

Flomsikringstiltak Liknes

Forprosjekt



Innhold

1.	Liknes flomsikring	Feil! Bokmerke er ikke definert.
2.	Flomverdier.....	4
3.	Grunnforhold.....	6
4.	Vurderte metoder for tetting	9
4.1	Vinylspunt.....	9
4.2	Vinylspunt og betong/glass	11
4.3	Spunt.....	12
4.4	Tetting med injeksjon.....	13
4.5	Vinylspunt og tetteduk.....	13
4.6	Tetteduk.....	14
4.7	Valg av metode.....	16
5.	Alt. 1: 200-års flom med klimapåslag, barriere uten mobile stengsler.....	22
5.1	Heving av bruer	23
5.2	Utforming av tiltak uten mobile stengsler.....	27
6.	Alt. 2 200-års flom med klimapåslag, mobile stengsler.....	32
7.	Alt. 3 Q_{200} uten klimapåslag	36
8.	Tildekning	Feil! Bokmerke er ikke definert.
9.	Overvannshåndtering.....	41
9.1	Designkriterier.....	41
9.2	Dimensjonerende vannmengder og kapasitetsberegninger	43
9.3	Beskrivelse av systemet	46
9.4	Hydraulisk dimensjonering	48
9.4.1	Flomluker for 200-års nedbørshendelse	48
9.4.2	Avskjærende overvannsledninger til pumpestasjon.....	49
9.4.3	Dimensjonering av pumpestasjonene.....	51
9.5	Videre arbeider	53
10.	Kostnadsberegning.....	52
11.	Vedlegg	54
12.	Referanser.....	55

Prosjekt:	Liknes
Prosjektnummer:	10229718
Kunde:	Kvinesdal kommune
Rev:	
Dato:	28.11.2022
Opprettet av:	Magne M. Skog
Kontrollert av:	Nils Andreas Loland
Godkjent	Magne M. Skog
Dokumentnummer	
Dokumentreferanse	p:\32713\10229718_flomsikringstiltak__liknes_sentrum\000_flomsikringstiltak__liknes_sentrum\06 dokumenter\03 rapporter og notater\flomsikringstiltak liknes3.docx

1. Sammendrag

Kvinesdal kommune planlegger å bygge flomsikring ved Liknes for å kunne bygge nye bygg og utvikle området i tillegg til å sikre eksisterende bebyggelse. Aktuell strekningen som behandles i denne rapporten er fra Åmodt bru til nedstrøms Elvevegen 20. Flomsikringen skal utredes i for tre ulike alternativer:

1. 200-års flom inkludert klimapåslag med helt tett barriere uten mobile stengsler
2. 200-års flom inkludert klimapåslag med åpninger som kan tettes med mobile stengsler
3. 200-års flom uten klimapåslag med åpninger som kan tettes med mobile stengsler

Det er tidligere fylt ut masser i elva med veldig åpne masser og for å få det tett nok mot innlekkasje ved flom må det tettes ned til og ned i de underliggende opprinnelige elvebunnsmassene. Det er sett på alternative løsninger for å håndtere vann og vanntrykk fra Kvina:

1. Vinylspunt over og under bakken.
2. Vinylspunt under bakken, betong med glass over.
3. Tradisjonell stålpunt over og under bakken
4. Tetting med injeksjon
5. Vinylspunt og tetteduk i kombinasjon
6. Tetteduk og flomvoll
7. Tetteduk og betong

Det har vært noen føringer/sterke ønsker for arbeidet:

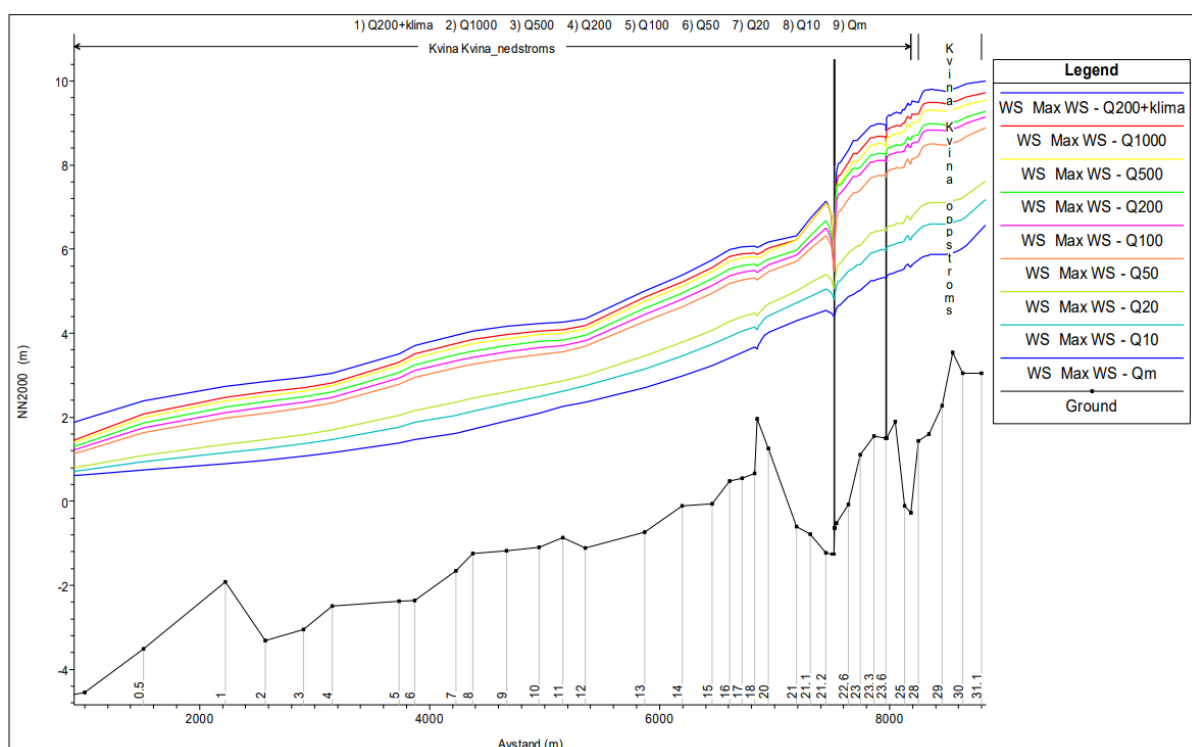
- Stien langs elva skal bevares med tilkomst
- Eksisterende parkeringsplasser skal opprettholdes

Ut fra behovet for tetting så dypt i grunnen og ønsket om opprettholdelse av parkeringsarealer foreslås en kombinasjon av løsning 1 og 2. De andre metodene er derfor viet mindre oppmerksomhet i rapporten.

2. Flomverdier

Flommen som kalles 200-årsflom er definert som en flom som har sannsynlighet på 1/200 for å inntreffe i løpet av et år. Skal man bygge nye hus og bygninger så er kravet at de skal være trygge for 200-årsflom. Klimapåslag er et påslag til flommen som er beregnet i dagens klima og som representerer en forventet flomverdi i år 2100. I dag tillates ikke mobile stengsler med behov for manuell innsats på noen del av flombarrieren. Dette er likevel inkludert som alternativ fordi en tenker at det er et urimelig krav og håper å få gjort noe med.

Liknes ligger ved samløpet mellom elvene Kvina og Litleåna. Begge elvene bidrar til flom i vassdraget. Basert på de summerte flommene som er beregnet for ulike gjentakintervall er det gjort beregninger av opptredende flomnivå basert på målinger av virkelige flomhendelser og kalibrering av en hydraulisk modell. Høyden på vannspeilet stiger oppover elva, se Figur 1.



Figur 1 Vannlinjer for ulike flomnivåer ved Liknes. Nedre del av utbyggingsstrekningen er ved profil 23 og samløpet mellom Kvina og Litleåna ved profil 28.

Tabell 1 Aktuelle flomvannstander ved Liknes.

	Vannstand Q ₂₀₀	Vannstand (Q ₂₀₀ +klima)	Vannstand Q ₂₀₀ m/ sikkerhetspåslag	Topp vinylspunt
Åmot bru	9,0	9,75	10,15	10,2
Samløpet Kvina/Litleåna	8,9	9,5	9,9	10,2
Nesbrua	8,4	9,0	9,4	9,5
Avslutning elvepromenade (210 m nedstrøms Nesbrua)	8,0	8,8	9,2	9,4

Flomsikringstiltaket på Liknes dimensjoneres for Q₂₀₀ med klimapåslag (alternativ 1 og 2) og Q₂₀₀ i alternativ 3.

3. Grunnforhold og tettingsnivå

Ut fra historiske bilder kan man se at en vesentlig del av Liknes ligger på masser som er fylt ut i elva (Bilde 1).



Bilde 1 Liknes i 1966. I dag er det fylt ut omtrent til den røde streken.

De utfylte massene består i stor grad av slagmasser fra Øye smelteverk og er veldig permeable (åpne) og slipper vann lett gjennom. De underliggende originale elvebunnsmassene er mye tettere. For å finne ut hvor dypt de oppfylte massene ligger er det utført prøveboringer langs aktuell strekning for flomsikring, se Figur 2.



Figur 2: Utførte grunnundersøkelser i februar 2022. Aktuelle borpunkter langs strekningen som omtales i denne rapporten er markert med rødt.

Resultatene fra prøveboringene er vurdert av geotekniker i Sweco og det er gjort en tolkning og et anslag på nivået for overgangen mellom de stedlige massene og de oppfylte. Vurderingene er nærmere beskrevet i eget geoteknisk notat (Notat_RIG-N01-A01: Geoteknikk). Verdiene er gjengitt i Tabell 2.

Tabell 2: Tolket nivå for stedlige masser

Pkt.	Terrengkote	Dybde til stedlige masser [m]	Ca. kote stedlige masser	Bunn tetting	Høyde spunt	Toppkote spunt
29	+7,62	5,6	+2,0	+1	8,3	+9,3
27	+7,84	5,8	+2,0	+1	8,2	+9,2
25	+7,24	6,0	+1,2	+0,2	8,9	+9,1
24	+6,90	6,9	+0,0	-1,0	10,0	+9,0
23	+6,66	6,2	+0,5	-0,5	9,2	+8,7
20	+7,19	5,7	+1,5	0,5	8,1	+8,6
19	+7,03	4,5	+2,5	1,5	7,0	+8,5
18	+6,88	4,5	+2,5	1,5	6,9	+8,4
		5,7			8,3	Gjennomsnitt

*Høyde spunt inkluderer klimapåslag, 0,4 m usikkerhetspåslag og 0,1 m fribord.

Gjennomsnittlig høyde spunt fra prøvepunktene er 8,3 meter. Dette er modellert i en terrengmodell og her kommer det fram en noe høyere gjennomsnittlig dybde. Boringene viser at koten for de stedlige massene varierer mye.

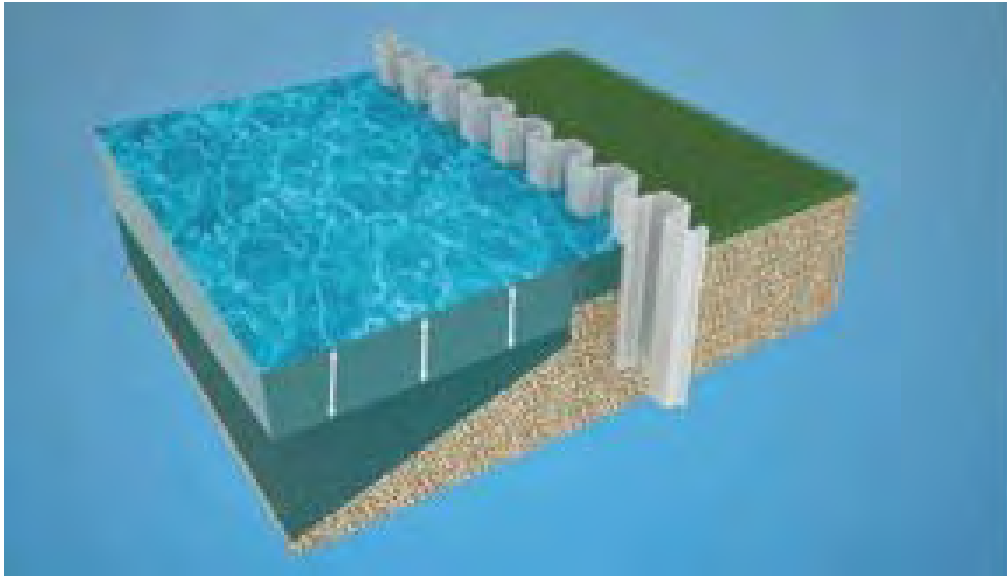
4. Vurderte metoder for tetting

4.1 Vinylspunt

Vinylspunt er en spunt av plastikk. Vinylspunt er et relativt tynt plastikkmateriale som er formet som en tradisjonell spunt med profiler som gir økt styrke sammenlignet med en plate.

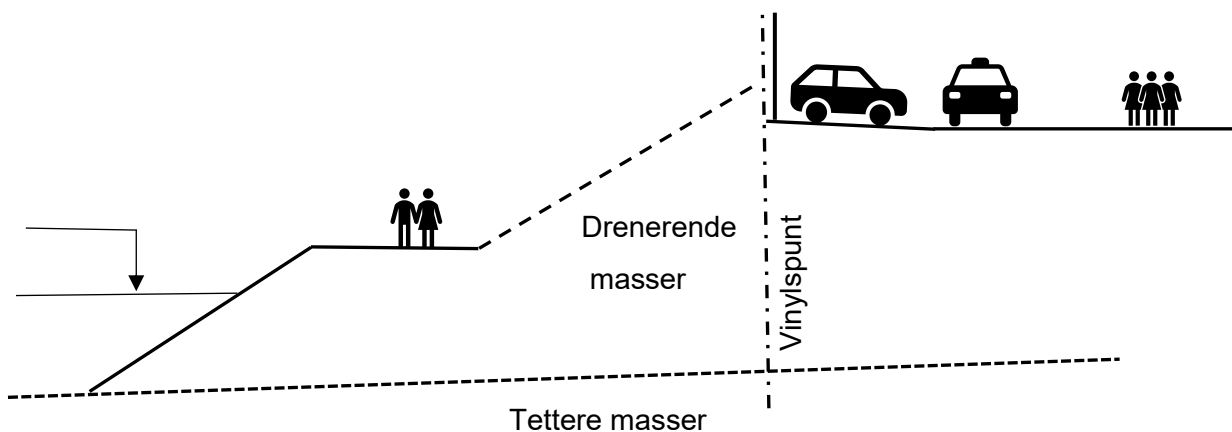


Bilde 2 Profilene av vinylspunt låses til hverandre og danner en tett barriere mot flomvannet.



Bilde 3 Vinylspunt brukt til å håndtere varierende vannstand på den ene siden.

Spunten rammes ned med en moderspunt i stål. Forhåndsgraving/boring kan også være nødvendig. Spunten tåler noe vanntrykk og kan stå utildekket 1,8-2,0 meter over bakken styrkemessig. Den kan imidlertid dekkes av estetiske årsaker.



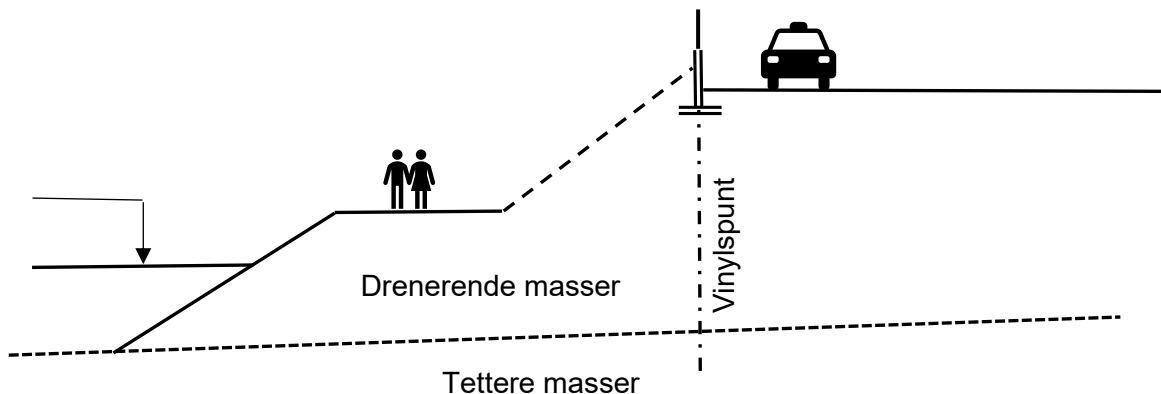
Figur 3 Typisk snitt nedstrøms sykkelbru. Vinylspunt tildekket på vannside med jord og vegetasjon. På luftside med natursteinsmur og eventuelt tre på den øverste delen. Normalvannstand i elva.

4.2 Vinylspunt og betong/glass

Vinylspunt kan kombineres med betong og glassfelt for å dempe barrierevirkningen, se Bilde 4. Vinylspunten avsluttes ca 0,5 meter under bakken hvor det støpes et fundament med betongvegg oppå, se Figur 4. Glassfeltene festes i stålrammer som igjen festes til betongen.



Bilde 4 Flomsikring med glass, eksempel fra Egersund.



Figur 4 Vinylspunt som tetting i grunn med overgang til betong for å kunne ha glassfelt øverst. Aktuelt på strekninger med bygninger med vinduer på bakkeplan.

En variant av vinylspunt er firkantede profiler beregnet til å fylle betong i. De kan være aktuelle til strekning med glass, se Bilde 5.



Bilde 5 Firkantede vinylkassetter beregnet til å fylle betong i.

4.3 Stålpunt

Tradisjonell stålpunt er utsatt for korrosjon i miljøer hvor vannstanden varierer, se Bilde 6. Dette vil være tilfelle ved Kvina hvor vannstanden varierer med vannføring. Selv om det er fyllmasser rundt en eventuell spunt, så er de så åpne at vannstanden inn mot spunten vil variere i takt med ellevannstanden. I dette området vil spunten være utsatt for korrosjon. En vil derfor kunne oppleve at det blir lekkasjer over tid. Dette er imidlertid vanskelig å oppdage og vil gi en ukontrollerbar situasjon. Siden stålpunt er dyrere og i tillegg har mer usikker holdbarhet vurderes det til å være et dårligere alternativ enn vinylspunt. Det er derfor ikke å anbefale og er ikke vurdert nærmere i denne rapporten.



Bilde 6 Korrodert spunt.

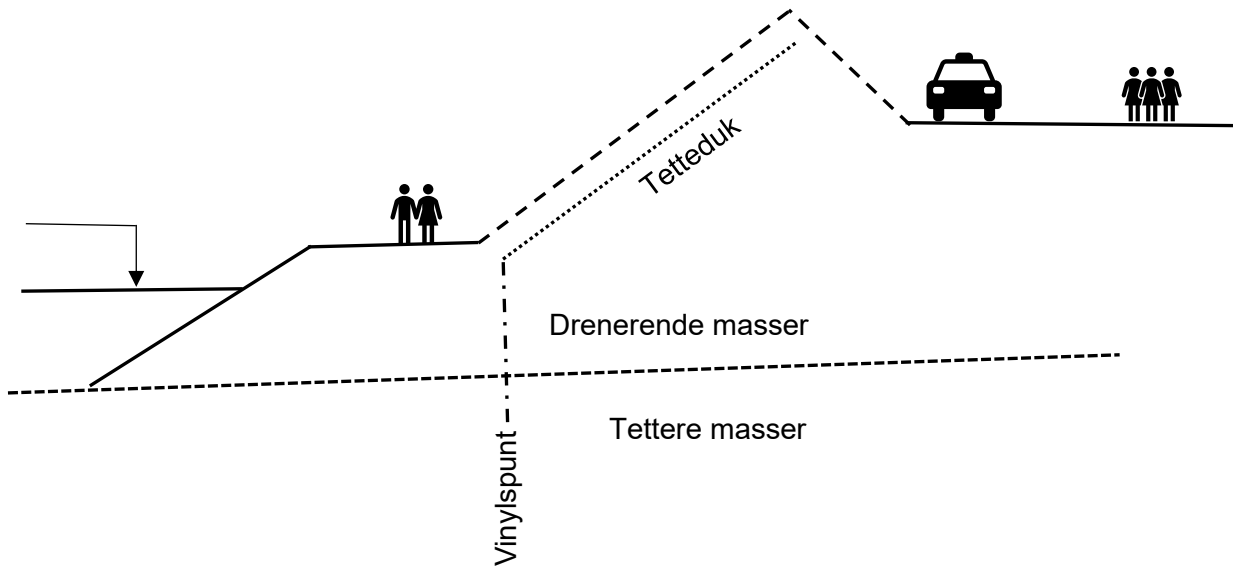
4.4 Tetting med injeksjon

Ulike metoder har vært benyttet til å injisere i grunnen for å tette. Pumping av betongvelling i borehull og jetpeler er metoder som har vært benyttet. Kostnadene for disse metodene er store, og erfaringene tilsier også at det er vanskelig å få det helt tett uten forskaling som holder injeksjonsmassene på plass.

I forbindelse med avløpsrørene som krysser elva er det imidlertid ikke mulig å få ned tetting ettersom disse rørene ikke kan kappes. Under disse rørene er derfor muligheten å tette med injeksjon.

4.5 Vinylspunt og tetteduk

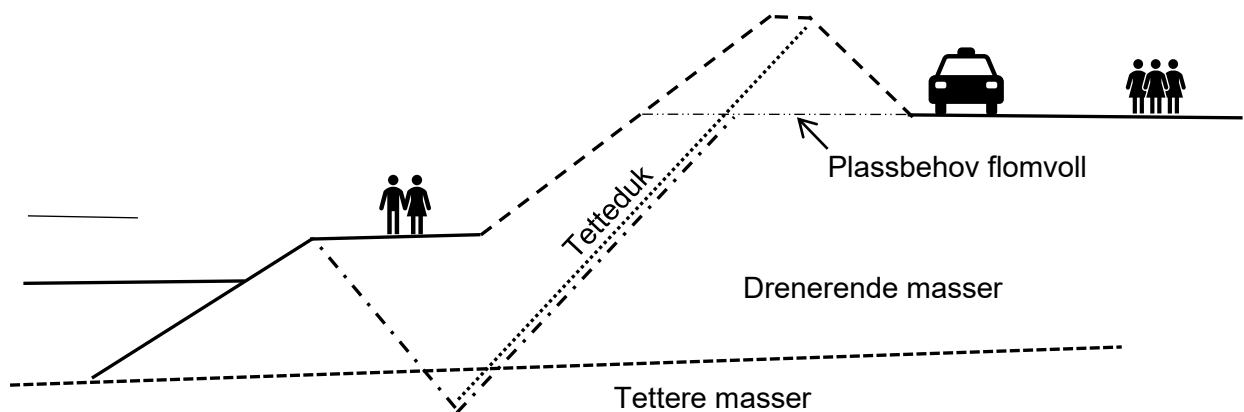
Det er ikke praktisk mulig å grave en grøft som stor nok til å legge duk så dypt som tettinga skal være. Det er imidlertid mulig å kombinere vinylspunt og tetteduk. Dette krever i så fall fribord på vollen slik at det blir en halv meter høyere. Den vil også kreve voll på innsida slik at parkeringsarealet reduseres. Alternativet svarer dermed ikke til forventningene om å opprettholde parkeringsplassene og er dermed ikke utredet nærmere.



