

Beregnet til
Nye veier

Dokument type
Notat

Dato
05.12.2019

AVLASTET E6 LILLEHAMMER NOTAT - HYDROLOGI OG VA

AVLASTET E6 LILLEHAMMER NOTAT - HYDROLOGI OG VA

Oppdragsnavn **Avlastet E6 Lillehammer**
Prosjekt nr. **1350035731**
Mottaker **Nye veier**
Dokument type **Notat**
Versjon **N-02**
Dato **05.12.2019**
Utført av **Kristian Sjøberg og Frank Lund / Rambøll**
Kontrollert av **Bjørnar Nordeidet / Rambøll**
Godkjent av **Kaisa Stina Toftagen / Rambøll**
Beskrivelse **Beskrivelser av delnedbørfelt med dimensjonering av elve- og bekkekrussinger, samt kartlegging av eksisterende VA.**

Rambøll
Løkkeveien 115
Postboks 1077
9503 Alta

T +47 78 44 92 22
F +47 78 44 92 20
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Innledning og forutsetninger	3
2.	Hydrologi	4
2.1	Myndighetskrav	4
2.1.1	Plan og bygningsloven og TEK17	4
2.1.2	Statens vegvesen (SVV)	4
2.1.3	Påslag for klimaendringer og usikkerhet	4
2.2	Dimensjonerende flom	5
2.3	Metoder og verktøy	5
2.3.1	Nedbørfelt og hydrologiske forhold	6
2.3.2	Hydrologiske beregninger	6
2.3.3	Flomberegning ved bruk av formelverk for små nedbørfelt	6
2.3.4	Observerte data og vannføringsmålinger	6
2.3.5	Flomberegning ved bruk av PQRUT	7
2.4	Analyser av stikkrenner/kulverter	9
2.4.1	Nomogram	10
3.	Planområdet	11
3.1	Eksisterende bruer, stikkrenner, og drens for veg	15
3.2	Delnedbørfelt	16
4.	Beregninger og analyser	17
4.1	Generelt	17
4.2	Observerte data fra sammenlignbare felt	17
4.3	Formelverk for små nedbørfelt	17
4.4	Delnedbørfelt 1	18
4.4.1	Flomanalyser/dimensjonerende flom	19
4.4.2	Analyse av stikkrenne/kulvert	19
4.5	Delnedbørfelt 2	19
4.5.1	Flomanalyser/dimensjonerende flom	20
4.5.2	Analyse av stikkrenne/kulvert	20
4.6	Delnedbørfelt 3	20
4.6.1	Flomanalyser/dimensjonerende flom	21
4.6.2	Analyse av lysåpning under bru	21
4.7	Delnedbørfelt 4	21
4.7.1	Flomanalyser/dimensjonerende flom	22
4.7.2	Analyse av stikkrenne/kulvert	22
4.8	Delnedbørfelt 5	22
4.8.1	Flomanalyser/dimensjonerende flom	23
4.8.2	Analyse av stikkrenne/kulvert	23
4.9	Delnedbørfelt 6	23
4.9.1	Flomanalyser/dimensjonerende flom	24
4.9.2	Analyse av stikkrenne/kulvert	24

4.10	Delnedbørfelt 7	24
4.10.1	Flomanalyser/dimensjonerende flom	25
4.10.2	Analyse av stikkrenne/kulvert/bru	25
4.11	Delnedbørfelt 8	25
4.11.1	Flomanalyser/dimensjonerende flom	25
4.11.2	Analyse av stikkrenne/kulvert/bru	26
5.	Dimensjonerende flomvannstater i mjøsa og MEsna	26
5.1	Mjøsa	26
5.2	Mesna	27
6.	Vann og avløp	29
6.1	Eksisterende kommunalt vann og avløp	29
6.2	Tiltak i de enkelte delområdene	29
6.2.1	Delstrekning 1 Øyresvika - Vingnes	30
6.2.2	Delstrekning 2 Vingnes miljøtiltak	31
6.2.3	Delstrekning 3A Lillehammer bru - Strandtorget	31
6.2.4	Delstrekning 3B Vingnesbrua - Strandtorget	32
6.2.5	Delstrekning 4 Strandtorget	33
6.2.6	Delstrekning 5 Strandtorget - Sannom	34
6.2.7	Delstrekning 6 Sannom - Hovemoen	35
7.	Usikkerheter	36
7.1	Terrengmodell	36
7.2	Tolkning av delnedbørfeltens grenser	37
7.3	Beregninger	39
7.3.1	Formelverk/PQRUT	39
7.4	Samlet vurdering av hydrologiske usikkerheter	39
7.5	Usikkerhet ved vurdering av eksisterende VA	39
8.	Konklusjoner og anbefalinger	40
	Referanser	41

Vedlegg, temakart:

E6 Lillehammer Hydrologi.pdf

E6 Lillehammer VA.pdf

1. INNLEDNING OG FORUTSETNINGER

I forbindelse med arbeidet med reguleringsplan for avlastet E6 Lillehammer, er Rambøll Norge AS engasjert av Nye veier til å utføre hydrologiske og hydrauliske beregninger for dimensjonering av krysninger mellom bekker i området og den nye/rehabiliterede veistrekningen.

Målet med denne utredning er å skape trygge føringsveier for bekker og overvann forbi veianlegget, og å avklare utfordringer ved VA-anlegg i en tidlig fase av planleggingen.

Det er benyttet 200 årsflom inklusive klimafaktor og sikkerhetsfaktor som dimensjonerende flomvannføring.

Dimensjonerende 200 årsflom (Q_{200} inklusive klimafaktor) er beregnet ved bruk av to metoder, avhengig av feltenes størrelse og karakteristika. Det er benyttet nasjonalt formelverk for små nedbørfelt. I tillegg er nedbør-avløpsmodellen PQRUT benyttet for de største nedbørfeltene. Basert på regionale erfaringstall, faglig skjønn og en samlet vurdering av alle de ulike beregningsmetoder, velges det estimatet som antas å være mest representativt for aktuelt felt.

Ledningskartverket fra Lillehammer kommune danner grunnlag for vurdering av konsekvenser for eksisterende kommunale VA-anlegg. Anleggene må kartlegges i områder der tiltak på veg krysser eller blir liggende nært.

Stikkrenner under kommunale veger er ikke i grunnlagsmaterialet/ikke kartlagt. Registreringer av stikkrenner og kulverter under fylkes- og riksveger er mangelfulle.

Det er flere alternative forslag for vegløsning. Med hensyn på eksisterende VA er vurderinger og konsekvenser gjort ut fra disse alternativene.

For hydrologi og flom er vurderingene på dette stadiet utført på et overordnet nivå innenfor planområdet (tidligfasevurderinger på aktsomhetsnivå). Det er blant annet forutsatt at oppstrøms stikkrenner og kulverter har kapasitet. Stikkrenner forutsettes skiftet dersom de er underdimensjonerte i henhold til hydrologiske beregninger eller tilstand tilsier kort gjenstående levetid.

2. HYDROLOGI

2.1 Myndighetskrav

Krav til sikkerhet mot natur- og miljøforhold gjelder for alle tiltak og er regulert flere steder i regelverket. Byggverk skal enten plasseres slik at de ikke utsettes for naturfarer, eller dimensjoneres slik at de tåler de belastninger de kan bli utsatt for.

2.1.1 Plan og bygningsloven og TEK17

Kravene til sikkerhet mot naturpåkjenninger er i hovedsak forankret i plan- og bygningsloven, § 28-1. Bestemmelsen gir hjemmel for kravene til sikkerhet gitt i byggteknisk forskrift (TEK 17). Dersom tiltaket kan påvirke byggverk må TEK17, § 7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo hensyntas. For byggverk med personopphold er dimensjonerende returperiode for flom 200 år.

2.1.2 Statens vegvesen (SVV)

SVV Håndbok N200 Vegbygging (Juli 2018) og V240 Vannhåndtering angir funksjons- og kvalitetskrav for veibygging. V240 er en veiledning som understøtter krav i kapittel, N200 (høringsutkast).

Dimensjoneringskriterier for offentlige veier er gitt i N200, hvor trafikkmengde (ÅDT) og mulighet for omkjøring, er styrende for hvilket gjentaksintervall/sikkerhetsklasse for flom som legges til grunn for dimensjoneringen. Ifølge nasjonal vegdatabank (NVDB) er registrert trafikkmengde for E6 ved Lillehammer 13466 (ÅDT). Dette plasserer veien i sikkerhetsklasse V3, med en returperiode for flomhendelse på 200 år.

Tabell 1 gir returperiode for flomhendelse. Kilde: SVV, N200

Sikkerhetsklasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse	
		Med omkjøringsmulighet	Uten omkjøringsmulighet
V1	0 – 500	50 år	100 år
V2	500 – 4000	100 år	200 år
V3	> 4000	200 år	200 år

E6 Omkjøringsvei vil ha en høy ÅDT og dermed havne i sikkerhetsklasse V1, altså en dimensjonerende returperiode på 200 år.

2.1.3 Påslag for klimaendringer og usikkerhet

Generelt

Beregnet avrenning for returperiode T er i N200 gitt ved Q_T . For å ta hensyn til fremtidige klimaendringer legger N200 ytterlige to faktorer til grunn; F_k for å ta hensyn til fremtidige klimaendringer, og F_u for å ta hensyn til usikkerhet. Dimensjonerende avrenning er dermed gitt ved:

$$Q_{dim, T} = Q_T * F_k * F_u$$

Klimafaktor F_k

Her skiller det på ulike fylker og størrelsen på nedbørfelt (større eller mindre enn 10 km²). For Oppland og for anlegg med levetid t.o.m. 50 år, er klimafaktoren **1,2** eller 20 % for felt under 10 km². Faktoren er den samme også for større felt.

Tabell 2, anbefalte klimafaktorer F_k for ulike fylker. Kilde: SVV, N200.

