen vesentlige virkninger for landskap og landbruk.
Trasé 1	Berører landskapet rundt Lonelva, ved kryssing og mur til GSV på siden ned mot Lonelva.
Trasé A	Berører landskapet på vestsiden av kulvert under fv. 562. Mindre inngrep med skjæring, fylling og mur.
Trasé B	Tydelig inngrep, da traseen går rett over et jorde på en stor fylling øst for fv. 562.
Konklusjon	Vesentlig forskjell mellom trasé A og B når det kommer til landskapsinngrep.
Avbøtende tiltak	Legge trasé B lavere i terrenget vil føre til mindre fylling.

Tabell 12: Konsekvens for landskap og landbruk

## Transportbehov

Dagens situasjon er ikke tilfredsstillende, da det ikke er separat GSV i planområdet.

Konsekvensvurderinger - Transportbehov	
0-alternativet	Negativ konsekvens: Ingen separat GSV.
Trasé 1	Positiv konsekvens ved å etablere separat GSV over Lonelva.
Trasé A	Positiv konsekvens ved å utbedre eksisterende situasjon fra kulvert til Haugland skole.
Trasé B	Positiv konsekvens ved å etablere separat GSV langs fv. 562.
Konklusjon	Positiv konsekvens ved etablering av GSV som i nye alternativ.
Avbøtende tiltak	Ingen

Tabell 13: Konsekvens med hensyn til transportbehov

## Risiko

Det foreligger egen ROS-analyse i kapittel 4.3.

## Tilgjengelighet

Dagens situasjon er ikke tilfredsstillende, da stigningen på GSV-nettet ligger langt over krav til universell utforming.



Figur 20: Gang- og sykkelveg ovenfor kulvert

Konsekvensvurderinger - Tilgjengelighet	
0-alternativet	Negativ konsekvens: Eksisterende gang- og sykkelnett er ikke utformet i henhold til krav for universell utforming.
Trasé 1	Traseen overstiger krav til stigning i henhold til universell utforming etter kryssing av Lonelva.
Trasé A	Traseen overstiger krav til stigning over korte strekk i henhold til universell utforming.
Trasé B	Traseen overstiger krav til stigning over et lengre strekke i henhold til universell utforming.
Konklusjon	Trasé A er bedre egnet enn trasé B med tanke på universell utforming.
Avbøtende tiltak	Legge inn repos langs trasé 1, A og B for at myke trafikanter skal kunne hvile på veg opp/ned bakker.

Tabell 14: Konsekvens med hensyn til stigning for universell utforming

## Trafikksikkerhet

I dag er det ingen helhetlig løsning for gående og syklende i området. Dette medfører at flere av adkomstvegene i området må benyttes som GSV, noe som også ble observert under befarings. Flere av disse vegene er smale i tillegg til at det ikke er noe skille mellom ulike trafikkgrupper. Dette fører til at de er lite egnet for flere trafikkgrupper. I området er det også flere kryss og avkjørsler som gjør situasjonen for gående og syklende lite tilfredsstillende.



Figur 21: Veg som benyttes både som adkomstveg og gang- og sykkelveg for myke trafikanter

En ny GSV i området skaper en bedre og tryggere løsning enn dagens situasjon.

Konsekvensvurderinger - Trafikksikkerhet	
0-alternativet	Negativ konsekvens: Ingen separat og sammenhengende GSV gir dårlig trafikksikkerhet.
Trasé 1	Positiv konsekvens: Separat GSV gir god trafikksikkerhet. Negativ konsekvens: Krysser to adkomstveger.
Trasé A	Positiv konsekvens: Separat GSV gir god trafikksikkerhet.
Trasé B	Positiv konsekvens: Separat GSV gir god trafikksikkerhet.
Konklusjon	Separate GSVer gir god trafikksikkerhet.
Avbøtende tiltak	Fjerne kryssing av adkomstveg for trasé 1.

Tabell 15: Konsekvens med hensyn til trafikksikkerhet

#### 4.2.3 Prissatte konsekvenser

For å finne prissatte konsekvenser er det brukt regneark fra Asplan Viak, der det fylles inn informasjon om lengde på veg, rekkverk, mur, avkjørsler m.m. Som grunnlag til utregning er det benyttet prisbank fra Asplan Viak.

Tabell 16 viser resultatet av utregning etter informasjonen de to forskjellige alternativene er fylt inn. Alternativene tar for seg kostnad for totallengde av GSV, der trasé 1 er kombinert med trasé A og trasé B hver for seg. Prisdifferansen er 214 000 kroner, i favør trasé A.

Pris for kryssing av Lonelva er ikke tatt med i utregningen, da både trasé A og B er koblet på trasé 1. Kryssingen vil da ikke utgjøre noen prisdifferanse for de to ulike alternativene.

Utregningen ligger under *vedlegg 3 «Konsekvensutredning – prissatte konsekvenser»* og *vedlegg 4 «Filer – fil. 4»*.

Sammenstilling				
Alternativ	Totalkostnad			Pr lm
	Lav	Middel	Høy	Middel
Alternativ 1 - kombinasjon av trasé 1 og trasé A	3 536 299	4 715 066	5 893 832	3 996
Alternativ 2 - kombinasjon av trasé 1 og trasé B	3 697 034	4 929 378	6 161 723	4 401

Tabell 16: Kostnader for trasé 1 og A, samt trasé 1 og B. Lav og høy viser totalkostnad med +/- 20 % usikkerhet.

#### 4.3 Risiko- og sårbarhetsanalyse

Hendelser som prosjektet tar for seg er listet opp under. Hendelsene er basert på kommuneplanens arealdel for Askøy kommune [35]:

Hendelser
1. Flom/økt nedbør
2. Steinsprang og jordskred
3. Snø- og isras
4. Forurensing av vannforsyning
5. Forurensing av elv
6. Akutt forurensing
7. Høyspentlinje
8. Bro
9. Trafikkfare
10. Ulykke i av-/påkørsler
11. Ulykke med gående/syklende

Tabell 17: Hendelser beskrevet i ROS-analysen

#### Definisjon av risiko, sannsynlighet og konsekvens

*Risiko* defineres som kombinasjonen av hvor sannsynlig det er at en uønsket hendelse oppstår og konsekvensen av denne. *Sannsynlighet* klassifiseres med hensyn til frekvens og

sannsynlighetsgrad. *Konsekvens* klassifiseres etter konsekvensgrad og dens påvirkning på miljø og økonomiske verdier [35, s.4].

$Risiko = sannsynlighet \times konsekvens$  [35, s.5]

## Risikomatrise

Risikomatrisen er et resultat av sannsynlighet-, aksept- og konsekvensklassifiseringene kombinert. Det røde feltet medfører uakseptabel risiko som sier at tiltak skal gjennomføres for å forhindre at hendelsen inntreffer. Analyser skal gjennomføres for å senke risikonivået. Det gule feltet sier at tiltak gjennomføres for reduksjon av risikoen i den grad det lar seg gjøre. Det grønne feltet gir akseptabel risiko, som sier at reduksjon av risiko kan gjøres dersom det er midler for det [35, s.6].

Konsekvens	Ufarlig	En viss fare	Kritisk	Farlig	Katastrofalt
Sannsynlighet					
Meget sannsynlig		1. Flom/økt nedbør			
Sannsynlig					
Mindre sannsynlig	5. Forurensing av elv	6. Akutt forurensing	4. Forurensing av vannforsyning 11. Ulykke med gående/syklende	10. Ulykke i av/påkjørsler	
Lite sannsynlig			3. Snø- og isras	8. Bro 9. Trafikkfare	2. Steinsprang og jordras 7. Høyspentlinje
Usannsynlig					
Uakseptabel risiko					
Risikoreduserende tiltak					
Akseptabel risiko					

Tabell 18: Konsekvens og sannsynlighet for hver hendelse, kombinert med mulig utfall av hendelsen

## Opplisting av hver hendelse

Analysen gjennomføres ved å benytte seg av et vurderingsskjema som tar for seg alle aspektene av en hendelse.

Hendelse	1. Flom/økt nedbør
Hvor?	Nær og ved vassdraget Lonelva
Hvem/hva blir berørt?	Privat beiteområde, infrastruktur (veg, bro) og økonomi
Eksisterende informasjon	Flomrapport Lavik-Haugland
Hva utløser hendelsen?	Ekstremvær, tildekking av flater
Sannsynlighet	Meget sannsynlig
Konsekvens	En viss fare
Avbøtende tiltak	Håndtering av overvann i forbindelse med reguleringsplan, kombinert med kommunens overvannsnett.
Kommentar/vurdering	Inntak bør renses for å unngå at det går tett. Vegetasjon bør beholdes for å sikre at vann fordrøyes. Vassdrag bør holdes åpne og eventuelle rør som fører vannet vekk bør ha tilstrekkelig dimensjon. Sikre god drenering og fordrøyning.

Tabell 19: Hendelse for flom og økt nedbør

Hendelse	2. Steinsprang og jordskred
Hvor?	I startprofilen av GSVen, ved videreføringen av eksisterende situasjon frem til Lonelva. Helning brattere enn 35 grader.
Hvem/hva blir berørt?	Mennesker, infrastruktur og økonomi.
Eksisterende informasjon	Beskrivelse av terrengformasjon i reguleringsplan
Hva utløser hendelsen?	Sprengningsarbeid, ekstremvær, kulde og endring av terreng
Sannsynlighet	Lite sannsynlig
Konsekvens	Katastrofal
Avbøtende tiltak	Bestemmelser om geologiske undersøkelser for områder brattere enn 35 grader, i forbindelse med reguleringsplan. Det må også sees på utglidning av masser i slike områder og risiko for at dette kan skje.
Kommentar/vurdering	Sikring av ustabile fjellpartier.

Tabell 20: Hendelse for steinsprang og jordskred

Hendelse	3. Snø- og isras
Hvor?	I startprofilen av GSVen, ved videreføringen av eksisterende situasjon frem til Lonelva. Området har stor helning. Isras kan forekomme ved kulvert.
Hvem/hva blir berørt?	Mennesker, infrastruktur og økonomi.
Eksisterende informasjon	Beskrivelse av terrengformasjon i reguleringsplan
Hva utløser hendelsen?	Kulde og nedbør i form av snø
Sannsynlighet	Lite sannsynlig
Konsekvens	Kritisk
Avbøtende tiltak	Sikkerhetssone ved områder brattere enn 35 grader, i forbindelse med reguleringsplan. Sikre god drenering fra veg og tilstrekkelig høyde på rekkverk for å unngå snømasser på GSV ved brøyting av fylkesveg.
Kommentar/vurdering	Sprenging av fjellhyller for å unngå bratte sammenhengende partier, samt andre metoder for utforming av bratte fjellpartier.

Tabell 21: Hendelse for snø- og isras

Hendelse	4. Forurensing av vannforsyning
Hvor?	Berøring av vannledning i grøft ved utskiftning av spillvannsledning
Hvem/hva blir berørt?	Mennesker, infrastruktur og økonomi
Eksisterende informasjon	Generelle bestemmelser for rutiner og veileder for grøftarbeider, samt VVA-norm for Askøy kommune
Hva utløser hendelsen?	Feil ved utførelse
Sannsynlighet	Mindre sannsynlig
Konsekvens	Kritisk da flere kan miste vanntilførsel på ubestemt tid
Avbøtende tiltak	Forsiktighet i utførelse, følge generelle bestemmelser og VVA-norm for Askøy kommune
Kommentar/vurdering	Menneskelige feil er vanskelig å sikre seg mot

Tabell 22: Hendelse for forurensing av vannforsyning



Hendelse	5. Forurensing av elv
Hvor?	I Lonelva
Hvem/hva blir berørt?	Elveløp og elvemunning
Eksisterende informasjon	Manglende kartlegging
Hva utløser hendelsen?	Forurensing ved graving og fylling langs elva
Sannsynlighet	Mindre sannsynlig
Konsekvens	Ufarlig
Avbøtende tiltak	Forhindre avrenning fra anleggsmaskiner og utstyr mot elva. Benytte seg av en duk som forhindrer forurensede partikler i å havne i elva.
Kommentar/vurdering	Tiltak vurderes etter undersøkelser dersom forurensing skulle oppstå

Tabell 23: Hendelse for forurensing av elv

Hendelse	6. Akutt forurensing
Hvor?	Ved berøring av spillvannsledning som fører til skade/hull på ledning
Hvem/hva blir berørt?	Mennesker, infrastruktur og økonomi
Eksisterende informasjon	Generelle bestemmelser for rutiner og veileder for grøftarbeider, samt VVA-norm for Askøy kommune
Hva utløser hendelsen?	Feil ved utførelse
Sannsynlighet	Mindre sannsynlig
Konsekvens	En viss fare
Avbøtende tiltak	Forsiktighet i utførelse, følge generelle bestemmelser og VVA-norm for Askøy kommune
Kommentar/vurdering	Menneskelige feil er vanskelig å forutse

Tabell 24: Hendelse for akutt forurensing

Hendelse	7. Høyspentlinje
Hvor?	Rett øst for fv. 562, langs eksisterende spillvannsledning
Hvem/hva blir berørt?	Mennesker, infrastruktur og økonomi
Eksisterende informasjon	Manglende kartlegging
Hva utløser hendelsen?	Arbeid rundt høyspentlinjen eller ekstremvær
Sannsynlighet	Lite sannsynlig
Konsekvens	Katastrofal
Avbøtende tiltak	God planlegging i forkant av arbeid rundt høyspentlinjen. Rutiner for å unngå farlige situasjoner. God sikring av mast, samt rydding av område for trær rundt høyspentlinje.
Kommentar/vurdering	Anleggsarbeid tilpasses med hensyn til høyspentlinje.

Tabell 25: Hendelse for høyspentlinje

<b>Hendelse</b>	<b>8. Bro</b>
<b>Hvor?</b>	Ved Lonelva
<b>Hvem/hva blir berørt?</b>	Mennesker
<b>Eksisterende informasjon</b>	Manglende informasjon
<b>Hva utløser hendelsen?</b>	Uhell/utforkjøring fra bro ved bruk av GSV
<b>Sannsynlighet</b>	Lite sannsynlig
<b>Konsekvens</b>	Farlig
<b>Avbøtende tiltak</b>	Gode sikringstiltak, bruk av rekkverk
<b>Kommentar/vurdering</b>	Kan ikke forsikre seg mot uhell, men gjøre tiltak for å forhindre at det oppstår

Tabell 26: Hendelse for bro

<b>Hendelse</b>	<b>9. Trafikkfare</b>
<b>Hvor?</b>	Langs fv. 562, ved GSV-traseen
<b>Hvem/hva blir berørt?</b>	Mennesker, infrastruktur og økonomi
<b>Eksisterende informasjon</b>	Beskrivelse i reguleringsplan
<b>Hva utløser hendelsen?</b>	Mangelfull oppgradering av veg, samt økt trafikkmengde
<b>Sannsynlighet</b>	Lite sannsynlig
<b>Konsekvens</b>	Farlig
<b>Avbøtende tiltak</b>	Sikre områder langs GSV med rekkverk av tilstrekkelig styrkeklasse
<b>Kommentar/vurdering</b>	Gjennomføre kontroll og tilsyn

Tabell 27: Hendelse for trafikkfare

<b>Hendelse</b>	<b>10. Ulykke i av-/påkjørsler</b>
<b>Hvor?</b>	Alle steder der GSV krysser adkomstveg til boligområder
<b>Hvem/hva blir berørt?</b>	Mennesker
<b>Eksisterende informasjon</b>	Økt trafikkmengde fører til økt sannsynlighet for påkjørsler
<b>Hva utløser hendelsen?</b>	Manglende sikt og hastighetsregulerende tiltak
<b>Sannsynlighet</b>	Mindre sannsynlig
<b>Konsekvens</b>	Farlig
<b>Avbøtende tiltak</b>	Utforme kryssing av adkomstveg med tilstrekkelig sikt. Fartsdempende tiltak.
<b>Kommentar/vurdering</b>	Det er en viss risiko forbundet med biltrafikk

Tabell 28: Hendelse for ulykke i av- og påkjørsler

<b>Hendelse</b>	<b>11. Ulykke mellom gående og syklende</b>
<b>Hvor?</b>	Langs hele traseen
<b>Hvem/hva blir berørt?</b>	Mennesker
<b>Eksisterende informasjon</b>	Informasjon om trasè med beskrivelse av helning og utforming
<b>Hva utløser hendelsen?</b>	Stor helning kombinert kombinert med høy fart
<b>Sannsynlighet</b>	Mindre sannsynlig
<b>Konsekvens</b>	Kritisk
<b>Avbøtende tiltak</b>	Fartsdempende tiltak. Tilstrekkelig bredde på GSV
<b>Kommentar/vurdering</b>	Ytterlige risikoreduserende tiltak bør vurderes

Tabell 29: Hendelse for ulykke med gående eller syklende

## Konklusjon risiko- og sårbarhetsanalyse

Eksisterende reguleringsplan vil sikre at flere avbøtende tiltak gjennomføres. De tiltak som ikke er beskrevet i nåværende reguleringsplan beskrives gjennom håndbøker, bestemmelser og normer – og skal utføres i tråd med disse. Tiltakene bør innrette seg etter håndbøker som veg- og gateutforming, rekkverk og vegens sideterreng, samt VVA-norm for Askøy kommune.

Detaljer om utforming av sideterreng (skjæringer) fremkommer i reguleringsplanens bestemmelser. Avbøtende tiltak for masseras-, skred- og isras sikres under §§4.2 og 6.2. [4, s.25-28].

### 4.4 Konklusjon av konsekvensutredning

I tabell 30 er grønn farge tilfredsstillende, gul farge er mindre tilfredsstillende og rød farge er ikke tilfredsstillende. For økonomi vises grønn farge som billigste alternativ og rød farge som dyreste.

Vurderingskriterier	Trasé A	Trasé B
Kulturminner og kulturmiljø	Grønn	Grønn
Naturmangfold	Grønn	Gul
Friluftsliv	Grønn	Grønn
Landskap og landbruk	Gul	Rød
Transportbehov	Grønn	Grønn
Tilgjengelighet	Grønn	Gul
Trafikksikkerhet	Grønn	Grønn
Økonomi	Grønn	Rød
<b>Samlet vurdering</b>	Grønn	Gul

Tabell 30: Vurdering av trasé A og B

Som tabell 16 viser, er det liten prisdifferanse mellom de to traseene. Dette gjør at de ikke-prissatte konsekvensene vil bli styrende for anbefaling av hvilken trasé som blir prosjektert.

