
RAPPORT

Sandakerelva, Lier – Flomtiltak

Prosjektnummer 10232202



Fremsidebilde: Sandakerelva oppstrøms Nøsteveien

Rapporteringsstatus:

- ☒ Endelig
- ☐ Oversendelse for kommentar
- ☐ Utkast

Utarbeidet av: Kjetil Sandsbråten	Sign.: 

Revisjonshistorikk:

0	17.03.2024	Kommentarutkast		
1	12.07.2024	Revidert etter kommentarer		
Rev.	Dato	Beskrivelse		

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	5
2	Oppsummering av anbefalte tiltak med forslag til prioritering	6
3	Hydrologi	7
3.1	Krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger.....	7
3.2	Eksisterende hydrologiske vurderinger i området	7
3.3	Flomberegning	7
3.4	Klimapåslag.....	10
4	Vannstandsregninger	11
5	Kulverttilstand og tilstopningsfare langs vassdraget	19
6	Resultat av vannlinjeberegninger – Dagens forhold.....	22
6.1	Område 1.....	23
6.2	Område 2.....	25
6.3	Område 3.....	26
7	Vurdering av potensielle tiltak	27
7.1	Område 1.....	27
7.2	Område 2.....	31
7.3	Område 3.....	34
8	Kvikkleire.....	38
9	Vann og avløp (VA).....	43
9.1	Overvannsledninger	43
9.2	Potensiale for fordrøyning av flomvann langs elveløpet eller i nedbørfeltet.....	44
10	Vurderinger og konklusjon	45
10.1	Ansvarsforhold	45
10.2	Vurdering av aktuelle tiltak.....	45
10.2.1	Heving av mindre adkomstbruer og tilliggende veier.....	45
10.2.2	Bruk av flomvoller og terrengjustering.....	45
10.3	Bygging av ny bru/kulvert i Nybruveien.....	46
10.4	Grovt kostnadsoverslag	48
11	Referanser.....	49

1 Innledning

Lier kommune ønsker å utrede mulige flomtiltak i området langs Sandakerelva, en sideelv til Lierelva ved Kjellstad, oppstrøms kryssingen av E18. Tidligere flomberegning og flomsonekartlegging i vassdraget (Norconsult, 2018) viser at for en 200 årsflom inkludert 20 % klimapåslag vil en rekke bolighus og andre bygninger langs vassdraget berøres av flomvannstanden. Også flommer med langt lavere gjentakintervall, helt ned mot 10 års flom, vil berøre enkelte bolighus.

På grunn av forventninger om endret klima og økt tilførsel av vann til vassdraget de kommende årene ønsker kommunen å se på mulighetene for utbedringer av flaskehalsene langs elveløpet.

I dag er elven på strekningen i hovedsak åpen, men krysses av flere broer og noen kortere kulverter på strekningen ned mot E18. Under E18 går den i to lengre lukkinger og en lengre lukking nord for Circle K stasjonen på Kjellstad. Etter utløp av den nederste kulverten, «Kulvert 3» i Figur 1, er det flomvannstanden i Lierelva som er styrende for vannstanden i området.

Punktet Bro 1 i figuren viser plassering av den øverste broen over Sandakerelva, ved Haggata 2. Oppstrøms denne går Sandakerelva i en dypere forsenkning forbi Viulstad og vil ikke utsette nærliggende arealer for oversvømmelse. Beregningsmodellen avsluttes rett oppstrøms Årkvislaveien 34.

Vannstanden oppstrøms broene, fra Bro 2 til Bro 4, påvirkes av brokonstruksjonene. Dette gjør at husene i området mellom Årkvislaveien 3 til 17 påvirkes av flomvannstand. Størst flomutbredelse er det naturlig nok ved en Q200 med klimapåslag, men også flommer med lavere gjentakintervall enn dette påvirker området.

Ned mot svingen nedstrøms Bru 4 flater elven ut, det er avlagt grus og sedimenter og elvebankene er generelt lavere. Ved større flommer går vannet utover sine bredder og oversvømmer arealet før det igjen samles og renner ned mot Bru 5. Bru 5 gir også en del oppstuvning oppstrøms broen, men arealet her er tilpasset dette.

Nedstrøms Bru 5 vil flomvann ved dagens forhold overtoppe veien på nordsiden av elven og renne ut over jordene, og eiendommen og bygningene ved Nøstevegen 86, før vannet igjen renner ned i elveleiet nedenfor.

Videre nedover vassdraget vil manglende kapasitet gjennom broer og kulverter (Bru 7 – Bru 8) gi oppstuvning i vassdraget som påvirker enkelte bygninger.

Nedenfor Bru 8, kryssingen under Nybruveien, påvirkes et boligområde ved at vannet dels overtopper bredden og tar en kortere vei forbi svingen i elven og dels av at det er manglende kapasitet i Bru 8 som gir oppstrøms vannstandsstigning og overtopping av selve Nybruveien.

Videre nedover vil flomvannstand i elven ikke påvirke bebyggelsen selv om kryssingene i Kulvert 1 gir noe vannstandsstigning oppstrøms. Kryssingene sørover under E18 og tilbake igjen mot nord har tilstrekkelig kapasitet i kulverter og elveleie. Nedstrøms den lange Kulvert 3, nord for Circle K stasjonen, vil vannstanden påvirkes og styres av sammenfallende flomvannstand i Lierelva.

Dagens beregnede flomsone for Q200 inkludert klimapåslag er vist i Figur 3.

Området langs Sandakerelva er som beskrevet ovenfor i dag utsatt for oversvømmelser og Lier kommune ønsker en vurdering over mulige tiltak og løsninger som eventuelt kan benyttes for å sikre området.

Kommunen ønsker at disse punktene svares ut i denne forprosjektrapporten:

- Det skal utarbeides en hydraulisk 2D modell som viser dagens situasjon og som kan benyttes til å søke løsninger, eller kombinasjoner av løsninger, for utbedringer av flaskehalsene langs elveløpet, og som tar hensyn til flomstørrelser med de antatte klimaendringer.
- Beskrivelse av hva som er konsekvensene oppstrøms og nedstrøms i vassdraget ved utbedring av flaskehalsene mht. oppstuvning av vann, flomvannføring og vannhastigheter.

- Forslag til tiltak for å utbedre flaskehalsene og redusere flomrisiko, med grove kostnadsoverslag.
- Anbefalinger til eventuelle videre undersøkelser og arbeid.



Figur 1 Kart som viser den vurderte strekningen av Sandakerelva og plassering av bruer og kulverter på strekningen.

2 Oppsummering av anbefalte tiltak med forslag til prioritering

Raskest og rimeligst tiltak, og *første prioritet* for raskt å bedre forholdene for flomavledning, er vedlikehold og opprydding av elveleie og kulvert-/broinnløp. Dette bør tas så raskt som mulig. Det bør også lages en plan for at dette utføres som et rutinemessig tiltak.

Dette vil ikke nødvendigvis være tilstrekkelig for å takle en ekstrem flom av typen 200 års flom. For å håndtere en slik flom må det på flere områder langs vassdraget gjøres mer strukturelle tiltak.

Som *andre prioritet* kan det være hensiktsmessig å starte med tiltakene i og langs Årkvislaveien. Ombygging og heving av deler av veien er allerede vedtatt og bør igangsettes så fort som mulig. Dette tiltaket vil i seg selv gi behov for justering av innkjørselen til flere av de private broene, Bru 2 og 3, samt bro 4. Disse bør alle heves og tilpasses sammen med nødvendige flomvoller på sidene for å få full effekt av den større jobben i Årkvislaveien.

Gårdsveien ned mot Nøsteveien 86 er privat og heving av deler av denne må gjøres av/i samarbeid med den lokale grunneieren.

Tredje prioritet bør være utbedring av kryssingen under Nybruveien. Dette tiltaket innebærer større kostnader, men er et tiltak som vil forbedre risikobildet når det gjelder flom for beboere både oppstrøms og nedstrøms tiltaket. Nedstrøms i svingen nedenfor denne kryssingen er det imidlertid påvist en risiko knyttet til kvikkleire som må avklares. Ved skifte til alternativ bruløsning bør det også i forkant gjøres ytterligere grunnundersøkelse ved broen for å avklare grunnforholdene rundt denne.

3 Hydrologi

3.1 Krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger

Arealplanlegging som tar hensyn til naturfare, er et viktig virkemiddel for å redusere risikoen for skader ved ekstreme naturhendelser som flom og ras. Den beste måten å forebygge på er å unngå å bygge i fareutsatte områder eller eventuelt ved å identifisere risiki og gjøre tiltak for å redusere eller unngå disse.

De antatte effekter av pågående klimaendringer gir grunn til å være mer på vakt mot flom og skred, og prosesser relatert til disse. Hyppigere og mere ekstreme nedbørshendelser gir nye utfordringer for bygging og overvannshåndtering, i både bebygde og ubebygde områder. For tiltak eller byggverk gjelder PBLs § 28-1 «Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak». Det er videre gitt føringer i «Krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger» i § 7 i «Forskrift om tekniske krav til byggverk» (Byggteknisk forskrift, TEK 17). Denne er gjeldende for konstruksjoner og anlegg, også midlertidige.

For sikkerhet mot flom og stormflo skal det dimensjoneres eller sikres mot flom slik at den største nominelle årlige sannsynlighet (*returperioden*¹) avhengig av konsekvensgrad ikke overskrides.

For byggverk/konstruksjoner hvor konsekvens anses som liten er denne største nominelle årlige sannsynlighet satt til 1/20 eller 20 års returperiode (Sikkerhetsklasse F1). For middels konsekvens (F2), her innbefattet infrastruktur, er returperioden satt til 200 år og for byggverk/konstruksjoner med stor konsekvensgrad er returperioden på 1000 år (F3). Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område.

F2 omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold, eksempelvis: bolig, fritidsbolig, skole og barnehager, kontorbygninger og industribygg. Det utredes her derfor for sikkerhetsklasse F2 tilsvarende flom og hendelser med gjentakintervall på 200 år.

3.2 Eksisterende hydrologiske vurderinger i området

Det ble i 2018 foretatt en flomberegning og flomsonekartlegging i vassdraget på strekningen mellom Vivelstad og samløpet med Lierelva ved Vinbekk (Norconsult, 2018). Her ble det identifisert flomrisiko for en rekke bygninger, spesielt langs Årkvislaveien og på Kjellstad. Oppstrøms denne strekningen av vassdraget er det ikke utarbeidet egne flomsonekart, men er omfattet av NVE sitt aktsomhetsområde for flom, se rød skravur i Figur 2. Lierelva har flomsonekartlegging fra (NVE, 2007).

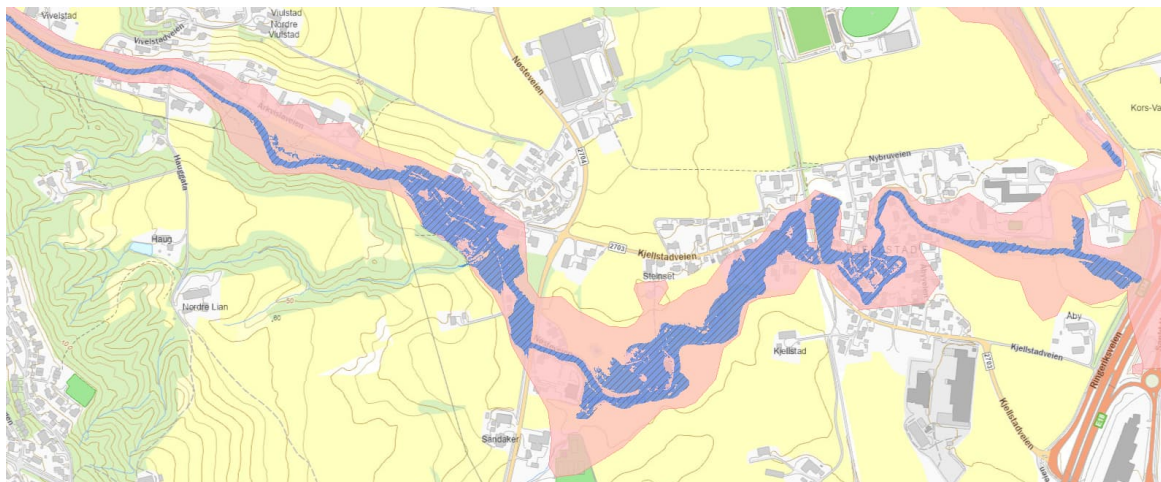
NVEs aktsomhetsområder for flom er et nasjonalt kart på oversiktsnivå som viser hvilke arealer som kan være utsatt for flomfare. Aktsomhetsområder for flom er produsert på bakgrunn av hydrologiske modeller, basert på erfaring fra norske vassdrag (NVE 7/2011) og en digital terrengmodell. Aktsomhetskartet viser hvilke områder som potensielt kan være flomutsatt. Vannstandsstigningen kan ofte være overestimert ved bruk av denne metoden og en mer detaljert kartlegging kan derfor redusere aktsomhetsområdenes utstrekning. Dette vises tydelig i Figur 3.

3.3 Flomberegning

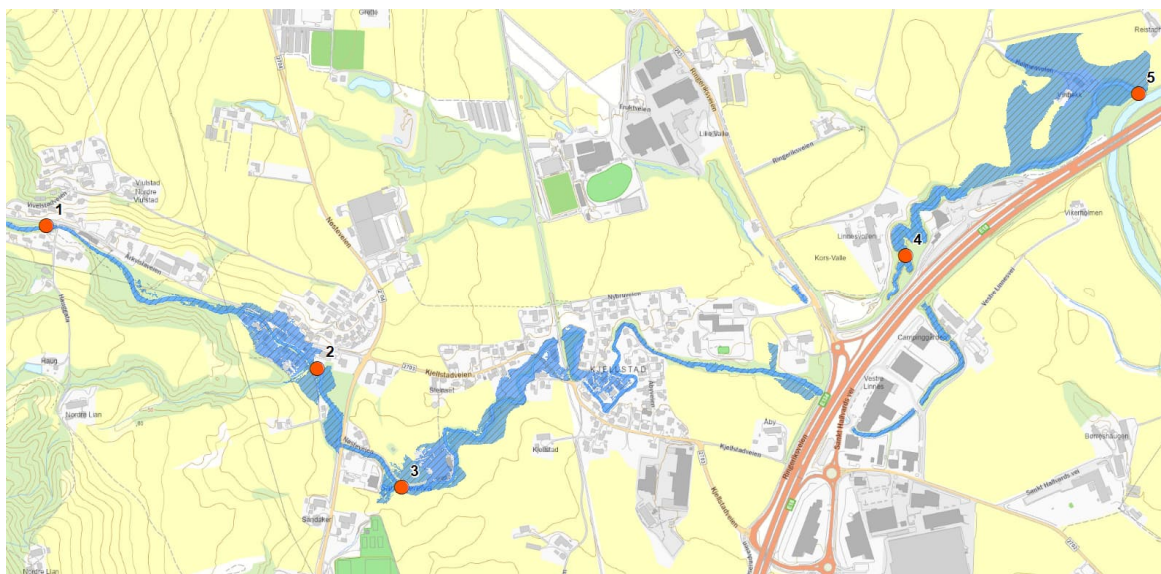
Det er ikke gjort nye vurderinger av hydrologi og flomvannføringer, men benyttet beregningene fra (Norconsult, 2018). Beregningen er kort vurdert opp mot andre beregninger i regionen og ser at denne ligger på linje med disse. Det er benyttet en spesifikk døgnmiddelverdi på 630 l/s pr. km² og en kulminasjonsfaktor på 1,87. Verdiene er i hovedsak basert på verdier fra flomfrekvensanalyse ved målestasjonene 8.6

¹ Returperiode (gjentakintervall) er et uttrykk for hvor ofte (hvert n-te år) det inntreffer flom til et visst nivå eller nedbør med en viss intensitet, ut fra statistiske vurderinger av nedbørs- og avrennings-observasjoner.

Sæternbekken og 8.8 Blomsterkroken. Skaleringsfaktorene for de lavere gjentakintervallene er basert på formelverket for vekstkurver (QT/QM) oppgitt i (NVE, 2015).



Figur 2 NVEs aktsomhetskart for flom sammen med den beregnede flomsonen for Q200Klima på en strekning i Sandakerelva.



Figur 3 Utsnittet viser dagens flomsonekart for Q200 med klimapåslag for området langs Sandakerelva. Punkter og nummerering viser punkter for estimert vannføring.

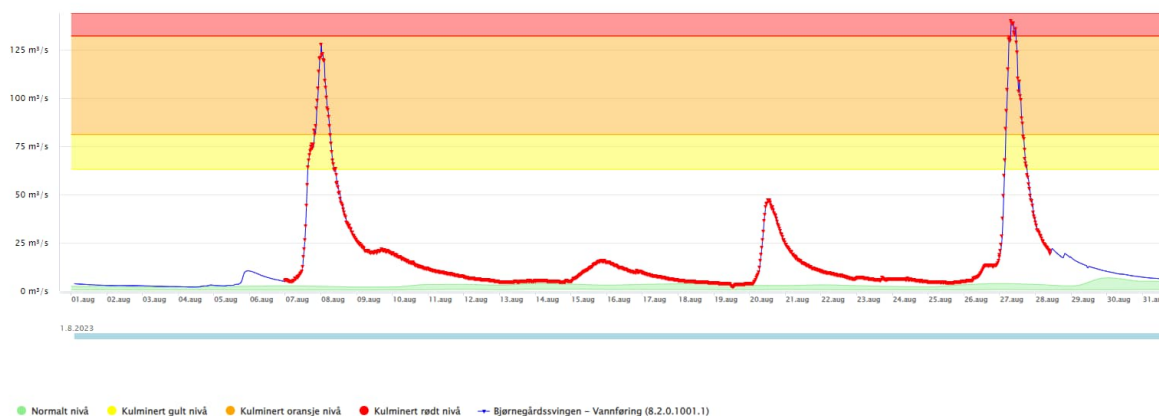
Arealene på nedbørsfeltene er noe justert fra tidligere arbeid og vannføringene er marginalt justert. Beregnet kulminasjonsvannføring blir da som gitt i Tabell 1.