Fylke	Små nedbørfelt F_k	Store nedbørfelt F_k
Oslo og Akershus	1,3	1,3
Vest-Agder	1,3	1,2
Aust-Agder	1,3	1,2
Finnmark	1,3	1,2
Hordaland	1,4	1,4
Møre og Romsdal	1,4	1,4
Nord-Trøndelag	1,3	1,3
Nordland	1,4	1,4
Oppland	1,2	1,2
Rogaland	1,3	1,3
Sogn og Fjordane	1,4	1,4
Sør-Trøndelag	1,2	1,2
Telemark	1,2	1,2
Troms	1,3	1,3
Vestfold	1,2	1,2

Tabellen oppsummerer anbefalinger fra klimaprofiler for de forskjellige fylkene, utarbeidet av Norsk Klimaservicesenter. Klimaprofilene inneholder mer detaljert informasjon om forventede endringer i klimatiske forhold og flomvannsføring. De inneholder også anbefalte påslag for flere større vassdrag i hvert fylke der det foreligger flomsonekart.

Usikkerhetsfaktoren F_u

N200 legger også til grunn en sikkerhetsfaktor for usikkerheter ved de hydrologiske beregningene, F_u . Faktoren er avhengig av sikkerhetsklasse. E6 ved Lillehammer er plassert i sikkerhetsklasse V3, noe som tilsvarer en sikkerhetsfaktor på **1,2 eller 20 % påslag**.

Tabell 3. Valg av sikkerhetsfaktor mhp. usikkerhet ved hydrologiske beregninger. Kilde: SVV, N200.

Sikkerhetsklasse	F_u
V1 eller F1*	1,0
V2 eller F2*	1,1
V3 eller F3*	1,2

* Sikkerhetsklassene F1, F2 og F3 henviser til sikkerhetsklasse i Plan og bygningsloven § 7.

2.2 Dimensjonerende flom

I henhold til N200 skal avlastet E6 dimensjoneres for en 200 årshendelse, dette samsvarer også med TEK 17 for byggverk med personopphold.

Basert på nevnte faktorer settes dimensjonerende flom for planområdet til

$$Q_{\text{dim, T}} = Q_T * F_k * F_u \rightarrow Q_{\text{dim}} = Q_{200} * 1,2 * 1,2 \rightarrow Q_{\text{dim}} = Q_{200} * 1,44 = \mathbf{Q_{200} + 44\%}$$

2.3 Metoder og verktøy

2.3.1 Nedbørfelt og hydrologiske forhold

NEVINA

Det hydrologiske datagrunnlaget er hentet fra NEVINA (Nedbørfelt- og vannføringsindeksanalyse). NEVINA genererer blant annet feltparametre, lavvannsindekser og flomberegninger automatisk. Nedbørfeltet oppfattes som uregulert. NEVINA har en relativt grov underliggende terrengmodell, 10*10 eller 50*50 meter.

SCALGO LIVE

SCALGO LIVE er et internettbasert GIS-verktøy (<https://scalgo.com>) som baserer seg på terrengmodellen fra NDH (Nasjonal detaljert høydemodell) med gridceller på 1*1 meter (der det foreligger NDH/laserscan data). Verktøyet kan blant annet identifisere flomutsatte områder langs traseer, beregne nedslagsfelt, avrennings-/flomveier, volum av groper og magasin, feltlengder og høydeforskjeller. Videre har Scalgo også blitt benyttet til å kontrollere NEVINAs nedbørfeltgrenser, da programmet er mer presis i forhold til nedbørfeltgrenser.

2.3.2 Hydrologiske beregninger

For å vurdere dimensjonerende flomverdi for de ulike kryssende bekkene i planområdet har det blitt benyttet metoder og formler anbefalt i NVE-veilederen 7/2015 «*Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*».

I håndbok N200 og V240 anbefaler Statens vegvesen å bruke rasjonell formel til felt opp mot 2 km², mens ifølge Vassdragshåndboka (NVE, 2010) og Norsk Vann rapport 162/2008 anbefales formelen til felt mindre enn 0,2-0,5 km². Ved bruk av den rasjonelle formel øker usikkerheten med økende størrelse på nedbørfeltet.

Alle delnedbørsfeltene i planområdet er over 0,5 km², hvorav kun ett er under 1 km². Det er derfor brukt **nasjonalt formelverk for små nedbørfelt**. I tillegg er det brukt **PQRUT** for de største nedbørfeltene. Under er det gitt en kort forklaring av metodene, for mer detaljert informasjon om formelverket henvises det til veilederen.

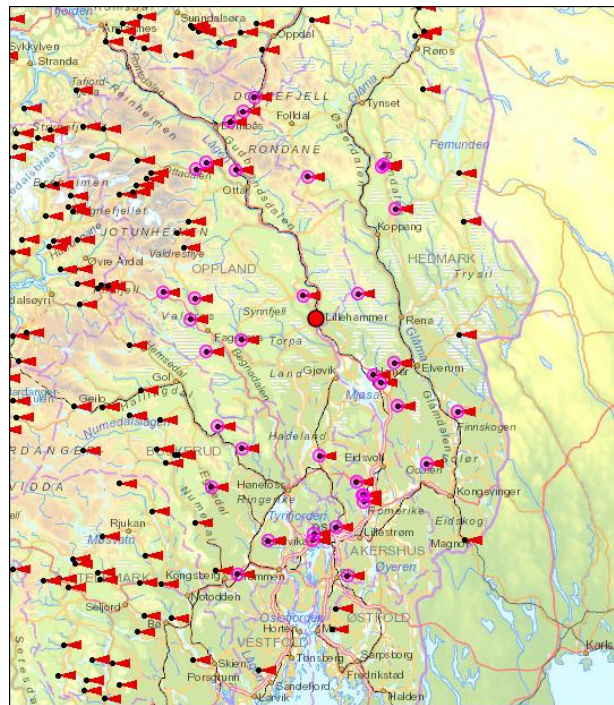
Basert på regionale erfaringstall, faglig skjønn og en samlet vurdering av ulike beregningsmetoder, velges det estimatet som antas å være mest representativt for aktuelt felt. Estimatet kan også være en vektet middelvei av to eller flere resultat fra de ulike metodene.

2.3.3 Flomberegning ved bruk av formelverk for små nedbørsfelt

Det er utarbeidet et nasjonalt formelverk for småfelt. Formelverket er basert på tre inngangsparametere: nedbørfeltets areal (mellom 0,2-53 km²), spesifikk normalavrenning Q_N (9-163 l/s*km²) og effektiv sjøprosent (0-21 %) (NIFS rapport 13/2015). Formelverket beregner kulminerende flomverdier for ulike gjentaksintervall (fra middelflom til 1000 årsflom), samt et troverdighetsintervall representert ved en høy og lav verdi. Nedslagsfelt, feltkarakteristika og flomverdier genereres og beregnes i NEVINA, samt kontroll ved bruk av Scalgo.

2.3.4 Observerte data og vannføringsmålinger

Ved estimering av flomverdier i uregulerte felt er observerte data i vassdraget eller fra sammenlignbare vassdrag stort sett å foretrekke. Valg av metode avhengig av om det finnes regionale målestasjoner (i eller nært vassdraget), datakvaliteten og lengden på tidsseriene, samt hvor sammenlignbar en eventuell målestasjon(er) er med feltet som skal analyseres. Figuren og tabellen under viser et utvalg av regionale målestasjoner i nærheten av Lillehammer.



Figur 1. Oversikt over målestasjoner i området rundt Lillehammer. Kilde: Nevina, NVE.

Tabell 4. Oversikt over målestasjoner i nærheten av Lillehammer. Kilde: Nevina, NVE.

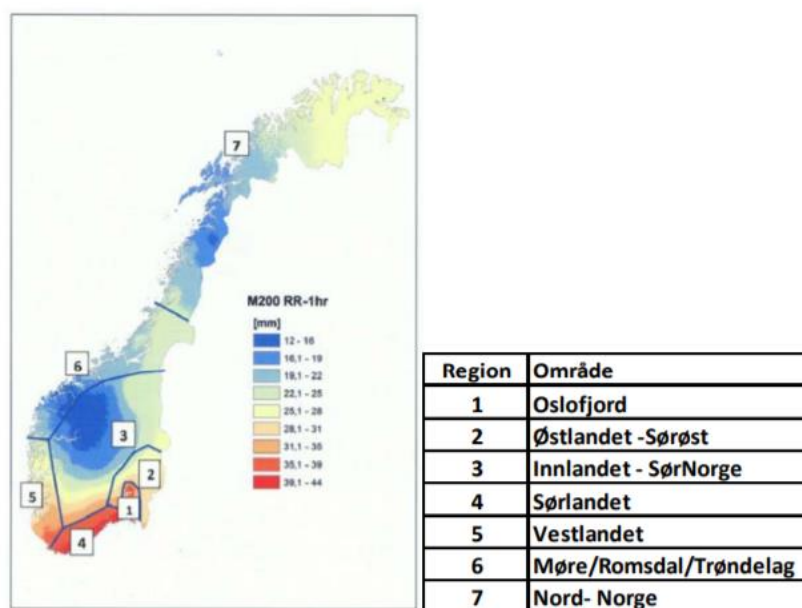
Målestasjon	Måleperiode (ant. år)	Feltareal (km ²)	Eff.sjø (%)	Q _N l/(s*km ²)	Høydeint. (moh.)	Q _M		Q ₅ /	Q ₁₀ /	Q ₂₀ /	Q ₅₀ /	Q ₁₀₀ /	Q ₂₀₀ /
						m ³ /s	l/(s*km ²)	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M
2.10.0 Sogna	14	22,5	-999	14,65	130 - 225	9,94	442	1,35	1,9	2,58	3,74	4,87	6,29
2.288.0 Harasjøen	34	51,4	3,54	7,94	280 - 520	8,32	162	1,33	1,64	1,94	2,35	2,66	2,99
2.323.0 Fura	40	42,5	0	11,16	349 - 758	14,4	339	1,16	1,3	1,44	1,61	1,74	1,87
2.469.0 Skvaldra øvre	7	16,2	0,01	36,88	872 - 1 088	15,02	927	1,35	1,64	1,92	2,27	2,54	2,81
2.590.0 Vikka	14	11,5	0,01	14,41	136 - 210	1,62	141	1,21	1,39	1,56	1,79	1,96	2,12
2.592.0 Fokstua	19	26,4	-999	19,92	990 - 1 708	8,77	333	1,26	1,52	1,78	2,15	2,45	2,77
2.616.0 Kuggerud	34	48,4	1,15	14,76	171 - 510	6,79	140	1,22	1,47	1,75	2,16	2,52	2,93
3.111.0 Sagstubbekken	21	3,3	0,03	18,69	154 - 239	1,31	392	1,35	1,62	1,85	2,14	2,34	2,53
6.10.0 Gryta	43	7,0	0,41	20,56	165 - 435	2,03	289	1,31	1,62	1,96	2,45	2,86	3,31
8.6.0 Setembekken	34	6,2	0,01	17,55	102 - 420	3,5	562	1,43	1,78	2,11	2,55	2,87	3,20
8.8.0 Blomsterkroken	27	22,5	0,27	18,84	21 - 458	9,18	407	1,26	1,55	1,88	2,36	2,78	3,25
11.4.0 Elgtjern	29	6,6	3,62	19,94	430 - 673	1,75	264	1,28	1,51	1,74	2,02	2,24	2,45
12.13.0 Rysna	33	50,8	0,87	25,2	614 - 1 772	22,76	448	1,32	1,55	1,76	2,01	2,18	2,33
12.193.0 Fiskum	32	51,6	0,11	17,45	84 - 649	13,8	267	1,33	1,61	1,87	2,21	2,46	2,71
12.212.0 Hangtjern	25	11,1	0,68	22,16	586 - 1 047	3,46	311	1,3	1,43	1,52	1,61	1,65	1,69