Etter en samlet vurdering av prissatte og ikke-prissatte konsekvenser er konklusjonen av konsekvensutredningen at trasé A blir anbefalt.

## 4.5 Dimensjonering spillvannsledning

### Dimensjonerende spillvannsmengde – dagens situasjon

For å finne dimensjonerende spillvannsmengde må en se på hvor mye spillvann som fraktes til selvfallsledningen fra pumpeledning. I tillegg må det også sees på hvilken spillvannsmengde som fraktes til hovedledningen via påkoblede selvfallsledninger.

Spillvannsmengden fra pumpeledning er opplyst til å være:

- 60 l/s – øyeblikks-verdi når det pumpes
- 25 m<sup>3</sup>/time (6,9 l/s) – timesnitt

På grunnlag av opplysningene vil det være nødvendig å dimensjonere selvfallsledningen med utgangspunkt i at det tilføres en mengde på 60 l/s fra pumpeledningen. Videre må det legges til spillvannsmengde som er påkoblet hovedledningen via selvfall. Spillvannet vil hovedsakelig komme fra bolighus og Haugland skole. Det tas med innlekking på både stikkledninger og hovedledning.

Antall boliger som er påkoblet hovedledningen er hentet ut fra GIS-verktøy. Her tas det utgangspunkt i antallet adresser som er påkoblet ledningsnett:

- 67 boliger
- Haugland skole
- Engel dekk AS

For å estimere den ekstra spillvannsmengden som kommer fra byggene tas det utgangspunkt i standardverdier som er gitt i VA-blad 115 [36], samt data fra Statistisk sentralbyrå (SSB).

Beskrivelse	Verdi
Døgnforbruk per PE	150l/PE×døgn
PE per bolig Askøy (SSB)	2,59 (2,9)*
Elever og lærere Haugland skole	164
f <sub>maks</sub>	2,3**
K <sub>maks</sub>	3**
f <sub>min</sub>	0,5**

Tabell 31: Verdier for beregning av spillvannsmengde

\*Etter SSB sin befolkningsstatistikk har Askøy kommune i gjennomsnitt 2,59 personer per bolig. For å ta høyde for eventuelle variasjoner innenfor kommunen og usikkerheter velges det en verdi på 2,9.

\*\*Tar utgangspunkt i tabellen under (tabell 32), hentet fra VA-blad 115. Velger å ligge i øvre del av intervallene på maks-faktorer og nedre på minimumsfaktorer grunnet få personer i området.

Område	$f_{maks}$	$f_{min}$	$k_{maks}$
Byer med mer enn 10.000 pe	1,3-1,8	0,5-0,9	
Tettsted med mer enn 3.000 pe	1,3-2,1	0,6-0,8	1,4-2,7
Tettsted med 1.100-3.000 pe	1,5-2,3	0,5-0,6	1,7-3,0
Fritidsområder, campingplasser etc.	2,0-4,0		2,0-4,0

Tabell 32: Døgnfaktor og timefaktor [28]

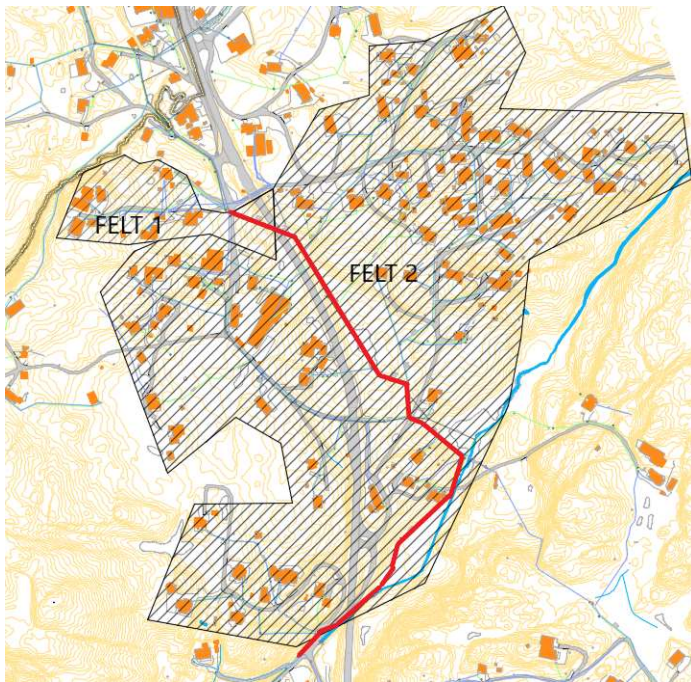
inndata		
boliger	antall	67
PE per bolig	antall	2,9
skole	antall elever og lærere	164
spillvann per PE	l/PE*døgn	150
Innlekking per PE	l/PE*døgn	300
spillvann per elev lærer	l/person*døgn	40
tillegg for industri	l/døgn	0
fmaks		2,3
Kmaks		3
Fmin		0,5
Kmin		
Pumpeledning	l/s (når det pumpes)	60
Resultat		
Qmaks	l/s	3,22998264
Qselvrens	l/s	1,18064236
Qmaks m pumpe	l/s	63,2299826
Qselvrens m pumpe	l/s	61,1806424

Tabell 33: Utregning av dimensjonerende spillvannsmengde for dagens situasjon (vedlegg 4, fil nr. 5)

I beregningen er det tatt utgangspunkt i at skolen er åpen 8 timer i døgnet. Det fremkommer av tabell 33 at spillvannsmengden som er koblet på hovedledning via selvfall vil bidra med en maksimal avløpsmengde på 3,2 l/s, noe som kun tilsvarer litt over 5 % av mengden fra pumpeledning.

Grunnet liten differanse i den totale spillvannsmengden langs hovedledningen, velges det å dele ledningen opp i to felt, vist i figur 22.

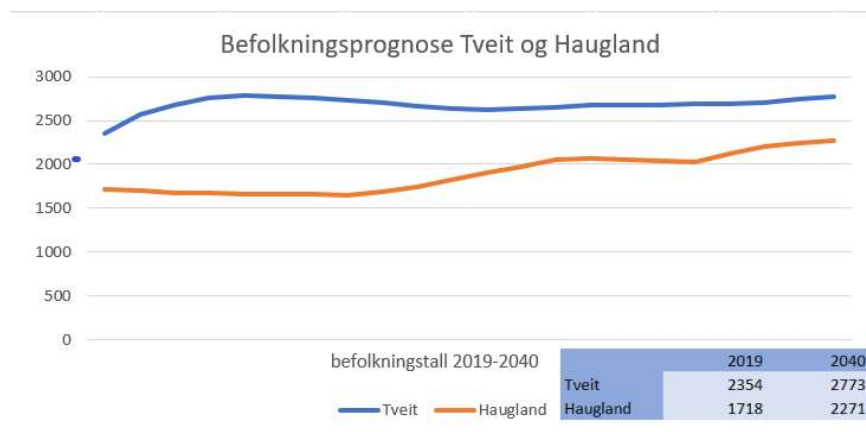
- Felt 1: Her fraktes kun spillvannsmengden fra pumpeledningen
- Felt 2: Her fraktes spillvannsmengden fra pumpeledning og påkoblede selvfallsledninger



Figur 22: Viser felt 1 og 2

### Dimensjonerende spillvannsmengde – fremtidig situasjon

Det må tas høyde for en befolkningsøkning, som vil øke spillvannsmengden både fra pumpestasjon og det som er koblet på ved selvføll. Det er utarbeidet en befolkningsprognose for de ulike skolekretsene på Askøy. Skolekretsene som er koblet til spillvannsledningen er Haugland og Tveit. Selv om det ikke er alle bygg i disse kretsene som er koblet på, vil den relative befolkningsveksten i disse kretsene gjenspeile økning i spillvannsmengde.



Figur 23: Befolkningsprognose for Haugland og Tveit (vedlegg 4, fil nr. 5)

Figur 23 viser at det vil være en befolkningsøkning på cirka 24 % frem mot 2040 i området som er tilknyttet ledningen. Dette gir en estimert avløpsmengde på:

$$Q_{fel} = 1,24 * 60 \frac{l}{s} = 75 \left[ \frac{l}{s} \right]$$

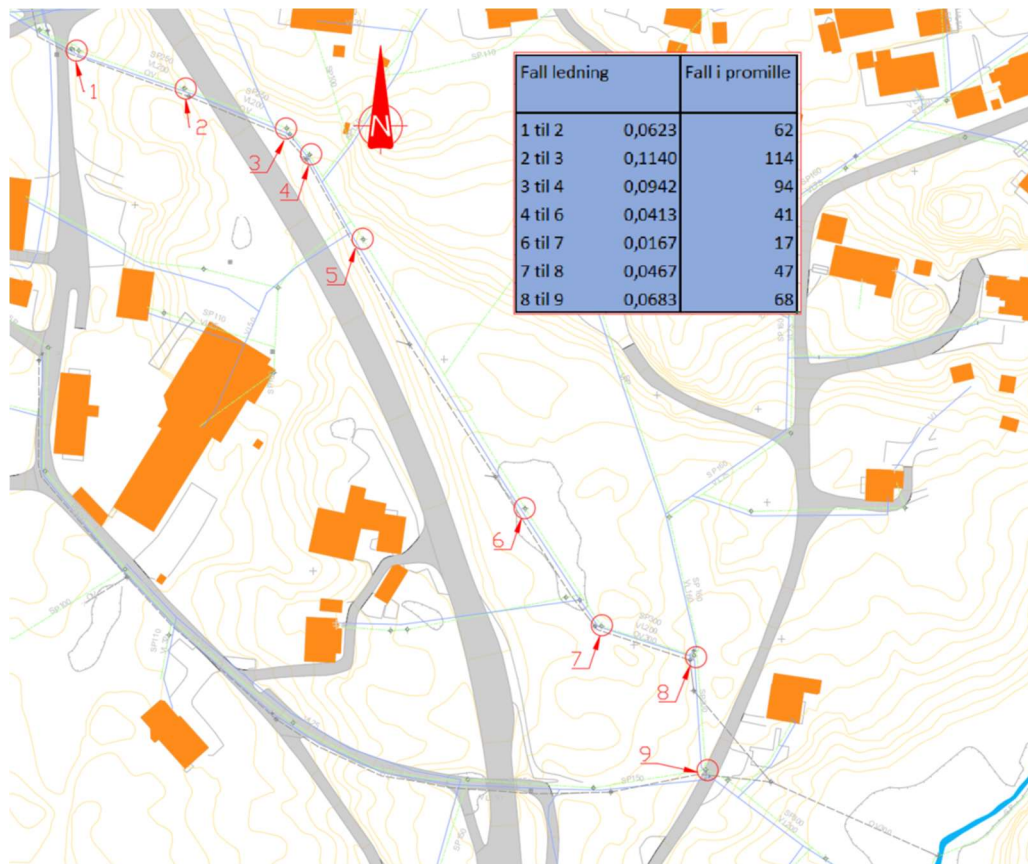


$$Q_{felt} = 1,24 * 3,2 \frac{l}{s} + 75 \frac{l}{s} = 79 \left[ \frac{l}{s} \right]$$

I beregningen tas det ikke høyde for at eventuell utbedring av ledningsnettets fører til mindre lekkasje, eller at lekkasje kan øke grunnet dårlig vedlikehold.

### Helning trase

Helningen på traseen varierer i stor grad. Dette må tas høyde for i utregning av kapasitet på ledning og selvrens. Helning på eksisterende trasé er gitt ut fra SOSI-filer, importert til Novapoint, vist i figur 24. Der traseen legges om tas det høyder ut fra prosjektert trasé i Novapoint.



Figur 24: Helning mellom kummer på eksisterende ledningsnett som skal utbedres

### Kapasitetsberegning

For å finne nødvendig rørdimensjon brukes *Darcy Weisbach/Colebrook whites-formel* for å beregne kapasiteten til et gitt tverrsnitt. Da må det foreligge informasjon om rørruhet og helning på ledningstraseen.

- Rørruhet kan settes til  $K=1,5$  for betongledning der strømningshastighet er over 1 m/s [37].

Formel for å finne kapasitet ved fylt rør er gitt ved:

$$Q_F = -6,95 \cdot \log \left( \frac{0,74}{d_i \cdot \sqrt{d_i \cdot I} \cdot 10^6} + \frac{k}{3,71 \cdot d_i} \right) \cdot d_i^2 \cdot \sqrt{d_i \cdot I} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$Q_F$  = Vannføring ved full ledning [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]  
 $d_i$  = innvendig ledningsdiameter [m]  
 $I$  = Ledningens fall [km/km, m/m]  
 $k$  = bruksruhetkoeffisient [m]

Figur 25: Formel for beregning av kapasitet i ledning. [38]

I beregningene velges det å dimensjonere for delfylt rør, med fyllingshøyde på 75 %. Dette gjøres for å legge inn en sikkerhetsmargin grunnet usikkerhet med hensyn til fremtidig økning i spillvannsmengde. Siden det blir nødvendig å se på et delfylt tverrsnitt må også Brettings formel tas med i beregningene.

$$\frac{q}{Q_F} = 0,46 - 0,5 \cdot \cos \left( 180^\circ \cdot \frac{h}{d_i} \right) + 0,04 \cdot \cos \left( 360^\circ \cdot \frac{h}{d_i} \right)$$



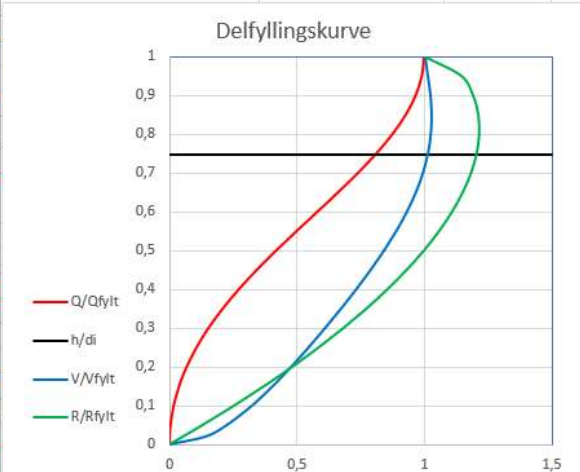
$q$  = vannføring ved delfylling  
 $Q_F$  = vannføring ved fylt ledning  
 $h/d_i$  = fyllingshøyde i forhold til innvendig rørdiameter [ ]  
 $v$  = vannhastigheten  
 $R$  = hydraulisk radius

Figur 26: Brettings formel for delfylte rør [38]

Beregning av kapasitet på ledning er gjort i Excel, vist i tabell 34. Utgangspunktet for beregningene er de to formlene over med omskrivninger, samt ulike trigonometriske formler. Spillvannsmengde som blir dimensjonerende med hensyn til kapasitet er maksimal spillvannsmengde i fremtidig situasjon, som er beregnet til å være 79 l/s. Beregninger gjøres for hver delstrekning for å sikre at ledningen prosjekteres med tilstrekkelig dimensjon.



INNDATA			kontroll selvrens		
Forklaring	Benevning	verdi	Forklaring	Benevning	verdi
Dimensjonerende avløpsmengde	Qdim	79	minimum skjærspenning	N/m <sup>2</sup>	2
Dimensjonerende fyllingshøyde (sikkerhetsmargin)	h/di	0,75	Tfyllt	(N/m <sup>2</sup> )	7,36
ruhetsfaktor	k	1,5	Tmaks		8,83
Fall på ledning i promille	I	10	Selvrens		ok
Indre diameter rør	Di	300			
RESULTAT KAPASITETSBEREGNING					
Forklaring	Benevning	verdi			
kapasitet for fylt ledning	Qfyllt	97,85			
kapasitet ved dim.fyllingshøyde	Qdelfyllt	79,61			
Brukt kapasitet( Ut fra dim fyllingshøyde)	Qdim/Qdelfyllt	99 %			
ANDRE RESULTATER					
Forklaring	Benevning	verdi			
strømningstversnitt for gitt vannføring	A (m <sup>2</sup> )	0,0565			
strømningstversnitt fylt rør	Afyllt (m <sup>2</sup> )	0,071			
Våt perefieri	m	0,625			
vanndybde	mm	223,64			
Delfylling: (Viser delfylling i forhold til inndata)	Q/Qfyllt	0,81			
	h/di	0,75			
	V(m/s)	1,40			
	Vfyllt(m/s)	1,38			
	V/Vfyllt	1,01			
	R(m)	0,090			
	Rfyllt(m)	0,075			
	R/Rfyllt	1,205			



Tabell 34: Excel regneark for kapasitetsberegning og kontroll av selvrens. Viser også verdier i delfyllingskurve ved ulike inndata (vedlegg 4. fil nr. 5).

## Selvrens

For å sikre at røret er selvrensende må det tas utgangspunkt i at røret skal være selvrensende minst en gang per døgn. Her dimensjoneres det for det året med minst folketall, noe som er i dagens situasjon. Ut fra beregningene av dimensjonerende spillvannsmengde (tabell 34) har en at  $Q_{selvrens} = 61,18$  l/s.