Basert på disse verdiene er det utarbeidet et flomforløp som benyttes i den hydrauliske modelleringen.

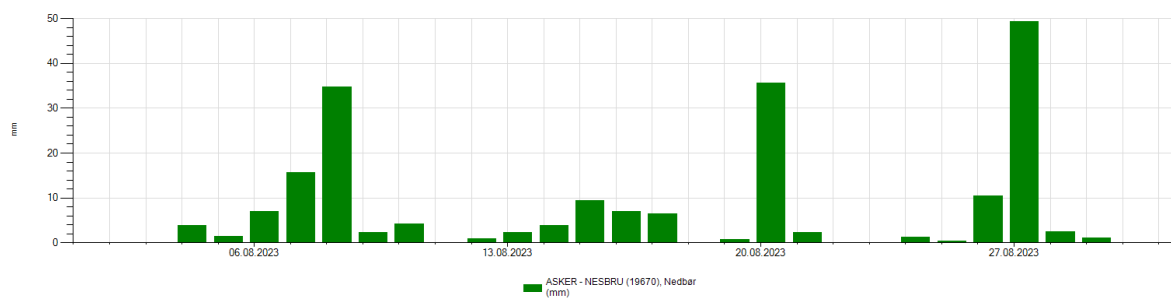
Flomforløpet er skalert på bakgrunn av en flom i bakkant av ekstremværet Hans i 7-9 august 2023. Senere denne måneden, den 26.08, kom det enkelte steder en hendelse med større døgnnedbør, men mindre i volum over mange dager. Forholdene i nedbørsfeltene var imidlertid så mettet at flommen var større og forløpet noe krappere.

Vannføringsdata fra hendelsen fra målestasjonen 8.2 Bjørnegårdssvingen og nedbørdata fra 19670 Nesbru målestasjon er vist i hhv. Figur 4 og Figur 5. Disse ligger til grunn for estimert flomforløp til bruk i den hydrauliske modellen som vist i Figur 6.

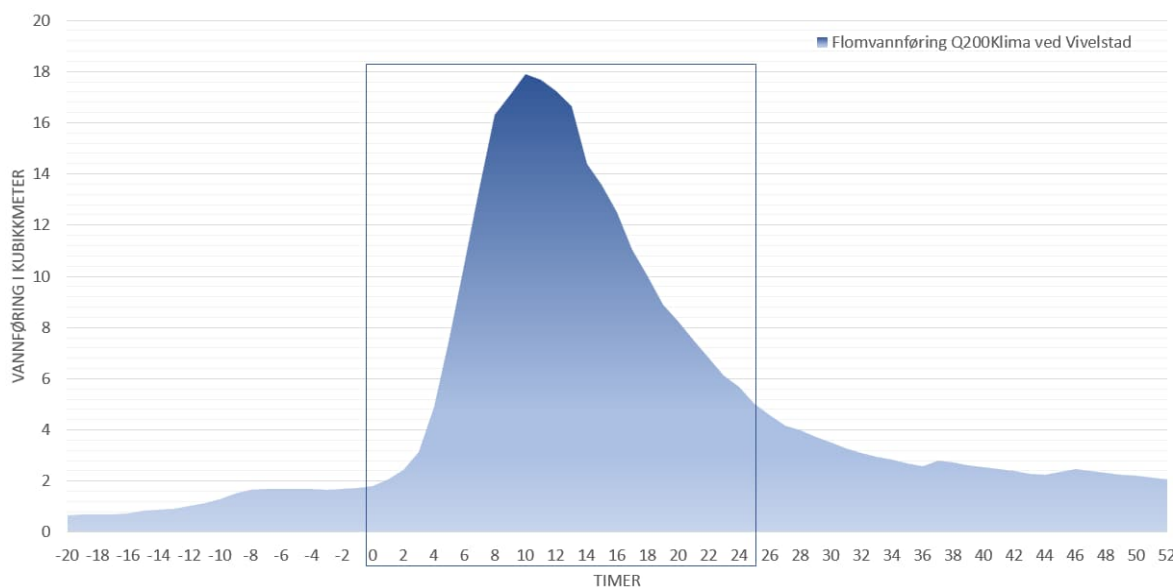
Vannføring, versjon 1 01.08-01.09.2023 Som målt



Figur 4 Flomforløp ved 8.2 Bjørnegårdssvingen i august 2023.



Figur 5 Døgnetnedbør ved 19670 Nesbru målestasjon i august 2023.



Figur 6 Benyttet flomforløp Q200Klima (ved Vivelstad), i HECRAS.

Tabell 1 Beregnet kulminasjonsvannføring i m³/s ved ulike gjentakintervall

Beregningspunkt	Areal, km ²	QM	Q10	Q20	Q100	Q200	Q200Klima
1, ved Vivelstad	15.17	6.3	9.4	11.0	13.4	15.5	17.9
2, nedstrøms samløp med bekk ved Årkvislaveien 5	15.97	6.7	9.9	11.6	14.1	16.3	18.8
3, nedstrøms samløp med bekk ved Nøsteveien	16.47	6.9	10.3	12.0	14.6	16.8	19.4
4, nedstrøms samløp med bekk ved Linnesvollen	19.15	8.0	11.9	13.9	17.0	19.6	22.6
5, ved samløp med Lierelva	19.51	8.1	12.2	14.2	17.3	19.9	23.0

3.4 Klimapåslag

I NVE rapport 81/2016 «Klimaendring og framtidige flommer i Norge» er det anbefalt et klimapåslag på minst 20 % på døgnmiddelflommer for alle nedbørsfelt på Østlandet < 100 km² (Lawrence, 2016).

Det er på bakgrunn av dette valgt å benytte et klimapåslag på 20 %.

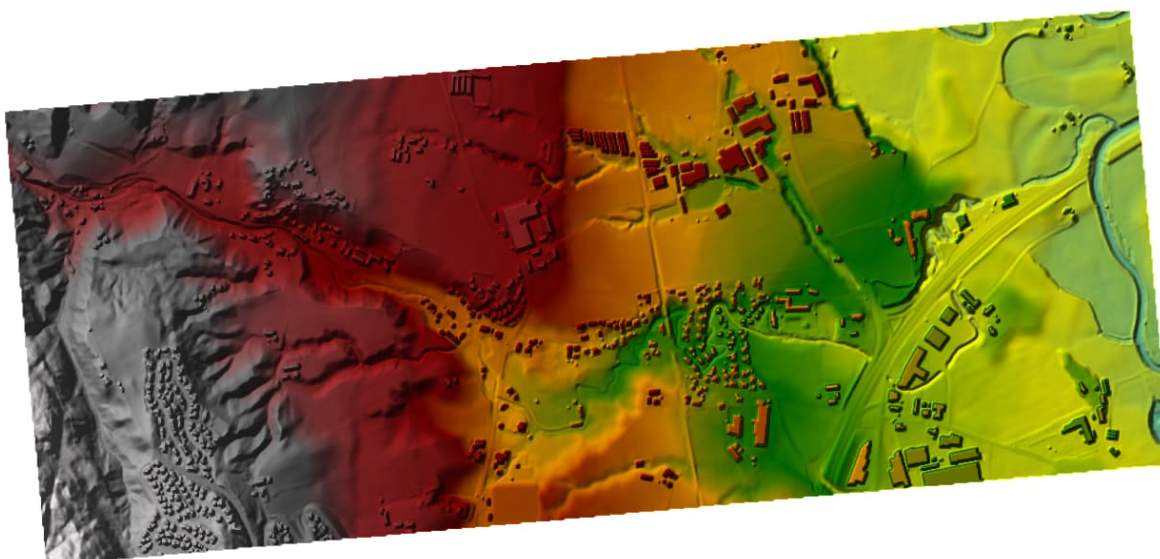
4 Vannstandsberegninger

For å planlegge sikker arealbruk langs vassdrag er det nødvendig å vite hvor høyt vannstanden går ved store vannføringer, som oftest en 200-års flom, eller ved svært høye risikokrav en 1000 års flom.

Beregning av vannstand for en gitt vannføring kalles vannlinjeberegninger. Samme metodikk kan benyttes for å vurdere virkningene av nye tiltak i eller langs elveleiet, eller andre fysiske endringer i terreng, elveleie eller i eksisterende hydrauliske strukturer som broer eller leveer (elvevoller).

Vannlinjeberegninger kan utføres ved hjelp av ulike hydrauliske datamodeller. De vanligste metodikkene er endimensjonale, og brukes der vannet følger et godt definert løp i en retning. Hvis vannet strømmer i flere retninger, for eksempel ut over flomsletter, tilbake fra flomsletter eller kutter over meandersvinger, kan man også benytte to- eller tredimensjonale strømningsmodeller. Disse er ofte tyngre i bruk og krever større mengde med terreng- og hydrauliske parametere.

Frem til relativt nylig har slike modellverktøy vært i mindre bruk grunnet manglende tilgang på gode nok terrengdata og gode nok koblinger og håndtering av hydrauliske strukturer i vassdraget. Men med fremvekst av tilgang på laserdata og andre gode terrengdata over større områder samt bedre håndtering av hydrauliske strukturer er disse modellverktøyene blitt bedre i bruk.



Figur 7 Terrengmodell over området

Beregningen av vannstander ved ønskede vannføringer i området er utført ved hjelp av den hydrauliske modellen HEC-RAS 6.4.1 / 6.5 (US Army Corps of Engineers).

Programmet er en én- og todimensjonal modell for beregning av både stasjonære og ikke stasjonære strømninger og er en av de mest anvendte modellene i bruk i verden innen hydrauliske beregninger i naturlig og kanaliserte elver. Programmet beregner vannstand og hastighet i profilene. Det er benyttet to-dimensjonal beregning i dette arbeidet.

For mer opplysninger om programmet, se <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

Grunnlagsbehov og forutsetninger for vannlinjeberegningene er gitt nedenfor:

- Vannføringer
- Modellert område
- Elvas geometri
- Elvas ruhet / Strømningsmotstand
- Grensebetingelser

En beskrivelse av elven og terrengets form er lagt inn i beregningsmodellen. Laserdata fra 2017 er benyttet for området (Terratec, 2017). Dette er laserdata oppmålt med en punkttetthet på 5 pkt/m². Høydemodell for dataene er NN2000. Data fra terrenget gir samlet en meget nøyaktig beskrivelse av vassdraget for store vannføringer. Terrengmodellen er vist i Figur 7.

Ved innmåling med laser er områder dekket av vann ikke innmålt da laseren ikke trenger igjennom vannoverflaten. Terrengmodellen har derfor ikke bunnprofilen i elver og vann under vannlinjen. Litt avhengig av vannføringen ved innmålingstidspunktet er det derfor et visst avvik mellom høyde i terrengmodell og reell høyde i elveprofilen. Ofte vil dette ha mindre betydning da benyttet flomvannføring i modelleringen er såpass stor sett i forhold til det tverrsnittsareal som ikke er innmålt og usikkerheten ved avvik mellom modellert og faktisk vannstand ikke er så sensitivt.

Der hvor konsekvensene er store bør det tas ytterligere målinger i felt for innmåling og kontroll av høyder i bekkefarete. Stedvis er det svært tett vegetasjon som vanskeliggjør innmålinger med satellittbasert GPS (CPOS) men det har vært foretatt ekstra innmåling av broer og kulverter for faktisk inn- og utløpskote og visuell befaring for justering av bekkeløp på kritiske plasser.

Tidligere modell benyttet i (Norconsult, 2018) var i eldre 2D versjon av HECRAS. Denne er derfor oppdatert i en ny modell for vassdraget i 2D.

I beregningsmodellen må elva og terrengets ruhet (strømningsmotstand) uttrykt ved Mannings koeffisient, n , benyttes. Utforming og ikke minst vegetasjonsmengden i elveløpet er svært varierende nedover elven og det vil neppe være helt korrekt å benytte en felles verdi for hele strekningen. Den vil sannsynligvis også være varierende gjennom sesongen, med en høyere ruhet på sensommer og høst enn tidlig vår, på grunn av tilvekst av vegetasjon i bekkeleiet.

Mannings n for elveleie og elvebunn er satt basert på empiriske verdier som referert i Chow 1959.

For flomslettene, på de oversvømte arealene av elvebredden over normalt flomnivå, er Manningstallet generelt satt til $n = 0,075$. Elveløpet har en n satt til 0,035.

Det er ikke foretatt direkte målinger av flomvannstand og flomvannføring i elven og modellen er derfor ikke kalibrert mot mange sammenhengende vannstander og vannføringer. Øverst og nederst på strekningen er derfor den naturlige helningen på elveleiet benyttet som grensebetingelse.

Det bør ved en senere anledning gjøres flere innmålinger av sammenhengende vannføring og vannstand for ytterligere å kunne forbedre modellresultatene.

På den modellerte strekningen er det en beskrevet rekke broer og kulverter. Plassering av disse er vist i Figur 1 og en kort beskrivelse og bilde av hver enkelt struktur er vist i oversikten i Tabell 2.

Tabell 2 Hydrauliske strukturer

	Hauggata (Bru 1) Bredde 3,5 meter Høyde 2,9 meter Topp dekke 43.43 UK bro Oppstrøms bunn 39.40 Nedstrøms bunn 39,15
Nedstrøms side 	
Oppstrøms side 	Årkvislaveien 17 (Bru 2) Bredde 5.1 meter Høyde 1,6 meter Topp dekke 31.40 – 31.50 UK bro Oppstrøms kote 29.50 Nedstrøms kote 29,50
Nedstrøms side	



Oppstrøms side



Nedstrøms side

Årkvislavegen 15 (Bru 3)

Bredde 5,7 meter

Høyde 1,50 meter

Topp dekke 30,60

UK bro

Oppstrøms kote 28.90

Nedstrøms kote 28.90



Oppstrøms side

Årkvislaveien 5 (Bru 4)

Bredde 3.8 meter

Høyde 0.9 meter

Topp dekke 28,75

UK bro

Oppstrøms kote 27.55

Nedstrøms kote 27.50

 Oppstrøms side	Nøsteveien (FV2704) (Bru 5) <i>Bredde 6,7 meter</i> <i>Høyde 0.9 meter</i> <i>Topp dekke 26.80</i> <i>OK/UK bro 40 cm</i> <i>Oppstrøms kote 24.80</i> <i>Nedstrøms kote 24.70</i>
 Oppstrøms side	Kjellstadveien (Bru 6) <i>Bredde 4,9 meter</i> <i>Høyde 2,1 meter</i> <i>Topp dekke 20,40</i> <i>OK/UK bro 60 cm</i> <i>Oppstrøms kote 17.72</i> <i>Nedstrøms kote 17.70</i>



Nedstrøms side

Eldre jernbanebru (Bru 7)

Bredde 3,8 meter

Høyde 2,4 meter

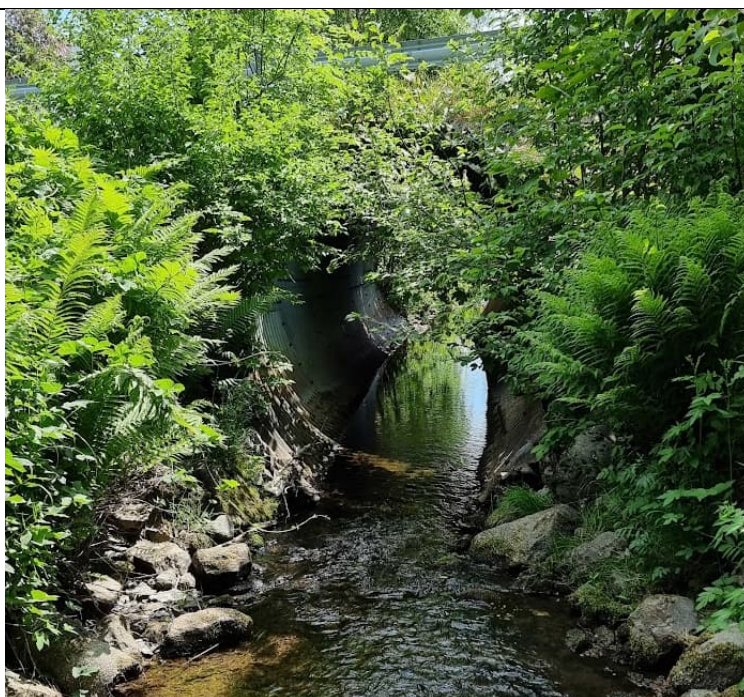
Høyde ved start bue 1,2 meter

Topp dekke 24.0

OK/UK bro 400 cm

Oppstrøms kote 17.60

Nedstrøms kote 17.50



Nybruveien (Bru 8)

Korrugert metallkulvert

Største bredde 3,1 meter

Høyde 3,4 meter

Topp dekke 20,10

OK/UK bro - cm

Oppstrøms kote 16.60

Nedstrøms kote 16.50

	EV18 K S47D1 m1954 (Kulvert 1) <i>Betongkulvert</i> <i>Største bredde 5.0 meter</i> <i>Høyde 2.0 meter</i> <i>Topp dekke 15.50</i> <i>OK/UK bro - cm</i> <i>Oppstrøms kote 10.80</i> <i>Nedstrøms kote 10,60</i>
	Vestre Linnestvei vest (Bru 9) <i>Veifylling med 2 korrugerte kulvertrør av metall</i> <i>Diameter 2.0 meter</i> <i>Topp dekke 13.45</i> <i>OK/UK rør 90 cm</i> <i>Oppstrøms kote 10.60</i> <i>Nedstrøms kote 10.30</i>
	Vestre Linnestvei øst (Bru 10) <i>Veifylling med 2 korrugerte kulvertrør av metall</i> <i>Diameter 2.0 meter</i> <i>Topp dekke 12,40</i> <i>OK/UK rør 100 cm</i> <i>Oppstrøms kote 8.90</i> <i>Nedstrøms kote 8.80</i>

Nedstrøms side

Oppstrøms side

Oppstrøms side

	Campinggården (Bru 11) <i>Veifylling med 2 korrugerte kulvertrør av metall</i> <i>Diameter 2.0 meter</i> <i>Topp dekke 10,50</i> <i>OK/UK rør 100 cm</i> <i>Oppstrøms kote 7,46</i> <i>Nedstrøms kote 7,46</i>
	EV18 K S47D1 m2307 (Kulvert 2) <i>Betongkulvert</i> <i>Største bredde 5.0 meter</i> <i>Høyde 2.1 meter</i> <i>Topp dekke 12.20</i> <i>OK/UK bro 330 cm</i> <i>Oppstrøms kote 6,75</i> <i>Nedstrøms kote 6,65</i>
	Lang terrenggjenfylling (Kulvert 3) <i>Fylling med korrugert kulvertrør av metall</i> <i>Diameter 2.3 meter</i> <i>Topp dekke 12.10</i> <i>OK/UK rør 400 cm</i> <i>Oppstrøms kote 5,07</i> <i>Nedstrøms kote 4,52</i>

Nedstrøms side

Nedstrøms side

Oppstrøms side

5 Kulverttilstand og tilstopningsfare langs vassdraget

Strekningen langs Sandakerelva har gjennom prosjektperioden blitt befart flere ganger. Det er på flere steder observert uheldige forhold som påvirker kapasiteten i elveleiet, under bruer og gjennom kulverter. På enkelte av disse stedene er det også vesentlig endring og dels forverring etter flomhendelsene høsten 2023.