Figur 5 Kombinasjon av vinylspunt og tetteduk.

4.6 Tetteduk

Det er teknisk mulig å etablere en flomvoll med tetteduk. Den største ulempen med det er at det vil kreve mye plass, anslagsvis 8 meter fra topp skråning (dagens). På nedstrøms side av brua ville det ta parkeringsplassen og litt av veien. På oppstrøms side av veien ville det være vanskelig å opprettholde vei ettersom vollen ville kreve det meste av den tilgjengelige plassen.



Figur 6 Flombarriere med flomvoll.

Fremgangsmåte bygging:

- Avgraving av jord i skråning
- Grave og kjøre vekk fyllmasser ned til stinivået
- Grave grøft fra stinivå fra en ende til en annen (masser kjøres vekk)
- Legge tetteduk nederste del av grøfta fra parkeringsnivået

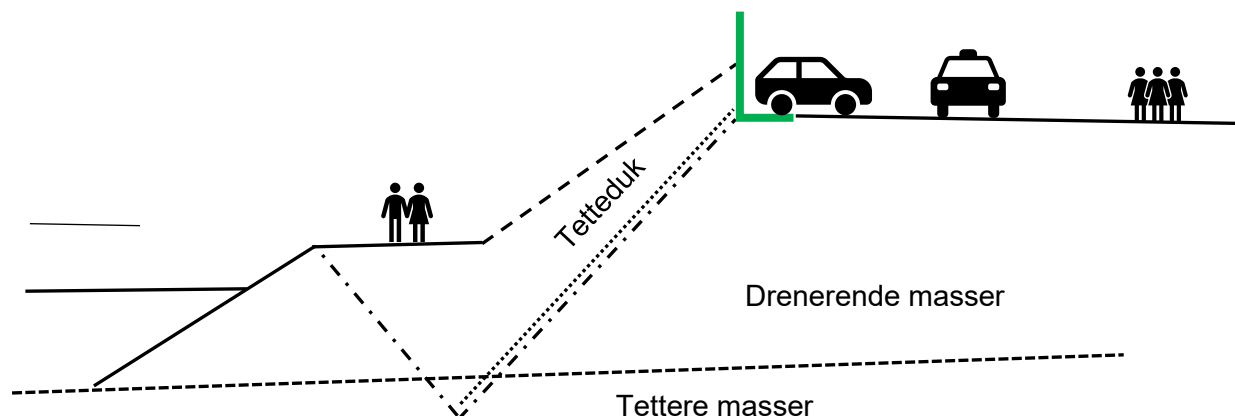
- Fylle igjen grøfta opp til stinivå
- Etablere bakre del av voll med flate for tetteduk
- Legge øvre del av tetteduk og sveise denne til nedre del
- Fylle masser oppstrøms tetteduk eventuelt med erosjonssikring

Det blir krevende anleggsarbeid med vannhåndtering.

Det er teoretisk mulig å legge tetting og voll lenger ut, men da blir det ikke lenger noen sti ved elva. Dette vil også snevre inn strømmingstverrsnittet og kan resultere i noe høyere vannstand oppstrøms. Alternativet er ikke utredet nærmere.

4.7 Tetteduk og betong

Om tetteduk kombineres med betong over dagens terreng kan parkeringsarealet opprettholdes.



Figur 7 Tetting med duk under bakken kombinert med betong over bakken (grønt).

Framgangsmåten blir mye av det samme som for duk og voll helt opp. Utfordringene med vann i byggetida blir derfor de samme.

4.8 Valg av metode

Metode	Fordeler	Ulemper
Vinylspunt	Lite plasskrevende	Barriere, noe usikkerhet gjennomføring
Vinyl, betong og glass	Lite plasskrevende, redusert barrierevirkning	
Stålspunt	Gjennomførbarhet	Kostnader, dårlig bestandighet
Injeksjon	Lite plasskrevende	Usikkert om en klarer å få det tett nok, kostbart
Vinylspunt og tetteduk		Plasskrevende, vanskelig å skjøte ulike materialer
Tetteduk og voll	Rimelig kostnad?	Plasskrevende, usikkerhet gjennomføring vannhåndtering
Tetteduk og betong	Lite plasskrevende. Lett å legge inn glassfelt.	Usikkerhet gjennomføring vannhåndtering. Kostbart.

Grunnen i området er veldig permeabel, og det er behov for å tette langt ned (ca 8m). Dette gjør at en løsning med voll og tetteduk ville ta veldig mye plass. Betongvegg ville blitt dyrt.

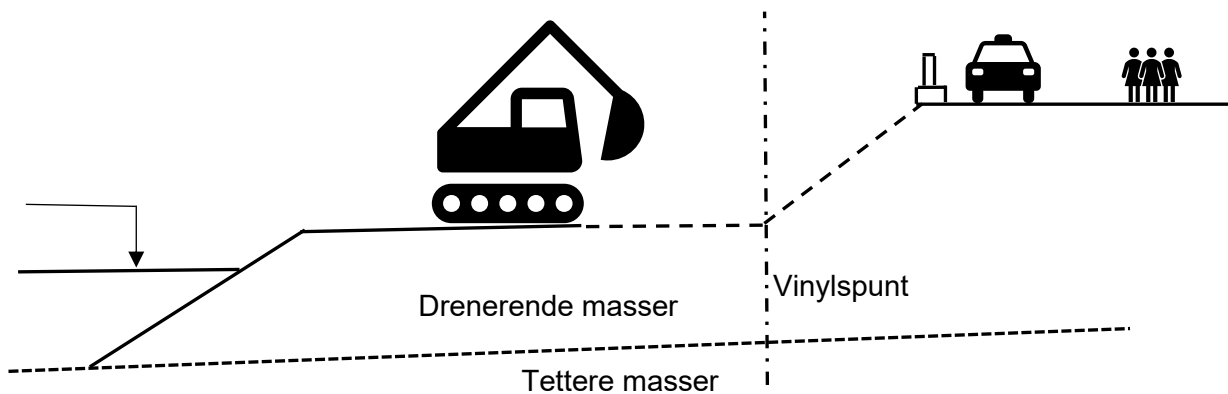
Det tas derfor utgangspunkt i vinylspunt som metode. Betong med glassfelt kan være aktuelt der det er spesielt ønskelig å begrense barrierevirkning av tiltaket.

Tetteduk og betong koster vesentlig mer enn vinylspunt (beregnet til 44 mil NOK mot 37 for vinyl).

Ut fra en vurdering av kostnader, plassbehov og barrierevirkning anbefales vinylspunt som hovedløsning og med innslag av glassfelt på betong når det ønskes redusert barrierevirkning.

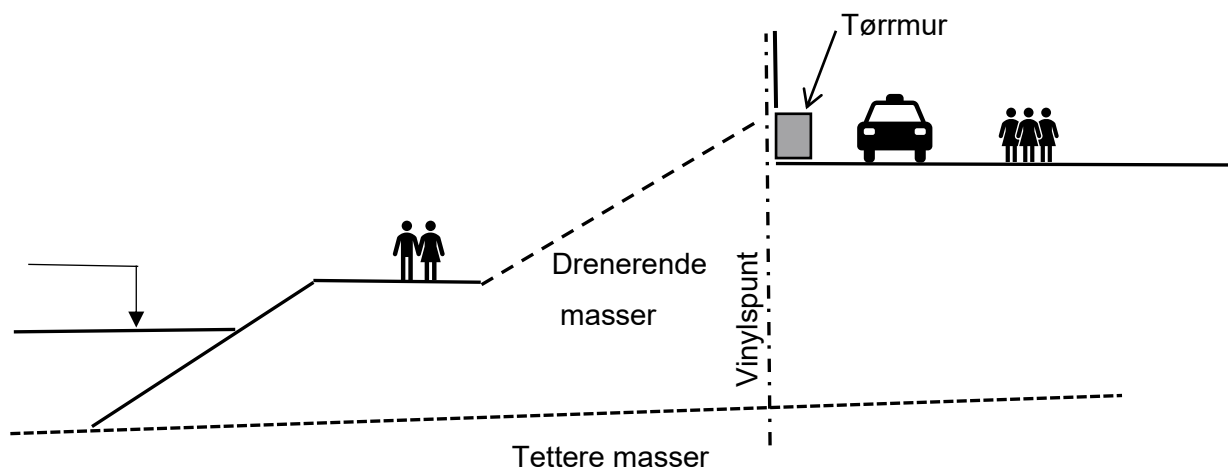
5. Utførelse av tetting med vinylspunt

Vinylspunt rammes ned med en moderspunt. I forkant av rammingen er det tenkt å grave vekk masser fra overgangen mellom vei og parkering ned til nivå med stien, se Figur 8. Dette gjør at det ikke blir så dypt å ramme spunten og det blir bedre plass til å jobbe. I tillegg kan overvannsrør legges i den åpne grøfta, se Figur 8 og Figur 13.



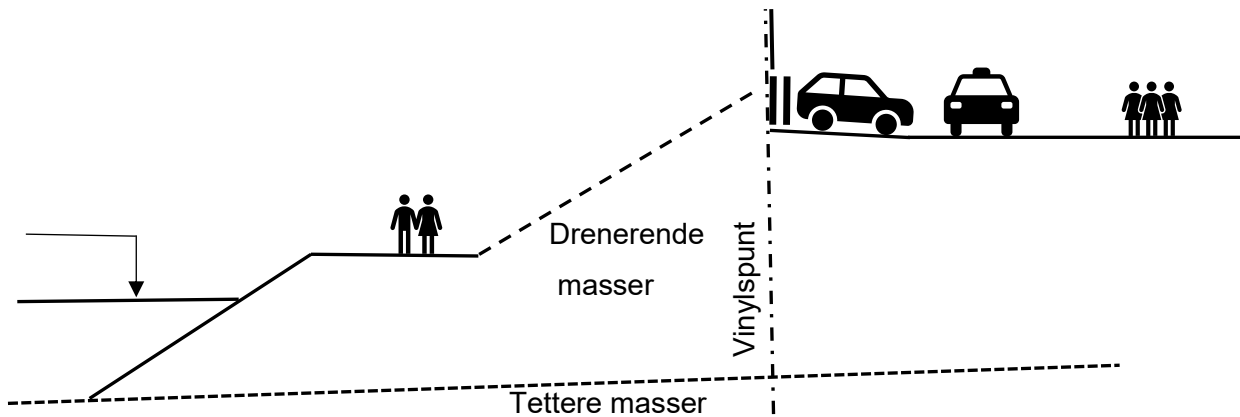
Figur 8 Vinylspunt under anleggstida.

På strekninger hvor høyden fra bakken til topp spunt er over 2 meter må spunten støttes med tørrmur eller tilsvarende, se Figur 10.

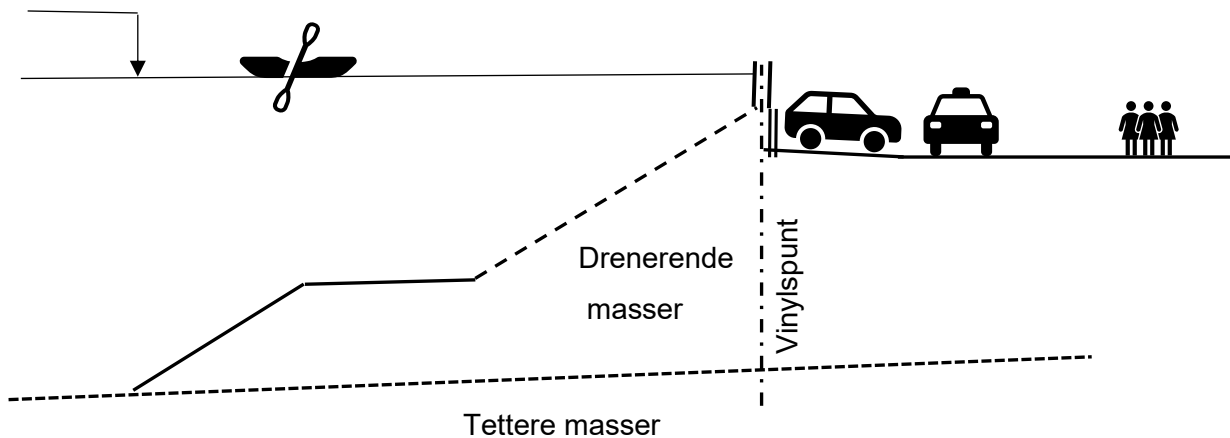


Figur 9 Typisk snitt med vinylspunt oppstrøms sykkelbrua. Her er det til dels stor høydeforskjell og det kan være nødvendig å støtte spunten med natursteinsmur eller tilsvarende. Normalvannstand i elva.

Nedstrøms sykkelbrua er det aktuelt å skrå parkeringsarealet opp mot spunten for å vinne høyde, se Figur 3. Dette gir støtte til spunten. Når høydeforskjellen fra bakken til topp vinyl er over 2 meter, må den støttes på innsiden. Dette gjelder spesielt oppstrøms sykkelbrua, se Bilde 9.



Figur 10 Vinylspunt tildekket på vannside med jord og vegetasjon. På luftside med skrått parkeringsareal og plankeforblending.

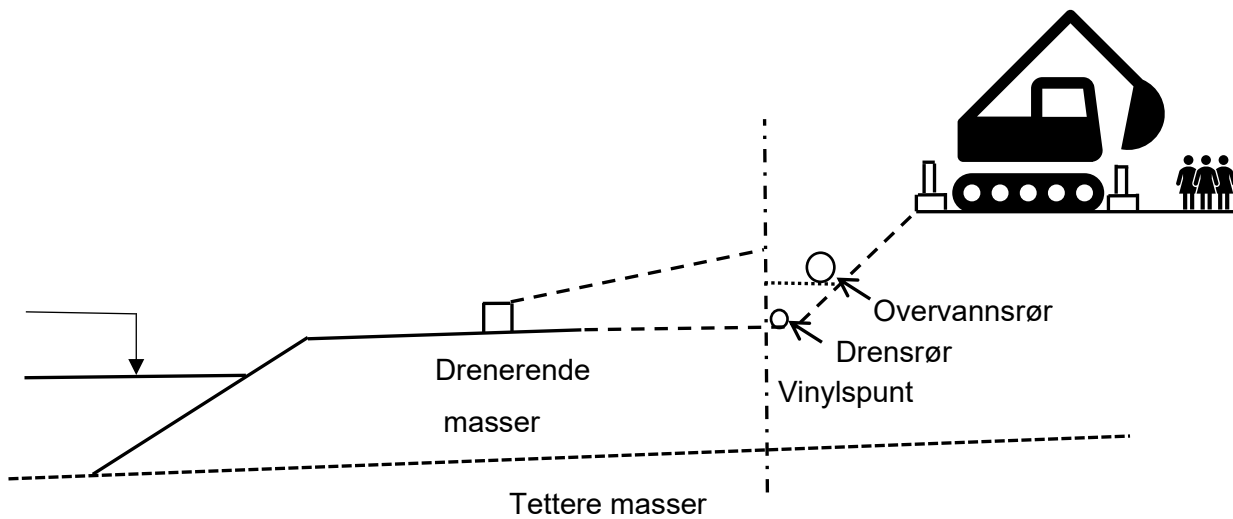


Figur 11 Vinylspunt tildekket på vannside med jord og tre øverst. På luftside med natursteinsmur og eventuelt tre på den øverste delen. Flomvannstand i elva.

Natursteinsmur er en kostbar tildekking, men gir mulighet for å støtte vinylspunten ved at det støpes mellom spunt og naturstein. Tregjerde er billigere og kan benyttes på den øverste meteren eller hele høyden. Tre tar også mindre plass, men er mindre bestandig.



Figur 12 I tilfelle det er behovet for å fylle masser høyere på innsiden kan jordanker benyttes til å stabilisere spunten.



Figur 13 Overvannsrør kan legges i grøft ved vinylspunt. Om ønskelig kan det settes en kant av naturstein langs hele eller deler av stien.

6. Alt. 1: 200-års flom med klimapåslag, barriere uten mobile stengsler

Reglene i TEK 17 sier at det ikke er tillatt å bygge nye hus som ikke er sikre mot 200-årsflom. Videre er det med dagens regler ikke tillatt med mobile stengsler som krever manuell innsats for å tette mot flom. Alternativ 1 er derfor slik reglene er nå det eneste alternativet som tillater bygging av nye hus.

Barriere uten mobile stengsler innebærer at det er en tett flombarriere opp til flomsikkert nivå uten åpninger. Løsningen forutsetter at det etableres en tett vinylspunt fra 1 meter ned i gammelt elveleie og opp til flomsikkert nivå inkludert klimapåslag og sikkerhetspåslag. Sikkerhetspåslaget er anbefalt i flomsonerapporten til NVE til 40 cm. Dette betyr at veier og andre passasjer som passerer flomverket må ligge høyere enn topp spunt slik at de er på flomsikkert nivå. Stien langs elva kan fortsatt ligge i flomsonen, men passasjene ned dit må enten gå over flombarrieren eller rundt den. For å få til passasjer uten mobile stengsler er det sett på å heve to bruer:

- Sykkelbrua ved sentrum
- Åmodt bru.



Figur 14 Hele flomsikringstiltaket i versjonen uten mobile stengsler.

Det tas utgangspunkt i vinylspunt som tettemiddel. På ca 100 meter av strekninga er det lagt til grunn betong og glassfelt for å redusere barrierevirkning.

6.1 Heving av bruer

Det er relativt enkelt å heve sykkelbrua i østenden for deretter å rampe ned på innsida, se Bilde 7 og Bilde 8. Dette gjøres ved at den jekkes opp i østenden. Deretter må landkaret i øst, samt de to midtpilarene bygges på noe. Dette gir en god løsning og anbefales derfor framfor å lage rampe opp fra brua over spunten og ned igjen som hadde medført en kronglete trase for syklister og andre brukere. Rampelengden hadde blitt 15 meter ut til hver side og barrierevirkningen av spunten hadde også blitt mye større.

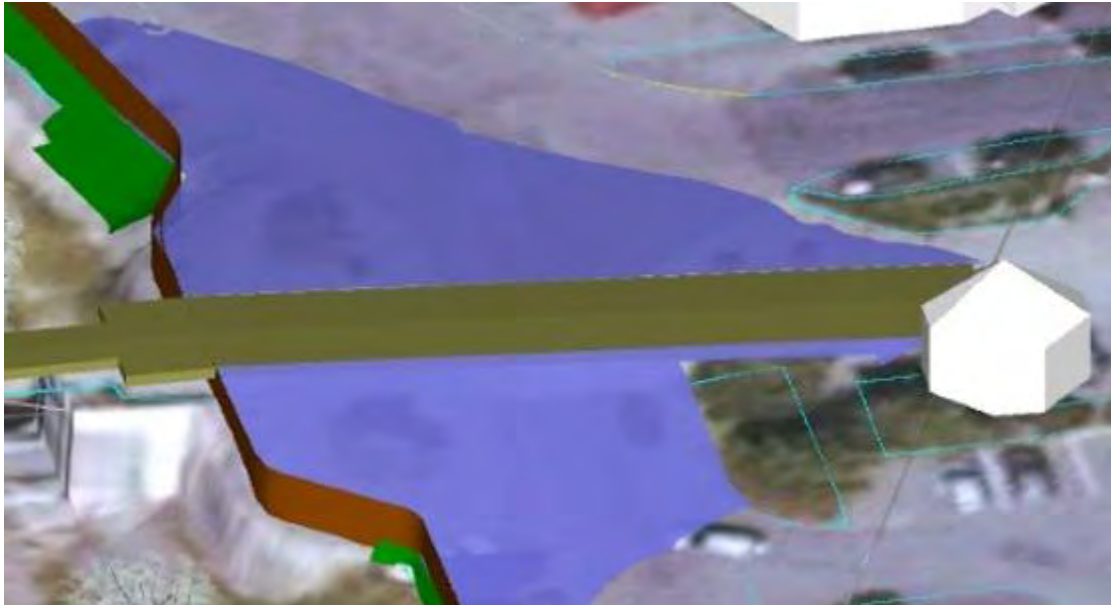


Bilde 7 Sykkelbrua kan heves i østre ende. Hele området med benkene heves tilsvarende fram til treet. Deretter må det rampes ned på innsida for sykkel og rullestol.



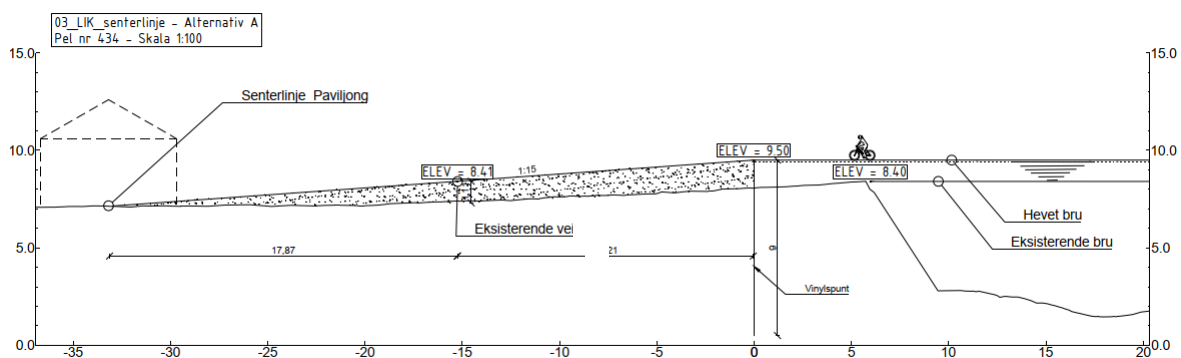
Bilde 8 Ved heving av brua må også terrenget på innsida heves (rød strek) slik at brukere med sykkel, rullestol eller til fots kommer seg ned til eksisterende gatenivå. Bilveien må også tilpasses.