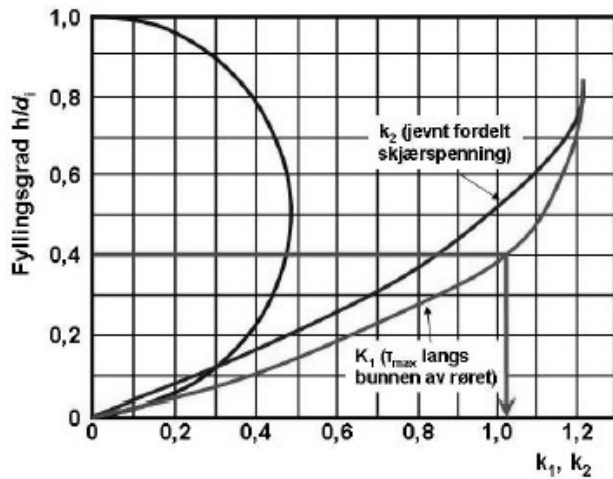
For å kontrollere selvrens er det nødvendig å se om maks skjærspenning oppstår en gang i løpet av døgnet. Formelen er gitt i figur 27:

$$\tau_{maks} = \rho \cdot g \cdot k_1 \cdot \frac{d_i}{4} \cdot I$$

- $\rho$ : Vannets densitet = 1000 kg/m<sup>3</sup>
- $g$ : Tyngdeaksellerasjonen = 9,81 m/s<sup>2</sup>
- $\frac{d_i}{4}$ : Hydraulisk radius ( R ) for fylte rør er  $d_i/4$
- $I$ : Ledningens fall [m/m]

Figur 27: Formel for maks skjærspenning [38]

I formelen for maks skjærspenning er det benyttet en korreksjonsfaktor K1 som gir forholdet mellom skjærspenning i fylt rør og  $T_{max}$  i bunnen av delfylte rør. K1 finnes som en funksjon av fyllingsgrad, gitt i figur 28:



Figur 28: Korreksjonsfaktorer som funksjon av fyllingsgrad [38]

Tabell 35 viser utklipp av selvrensberegningen. Dette er samme regnearket som er brukt til kapasitetsberegningen, men her settes dimensjonerende spillvannsmengde til  $Q_{\text{selvrens}}$  istedenfor  $Q_{\text{maks}}$ .

INNDATA			kontroll selvrens		
Forklaring	Benevning	verdi	Forklaring	Benevning	verdi
Dimensjonerende avløpsmengde	Qdim	61,8	minimum skjærspenning	N/m <sup>2</sup>	2
Dimensjonerende fyllingshøyde (sikkerhetsmargin)	h/di	0,75	Tfyllt	(N/m <sup>2</sup> )	7,36
ruhetsfaktor	k	1,5	Tmaks		8,61
Fall på ledning i promille	l	10	Selvrens		ok
Indre diameter rør	Di	300			

Tabell 35: Beregning av selvrens ved 10 promille fall

I beregningen er det tatt utgangspunkt i en helning på 10 promille. Da det ikke er noen punkter på strekningen som er under 10 promille fall, vil skjærspenningen ligge over minimum langs hele ledningstraseen. Ved fall mer enn 10 promille vil det i henhold til VA-blad nr. 79 heller ikke være nødvendig å kontrollere for selvrens [28].

## 5. Resultater og drøfting

### 5.1 Overvann

Ved beregning av overvann benyttes det sammenligninger av Lonelva på Askøy (område A) med Haukåselva som ligger lenger øst, utenfor Åsane (område B). Området ved Haukåselva har flere like landskapstrekk som feltet på Haugland, men med noe ulik avrenningsfaktor og nedbørsintensitet, beskrevet i kapittel 5.1.4.



Figur 29: Overvannsberegning av Lonelva (A) og Haukåselva (B)

Flomberegningene skal gjøres ved bruk av den rasjonale metode, der resultatene sammenlignes med andre beregningsmetoder benyttet i de samme nedbørsfeltene. Ved å gjøre sammenligninger av beregninger benyttet i de to feltene kan sikkerheten til verktøyet bestemmes, og flomverdiene i Lonelva bli mer presise.

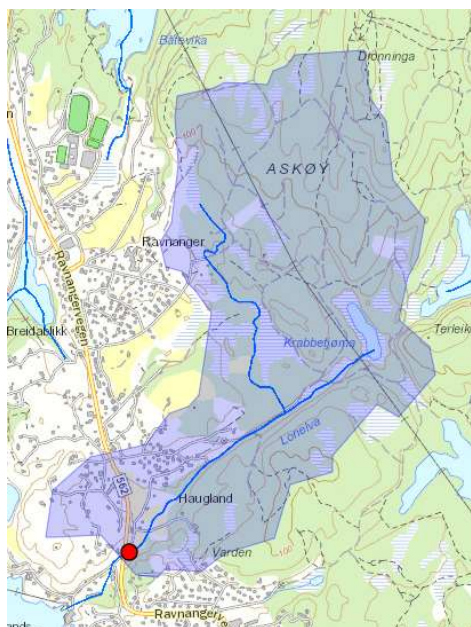
#### 5.1.1 Generering av nedbørsfelt

Følgende parametere er generert ved hjelp av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sin tjeneste «Nevina» [39]. Dette er overslagsberegninger som kan inneholde feil. Tjenesten



tar utgangspunkt i avrenning mot et gitt punkt. Ut fra dette blir parametere beregnet, som vist i tabell 36 og 37. Disse tas utgangspunkt i ved videre beregning av flom og nedbørshendelser ved den rasjonale metode.

### Parametere Lonelva



Figur 30: Nedbørsfelt for Lonelva

Parameternavn	Verdi
Areal (km <sup>2</sup> )	2,29
Avrenning (mm/år)	1940,59
Minimum høyde (m)	27
Maksimum høyde (m)	184
Sjø (%)	0,74
Skog (%)	71,7
Dyrket mark (%)	2,02
Myr (%)	10,75
Urban (%)	5,13
Effektiv sjø (%)	0,16
Feltlengde (km)	2,42
Elvelengde (km)	2,34
Elvegradient (m/km)	19,22

Tabell 36: Feltparametere for Lonelva, hentet fra Nevina rapport [39]

### Parametere Haukåselva



Figur 31: Nedbørsfelt for Haukåselva [33]

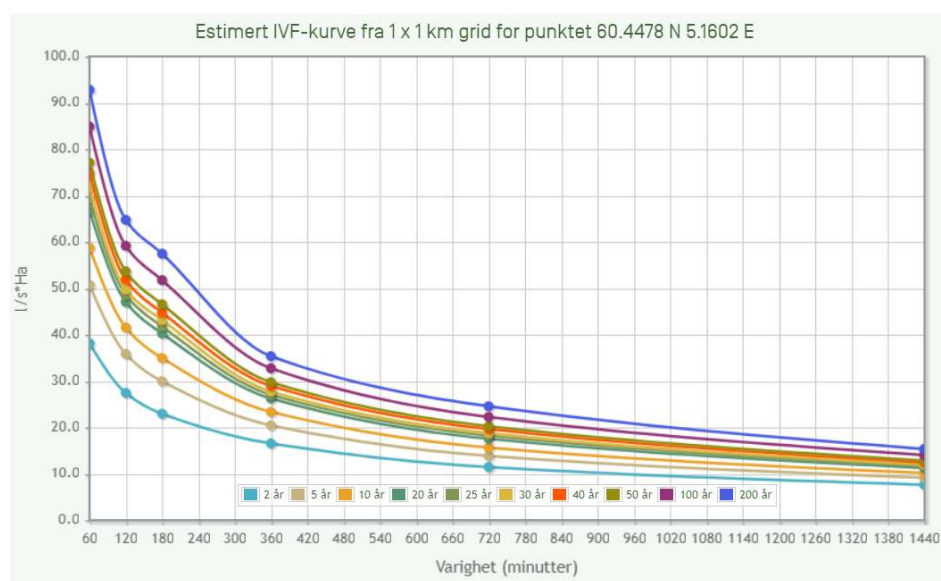
Parameternavn	Verdi
Areal (km <sup>2</sup> )	2,27
Avrenning (mm/år)	2211,39
Minimum høyde (m)	68
Maksimum høyde (m)	327
Sjø (%)	7,68
Skog (%)	27,06
Dyrket mark (%)	6,14
Myr (%)	3,44
Urban (%)	9,77
Effektiv sjø (%)	3,67
Feltlengde (km)	2,04
Elvelengde (km)	1,85
Elvegradient (m/km)	15,12

Tabell 37: Feltparametere for Haukåselva, hentet fra Nevina rapport [39].

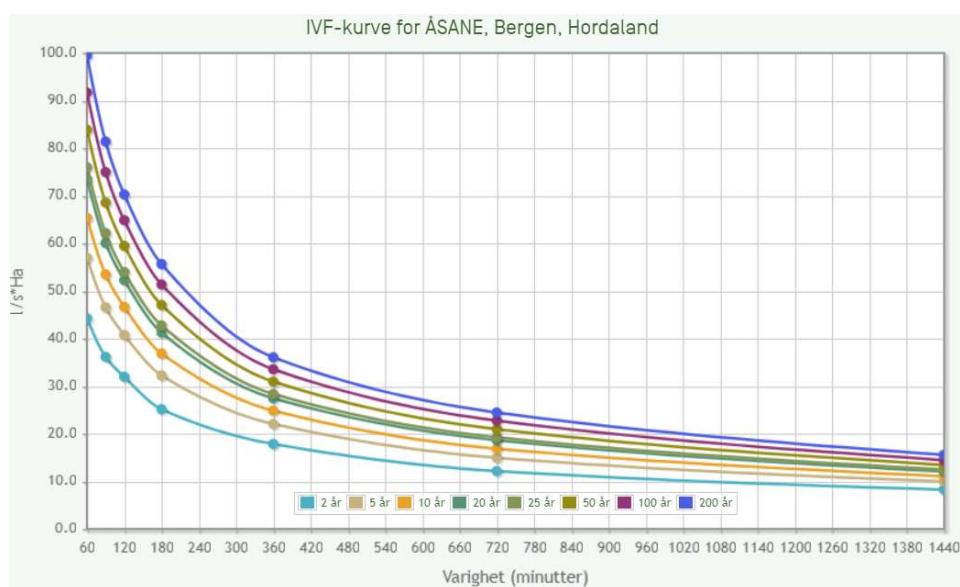
### 5.1.2 Intensitet, varighet og frekvens

IVF-kurver er beregnet ved bruk av et formelverk utarbeidet for nedbørsfelt under cirka 50 km<sup>2</sup>. Feltparametere som inngår i formelverket er feltareal (km<sup>2</sup>), effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s\*km<sup>2</sup>) [8, s.16].

IVF-kurven for Haukåselva tar utgangspunkt i sikre data fra målestasjonen i Åsane. Lonelva består derimot ikke av verdier hentet fra målestasjoner, men estimerte verdier med påregnelig nedbør. Her benyttes sammenhengen mellom intens nedbør og ulike meteorologiske og geografiske variabler. Usikkerheten er høyere dersom det ikke er nærliggende målestasjoner i området, eller dersom stasjonen har korte måleserier [40].



Figur 32: IVF-kurve for Haugland – Lonelva [40]



Figur 33: IVF-kurve for Åsane – Haukåselva [40]

### 5.1.3 Konsentrasjonstid

Beregninger nedenfor benyttes videre i IVF-kurver for å lese av nedbørsintensiteten for valgt område.

#### Beregninger konsentrasjonstid

*Lonelva*

$$\begin{aligned} T_c &= 0,6 * 2420m * (157m)^{-0,5} + 3000 * 0,0016 \text{ [minutter]} \\ &= 115,87 + 4,8 = \mathbf{121 \text{ minutter}} \approx 2 \text{ timer} \end{aligned}$$

*Haukåselva*

$$\begin{aligned} T_c &= 0,6 * 2040m * (259m)^{-0,5} + 3000 * 0,0367 \text{ [minutter]} \\ &= 76,0556 + 110,1 = \mathbf{186 \text{ minutter}} \approx 3 \text{ timer} \end{aligned}$$

### 5.1.4 Beregning av avrenning

I feltet ved Lonelva er det mest skog og noe myr. Derfor vil avrenningsfaktoren for skog være gjeldende. En tilleggssum adderes på avrenningsfaktoren som følge av det høye gjentaksintervallet. Ved et 200-års gjentaksintervall adderes det på 0,2 da det kategoriseres som tiltak i sikkerhetsklasse V3 [41, s.5].

Det beregnes med avrenningsfaktor på 0,3 i utgangspunktet for Lonelva. Ved å legge til 0,2 på dette sitter en igjen med en faktor på 0,5. For Haukåselva i Åsane er prosentandelen skog noe mindre enn Lonelva på Askøy. Denne settes her til 0,4, pluss en tilleggssum på 0,2. Dermed blir avrenningsfaktoren 0,6 ved Haukåselva.

#### Beregninger

Følgende parametere benyttes for beregning av avrenning ved den rasjonale metode med gjentaksintervall 200 år. Det benyttes en klimafaktor for Hordaland på 1,4 og en faktor for beregningsusikkerhet på 1,2 for området Lonelva og Haukåselva [41, s.5].

Rasjonell metode	Lonelva	Haukåselva
Parameter		
Avrenningsfaktor, C	0,5	0,6
Nedbørsintensitet, i (l/s*ha)	65	54
Konsentrasjonstid, tc (min)	120	186
Areal (ha)	229	227
Klimapåslag	1,4	1,4
Beregningsusikkerhet	1,2	1,2

Tabell 38: Parametere for beregning av avrenning ved den rasjonale metode

### Lonelva

$$\begin{aligned} Q_{200} &= 0,5 * 65 \frac{l}{s * ha} * 229ha * 1,4 * 1,2 \left[ \frac{m^3}{s} \right] \\ &= 12\,503,4 \frac{l}{s} = \mathbf{12,5 \frac{m^3}{s}} \end{aligned}$$

### Haukåselva

$$\begin{aligned} Q_{200} &= 0,6 * 54 \frac{l}{s * ha} * 227ha * 1,4 * 1,2 \left[ \frac{m^3}{s} \right] \\ &= 12\,356,064 \frac{l}{s} = \mathbf{12,4 \frac{m^3}{s}} \end{aligned}$$

#### 5.1.5 Sammenligning av beregningsverktøy

Ved å benytte ulike beregningsmetoder for flom vil en se avvik mellom de ulike metodene, da de bygger på ulike beregningsprinsipper. Prosjektgruppens beregninger tar utgangspunkt i den rasjonale formelen. Denne måles opp mot metodene flomfrekvensanalyse (FFA) og nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt. Metodene og beregningene tar utgangspunkt i overvann- og flomrapport for Lonelva ved utbygging av ny fylkesveg i området Lavik-Haugland [41]. Differansen av beregningene viser sikkerheten til den rasjonale metode, og om denne er pålitelig med hensyn til beregning av vannføring i et mindre nedbørsfelt.

#### Sammenligning av metodene

De tre metodene viser flomverdier ved 200-års gjentaksintervall.

Metode Flomstørrelse	Flomverdi $Q_{200}$ ( $m^3/s$ )
Flomfrekvensanalyse Haugland	18.5
Nasjonalt formelverk Haugland	13.5
Nasjonalt formelverk Haukåselva	13.6
Rasjonale metode Haugland	12.5
Rasjonale metode Haukåselva	12.4

Tabell 39: Sammenligning av ulike metoder for beregning av avrenning, hentet fra flomberegningsrapport [41]

Flomfrekvensanalysen innehar noe høyere verdi enn det de to andre metodene gir. Årsaken til dette kan være mangel på antall målestasjoner i området som samsvarer med feltparametere, eller dataseriens manglende varighet [41, s.6]. En markant høyere flomverdi kan også ha grunnlag i at målestasjonene som er benyttet ligger høyere i terreng og nedbørsfeltet er større enn i feltet ved Lonelva [41, s.8].

Verdiene fra *nasjonalt formelverk* og *rasjonal metode* er like, og med tilsvarende nedbørsfelt ved Haukåselva og Lonelva gir dette sammenfallende verdier ved beregning.

Beregningene viser at den rasjonale metode fungerer godt for hurtig beregning av flomstørrelser for et mindre nedbørsfelt, etter sammenligning med *nasjonalt formelverk*. Likevel viser metoden at arealet ikke bør være høyere enn 200 hektar, da dette kan gi en uriktig beregning av nedbørsmengden ettersom nedbørsfeltet er en faktor i beregningen.

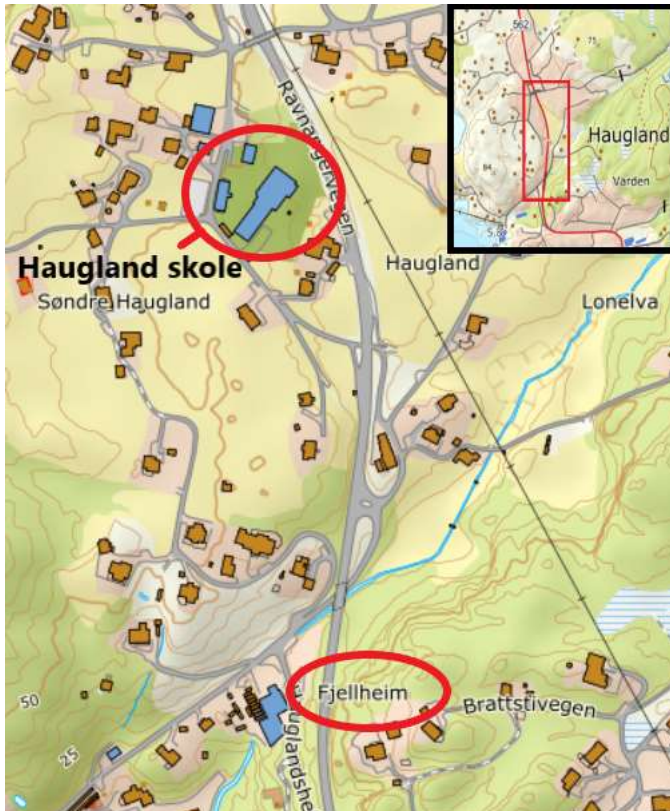
## 5.2 Gang- og sykkelveg, drøfting

Det er lagt frem totalt fem traseer til et nytt GSV-nett ved Haugland, der hele traseen er delt inn i to delstrekker. Traseene skal settes opp mot hverandre og drøftes.

Forslagene har bakgrunn i følgende retningslinjer:

- GSV skal gå nordover fra Fjellheim, med utgangspunkt i å føre befolkningen til viktige målpunkt på Haugland.
- Det skal være et system som enkelt kan kobles opp med flere adkomstveger dersom dagens reguleringsplan utføres.
- Systemet bør følge eksisterende vegnett, men være separat fra fylkesvegen med hensyn til trafikksikkerhet.





Figur 34: Oversiktskart over Haugland. Eksisterende reguleringsplan tilrettelegger for GSV fra Fjellheim

Som nevnt i kapittel 1.6 vil det ikke la seg gjøre å bygge ut traseen som vist i figur 4. Det fokuseres heller på å forbedre og utbedre eksisterende løsninger for myke trafikanter.