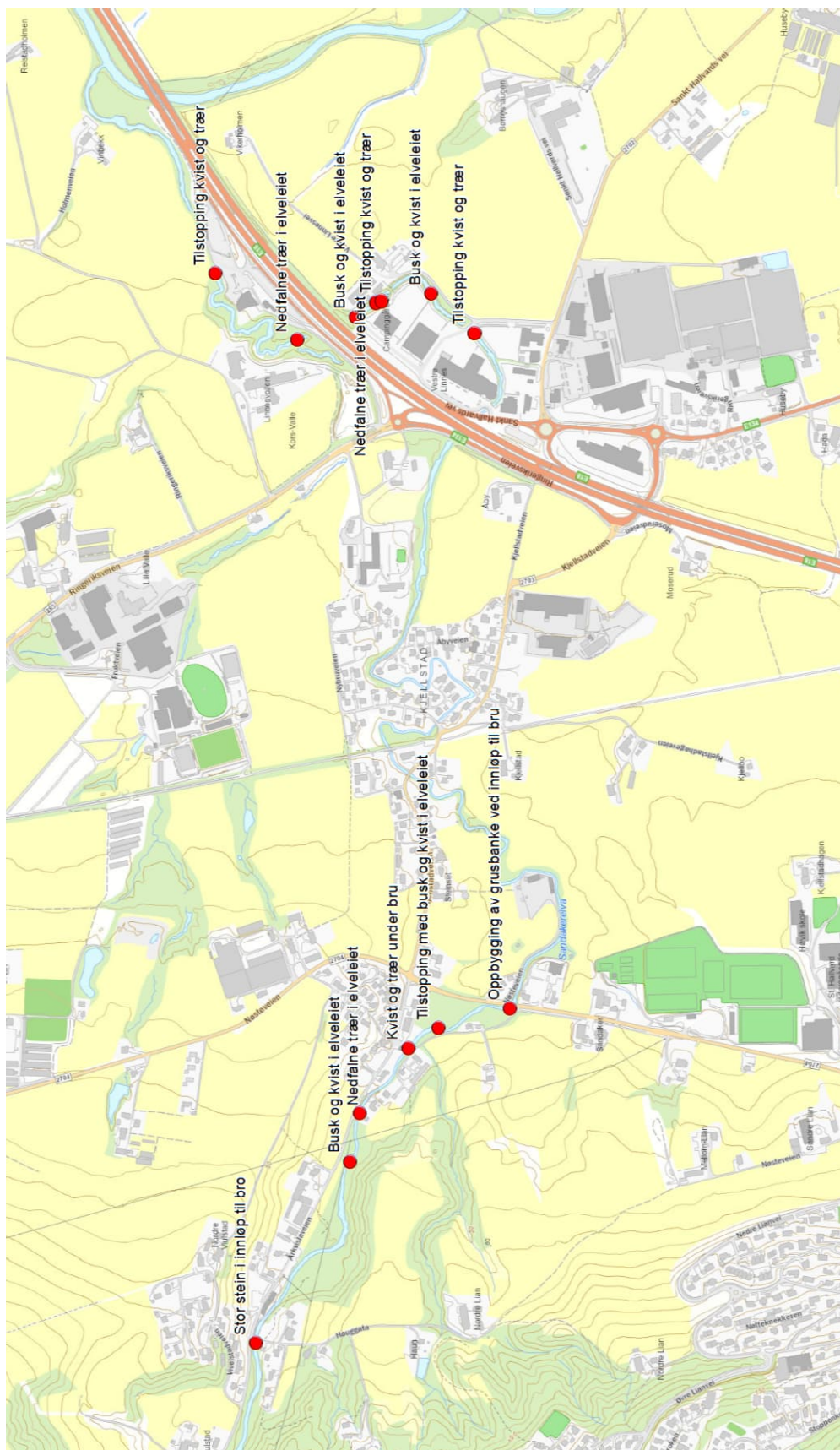
Utbedring av dette er tiltak som raskt kan gi bedre forhold for flomavledningen i vassdraget og redusere skadepotensialet. Rutinemessig vedlikehold og opprydding ved kulvertinnløp er viktige tiltak som bør prioriteres. Som vist nedenfor i foto fra innløpet til Bru 11, nede ved Vestre Linnes gård, fra 2107 og 2024 vil som oftest tilstanden forverre seg fra år til år. Kapasiteten til denne kulverten er nå redusert med mer enn halvparten av den opprinnelige. På flere steder i vassdraget er slike forhold kartlagt. I kart i Figur 10 er det markert steder som har behov for rask opprydding og fjerning av trær, busk eller oppfylte banker med grus.



Figur 8 Innløp til Bru 11 ved Vestre Linnes gård i 2017.



Figur 9 Figur 8 Innløp til Bru 11 ved Vestre Linnes gård i 2024.



Figur 10 Punkter i vassdraget med tilstoppede kulverter/broer, falne trær eller andre forhold som bør ryddes.

De største utfordringene med tilstopping og annet er i den nedre del av vassdraget, fra E18 og nedover mot Lierelva. Dette gjelder spesielt innløpene til Bru 10 og Bru 11 (Figur 9) ved veien til Vestre Linnes gård og innløpet til Kulvert 3, bak Circle K stasjonen ved E18.



Figur 11 Innløp til Kulvert 3 ved Circle K på E18.

Den øvre delen av vassdraget, oppstrøms E18, har i mindre grad tilfeller med slik grov tilstopping. To områder bør imidlertid raskt gjøres noe med da de gir unødvendig stor oppstuvning og konsekvensene kan være store. Dette gjelder en bjelke og kvist som sitter fast under Bru 4, ved Årkvislaveien 5 samt igjenfylling/tilstopping med trær og busker av et flomløp i elven i svingen nedenfor som vist i foto i Figur 12 under.



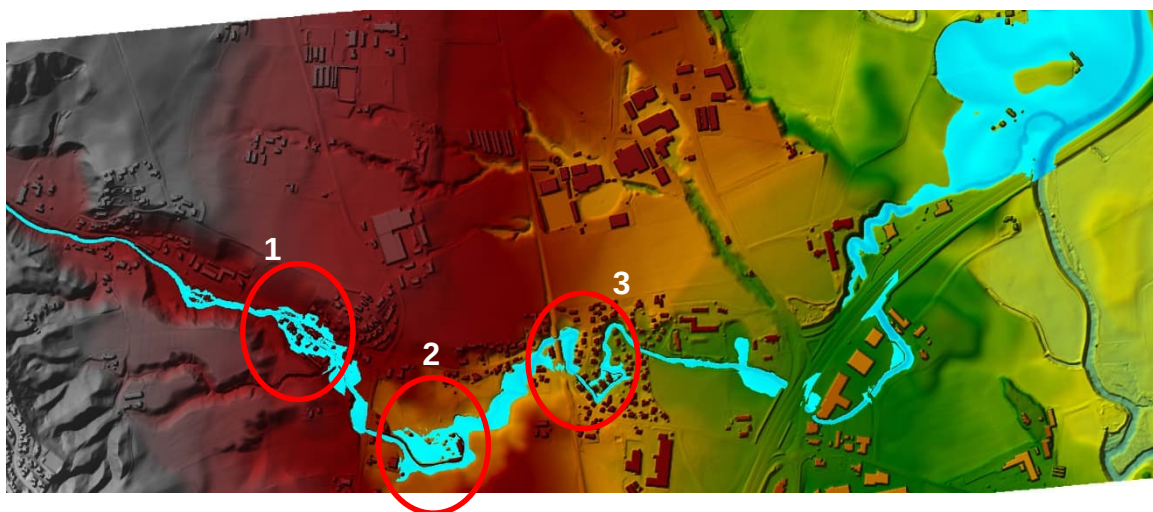
Figur 12 Tilstopping med trær og busk av flomløp i elveleiet nedstrøms Bru 4.

6 Resultat av vannlinjeberegninger – Dagens forhold

Tidligere beregninger og den nå oppdaterte vannlinjeberegningen og flomsonekartet i Figur 13 viser at det er spesielt tre områder med boliger/bygninger som rammes av flomvannstand med skadepotensiale ved en Q200 flom med klimapåslag og for enkelte steder også flommer med lavere gjentaksintervall. Spesielt boligområdet og bygningene på vestsiden av Årkvislaveien (område 1) er utsatt.

Modelleringene viser også at oversvømmelser kan forventes på deler av strekningen allerede fra vannføringer helt ned mot 10 års gjentaksintervall. Dette er vannføringer tilsvarende omtrent halvparten av som kan forventes ved en 200 års flom med klimapåslag.

Nedstrøms, ned mot kryssing av E18 er elveleiet og kulvertene tilstrekkelig for å håndtere en 200 års flom tillagt klimapåslag. Et unntak er gårdene ved Vinbekk og Reistadholmen helt nede ved samløpet med Lierelva. Dette skyldes imidlertid flom og den medfølgende flomvannstanden i Lierelva og er ikke forårsaket av lokale forhold i Sandakerelva.



Figur 13 Sandakerelva ved Q200Klima.

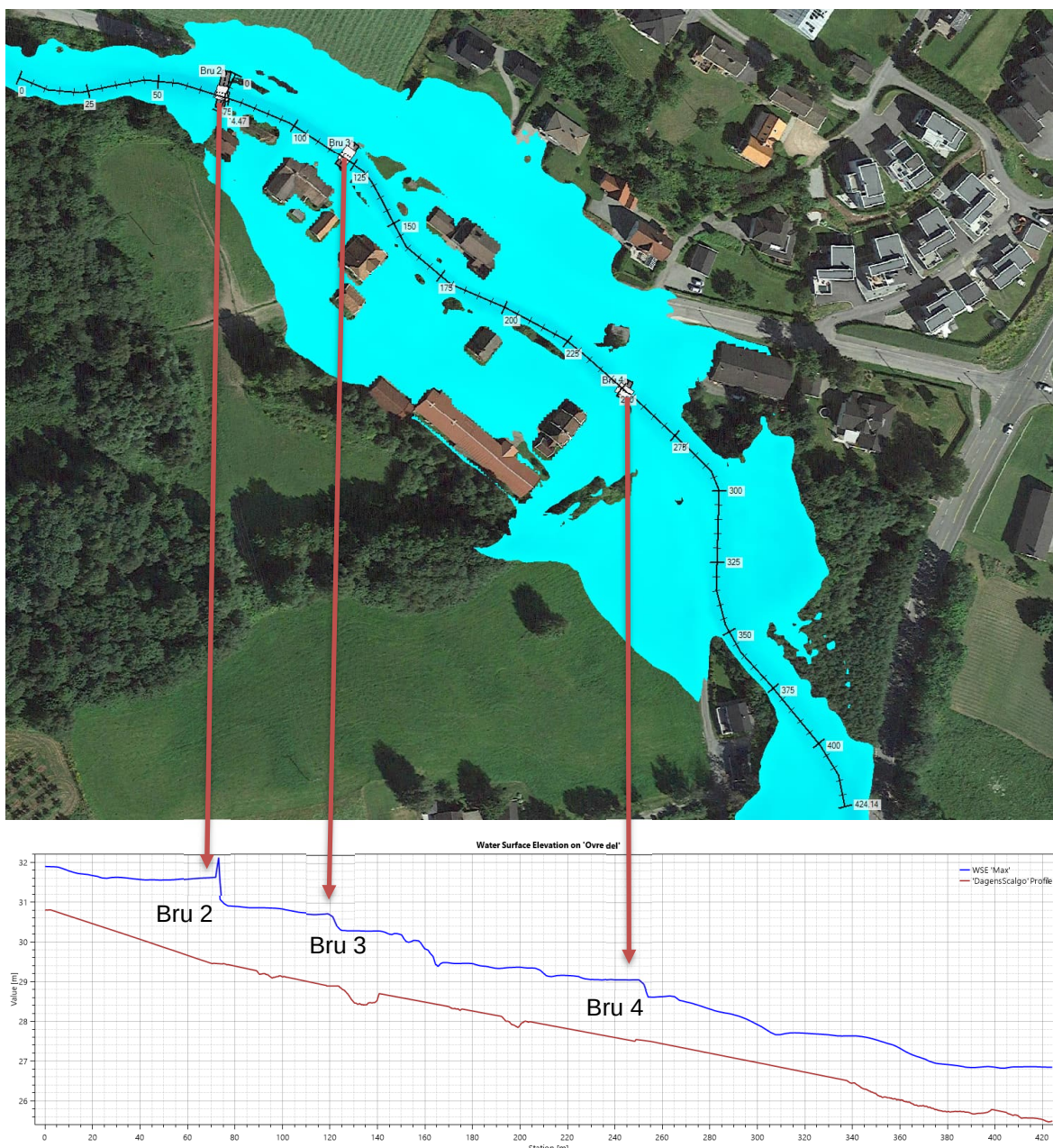
På alle disse utsatte strekningene er Froudetallet under 1. Det vil si at det er forhold i elveløpet på stedet, eller nedstrøms denne, som vil være av betydning for vannstanden. Oppstrøms forhold vil da være av ingen eller liten betydning. Det kan være et unntak for dette forholdet, og det er hvis oppstrøms forhold gir såpass oppstuvning at vannføringen videre nedover fordrøyes.

Hadde Froudetallet vært høyere enn 1 kan oppstrøms tiltak være av betydning for å redusere vannstanden nedstrøms.

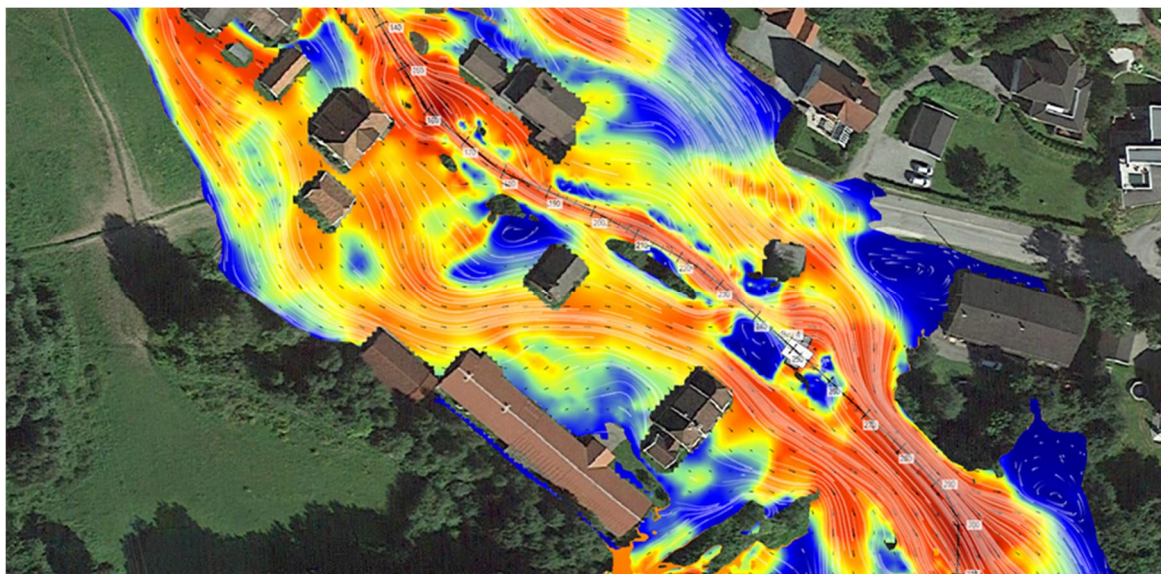
6.1 Område 1

Hver av broene gir et vannstandssprang oppstrøms stort sett tilsvarende tykkelsen på brodekket som vist nedenfor i Figur 14.

Oversvømte arealer har vanndybder på 10-40 cm, men med vannhastigheter opp mot 1,5 m/s (Figur 15) som også kan gi muligheter for erosjon i områder utenfor elveleiet.