Det forutsettes at sykkelbrua heves 1,0 m i østenden til flomsikkert nivå og at sykkelveien deretter har en helning nedover på 1:15. Da møter den dagens terreng midt på paviljongen på torget. Kjøreveien spleises inntil fra hver side med helning 1:10. Blomsterbed kan heves eller det kan legges en høy kantstein. Til sammen må et større område heves fra dagens nivå, se Figur 15. En del av dette området må uansett graves opp for å sette tetting og legge rør og sluk.



Figur 15 I tilfelle uten mobile stengsler må sykkelbrua heves til flomsikkert nivå og terrenget heves i det olivengrønne og blå området.

Den beste løsningen uten mobile stengsler er å heve hele området ved brua inkludert benker og statue. Dette vil gjøre at barrierevirkningen fra dette området blir omtrent som i dag og dermed mindre enn i tilfelle med mobile stengsler.



Figur 16 Tverrsnitt med hevet sykkelbru og hevet terreng.

Alternativ løsning vil kunne være å heve brua, men ikke området på innsiden. Det vil kreve en trapp for fotgjengere og rampe for syklist/rullestoler.

Åmødt bilbru ligger nord i tiltaksområdet. Den vil være dyrere å heve. Det er mulig å heve den, det må i så fall gjøres med store jekker før landkarene kan støpes på, se *Bilde 9*. Veien må rampes på begge sider. Det er en moderat kostnad for å heve den for å hindre vann i å strømme inn til Liknes (0,3 m). Flomhøyden består av basisflom, klimapåslag og sikkerhetspåslag. Brubanen er høy nok til å hindre basisflom og klimapåslag så det er bare sikkerhetspåslaget man sikrer mot.

Den høyden som mangler fra veibanen (0,3 m) er innenfor sikkerhetspåslaget. Uten klimapåslag er man godt under. Heving av brua er derfor ikke nødvendig for å kunne bygge nye hus i dagens klima og er derfor ikke inkludert i prosjektomfanget (kostnadsoverslaget).

I en flomsituasjon vil det være en utfordring at det vil være et vanntrykk på brubjelkene som vil true med å skyve eller velte brua. Dette er en utfordring for brua og veien som veieier (Agder fylkeskommune) burde ha et bevisst forhold til. For å unngå at det kommer vann på brubjelkene i en flomsituasjon må brua heves ca 2 meter noe som gir svært omfattende arbeider i hver ende med ramping av veien, støttemurer og tilstøtende tiltak. Dette er så komplisert at det er mye som tyder på at det er enklere å bygge en helt ny bru som har bjelker som ikke tar så mye plass i høyden og at toppen derfor ikke må heves like mye.



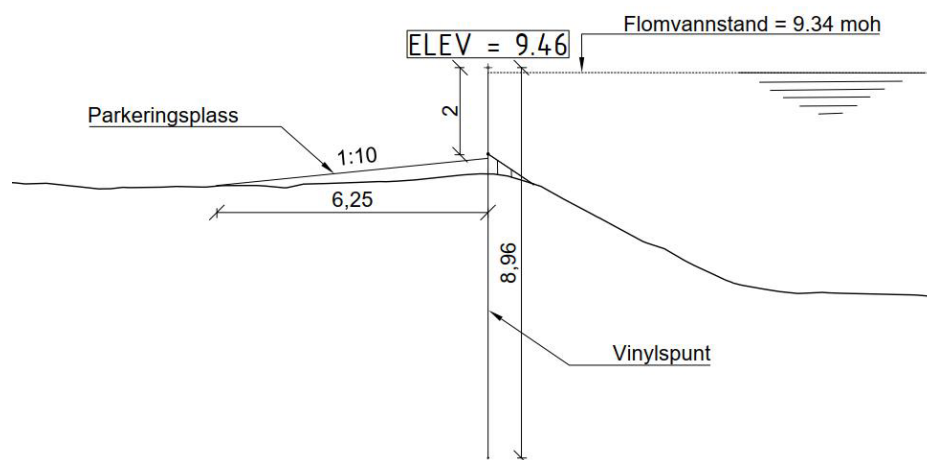
Bilde 9 Åmødt bru er stor og tung og har bærebjelker som bygger mye i høyden. Dette gjør at brua er utsatt for veltende vanntrykk i en flomsituasjon.

6.2 Utforming av tiltak uten mobile stengsler



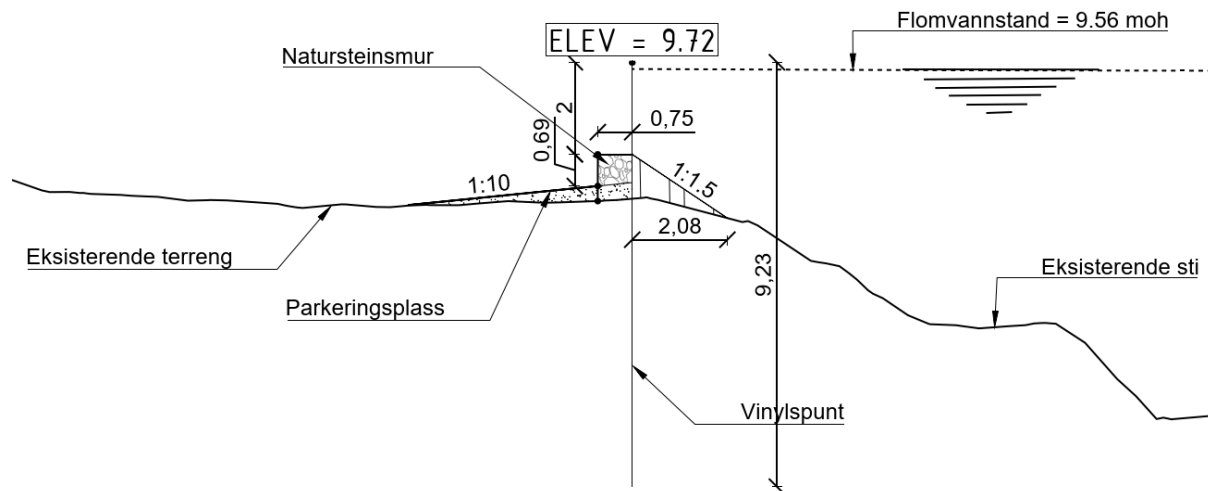
Figur 17 Området nedstrøms sykkelbrua i alternativet uten mobile stengsler. Parkeringsområdet skrås/heves inn mot flombarrieren.

Parkeringsområdet nærmest elva er forutsatt gravd bort midlertidig i forbindelse med arbeidene for å lette ramming av vinylspunt og for å legge overvannsrør. Når dette arealet reetableres, er det naturlig å skrå det inn mot vinylspunten. Dette gir støtte til vinylspunten mot vanntrykket og reduserer samtidig behovet for annen tildekking noe.

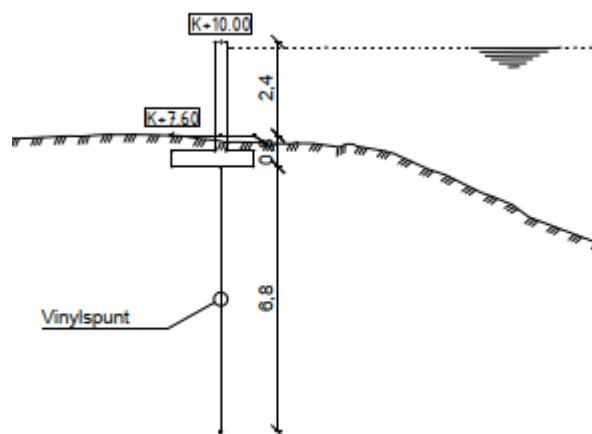


Figur 18 Typisk snitt nedstrøms brua. Spunten er til sammen 9 meter høy og stikker 2 meter over terrenget (2,5 m over dagens terreng).

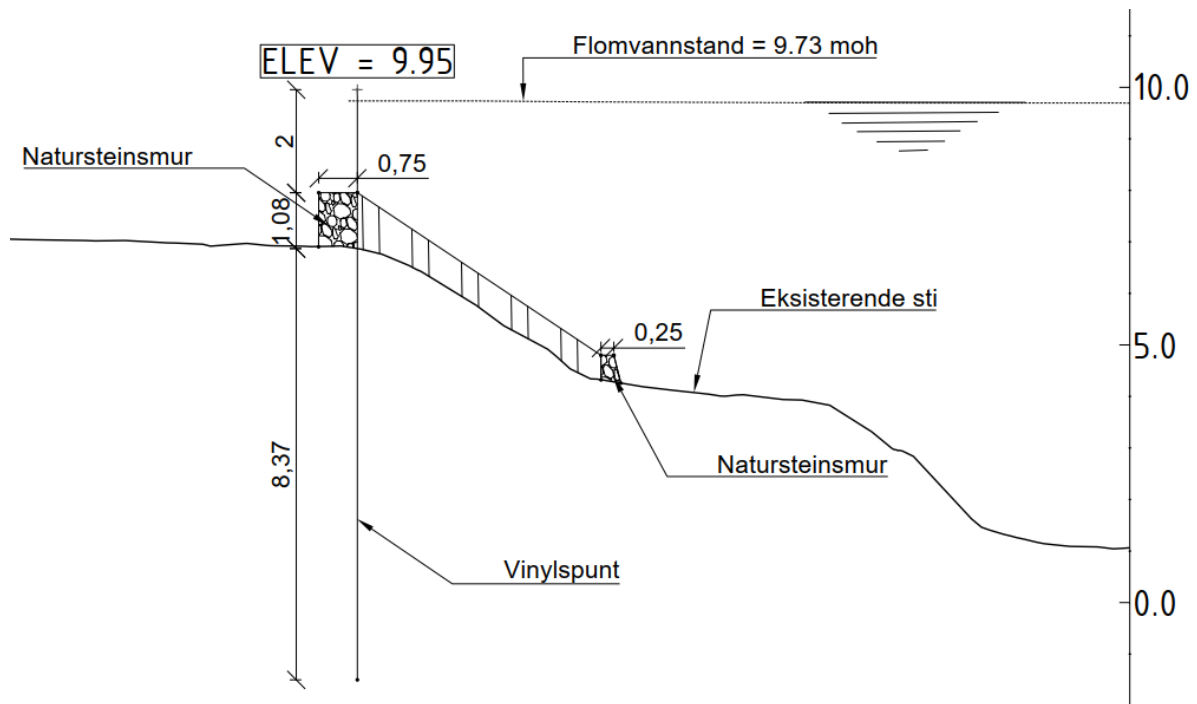
Også oppstrøms sykkelbrua er det aktuelt å skrå parkeringsplassene for å vinne høyde inn mot spunten, se Figur 19.



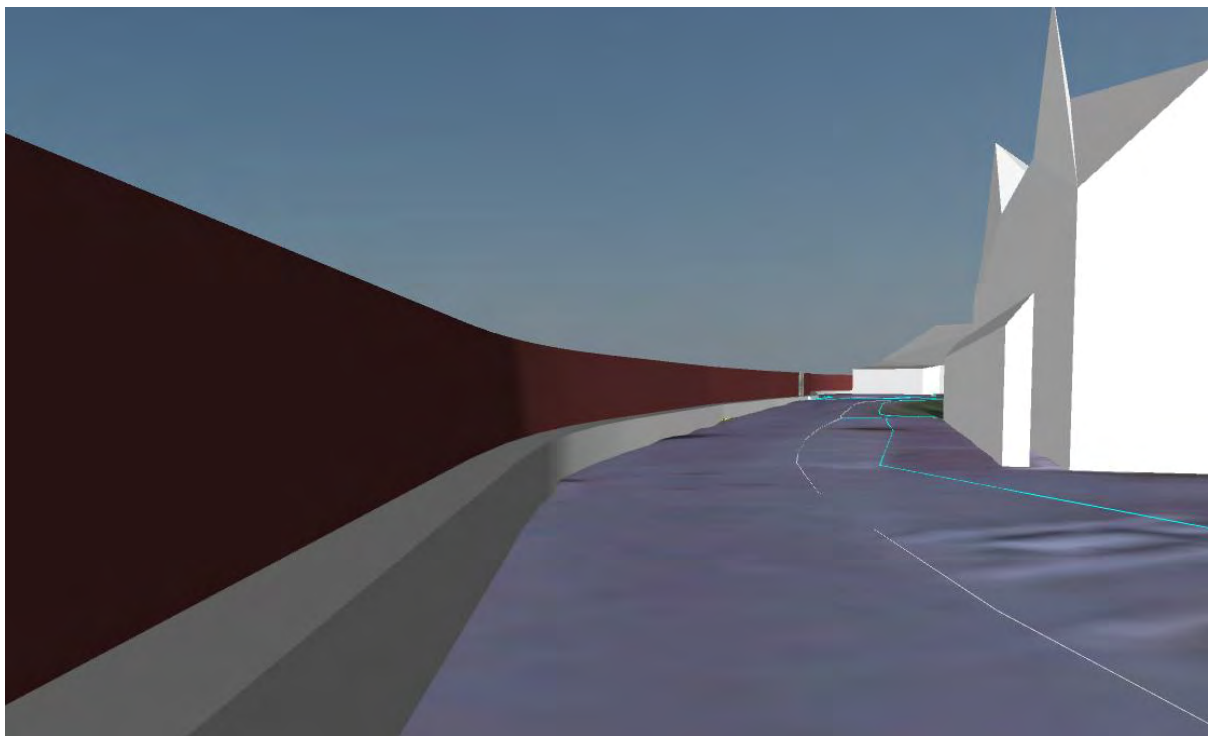
Figur 19 Typisk snitt med parkering oppstrøms sykkelbrua.



Figur 20 Hvis man ønsker glassfelt for å redusere barrierevirkning må det gjøres en overgang fra vinylspunt til betong.



Figur 21 Oppstrøms sykkelbrua blir spunt stående høyt over terrenget og må støttes på innsiden med natursteinsmur eller tilsvarende.

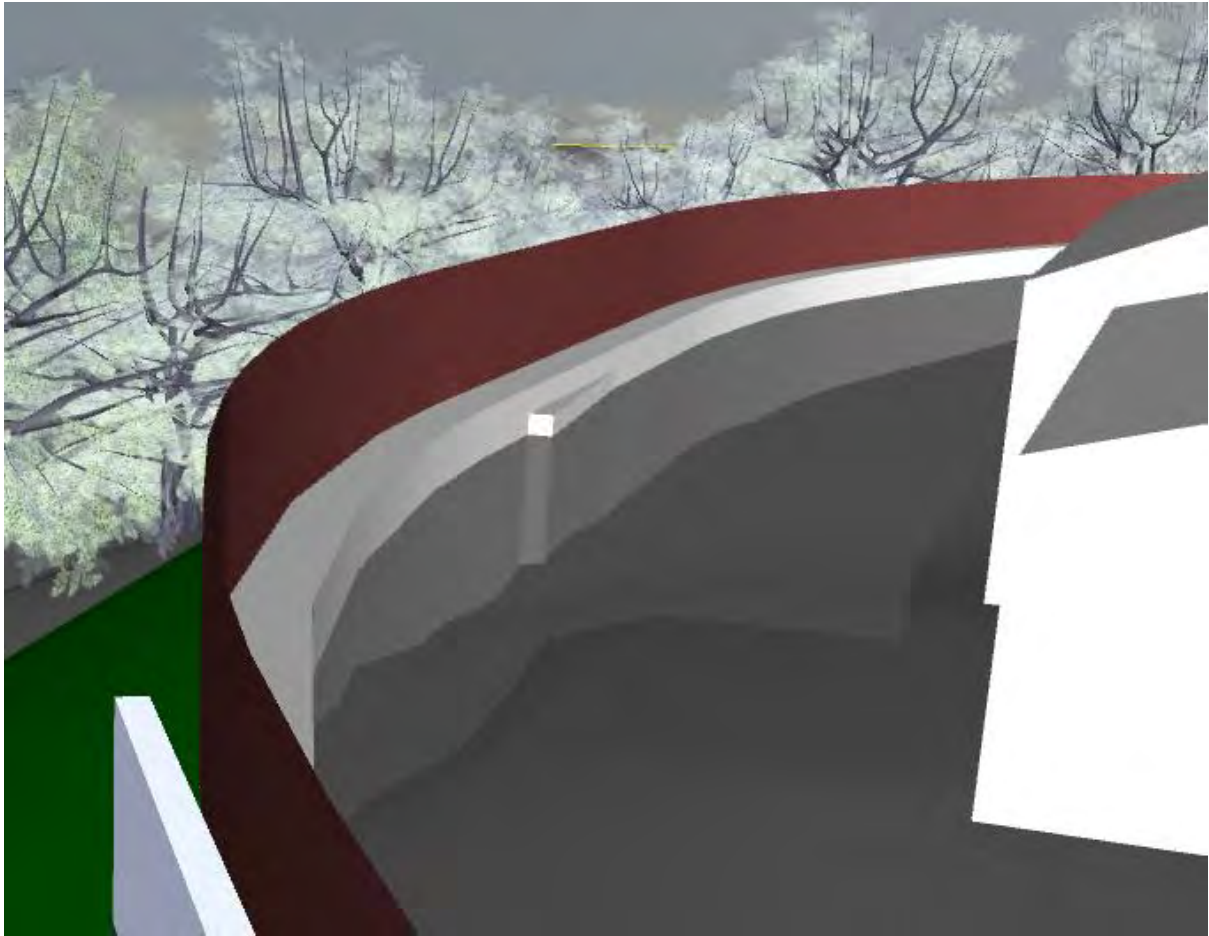


Figur 22 Langs elvegata blir flombarrieren høy og barrierevirkningen stor.

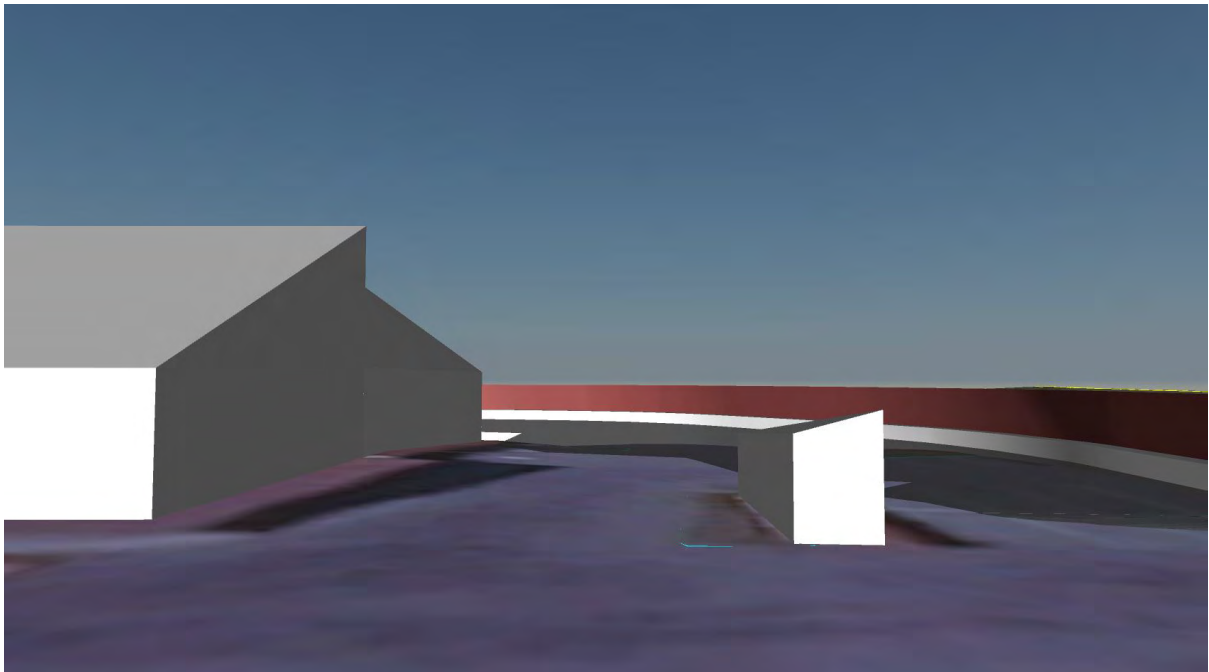
Rundt butikken fylles den nedre delen av gårdsplassen opp slik at spunt støttes bedre (Figur 23). Dette gjør at inngangen til kjelleren blir utilgjengelig.



Figur 23 Området rundt butikken. Den nedre delen av gårdsplassen heves for å støtte vinylspunten. For eventuelt å sikre helt opp ved veien må veibanen heves noe forbi tettinga.



Figur 24 Det blir mulig å kjøre rundt butikken.



Figur 25 Ved butikken vil det etableres tetting rundt parkeringsplassen og den nedre delen av parkeringsplassen heves for at det ikke skal bli for stort ensidig vanntrykk fra utsiden.

7. Alt. 2 200-års flom med klimapåslag, mobile stengsler

Mobile stengsler vil det gjøre mulig med passasje gjennom en flombarriere. Men det er i dag ikke tillatt med mobile stengsler som krever organisatoriske tiltak med manuell innsats for å oppnå flomsikring. Dette er imidlertid vanlig i utlandet og hvis reglene gjøres om kan det være aktuelt i Norge også. Det vil imidlertid kreve noen forhold:

- Materiell inkludert reservedeler må lagres sikkert i et tilgjengelig lager
- Mannskaper som skal gjennomføre tiltakene må ha en beredskap
- Det må øves på montere bjelkene årlig

Uten disse tre forholdene ivaretatt er det ikke realistisk at en klarer å få på plass en tett barriere før flommen kommer. På bildet nedenfor er det vist en lengre sammenhengende strekning med mobile bjelkestengsler.



Bilde 10 Mobile stengsler monteres på et plant underlag og med vertikale stolper som skrues til underlaget.