Prosjektgruppen vil prøve å tilrettelegge GSV-nettet sammen med utskiftning av eksisterende spillvannsnett. Dersom samhandling mellom GSV og spillvannsnett går ut over trafikksikkerhet og utforming, vil prosjekteringen falle i fordel GSV. Da prosjekteres de to hver for seg, med mulighet for samhandling der det er mulig.

### 5.2.1 Delstrekning 1: Fortsettelse av reguleringsplan og kryssing av Lonelva

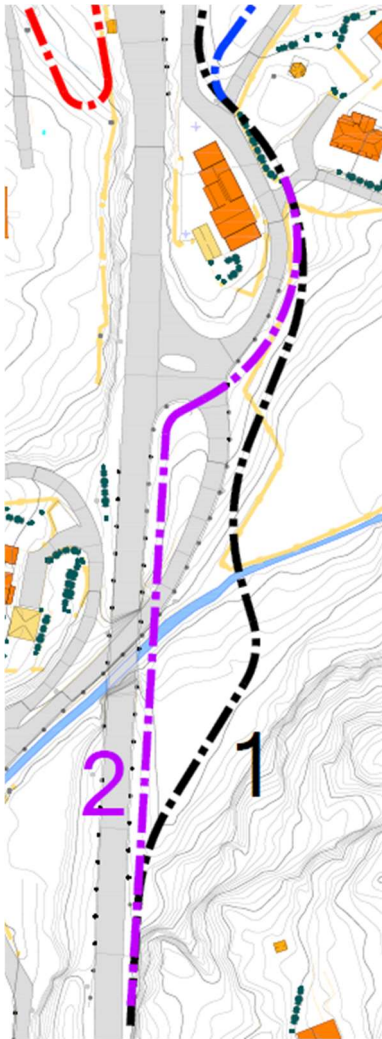
GSVen skal prosjekteres videre fra der reguleringsplanen blir kuttet. Det er vurdert to forskjellige traseer for videreføring av reguleringsplan og kryssing av Lonelva.

*Trasé 1* følger terrenget fint ned mot Lonelva, før den blir krysset med en ny bro eller fylling der elva blir lagt i kulvert. Videre stiger GSV langs eksisterende vegnett opp mot påkobling av de tre neste traseene (A, B og C) som går til Haugland skole. *Trasé 1* krysser to adkomstveger.

Trasé 2 følger fv. 562 og krysser Lonelva med utkrager på eksisterende bro. GSV blir så trukket ned i kryssingen av samlevegen som går under broen, og følger deretter eksisterende vegnett mot påkobling av de tre neste traseene (A, B og C) som går til Haugland skole.

Trase 1 krysser to adkomstveger, mens trasé 2 krysser to adkomstveger og en samleveg.

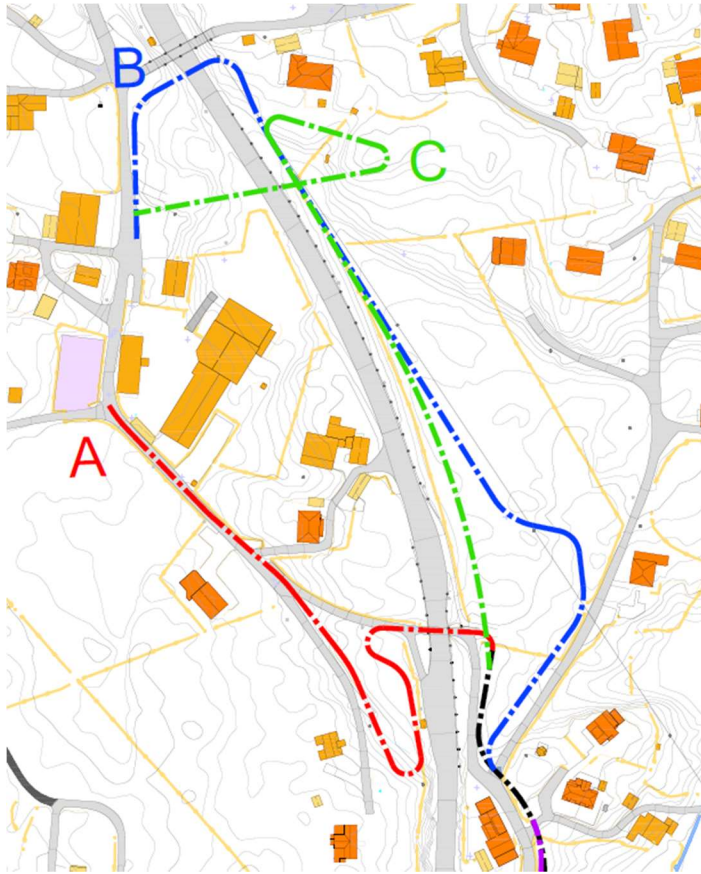
Figur 35 viser de to traseene som krysser Lonelva og flere adkomstveger.



Figur 35: Delstrekning 1: Traseer som krysser Lonelva

### 5.2.2 Delstrekning 2: Videreføring av GSV til Haugland skole

Fra punktet der trasé 1 og 2 samles, går GSVen videre mot Haugland skole, der det er vurdert tre forskjellige traseer; A, B og C, som vist på figur 36.



Figur 36: Delstrekke 2: videreføring av GSV fra trasé 1 og 2

### **Trasé A: I eksisterende kulvert under fv. 562**

Trasé A går i eksisterende kulvert sør for Haugland skole. Fra kulverten og opp til skolen går GSV lenger inn i terrenget, og svinger seg opp forbi busstoppet. Fra busstoppet og opp svinger vegen seg 180-grader og blir ført opp under adkomstvegen vest for busstoppet. Trasé A treffer fint vertikalt i krysset mellom eksisterende adkomstveg og GSV. Utformingen av trasé A medfører at adkomstvegen må trekkes litt mot vest, og mur må bygges mellom GSV og adkomstvegen for å forhindre at adkomstvegen skal rase ut.

### **Trasé B: Langs eksisterende ledningsnett mot eksisterende/ny bro**

Trasé B svinger seg ned langs eksisterende adkomstveg, og følger eksisterende ledningsnett nordover, over jordet øst for fv. 562. Trasé B har jevn stigning over jordet før den stiger opp til eksisterende adkomstveg, Asskaret. Over jordet går GSV under høyspentledning. Trasé B er prosjektert med ny gangbro over fv. 562 og føres videre mot Haugland skole.

Tenkt avslutning på trasé B er før kryssing av fv. 562, slik at trasé B kobles på adkomstvegen, Asskaret, før brokryssingen av fv. 562.

### **Trasé C: Langs fv. 562 med ny bro**

Trase C følger fv. 562 nordover og føres opp på et høydepunkt, der en brokonstruksjon fører gående og syklende over fylkesvegen. Trasé C ender rett ved målpunktet, Haugland skole.

#### 5.2.3 Vurdering av traseer

##### **Trasé 1 vs. trasé 2**

Starten av GSVen skal være en fortsettelse av reguleringsplan og bør fortsettes på en måte som muliggjør videre bygging av fv. 562 som vist i reguleringsplan. Trasé 2 er ikke tilfredsstillende med hensyn til videre utbygging/omlegging av fv. 562, da eksisterende vegbro skal flyttes mot vest. Eksisterende vegbro vil ikke tåle vekt og moment av utkrageren som er tenkt for trasé 2 – etter opplysning fra fagfolk på Asplan Viak. Trasé 1 følger terrenget fint nedover mot kryssing av Lonelva, og krysser ikke samlevegen i retning Hauglandshella. Trasé 1 legger også bra opp til videre arbeid og utførelse av reguleringsplan, da den ikke kommer direkte i konflikt med ombygging.

##### Konklusjon

Ut fra drøftingen over, utgår trasé 2. Trasé 1 blir valgt frem til påkobling videre mot Haugland skole.

##### **Vurdering av trasé A, B og C**

Spennet til broen for trasé C er cirka 30 meter. Dersom det er over 25 meter (slakkarmert bro) må det settes inn søylepunkt, som medfører at en må bygge om dagens veg for å få plass til søylene – etter opplysning fra fagfolk på Asplan Viak. Trasé C følger ikke eksisterende ledningsnett på samme måte som trasé B, så trasé B overgår trasé C. Trasé A følger stort sett eksisterende GSV-nett samtidig som den utbedrer tilbudet betraktelig for myke trafikanter, noe trasé C ikke gjør. Trasé A har god tilknytning til busstopp på begge sider, uten store inngrep. Ved å benytte seg av den eksisterende kulverten unngås store økonomiske kostnader ved bygging av ny kulvert.

Beslutningen blir at trasé C utgår, og trasé A og B vil dermed bli vurdert opp mot hverandre.

##### **Drøfting av trasé A og B**

Trasé A ligger fint i landskapet fra kulvert og opp til adkomstvegen, uten større synlige inngrep i naturen annet enn fylling og skjæring. Trasé A tilrettelegger videre bruk av eksisterende gangnett, som kan benyttes som snarveger til henholdsvis busstopp og skole.

Traseen ivaretar universell utforming bedre enn eksisterende situasjon. Trasé A ligger slik at busstoppene kan bevares, og myke trafikanter kommer seg lett mellom GSV og busstopp. Traseen berører eksisterende ledningsnett, da vegen må legges lenger inn i terrenget for å klare stigning fra kulvert og opp. Dette fører til at eksisterende ledningsnett må legges om.

Trase B må stige høyt for å treffe i riktig høyde ved påkobling av eksisterende veg ved eksisterende vegbro, samt fri høyde over fylkesvegen ved anleggelse av separat gangbro, nordøst for Haugland skole. Stigningen på vegen gjør at krav til universell utforming ikke blir ivare tatt, samtidig som den bryter landskapet med store fyllinger. Trasé B ligger tilfredsstillende med hensyn til eksisterende ledningsnett, men høye fyllinger gjør at ledningene ligger dypt under GSV.

I kapittel 4.2.1 – *Konsekvensutredning i tilknytning til ny gang- og sykkelveg*, er trasé A og B vurdert opp mot hverandre. Oppsummering av KUen er i kap. 4.4 – *Konklusjon av konsekvensutredning*. Etter en samlet vurdering av prissatte og ikke-prissatte konsekvenser, er konklusjonen av KUen at trasé A blir anbefalt.

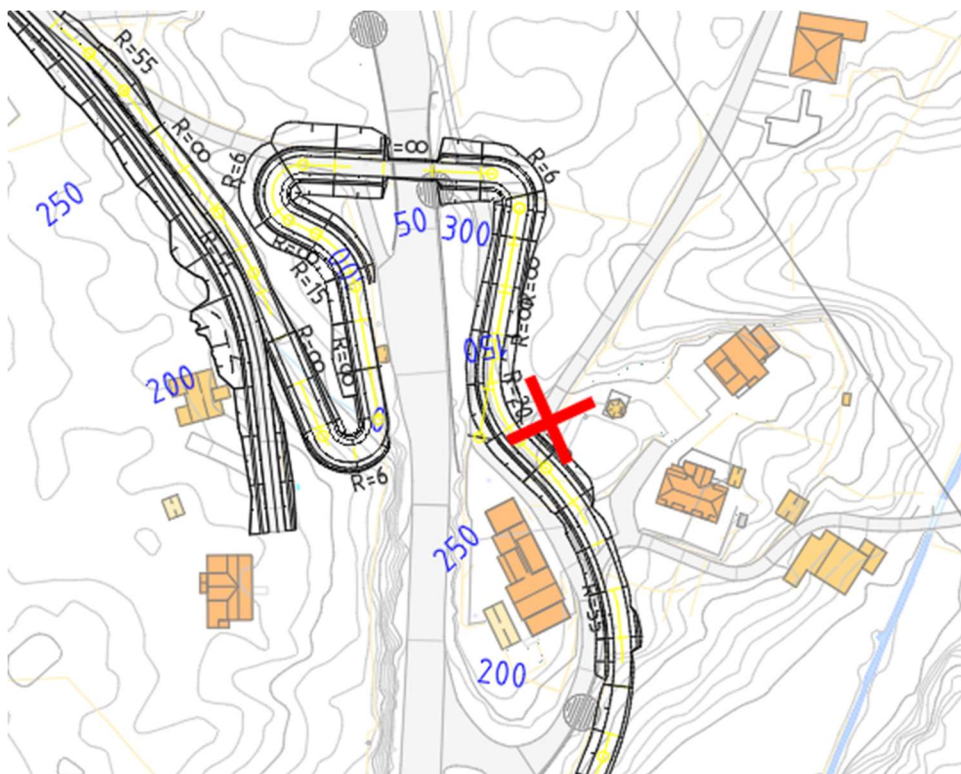
### Konklusjon

Ut fra drøftingen over og resultatet av KUen, velges trasé A. Resultat av KUen veier for konklusjonen, samt at det er viktigere å legge til rette for å løse dagens situasjon for myke trafikanter, enn å treffe rett over ledningsnett med GSV.

### 5.2.4 Tiltak

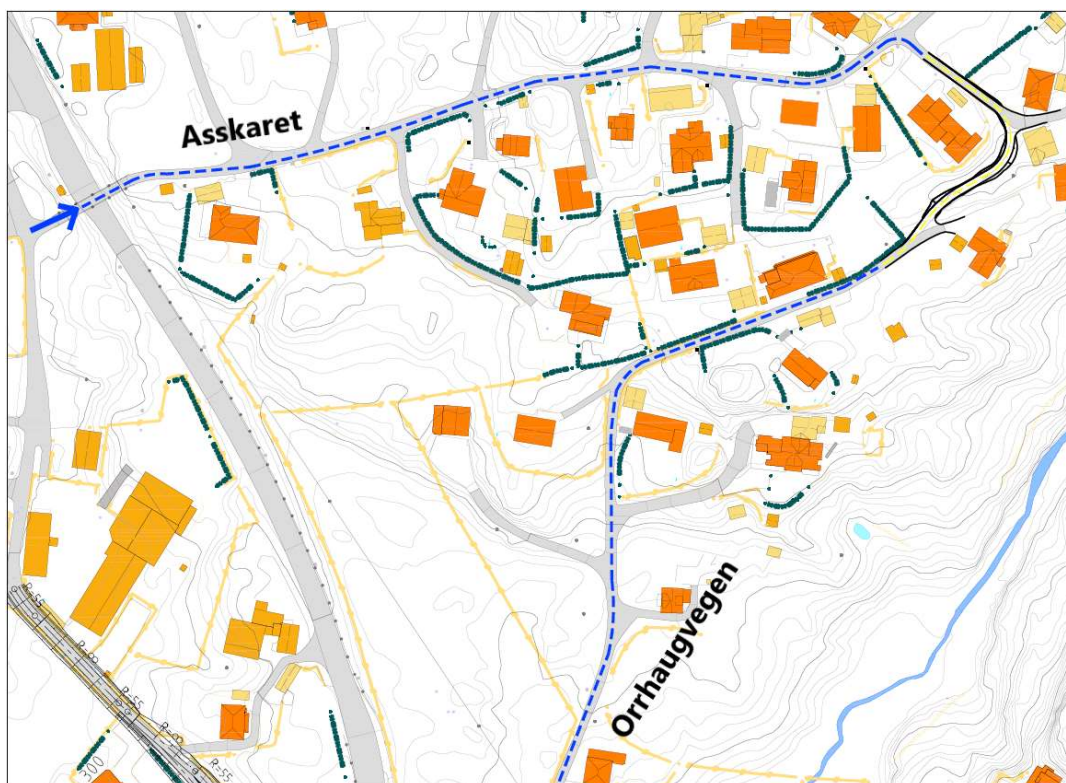
Det er ønskelig med færrest mulige kryssinger av kjøreveger for GSVen. Trasé 1 krysser to adkomstveger, der det sees på muligheten for å kutte den ene kryssingen. Orrhaugvegen krysser trasé 1 i profil 255. Ved å koble sammen adkomstvegene Orrhaugvegen og Asskaret (vist i figur 38), er det mulig å sløyfe en kryssing av GSVen. Det røde krysset på figur 37, viser hvor avkjørselen vil stenges.





Figur 37: Stenging av avkjørsel, der rødt kryss markerer stenging av avkjørsel.

Figur 38 viser eksisterende veg som blå stiplet linje. Koblingsvegen er tegnet i øvre høyre hjørne med gul senterlinje og svart farge som viser utslaget til veggen.



Figur 38: Koblingsveg som erstatter adkomstveg

Koblingsvegen vil bli gjennomgående og endevegene for Asskaret og Orrhaugvegen vil kobles på som avkjørsler. Ved å kutte kryssingen av GSVen, samt koble de to adkomstvegene sammen, blir trafikksikkerheten bedret.

Det er også mulighet for å legge byggegropen til borehullet for spillvannsledningen ut i Orrhaugvegen, dersom det viser seg at det er nødvendig. Byggegroppen må da bli laget etter adkomstvegene er koblet sammen.

### 5.2.5 Kryssing av Lonelva

I reguleringsplanen er det prosjektert inn kulvert med fyllingsmasser for GSV over Lonelva [4]. Prosjektgruppen ser på muligheten for kryssing av elven ved å benytte en brokonstruksjon. Broen kan bygges i tre som gjør at den glir bedre inn i terrenget.

Ved å benytte seg av kulvert og fyllingsmasser vil GSVen bli mer synlig utenfra, som følge av de store fyllingene. Kulverter og annen infrastruktur skal dimensjoneres ut fra en 200-års flomhendelse [8, s.25].

### Kapasitetsberegning for kulvert

Det tas utgangspunkt i flomrapporten som er utarbeidet ved beregning av strømningsstverrsnitt. Her er strømningshastigheten målt til 1,7 m/s ved middelvannstand og 5,7 m/s ved en flomhendelse [41]. Kapasitetsberegninger for full og delfylt rørledning gjøres via beregningsprogrammer til Pipelife [42].