2.3.5 Flomberegning ved bruk av PQRUT

Flommodellen i PQRUT er en nedbør-avløpsmodell utviklet av Andersen m. fl. (1983) til bruk i

flomberegninger. Modellen er en hendelsesbasert metode, og beregner avløp fra et fastlagt nedbørforløp.

Medianverdi for nedbørmengde (mm) med 200 års returperioden blir valgt ut ifra delnedbørfeltets konsentrasjonstid (varighet) og tilhørende region 3 (Innlandet-Sørøst). Selve nedbørhendelsen har Rambøll konstruert basert på metode beskrevet av NVE i rapport 7/2015, delkap. 5.3.1. samt eksempler i vedlegg 6.



Figur 2. Tentativ regioninndeling av IVF-seriene for 200års returperiode. Kilde: NVE rapport 7/2015.

Tabell 5. Medianverdi for nedbørmengde med 200-års returperiode for ulike regioner.

Kilde: NVE rapport 7/2015

Varighet Minutter	Region						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3,6	3,3	2,7	3,8	3	2,8	2,7
2	6,4	5,7	4,25	6,5	5,2	3,8	4,8
3	8,8	8,15	5,65	8,4	6,9	5,5	5,9
5	12,8	11,75	7,3	12,7	9,2	7,7	8,5
10	19	17,15	9,15	19,4	12	10,9	12,9
15	22,8	19,7	10,5	23,7	14,4	12,7	15,05
20	26,7	22	11,95	27,2	16,8	13,6	16,45
30	30,8	24,1	14,8	30,9	20,8	14,8	18,6
45	36,6	25,8	19,2	34,9	24,1	17,1	19,5
60	40,8	28,15	19,55	38,1	29,4	19,7	23
90	44,2	29,55	21,55	40,6	38,8	22,8	25,15
120	46,5	32,85	25,8	44,8	43,3	23,5	26,15
180	54,6	35,1	28,55	50,4	51	25,8	29,5
360	60	41,45	40	63,1	69,8	38,9	38,35
720	71,7	59,4	52,95	83,8	97,6	58,8	52,45
1440	82,1	78,2	54,45	109,7	127,9	91,6	64,8

I Andersen m. fl (1983) er det beskrevet hvordan K1 kan korrigeres hvis nedbørfeltet inneholder spesielt mye fjell og myr, noe som ikke er tilfellet for delnedbørfeltene i denne utredning. Initialvannføring er satt til 3 ganger normalvannføring, og full metning av bakken.

I denne utredning har Rambøll benyttet NVEs web-baserte versjon av PQRUT.

Nødvendige inputverdier for PQRUT beregninger er:

- Nedbørhendelse, konstruert basert på region og konsentrasjonstid
- Areal
- Effektiv sjøprosent
- Hypsografisk kurve, H75 og H25.
- Normalavløp
- Feltaksens lengde
- Modellparametere:
 - Konsentrasjonstid
 - Perkolasjon
 - Tømming, nedre
 - Feltkapasitet
 - Innsjøprosent
 - Fordamping
- Starttilstand:
 - Markfuktighet
 - Q start

Øvre og nedre tømmekonstant samt terskelverdi beregnes og foreslås av PQRUT men kan i tillegg endres/justeres blant annet dersom en har kalibreringsdata, eventuelt på grunn av feltets hydrologiske forhold.

2.4 Analyser av stikkrenner/kulverter

Det er utført dimensjonering og tilhørende kapasitetsberegninger for vurdering av nødvendig tverrsnitt på stikkrenner/kulverter, for de 7 største bekkekryssningene i planområdet. Resultatene gir en oversikt over nødvendig størrelse av kulvertene. Det er forutsatt sirkulære tverrsnitt i betong.

Iht SVVs håndbok NN200 skal dimensjonerende gjentettingsgrad for kulverter settes lik 1/3 av innløpets høyde. Resulterende oppstuvning og «sikkerhetsmargin» opp til topp vei beregnes.

I den videre detaljeringsfasen må det avklares om det skal legges til rette for fiskevandring gjennom noen av stikkrennene/kulvertene, iht. direktoratet for naturforvaltning, veileder til håndbok 22-2002, slipp fisken fram! Dette er forhold som kan være ivaretatt ved eksisterende stikkrenner/kulverter.

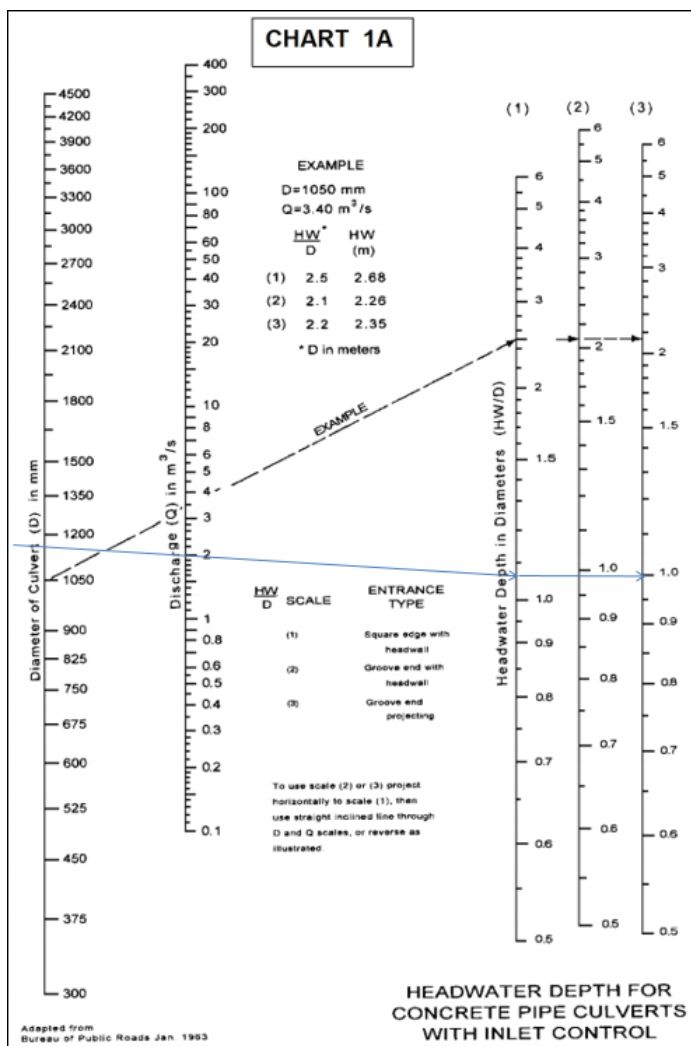
Faktiske tverrsnitt og funksjonalitet på eksisterende stikkrenner er ikke kjent, og må kartlegges i neste fase.

2.4.1 Nomogram

Nomogrammet «Headwater depth for concrete pipe culverts with inlet control» (for rørkulvert) er brukt for dimensjonering og design av kulvertene.

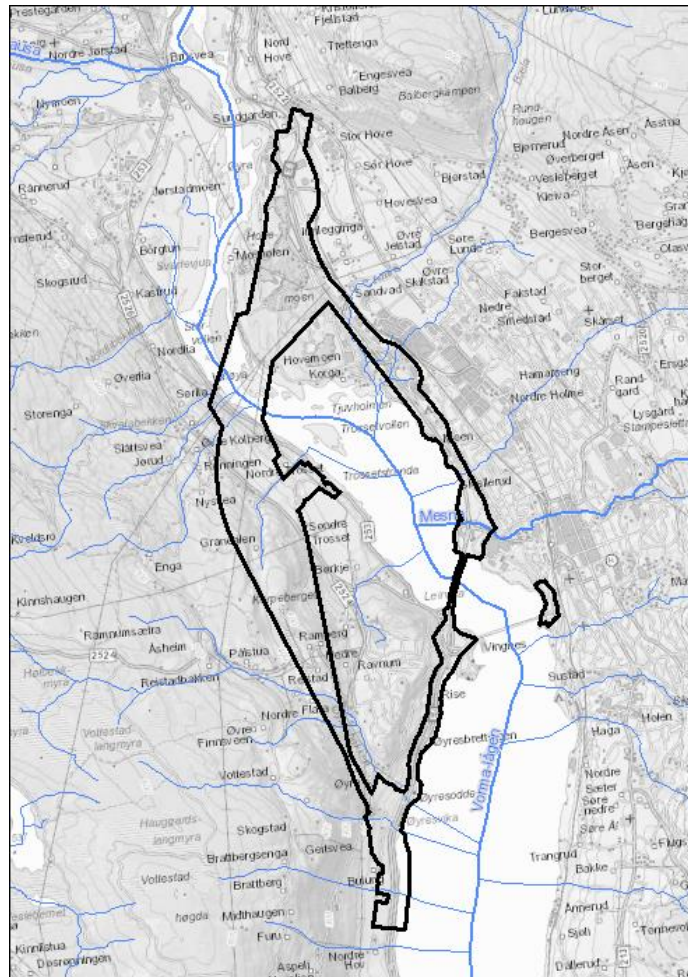
Valgt dimensjonerende kriterium er HW/D (vannstand/rørstørrelser) lik 1.0, det vil si at oppstrøms vanddybde ikke skal bli større enn rørets diameter, samt at det da er en reservekapasitet på ca. 20% før røret fylles. Rørstørrelser er avrundet til praktiske rørstørrelser som finnes i markedet.

