

## NOTAT

KUNDE / PROSJEKT Veidekke Entreprenør AS E6 Arnkvern - Moelv. Hovedprosjekt		PROSJEKTLEDER Andreas Hanssen Vang	DATO 01.04.2020
PROSJEKTNUMMER 10202670-006	NOTATNUMMER NOT_HYDR017	OPPRETTET AV Eirik Vee Natvik	REV. DATO 23.04.2020
UTARBEIDET AV NAVN Eirik Vee Natvik	SIGNATUR	KONTROLLERT AV NAVN Jan-Petter Magnell	SIGNATUR 

**DISTRIBUSJON: FIRMA**

**NAVN**

TIL:

KOPI TIL:

## Flomsikring Båhusbekken

### 1. Bakgrunn

I samband med reguleringsendring Strandsagvegen skal Båhusbekken (Bausbakkelva) flaumsikrast. Reguleringsplanen omfattar bekkestrekninga mellom E6 og Dovrebanen.

Flaumsituasjonen i Båhusbekken er kartlagt i fleire tidlegare rapportar og notat av Norconsult og NVE. Konklusjonane er at Båhusbekken ikkje har kapasitet til å handtera 200-årsflaum utan omfattande tiltak.

### 2. Hydrologi

Både Norconsult (2015a, 2015b) og NVE (2019) har i løpet av dei seinaste åra utført flaumutrekning i elva. Tabell 1 syner ei samanstilling av føresetnader og resultat frå desse utrekningane.

*Tabell 1 Oversikt tidlegare flaumutrekningar i Båhusbekken*

	Norconsult	NVE
Klimapåslag	20 %	40 %
Q200 + klimapåslag	38,8 m <sup>3</sup> /s	40 m <sup>3</sup> /s

Sjølv om det er lagt ulikt klimapåslag til grunn, så er altså Q200 + klimapåslag om lag den same.

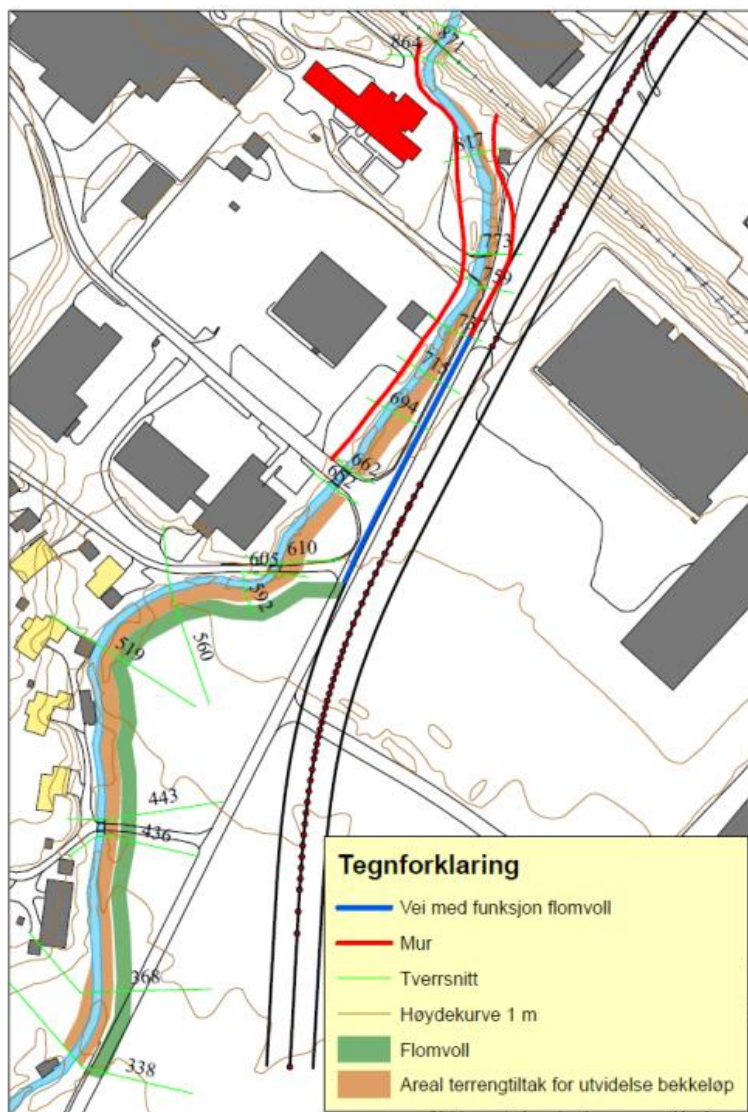
I det vidare arbeidet blir nyaste flaumutrekning (NVE, 2019) lagt til grunn, inkludert 40 % klimapåslag.