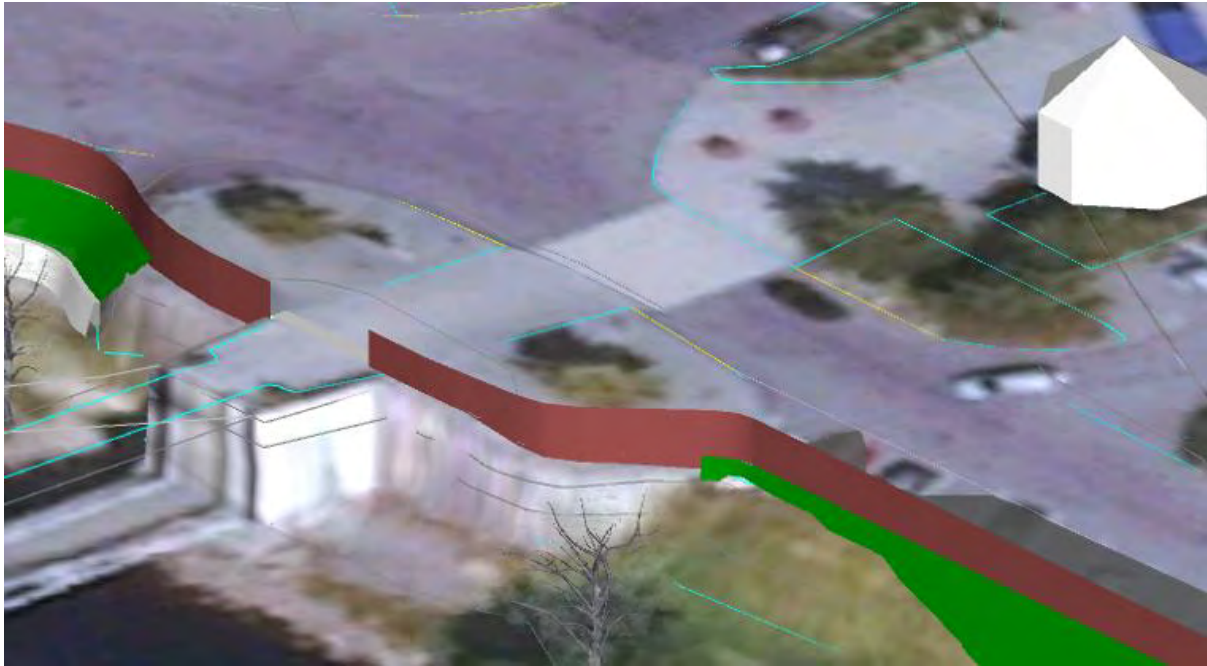
Det som vil være aktuelt i Kvinesdal er kortere åpninger ved sykkelbrua og Åmodt bru, samt ved to nedganger til stien ved elva. Det er ikke vurdert eller lagt opp til lange strekninger med mobile stengsler. Mobile stengsler kan være et middel for å redusere barrierevirkning, dette kan man oppnå med å legge inn glassfelt i stedet.

Ved sykkelbrua legges til grunn av natursteinsmurene ved landkaret rives og tetting settes rett på innsida før muren settes opp igjen. Det støpes overgang mellom spunt og betongbarriere ved eksisterende terrengoverflate og det støpes ca 2 meter høye flombarrierer med glassfelt øverst.

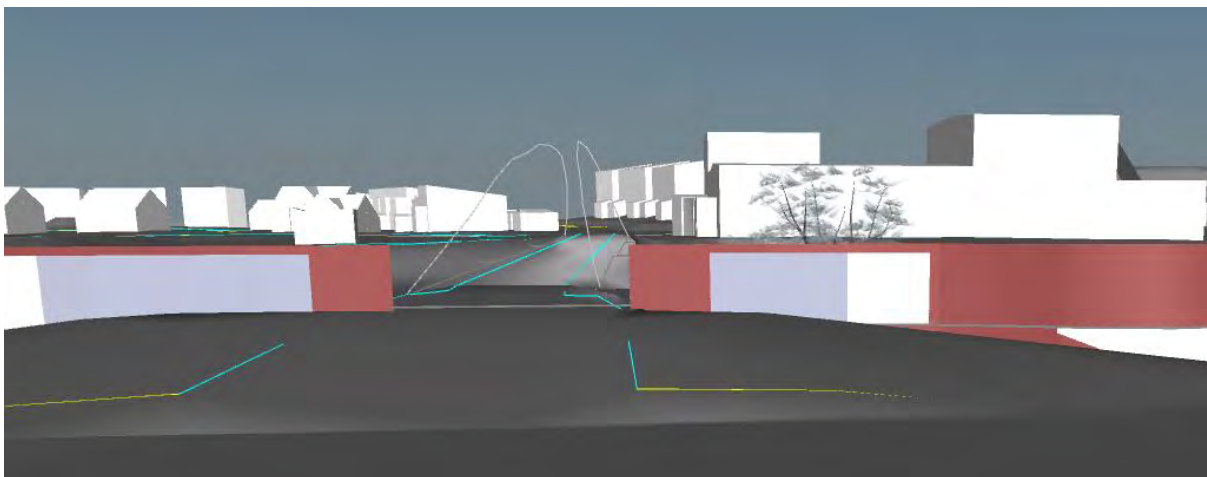
I alternativ 2 er dybden på tetting den samme som for alternativ 1. Løsninga avviker bare for de aktuelle åpningene.



Figur 26 Hele området i versjonen med mobile stengsler.

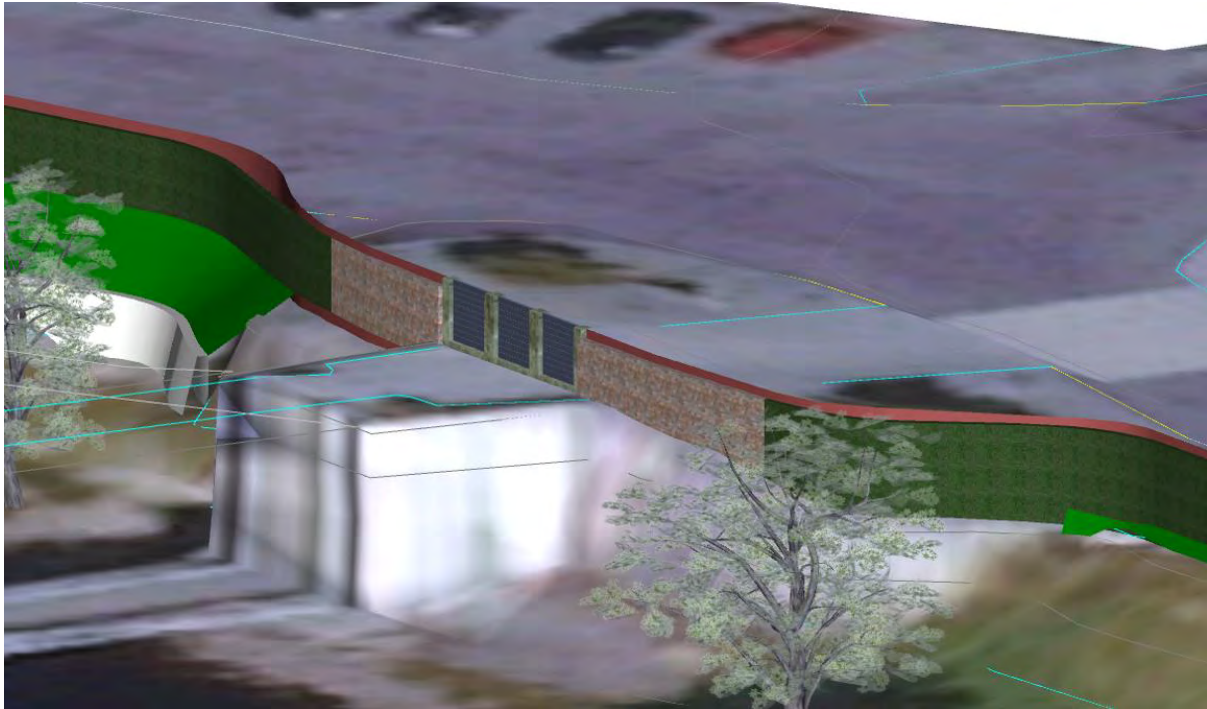


Figur 27 Området ved sykkelbrua med åpning til mobile stengsler.



Figur 28 Flomsikringstiltak med åpning for mobile stengsler ved sykkelbrua.

I løsninga med mobile stengsler trenger man ikke å heve området ved brua. Da blir det til gjengjeld en større barrierevirkning fordi flomsikringa står høyere enn terrenget. Dette gjelder særlig utover mot sidene hvor terrenget faller. Det er mulig å bruke glassfelt i den øvre delen her for å kompensere for barrierevirkningen.



Figur 29 Flombarriere ved sykkelbrua med bjelkestengsler satt.



Figur 30 Området nedstrøms sykkelbrua med bjelkestengsler i nedgang til stien ved elva.

8. Alt. 3 Q₂₀₀ uten klimapåslag

Dette alternativet innebærer at dagens bebyggelse beskyttes, men eventuelle nye hus vil måtte være flomsikre i seg selv utover de som bygges i den første perioden etter at flomsikring er etablert. Løsninga forutsetter følgende

- Mulighet for mobile stengsler
- Løsninger for mobile stengsler som for alternativ 2
- Tetting ned til samme nivå som for alternativ 1 og 2

Topp flomsikring ligger ca 0,9 meter under topp flomsikring i alternativ 1 og 2.

Barrierevirkningen blir mindre og kostnaden noe lavere. Kostnaden for dette alternativet er beregnet til 31,5 mill NOK.

9. Landskapstilpasning

Vinylspunt leveres i ulike farger, men det er et relativt tynt plastikkmateriale som er formet som en tradisjonell spunt med profiler som gir økt styrke sammenlignet med en plate. Vinylspunten har en egen styrke og kan stå opptil 2 meter over bakken uten støtte.



Bilde 11 Vinylspunt med planker på toppen.

Tildekning av den øvre delen av spunten:

For å dekke den øverste delen av spunten som kommer opp over terreng brukes det ulike prinsipper for den siden som vender ut mot elva og den siden som vender inn mot torg og parkering. På siden som vender ut mot elva brukes det først og fremst vegetasjon, mens på den andre siden kan det brukes det flere elementer som f.eks naturstein, elementer av tre, planter, sittekanter, vinduer i glass.

Selv om spunten dekkes av et mer estetisk materiale vil inntrykket av at det er en sammenhengende vegg/barriere fremdeles være der. Derfor er det viktig å gjøre flere, men enkle, grep for å dempe dette inntrykket. Dette gjøres ved å ha variere løsninger på strekket og ikke minst variere høyden på elementer og vegetasjon.

Oppriss ut mot vest/mot Kvina:

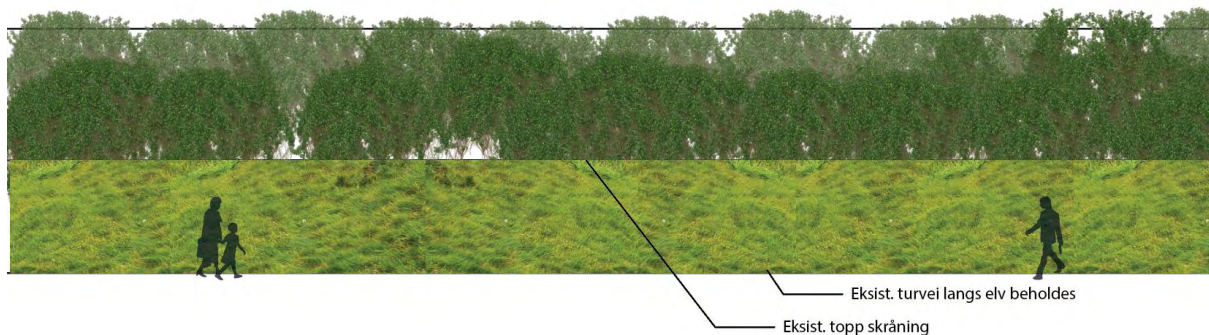
Siden dette blir en vegg som følger elva vil det være naturlig å spille på den naturlige kantvegetasjon som ofte etableres langs bekker og elver i naturen.

I vegetasjonsøkologien bruker man begrepet «sjikt», og det er spesielt fire sjiktbegrep som brukes for å beskrive hvordan vegetasjonen vokser i naturen. Tresjikt (vedvekster med høyde > (2–)5 m), busksjikt (vedvekster med høyde 0,8–(2–)5 m), feltsjikt (urter og vedvekster med høyde < 0,8 m) og bunnsjikt (moser og lav). (Kilde: <https://www.artsdatabanken.no/Pages/137963/Sjiktning>)

For å etablere en buffervegetasjon som skal framstå som naturlig brukes disse prinsippene. I dette prosjektet vil de to laveste sjiktene ikke være viktig for å dekke spunten, men kan gjerne vurderes for å gi en økologisk verdi og kan hjelpe for mange dyreartsgrupper (fugler/insekter).

For å sørge for at spunten dekkes godt året rundt kan supplering av vintergrønne planter være aktuelt.

Eksempel på bruken av én type beplantning, f.eks klatreplanter:
Spunten kan dekkes til en viss grad, men vil gi lite estetisk og økologisk verdi til området.



Oppriss av hvordan flomsikringen kan dekkes på en måte som fremstår nokså naturlig kun ved bruk av variert beplantning:



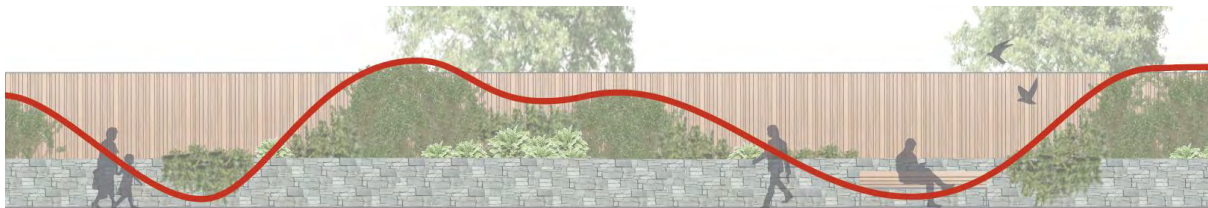
Oppriss inn mot øst/mot sentrum:

Prinsipp av en strekning der spunten kun dekkes av trevegg og den lødde natursteinsmuren

som også hjelper med stabilisering:

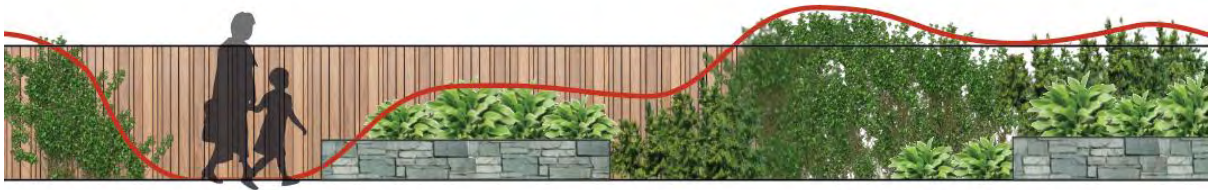


Eksempel på hvordan variasjonen i høyder kan følge en bølgende form:



Her er variasjonen først og fremst vist med vegetasjon. Men det er også mulig å variere i type trematerial/farger, variere hvor høy den lødde muren er, benker/amfi i tre der det kan passe med lek og opphold.





10. Overvannshåndtering

Dette kapitlet omhandler håndtering av overvann- og lekkasjevann bak flomverk som er planlagt etablert på Liknes, Kvinesdal kommune. Hensikten med flomverket er å unngå oversvømmelse av eksisterende og fremtidig bygningsmasse innenfor flomvollen. Dette notatet beskriver foreslått system, herunder flomberegninger, overvannsmengder, overvannsnett og pumpeløsning.

10.1 Designkriterier overvannshåndtering

I dialog med oppdragsgiver er følgende forutsetninger satt for overvannssikringen i flomsituasjon:

Overordnet

1. Sikring skal innebære faste installasjoner som ikke krever organisatorisk arbeid i forkant eller under en flomhendelse.
2. Anlegget skal føre ut overvann til elven Kvina ved selvføll i normalsituasjon, ved vannstand opp til kote +4,4, som tilsvarer flom med 10-års gjentaksintervall. Dette nivået baserer seg på antatte kjellernivå, som er satt til 2,5 meter under terreng, og ledningsdybde mot elven og kan endres ved detaljering. Eksisterende ledningshøyder og kumhøyder er ikke kjent. Ved vannstand over kote +4,4 må vannet pumpes ut.
3. Veiledning til byggeteknisk forskrift angir følgende sikringstiltak for flomutsatte områder:
 - a. Heving av byggegrunnen til flomsikkert nivå eller plassere bygg utenfor for område der sannsynlighet for flom som er mindre enn minstekravet i forskriften.
 - b. Bygge uten kjellere.
 - c. Etablere flomvoller.
 - d. Utforme og dimensjonere byggverk slik at de tåler oversvømmelse og ikke fører til fare for mennesker eller større materielle skader.

Det er i dette tilfellet valgt alternativ c og d, etablere flomvoll og at byggverk tåler oversvømmelse og fører til fare for mennesker eller større materielle skader. Dette notatet omhandler ikke bakgrunnen for dette valget.

4. Området oppstrøms flomvollen skal ikke oversvømmes ved flom med 200 års gjentaksintervall for en nedbørshendelse inkludert klimafaktor. Bakgrunnen for valg av 200 års nedbørshendelse er at Byggeteknisk forskrift 2017 stiller krav om at bygg i sikkerhetsklasse 2 (f.eks. boliger, skoler, kontorbygg, m.m.) skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom tilsvarende 200 års gjentaksintervall.

Spesifikt

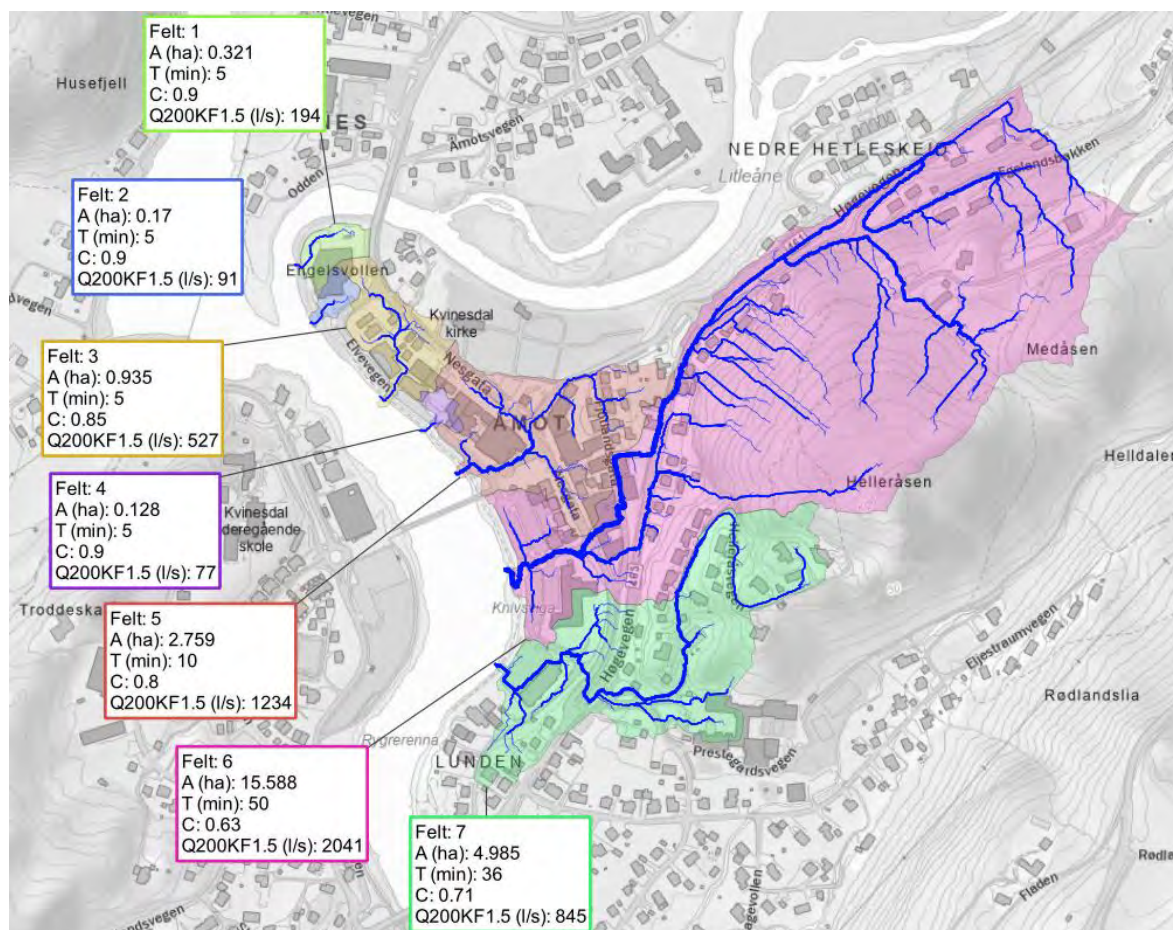
5. Det er planlagt et tre-trinns system der vannet ved normalvannstand renner uhindret ut i resipienten Kvina. Ved flomnivå over eksisterende overvannsnett (sluk/drenering) pumpes vannet ut. For å sikre tilstrekkelig kapasitet ved stor flom planlegges det flomluker gjennom flomvollen. Drenering legges bak flomvoll for å hindre oppstuvning av grunnvann med konsekvens for inntrenging av vann i kjellere.
6. Det er planlagt to pumpestasjoner, hvorav den første er tenkt plassert ved Elveveien 2, og den andre er tenkt plassert ved Elveveien 21. To pumpestasjoner er nødvendig på grunn av lange ledningsstrekninger som skal avskjære eksisterende overvannsnett. Disse må ligge med fall som er basert på selvrensing av ledninger.
7. Flomvannstanden ved 200 års gjentakshendelse inkludert klimafaktor er vist i figur 1, jmf. rapport nr. 5/2020 utarbeidet av NVE (ISBN 978-82-410-1986-9). Det innebærer at i flomsituasjon må tilrenningen til området bak flomsikringen ledes ut ved en kombinasjon av flomluker og pumping til Kvina.
8. Innlekking under vollen (fra elven) ved 200 års flom er beregnet til ca. 66 l/s. Dette er basert på rapport «Forenklet Lekkasjeberegning, 20846 Liknes - forprosjekt flomsikring - tilskudd - Kvinesdal kommune, Kvinesdal» fra NVE år 2022. Ved tetting minimum 0,5 meter ned i «tettere lag» er beregnet innlekkasje fra 0,0 til 0,1 l/s/m fra pel 0 til 660. Det er benyttet 0,1 l/s/m som sikkerhet.
9. Styring av pumper (frekvensomformere, tavler og styreskap/PLS) skal plasseres i et eget overbygg, tilsvarende tradisjonelle kommunale avløpspumpestasjoner.
10. Anlegget må kunne fungere på selvføll ved normalvannstand opp til kote +4,4 og håndtere en 200 års nedbørshendelse ved bruk av pumper og flomluker ved vannstand i elven.
11. Nivåregulering vil styre funksjonen av pumpene og må settes til å sikre mot laveste bebyggelse (kjellere) på ca. kote +2,6. Bebyggelse må sikres mot tilbakeslag.
12. Pumpestasjonene skal regelmessig testkjøres med overvann eller elvevann. Det vurderes motorstyrte ventiler på større overvannsledninger for ekstra sikkerhet og mulighet for å tvangskjøre overløpsdrift til pumpestasjonene.
13. Eksisterende overvannsnett må sikres med tilbakeslagsventiler slik at det ikke oppstår oppstuvning bakover i nettet.
14. Tiltak for å lede flomvei langs Høgevegen rett til Kvina og ikke mot sentrum bør vurderes.