#### Rørdata

Parametere	Full ledning	Delfylt ledning
Rørdata	Verdi	Verdi
Ruhet (mm)	0,6	0,6
Fall (%)	10	10
Fyllingshøyde	-	0,8

Tabell 40: Inngangsparametere for beregning av kapasitet på ledning. Ruhet er gitt i VA-blad Nr.14 [37]

#### Strømningsstverrsnitt – fylt rør

Ønsket kapasitet (m <sup>3</sup> /s)	Strømningshastighet (m/s)	Innvendig diameter (mm)
12,5	4,82	1817
13,5	4,91	1871
14,5	4,99	1923
15,5	5,07	1973

Tabell 41: Strømningsstverrsnitt for fylt rør med ulik ønsket kapasitet [42]

### Strømningstverrsnitt – delfylt rør

Ønsket kapasitet (m <sup>3</sup> /s)	Strømnings-hastighet (m/s)	Innvendig diameter (mm)
12,5	5,48	1841
13,5	5,58	1896
14,5	5,67	1949
15,5	5,76	1999

Tabell 42: Strømningstverrsnitt for delfylt rør med ulike ønsket kapasitet [42]

I kapasitetsberegningen tas det utgangspunkt i flomberegningene gruppen kom frem til ved rasjonale formel, 12.5 m<sup>3</sup>/s. Ut fra beregningene, samt noe usikkerhet i flommengde, vil en eventuell kulvert bli anlagt med en betongledning med dimensjon 2000 mm, 10 promille fall og 0,6 i ruhet.

#### Valg av løsning

BASAL vingemur kan benyttes i innløpet for å sikre seg mot erosjon fra flommassene mot kulvertåpning, spesielt under større nedbørshendelser. Den bør anlegges med en rist i front for å ta imot kvister og annet som kan tette innløpet.

Ved å benytte seg av fylling med kulvert vil sannsynligheten være stor for at innløpet og dens sideområder påvirkes. Prosjektgruppen har fått opplysninger om at Lonelva oversvømmes jevnlig, og at en vannføring over 2 m<sup>3</sup>/s gjør at elven oversvømmes. En flomhendelse med 200-års gjentaksintervall vil føre til at elven flommer betydelig over sine bredder. Dermed må fyllingen sikres godt med murer langs fylling slik at erosjon ikke forekommer i fyllingsmassene, og at vannmassene føres inn gjennom kulvertåpning.

En bro vil derimot ikke bli påvirket av større nedbørshendelser, da brokarene vil ligge i tilstrekkelig høyde fra elvebredden, vist i figur 41.



Figur 39: BASAL vingemur hentet fra produktkatalogen til BASAL [1]



Figur 40: Bilde fra befarings viser Lonelva ved middelvannstand





Figur 41: Punkthøyde mellom elvebredde og brokar viser at brokarene ligger i tilstrekkelig høyde og distanse fra elven.

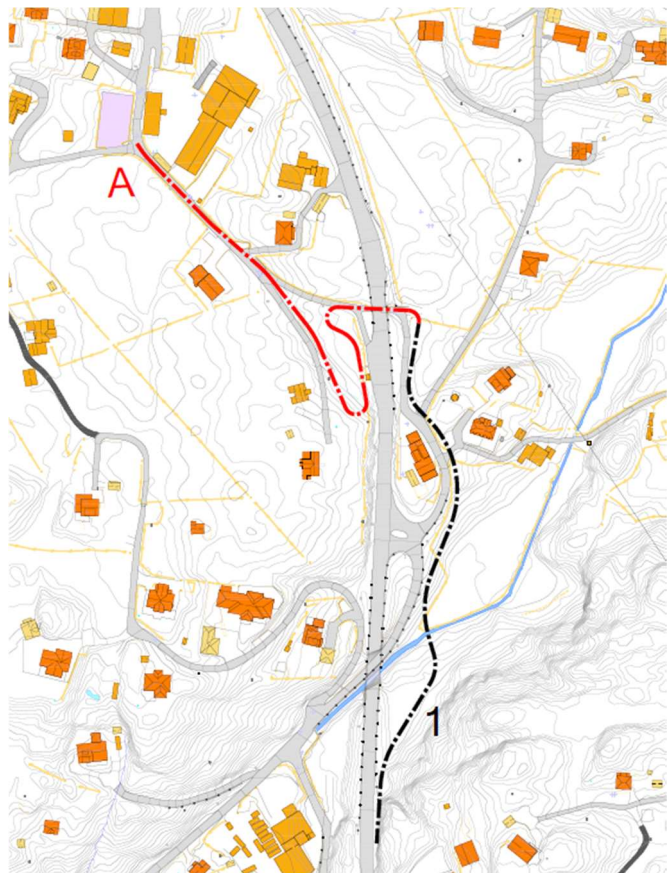
Broen kan tilpasses terrenget godt og bidra til økt verdi for området, i motsetning til en høy og bratt fylling som er valgt i reguleringsplanen. Med bakgrunn i dette vil prosjektgruppen gå videre med bro som løsning for kryssing av Lonelva.

### 5.3 Gang- og sykkelveg, valgt løsning

#### 5.3.1 Trasé

GSVen er prosjektert med to forskjellige senterlinjer, der den første senterlinjen er trasé 1 og den andre senterlinjen trasé A. De to senterlinjene er vist i figur 42, der trasé 1 har svart farge og trasé A har rød farge.

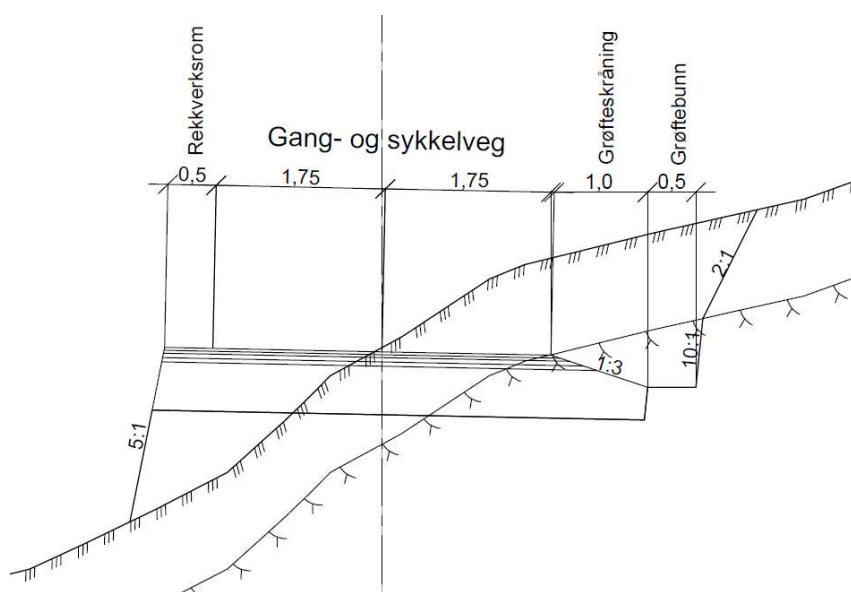
Trasé 1 starter der reguleringsplanen kuttet. Herfra følger traseen terrenget og svinger seg ned mot Lonelva med fall på 6 %. GSVen krysser Lonelva med 2 % stigning over broen. Broen har stigning på heltall, da dette blir enklere å bygge. Etter broen stiger vegen jevnt opp mot avkjørselen med stigning på 7,74 % før den føres ned mot kulvert med fall på 5,10 %.



Figur 42: Gang- og sykkelveg, trasé 1 og A

Trasé A tar GSVen videre i eksisterende kulvert og fører den videre opp forbi busstoppet mot Haugland skole. Fra kulvert og opp til profil 250 på trasé A stiger GSVen jevnt med stigning på 4,3-5,4 % før den stiger med 7,44 % over ca. 25 meter for å treffe påkobling til eksisterende vegnett. Fra om lag profil 270 ligger GSVen på eksisterende veg med stigning på 4,09 % opp til krysset ved Haugland skole.

Gang- og sykkelvegen har bredde på 3 meter, med asfaltet skulder på 0,25 meter på hver side. Figur 43 viser normalprofil for profil 160 for trasé A, der kjørefeltet er totalt 3,5 meter bredt, inkludert skulder på 0,25 meter på hver side.



Figur 43: Normalprofil for trasé A, profil 160

Den ene kryssingen til trasé 1 skal belyses, og hele GSVen bør belyses, i henhold til kapittel 2.2.1 - Belysning.

### 5.3.2 Konsekvenser

Ved kryssing av Lonelva er det en liten konsekvens da jordbruksarealet som ligger inntil samleveggen tas. Dette området er i dag gjengrodd med busker og trær, så det er relativt små konsekvenser ved å benytte dette arealet til GSV.

Det vil føre til store besparelser å benytte seg av eksisterende kulvert, sammenlignet med anleggelse av ny kulvert. Som nevnt senere i kapittel 5.3.3, er kulverten under kravet til fri høyde. Et avbøtende tiltak kan være forsterket belysning.

### 5.3.3 Avvik

Avvik fra vegnormalene må behandles etter hvilket verb som er brukt. Verbene som er brukt er *skal*, *bør* og *kan*, og hvem som har myndighet til å fravike de tekniske kravene som er gitt i vegnormalene, fremgår av tabell 43 [13, s.8].

Verb	Betydning	Myndighet til å fravike krav
<b>Skal</b>	Krav	Kravene kan fravikes av Vegdirektoratet. Søknad om fravik skal begrunnes.
<b>Bør</b>	Krav	Kravene fravikes av Regionvegkontoret. Søknad om fravik skal begrunnes.
<b>Kan</b>	Anbefaling	Fravikes etter faglig vurdering uten krav til godkjenning

Tabell 43: Bruk av skal, bør og kan. Myndighet til å fravike krav gitt i N100

### Stigning

For trasé 1 er det avvik i profil 160-238, der stigningen er 7,74 %, mens det maksimale kravet for stigning er satt til 7 % for lengde inntil 100 meter.

Trasé A har ingen avvik, da gjennomsnittlig stigning fra kulvert til skolen er 4,84 %. Dette er innenfor kravet om 5 % stigning med lengde over 100 meter. Fra kulvert og opp til påkobling til eksisterende vegnett er det avvik. GSVen har her en gjennomsnittlig stigning på 5,2 % over en lengde på 204 meter i profil 69-273. Dette overstiger det maksimale kravet på 5 %, der lengden er over 100 meter. Utregning av gjennomsnittlig stigning ligger under *vedlegg 2 – gjennomsnittlig stigning, og vedlegg 4 – fil 2*.

Avvik fra krav til stigning er «bør-krav» og søknad om fravik skal sendes til Regionvegkontoret.

### Horisontal- og vertikalkurvatur

For trasé 1 må det søkes fravik for horisontalkurvatur for kurvene i følgende profil: 100-110 og 260-270. Disse kurvene har horisontalkurveradius på 20 meter, der minstekravet er 40 meter.

For trasé A må det søkes fravik for horisontalkurvatur for kurvene i følgende profil: 50-60, 100-110 og 160-180. Disse kurvene har horisontalkurveradius på 6 meter, der minstekravet er 40 meter.

Avvik fra krav til horisontal- og vertikalkurvatur er «bør-krav» og søknad om fravik skal sendes til Regionvegkontoret.

## Konstruksjoner

For trasé A må det søkes fravik for fri høyde under kulverten, da det er 2,5 meter fri høyde på vestsiden av kulverten. Fri høyde ble målt med laser under befaring.

Avvik fra krav til fri høyde er «bør-krav» og søknad om fravik skal sendes til Regionvegkontoret.

### 5.3.4 Konstruksjoner

#### Bro

Det blir anlagt bro med spenn på 23 meter over Lonelva, i profil 117-140 for trasé 1. Drøfting av bro eller fylling over Lonelva er gjort i kapittel 5.2.5.

#### Støttekonstruksjoner

Støttemur blir bygd av naturstein, med helning 5:1, i henhold til kapittel 2.2.1 – Støttekonstruksjoner. Natursteinsmur blir valgt, da den bidrar mer positivt til landskapsmessige verdier i området, enn betongmur.

	Venstre side (profil, fra-til)	Høyre side (profil, fra-til)	Merknad
Trasé 1	106-117 og 140-145	106-117 og 140-208	Inkludert brukar
Trasé A	140-165	200-255	

Tabell 44: Oversikt over profilnummer det skal anlegges natursteinsmur.

#### Kulvert

Eksisterende kulvert blir beholdt, med bakgrunn i kostnader og trafikkavvikling dersom ny kulvert skal bygges under fylkesvegen. En kulvert som er riktig utformet vil forverre stigningen fra kulvert og opp til skolen, da GSV må trekkes lenger inn og ned i terrenget for å komme innenfor kravet til fri høyde.

### 5.3.5 Rekkverk

#### Sikkerhetssone

Sikkerhetssonen for begge traseene er 1,5 meter, i henhold til kapittel 2.2.1 – Rekkverk.

#### Rekkverksplan

Der det er behov for rekkverk, blir det lagt inn rekkverksrom på 0,5 meter. Illustrasjoner som utløser krav til rekkverk for traseene er vist i *Vedlegg 2 – Rekkverk*.

## Trasé 1

### *Høyre side*

Behov for rekkverk i profil 106 – 210 grunnet kombinasjon av bro, mur med stigning 5:1 og høyere enn 2 meter, samt sterkt fallende terreng, noe som medfører stor fare ved å sykle/falle utfor bro, mur og veg.

### *Venstre side*

Det er behov for rekkverk på venstre side i profil 0-70, grunnet trafikk fra fylkesvegen.

Behov for rekkverk i profil 106 – 147 grunnet kombinasjon av bro, mur med stigning 5:1 og høyere enn 2 meter, samt sterkt fallende terreng, noe som medfører stor fare ved å sykle/falle utfor bro, mur og veg.

## Trasé A

### *Høyre side*

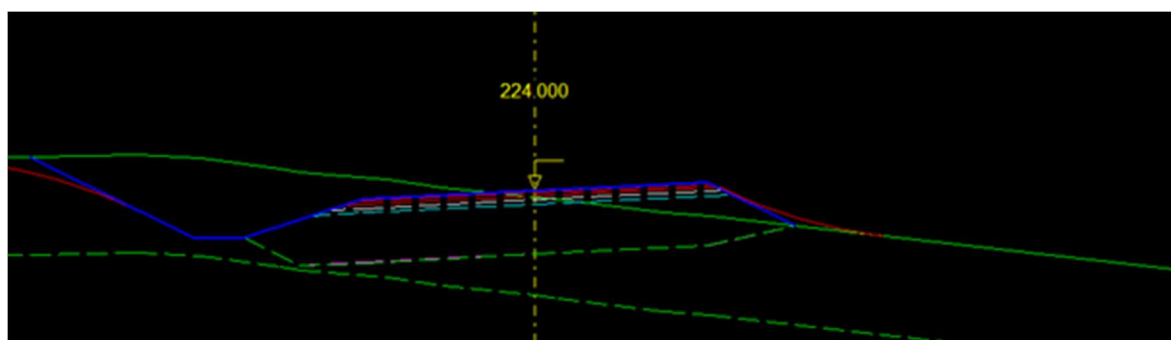
Behov for rekkverk i profil 200 – 250 grunnet mur med stigning 5:1, høyere enn 2 meter, noe som medfører stor fare ved å sykle/falle utfor muren.

### *Venstre side*

Behov for rekkverk i profil 135 – 165 grunnet mur ned mot fv. 562, i tillegg til stor fare ved å sykle/falle utfor mur og ned på fylkesvegen.

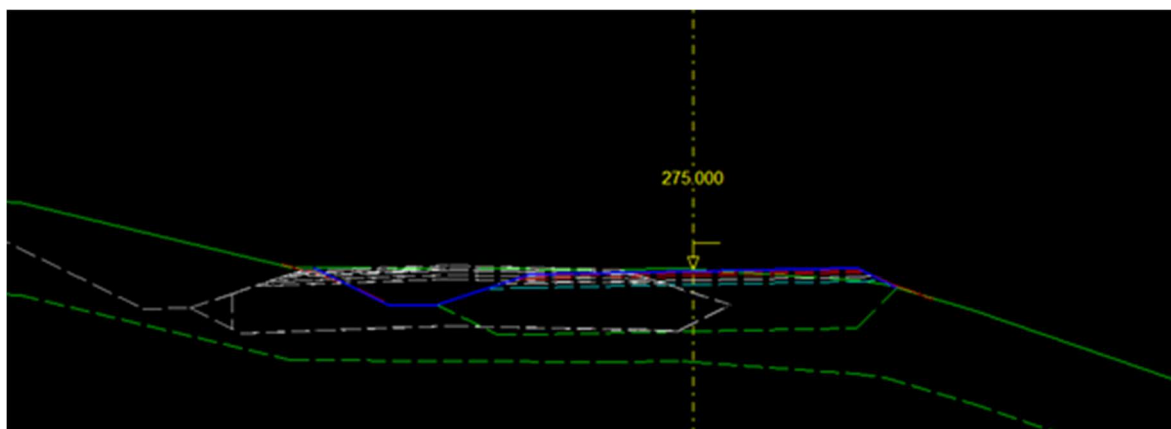
### 5.3.6 Lengdeprofil for kryss og avkjørsler inn på GSV

Trasé 1 krysser en avkjørsel i om lag profil 224. Her er GSVen prosjektert slik at den treffer fint inn på dagens avkjørsel. Ved å tilpasse GSVen i avkjørselen under utførelse, vil avkjørselen bli som i dag. GSVen er trukket 1-2 meter inn i avkjørselen, i henhold til kapittel 2.2.1 – Kryssing mellom veg og GSV.



Figur 44: Tverrprofil i avkjørsel til adkomstveg

Trasé A treffer eksisterende vegnett fint i profil 270-280. Figur 45 viser tverrprofil av trasé A, der eksisterende adkomstveg, som går til bolig over GSVen, er tatt inn som illustrasjonsobjekt for å illustrere at vegene treffer fint i vertikalen.