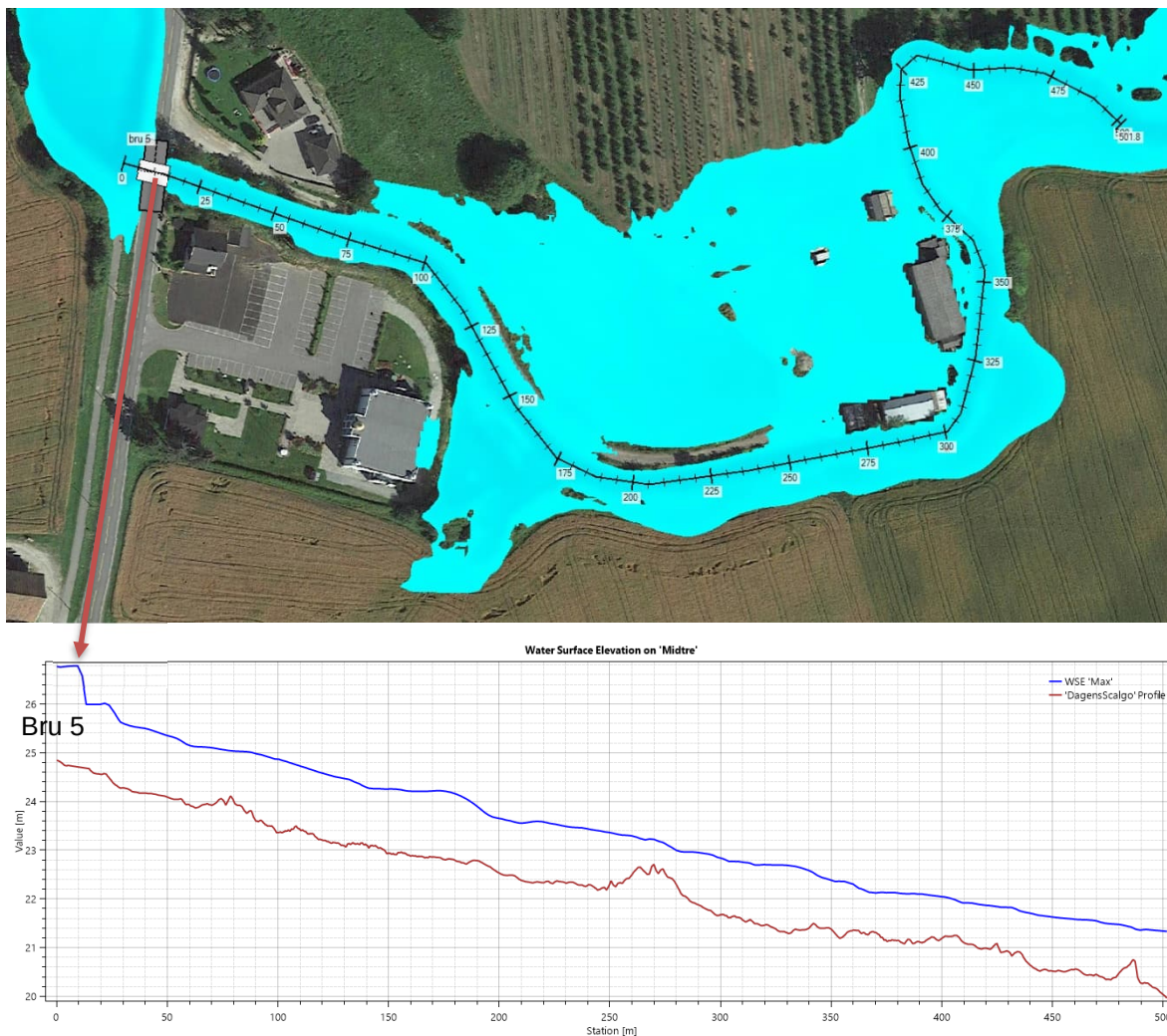


Figur 14 Beregnet vannutbredelse og vannlinje ved en Q200 flom med klimapåslag ved område 1.



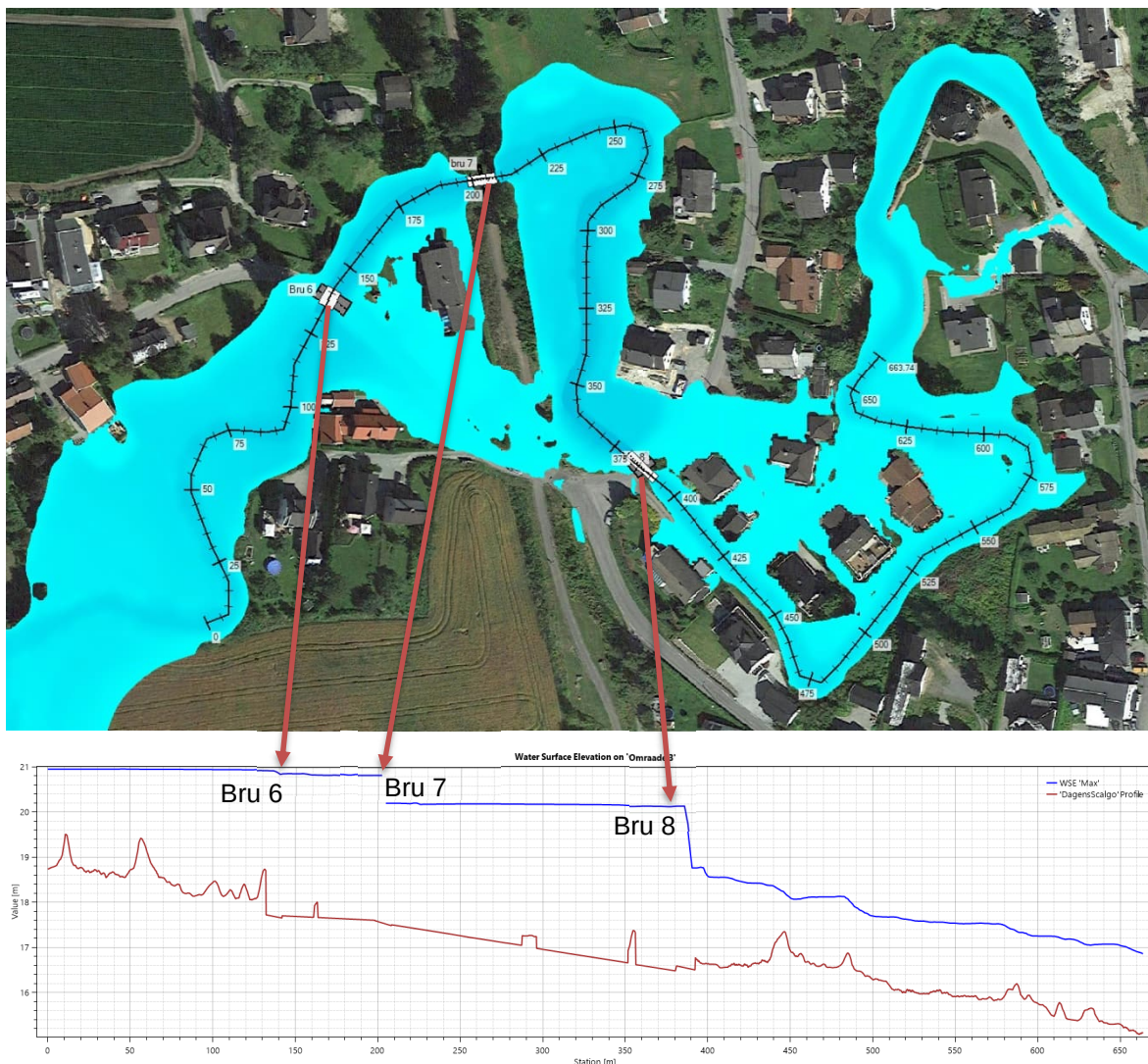
Figur 15 Vannhastigheter og vanndekt areal ved område 1 ved en Q200 flom med klimapåslag.

6.2 Område 2



Figur 16 Beregnet vannutbredelse og vannlinje ved en Q200 flom med klimapåslag ved område 2.

6.3 Område 3



Figur 17 Beregnet vannutbredelse og vannlinje ved en Q200 flom med klimapåslag ved område 3.

På alle disse utsatte strekningene er Froudetallet under 1. Det vil si at det er forhold i elveløpet på stedet, eller nedstrøms denne, som vil være av betydning for vannstanden. Oppstrøms forhold vil da være av ingen eller liten betydning. Det kan være et unntak for dette forholdet, og det er hvis oppstrøms forhold gir såpass oppstuvning at vannføringen videre nedover fordrøyes.

Hadde Froudetallet vært høyere enn 1 kan oppstrøms tiltak være av betydning for å redusere vannstanden nedstrøms.

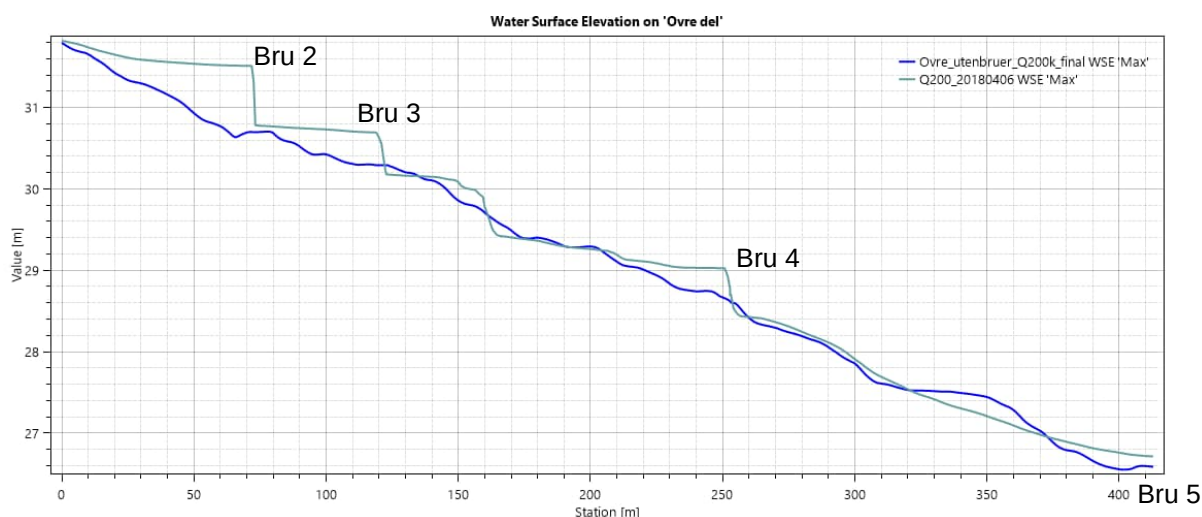
7 Vurdering av potensielle tiltak

Det er gjort en vurdering av en lang rekke mulige tiltak, både enkeltstående og kombinerte løsninger for å søke å finne den best mulige løsningen. Det er sett på muligheter og potensielle løsninger for hvert enkelt av de utsatte områdene 1-3.

7.1 Område 1

Det er sett på løsninger ved å fjerne broer og/eller heve brodekker, bygge flomvoller, heve terreng eller vei, utvide/senke elveløpet på strekningen hvor vannstanden under flom i dag utgjør en risiko. Dette gjelder på strekningen fra rett oppstrøms bru 2 ved Årkvislaveien 17 og ned til og med bru 4 ved til Årkvislaveien 5 som vist i Figur 14.

Bru 2 påvirker vannstanden ca. femti meter oppstrøms som vist i Figur 18. Ovenfor dette vil ikke tiltak ved denne broen ha noen påvirkning. Eventuelle tiltak lenger nede, i Bru 5 ved kryssingen ved Nøsteveien (FV2704), vil heller ikke ha noen effekt på området med oversvømmelser.



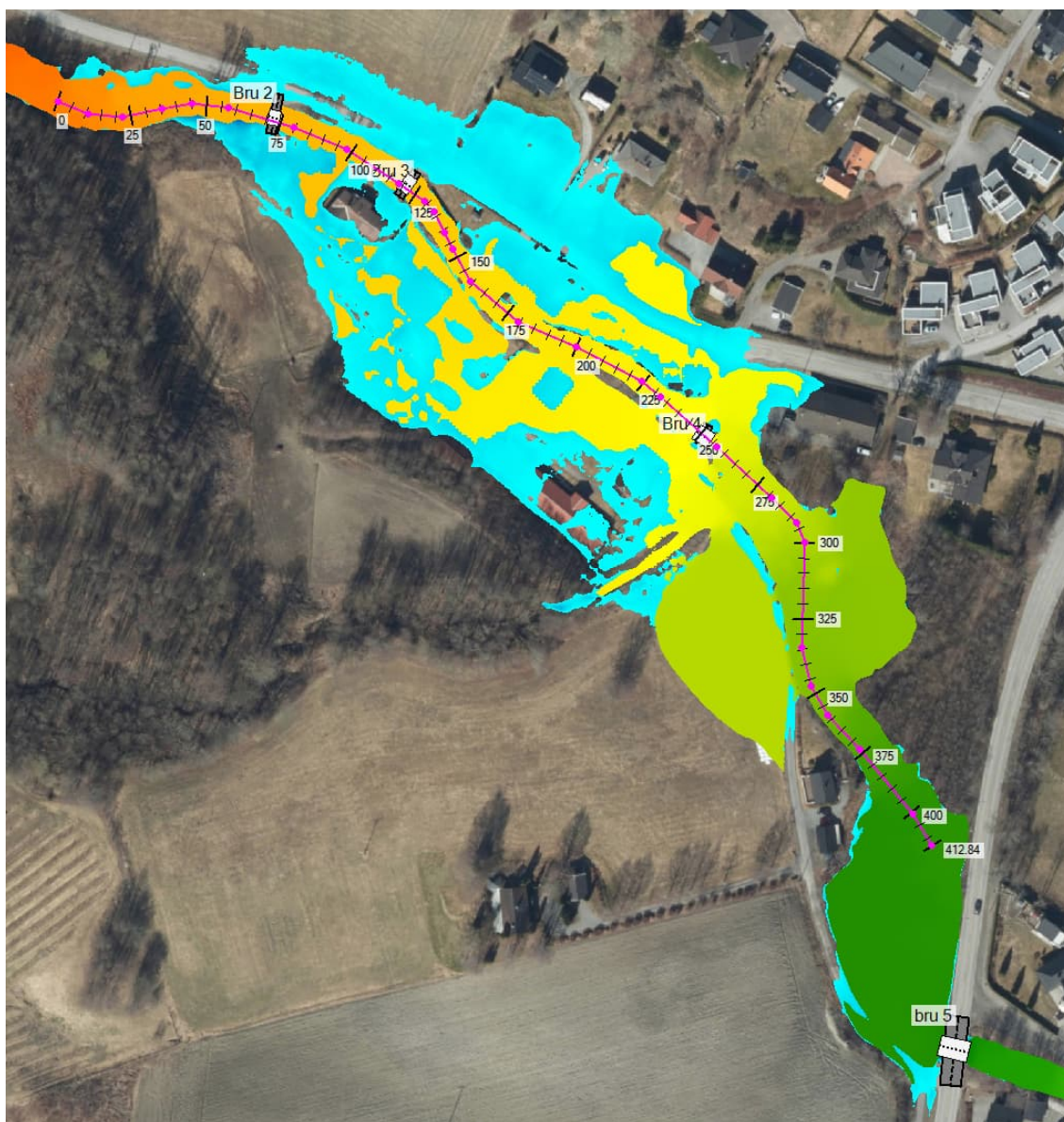
Figur 18 Reduksjon i vannstand for Q200Klima ved å fjerne brodekke (eller heve den over maksimal vannstand) (blå linje). Grønn linje er Q200klima ved dagens forhold.



Figur 19 Flomutbredelse Q200Klima ved heving av Bru 2 og Bru 3.

Fjernes bruene 2-4 (dvs. heves over maksimal flomvannstand) påvirkes flomutbredelsen som vist nedenfor i Figur 20. Flomutbredelsen ved et slikt tiltak reduseres betraktelig, men det vil fortsatt være punkter langs elvebredden som ligger for lavt. Heving av bru/brudekke er mest effektivt for Bru 2 og bru 3 som vist ovenfor i Figur 19. I tillegg bør det heves noe terreng på vestsiden oppstrøms Bru 3.

Disse broene er forholdsvis enkle konstruksjoner med bærende I-bjelker av stål under brodekke av tre. Ved heving må innfestingspunktet på hver bredd heves og veibane inn mot disse tilpasses.



Figur 20 Flomutbredelse Q200Klima (dagens forhold i blått). Forhold med hevede brodekker i gult/grønt.

Denne typen tiltak er ikke tilstrekkelig nede ved Bru 4. Her vil det eventuelt også være behov for andre tiltak i tillegg. Det er sett på muligheten for å senke elvebunnen på strekningen, men fordi elveløpet vider seg ut jo høyere i elvetverrsnittet man kommer (V-snitt) så vil man ha generelt ha behov for å senke elveløpet ca. 3 ganger så mye som behov for ønsket effekt. Dvs. man må senke bunnen med 75 cm for å senke vannstanden med 25 cm.

Modellering viser at selv med en slik senkning på 75 cm vil dette gi en viss overtopping av Bru 4 og noe oppstuvning oppstrøms. Dette vil gi et utbredelses og strømningsmønster som vist nedenfor i Figur 21.



Figur 21 Flomutbredelse ved Q200Klima med senket elvebunn.



Figur 22 Flomutbredelse ved Q200Klima med hevet bro og mindre flomvoller på strekningen.

En annen løsning kan være å heve broen, brodekket og veitilknytningen noe og samtidig etablere enkle flomvoller på strekningen rett oppstrøms bru 4. Heving av broer er i størrelsesorden +35-+50 cm. Det samme gjelder nødvendig høyde av flomvoller på strekningen.

Heving av Årkvislaveien ligger inne som et pågående prosjekt hos Lier kommune, godkjent i kommunestyret den 8.9.2020 (Saksnummer 105/2020). Ifølge denne planen skal Årkvislaveien oppgraderes mellom Nøsteveien og Årkvisla inkludert ny bru ved kryssingene av Eikdambekken. I denne planen ligger det inne en heving av veibanen med opptil 55 cm på strekningen opp mot Årkvislaveien 16.