Nomogram forutsetter innløpskontroll på kulvertene.



Figur 3. Eksempel på bruk av nomogram. Innløpstype (3), $H_w/D=1,0$, $Q_{dim}=2$ m³/s gir nødvendig diameter på ca. 1200 mm. Kilde: Rambøll.

3. PLANOMRÅDET

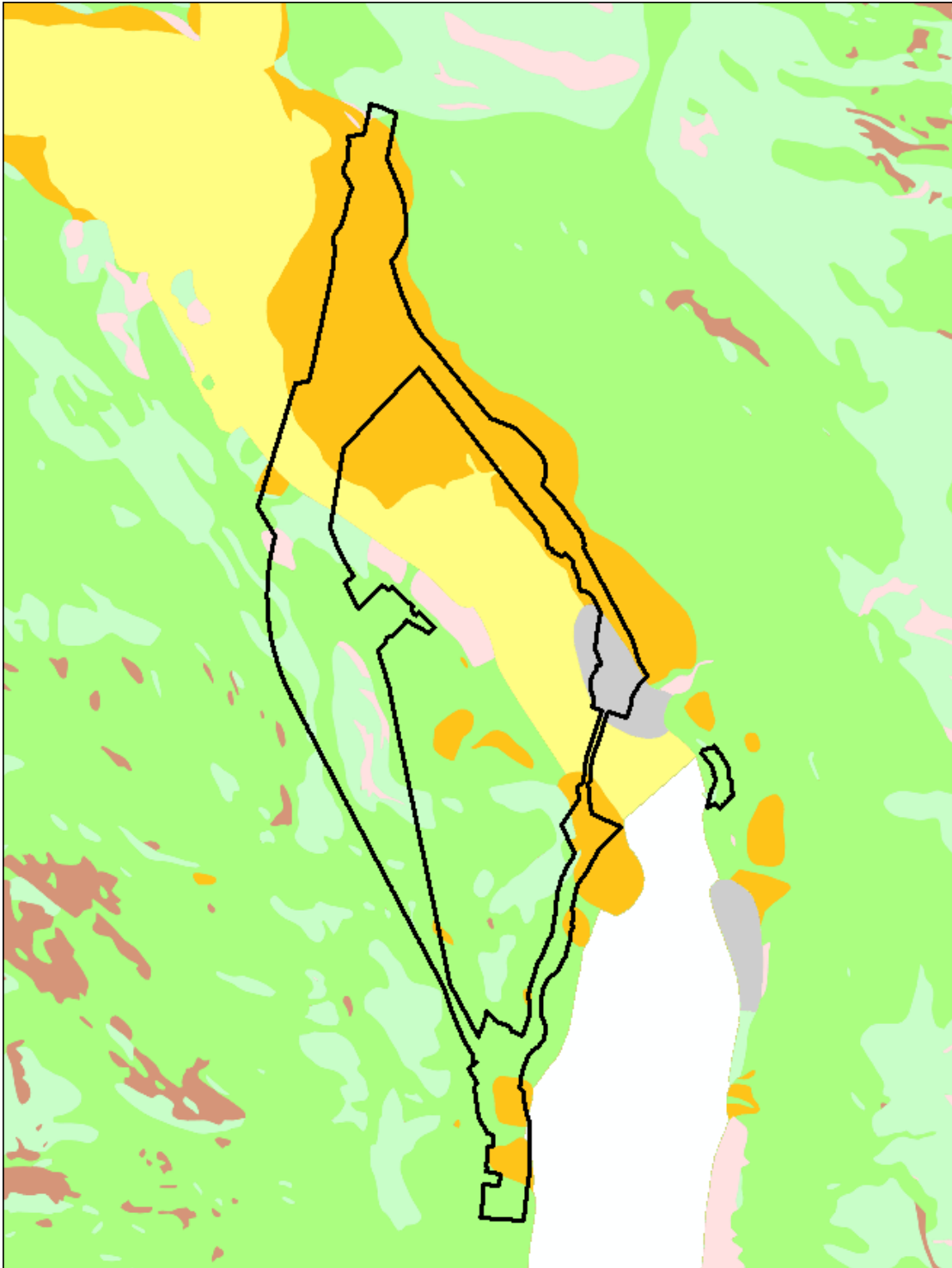


Figur 4. Oversiktskart over planområdet med de største bekkene. Kilde: Elvenettverk, wms NVE (ELVIS).

Planområdet ligger i nordenden av Mjøsa, ved Lillehammer. Planområdet er fordelt nokså jevt mellom øst- og vestsiden av Mjøsa. I sørvest er planområdet noe brattere og mindre urbant, området i nordøst er noe flatere og mer urbant.

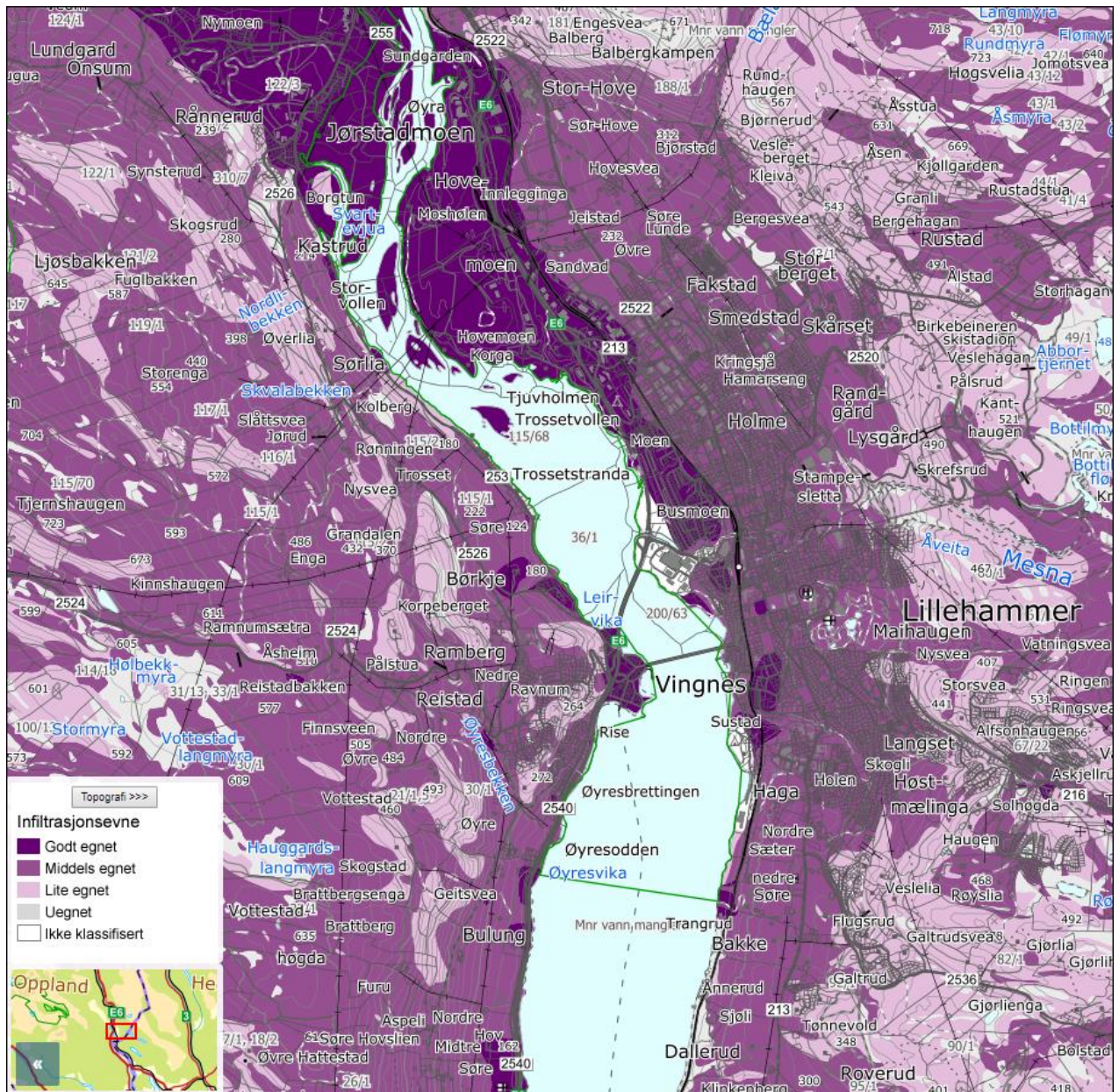
Alle kryssende bekker/elver i planområdet renner ut i Mjøsa (Vorma-Lågen vassdraget).

Grunnforholdene i området domineres av morenematerialer og bre- og elveavsetning.