10.2 Dimensjonerende vannmengder og kapasitetsberegninger

Det er syv nedbørsfelt bak flomvollen med utløp til Kvina. Avrenning fra de syv feltene er estimert ved bruk av den rasjonelle formel da alle feltene er mindre enn 50 ha. Nedbørsfeltene har en stor andel tette flater, noe som bidrar til raskere og større avrenningsforløp. Dette skyldes at de fleste nedbørsfeltene er små og sentrumsnære. Felt 6 og 7 (Figur 31) har lavere avrenningsfaktor som følge av noe skog og gress i øvre del av nedbørsfeltet.

I henhold til kommunal norm skal overvannstiltak følge tretrinnsstrategien ved håndtering av overvann. Dette innebærer at det skal sikres trygge flomveier ved nedbør tilsvarende 200-års gjentaksintervall. Det skal også medregnes klimafaktor for å håndtere fremtidig økning i nedbørintensitet og mengde. Klimafaktor settes til 1,5 i alle beregninger etter anbefaling fra NCCS rapport 5/2019 (Klimapåslag for korttidsnedbør – Anbefalte verdier for Norge).

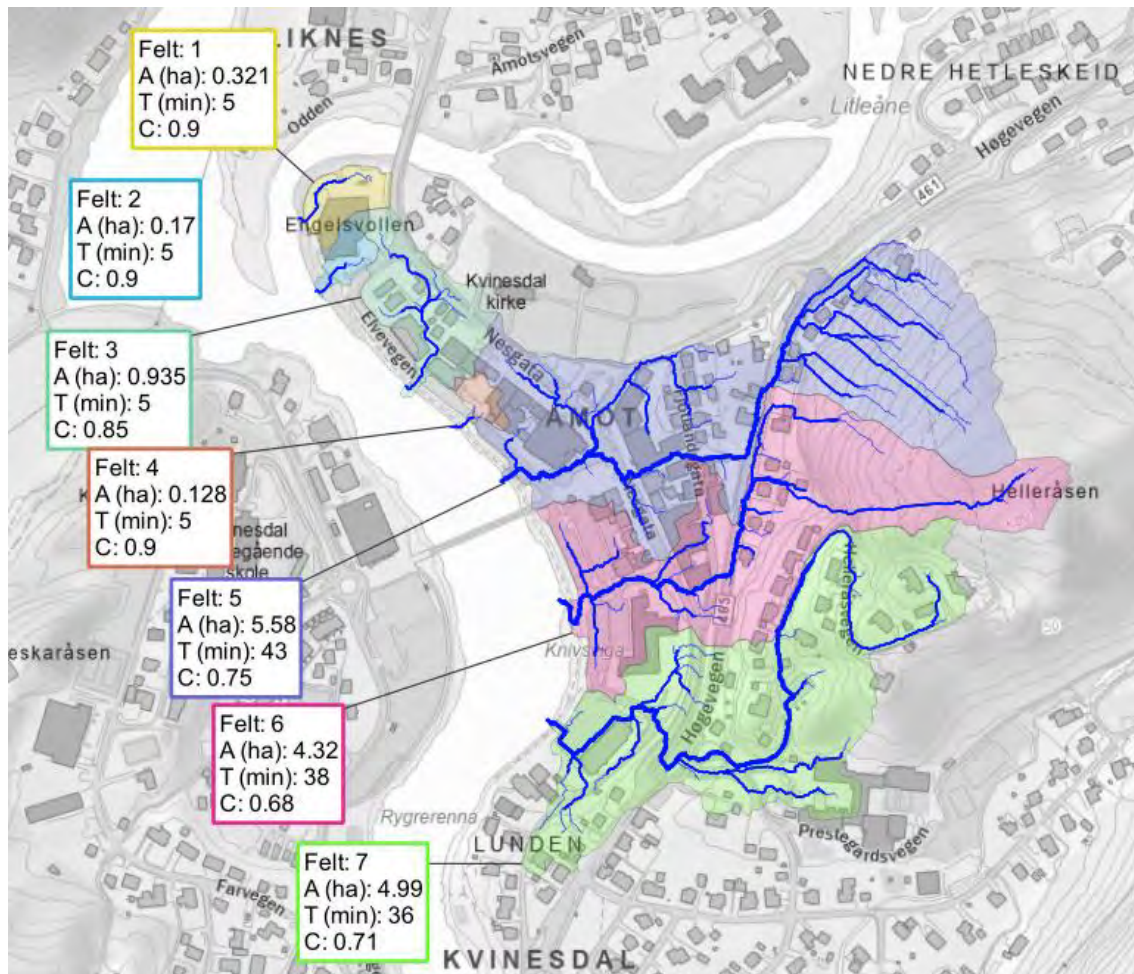
Konsentrasjonstid for felt 6 og 7, som er delvis naturlige, er basert på Statens vegvesen håndbok N200. Øvrige felt er bestemt basert på erfaring og skjønn, og konsentrasjonstiden er satt til 5 eller 10 minutter som følge av stor andel tette flater og lite areal.



Figur 31: Oversikt over nedbørsfelt direkte fra terrengmodell (Scalگو Live). Det er sannsynlig at deler av felt 6 kan ledes ned til Litleåne i stedet for inn til Liknes sentrum. I boksene er det inkludert eksempelberegning ved 200-års gjentaksintervall og klimafaktor 1,5

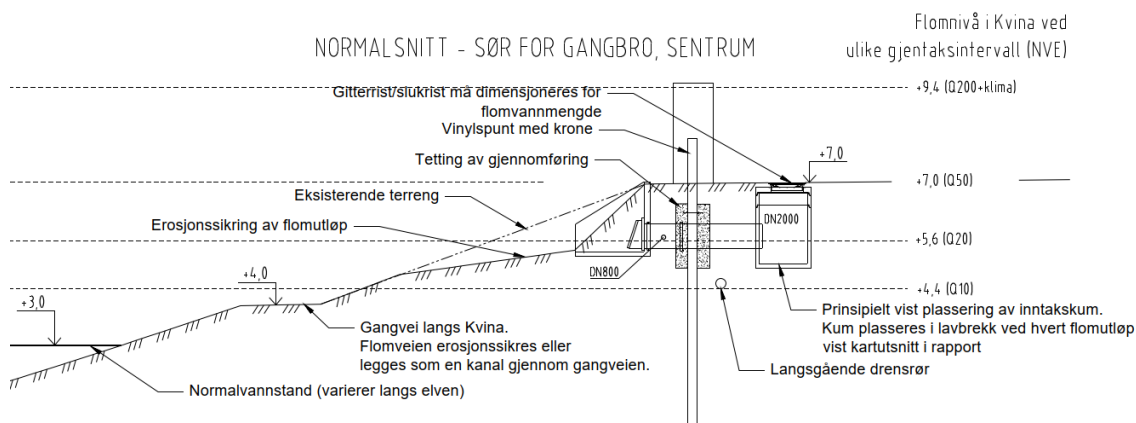
Ettersom det må iverksettes større tiltak for å la overvann renne gjennom fremtidig flomvoll er det av interesse å minimere mengden overvann som renner i retning Liknes. Avrenning fra felt 6 (Figur 31) kan avskjæres ved krysset Høgevegen og Sandbrodet, slik at store deler av nedbørsfeltet ledes ned til Litleåne i stedet for gjennom sentrum av Liknes og ut i Kvina. Det regnes som økonomisk riktig å heller gjøre tiltak her, enn å oppdimensjonere løsninger i Liknes sentrum. Derfor legges det til grunn i videre beregninger at nedbørsfeltet avskjæres.

I tillegg til avskjæring av nedbørsfelt ble det ved detaljgjennomgang av avrenningslinjene gjennom sentrum lagt inn justering av enkelte avrenningslinjer i Liknes sentrum. Dette begrunnes med at terrengmodellen benyttet i Scalگو Live har en begrenset oppløsning, og tar ikke høyde for hastighet på eventuelt flomvann. Alternative nedbørsfelt vises derfor i Figur 32.



Figur 32 Alternative nedbørsfelt ved å innføre tiltak ved krysset Høgevegen og Sandbrodet for å avskjære deler av det største nedbørsfeltet. I tillegg er det vurdert at deler av avrenningen i sentrum er annerledes enn det den automatiserte beregningen til Scalgo Live viser.

Beregning av dimensjonerende avrenning fra feltene er i dette prosjektet en todelt problemstilling. Ved etablering av flomvoller vil naturligvis overvann i Liknes sentrum ikke ha et fritt utløp. Derfor må det etableres tiltak som kan lede overvann gjennom flomvollen. I utgangspunktet kan dette løses ved å ha rørføringer gjennom flomvollen, med tilhørende tilbakeslagssikring på enden av utløpet for å hindre tilbakestrømming fra elva inn til sentrum ved høy vannstand i Kvina (Figur 33).



Figur 33 Prinsipp for rørføring og flomluker gjennom flomvollen.

Problemet ved ovennevnte løsning vil forekomme når vannstanden i Kvina står høyere enn åpningstrykket som er nødvendig for å slippe vann gjennom tilbakeslagssikringen. Dette vil kunne forekomme ved ca. 50-år eller høyere gjentakintervall flom i Kvina. I et slikt scenario er det behov for å etablere et pumpesystem som kan pumpe regnvann gjennom flomvollen.

I en situasjon hvor det er normal vannstand i Kvina kan det fremdeles forekomme nedbør med 200-års gjentakintervall. Rørføringene gjennom flomvollen må derfor dimensjoneres for å kunne håndtere 200-års nedbør. Pumpesystemet som skal håndtere regnvann når flomvannstanden i Kvina tilsvarer ca. 50-års gjentakintervall eller mer, trenger dog ikke å være dimensjonert for 200-års gjentak. Dette er fordi det regnes som uavhengige hendelser at det er flom i Kvina og at det kommer svært intensive nedbør. Antagelsen regnes å være korrekt da nedbørsfeltet til Kvina har en konsentrasjonstid på dager, mens konsentrasjonstidene til feltene i Liknes sentrum er på minutter. Sannsynligheten for at det da forekomme elveflom og nedbør med gjentakintervall T vil derfor være $1/T^2$.

Basert på ovennevnte argumentasjon anbefales det at pumpesystemet dimensjoneres tilsvarende 10-års gjentakintervall for nedbør, inkludert klimafaktor. Sannsynligheten for at det da vil forekomme elveflom med 50-års gjentak og nedbør med 10-års gjentak på samme tid vil tilsvare 500-års gjentakintervall.

Tabellen under presenterer utregnede vannmengder for de ulike nedbørsfeltene.

Tabell 3 Dimensjonerende vannmengder per delfelt

Felt	Areal	Avr.faktor	Kons.tid	Q - med klimafaktor [l/s]				
				5	10	20	100	200
1	0,321	0,9	5	86	123	147	202	226
2	0,17	0,9	5	46	65	78	107	120
3	0,935	0,85	5	236	339	406	555	621
4	0,128	0,9	5	34	49	59	81	90
5	5,58	0,75	45	419	593	711	971	1085
6	4,32	0,68	45	294	416	499	682	761
7	4,99	0,71	30	442	627	750	1026	1143
Sum				1556	2212	2650	3624	4046

10.3 Beskrivelse av systemet

Det henvises til vedlagte plan- og lengdeprofiltegninger for foreslåtte plasseringer av pumpestasjon og ledningsanlegg.

Ved normalsituasjon renner vannet i eksisterende overvannsnett til Kvina slik som tidligere. Det er planlagt overvannskummer som settes ned på de eksisterende rørene. Overløpshøyde er satt til ca. 2,5 meter under terreng som skal sikre tilbakestuvning inn i eventuelle kjellere.

Ved flom i Kvina så stenges eksisterende ledninger enten med tilbakeslagsventil eller ventiler, eller en kombinasjon av begge, før vannet renner i overløp og inn til hver sine respektive pumpestasjoner.

Pumpestasjonene er planlagt bygget opp av prefabrikkerte kumelement og det vil være fire pumper i PST2, mens PST1 utstyres med fire små pumper eller to større pumper. Ved å benytte flere små pumper (to pumper i hver kum) kan man klare et større pumpespekter. For PST2 må alle fire pumper være i drift for å klare dimensjonerende vannmengde (10-års regnhendelse). For PST1 kan man enten la fire pumper klare dimensjonerende kapasitet eller ha to store pumper der den ene klarer full kapasitet. Den siste pumpen vil da være reservepumpe.

Overbygget plasseres inntil mur. Det må plasseres stein- og sandfang før hver pumpestasjon.

Pumpestasjonen pumper rett mot utslippsledning som må vektas for 100% luft i kombinasjon av gabionmadrasser som legges mellom loddene for å sikre ledningen mot strømming og vrakgods som kan komme ned elven.

Innløpskummen på hver pumpestasjon utstyres også med en tilbakeslagsventil og en mindre selvfallsledning ut i Kvina. Denne tapper ned systemet og vil være primærføringsvei ved lavere flommengder.

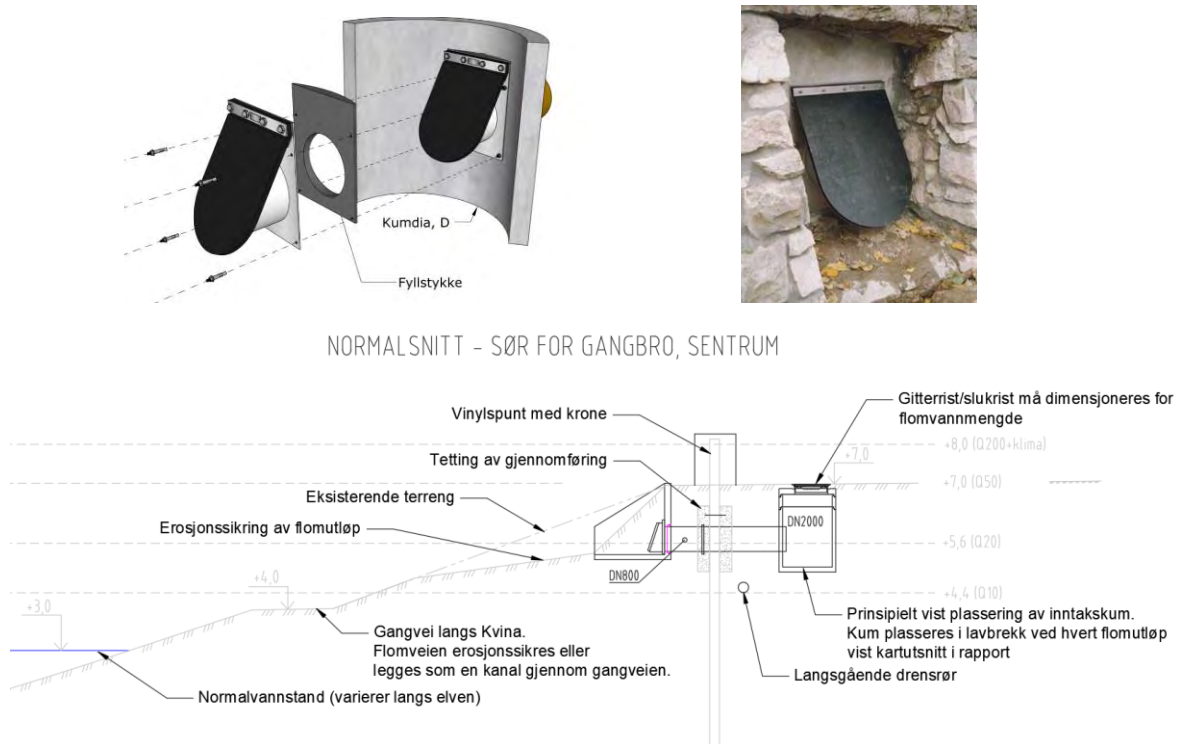
Hovedflomveiene ledes ut gjennom inntaksarrangement med flomluker. På denne måten sikrer man en trygg flomvei ved regnhendelser opp til 200-års gjentak med klimafaktor. Uten flomlukene ville vannet bli sperret inne bak flomvollen og betydelig oppstuvning på terreng ville forekommet.

10.4 Hydraulisk dimensjonering

10.4.1 Flomluker for 200-års nedbørshendelse

Flomlukene skal dimensjoneres for 200-års nedbør. Se plantegning H01 og H02 som viser plassering av flomluker. Det monteres en flomluke per delfelt som definert i tabell 1, med nødvendig kapasitet.

Det finnes flere tilbakeslagsventiler og under er det vist en type klaffeventil for montering mot det fri med lavt åpningstrykk. Ved å montere ventilene i det fri og over normalvannstand i elven er det lett å komme til å inspisere, samt at ventilene krever svært lite vedlikehold.



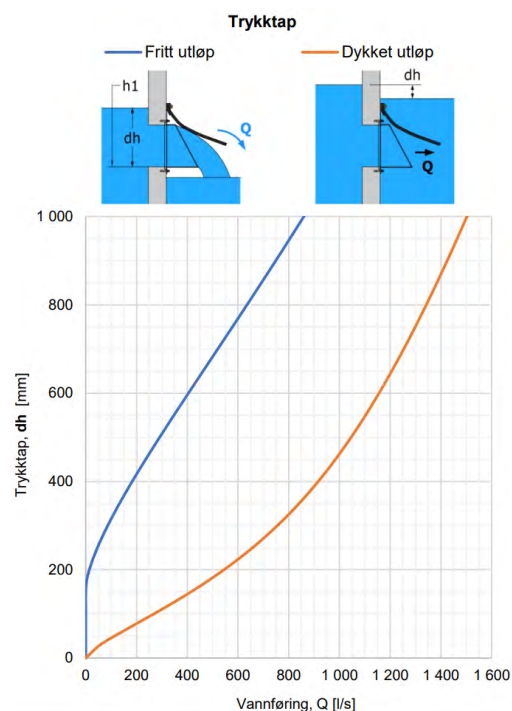
Lukene monteres f.eks. i en vingemur eller annen konstruksjon som gjør de minst mulig synlige og beskytter røret og systemet mot erosjon og drivgods, o.l. Inntakskum plasseres i lavbrekk der flomveien har simulert utløp i Kvina. Flomveien bør erosjonssikres ned skråningen og gjennom gangveien, da flomlukene også vil håndtere overvann i normalsituasjon.

Ved skissert løsning vil flomlukene fungere for 200-års nedbørshendelse samtidig med 10-års flom i Kvina. Nærmere dimensjonering av systemet gjøres under detaljprosjekteringen, men en foreløpig vurdering tilsier DN800 flomluke og rør, samt en DN2000 inntakskum. Overnevnte system vil faktisk ha tilstrekkelig kapasitet så lenge vannstanden innenfor flomvollen er ca. 60 cm høyere enn vannstanden i elven, noe som tilsvarer et sted mellom 20- og 50-flomvannstand i Kvina.

Litt avhengig av plassering (kjørbart areal) må ristløsning vurderes. Det finnes ikke standardrister for montering i kjøreareal som klarer en kapasitet på over 1000 l/s. Det enkleste vil være å montere et inntak med rist helt inntil flomvollen slik at man ikke må dimensjonere inntaksristen for trafikklast. Dette kan kreve at man lokalt må lage en renne inn mot inntakskummen.

Figur under viser trykktapsdiagram for produktet FluidSwing DN800.

Etterfølgende viser beregning for felt 7 med en dimensjonerende vannføring på 1143 l/s.



Nødvendig trykkøyde fritt utløp (utløpstap):	1,2 meter
Innløpstap og tap i 5m DN800 rør:	0,16 meter
Totalt tap for Q_{dim} på 1143 l/s =	1,36 meter

Tilgjengelig høyde (Δh) for systemet er foreslått være ca. 1,5 meter, noe som betyr at flomlucesystemet har nødvendig kapasitet.

10.4.2 Avskjærende overvannsledninger til pumpestasjon

Pumpestasjon planlagt ved Elveveien 2, heretter kalt PST1, skal håndtere overvann fra felt 1-4.

Pumpestasjon planlagt ved Elveveien 21, heretter kalt PST2, skal håndtere overvann fra felt 5-7.

Det antas at nedbør bak flomverket når sluk og renner i overvannsnettet frem til Kvina. Det tas forbehold om endringer her ettersom ledningskartverket er mangelfullt. I tillegg må innlekkasjevann tillegges på 0,1 l/s/m.

For de to pumpestasjonene settes dimensjonerende pumpekapasitet etter tabell 1 som følger;

- PST1 – 576 + 39 = 615 l/s
- PST2 – 1636 + 21 = 1657 l/s

Drensledninger har til hensikt å drenere ned innlekkasjevann og hindre oppstuvning av grunnvann på innsiden av flomvollens tettesjikt og er beregnet å ha følgende dimensjoner:

- Nord for PST1: DN160
- Sør for PST1: DN200
- Nord for PST2: DN110
- Sør for PST2: DN160

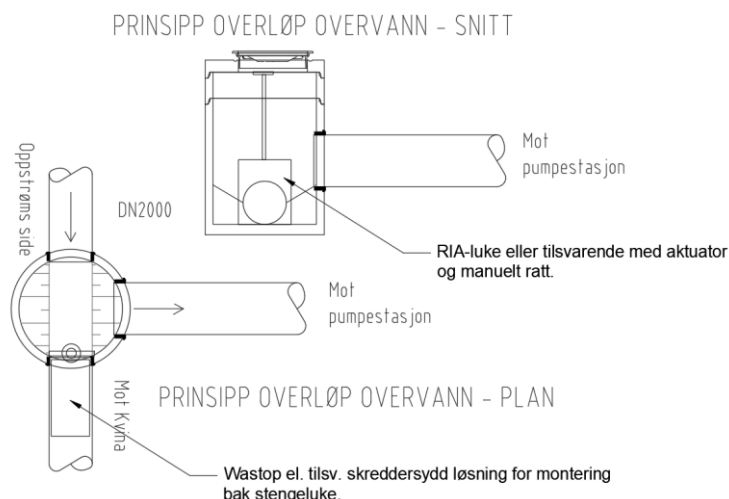
Drensledningene har noe overkapasitet og kan benyttes som avskjærende ledninger for private drens og/eller overvannsledninger som er lagt ut i Kvina. Disse er per nå ikke kjent eller kartlagt i omfang, plassering eller høyde. Det anbefales å utføre besiktigelse av kjellere før detaljprosjektering.