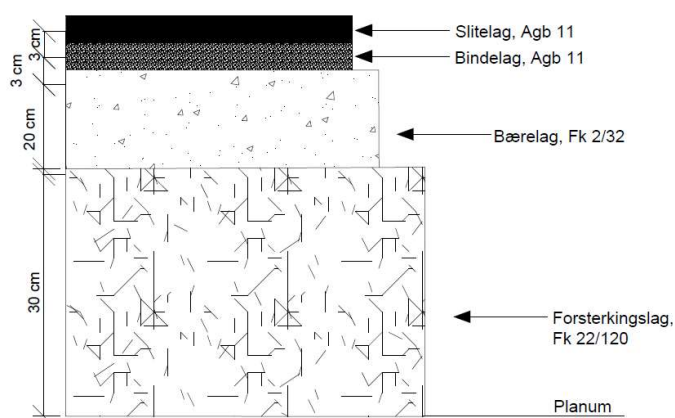
Figur 45: Tverrprofil av trasé A for profil 275.

### 5.3.7 Overbygning

Vegkroppen til GSVen blir brukt som avkjørsel ett sted. GSVen må også brøytes, samtidig som det må tas hensyn til store maskiner som brukes til fjellrensk og -sikring. En bør derfor dimensjonere GSVen slik at den tåler høyt trykk ved bruk av større maskiner/kjøretøy [26, s.164]. Vegkroppen blir lagt på bergskjæring/steinfylling, med antatt T2-material og havner da i bæreevnegruppe 3. Tabell 5436.1 i N200 blir brukt for å dimensjonere GSVen [12].

Vegkroppen til GSVen blir da:

- Slitelag og bindlag: 3 cm Agb 11 over 3 cm Agb 11
- Bærelag: 20 cm Fk 2/32
- Forsterkingslag: 30 cm Fk 22/120



Figur 46: Overbygning for gang- og sykkelveg, tegnet i AutoCAD

### 5.3.8 Grøfter

Vegen har ensidig fall. Grøftene anlegges derfor kun på siden vegen heller mot. Der fallet på vegen blir endret til motsatt side, vil det anlegges stikkrenne under vegen. Stikkrennen skal koble grøftene på hver side sammen, slik at overvann kan renne fritt langs vegen i grøft. Ved

å anlegge ensidig grøft unngås det at spillvannsledningen som krysser GSVen ovenfor busstoppet blir berørt.

### 5.3.9 Massebalanse og hovedmengder

#### Massebalanse

Massebalansen er eksportert ut fra Novapoint. Komplette masserapport for begge traseene ligger i vedlegg 4 – filer 3 og 4. Figur 47 og 48 viser sammendrag fra masserapporten til henholdsvis trasé 1 og trasé A.

<b>Trasé 1</b>			
Mengde	Prosjekterte masser	Masseomregningsfaktorer	Utførte anbrakte masser
<b>Planering</b>	<b>m3</b>		<b>m3</b>
Jord	850	1,00	850
Fjell	712	1,00	712
Dyppsprenging	0	-	0
Fylling	1331	1,00	1331

Figur 47: Sammendrag fra masserapport til trasé 1

<b>Trasé A</b>			
Mengde	Prosjekterte masser	Masseomregningsfaktorer	Utførte anbrakte masser
<b>Planering</b>	<b>m3</b>		<b>m3</b>
Jord	1550	1,00	1550
Fjell	634	1,00	634
Dyppsprenging	0	-	0
Fylling	161	1,00	161

Figur 48: Sammendrag fra masserapporten til trasé A

#### Hovedmengder

Tabell 45 viser hovedmengder for GSVen.

<b>Hovedmengder</b>		
<b>Gang- og sykkelveg</b>	624	m
<b>Asfalt, inkludert skulder</b>	2 184	m <sup>2</sup>
<b>Rekkverk</b>	295	m
<b>Støttemur</b>	88	m <sup>2</sup>

Tabell 45: Hovedmengder GSV



Mengde for støttemur er funnet ved å multiplisere totallengde støttemur (175 meter) med bredde på støttemur (0,5 meter).

## 5.4 Spillvann

Da det er opplyst om at eksisterende spillvannstrasé har for dårlig kapasitet, er det sett på utbedring i form av utskifting i eksisterende grøft, samt omlegging av trasé. Valg av løsninger er beskrevet nærmere i kapitlene 5.4.1 og 5.4.2.

### 5.4.1 Ny trasé

#### Beskrivelse av valg

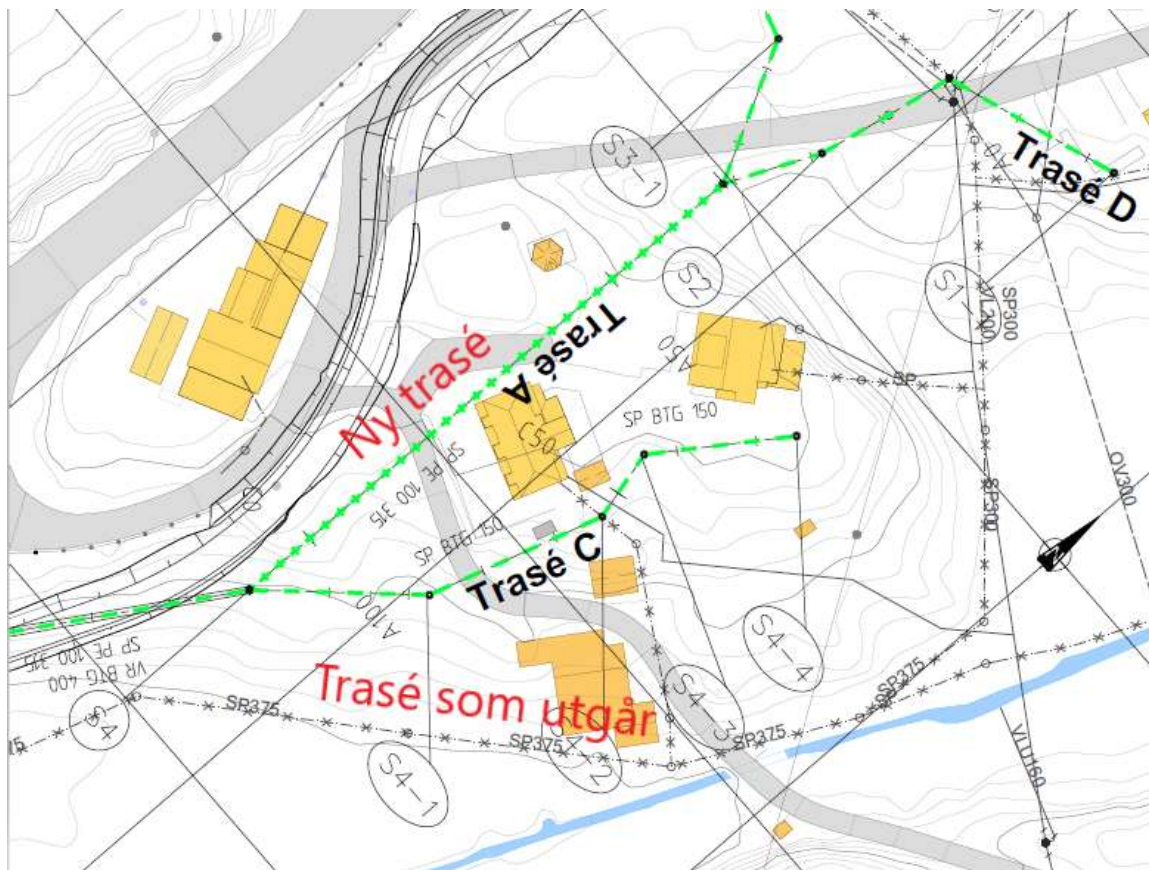
I området ved Lonelva er det sett på muligheter for omlegging av spillvannstrasé. I dag er strekningen langs Lonelva den strekningen traseen har minst fall. Fallet på eksisterende trasé er vist i tabell 46, men kan være lavere da høydene enkelte steder er interpolert grunnet manglende høyder på kummer. Lite fall kan være uheldig både med hensyn til kapasitet og selvrens, selv om det fremkommer av beregninger i kapittel 4.5 at selvrens og kapasitet er innenfor kravene for alle delstrekninger i tabell 46. Det kan allikevel være nødvendig å legge om traseen dersom fallet viser seg å være mindre enn det som er interpolert.

Delstrekning	Fall	Fall i promille
1	0,0683	68,35
2	0,0582	58,24
3	0,0117	11,66
4	0,0081	8,08
5	0,0443	44,35

Tabell 46: Fall på trasé langs Lonelva, som skal legges om

Alternativ til omlegging kunne vært strømpereovering. Dette ville gitt røret bedre hydrauliske egenskaper og ført til redusert innlekking. En strømpereovering vil trolig være mindre kostbart da dette krever minimalt med graving. Derimot ville en strømpereovering gitt røret kortere levetid enn det utskifting eller omlegging vil, diskutert i kapittel 2.3.4. En annen ulempe er at det ikke er en gunstig løsning, dersom det foreligger skader på eksisterende ledning. Gjentakende flomhendelser i området er en årsak til at det kan være en fordel å legge om traseen. Flomhendelsene fører til stor innlekking i røret.

Med bakgrunn i det som er nevnt ovenfor, legges traseen om – som vist i figur 49. Dermed sikres det en tilstrekkelig og varig løsning for spillvann i området.

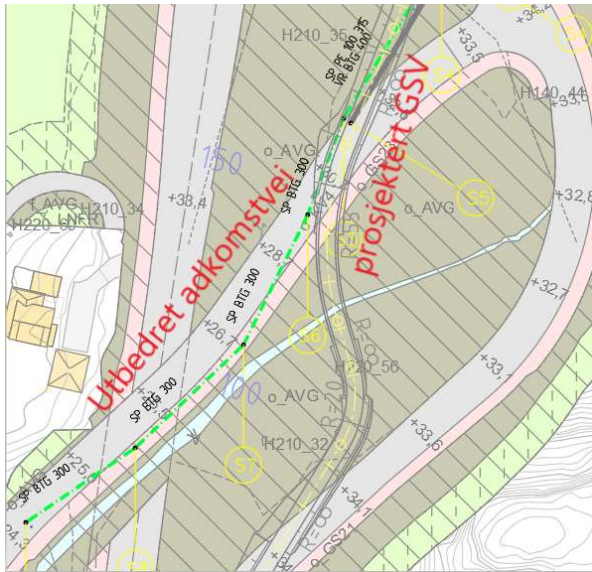


Figur 49: Ny spillvannstrasé i forhold til eksisterende som utgår

### Ny trasé

Som illustrert i figur 49, er det valgt å legge traseen gjennom høyden nord-vest for Lonelva og videre i GSV og adkomstveg. Dette vil gi tilstrekkelig fall på ledningen langs hele stekningen, i tillegg til at den nye traseen kan delvis kombineres med bygging av ny GSV og eventuelt utbedring av adkomstveg om reguleringsplanen realiseres.

Som en del av den nye traseen skal ledningen legges i borehull. Det er flere fordeler med dette da en tradisjonell grøft ville krevd større inngrep i området. Forholdene legger til rette for at borehull vil være en løsning som lar seg gjennomføre. Det er god tilkomst ved både innløp og utløp borehull. Sprengning og graving som skal utføres i forbindelse med GSV kan kombineres med tilrettelegging for plassering av borerigg ved utløp. Ved å kombinere dette, i tillegg til å legge ledningen i GSV og adkomstvei videre, muliggjøres redusert gravearbeid og inngrep i omgivelsene. I figur 50 vises tenkt utnyttelse av området etter reguleringsplan, og dens påvirkning på GSV og spillvannsledning.



Figur 50: Spillvannstrasé i GSV og adkomstveg (i reguleringsplan)

Koblinger langs traseen vil plasseres og utformes i henhold til Askøy kommunes VVA-norm. Det skal også benyttes standard kummer og rørdeler. Grøftene utformes i henhold til VA-blad nr. 6 og overdekning skal tilfredsstillende retningslinjer i VVA-norm [43] [5, s.17]. Grunnet stedvis lite løsmasser vil det benyttes grøft i løsmasser, grøft i fjell, samt en kombinasjon av disse. Mer detaljert beskrivelse av grøfter og kummer er vist i *vedlegg 4 – filer nr 1: Tegningshefte*.

### Valg av ledningsmaterialer og dimensjon

Valg av ledningsmaterialer er gjort i henhold til Askøy kommunes VVA-norm. Prosjektgruppen legger vekt på å sikre en helhetlig løsning for spillvannsnettet i området. Det er opplyst om at Askøy kommune foretrekker betong som ledningsmateriale for selvfølgelig ledninger. Det er naturlig å legge betongrør i ny trasé da det er benyttet i det eksisterende spillvannsnettet. Det foreligger heller ikke noen spesielle omstendigheter i området som tilsier at et annet rørmateriale bør tas i bruk.

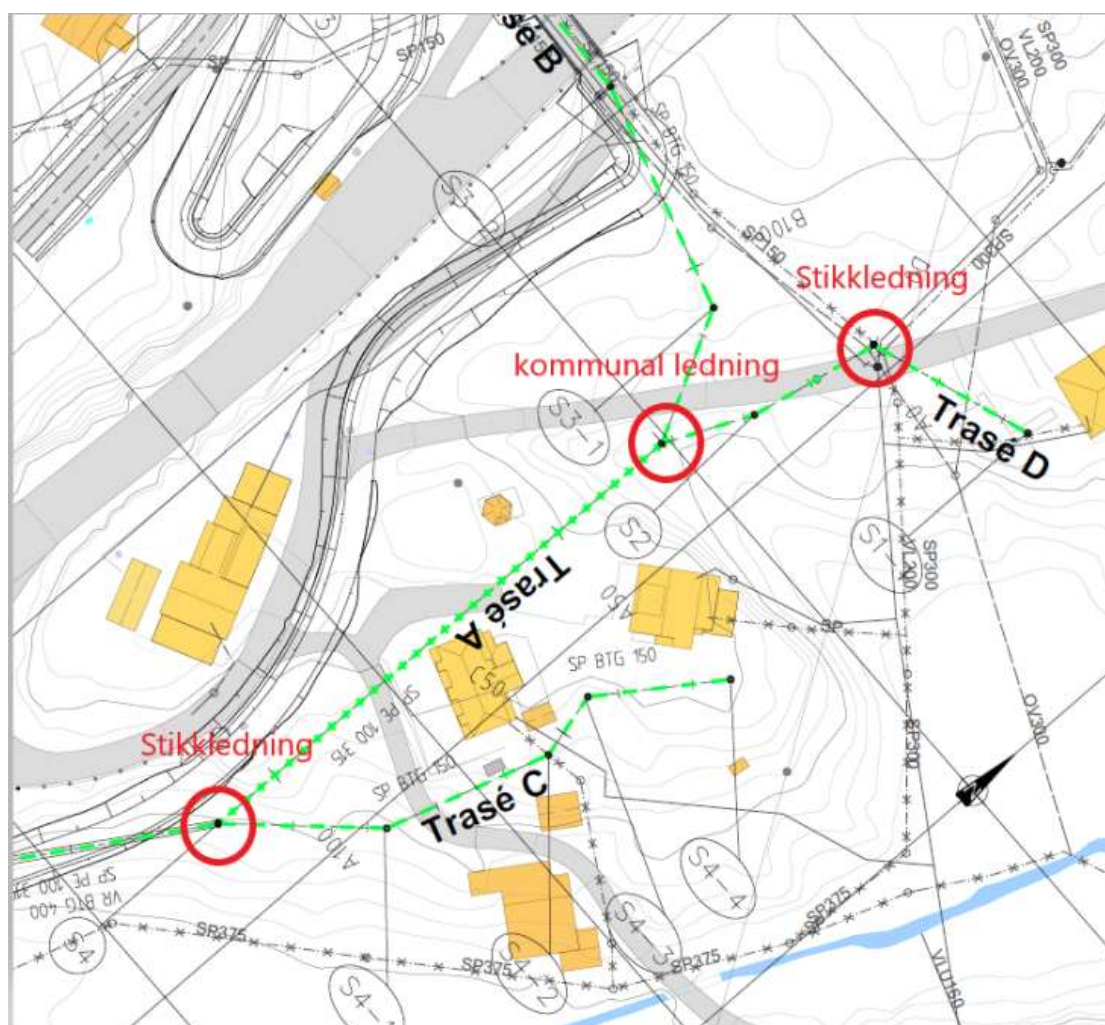
Betong benyttes derfor langs hele traseen med unntak av der traseen skal legges i borehull og varerør. Materiale for borehull og varerør velges i henhold til VA-blad nr. 97 der det henvises til bruk av *PE100 SDR17 med PP-kappe* [24].

Dimensjon er bestemt ut fra kapasitetsberegning i kapittel 4.5. Når det kommer til stikkledninger og ledninger med liten spillvannsmengde, tas det utgangspunkt kommunens minste dimensjon som er 150 mm [5, s.17]. Kapasitetsberegningen gir en nødvendig dimensjon på 315 mm PE der røret går i borehull og varerør. Dette medfører at det må

benyttes DN400 betong til varerør og DN350 borehull, gitt at det benyttes standard diameter. Det vil benyttes DN300 betongrør der røret går i grøft.

### Tiltak ved kulvert og omkobling av ledninger

Da prosjektert GSV skjærer lenger inn i terrenget på vestsiden av fv. 562 ved kulvert, enn dagens situasjon, er det nødvendig å legge om ledningsnett i dette området. Traseen skal legges dypere enn dagens situasjon, og kobles på hovedledningen i en annen kum slik som vist i figur 51.