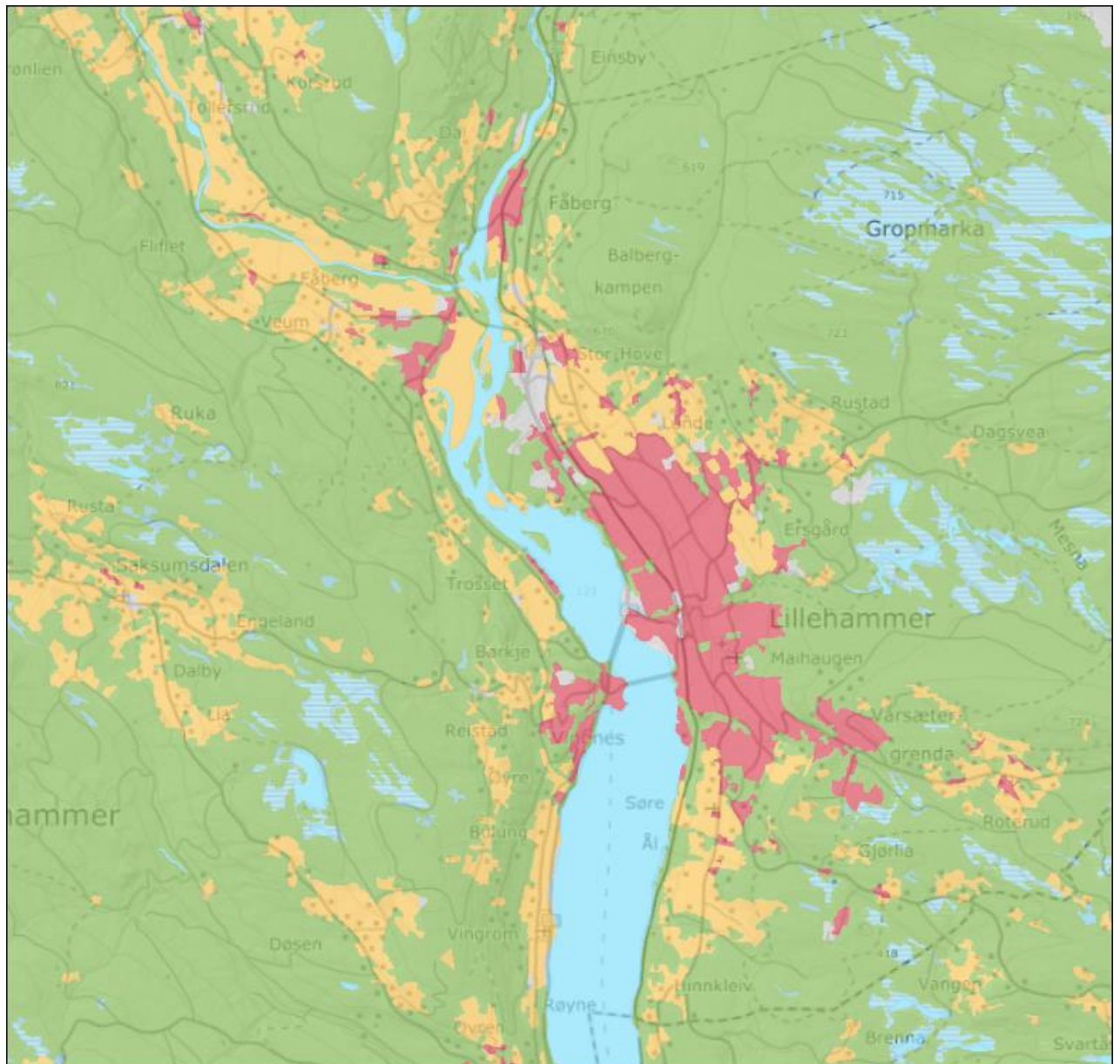
Figur 5. Løsmassekart over planområdet. Oransje=bre-elvavsetning, grønn=morenemateriale, grått=fyllmasser(urbant). Kilde: NGU.

Data over infiltrasjonsevne viser generelt at grunnforholdene er godt eller middels egnet for infiltrasjon.



Figur 6. Infiltrasjonkart som viser infiltrasjonsevnen i området. Kilde: NGU.

Kartlaget AR50 viser at områdetets arealbruk hovedsakelig består av skog, dyrket mark og urbaniserte områder.



Figur 7. Arealressurskart som viser arealbruken i området. Grønt = skog, gult = dyrket mark, rødt = urbant, blått = vann/myr.

3.1 Eksisterende bruer, stikkrenner, og drens for veg

Det finnes ca. 43 stikkrenner langs E6 i planområdet. Det foreligger ingen data for stikkrennene. I tillegg antas det muligens 2 vannførende kulverter under E6.

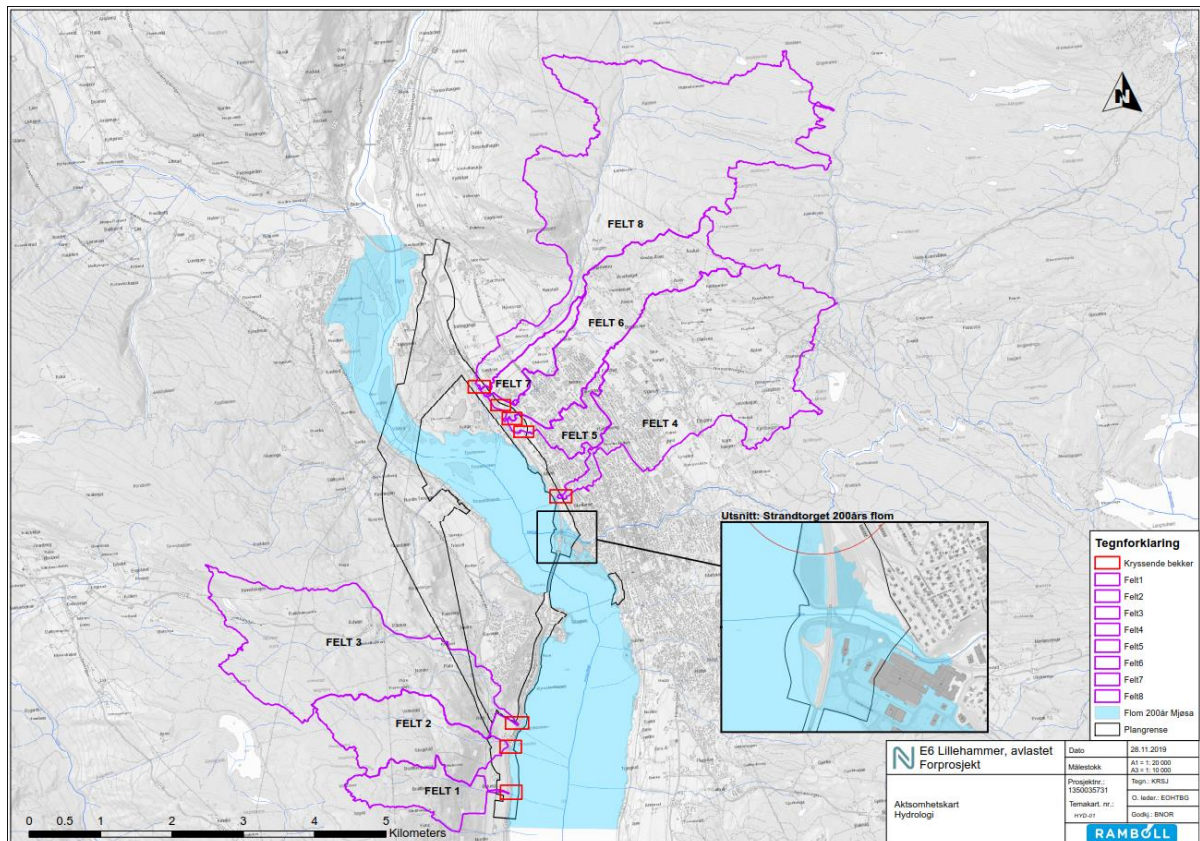


Figur 8. Oversikt over eksisterende stikkrenner under E6. Kilde: Vegkart, SVV.

For delstrekning 1 Øyresvika – Vingnes er det i SVV database (vegkart) registrert 1 bru og ca.30 stikkrenner, både langs E6 og Fv.2540. Heller ikke her foreligger det data (dimensjoner, etc.) på noen av stikkrennene.

3.2 Delnedbørsfelt

Feltene er valgt med utgangspunkt i de 8 største kryssende bekkene/elvene i NVEs elvenettverksdatabase ELVIS. Delnedbørfeltene er i første omgang generert fra NVEs NEVINA applikasjon (Nedbørfelt-Vannføring-Indeks-Analyse). Deretter ble de samme nedbørfelt generert i SCALGO, og justert etter antatt plassering av dagens kulverter og naturlige flomveier.



Figur 9. Justerte nedbørsfelt for de 8 største kryssende bekker/elver. Nedbørsfeltene har lilla omriss.

Tegning HYD-01, Rambøll.

Nedbørfeltene er ikke befart/kontrollert nærmere av Rambøll, blant annet med hensyn til kapasitet/plassering av stikkrenner under veier/ overvannsystem etc. Det er forutsatt at oppstrøms stikkrenner/kulverter har kapasitet. I videre detaljplanlegging må antatte vannveier og feltgrenser kontrolleres og verifiseres ved befaring.

4. BEREGNINGER OG ANALYSER

4.1 Generelt

Mange av delnedbørsfeltene består av relativt mye skog, bortsett fra felt 5 og 6. Videre har mange av feltene betydelige andeler med jordbruksareal. Disse to arealressursene medfører generelt et tykkere lag med jord, som dermed bidrar til flomdempingen i området. I tillegg vil vegetasjon og planter bidra til økt transpirasjon (fordampning). Flere av feltene er bratte, noe som vil medføre raskere avrenning.

Det som generelt sett varierer mest mellom delnedbørsfeltene, er andel myr og urbaniserte områder. Etter lengre tørkeperioder vil myrområdene virke dempende på vannføringen. Når metningen i myrarealene er nådd, vil en høy andel myr bidra til et raskere flomforløp. Det er tatt høyde for full metning i myrområdene. De urbaniserte områdene har høy andel av tette flater og vil bidra til en mye raskere avrenning.

4.2 Observerte data fra sammenlignbare felt

Delnedbørsfeltene til de kryssende bekkene varierer fra 0,9 km² til 8,65 km². Tabell 6 viser en oversikt over sammenlignbare regionale nedbørsfelt hvor det finnes vannføringsdata over flere år.