### 3. Flaumsikringstiltak

Norconsult har utarbeida forslag til flaumsikringstiltak mellom Dovrebana og E6. Desse tiltaka skal sørge for at vatnet held seg i Båhusbekken i ein flaumsituasjon.

Norconsult sine hydrauliske rapportar og forslag til flaumsikringstiltak blir vurdert som ok til å kunna brukast som grunnlag for 200-årsflaum + 40 % klimapåslag, sjølv om flaumstorleiken som er lagt til grunn er marginalt mindre enn den NVE har rekna ut.

Norconsult (2017a) skisserer flaumsikringstiltak som vist i Figur 1 og Tabell 2.



Figur 1: Sikringstiltak for Båhusbekken mellom Dovrebana og E6

Figur 1 Foreslåtte flaumsikringstiltak i Båhusbekken mellom E6 og Dovrebana (Norconsult, 2017a)

Tabell 2 Vasstandar og sikringshøgder Båhusbekken (Norconsult, 2017a)

**Beregnet vannstand og nødvendig sikringshøyde Båhusbekken (NN2000):**

Tverrsnitt	Kote beregnet vst.	Høyde mur h.s. [m] (kote topp mur)	Høyde mur/voll v.s. [m] (kote topp sikring)
871	135.5	-	-
864	135.3	1.2 (136.3)	-
817	134.6	0.8 (135.5)	1.0 (135.2)
773	134.2	0.4 (134.6)	1.2 (134.6)
759	133.9	0.4 (134.4)	1.1 (134.4)
737	133.2	1.0 (133.8)	0.8 (133.8)
715	132.5	0.0 (133.1)	0.5 (133.1)
694	132.6	0.8 (133.1)	0.8 (133.1)
662	132.0	0.2 (132.5)	0.7 (132.5)
652	132.0	-	0.7 (132.5)
610	131.1	-	0.7 (131.9)
605	131.4	-	1.0 (131.9)
592	131.2	-	1.1 (131.9)
560	131.0	-	1.1 (131.3)
519	130.4	-	0.8 (131.0)
443	129.1	-	0.4 (129.6)
436	129.0	-	0.3 (129.5)
368	128.4	-	tilpasses kulvert E6
338	128.5	-	tilpasses kulvert E6

Detaljar om løysingane kan finnast i notatet til Norconsult (2017a), men av det som ikkje framgår av figuren og tabellen kan det nemnast at alle bruer skal fjernast og at der nye bruer skal byggast så skal desse byggast på flaumsikkert nivå. For å få til gode brutekniske løysingar er fribord satt til 0,5 m i staden for 1 m.

I tillegg er det behov for flaumsikring mellom tverrsnitt 519 og 560 på vestre (høgre) side. Dette kan løysast med mur/flaumvoll, og ettersom det truleg blir eit lågpunkt i terrenget bak denne muren/flaumvollen bør det også vurderast å setja inn ei stikkrenne med tilbakeslagsventil her.

Modellen til Norconsult baserer seg på bekkeløpet slik det såg ut på dåverande tidspunkt. I samband med bygging av ny kulvert under E6 er bekkeløpet senka gradvis over ei strekning på 70 m inn mot kulverten. Innløpet til kulverten ligg om lag 1,5 m djupare enn Norconsult har lagt til grunn. For strekninga frå om lag tverrsnitt 415 kan ein difor anta at vasstandane blir minst tilsvarende mykje lågare som bekkesenkinga enn som rekna ut av Norconsult. Ved innløpet til kulverten, tverrsnitt 338, betyr det at flaumvasstand justert for bekkesenking er kote 127,0.

Senkinga vil også medføra auka hastigheit og dimesd lågare vasstand langs denne delen av strekninga. For tverrsnitta der det står merkt «tilpasses kulvert E6», så syner dei utrekna vasstandane her ei viss oppstuvning ned mot kulverten under E6. Kulverttverrsnittet er auka samanlikna med det Norconsult har lagt til grunn og den nye kulverten er rekna ut til å ha tilstrekkeleg kapasitet (Sweco, 2017). Innløpskonstruksjonen er også optimalisert med vingemurar. Samla gir desse tre forholda grunnlag for å anta at flaumvasstanden ved innløpet vil vera lågare enn kote 127,0.