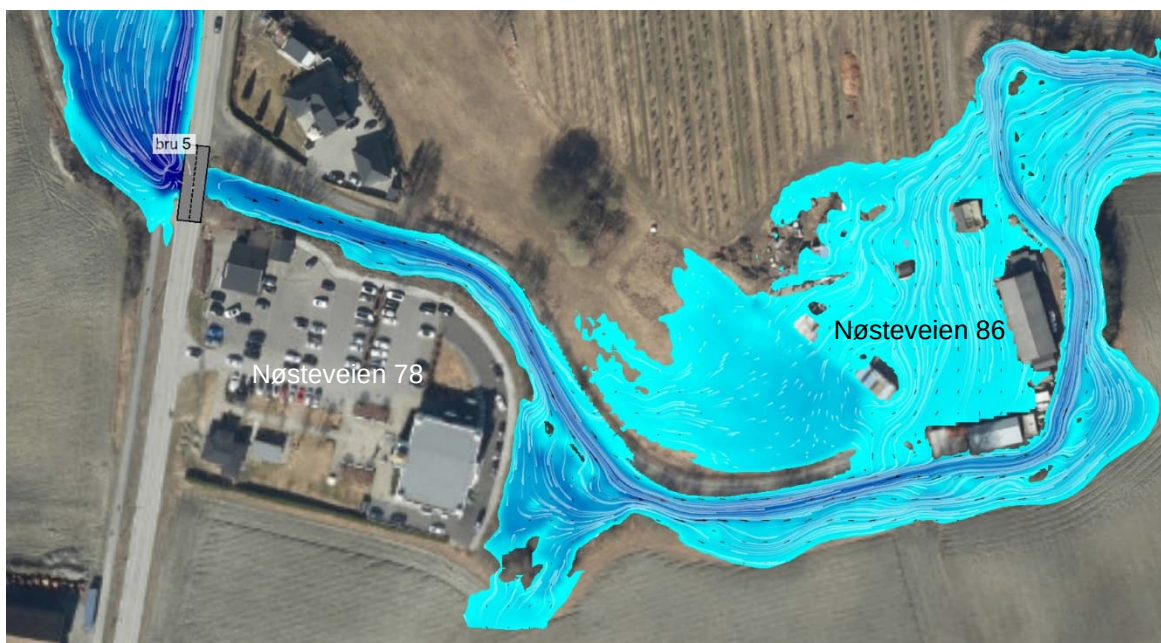
Heving av veien gir en barriere som hindrer direkte oversvømmelse nord for Årkvislaveien, men løsningen er permeabel og det vil sakte strømme vann gjennom barrieren til lavpunkter² på andre siden. Flomtoppen anses å være rimelig kortvarig og mengden vann som vil sige igjennom vil sterkt redusert i forhold til tidligere.

Samtidig med et slikt tiltak bør kryssende broer til eiendommene på andre siden av elven heves for å få full effekt av tiltaket.

² Lavpunkt er områder som ligger lavere enn flomvannstand i elva, men uten direkte forbindelse.

7.2 Område 2

Dette er nedstrøms Bru 5 og ned mot svingen ved Nøsteveien 86. Flombredelsen ved Q200Klima er vist i Figur 23.

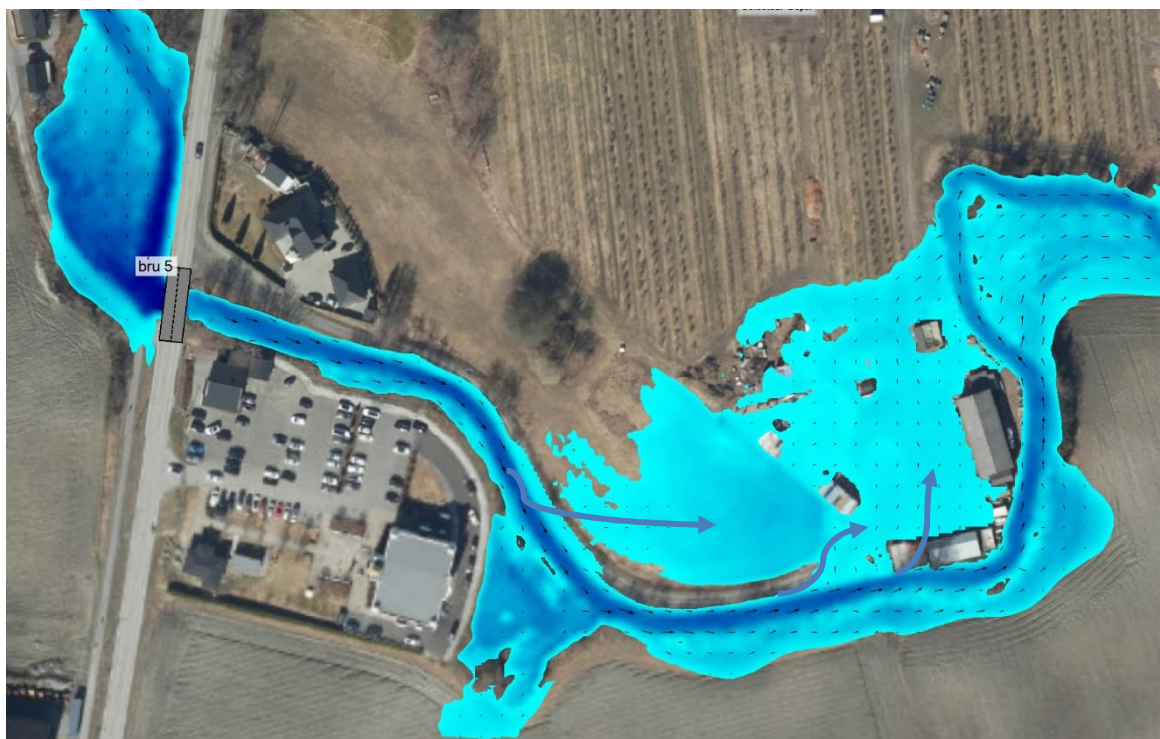


Figur 23 Flombredelse og strømningsmønster for Q200Klima i område 2 under dagens forhold.

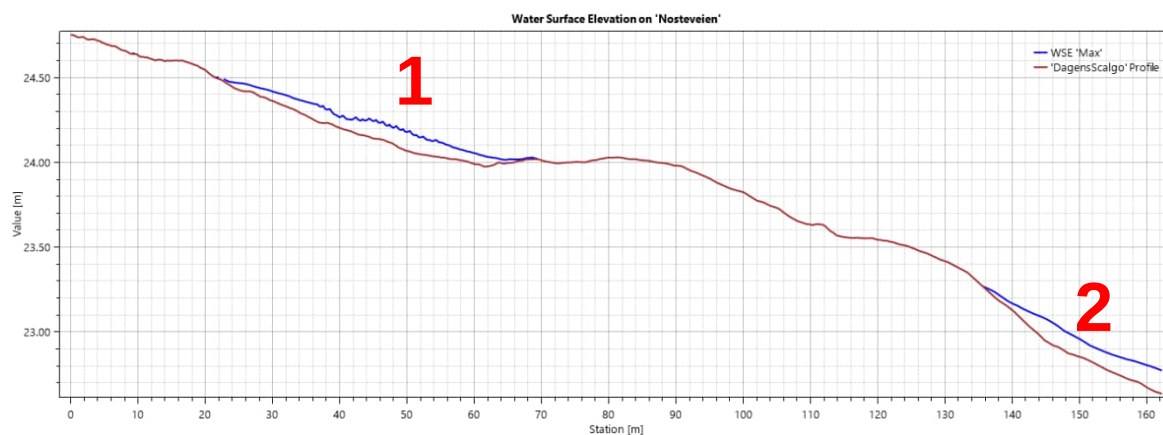
Ved stigende vannføring ($> 16 \text{ m}^3/\text{s}$ tilsvarende dagens Q200 flomnivå) overtopper vannet først gårdsveien nede ved Nøsteveien 86 (Figur 24) og deretter litt lenger oppe i veien når vannføringen øker opp mot $20 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figur 25).



Figur 24 Flombredelse ved Q200 ($16 \text{ m}^3/\text{s}$)



Figur 25 Flomutbredelse ved $> Q200$ ($20 \text{ m}^3/\text{s}$).

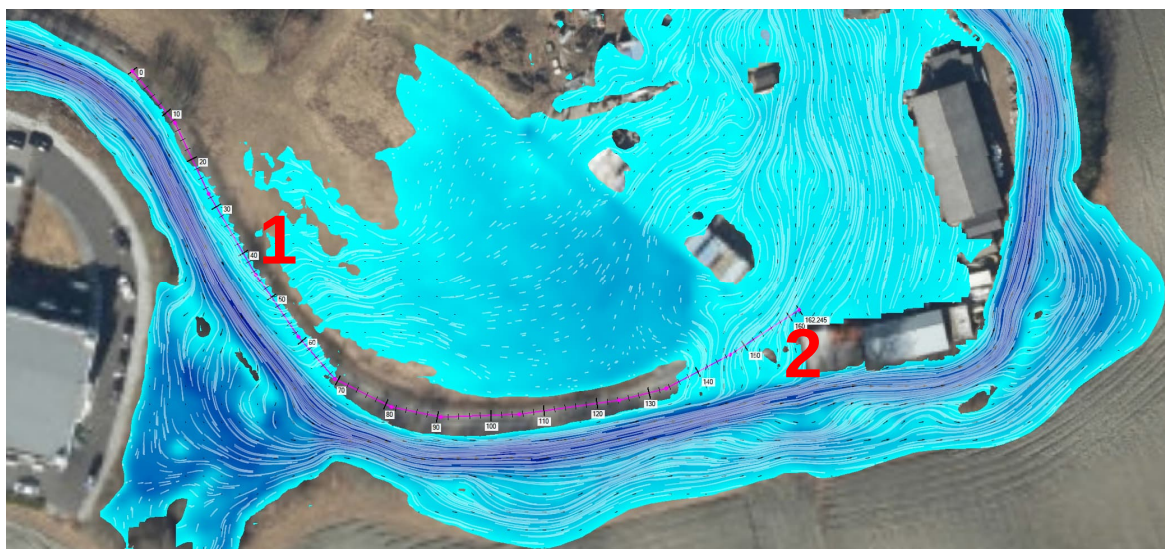


Figur 26 Vannstand langs Nøsteveien ned mot Nøsteveien 86

For å sikre mot oversvømmelse inn mot eiendommen Nøsteveien 86 vil det være tilstrekkelig å heve veien på to partier. Det øvre partiet (1) er ca. 100 meter langt og trenger kun å heves 10-20 cm som vist nedenfor i Figur 26. Ned mot de første bygningene hvor veien svinger inn på gårdstomten vil det være mer naturlig å lage en mindre flomvoll på yttersiden av bygningene mot elven, i innersvingen. Lengden på denne vil være 80-100 meter og med beskjedne høyde på maksimalt 50 cm. Vannhastighetene vil være lavere i innersvingen og det vil derfor også være et redusert behov for erosjonssikring av dette tiltaket.

Med slike tiltak vil dette området være sikret mot Q200klima. Flomsonekart for Q200klima med foreslåtte tiltak er vist i Figur 28.

Denne gårdsveien er privat, og grunneier er ansvarlig for tiltak. Eiendommen i Nøsteveien 78 har allerede i dag en flomvoll i øst som beskytter mot flomstigning i Sandakerelva.



Figur 27 Profilinje langs veien ned mot eiendommen Nøsteveien 86 ved Q200klima. Områder med behov for tiltak merket 1 og 2 og beskrevet i tekst ovenfor.

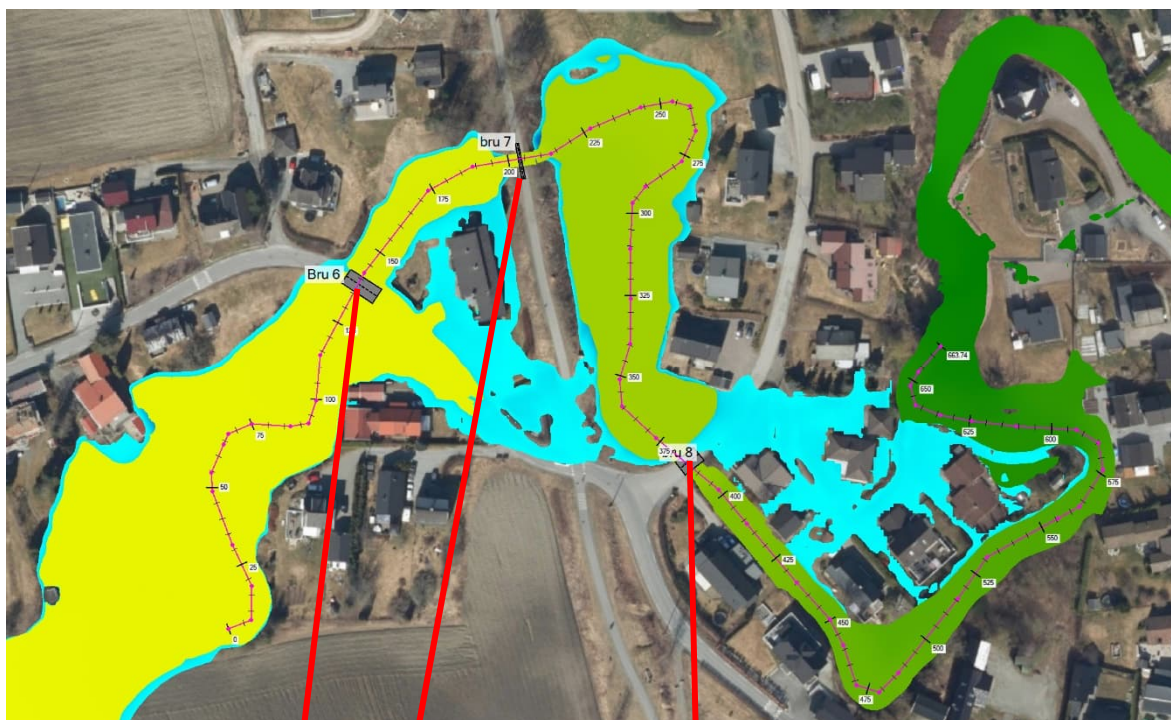


Figur 28 Flomutbredelse ved Q200klima etter foreslåtte tiltak med heving av vei og flomvoll.

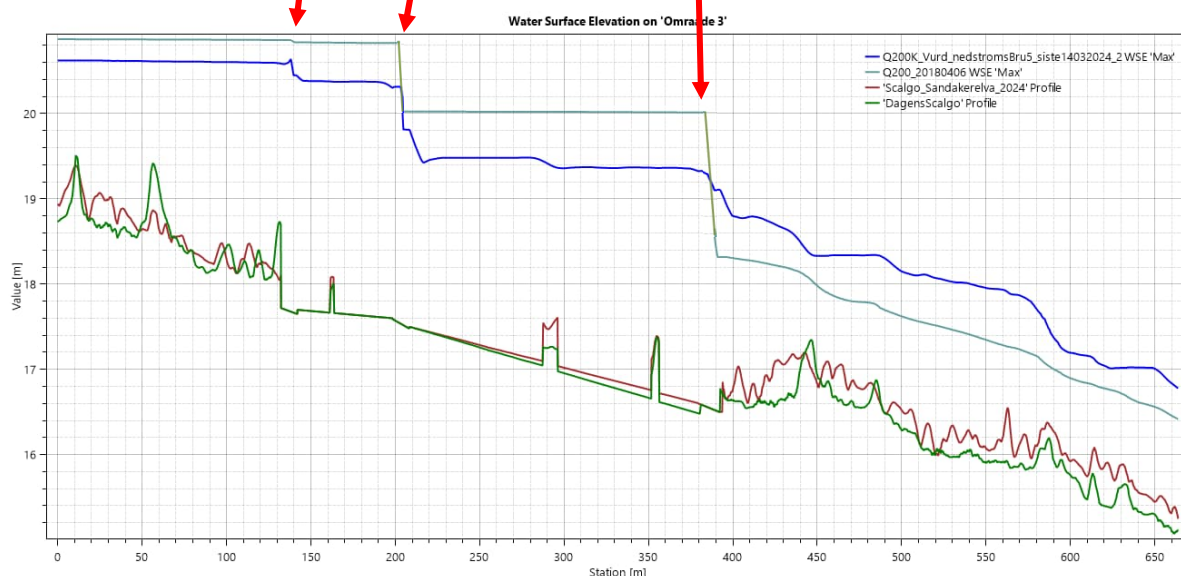
7.3 Område 3

Ett hovedgrep kan gjøres for å bedre situasjonen vesentlig i dette området.

I dag vil hus og eiendommene i Kjellstadveien 4-8 oversvømmes fordi Nybruveien overtoppes grunnet manglende kapasitet i kulverten, Bru 8, som vist nedenfor i Figur 29. Økes denne kapasiteten ved å bytte ut den eksisterende kulverten med en broløsning med lysåpning på minimum 5 meters bredde vil dette gi redusert oppstuvning oppstrøms Nybruveien og overtoppingen av veien vil unngås. I tillegg vil denne løsningen også redusere vannstandsstigningen vesentlig også langt oppover elven.



Figur 29 Q200Klima før tiltak i blått. Etter tiltak med bytte av kulvert i Bru 8 i gult/grønt.



Figur 30 Vannlinje før og etter tiltak ved å øke kapasitet ved Bru 8.