Transportrør fra overløpskummer er beregnet til følgende dimensjoner:

- Nord/øst for PST1: DN160
- Sør for PST1: DN400
- Nord for PST2: DN1200
- Sør for PST2: DN400

Alle beregninger er utført med beregningsprogrammet til Pipelife og basert på en antatt kapasitet på dagens ledningsnett ut fra eksisterende ledningers dimensjon. Det er forutsatt 5‰ fall på nye og eksisterende ledninger. For nye ledninger er det videre antatt at det vil oppstå selvrensing når det går vann i disse. Foreløpig er det planlagt å benytte betongrør for dimensjoner over DN160 på overvannsledninger. Drensledninger er stive dobbeltveggede og slissede plastmufferør.

Figuren under viser prinsipp for hvordan overløpskummene kan bygges opp. De består av prefabrikkerte betongkummer. Det er vist forslag med både in-line tilbakeslagsventil og stengeventiler av typen stengbar luke montert i kumvegg. Disse kan utstyres med elektronisk pådrag i tillegg til mulighet for manuell drift. Tilbakeslagsventil er et fordyrende og kompliserende supplement, men vil til gjengjeld være uten behov for styring eller manuell manøvrering.



Lukene kan, i tillegg til å benyttes til å stenge ute ellevannet, benyttes til å lede overvann til pumpestasjonen for prøvedrifting.

10.4.3 Dimensjonering av pumpestasjonene

PST1 skal dimensjoneres for 615 l/s og PST2 for 1657 l/s. Det er foreslått pumpekummer med våtoppstilte parallelle pumper. For PST2 kan man da øke antall poler på pumpene og øke kapasiteten gradvis ved starte opp flere pumper suksessivt. Man oppnår et større spenn i pumpekapasitet og pumpene blir også lettere og har mindre byggelengde.

For PST2 er det også foreslått at fire pumper klarer dimensjonerende kapasitet. Eventuell reservepumpe må da være på lager for utskifting. Stasjonene utføres med guide-rails for raskere utskifting og service. Tilbakeslagssikring monteres inne i pumpekummen etter hver Pumpe.

Kummene monteres med firkantet lokk, her foreslått kabelkumlokk for plassering i kjørbart areal.

Styreskap-/hus monteres mot flomvoll.

Før alle pumpestasjoner bør det monteres stein- og sandfang.

Hver stasjon utstyres med en egen sjøledning for selvfall når vannstanden i Kvina er under kote +4,4. Analogt med overløpskummene settes det inn tilbakeslagssikring og en stengeluke som kobles opp mot SD-systemet. Denne bør ha mulighet for manuell manøvrering.

Pumpeledningene er foreslått vektet for 100% luftfylling, da det er risiko for å dra inn luft fra pumpekummene. Mellom loddene der ledningen ligger i elv er det foreslått gabionmadrasser for å sikre ledningen mot strømming og vrakgods/gjenstander som kan skade ledningen.

Forslag til utforming, se tegning H10, for PST2 som er den største pumpestasjonen. PST1 kan utformes likt, men trolig med kun en pumpekum med to pumper.

11. Kostnadsberegning

Kostnadene for tiltaket er basert på erfaringspriser for lignende arbeider. Videre er det gjort påslag for diverse og uforutsett, rigg og drift, prosjektering og prosjektadministrasjon. Kostnadene for alternativ 1 og 2 er kostnadsregnet likt til totalt 37 mill NOK. Alternativ 3 er beregnet å være ca 3,5 mill. billigere. Se vedlegg for mer detaljert kostnadsoppsett.

12. Videre arbeider

- VA-nettet og kummer må kartlegges for å kunne planlegge ledningstraseene. Det er planlagt å krysse kommunens pumpeledninger som kan være en utfordring og må planlegges i detalj. Pumpestasjonene tar en del plass og må også tilpasses området de skal plasseres på.
- Det bør sees på muligheten for å lede mere vann utenfor sentrum og direkte mot Kvina, for eksempel i sydlig retning langs Høgeveien.
- Landskapstilpasning bør planlegges mer i detalj
- Regulering av tiltaket må gjøres før utførelse

13. Vedlegg

Kostnadsoverslag

Plan, profil og snitt flomsikringstiltak

H01 – Plan- og profiltegning

H02 – Plan- og profiltegning

H10 - Prinsipptegning for pumpestasjon PS2

H20 – Prinsippskisse overløp og flomluker, typisk grøftesnitt

Visningsmodell for alternativ 1 flomsikring uten mobile stengsler

Visningsmodell for alternativ 2 flomsikring med mobile stengsler

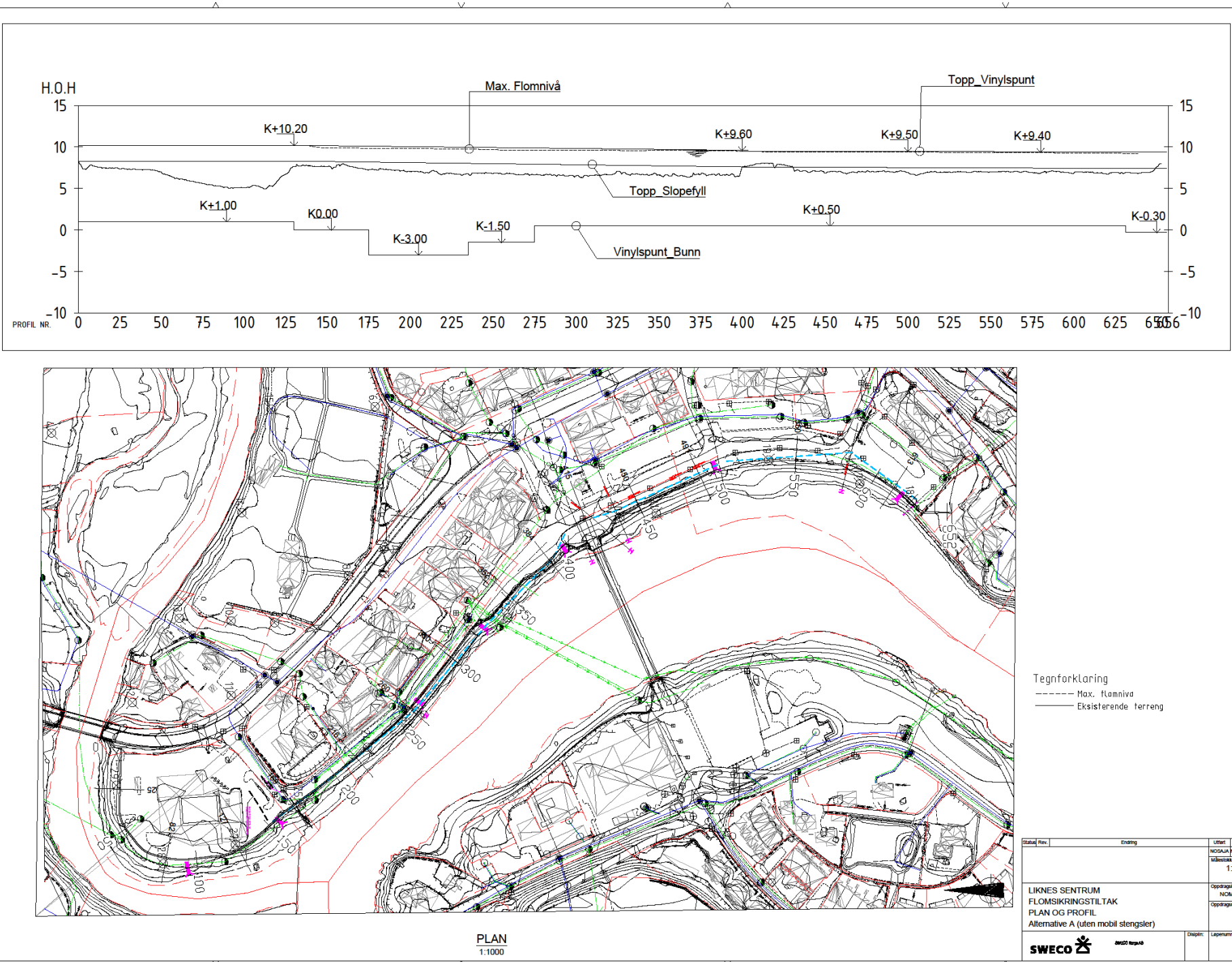
14. Referanser

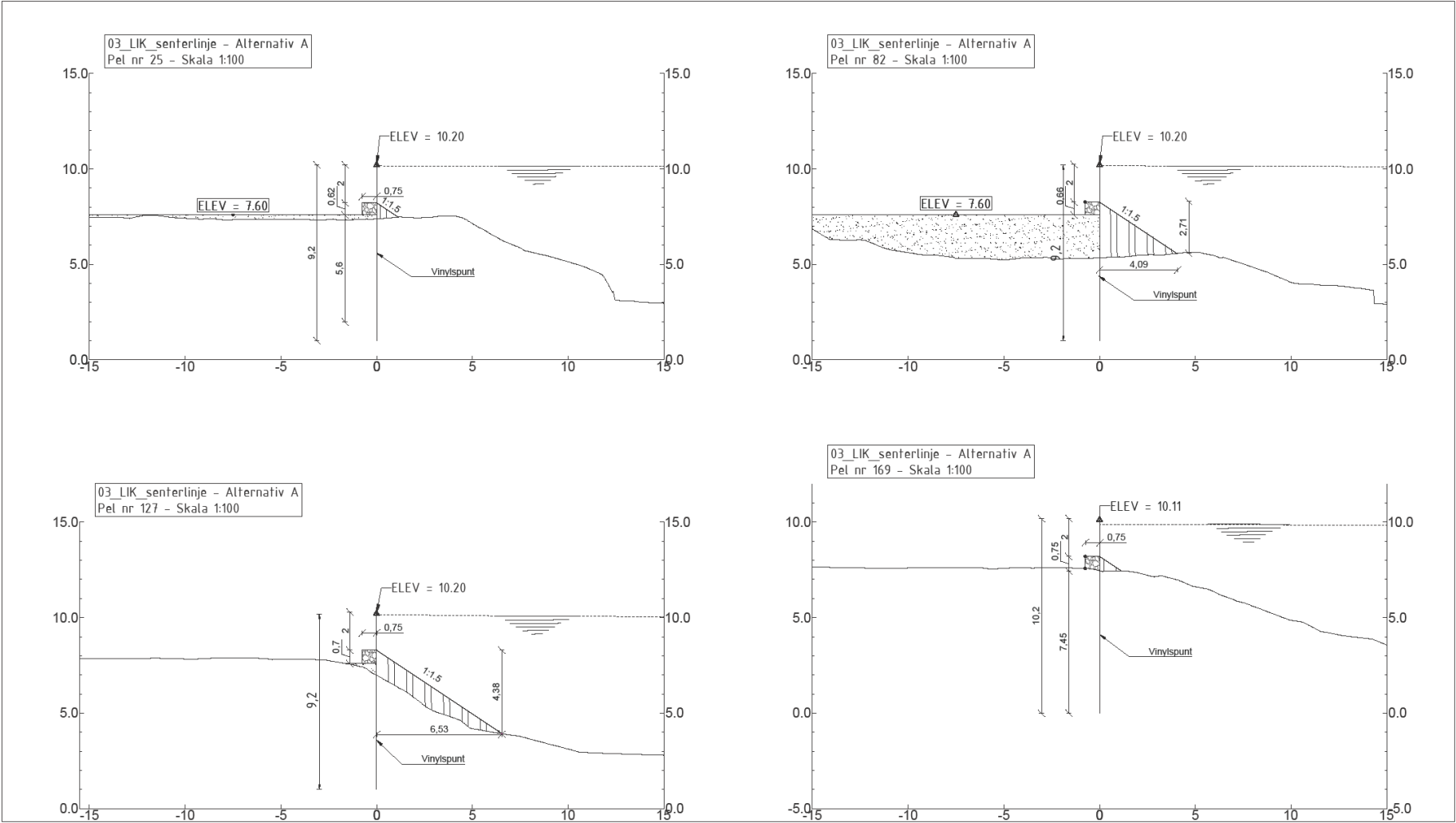
NVE. *Rapport 5/2020, Flomsonekart, Delprosjekt Liknes.* Oslo : NVE, 2002

Sweco. Notat_RIG-N01-A01: Geoteknikk

Post	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enhetspris kr	Sum kr
1.1	Vannhåndtering	RS	1	100000	100 000
1.3	Graving	m3	9000	50	450 000
1.4	Spunt	m2	7000	1000	7 000 000
1.5	Utlekking løsmasser	m3	9000	50	450 000
1.6	Utlekking eksterne masser	m3	3000	120	360 000
1.7	Natursteinsforblending	m2	250	2500	625 000
1.8	Natursteinsgjerde	m2	250	5000	1 250 000
1.9	Injeksjon	RS	1	250000	250 000
1.10	Tregjerde	m2	2000	600	1 200 000
1.11	Forskaling	m2	200	1500	300 000
1.12	Armering	kg	9600	25	240 000
1.13	Betong	m3	80	3000	240 000
1.14	Glassfelt	m2	100	2500	250 000
1.15	Asfalt	m2	2500	200	500 000
1.16	Beplantning	RS	1	200000	200 000
1.17	Pumpestyringshus	Stk	2	150000	300 000
1.18	Heving sykkelbru	RS	1	500000	500 000
2.1	Drensgrøfter ink. rør	m	600	1200	720 000
2.2	Overvannsgrøfter ≤ DN400 ink. rør	m	320	1600	512 000
2.3	Overvannsgrøfter > DN400 ink. rør	m	90	5000	450 000
2.4	Grøfter under vann	m	40	4000	160 000
2.5	Belastingslodd	RS	1	150000	150 000
2.6	Gabionmadrasser	RS	1	50000	50 000
2.7	PE-ledninger ink. deler	RS	1	250000	250 000
2.8	Tilbakeslagsventiler	stk	7	15000	105 000
2.9	Stengeluker med aktuator	stk	7	35000	245 000
2.10	Kummer (gj.snitt)	stk	12	45000	540 000
2.11	Flomutløp komplett per stykk	stk	7	60000	420 000
2.12	Gjennomføringer spunt (ekstra)	stk	5	150000	750 000
2.13	Pumper	stk	6	480000	2 880 000
2.14	Pumpekummer	RS	1	500000	500 000
2.15	Vei og grøntarbeider	RS	1	320000	320 000
2.16	El-grøfter, trekkerør, kummer	RS	1	85000	85 000
	Sum direkte byggearbeider:				22 352 000
	Diverse og uforutsett:			20,0 %	4 470 400
	Rigg og drift			25,0 %	6 705 600
	Prosjektering			7,0 %	2 346 960
	Prosjektadministrasjon			4,0 %	1 434 998
	SUM UTBYGGINGSKOSTNADER FLOMSIKRING, alt 1 og 2				37 309 958

Post	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enhetspris kr	Sum kr
1.1	Vannhåndtering	RS	1	100000	100 000
1.3	Graving	m3	9000	50	450 000
1.4	Spunt	m2	6364	1000	6 363 636
1.5	Utlekking løsmasser	m3	9000	50	450 000
1.6	Utlekking eksterne masser	m3	3000	120	360 000
1.7	Natursteinsforblending	m2	250	2500	625 000
1.8	Injeksjon	RS	1	250000	250 000
1.9	Tregjerde	m2	1500	604	905 357
1.10	Forskaling	m2	200	1500	300 000
1.11	Armering	kg	9600	25	240 000
1.12	Betong	m3	80	3000	240 000
1.13	Glassfelt	m2	100	2500	250 000
1.14	Asfalt	m2	2500	200	500 000
1.15	Beplantning	RS	1	200000	200 000
1.16	Pumpestyringshus	Stk	2	150000	300 000
1.17	Heving sykkelbru	RS	1	500000	500 000
2.1	Drensgrøfter ink. rør	m	600	1200	720 000
2.2	Overvannsgrøfter ≤ DN400 ink. rør	m	320	1600	512 000
2.3	Overvannsgrøfter > DN400 ink. rør	m	90	5000	450 000
2.4	Grøfter under vann	m	40	4000	160 000
2.5	Belastingslodd	rs	1	150000	150 000
2.6	Gabionmadrasser	rs	1	50000	50 000
2.7	PE-ledninger ink. deler	rs	1	250000	250 000
2.8	Tilbakeslagsventiler	stk	7	15000	105 000
2.9	Stengeluker med aktuator	stk	7	35000	245 000
2.10	Kummer (gj.snitt)	stk	12	45000	540 000
2.11	Flomutløp komplett per stykk	stk	7	60000	420 000
2.12	Gjennomføringer spunt (ekstra)	stk	5	150000	750 000
2.13	Pumper	stk	6	480000	2 880 000
2.14	Pumpekummer	RS	1	500000	500 000
2.15	Vei og grøntarbeider	rs	1	320000	320 000
2.16	El-grøfter, trekkerør, kummer	rs	1	85000	85 000
	Sum direkte byggearbeider:				20 170 994
	Diverse og uforutsett:	RS	1	20,0 %	4 034 199
	Rigg og drift	RS	1	25,0 %	6 051 298
	Prosjektering	RS	1	7,0 %	2 117 954
	Prosjektadministrasjon	RS	1	4,0 %	1 294 978
	KOSTNADER FLOMSIKRING ALT. 3				33 669 422





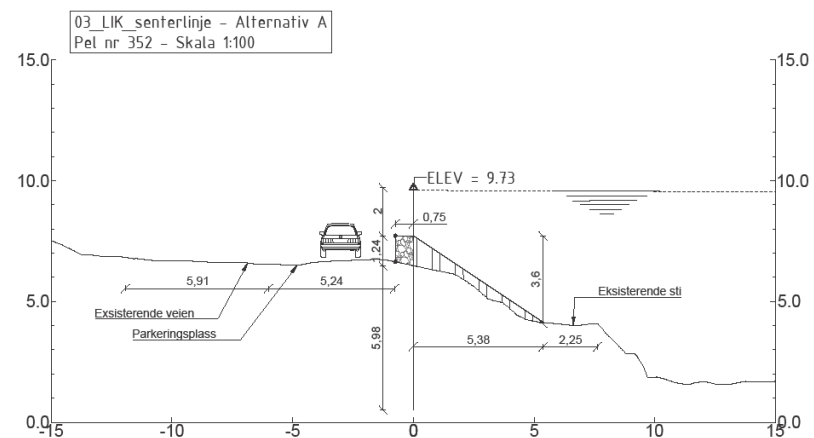
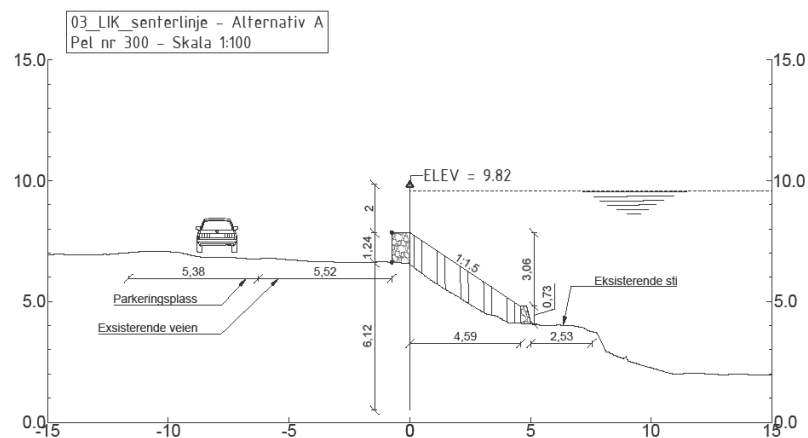
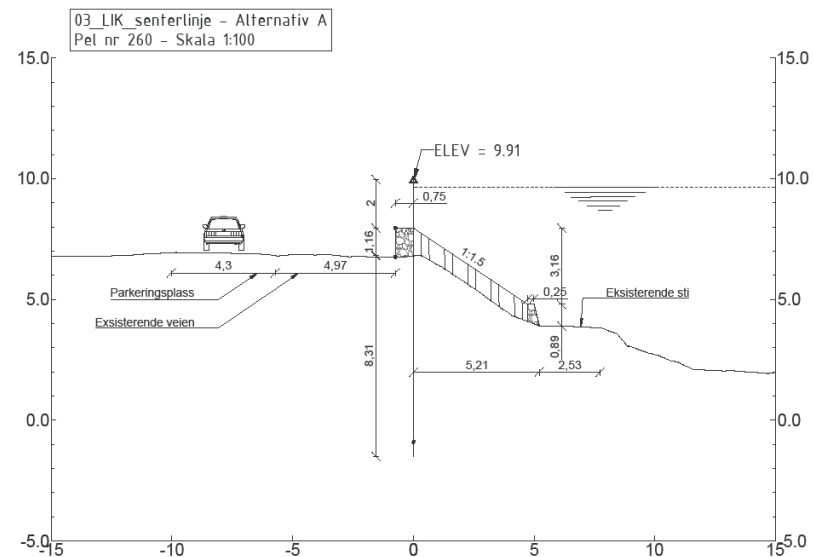
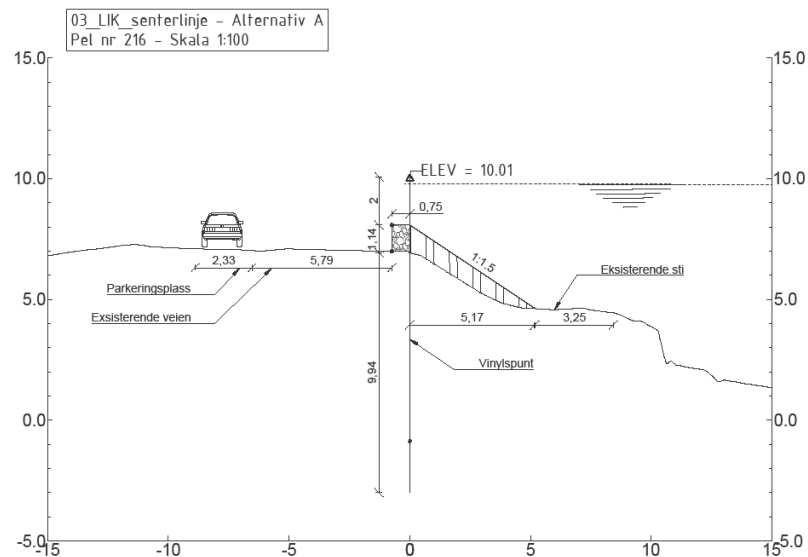
Tegnforklaring

- Max. flomnivå
- Vinylspunt
- Nytt fyll
- Natursteinsmur
- Skråningsfylling
- Eksisterende terreng

HENVISNINGER:

Tegning:
101 - Flomsikringstak_Plan og Profil

Status	Rev.	Endring	Uttatt	Kontrollert	Ansvar	Dato
			NOMASJ	NOMASJ	NOMASJ	14.10.2022
			1:100			Format
						A1
LIKNES SENTRUM FLOMSIKRINGSTILTAK TVERRPROFIL Alternativ A			Oppdragsleder: NOMASJ Oppdrager: 10229718			
SWECO		Løpenummer:	102	Status:	Rev.	