Tabell 6. Regionale målestasjoner som kan være sammenlignbare. Kilde: Nevina, NVE.

Målestasjon	Måleperiode [ant. år]	Felt areal [km ²]	Eff. Sjø [%]	Qn [l/s*km ²]	QM [l/s*km ²]
8.6.0 Sæternbekken	34	6,2	0,01	17,55	562
3.11.0 Sagstubekken	21	3,3	0,03	18,69	392
6.10.0 Gryta	43	7	0,41	20,56	289

Sagstubekken har liten gradient (bratthet), og kan sammenlignes ved kompensasjon for bratthet. Gryta har en mye lavere Qm, samt noe høyere Qn. Totalt sett er Sæternbekken vurdert som mest representativ/sammenlignbar, særlig for de største feltene.

4.3 Formelverk for små nedbørsfelt

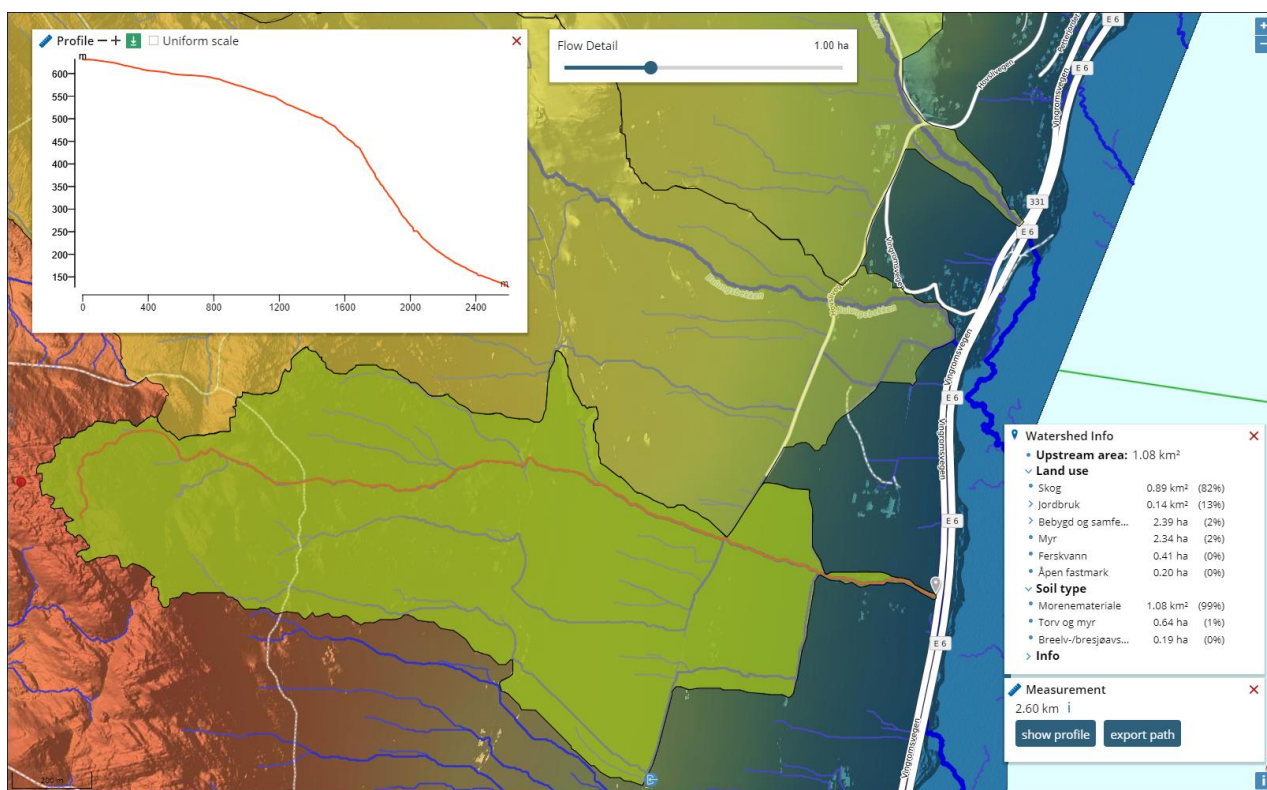
Tabellen under viser inngangsparameterne for delnedbørsfeltene, samt beregnet medianverdi for middelflom, Q_M.

Tabell 7. Flomberegninger ved bruk av formler for små nedbørfelt. Kilde: Nevina, NVE.

Elv/bekk	Areal [km ²]*	Q _n [l/s*km ²]**	Eff. sjøprosent [%]	QM Median [l/s*km ²]
1	0,9	15,5	0	526
2	1,58	16,5	0	514
3	5	16	0	428
4	6,18	15,2	0	398
5	0,65	10,9	0	420
6	2,75	15,3	0	451
7	0,54	11,5	0	500
8	8,65	16,5	0	408

4.4 Delnedbørfelt 1

Figuren under viser avrenningslinjer/vannveier i felt 1. Terrenget er relativt bratt, som terrengprofilet viser. Overvannet fra feltet føres inn i bekken sør for Bulung og føres i stikkrenne under E6 ned til Mjøsa.



Figur 10. Avrenningslinjer i felt 1. Rød linje i nedbørfeltet viser feltets lengste avrenningslinje (Scalgo).

Arealressursene i feltet består av dyrket mark (13%), myr (2%), skog (82%) og urbant (2%). Data over løsmassetyper viser at feltet hovedsakelig består av morenemateriale (99%). Ut fra NGUs data vurderes feltets infiltrasjonsevne fra middels godt til godt egnet.

4.4.1 Flomanalyser/dimensjonerende flom

Basert på feltets egenskaper velges en dimensjonerende spesifikk årsflom på $670 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ (formler gir $249-908 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ og median på $513 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$).

Q_{200} median beregnet da til $1,59 \text{ m}^3/\text{s}$ og dimensjonerende $Q_{200}+44\%$ lik $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

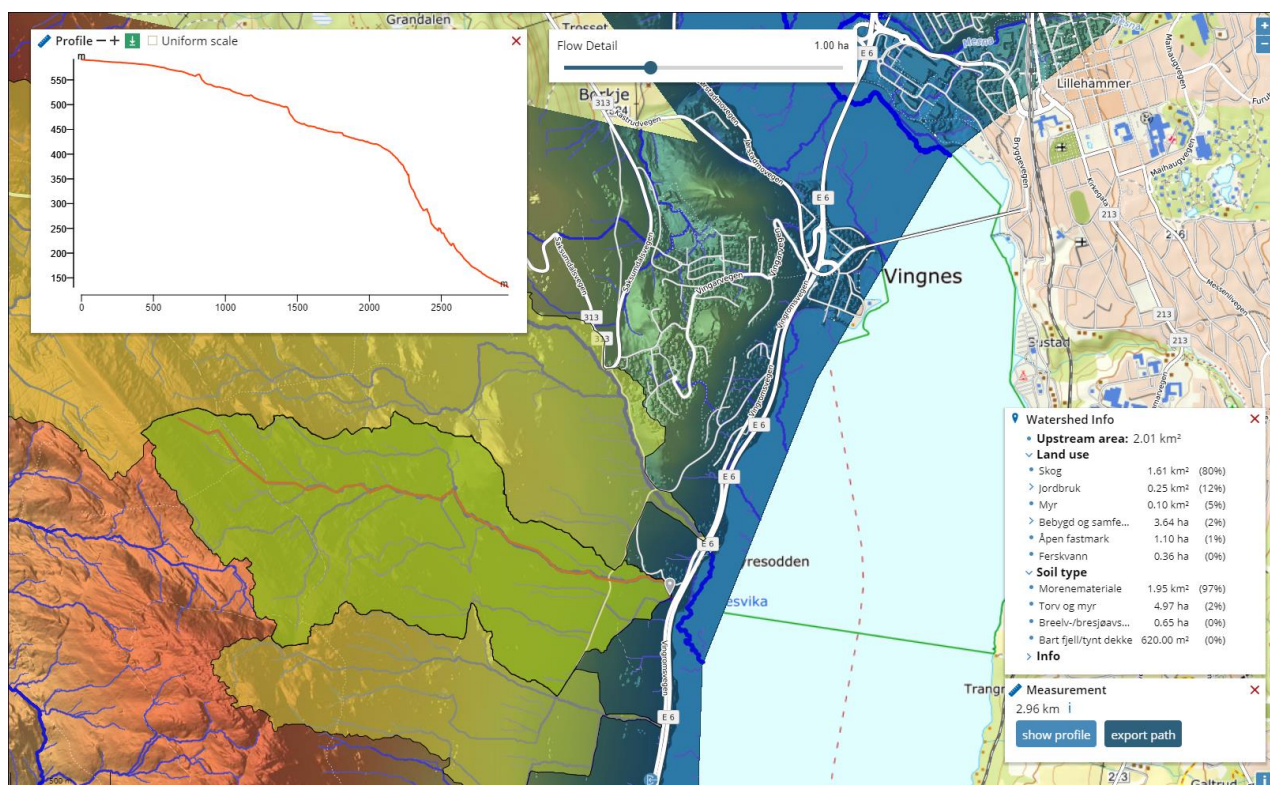
4.4.2 Analyse av stikkrenne/kulvert

Ved bruk av nomogram med HW/D 1.0 og vannføring $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$, er nødvendig rørdimensjon for stikkrenne ca. 1350 mm . Avrundet nærmeste minimum standardstørrelse er **1400 mm**. Beregningen forutsetter innløpskontroll.

Størrelse på eksisterende stikkrenne er ikke kjent.

4.5 Delnedbørfelt 2

Figuren under viser avrenningslinjer/vannveier i felt 2. Terrenget er relativt bratt, som terrenget indikerer. Overvannet fra feltet føres inn i Bulungsbekken og videre i stikkrenne under E6 ned til Mjøsa.



Figur 11. Avrenningslinjer i felt 2 (Bunungsbekken). Rød linje viser feltets lengste avrenningslinje (Scalgo).