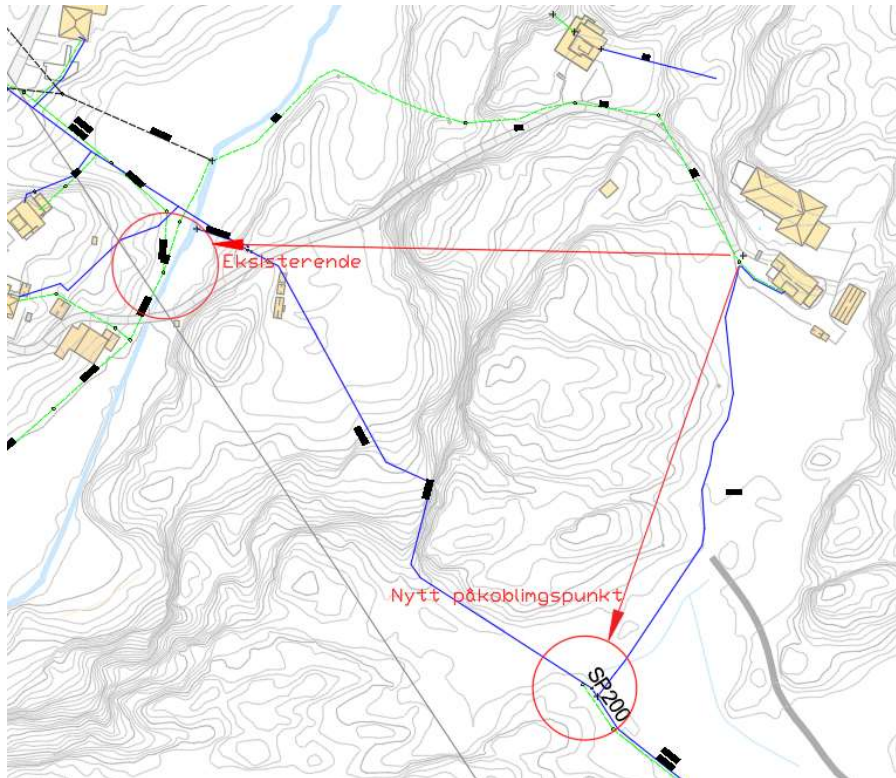
Figur 51: Omkobling av kommunal ledning og stikkledninger

Omleggingen av hovedledning krever at stikkledningene langs traseen får et nytt tilkoblingspunkt. I alt er det to ledninger som må kobles om. De nye tilkoblingspunktene er vist i figur 51.

I tillegg til omkobling av stikkledninger langs hovedledningen vil det også være nødvendig å endre påkoblingspunkt for spillvannsledningen øst for Lonelva. Dersom ledningen skulle



koblet seg på hovedledningen, ville dette krevd en dykker- eller pumpeledning. Ved å koble ledningen på boligområdet lenger sør for boligene, vil situasjonen unngås, som vist i figur 52.

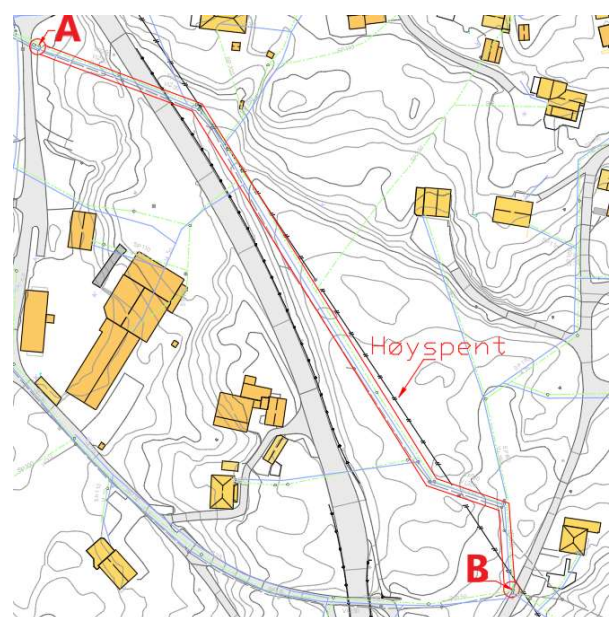


Figur 52: Viser nytt påkoblingspunkt øst for Lonelva.

#### 5.4.2 Eksisterende trasé

Eksisterende spillvannstrasé vil stå uendret frem til kum ved adkomstveg, som vist i figur 53.

Da strekket ikke blir påvirket av ny GSV, samt at ledningen krysser fylkesveg og befinner seg i område med høyspentlinje, vil det være hensiktsmessig å benytte seg av gravefrie løsninger for utskiftning av traseen. Det kan også benyttes en kombinasjon av konvensjonell graving og NoDig der dette lar seg gjøre. Utgangspunktet for utskiftningen er kapasitetsproblemer på strekket, med rør uten kjent tilstand eller alder.



Figur 53: Eksisterende spillvannsledning, fra startpunkt A til slutt punkt B.

### **Drøfting gravefrie metoder**

Løsning av NoDig velges ut fra hvor mye det eksisterende røret kan motstå av opptredende krefter i levetiden, beskrevet under kapittel 2.3.1 – Rørutskifting.

Gravefrie metoder benyttes langs hele traseen, vist i figur 53. Her tas det utgangspunkt i alder og tilstand på ledning, som bestemmes etter inspeksjon. Dimensjoner bestemmes etter beregnet spillvannsmengde. Dagens dimensjon samsvarer godt med beregnet spillvannsmengde i kapittel 4.5. Dimensjonen på eksisterende ledning er noe mindre i startprofil A enn i sluttprofil B.

Metodene for rørutskifting må hensynta lokale forhold. Det går en høyspentlinje over området, som kan gjøre det vanskeligere å bedrive konvensjonell graving av grøft for utskifting av spillvannsledningen. Ledningen må dimensjoneres for å kunne takle belastningen av tunge kjøretøy som drifter jordbruksområdet.

### **Ledningens tilstand og alder**

Ledningens tilstand og alder er ikke kjent, noe som er et usikkerhetsmoment ved valg av metode. Vannledningen i samme trasé som spillvannsledningen er fra 1995, noe som tilsier at spillvannsledningen kan være fra samme periode. Stikkledninger som fører ned til hovedledningen er derimot fra 1974.

Kjent informasjon er at ledningen er av betong og at det foreligger kapasitetsproblemer til tross for god nok dimensjon. Årsaken til kapasitetsproblemene kan ikke forutsies direkte uten videoinspeksjon i røret. Dette er ikke mulig å få gjennomført for prosjektgruppen. Gruppen diskuterer derfor ulike situasjoner som kan ha forårsaket kapasitetsproblemene, samt anbefaler metoder for utskifting av spillvannsledningen.

### **Utskifting som følge av alder**

Alderen på ledningen er trolig altså fra 1995. En ledning fra 90-tallet vil ikke ha problemer kun som følge av alderen. I dette tilfellet anbefales det å benytte seg av semi-strukturelle metoder eller ikke-strukturelle metoder for gravefrie løsninger, beskrevet i kapittel 2.3.1.

Er ledningen derimot fra 1974, kan utskifting av hele ledningen være det beste alternativet. Her vil en strukturell metode anbefales. Dette kan være utblokking av eksisterende ledning, beskrevet i kapittel 2.3.1.

### **Utskifting som følge av uforutsette årsaker**

Det er ikke noen garanti for at kapasitetsproblemene er forårsaket kun som følge av alder.



Siden ledningene ligger i et jordbruksområde kan eksempelvis en traktor ha påvirket ledningen. Skjøtene kan ha blitt presset ned og glidd fra hverandre. Masser i grøften kan også ha forskjøvet seg på en delstrekning, slik at det kan ha oppstått svanker på ledningen. Defekter på delstrekninger kan ordnes lokalt ved oppgraving og utskiftning av rørdel direkte.

Dersom det oppstår avlæring og fett i ledningen, kan dette fjernes ved konsentrert spyling [44]. Dersom spyling ikke er tilstrekkelig, må andre metoder benyttes for å forhindre oppsamling av uønskede partikler. Dagens kapasitet tilsier at spillvannsledningen har tilstrekkelig dimensjon for fremtidig spillvannsmengde. Derfor kan semi-strukturelle eller ikke-strukturelle metoder benyttes. Dette kan være strømpereovering, tett-tilsluttet rør eller påføring av belegg, beskrevet i kapittel 2.3.1.

## 6. Konklusjon

Oppgaven har tatt for seg utbedring og prosjektering av gang- og sykkelveg og spillvannsnettet i Haugland på Askøy. Det er kapasitetsproblemer på spillvannsledningen, samt et manglende tilbud for myke trafikanter. Detaljert beskrivelse av fremgangsmåter for utbedring og prosjektering er beskrevet i oppgaveteksten. Mer detaljerte opplysninger er presentert under vedlegg, som blant annet omhandler beregninger og tekniske utdrag fra prosjekteringen. All prosjektering er utført i AutoCAD og Novapoint.

Endelig konklusjon er basert på diskusjon, befaring, analyser og beregninger – som har ført til de anbefalinger og vurderinger som foreligger. En totalvurdering av funksjon, kostnad og miljøpåvirkning er faktorer som har spilt inn under endelig resultat. Valgene som er gjort har utgangspunkt i diskusjon med veiledere, samt problemstillingen som hele veien har stått sentralt.

### 6.1 Overvann

Ved kryssingen av Lonelva er det valgt bro for å forebygge problematikken rundt erosjon ved fyllingsfot og innløp kulvert, diskutert i kapittel 5.2.5. Større flomhendelser i Lonelva er beregnet og diskutert i kapittel 5.1.4 og 5.2.5. Dette viser at elven oversvømmes betydelig ved en flomhendelse større enn middelvannstanden for Lonelva. En bro tillater et betydelig større tverrsnitt for avrenning, da den anlegges i tilstrekkelig høyde over elvebredden. Dette fører til at broen ikke blir påvirket av større flomhendelser.

### 6.2 Gang- og sykkelveg

Den nye gang- og sykkelvegen er utarbeidet ved å dele vegen i to delstrekker, med ulike traseer som alternativ for hver delstrekning. Under drøfting av traseene er tre traseer argumentert bort, slik at gang- og sykkelvegen består av en trasé for hver delstrekning.

Første delstrekning bestod av to ulike alternativ, trasé 1 og 2. Trasé 2 er valgt bort grunnet vanskeligheter med utkrager på eksisterende bro, samt at denne traseen berører planområdet til dagens reguleringsplan, dersom den skal bygges.

Andre delstrekning bestod av tre ulike alternativ, trasé A, B og C. Trasé C ble valgt bort etter sammenligning med trasé A og B. Mer detaljert drøfting er presentert i oppgaveteksten i kapittel 5.2.3. Videre ble trasé A og trasé B vurdert opp mot hverandre ved å utføre en

konsekvensutredning, der den traseen med færrest negative konsekvenser ble valgt som den beste løsningen. Trasé A kom best ut av konsekvensutredningen.

Trasé A innehar mindre terrenginngrep da den har liten påvirkning for jordbruksareal, samt at den er bedre utformet med hensyn til universell utforming. Traseen er det billigste alternativet. Trasé A følger delvis eksisterende gang- og sykkelvegnett fra kulvert til skolen. Dette gjør at trasé A kommer bedre ut både estetisk og økonomisk.

Traseen kutter eksisterende tilkomst til busstopp ved kulvert. Her blir det anbefalt å etablere trapper som supplement for lange ramper. Dette gir en betydelig snarveg for gående, og eksisterende gangnett kan fortsatt benyttes, samtidig som strekningen fra kulvert til skolen er bedre universelt utformet enn dagens situasjon.

### 6.3 Spillvann

Av de løsningene for spillvann som er beskrevet i kapittel 5.4 kommer det frem at en kombinasjon av omlegging og utbedring/utskifting av ledninger i eksisterende trasé vil være den beste. Løsningen legger til rette for at en kombinasjon med legging av ledninger og bygging av gang- og sykkelveg gjennomføres kun for deler av strekningen, og ikke i hele traseen som var tenkt i utgangspunktet.

Der traseen skal legges om er det hensiktsmessig å benytte seg av borehull, da andre løsninger krever større inngrep i omgivelsene. Rørdimensjoner er valgt for å sikre tilstrekkelig kapasitet i fremtidig situasjon.

For eksisterende trasé er det sett på flere løsninger for utskifting. Her kommer det frem at en gravefri løsning trolig er den beste løsningen, men at det bør gjøres en rørinspeksjon for videre vurdering av løsning.

## 7. Kilder

- [1] Basal AS. *Basal vingemur*. Hentet fra: <https://www.basal.no/produkt/20/vingemur>. Lastet ned: 13.05.2019.
- [2] Norges geologiske undersøkelse. *Kart løsmasse*. Hentet fra: [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/). Lastet ned: 20.3.2019.
- [3] Statens Vegvesen. 2018. *Dronebilder fv.562 lavik-haugland*. Hentet fra: <http://www.samnoy.xyz/fv562/pos7/index.php>. Lastet ned: 10.5.2019.
- [4] COWI AS, "Reguleringsplan høringsutgave, fv.562 juvik - ravnanger," COWI AS, Bergen2016, [http://webhotel2.gisline.no/planarkiv/1247/236/dokumenter/Planbeskrivelse\\_SisitR\\_ev160317.pdf](http://webhotel2.gisline.no/planarkiv/1247/236/dokumenter/Planbeskrivelse_SisitR_ev160317.pdf), Lastet ned: 05.02.2016.
- [5] Askøy kommune, "Norm for kommunale vei-, vann- og avløpsanlegg," Askøy kommune2006.
- [6] Godt Vann Drammensregionen. 2019. *Avløp og rensing - hva er avløpsvann?* Hentet fra: [https://www.godtvann.no/avloep\\_og\\_rensing](https://www.godtvann.no/avloep_og_rensing). Lastet ned: 05.04.2019.
- [7] Miljødirektoratet. 14.03.2016. *Beregne framtidig nedbør*. Hentet fra: <http://www.miljokommune.no/Temaoversikt/Vannforvaltning/Overvann/Overvann-i-planlegging/Beregning-av-framtidig-nedbor/>.
- [8] Norges vassdrags- og energidirektorat, "Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt," 2015, [http://publikasjoner.nve.no/veileder/2015/veileder2015\\_07.pdf](http://publikasjoner.nve.no/veileder/2015/veileder2015_07.pdf).
- [9] NVE, "Hvordan ta hensyn til klimaendringer i arelaplanleggingen," *Fakta*, 2018.
- [10] Kommunal-og moderniseringsdepartementet, *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*, 2008.

- [11] Norges vassdrags- og energidirektorat, "200 års flom - oppklaring om begrepsforvirring,"  
[https://www.vegvesen.no/attachment/703665/binary/988950?fast\\_title=200+%C3%A5rs](https://www.vegvesen.no/attachment/703665/binary/988950?fast_title=200+%C3%A5rs). Hentet fra:  
[https://www.vegvesen.no/attachment/703665/binary/988950?fast\\_title=200+%C3%A5rs](https://www.vegvesen.no/attachment/703665/binary/988950?fast_title=200+%C3%A5rs)
- [12] Statens Vegvesen, *Håndbok n200, vegbygging*. Statens Vegvesen, 2018.
- [13] Statens Vegvesen, *Håndbok n100, veg- og gateutforming*. 2019.
- [14] Statens Vegvesen, *Håndbok v129, universell utforming av veier og gater*. 2014.
- [15] Statens Vegvesen, *Håndbok v122, sykkelhåndboka*. Statens Vegvesen, 2014.
- [16] Statens Vegvesen, *Håndbok n101, rekkverk og vegens sideområder*. Statens Vegvesen, 2014.
- [17] H. ødegaard, *Vann-og avløpsteknikk*. Norsk vann, 2014.
- [18] Stiftelsen VA/Miljø-blad, "Nodig-metoder for hovedledninger - metodeoversikt," i "Nr. 90," Stiftelsen VA/Miljø-blad2009.
- [19] Stiftelsen VA/miljø-blad, "Boring i fjell og løsmasser," i "Nr.111," 2015.
- [20] Norges geologiske undersøkelse. *Kart berggrunn*. Hentet fra:  
[http://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/). Lastet ned: 20.03.2019.
- [21] Stiftelsen VA/Miljø-blad, "Grøfteutførelse fleksible rør," i "Nr.5," Stiftelsen VA/Miljø-blad 2016.
- [22] Asplan Viak, "Fv 562 lavik-haugland forprosjekt," utg. Mail, 2019.

- [23] NPG Norge, "Lærebok," 2014.
- [24] Stiftelsen VA/miljø-blad, "Krav til pe-rør ved nodig-utførelse," i "Nr.97," 2016.
- [25] Stiftelsen VA/miljø-blad, "Valg av rørmateriell," i "Nr.30," 2010.
- [26] Stiftelsen VA/miljø-blad, "Kum med prefabrikkert bunn," i "Nr.1," 2018.
- [27] K. E. Tranøy, "Metode," i *Store norske leksikon*, K. E. Tranøy, red., utg. Store norske leksikon, 2019.
- [28] Stiftelsen VA/Miljø-blad, "Dimensjonering av avløpsledninger. Selvrensing," i "Nr.79," Stiftelsen VA/Miljø-blad2015.
- [29] Geodata AS. 2019. *Arcgis fra esri*. Hentet fra: <https://www.geodata.no/produkter-og-tjenester/arcgis-fra-esri>. Lastet ned: 20.03.2019.
- [30] Statens vegvesen, "Kommunedelplan rv.4 kjul-åneby sør," i *Høringsutgave*, utg., 2013.
- [31] Klima- og miljødepartementet Kommunal- og moderniseringsdepartementet, *Forskrift om konsekvensutredninger*, 2017.  
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-21-854?q=forskrift%20om%20konsekvensutredning>
- [32] Askøy kommune Asplan Viak, "Kommunedelplan for kulturminner, askøy kommune," [www.bergen.kommune.no](http://www.bergen.kommune.no)13.03.2019 2008,  
[http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK\\_filer/bksak%5C0%5CVEDLEGG%5C2010114620-2794164.pdf](http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK_filer/bksak%5C0%5CVEDLEGG%5C2010114620-2794164.pdf).
- [33] Askøy kommune, "Verdikart til konsekvensutredning for delområder," utg. <https://askoy.kommune.no/>, 2012.