Sweco (2017, 2018a, 2018b) har tidlegare gjort utrekningar for ny kulvert under E6 med senking av bekkeløpet, som syner vasstand ved innløpet på om lag kote 127 for ein flaum på 48,4 m<sup>3</sup>/s. Sweco (2017) syner vasstand på om lag kote 126,4 for ein flaum på 40 m<sup>3</sup>/s. Vurderingane i Sweco 2017 er ei rein vurdering av kulverten og tek ikkje omsyn til terrenget oppstraums. Vurderingane i Sweco 2018a og 2018b er gjort utan flaumvoll, noko som gir lågare vasstand enn med flaumvoll. Resultata i dei ulike utrekningane korrelerer bra og truleg flaumnivå ved ei vassføring på 40 m<sup>3</sup>/s ved innløpet til kulverten under E6 vil vera ein stad mellom kote 126,4 og 127,0. Fylkesveg 212 ligg over innløpet til kulverten på kote 127,1. Dette blir vurdert som flaumsikkert nivå som inkluderer tilstrekkeleg tryggleiksmargin, og det blir anbefalt avslutting av flaumvoll inn mot fylkesvegen på dette nivået. Flaumvollen langs resten av strekninga med senka bekkeløp tilpassast dei lokale senkingane.

Det må også utførast erosjonssikring av bekkeløpet. Dette må detaljprosjekterast og løysinga må koordinerast med løysing for å ivareta omsyn til fisk. Norconsult (2017a) skildrar at ekstra friksjon i elveløpet som følgje av erosjonssikring er tatt omsyn til i modellen, slik at kotehøgden som er rekna ut reflekterer denne endringa.

Det vil langs delar av strekninga bli satt av ekstra areal til miljøtiltak mellom bekkeløp og flaumvoll, utover det som alt er satt av som naudsynt areal i Figur 1. Dette vil vera eit positivt bidrag også for flaumsikringa i området, men er ikkje rekna med i vurderinga av flaumsikkert nivå for flaumvollar og murar.

Båhusbekken renn etter utløpet frå kulverten under Dovrebana rett inn i ein krapp sving. Lokale rapportar tydar på at det her kan vera fare for tilstopping ved flaum, noko som forverrar ein alt dårleg flaumsituasjon oppstraums Dovrebana. Det må sørgast for at eventuelle hindringar og oppsamla drivgods i dette området så godt som mogleg blir fjerna for å gi elva friast mogleg løp, i tillegg til å vurdere om det kan gjerast lokale tilpassingar i elveløpet i denne svingen for å redusere faren for tilstopping i framtida.

Til saman vil desse tiltaka gje god flaumsikring i Båhusbekken mellom E6 og Dovrebana, og Båhusbekken vil her kunna handtera ein 200-årsflaum inkludert 40 % klimapåslag.

#### 4. Flaumsikring i tilstøytande område

Som NVE (2019) skildrar er det ikkje berre nedstraums Dovrebana det er flaumproblem, men også oppstraums. Dette skapar problem vidare nedover vassdraget.

Det er truleg at noko av vatnet vil ta vegen gjennom Strandsagvegen kulvert under Dovrebana, medan noko av vatnet vil ta vegen langs oppstraums side av Dovrebana og vidare ned på Granerudjordet. Det er usikkert kor mykje vatn det er snakk om og korleis fordelinga vil bli, men Norconsult (2017b) skisserer ein stad mellom 5 og 10 m<sup>3</sup>/s totalt.

Eit alternativ som er nemnt er å føra delar av vatnet direkte tilbake til Båhusbekken rett nedstraums Strandsagvegen kulvert under Dovrebana. Det har også blitt foreslått ei løysing med å bruka Strandsagvegen som ein flaumveg for å hindra at flaumvatnet går ut på Granerudjordet. Ettersom det er snakk om vassmengder på 5-10 m<sup>3</sup>/s, vil dette krevja svært