Tiltaket vil redusere vannstanden oppstrøms med;

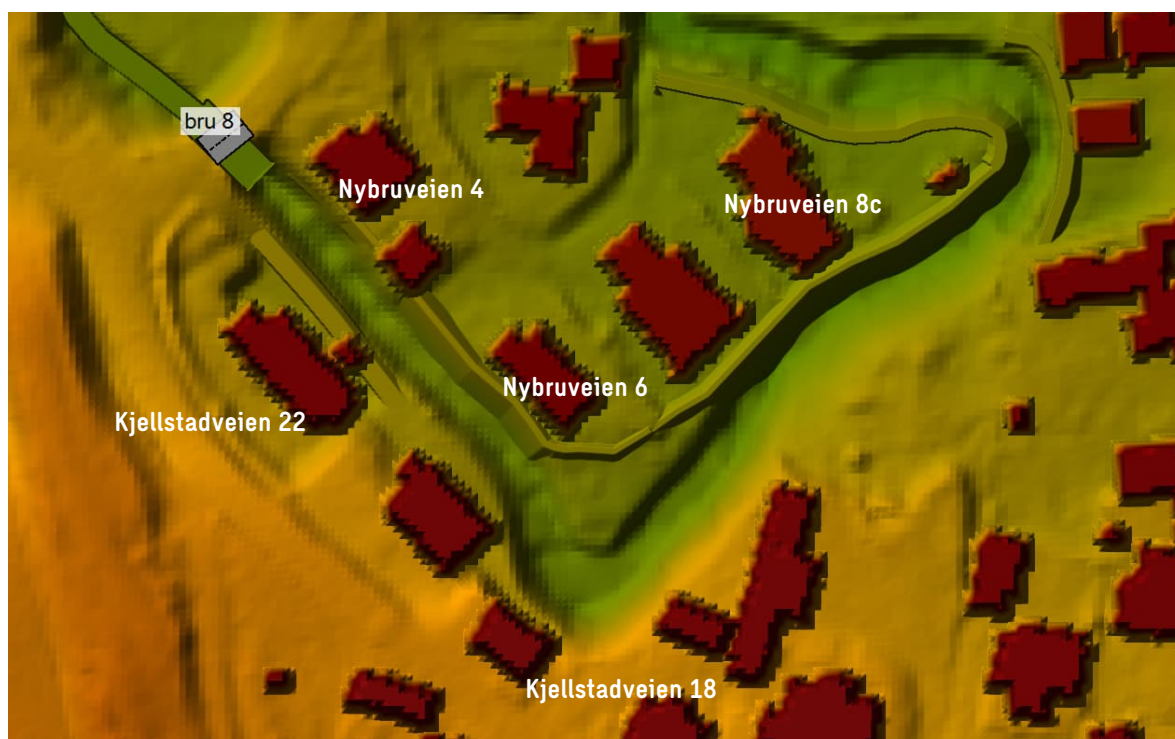
- 65 cm oppstrøms Bru 8
- 45 cm oppstrøms Bru 7
- noe mer enn 25 cm oppstrøms Bru 6

Vannstandsendingene er vist i Figur 30. Dette reduserer behovet for å gjøre andre tiltak oppstrøms den gamle jernbanebruen for å unngå at flomvannstanden berører hus på eiendommene Kjellstadveien 28 og 33, slik det vil gjøre for en 200 års flom med klimapåslag under dagens forhold.

Bru 6 vil derimot fortsatt overtoppes og Kjellstadveien må stenges under ekstreme flommer, men ingen bygninger berøres. Ønskes det i tillegg å øke kapasiteten i Bru 6 kan dette gi ytterligere 15-20 cm lavere vannstand oppstrøms. Dette kan muligens gjøres ved å heve hele bæring og veidekke på broen. Dette er ikke vurdert noe videre da det finnes potensielle omkjøringsmuligheter som kan benyttes under ekstreme flomhendelser.

Økt kapasitet under en eventuell ny broløsning vil derimot gjøre at vannmengden, som ved en Q200Klima flom i dag vil overtoppe veibanen og renne direkte ned mot boligene nedenfor, vil følge hovedløpet i Sandakerelva. Dette vil gi noe økt vannstand og økt vannhastighet på strekningen nedenfor broen. Som vist i Figur 30 kan dette utgjøre om lag 50 cm økt vannstand.

For å unngå at denne økte vannføringen og vannstanden i hovedløpet tar veien inn i boligfeltet må breddene forsterkes og forhøyes noe. Rett nedstrøms broen må det gjøres på begge sider. På sørsiden må dette gjøres ved å heve høyden på nedkjørselen til eiendommen i Kjellstadveien 22. Lenger nede er det kun behov på nordsiden av elveløpet. Foreslåtte flomvoller/flomsikring er vist i terrengmodellen i Figur 31 og et eksempel på utforming i Figur 32.

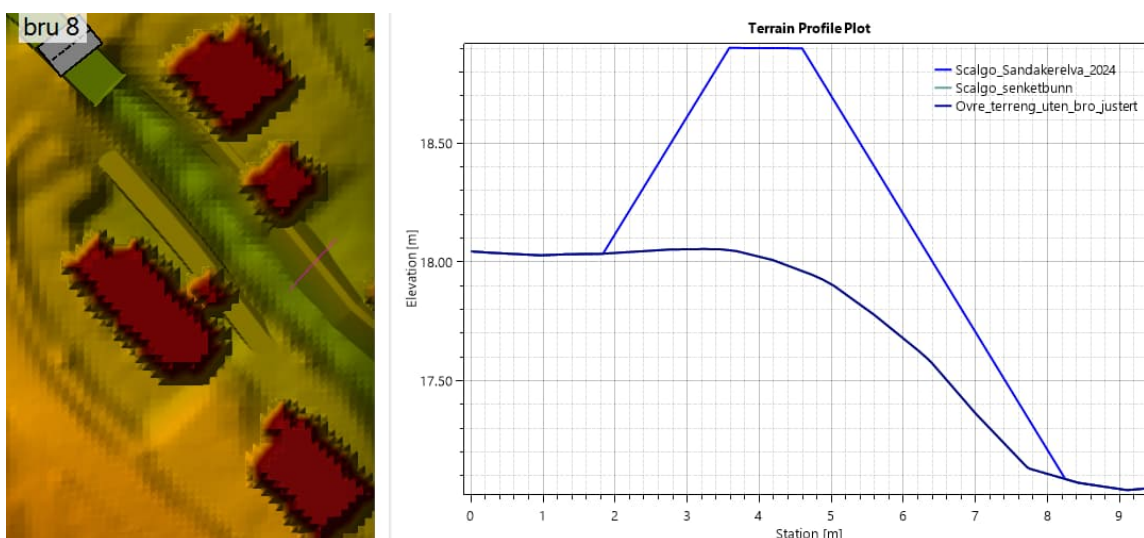


Figur 31 Foreslåtte flomvoller i område 3.

Høyden på flomvollene vil ligge på mellom 50-100 cm for å unngå overtopping. På deler av arealet kan man også vurdere en generell terrengoppfylling eller eventuelt å tilrettelegge terreng slik at det tåler kortvarig oversvømmelse. Dette gjelder spesielt terrenget syd av Nybruveien 6 og øst av Nybruveien 8c.

Det viktige i dette området er å unngå overtopping i den øvre delen av elveleie i området mellom Nybruveien 4 og Nybruveien 6 slik at flomvannet ikke eroderer, bryter igjennom og lager et nytt elveleie mellom husene.

Området har imidlertid en stor utfordring med påvist kvikkleire, som beskrevet senere i kapittel 8, og må utredes mer i detalj enn beskrevet her. Det er svært viktig at dette tiltaket samordnes og prosjekteres i samarbeid med geoteknisk kompetanse.



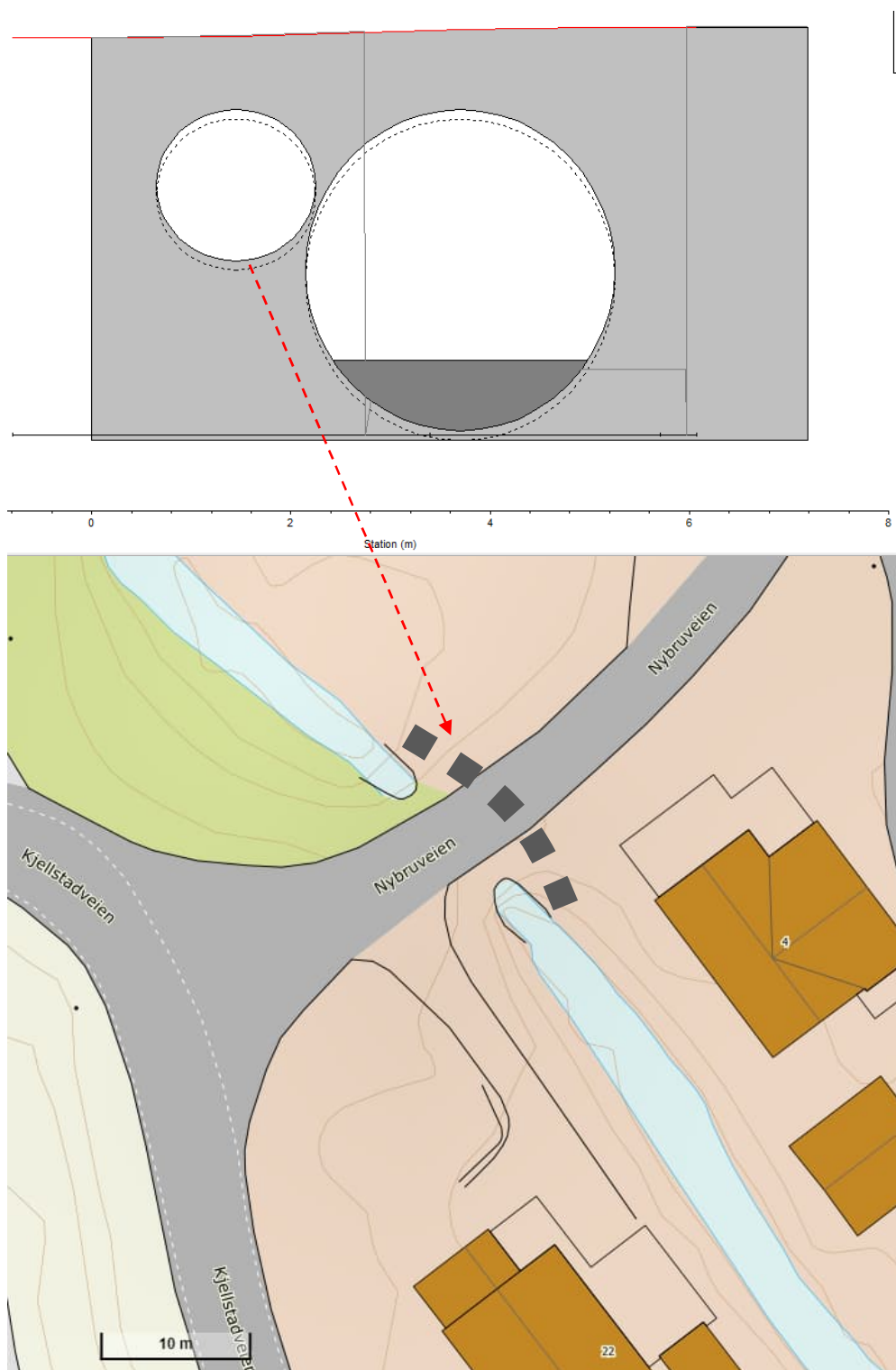
Figur 32 Foreslått flomvoll og sidesikring.

En kapasitetsøkning under Nybruveien kan også løses ved å eventuelt legge et større tilleggsrør på østsiden av eksisterende kulvert som vist i Figur 33. Ved å legge røret slik at det er samme høyde på toppen av eksisterende kulvert vil dette gi noe mindre breddeutvidelse enn en ny bru, men fungere effektivt ved større flommer. Det er god plass til dette på oppstrøms side av Nybruveien, men det er imidlertid svært smalt nedstrøms.

På vestsiden av elven er det muligens fjell og vil være utfordrende med tanke på tilkomsten til eiendommen i Kjellstadveien 22. Flomsikringsmessig bør imidlertid denne adkomsten til Kjellstadveien 22 uansett heves hvis kapasiteten under Nybruveien økes.

Bruk av ekstra kulvertrør på 1600-1800 mm plassert med topp på samme høyde som eksisterende kulvert gir en forskjell på kun 3-6 cm i beregnet vannstand i forhold til en løsning med ny bru. Et slikt tiltak vil nok kunne falle rimeligere enn kostnaden ved en ny bru, men det vil være utfordringer med tilpasninger til terrenget og nødvendig erosjonssikring både på oppstrøms og nedstrøms side av en slik løsning i tillegg til at det er utfordringer med tilfredstillelse av dagens regelverk knyttet til fribord/tilstopningsfare.

Det bør uansett gjøres grunnundersøkelser i området ved bruen for å avklare grunnforholdene og eventuelle utfordringer med kvikkleire. Fundamenteringsløsning av eventuell ny bro vil være svært avhengig av forholdene.



Figur 33 Mulig plassering av ekstra kulvertør (1600/1800 mm)

8 Kvikkleire

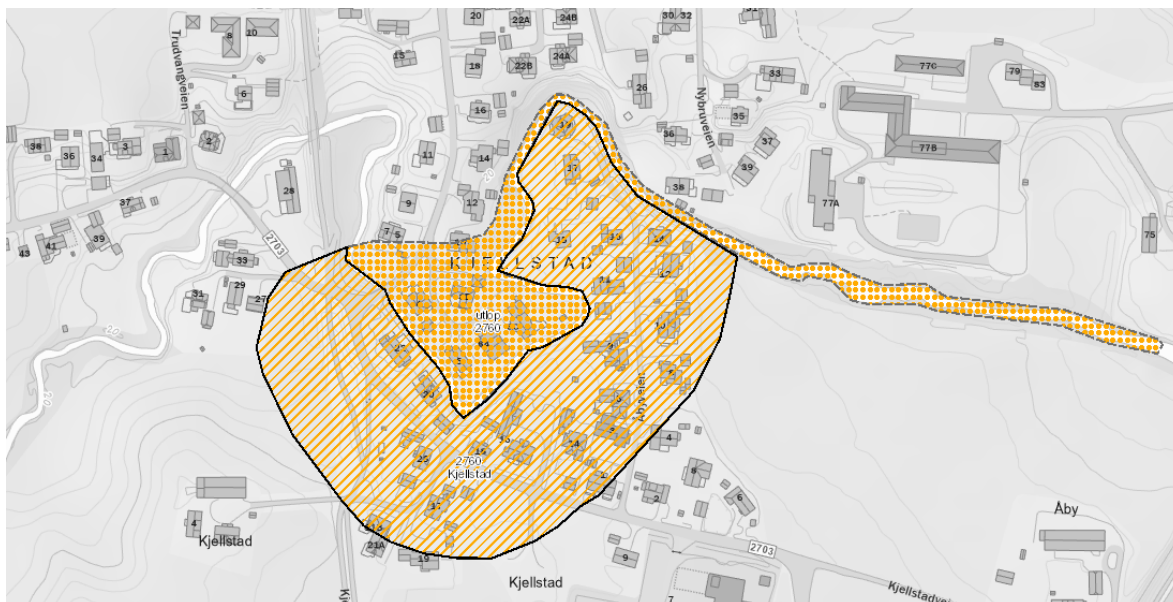
Marin grense ligger på om lag 200 m.oh. i dette området og det er marine avsetninger langs elvedraget. I øvre deler er det hovedsakelig elve- og bekkeavsetninger mens det er marine avsetninger til dels med stor mektighet i elvas nedre del som vist i Figur 34. Områder med marine avsetninger har risiko for kvikkleire.



Figur 34 Løsmassekart fra NGU. Elve- og bekkeavsetninger i gult og marine avsetninger i blått

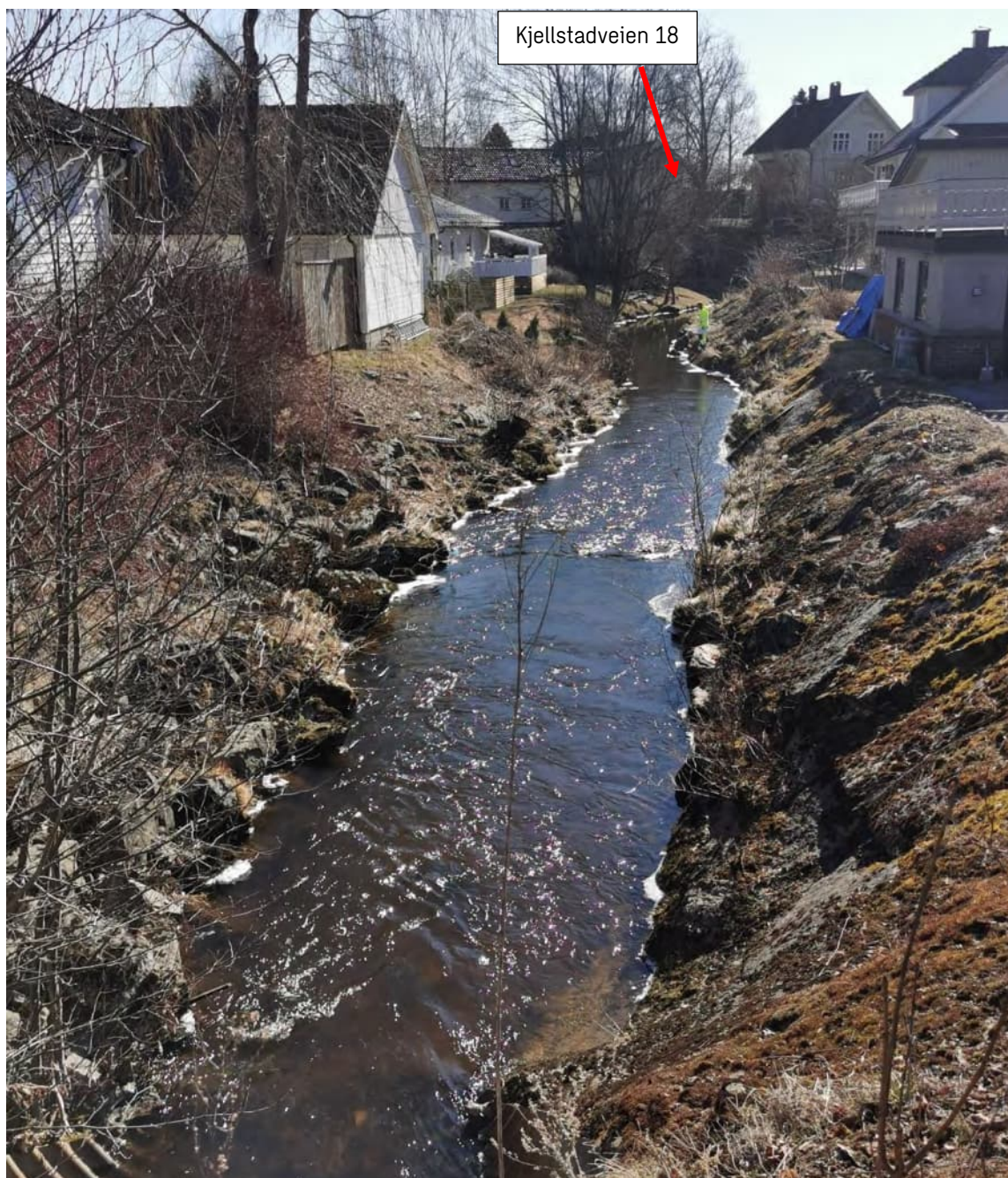
Det er påvist kvikkleire langs Sandakerelva på Kjellstad, nedstrøms bru 8. Faregradsklassen er satt til middels og konsekvensklassen alvorlig (Risikoklasse 4)³.