- [34] NIBIO. *Gårdskart*. Hentet fra:  
<https://gardskart.nibio.no/landbrukseiendom/1247/15/5/0>. Lastet ned: 30.03.2019.
- [35] Askøy Kommune, "Komuneplanens arealdel 2012-2023 - overordnet ros-analyse," 16.05.2012, <https://askoy.kommune.no/kommunale-planer/kommuneplanens-arealdel-2012-2023/94-ros-analyse-til-arealplan-2012-2023/file>.
- [36] Stiftelsen VA/Miljø-blad, "Beregning av dimensjonerende avløpsmengder," i "Nr.115," Stiftelsen VA/Miljø-blad2016.
- [37] Stiftelsen VA/miljø-blad, "Kravspesifikasjon for betong avløpsrør," i "Nr.14," 2018.
- [38] Pipelife Norge AS, "Teknisk håndbok - trykløse systemer," Lastet ned: 04.04.2019,  
[http://www.initio.no/filer/pipelife/Dokumenter/6\\_1.pdf](http://www.initio.no/filer/pipelife/Dokumenter/6_1.pdf). Hentet fra:  
[http://www.initio.no/filer/pipelife/Dokumenter/6\\_1.pdf](http://www.initio.no/filer/pipelife/Dokumenter/6_1.pdf)
- [39] Norges vassdrags- og energidirektorat. 2019. *Nevina*. Hentet fra:  
<http://nevina.nve.no/>.
- [40] Norsk Klimaservicesenter. 2019. *Ivf-verdier*. Hentet fra:  
<https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/idf.xhtml>.
- [41] Asplan Viak, "Overvann/flom fv. 562 lavik-haugland - rapport," 11.04.2019 2019.
- [42] Pipelife Norge AS. 2019. *Beregningsprogrammer for kapasitetsberegning*. Hentet fra:  
<https://www.pipelife.no/no/nedlastninger/Beregningsprogrammer.php>.
- [43] Stiftelsen VA/miljø-blad, "Grøfteutførelse stive rør," i "Nr.6," 2016.
- [44] Stiftelsen VA/Miljø-blad, "Høytrykksspyling av trykløse avløpsledninger," i "Nr. 71," 2006.

## 8. Vedlegg

Vedlegg 1: Fremdriftsplan

Vedlegg 2: Gang- og sykkelveg

Vedlegg 3: Konsekvensutredning

Vedlegg 4: Filer

- Tegningshefte
- Gang- og sykkelveg
- Spillvannsledning
- Overvannsberegning

**Vedlegg 1**  
**FREMDRIFTSPLAN**

Uke/dato	Beskrivelse	Oppgave
Høst 2018	<b>Kontakt med bedrift for å finne en passende oppgave</b>	
Uke 45, 2018	Møte med bedrift, Asplan Viak (AV)	Utarbeide problemstilling
Uke 2, 2019	Offisiell oppstart av hovedprosjekt	Veileder tildeles. Avtale første møte med veileder
	Møte med veileder	Utdeling av datamateriale
Uke 4	Møte med AV og veileder	Avgrensing av oppgaven
	<b>Innlevering forprosjektrapport</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oppstart GSV, prosjektering</b></li> <li>• <b>Oppstart innledning, teori og metode</b></li> </ul>
Uke 7	Møte med AV og veileder	Informasjon om prosjekt. Planlegge oppbygging og fokusområde på oppgaven
Uke 12	Møte med AV og veileder	Vise frem traseer for GSV. Formidle fremdrift og diskutere veien videre
	Møte med veileder	Diskutere mengde per kapittel <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oppstart spillvanns-prosjektering</b></li> </ul>
Uke 13	Møte med AV	Utarbeiding av KU og ROS-analyse. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oppstart analyse, resultat og drøfting</b></li> </ul>
Uke 14	Møte med veileder	Ferdigstille underveispresentasjon
	<b>Underveispresentasjon</b>	Presentasjon for veiledere og medstudenter

	Møte med AV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ferdigstille GSV</b></li> </ul> Leverer første utkast GSV
Uke 15	Møte med veileder	Gjennomgå KU- og ROS-analyse. Tilpasse oppsettet i oppgaven. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oppstart overvannsberegning</b></li> <li>• <b>Oppstart kilder</b></li> </ul>
	Møte med AV	Utdeling av data for overvann. Informasjon om spillvanns-prosjektering
Uke 17	<b>Innlevering første utkast av bacheloroppgaven</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oppstart konklusjon</b></li> </ul>
	Møte med AV	Ordne VVA-tegningshefte
	Møte med veileder	Korrekturlesing og retting av tekst
Uke 21	<b>Frist for innlevering av bacheloroppgave</b>	
Uke 22	<b>Frist for innlevering av EXPO-plakat</b>	
Uke 24	<b>Bacheloroppgave presenteres offentlig for veiledere og sensor</b>	
	<b>Obligatorisk tilstedeværelse på EXPO</b>	Rigging av stand i forkant

Tabell 47: Fremdriftsplan

Fremdriftsplanen tar for seg møter med veileder og bedrift Asplan Viak. Under beskrivelse defineres møte eller annen viktig aktivitet i hele oppgave-perioden. Under feltet «oppgave» defineres milepæler – oppgaver som påbegynnes eller ferdigstilles

## **Vedlegg 2**

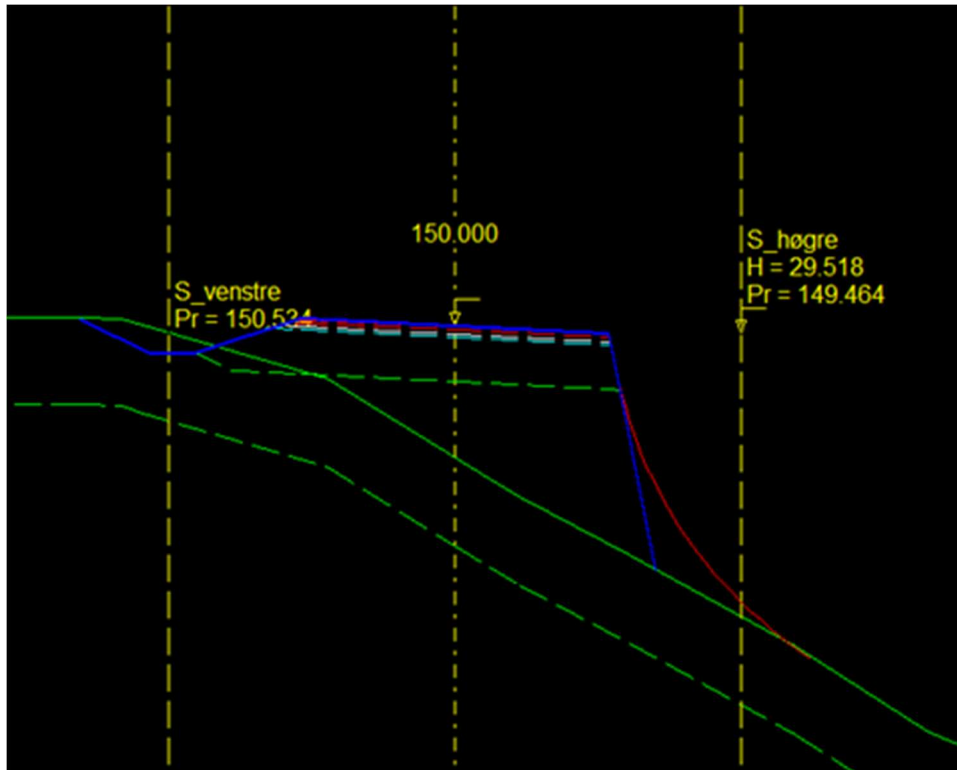
### **GANG- OG SYKKELVEG**



## Rekkverk

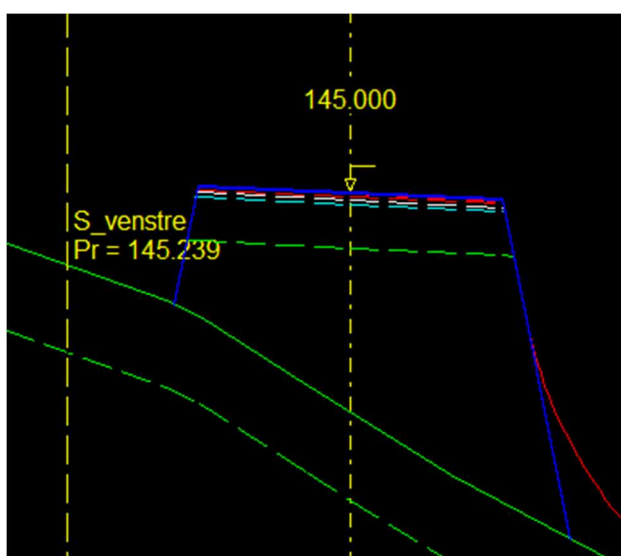
### Trasé 1

#### Høyre side



Figur 54: Rekkverksbehov, trasé 1, høyre side.  $S_{\text{høgre}}$  og  $S_{\text{venstre}}$  viser sikkerhetssone for henholdsvis høyre og venstre side.

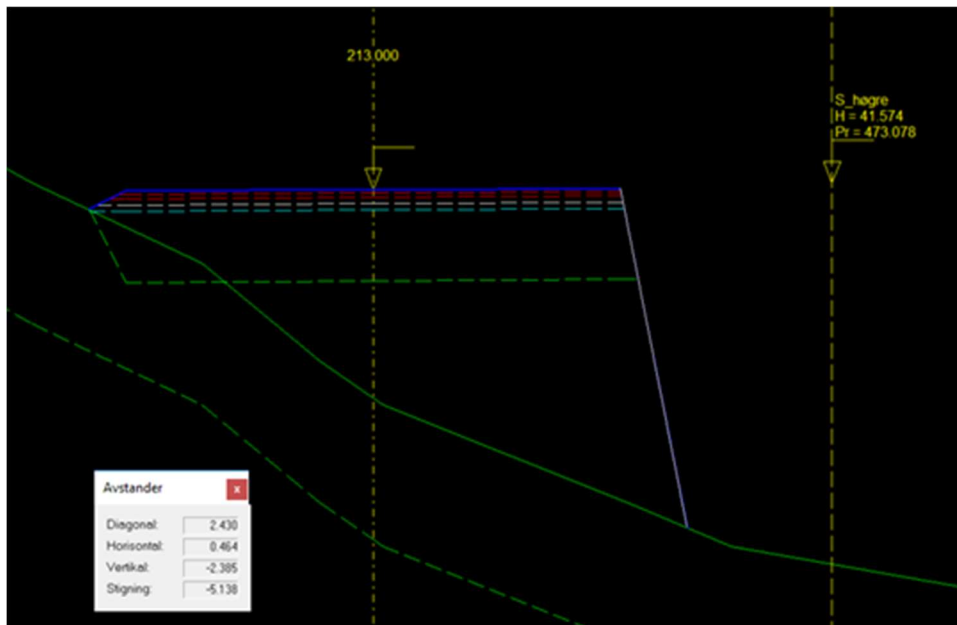
#### Venstre side



Figur 55: Rekkverksbehov, trasé 1, venstre side.  $S_{\text{venstre}}$  viser sikkerhetssone for venstre side.

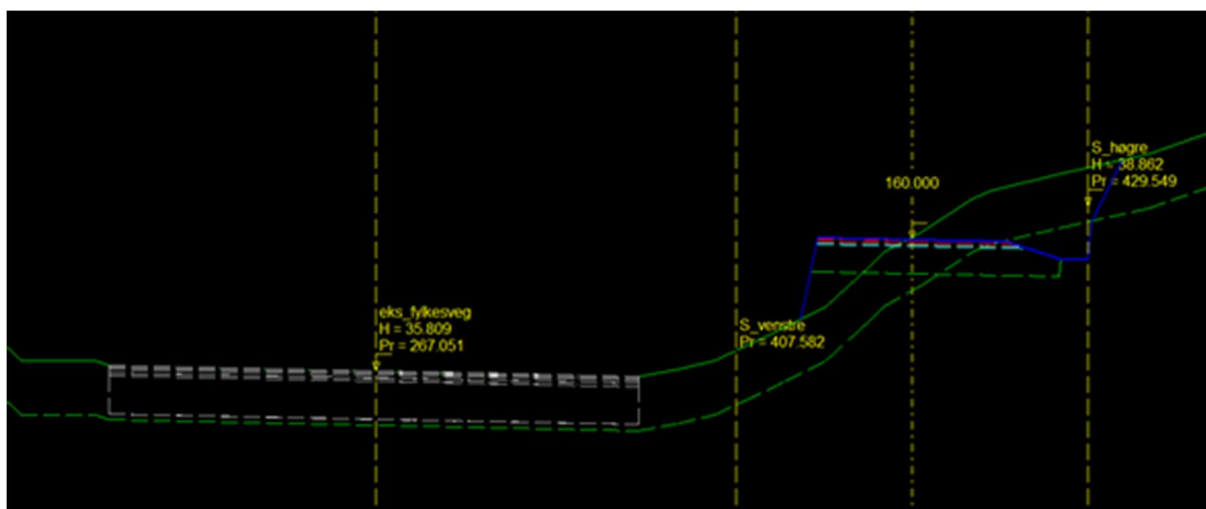
## Trasé A

### Høyre side



Figur 56: Rekkverksbehov grunnet for stor helning 200-250

### Venstre side



Figur 57: Rekkverksbehov grunnet for stor helning 135-165

## Gjennomsnittlig stigning

### Gjennomsnittlig stigning for trasé A, frå kulvert til Haugland skule.

	Stigning	Lengde	Stigning*lengde
	4,3 %	37 m	159,10 m*%
	4,83 %	57 m	275,31 m*%
	5,12 %	66 m	337,92 m*%
	5,4 %	19 m	102,60 m*%
	7,44 %	25 m	186,00 m*%
	4,1 %	99 m	405,90 m*%
	<b>Sum</b>	303 m	1466,83 m*%
<b>Gjennomsnittlig stigning: (Stigning*lengde)/(Total lengde) =</b>			4,84 %

### Gjennomsnittlig stigning for trasé A, frå kulvert til påkobling til eksisterende vegnett.

	Stigning	Lengde	Stigning*lengde
	4,3 %	37 m	159,10 m*%
	4,83 %	57 m	275,31 m*%
	5,12 %	66 m	337,92 m*%
	5,4 %	19 m	102,60 m*%
	7,44 %	25 m	186,00 m*%
	<b>Sum</b>	204 m	1060,93 m*%
<b>Gjennomsnittlig stigning: (Stigning*lengde)/(Total lengde) =</b>			5,20 %

Tabell 48: Gjennomsnittlig stigning for trasé A

## **Vedlegg 3**

# **KONSEKVENsutREDNING**

## Prissatte konsekvenser

Alternativ	Sammenstilling			Pr Im
	Lav	Middel	Høy	
Alternativ 1 - kombinasjon av trasé 1 og trasé A	3 536 299	4 715 066	5 893 832	3 996
Alternativ 2 - kombinasjon av trasé 1 og trasé B	3 697 034	4 929 378	6 161 723	4 401

Spredning i forhold til billigste alternativ

-214 313  
0

Tabell 49: Sammenstilling av prissatte konsekvenser

Alternativ 1 - kombinasjon av trasé 1 og trasé A				
Hovudelementer:	Enhet	Mengde	Pris	Kostnad
Ny gang- og sykkelveg, totalbredde 3 meter. Delvis med mindre skjæring og fylling.	lm	624	3 600	2 246 400
Tillegg for tilknytningspunkt, som avkrysser mm på ny kommunal veg	stk	1	50 000	50 000
Trafikkrekkerk (G/S rekkverk, festes til bolter innstøpt i betongfundament	lm	225	4 000	900 000
Rekkverk, fundament av betong	lm	70	3 000	210 000
Murer, ensidig tørrmur av naturstein	m2	88	3 500	306 250
<b>Delsum</b>				<b>3 712 650</b>
<b>Påslag:</b>				
Byggherre	%	7		259 886
Prosjektering	%	5		185 633
Entreprenørens rigg og drift	%	15		556 898
<b>Sum</b>				<b>4 715 066</b>

Merknad

VE

S E

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

Pr løpemet gang- og sykkelveg

1180 4 715 066

3 996

Alle priser er eks. mva.

Usikkerhet +/-25%

Lav Høy  
3 536 299 5 893 832

V= sjekket mot intern prisbank for AsplanViak

E= basert på tidligere erfaringer

VE= prisbank justert for spesifiserte elementer, erfaringsbasert

S= spesifiserte elementer

E

E

E

E

Tabell 50: Prissatte konsekvenser alternativ 1

Alternativ 2 - kombinasjon av trasé 1 og trasé B				
Hovudelementer:	Enhet	Mengde	Pris	Kostnad
Ny kommunal veg, bredde 5,5 + 2,5 meter. Delvis med store skjæringer og fyllinger.	lm	674	3 600	2 426 400
Tillegg for tilknytningspunkt, som avkrysser mm på ny kommunal veg	stk	1	50 000	50 000
Trafikkrekkerk (G/S rekkverk, festes til bolter innstøpt i betongfundament	lm	255	4 000	1 020 000
Rekkverk, fundament av betong	lm	70	3 000	210 000
Murer, ensidig tørrmur av naturstein	m2	50	3 500	175 000
<b>Delsum</b>				<b>3 881 400</b>
<b>Påslag:</b>				
Byggherre	%	7		271 698
Prosjektering	%	5		194 070
Entreprenørens rigg og drift	%	15		582 210
<b>Sum</b>				<b>4 929 378</b>

Merknad

VE

S E

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

S V

Pr løpemet gang- og sykkelveg

1120 4 929 378

4 401

Alle priser er eks. mva.

Usikkerhet +/-25%

Lav Høy  
3 697 034 6 161 723

V= sjekket mot intern prisbank for AsplanViak

E= basert på tidligere erfaringer

VE= prisbank justert for spesifiserte elementer, erfaringsbasert

S= spesifiserte elementer

E

E

E

Tabell 51: Prissatte konsekvenser alternativ 2

## **Vedlegg 4**

### **FILER**



## Tegningshefte

### **Fil 1: Tegningshefte, VVA-Haugland**

- Tekniske tegninger for prosjektering av gang- og sykkelveg og spillvannsledning

## Gang- og sykkelveg

### **Fil 2: Regneark veg**

- Utregning av gjennomsnittlig stigning for trasé A
- Utregning av prissatte konsekvenser

### **Fil 3: Masserapport, trasé 1**

- Masserapport og mengder for trasé 1

### **Fil 4: Masserapport, trasé A**

- Masserapport og mengder for trasé A

## Spillvann

### **Fil 5: Regneark VA**

- Fall på ledning
- Befolkningsprognose
- Spillvannsmengde
- Kapasitet spillvannsledning

## Overvann

### **Fil 6: Flomrapport Lonelva**

- Generert i NVE sitt beregningsprogram Nevina.

### **Fil 7: Flomrapport Haukåselva**

- Generert i NVE sitt beregningsprogram Nevina.