omfattende tiltak med flaumvollar langs Strandsagvegen. Desse tiltaka vil også påverka infrastrukturen langs Strandsagvegen, som driftsveg Langmoen, avkøyring Langmoen sør og kryss ved Tess. Eit slikt tiltak vil uansett ikkje hindra alt flaumvatnet i å nå Granerudjordet, med mindre det også blir gjort tiltak med flaumvollar nord for Dovrebana for å leia vatnet inn i Strandsagvegen kulvert og hindra det i å gå austover langs oppstraums side av Dovrebana. Det finst heller ikkje gode tiltak for å sørge for at dette vatnet går tilbake i Båhusbekken, då dette vil krevja tiltak på tvers av Strandsagvegen. Dette fordi Strandsagvegen langs heile strekninga frå Dovrebana til Brumunddalskrysset ligg lågare enn flaumvollen langs Båhusbekken. Flaumvatnet vil difor med ei slik løysing hovudsakleg måtta gå ut gjennom Brumunddalskrysset, før det går ut i Mjøsa. Dette fordi lågaste punkt rundt Brumunddalskysset (om lag kote 127,0) ligg litt lågare i terrenget enn flaumsikringa ved innløpet til kulverten under E6 (kote 127,1). Det er usikkerheiter knytt til akkurat korleis dette vil føregå og kor mykje vatn som vil ta veggen kvar.

Sweco vurderer Strandsagvegen som flaumveg som ei dårleg løysing, men det vil vera mogleg å hindra flaumvatnet som går her i å nå Granerudjordet dersom det kan lagast løysingar med flaumvoll/flaummur som er akseptable i samband med avkøyringane austover.

Norconsult (2017b) skildrar forslag til mogleg løysing med flaumveg over Granerudjordet for vatnet som kjem langs oppstraums side av Dovrebana, sjå Figur 2.



Figur 4: Forslag til trase for flomveger antydnet med blå heltrukket og stiplet linje

Figur 2 Forslag til flaumveg over Granerudjordet (Norconsult, 2017b)

Denne flaumvegen vil måtta kryssa gjennom både Strandsagvegen og flaumvoll ved innløpet til kulvert under E6.

Granerudjordet ligg på ein stad mellom om lag kote 127 og 128 i området ein slik flaumveg vil måtta kryssa under Strandsagvegen.

Forslaget er basert på at flaumvasstand i Båhusbekken ved innløpet til kulvert under E6 er om lag på kote 125. I kapittel 3 blir det vurdert at truleg flaumvasstand for ei vassføring på 40 m<sup>3</sup>/s ved innløpet til kulverten under E6 vil vera ein stad mellom kote 126,4 og 127,0.

Situasjonen er dimes den at ein flaumveg over Granerudjordet vil ha svært lite tilgjengeleg fall frå Strandsagvegen og ned til innløp kulvert under E6 i ein flaumsituasjon, noko som vil medføra at ein kulvert frå Granerudjordet til Båhusbekken truleg vil gå full og Granerudjordet likevel vil bli oversvømt sjølv om flaumvegen blir oppretta.

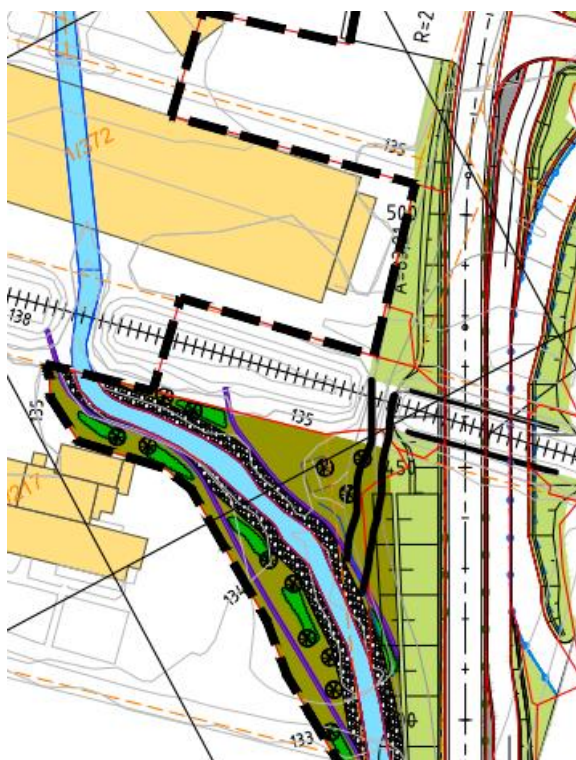
Sweco vurderer difor flaumveg over Granerudjordet med utløp i Båhusbekken som ei dårleg løysing.