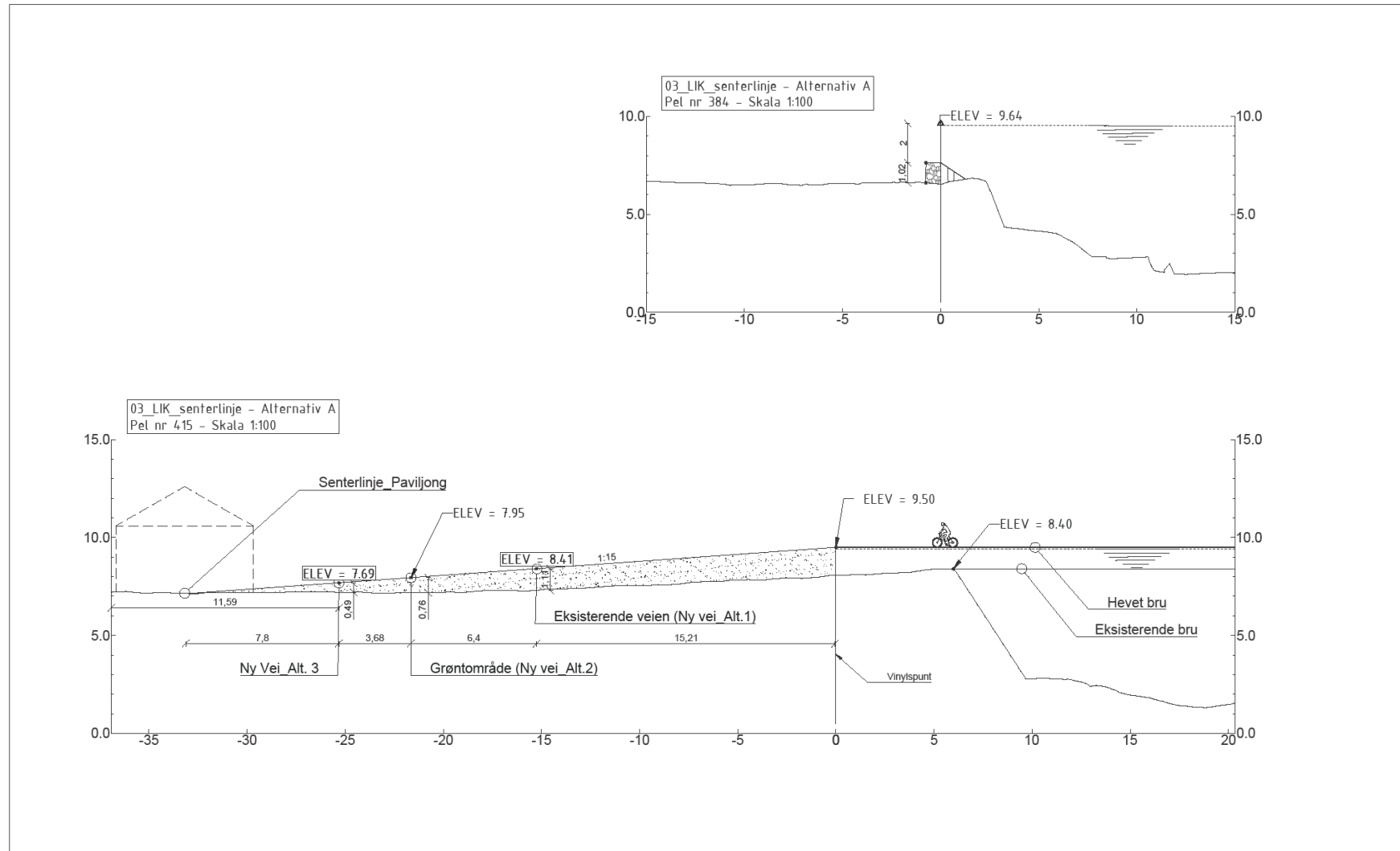
Tegnforklaring

- Max. flomnivå
- Vinylspunt
- Nytt fyll
- ▨ Natursteinsmur
- ▨ Skraningsfylling
- Eksisterende terreng

HENVISNINGER:

Tegning:
101 - Flomsikringstiltak_Plan og Profil

Status	Rev.	Endring	Uttelt	Kont.	Ansv.	Dato
LIKNES SENTRUM FLOMSIKRINGSTILTAK TVERRPROFIL Alternativ A			Oppdragsleder: NOMASG			
			Oppdragsnr.: 10229718			
SWECO			Drøp.	Løpnummer:	Status	Rev.
				103		



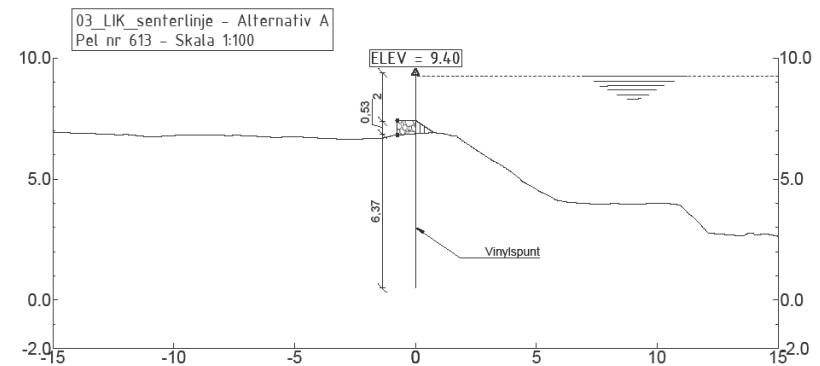
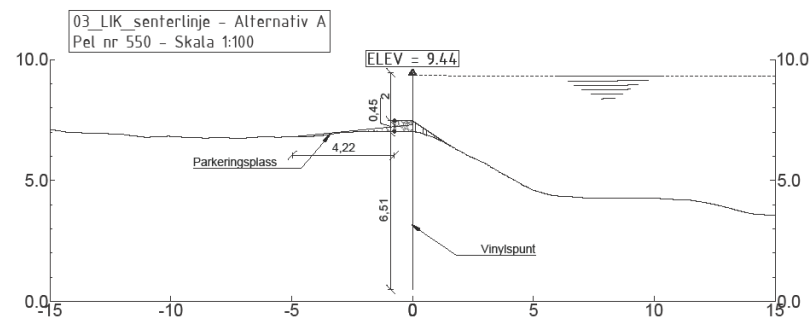
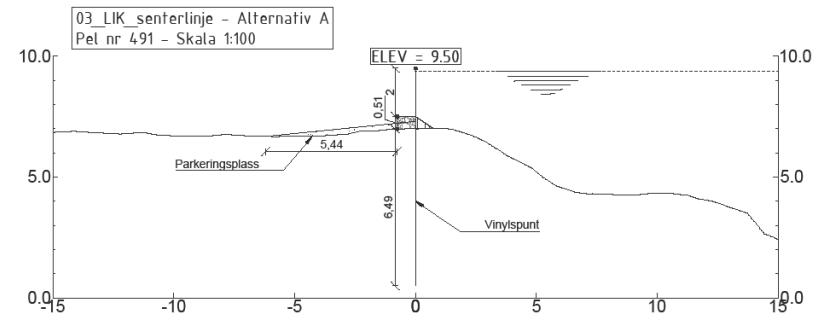
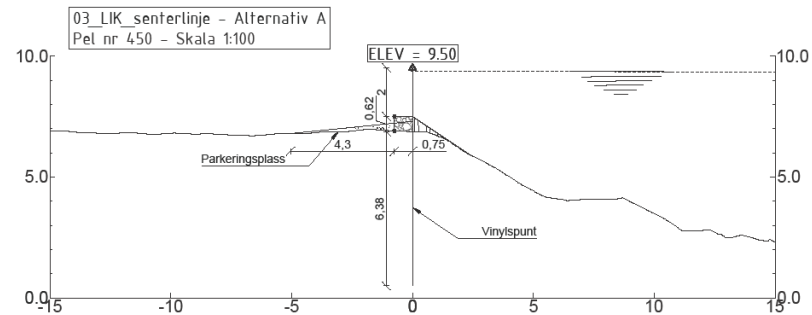
Tegnforklaring

- Max. flomnivå
- Vinylspunt
- Nytt fyll
- Natursteinmur
- Skråningstylling
- Eksisterende terreng

HENVISNINGER:

Tegning:
101 - Flomsikringstiltak_Plan og Profil

Status	Rev	Endring	Utrett	Kont.	Ans.	Dato
			NCSA	NCSA	NCSA	14.10.2022
			Skala	1:100	Format	A1
			Oppdragsleder: NOMASIS			
			Oppdragsnr.: 10229718			
			SWECO Norge AS			
			Disiplin:	Løpnummer:	Status:	Rev:
				104		



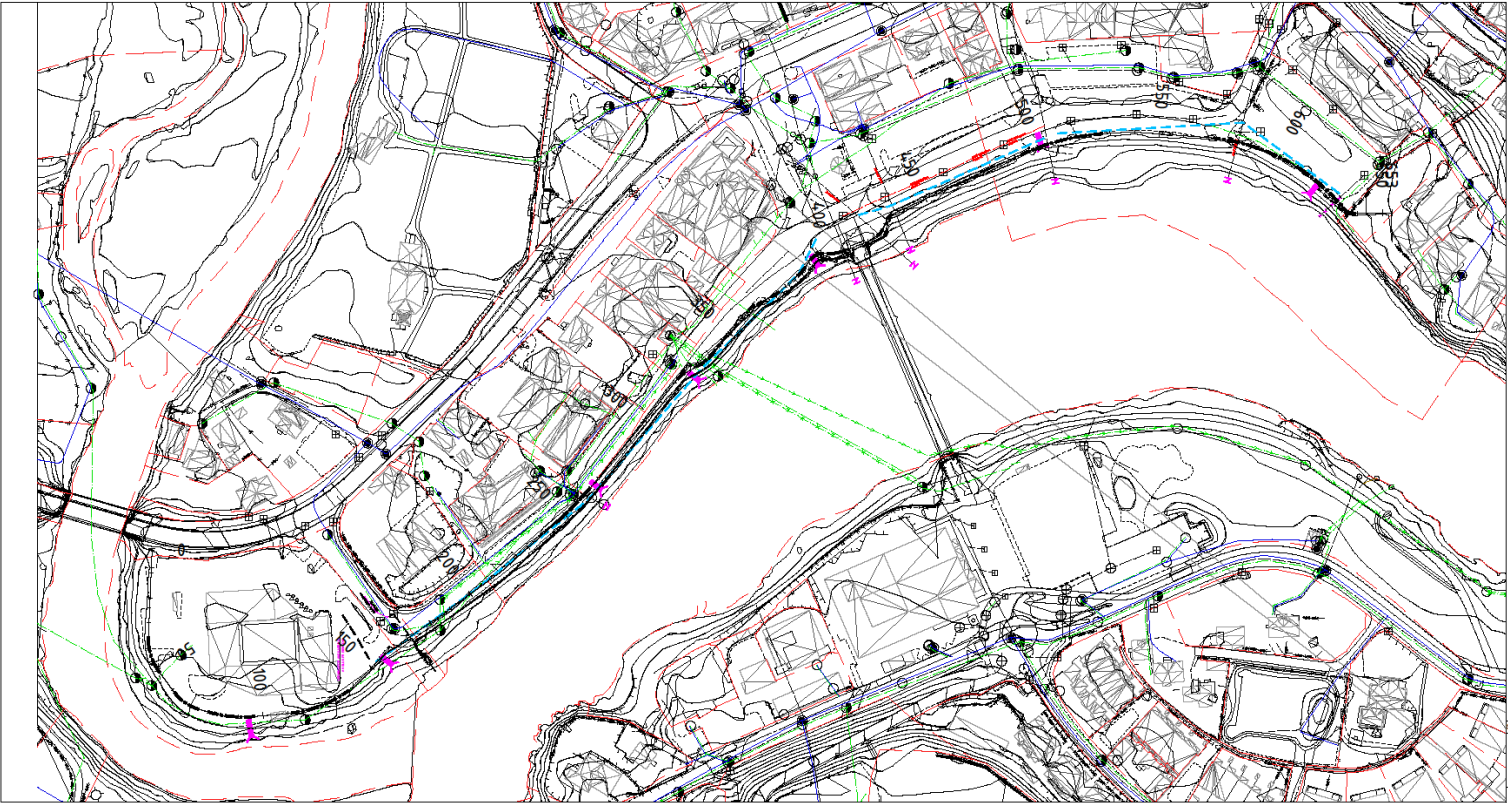
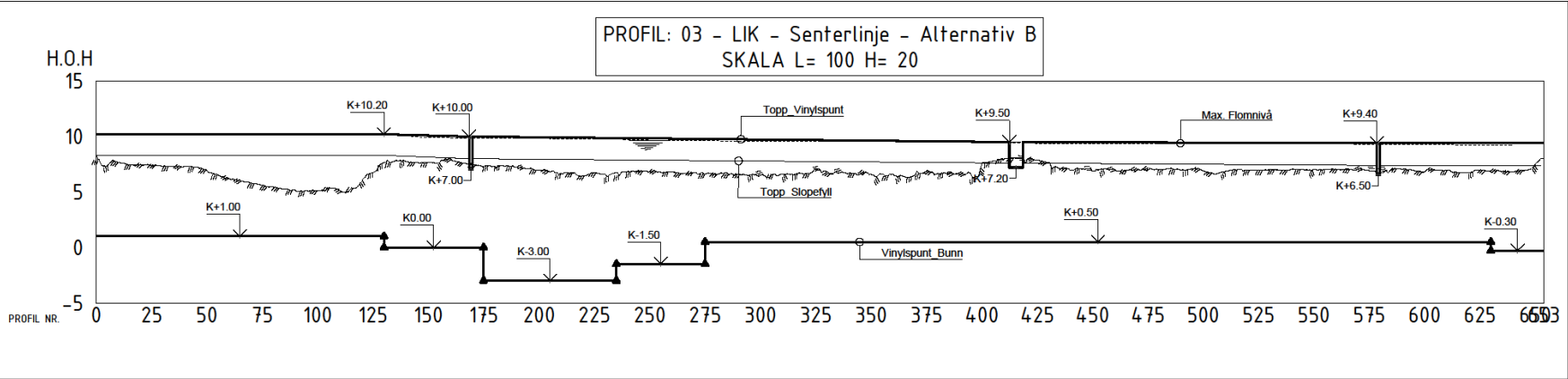
Tegnforklaring

- Max. flomnivå
- Vinylspunt
- ▨ Skråningsfylling
- ▤ Nytt fyll
- ▧ Natursteinsmur
- Eksisterende terreng

HENVISNINGER:

Tegning:
101 - Flomsikringstiltak_Plan og Profil

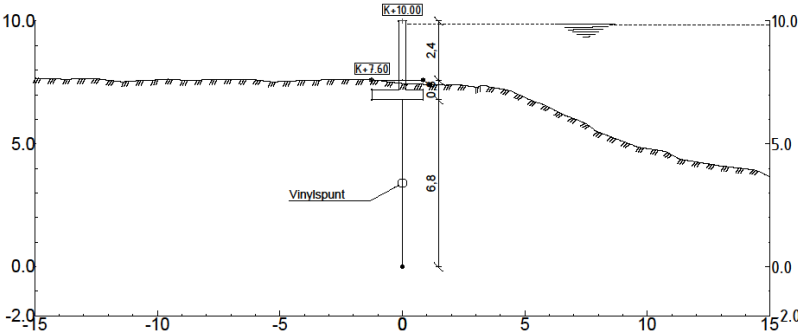
Status	Rev	Endring	Littet	Kont	Anev	Dato
						14.10.2022
LIKNES SENTRUM FLOMSIKRINGSTILTAK TVERRSPROFIL Alternativ A			Oppdragsleder: NOMASG		Format: A1	
			Oppdragsnr.: 10229718			
SWECO Norge AS			Disiplin:	Lepesnummer:	Status:	Rev:
				105		



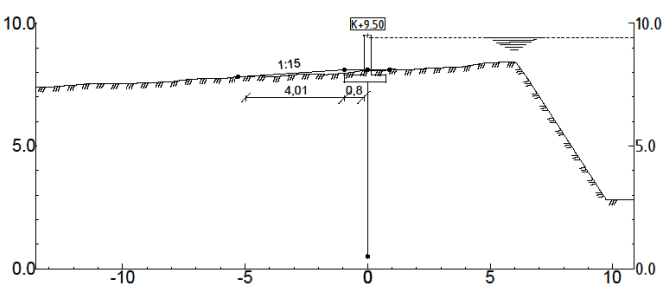
Tegnforklaring
----- Max. flomnivå
----- Eksisterende terreng

Status	Rev.	Endring	Uttak	Kont.	Ans.	Dato
NOSJAJ	NOMASG	NOMASG	14.10.2022			
Målestokk	1:1000	Format	A1			
Oppdragsleder	NOMASG	Oppdragsnr.	10228718			
Oppdragsnr.	10228718	Lepenummer	107	Dagst.	Status	Rev.
SWECO	SWECO Norge AS					

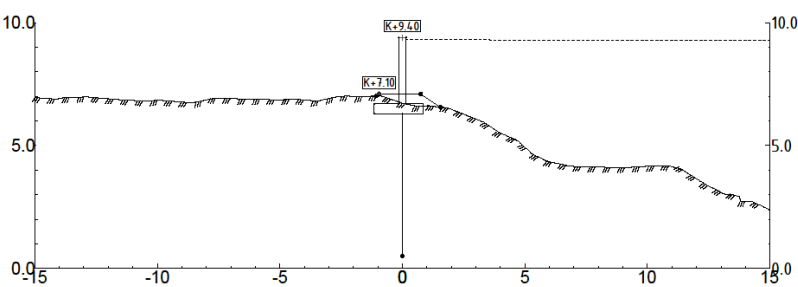
03 - LIK - Senterlinje - Alternativ B
Pel nr 169 - Skala 1:100