I forbindelse med planlegging av omsorgsboliger i Kjellstadveien 13 ble det her i 2022 gjennomført grunnundersøkelser på tomten som påviste sprøbruddmateriale i fem meters dybde. Nord for tomten er det avdekket kvikkleire fra ca. tre meters dybde ned til minimum 20 meter. Det antas også at det er kvikkleire i dypere lag. Nærmere Sandakerelva, ved Kjellstadveien 18 er skråningsstabiliteten beregnet og funnet ikke tilfredsstillende. Den anbefales utbedret og det er foreslått motfylling i bekken og kalksementpeler som alternative løsninger.



Figur 35 Kvikkleire. Fra NVEs faresonekart

³ Faregrad er et uttrykk for sannsynligheten for skred, mens konsekvensen angir følgene av et eventuelt skred. Risikoklasse legges til grunn for NVEs prioritering av hvilke faresoner som bør utredes videre for behov for sikring, uavhengig av om det planlegges byggetiltak i disse eller ikke.



Figur 36 Sandakerelva nedstrøms Bru 8. Foto fra (DMR Miljø og geoteknikk, 2022)

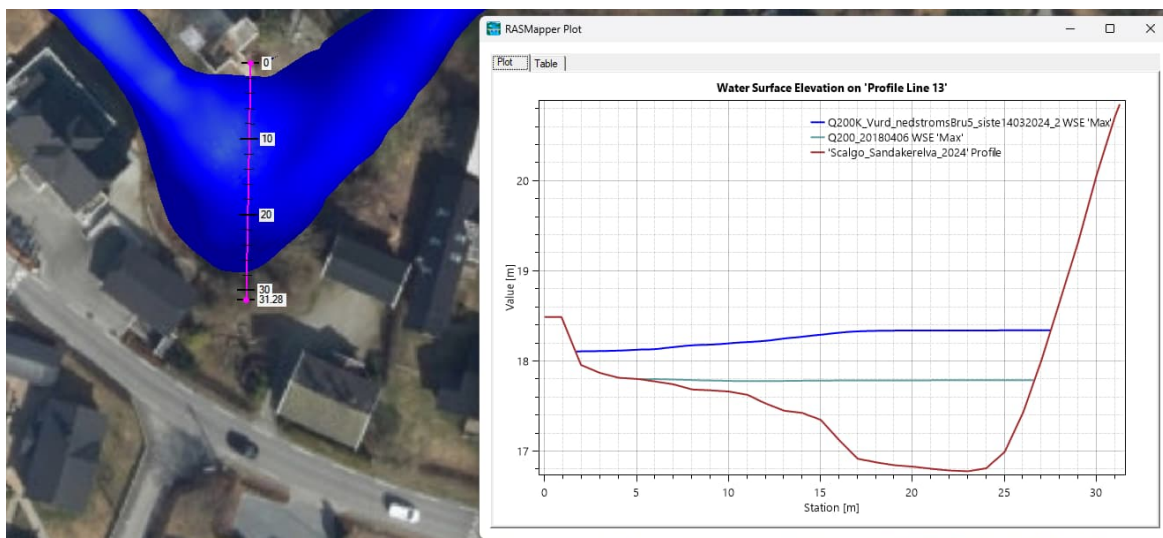
Nedstrøms Bru 8 er store deler av elvekanten langs Sandakerelva plastret som vist i Figur 36. Enkelte plasser hvor det ikke er plastret er det tegn til erosjon. Ved Kjellstadveien 18, markert i figuren under, er det ikke tegn til erosjon nær dagens, da skråningen er delvis plastret. Det var derimot tegn til bevegelse i grunnen, i form av overflateutglidninger langs skråningstopp som vist i det sammenstilte foto for elvesvingen i Figur 39. Her er det også noe skråstilt vegetasjon som kan tyde på sig i massene.

Figur 40 viser vanndeckt areal og strømningsmønster i dette området ved en Q200flom inkludert klimapåslag under dagens forhold. Utilstrekkelig kapasitet i Bru 8 gir oppstuvning og vannstandsheving oppstrøms brua

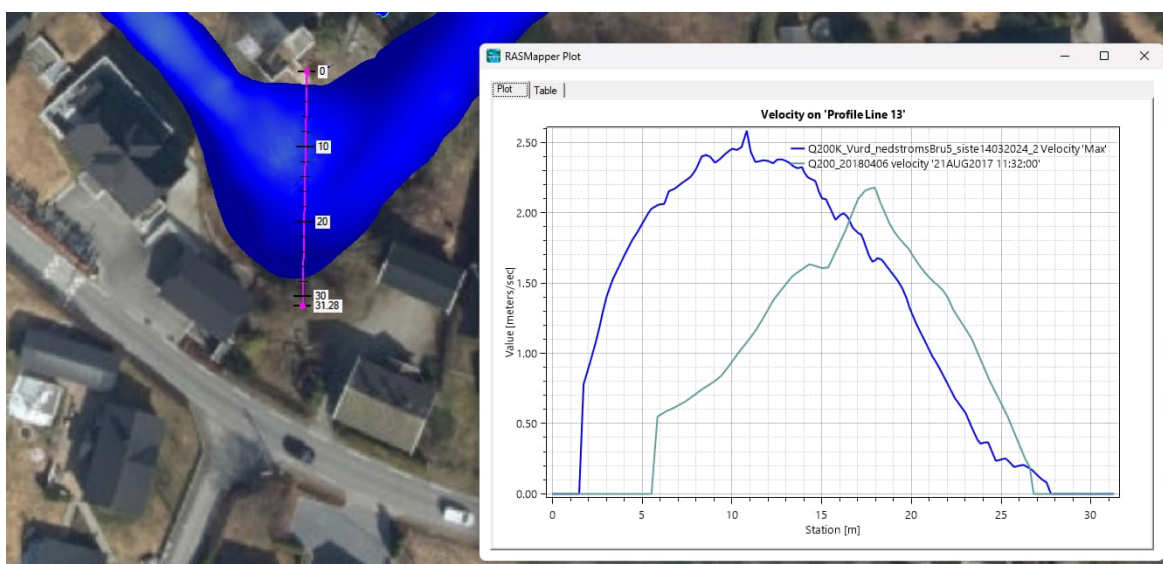
slik at det slutt overtopper Nybruveien og renner utover eiendommene i Nybruveien 4-8. På det meste vil 6-7 m³/s gå denne veien. Dette gir riktignok litt avlastning ved store flommer på den utsatte svingen ved Kjellstadveien 18 men kan ikke anses å være en holdbar løsning på sikt.

Foreslått løsning med utvidelse/bytte av kulvert til en broløsning med bedre kapasitet bedrer oppstrøms forhold betraktelig. Det gjør at vannstanden ikke overtopper Nybruveien, men økt vannføring i hovedløpet gir behov for forsterkning med høyere flomvoller langs nordsiden av Sandakerelva. Økt vannstand og noe høyere vannhastighet også nede i svingen ved Kjellstadveien 18 gir ytterligere behov for forsterkning og erosjonssikring her. Endret vannstand og vannhastighet er vist i hhv. Figur 37 og Figur 38.

Det er svært viktig at dette tiltaket samordnes og prosjekteres i samarbeid med geoteknisk kompetanse.



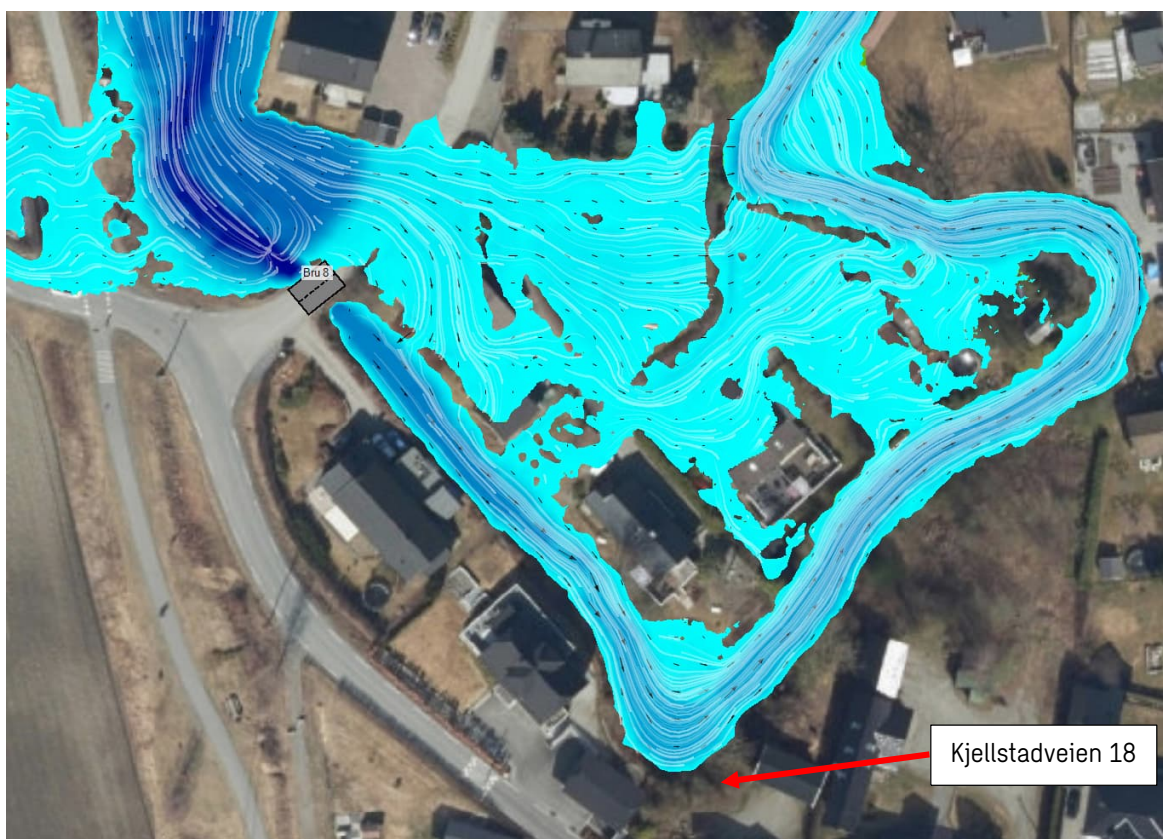
Figur 37 Vannstand ved Q200Klima i elvesving ved Kjellstadveien 18 før (grønn linje) og etter tiltak (blå linje) ved Bru 8.



Figur 38 Vannhastighet ved Q200Klima i elvesving ved Kjellstadveien 18 før (grønn linje) og etter tiltak (blå linje) ved Bru 8.



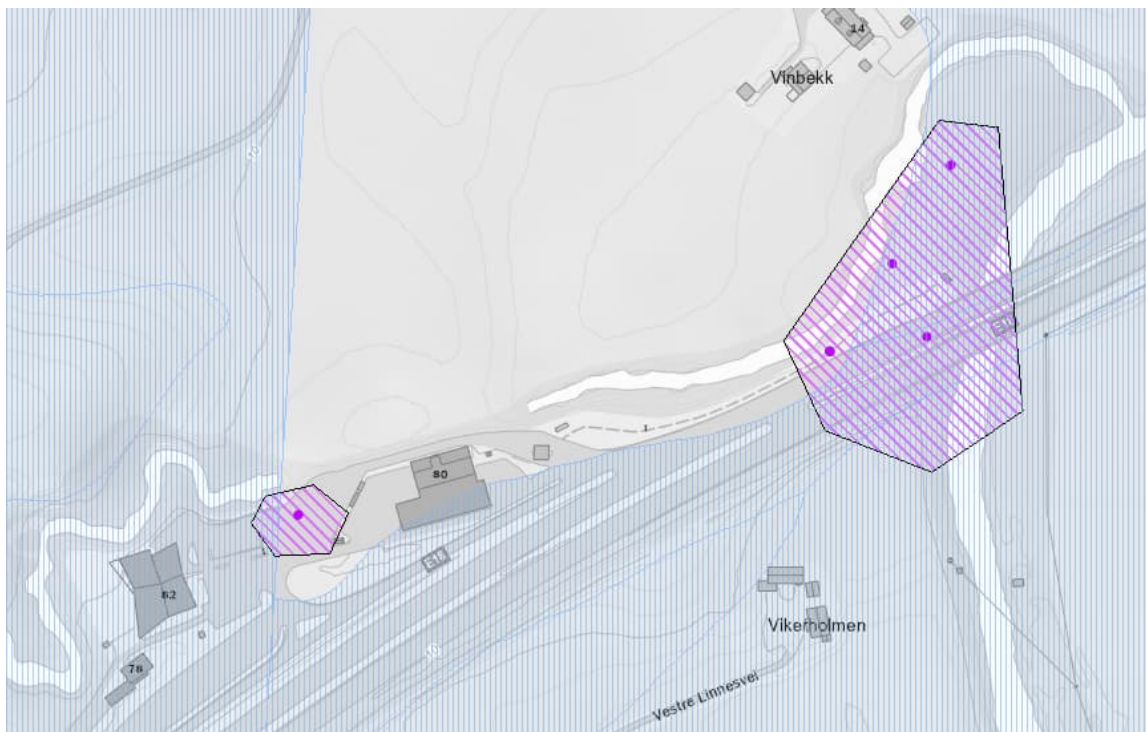
Figur 39 Elvesvingen ved Kjellstadveien 18. Sammensatt kompositt av bilder fra (DMR Miljø og geoteknikk, 2022). Tydelige utglidninger langs skråningstoppen. Nedre elvekant i yttersvingen forsterket med sten.



Figur 40 Område nedstrøms Bru 8 ved Kjellstadveien 18, med vanndekt areal og strømningsmønster ved Q200klima.

Det er også rapportert inn to andre kvikkleirepunkt/kvikkleireområder i nærheten av Sandakerelva noe lenger nedstrøms. Ett punkt nær innløp til lang kulvert nord for Circle K stasjonen nede ved E18 og et

område ved innløpet av Sandakerelva i Lierelva. Det er ikke foreslått noen flomtiltak ved noen av disse punktene.



Figur 41 Kvikkleirepunkt og kvikkleireområde langs nederste del av Sandakerelva.

9 Vann og avløp (VA)

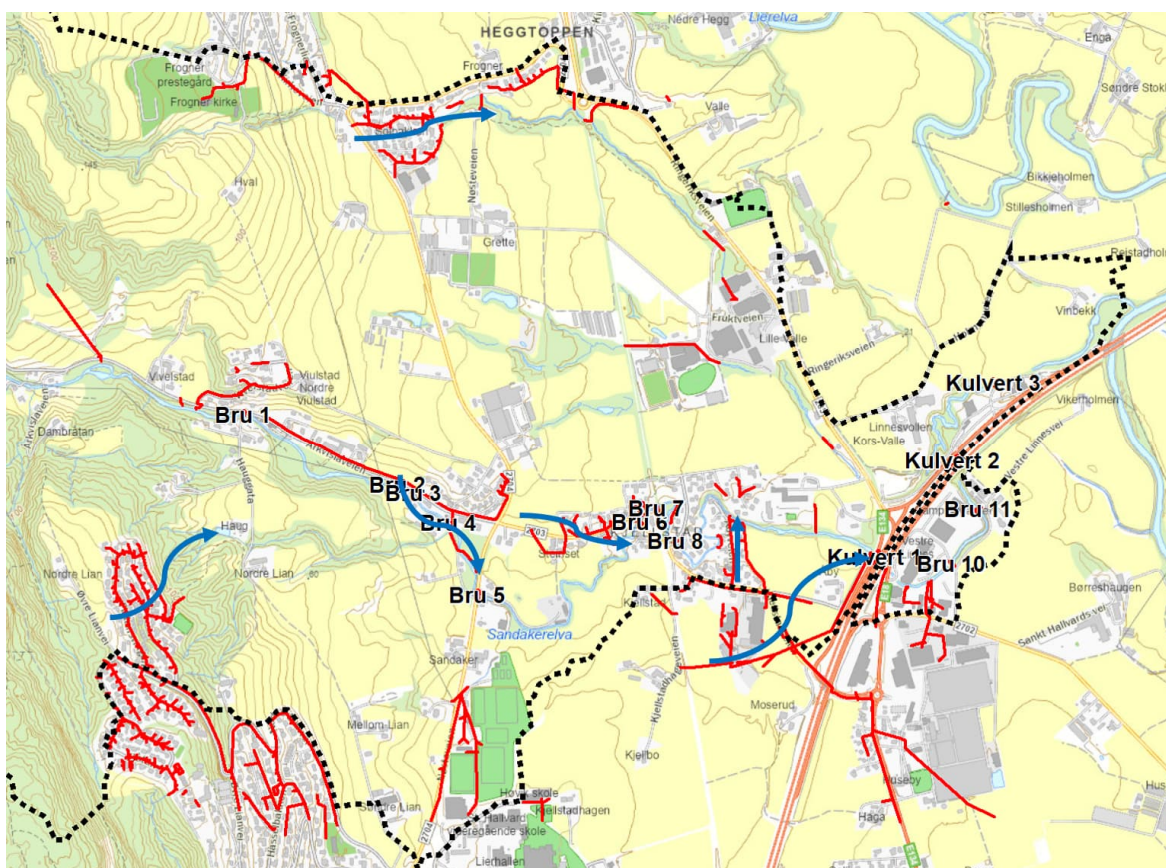
9.1 Overvannsledninger

Sweco har hatt tilgang kommunens VA-data, og har kort vurdert overvannsnett i området. Overvann ledes fra en rekke punkter i de bebygde arealene og inn mot Sandakerelva. Ingen arealer utenfor det naturlige nedbørfeltet overføres inn mot elven i den øvre delen av vassdraget.