Arealressursene i feltet består av dyrket mark (12%), myr (5%), skog (80%) og urbant (2%). Data over løsmassetyper viser at feltet hovedsakelig består av morenemateriale (97%). Ut fra NGUs data vurderes feltets infiltrasjonsevne fra middels godt til godt egnet.

4.5.1 Flomanalyser/dimensjonerende flom

Basert på feltets egenskaper velges en dimensjonerende spesifikk årsflom på $670 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ (formler gir $241\text{--}880 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ og median på $497 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$).

Ved bruk av formler for små og inputdata fra NEVINA, blir Q_{200} median beregnet til $2,86 \text{ m}^3/\text{s}$ og dimensjonerende $Q_{200}+44\%$ lik $5,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

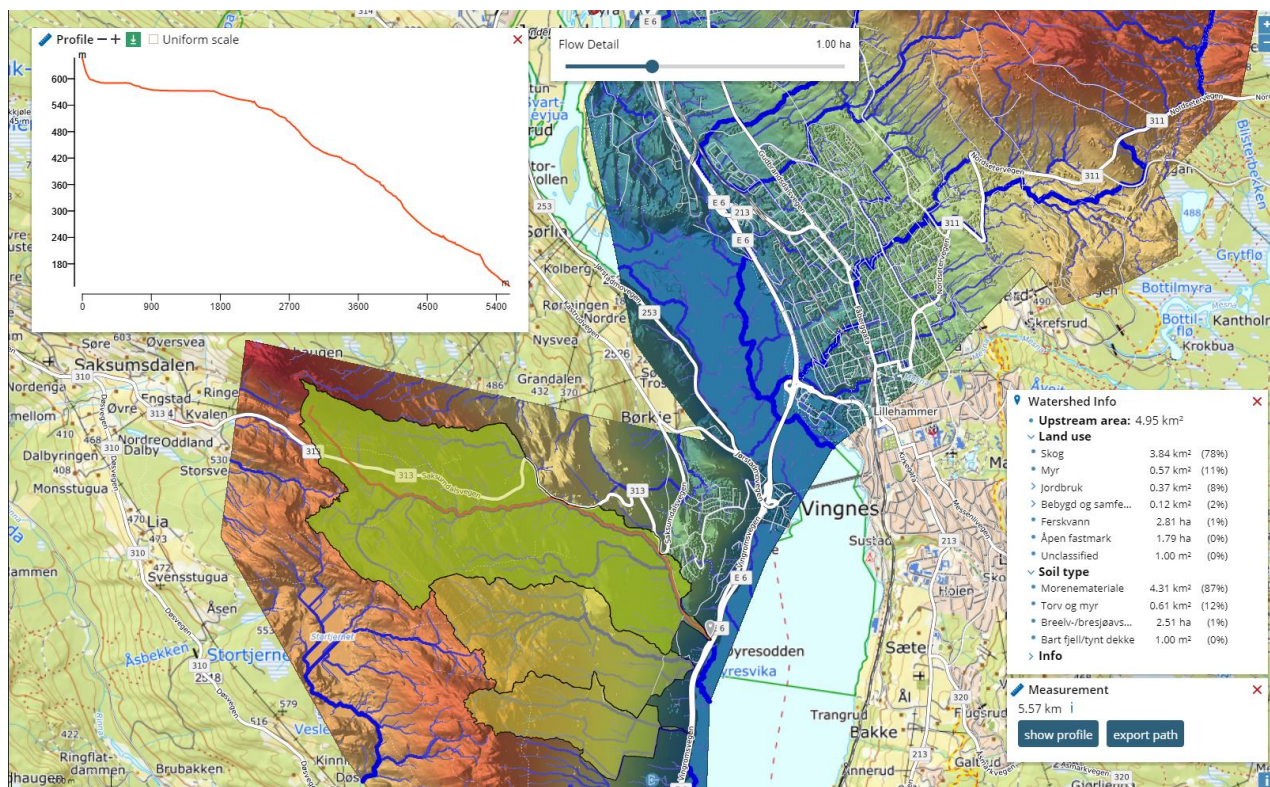
4.5.2 Analyse av stikkrenne/kulvert

Ved bruk av nomogram med HW/D 1.0 og vannføring $5,6 \text{ m}^3/\text{s}$, er nødvendig rørdimensjon for stikkrenne ca. **1800 mm**. Alternativt 2 rør på 1400 mm. Beregningen forutsetter innløpskontroll.

Størrelse på eksisterende stikkrenne er ikke kjent.

4.6 Delnedbørfelt 3

Figuren under viser avrenningslinjer/vannveier i felt 3 (Øyresbekken). Terrenget er også her relativt bratt, som terrengprofilen indikerer. Overvannet fra feltet renner inn i Øyresbekken og føres under henholdsvis Fv2540 og E6.



Figur 12. Avrenningslinjer i felt 3 (Øyresbekken). Rød linje viser feltets lengste avrenningslinje (Scalgo).

Arealressursene i feltet består av dyrket mark (8%), myr (11%), skog (78%) og urbant (2%). Data over løsmassetyper viser at feltet hovedsakelig består av morenemateriale (87%), samt noe torv og myr (12%). Ut fra NGUs data vurderes feltets infiltrasjonsevne til middels godt egnet.

4.6.1 Flomanalyser/dimensjonerende flom

Basert på feltets egenskaper velges en dimensjonerende spesifikk årsflom på $530 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ (formler gir $208\text{--}757 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ og median på $428 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$).

Ved bruk av formler for små nedbørfelt og inputdata fra NEVINA, blir Q_{200} median beregnet til $7,6 \text{ m}^3/\text{s}$ og dimensjonerende $Q_{200+44\%}$ lik $11 \text{ m}^3/\text{s}$.

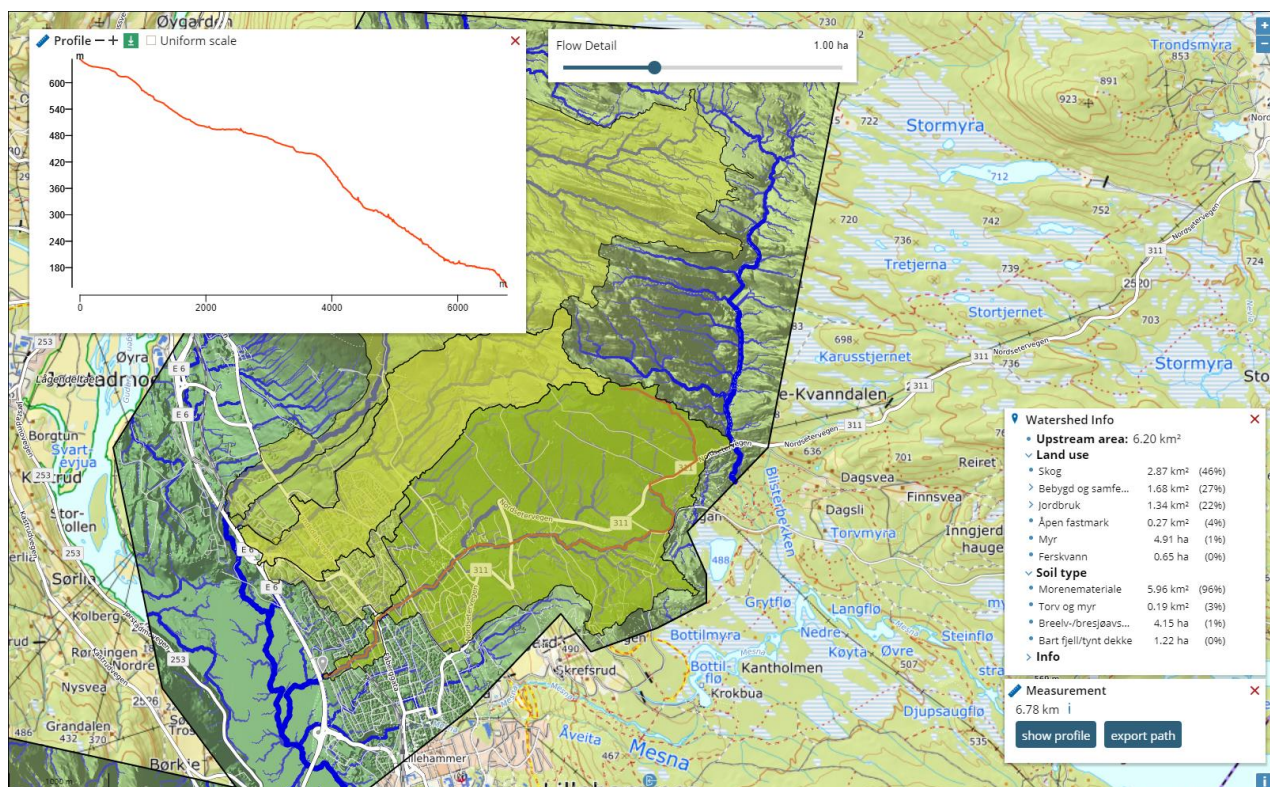
Kontrollberegning med PQRUT for henholdsvis 1 og 2 timer konsentrasjonstid, samsvarer med valgt 200 årsflom på $7,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.6.2 Analyse av lysåpning under bru

Det foreligger ikke data på lysåpning på bruene. Data vil bli etterspurt og analysert i detaljeringsfasen, dersom det er legges opp til tiltak her. Dette arbeidet er noe mer omfattende enn ved stikkrenner/kulverter.

4.7 Delnedbørfelt 4

Figuren under viser avrenningslinjer/vannveier i felt 4. Terrenget er her noe slakere, som terrenget indikerer. Overvannet fra feltet føres inn i Skurva og føres videre i kulvert under E6 ned til Mjøsa, rett sør for Mosoddtunnelen.



Figur 13. Avrenningslinjer i felt 4 (Skurva). Rød linje viser feltets lengste avrenningslinje. Kilde: Scalgo.

Arealressursene i feltet består av dyrket mark (22%), myr (1%), skog (46%) og urbant (27%). Data over løsmassetyper viser at feltet hovedsakelig består av morenemateriale (96%), samt noe torv og myr (3%). Ut fra NGUs data vurderes feltets infiltrasjonsevne som middels godt til godt egnet.