Ei anna mogleg løysing som blir nemnt er å leia dette flaumvatnet ut i Brumunda, aust for Granerudjordet. Dette vurderer Sweco også som ei dårleg løysing, då det alt er planlagt flaumvollar her og desse planane vil i så fall måtta leggjast på nytt.

Det er likevel slik at flaumvatnet som ikkje går i Båhusbekken uansett vil nå Granerudjordet, anten via Strandsagvegen kulvert eller gjennom stikkrenner i Dovrebana eller over lågbrekk i Dovrebana nær Brumunda (Norconsult, 2017b). Flaumvollar i Båhusbekken og Skanselva stenger for at dette vatnet kan ta vegen ut nokon av desse stadane, og flaumvatnet vil difor bli leia til det sørvestre hjørnet av Granerudjordet og hovudsakleg truleg renna ut gjennom Brumunddalskrysset og vidare ned under E6 og ut i Mjøsa, som skildra tidlegare i dette kapitlet.

Det vil også bli ståande vatn i GS-kulvert under Strandsagvegen og i andre område som ligg lågare enn Brumunddalskrysset, men det er uansett snakk om svært lite areal som ligg lågare enn kote 127,0. Overvatnsystemet i området vil drenera ut dette vatnet når flaumtoppen har passert. Handtering av overvatn i området er ivaretatt og er skildra i planskildringa for endring av Strandsagvegen (Sweco, 2020).

I samband med ny Strandsagveg skal kryssinga under Dovrebana flyttast. Dette medfører at eksisterande konstruksjon skal rivast. Eit forslag som er kome opp i lys av dette er å leggja inn ein flaumkulvert gjennom der kryssing av Dovrebana går i dag for å ta unna flaumvatn på avvege oppstraums Dovrebana. Ei slik løysing tek sikte på å samla opp vatn før det hamnar i Strandsagvegen kulvert eller langs oppstraums side av Dovrebana, og dimes løysa problemet på Granerudjordet før det oppstår. Ei skisse av ei slik løysing er vist i Figur 3.

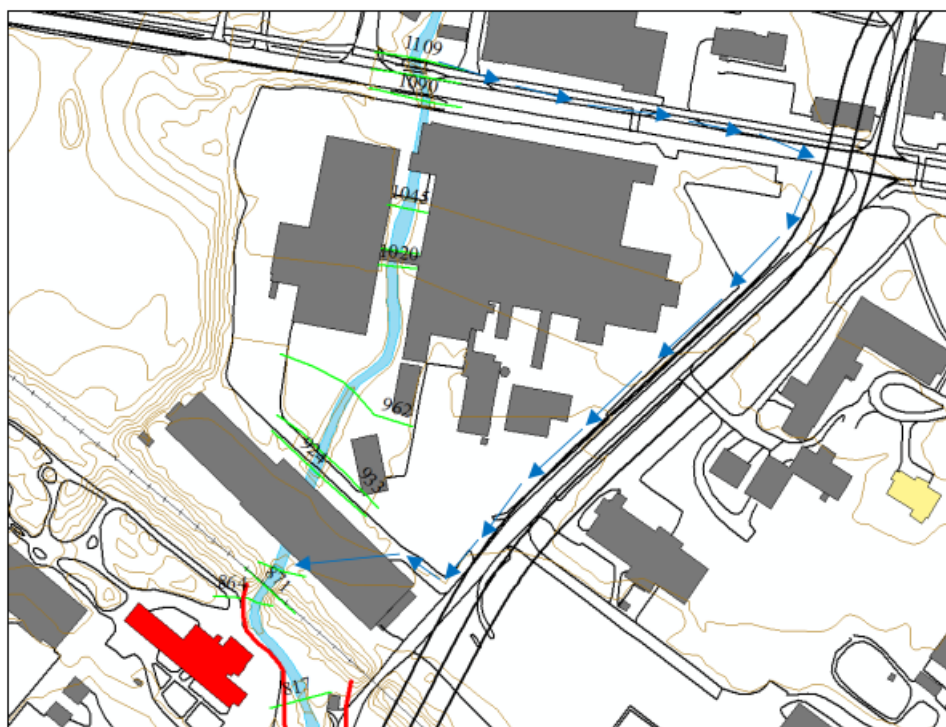


Figur 3 Plassering av foreslått flaumkulvert (svarte linjer) gjennom eksisterende kryssing av Dovrebana. Bakgrunnskart er utsnitt fra førebels illustrasjonsplan for Strandsagvegen.