03 - LIK - Senterlinje - Alternativ B
Pel nr 415 - Skala 1:100



03 - LIK - Senterlinje - Alternativ B
Pel nr 579 - Skala 1:100



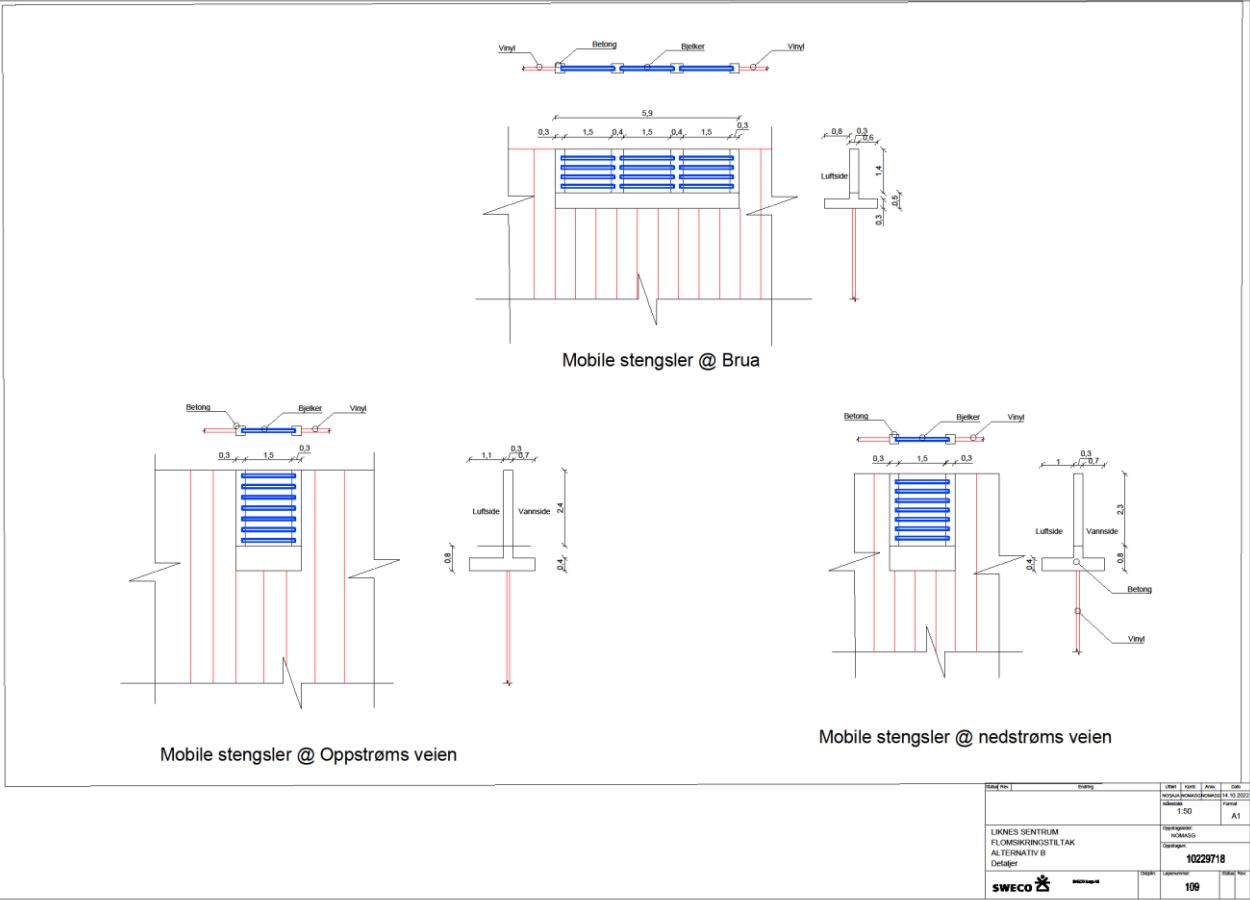
Tegnforklaring

- Max. flomnivå
- Vinylspunt
- Eksisterende terreng

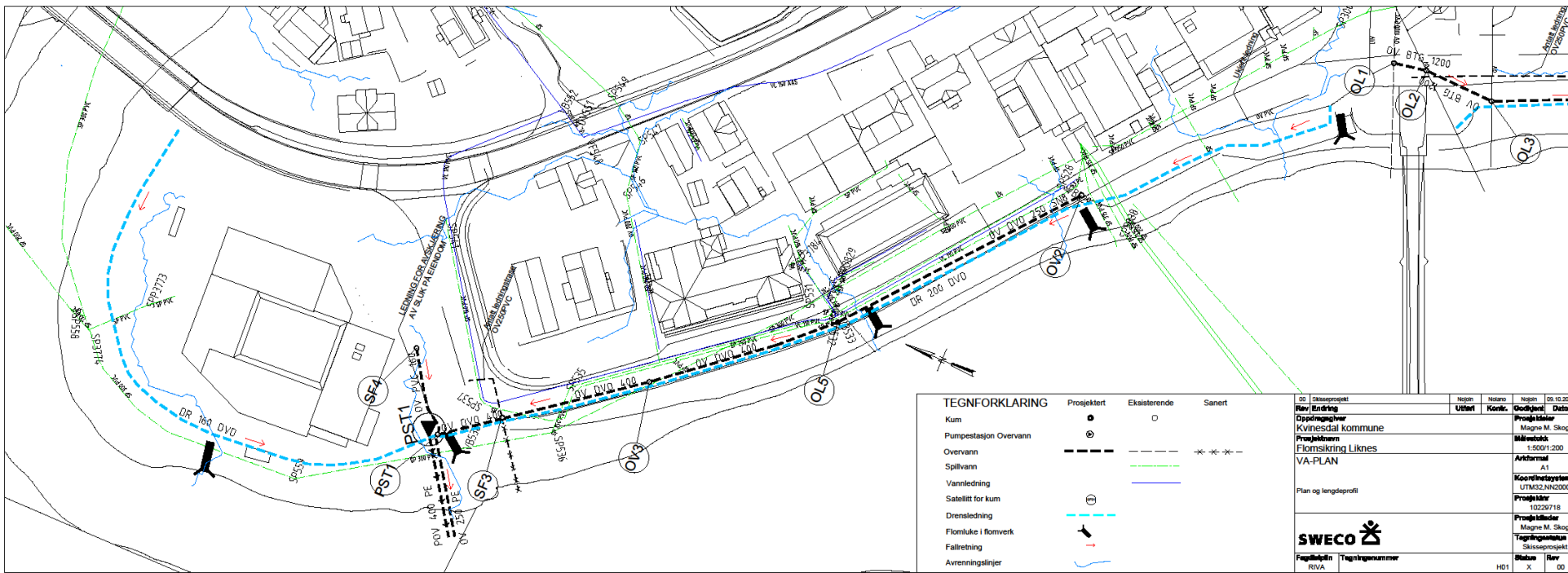
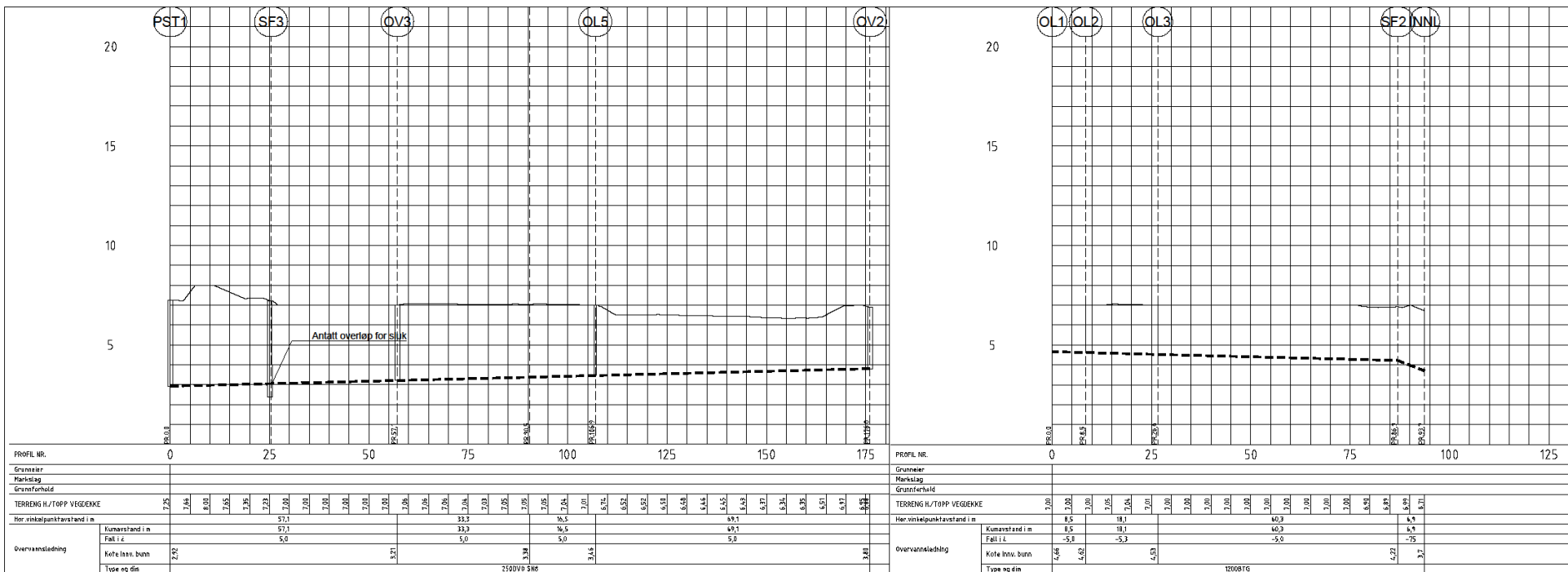
HENVISNINGER

Tegning:
107 - Plan og Profil_Alternativ B

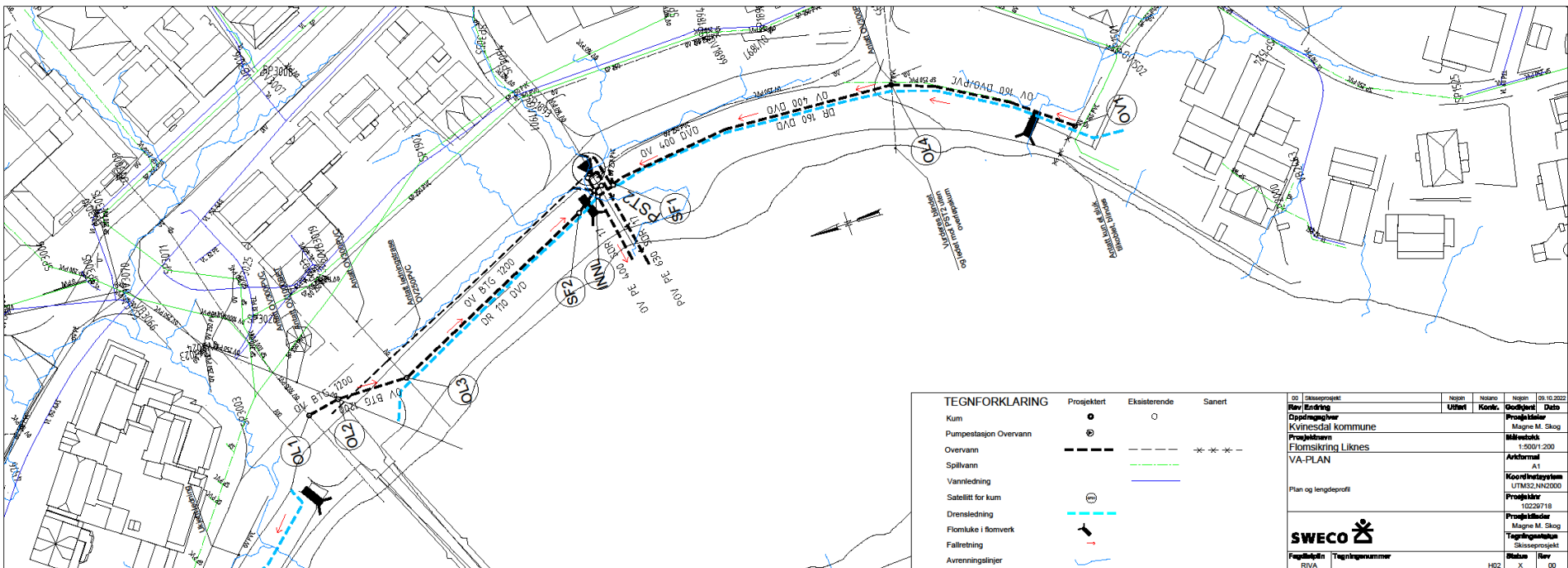
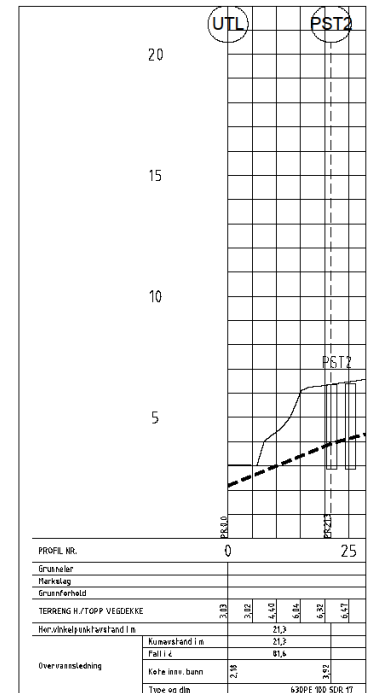
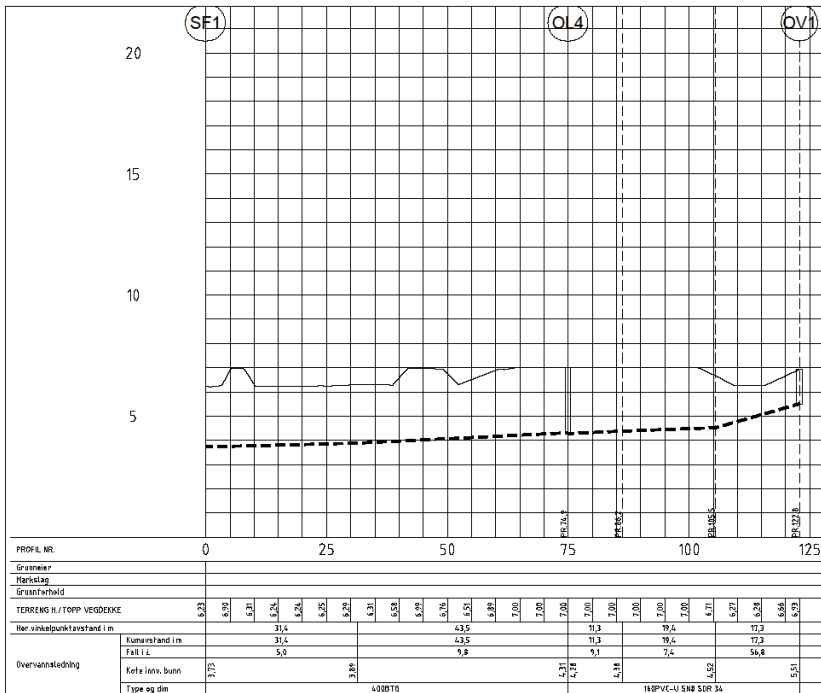
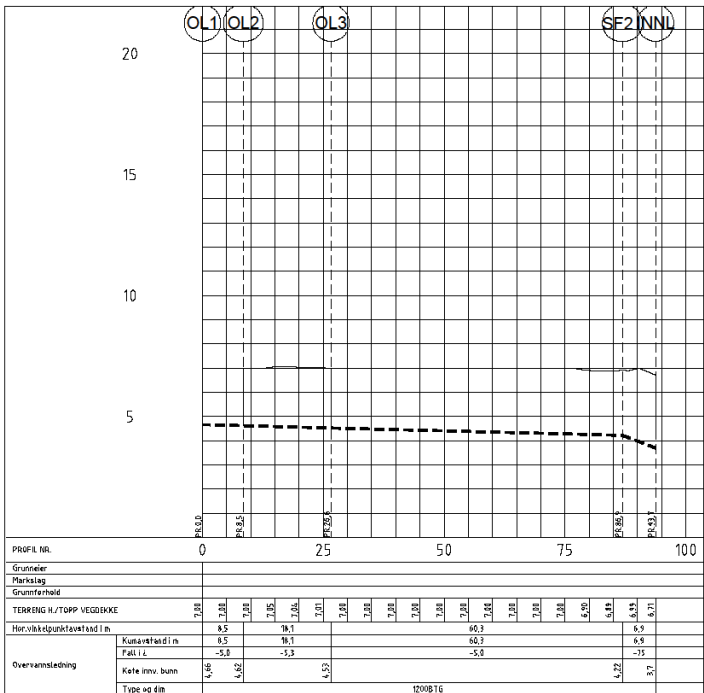
Status	Rev	Endring	Uttatt	Kontt	Anv.	Dato
			NOMASJA	NOMASJA	NOMASJA	14.10.2022
			Skala	1:100	Format	A1
LIKES SENTRUM FLOMSIKRINGSTILTAK ALTERNATIV B TVERRPROFIL			Oppdragsleder: NOMASJA		10229718	
SWECO			Disiplin:	Løpnummer:	Status:	Rev:
				108		

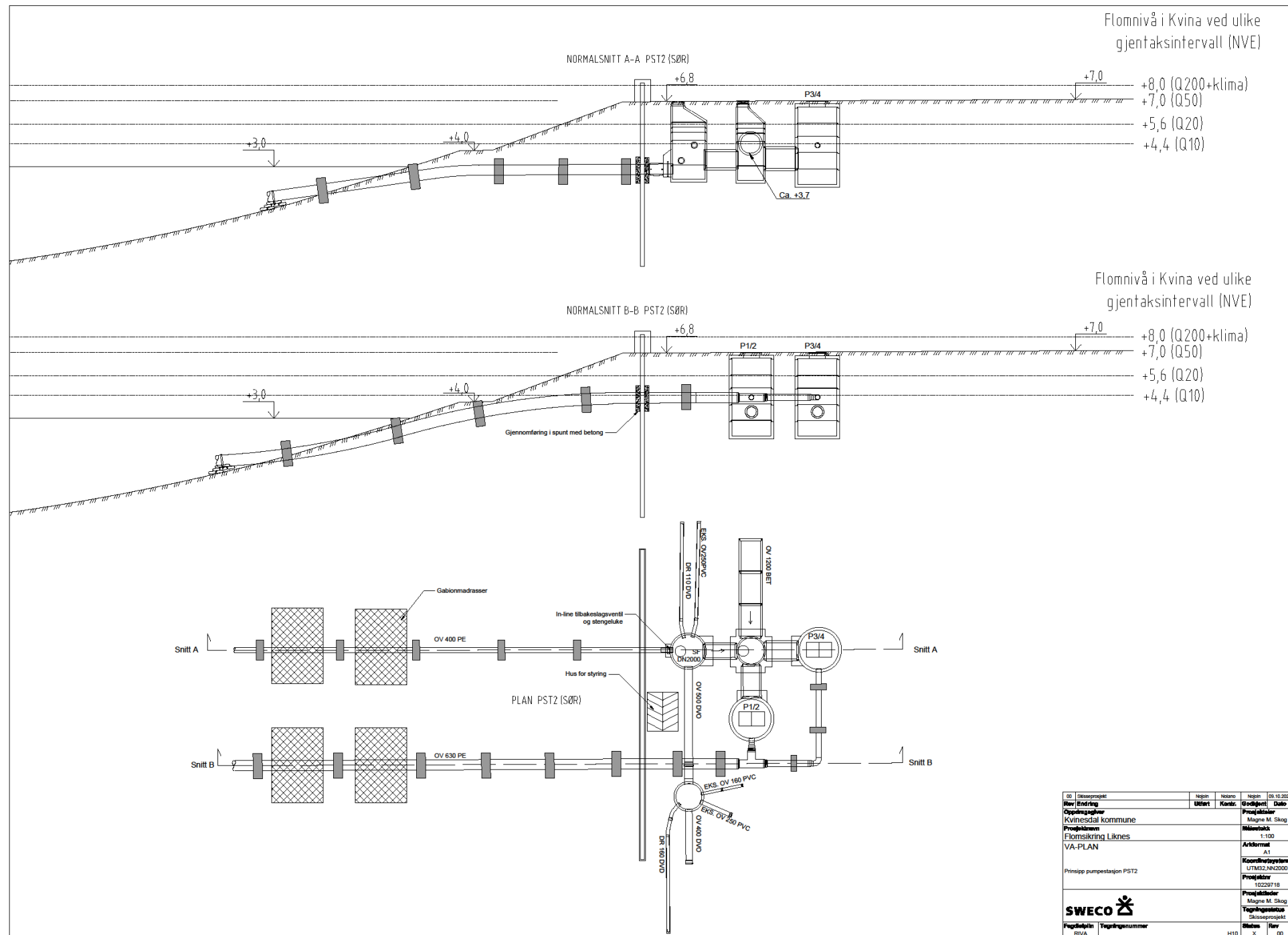


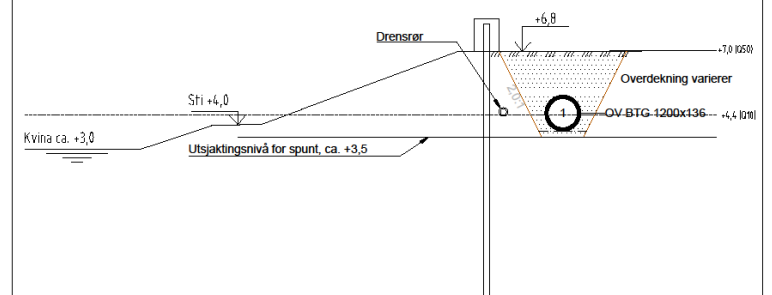
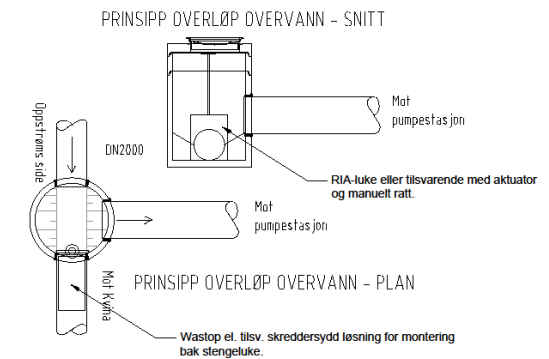
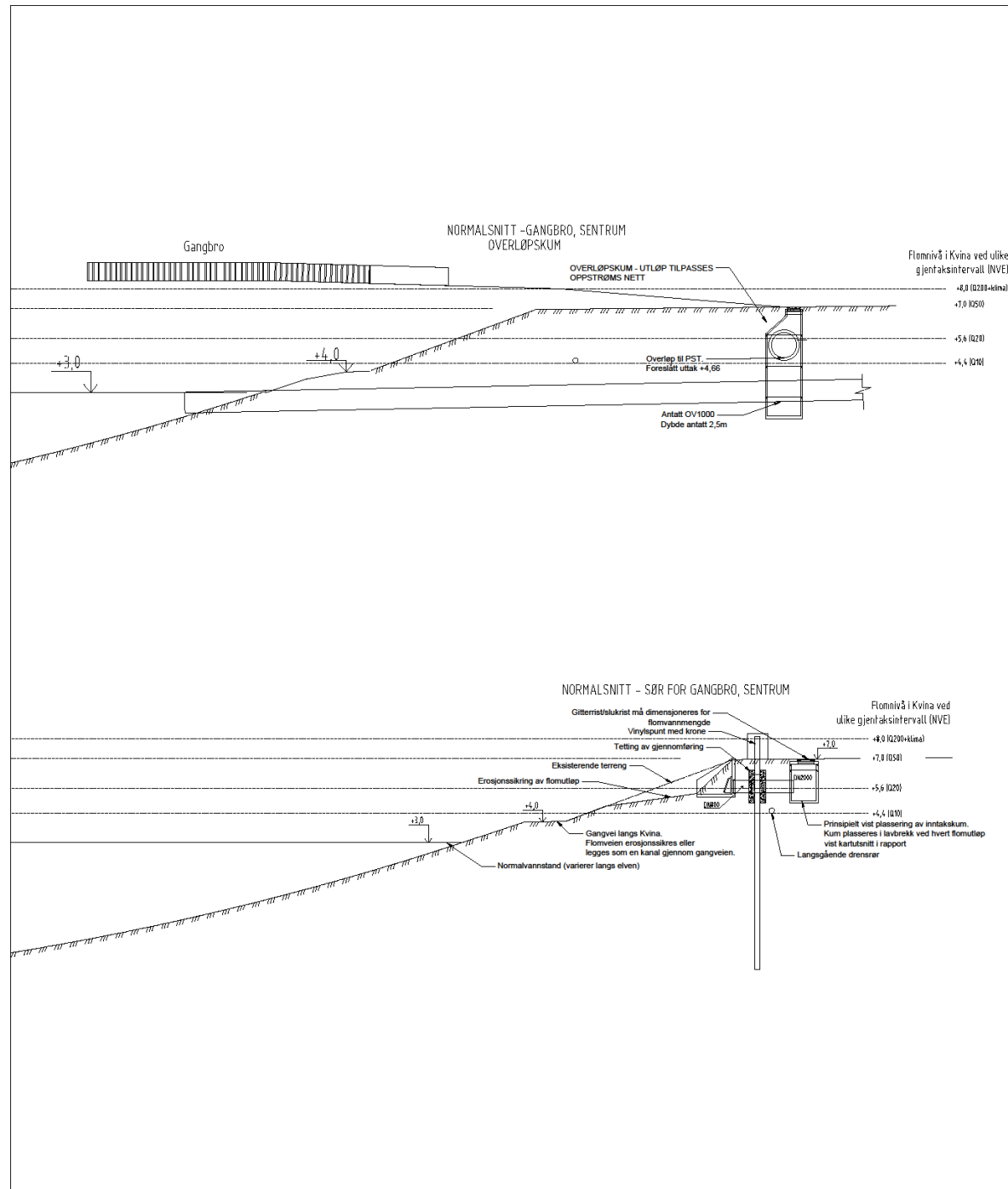
VEDLEGG: TEGNINGER



VEDLEGG: TEGNINGER







8)	Slutprosjekt	Angitt	Norske	Angitt	20.10.2023
Riv/Endring		Uttak	Kont.	Gjendret	Dato
Oppdragsnavn		Prosjektleder			
Kvinnesdal kommune		Magnie M. Skog			
Prosjektinnhold		Målestokk			
Flomsirkning Liknes		1:100			
VA-PLAN		A1			
Pinnspikrøse overløp og flomsluker		Koordinatprosjekt			
Typisk grafsett		UTMG_NIN2005			
		Prosjekt			
		102256718			
		Prosjektleder			
		Magnie M. Skog			
		Tegningsstatus			
		Skisseprosjekt			
Tegningsbl. RVA	Tegningsnummer			Status	
			H20	X	00