Et mindre delfelt på om lag 0,3 km² ved Kjellstad i sør, i nedre del, ledes nordover og inn i Sandakerelva rett oppstrøms «Kulvert 1» ved kryssingen under E18.

Ingen arealer innenfor vassdragets naturlige nedbørfelt ledes ut.

I en flomsituasjon/ nedbørshendelse hvor overvannsnett ikke tar unna (antas fulle/mettet) vil tette flater i de urbaniserte områdene medføre at tilrenningen til elven øker noe. Imidlertid vil nærheten til elva og noe raskere avrenning fra disse urbane arealene gjøre at flomtoppen herfra kommer noe før flomtoppen fra det større naturlige nedbørfeltet. Dette kan slikt sett gjøre den samlede flomtoppen noe mindre. De urbane arealene utgjør imidlertid en forholdsvis beskjeden andel av det totale arealet (~ 2 %), men har en større andel dyrket mark i de nedre deler



Figur 42 Kommunalt overvannsnett i området. Blå piler indikerer drenering av delfelter.

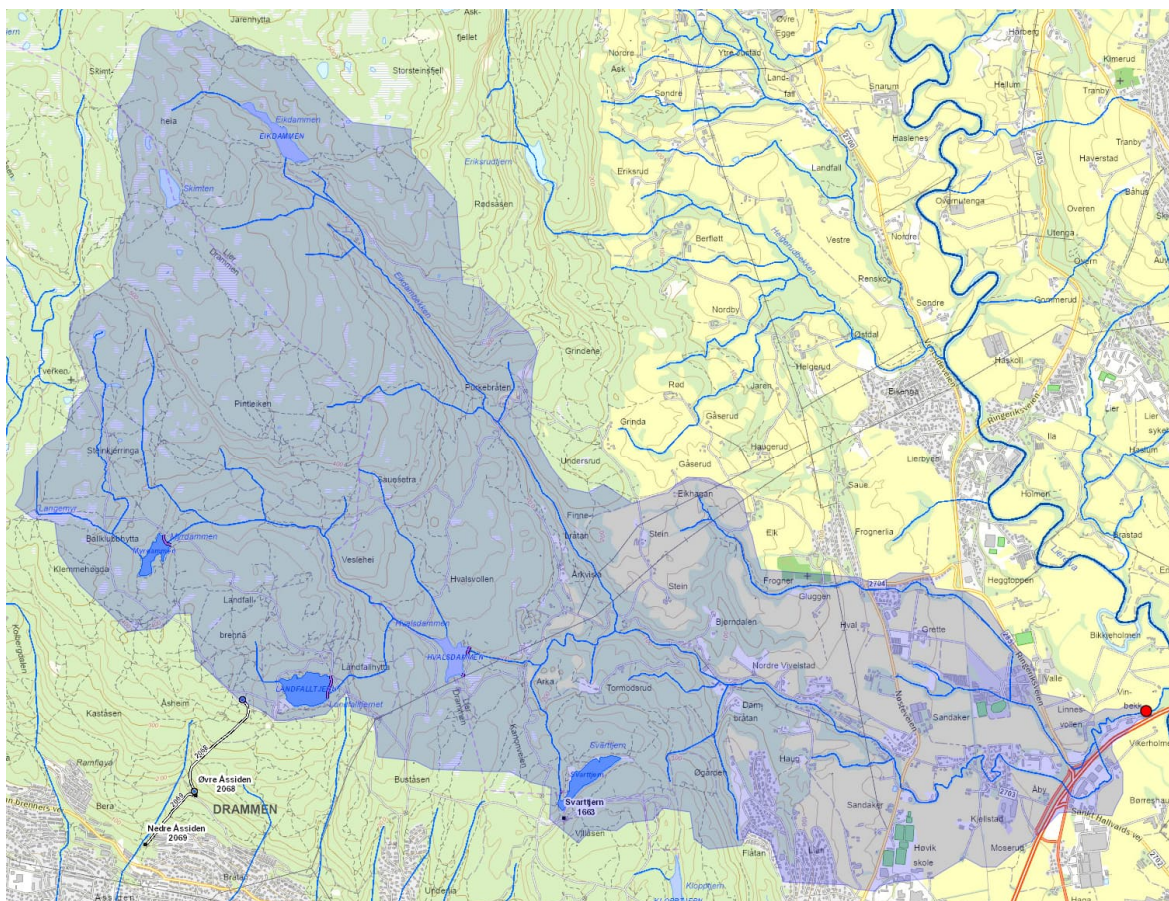
9.2 Potensiale for fordrøyning av flomvann langs elveløpet eller i nedbørfeltet

Arealene oppstrøms i vassdraget har få innsjøer med lite vannareal (1,2%) og kun noen mindre reguleringsdammer (Myrdammen, Landfalltjern, Hvalsdammen, Svarttjern). Alle disse ligger høyt og i randsonen av nedbørfeltet. Plasseringene gjør at den effektive sjøprosenten er på kun 0,07%. En veldig lav myrprosent gir heller ikke noe bidrag til noen vesentlig demping på de mindre flommene.

Øvre deler av vassdraget er forholdsvis bratt, med en helning på > 15 %. Generelt sett må nedbørfeltet anses å ha lav demping og relativt rask respons på nedbørhendelser

Det er lite potensialet for å tilrettelegge for andre større arealer for fordrøyning i nedbørfeltet som f.eks. økt reguleringsgrad ved utvidelse eller nybygging av reguleringsanlegg/dammer.

Mindre tiltak lenger nede i form av kvistdammer og lignende for å dempe den raske responsen i små sidebekker er ikke vurdert, men dette kan være en mulighet å se på senere. Det er imidlertid viktig å vurdere dette nøye slik at man ikke eventuelt forsinker den raske responsen så mye at den sammenfaller med en større flomtopp fra hovedfeltet.



Figur 43 Sandakerelvas nedbørfelt med innsjøer og reguleringsanlegg. Kartdata fra NVE.

10 Vurderinger og konklusjon

10.1 Ansvarsforhold

Kommunen har et ansvar for å kartlegge områder som er utsatt for naturskader i arealplaner i form av hensynssoner. På denne måten vises det om et område er utsatt for flom, ras eller skred. Til slike hensynssoner kan det gis bestemmelser som gir føringer for området, eller evt. fastsetter forbud mot utbygging og tiltak innenfor hensynssonen. I tillegg er kommunen pålagt å vurdere behovet for å oppheve eller revidere gjeldende planer på grunn av klimaendringer.

Bro 2 og bro 3 er private broer til eiendommene i hhv. Årkvislaveien 17 og 15. Det samme gjelder gårdsveien ned til eiendommen i Nøsteveien 86. I hovedsak er det er grunneierne som bærer ansvaret for å sikre egen eiendom. Det innebærer at dersom en eiendom er flomutsatt, er det grunneier som må bekoste og ta hånd om sikringstiltak for å minimere skaden av en eventuell flom. Dette ansvaret kan utledes av plan- og bygningsloven, er vist i rettspraksis og er også foreslått lovfestet i kommende naturskadesikringslov (NOU, 2022).

10.2 Vurdering av aktuelle tiltak

Følgende tiltak foreslås gjennomført og tiltakene er grovt kostnadsberegnet.

10.2.1 Heving av mindre adkomstbruer og tilliggende veier

Det er gjort vurderinger av en lang rekke mulige kombinasjonsløsninger av tiltak i den øvre del av vassdraget. Konklusjonen er at et vesentlig tiltak vil være å heve de eksisterende bruene (Bru 2 -4) over beregnet flomvannstand ved Q200Klima. Da unngår man oppstuvning oppstrøms bruene og generelt noe reduksjon i vannstanden på strekningen, da vannhastigheten ikke bremses opp i hver slik kryssing.

Disse broene er forholdsvis enkle konstruksjoner med bærende I-bjelker av stål under brodekke av tre. Ved heving må innfestingspunktet på hver elvebredd heves og veibanen inn mot disse tilpasses.

Dette gjelder tre (3) broer med lengde på 6-8 meter og en bredde på 3-4 meter. Det antas at de eksisterende broer kan benyttes, men at det må bygges ny fundamentering på elvebreddene og broene løftes på plass på disse. Lokale adkomstveier må tilpasses ny høyde. Dette vil gjelde et 10-talls meter vei ved hver bro.

I område 1 er det som nevnt tidligere også et pågående planlagt prosjekt av Lier kommune som inkluderer oppgradering og heving av selve veibanen i nedre del av Årkvislaveien opp til Årkvislaveien 16 med inntil 55 cm.

I område 2 er det behov for å heve vei med 20 cm på en 50 meter lang strekning langs veien ned mot Nøsteveien 86.

10.2.2 Bruk av flomvoller og terrengjustering

Et vanlig tiltak for flomsikring er å benytte flomvoller og terrengjusteringer for å unngå at flomvann kommer inn til utsatte områder. Ved å heve terrenget på hele eller deler av utsatte områder kan arealer komme ut av flomsonen. Dette er oftest mest aktuelt ved planlegging av nybygg. For allerede eksisterende bebygde arealer som ikke kan heves kan bruk av beskyttende flomvoller være en fornuftig og praktisk løsning. I

tillegg til at eventuelt utsatte bygningsdeler kan prosjekteres/bygges om slik at de tåler påvirkningen. Dette kan for eksempel gjelde ved bruk av vanntett betong, hevete terskelnivåer i inngang etc.

I områder hvor flom kan bruke tid på å nå sitt maksimum er det nå i tillegg åpnet for en mulighet for at dette kan løses med ikke-permanente løsninger for å beskytte seg for de aller mest ekstreme flommene. Dette kan være snakk om sandsekker, «flompølser» eller andre typer mobilt flomvern. Dette forutsetter imidlertid at det er en viss tidshorisont for å rekke å plassere tiltaket. I et lite vassdrag som her i Sandakerelva hvor maksimalt flomnivå kanskje kan komme i løpet av et døgn vil ikke en slik løsning anses å være akseptabelt som permanent tiltak.

Da gjenstår bruk av flomvoll. Litt avhengig av hvor lang tid vann vil stå inntil flomvoll kan det være snakk om alt fra en enkel jordvoll som er høyere enn antatt flomnivå, til bruk av flomvoller med spesielle tetningskjerner o.l. Det antas imidlertid at de mest ekstreme flomnivåene i dette vassdraget har en relativt begrenset varighet i tid, fra noen minutter til maksimalt noen timer. Jo lavere flomnivå desto lenger kan man anta at påvirkningstiden vil være. Flomvoller bør uansett ha en så tett kerne som mulig, som minimum hardpakket finkorning jord/morene og nødvendig tykkelse slik vanngjennomtrenging vil forsinkes kraftig.

En slik (eller slike) er foreslått benyttet på flere steder. Alle de tre områdene gjør bruk av dette for å oppnå en tilfredsstillende løsning. På mange av strekningene vil vannhastigheten være stor, og det vil også være behov for erosjonssikring i sidene ut mot elven.

- Område 1 – Om lag 250 meter på hver side oppstrøms Bru 4, gjennomsnittlig høyde ca. 30-50 cm
- Område 2 – Mindre flomvoll på 100 meters lengde på ytterside av bygninger langs Nøsteveien 86. Gjennomsnittlig høyde på 50 cm.
- Område 3 – 200 meter med flomvoll langs nordsiden av elven nedstrøms Bru 8. 75 meter på sørside av elv. Gjennomsnittlig høyde på 50 cm.

10.3 Bygging av ny bru/kulvert i Nybruveien

I dag er det manglende kapasitet i kulverten Bru 8. Økes denne kapasiteten ved å bytte ut den eksisterende kulverten med en broløsning eller tilsvarende bredere kulvert vil dette gi redusert oppstuvning oppstrøms Nybruveien og en overtopping av veien vil unngås. I tillegg vil denne løsningen også redusere vannstandsstigningen vesentlig også langt oppover elven.

Kryssingen i dag er en korrugert stålkulvert med bredde på 3,1 meter og 3,4 meters høyde liggende i løsmasser. Det er behov for en løsning med minimum 5 meters bredde. Det er modellert med en broløsning med firkantet lysåpning og samme høyde som eksisterende kulvert. En tilsvarende kulvertløsning som i dag vil dermed måtte være bredere enn dette, men kan også være et alternativ.

Det er også vurdert en mulighet for et ekstra kulvertør plassert ved siden av dagens løsning.

Regelverket i N400 (Statens vegvesen, 2024) er også i prinsippet gjeldende for dagens løsning. Bygges det en ny løsning vil dette regelverket måtte følges. Det er i dette noen «Skal-krav» hvorav det er gitt at hele korrugerte stålrør ikke skal brukes som vanngjennomløp. Og om det benyttes korrugerte kulvertør, kan dette tillates benyttet forutsatt at det er som hvelv på betongfundamenter hvor beregnet vannstand for 1-års flom ikke er høyere enn overkant fundament.

I tillegg vil en løsning som i dag, med bredde overstigende 2,5 meter, regnes som bru og dermed ha krav til fribord > 0,5 meter. Dette kravet kan lettere oppfylles med en ny bru på minimum 5 meters bredde og noe større høyde på kryssingen.

Dette området har imidlertid en utfordring med tanke på kvikkleire og en prosjektering av mulig løsning vil være mer kompleks enn i en kortfattet vurdering som dette. Prosjekteringen bør også skje i nært samråd med geoteknisk- og brokompetanse.

Det bør uansett gjøres grunnundersøkelser i området ved bruene for å avklare grunnforholdene og eventuelle utfordringer med kvikkleire. Fundamenteringsløsning av eventuell ny bro vil være svært avhengig av de lokale forholdene.

Sweco har tidligere prosjektert bruløsninger med små gravedybder og hvor det kan benyttes mindre prefabrikkerte landkar-/fundamentelementer som låses i hverandre og som er klargjort for påbygging. På disse kan så vegger og brodekke i støpes fast i etterkant. Slike løsninger reduserer både tidsaspektet for arbeider i vann og behov for dybde i gravearbeider i elvebunn og -sider.

10.4 Grovt kostnadsoverslag

Under er grove kostnadsoverslag for anbefalte tiltak.

1: Heving av eksisterende broer og adkomstveier samt etablering av flomvoller oppstrøms bru 4 på begge sider i område 1

	Enhetspris	Mengde	Pris
Graving, støp og fundamentering av nye brufundamenter	100.000	3	300.000
Løfting, tilpasning og arbeid på eksisterende bruer	25.000	3	75.000
Tilpasning av adkomstveier	10.000	30	300.000
Flomvoll, gjennomsnittlig heving 50cm (400 m ³)	3.000	500	800.000
Rigg/ drift, 10 %			150.000
30 % uforutsett			440.000
Sum			2.065.000

2: Heving av veibane og flomvoll langs vei ned mot Nøsteveien 86, område 2

	Enhetspris	Mengde	Pris
Heving av vei, lengde 50 m, gjennomsnittlig heving 20 cm	10.000	50	500.000
Flomvoll 100 meter, Gjennomsnittlig heving 50cm (80 m ³)	3.000	100	300.000
Rigg/ drift, 10 %			80.000
30 % uforutsett			240.000
Sum			1.120.000

3: Bygging av ny Bru 8 og flomvoller langs Sandakerelva nedstrøms i område 3

	Enhetspris	Mengde	Pris
Ny bru ⁴ , Lysåpning 5 m, 5 meters bredde	5.500.000	1	5.500.000
Flomvoll 275 meter, Gjennomsnittlig heving 50cm (220 m ³) ⁵ . T	5.000	275	1.375.000
Rigg/ drift, 10 %			687.000
30 % uforutsett			2.269.000
Sum			9.831.000

⁴ Referansepris fra et mindre lignende bruprosjekt i Bærum. Konsumprisindeksjustert fra 2018

⁵ Mindre tilgjengelig areal og plass for arbeid gir høyere kostnad pr.meter.

11 Referanser

Chow, V.T. (1959) Open Channel Hydraulics

DIBK (2020) *Byggeteknisk forskrift, TEK 17*. Direktoratet for byggkvalitet. Tilgjengelig fra <https://dibk.no/byggereglene/byggeteknisk-forskrift-tek17/>

DMR Miljø og geoteknikk (2022). *GEOTEKNISK NOTAT – vurdering av områdestabilitet, rev. 01. Kjellstadveien 13, Lier*

Lawrence (2016) *Klimaendringer og framtidige flommer i Norge*. NVE rapport 81/2016. ISBN: 978-82-410-1534-2. Tilgjengelig fra http://publikasjoner.nve.no/rapport/2016/rapport2016_81.pdf

Norconsult 2018 Flomsonekartlegging Sandakerelva og Grobruelva.

Norsk klimaservicesenter (2017) Klimaprofil Buskerud.

Norsk offentlig utredning (2022) På trygg grunn — Bedre håndtering av kvikkleirerisiko. NOU 2022:3

NVE (2007) *Flomsonekart. Delprosjekt Lier*.

NVE (2011) Retningslinjer for flomberegninger 4/2011

NVE (2011) Preliminary flood risk assessment in Norway 7/2011

NVE (2015) *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*.

NVE (2022) *Veileder for flomberegninger 1/2022*

NVE Atlas (2020) Kartløsning som inneholder de fleste temakartene til NVE. Tilgjengelig fra <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>

REGINE (2020) Nasjonal hydrologisk inndeling av vassdragene i Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/karttjenester/kartdata/vassdragsdata/nedborfelt-regine/>

Statens vegvesen (2024) N400 Bruprosjektering

Terratec. (2017). *NDH Lier-Røyken-Hurum-Svelvik 5 pkt.*

Vann-nett (2020). *Inngangsportalen til informasjon om vann i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/009-199-R>