For at ei slik løysing skal fungera, må det vera tilgjengeleg fall i ein flaumsituasjon frå innløp kulvert til utløp i Båhusbekken og vatnet må kunna førast til kulverten utan at det forsvinn andre stader. Ein slik kulvert må også leggjast på utsida av pumpehuset på nedsida av Dovrebana.

I dimensjonerande flaumsituasjon vil vasstanden i Båhusbekken der det er naturleg å leggja utløp av ein kulvert vera om lag kote 134,6 (Norconsult 2017a). Terrengget oppstraums Dovrebana der eit innløp til ein kulvert vil vera ligg på ein stad mellom om lag kote 134 og 134,5. Dette betyr at ein slik kulvert ikkje vil fungera i dimensjonerande flaumsituasjon, og at vatnet vil renna vidare til Strandsagvegen kulvert eller oppsida av Dovrebana.

Ei slik løysing vil også krevja etablering av flaumveg langs Ringsakervegen og Strandsagvegen, som skissert i Figur 4.



Figur 2: Forslag til etablering av flomvei (markert med blå piler)

Figur 4 Flaumveg langs Ringsakervegen og Strandsagvegen oppstraums Dovrebana (Norconsult, 2017a)

Sweco vurderer kulvert for flaumvatn gjennom Dovrebana der Strandsagvegen kulvert går i dag som ei dårleg løysing.

Sweco vurderer altså alle dei moglege alternativa for handtering av flaumvatn på Granerudjordet og langs Strandsagvegen som dårlege. Det er ikkje mogleg å byggja ut gode løysingar for handtering av dette flaumvatnet som gir effekt, og å oversvømma Granerudjordet og Brumunddalskrysset i ein flaumsituasjon er difor einaste alternativ utan tiltak oppstraums Dovrebana. Det blir for ordens skuld påpeikt at Granerudjordet også vil bli oversvømt i ein tilsvarende flaumsituasjon i dag (Norconsult 2015a, NVE 2019). Dei foreslåtte tiltaka vil ikkje forverra flaumsituasjonen i tilstøytande områder.

Den einaste gode løysinga er å unngå at flaumvatn kjem på avvege i Båhusbekken oppstraums Dovrebana, og dette må gjerast ved hjelp av tiltak oppstraums Dovrebana og utanfor planområdet dette arbeidet omfattar. Andre løysingar kan hjelpa for mindre flaumar enn dimensjonerande flaumsituasjon, men vil ikkje løysa flaumproblematikken i området.



## 5. Konklusjonar

Sweco si vurdering av flaumsikringstiltak i Båhusbekken er at tiltak som er skildra i Båhusbekken av Norconsult er fornuftige og gjennomførbare, og at desse saman med supplerande tiltak skildra av Sweco vil gi god flaumsikring av sjølve bekkeløpet.

Når det gjeld flaumproblematikken oppstraums Dovrebana og konsekvensane dette får for Granerudjordet, Strandsagvegen og Brumunddalskrysset, er Sweco si vurdering at det er langt meir samfunnsnyttig og ei betre løysing å gjera tiltak der flaumproblema oppstår for å få kontroll på flaumsituasjonen i Båhusbekken. Alternative flaumvegar let seg ikkje gjennomføra på ein god måte, og situasjonen inntil utbetringstiltak oppstraums Dovrebana er gjennomført medfører flaumproblematikk på Granerudjordet, Strandsagvegen og i Brumunddalskrysset, som i eksisterande plan.

## Referansar

Norconsult 2015a. Flom- og vannlinjeberegning Båhusbekken og Skansebekken.

Norconsult 2015b. Overføring fra Båhusbekken til Skansebekken.

Norconsult 2017a. Tiltak Båhusbekken.

Norconsult 2017b. Flomveger over Granerudjordet.

NVE 2019. Hydraulisk analyse for Bausbakkelva i Brumunddal.

Sweco 2017. Vurdering av kulvertdimensjoner for Båhusbekken i Brumunddal.

Sweco 2018a. Vasslinjeutrekning Båhusbekken.

Sweco 2018b. Vasslinjeutrekning Båhusbekken – Ny kulvertløyning.

Sweco 2020. E6 Tjernli-Botsenden, Brumunddalkrysset, endring Strandsagvegen. Planbeskrivelse.