4.7.1 Flomanalyser/dimensjonerende flom

Basert på feltets egenskaper velges en dimensjonerende spesifikk årsflom på $490 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ (formler gir $193\text{-}704 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ og median på $398 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$). Dette samsvarer med beregninger i PQRUT som gav en Q_{200} lik $8,7 \text{ m}^3/\text{s}$ som tilsvarer $1400 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$.

Dimensjonerende $Q_{200}+44\%$ settes lik $12,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

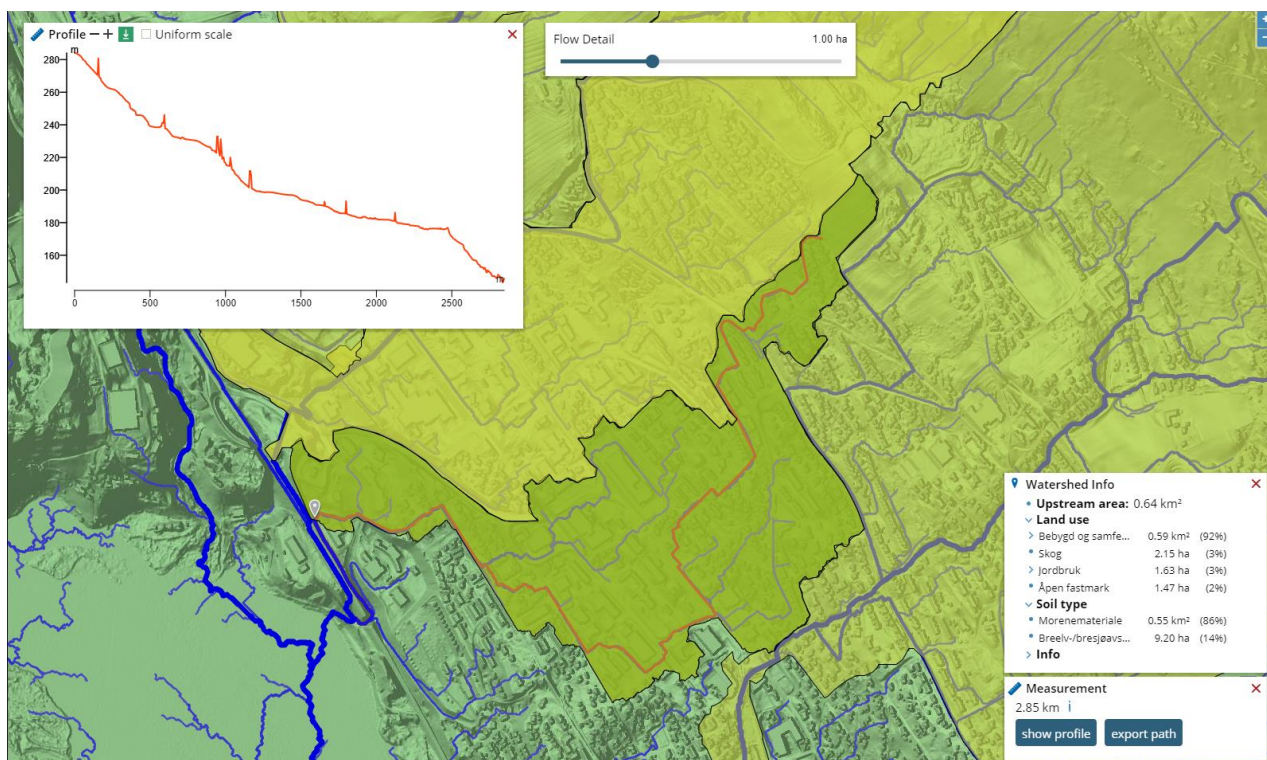
4.7.2 Analyse av stikkrenne/kulvert

Ved bruk av nomogram med HW/D 1.0 og vannføring $12,6 \text{ m}^3/\text{s}$, er nødvendig rørdimensjon for kulvert ca. 2400 mm. N200 definerer grensesnittet mellom kulvert og bru slik: «Stikkrenner og kulverter er vanngjennomløp på tvers av vegen og omfatter diameter opp til 2,5 m». Det betyr at dimensjonerende flom for denne kryssingen er faller innunder grensesnittet for kulvert, iht. definisjonen i N200. Beregningen forutsetter innløpskontroll.

Størrelse på eksisterende kulvert er ikke kjent, og må kontrolleres i detaljprosjekt.

4.8 Delnedbørfelt 5

Figuren under viser avrenningslinjer/vannveier i felt 5, som er på $0,64 \text{ km}^2$. Terrenget er relativt slakt og området er urbant (92%).



Figur 14. Avrenningslinjer i felt 4 (Skurva). Rød linje viser feltets lengste avrenningslinje. Kilde: Scalgo.

Arealressursene i feltet består av dyrket mark (3%), skog (3%) og urbant (92%). Data over løsmassetyper viser at feltet hovedsakelig består av morenemateriale (86%), samt breavsetning (14%). Ut fra NGUs data vurderes feltets infiltrasjonsevne som middels godt egnet.

4.8.1 Flomanalyser/dimensjonerende flom

Basert på feltets egenskaper og høy urbanisering velges en dimensjonerende spesifikk årsflom på 710 l/s*km² (formler gir 197-717 l/s*km² og median på 405 l/s*km²).

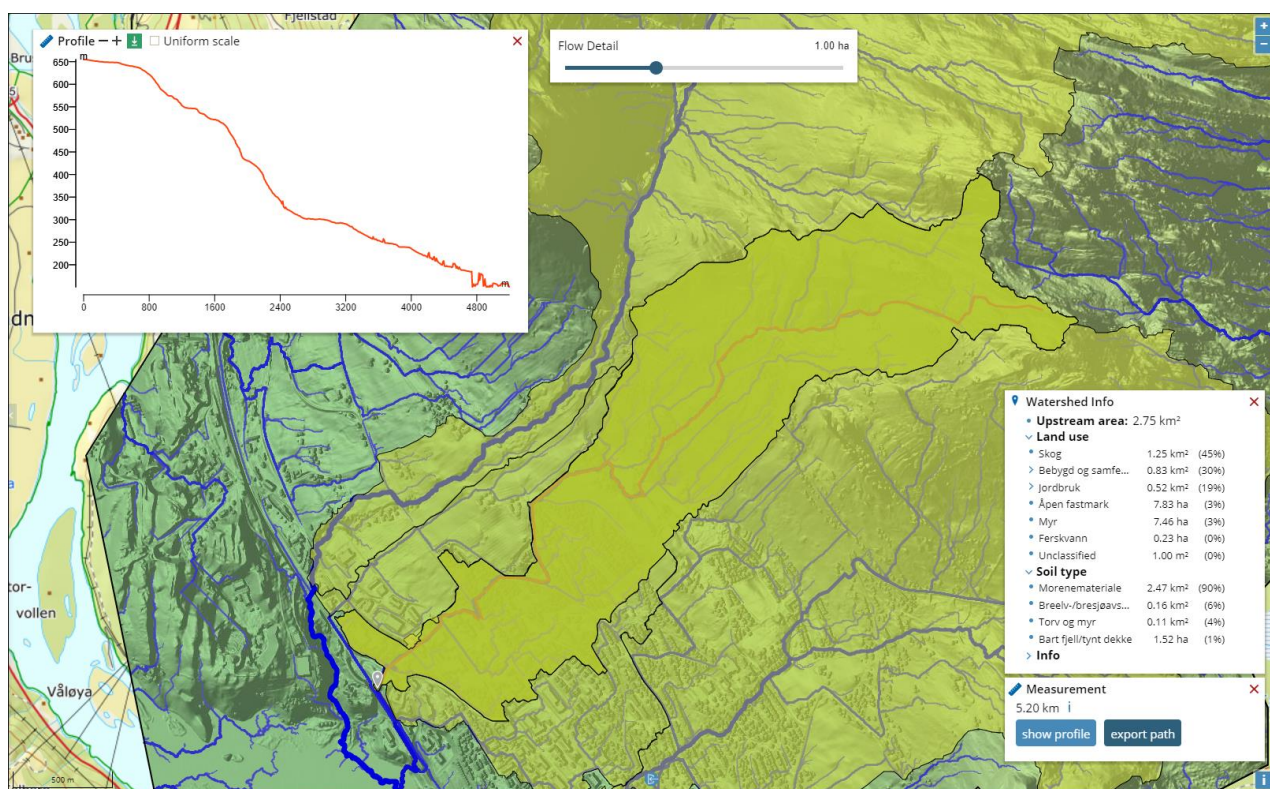
Dimensjonerende Q₂₀₀+44% blir settet til 2,0 m³/s.

4.8.2 Analyse av stikkrenne/kulvert

Ved bruk av nomogram med HW/D 1.0 og vannføring 2,0 m³/s, er nødvendig rørdimensjon for kulvert ca. 1200 mm.

4.9 Delnedbørfelt 6

Figuren under viser avrenningslinjer/vannveier i felt 6. Terrenget er relativt bratt. NVEs database over elvenettverk (ELVIS), indikerer en bekk som renner igjennom feltet og renner ut ved Haugvika i Mjøsa. Den nederste delen av feltet er urbanisert og det foreligger ingen data på stikkrenner eller kulverter. Sammenligning av kartdata og data fra ELVIS antyder bekkelukking i det nederste urbaniserte områdene.



Figur 15. Avrenningslinjer i felt 6. Rød linje viser feltets lengste avrenningslinje. Kilde: Scalgo.

Arealressursene i feltet består av dyrket mark (19%), myr (3%), skog (45%) og urbant (30%). Data over løsmassetyper viser at feltet hovedsakelig består av morenemateriale (90%), breavsetninger (6%), samt noe torv og myr (4%).

4.9.1 Flomanalyser/dimensjonerende flom

Basert på feltets egenskaper velges en dimensjonerende spesifikk årsflom på $500 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ (formler gir $217\text{--}790 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ og median på $447 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$).

Dimensjonerende $Q_{200}+44\%$ blir $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$, med en median på $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Dette samsvarer med beregninger i PQRUT, inklusive økning av K1 med 0,05.

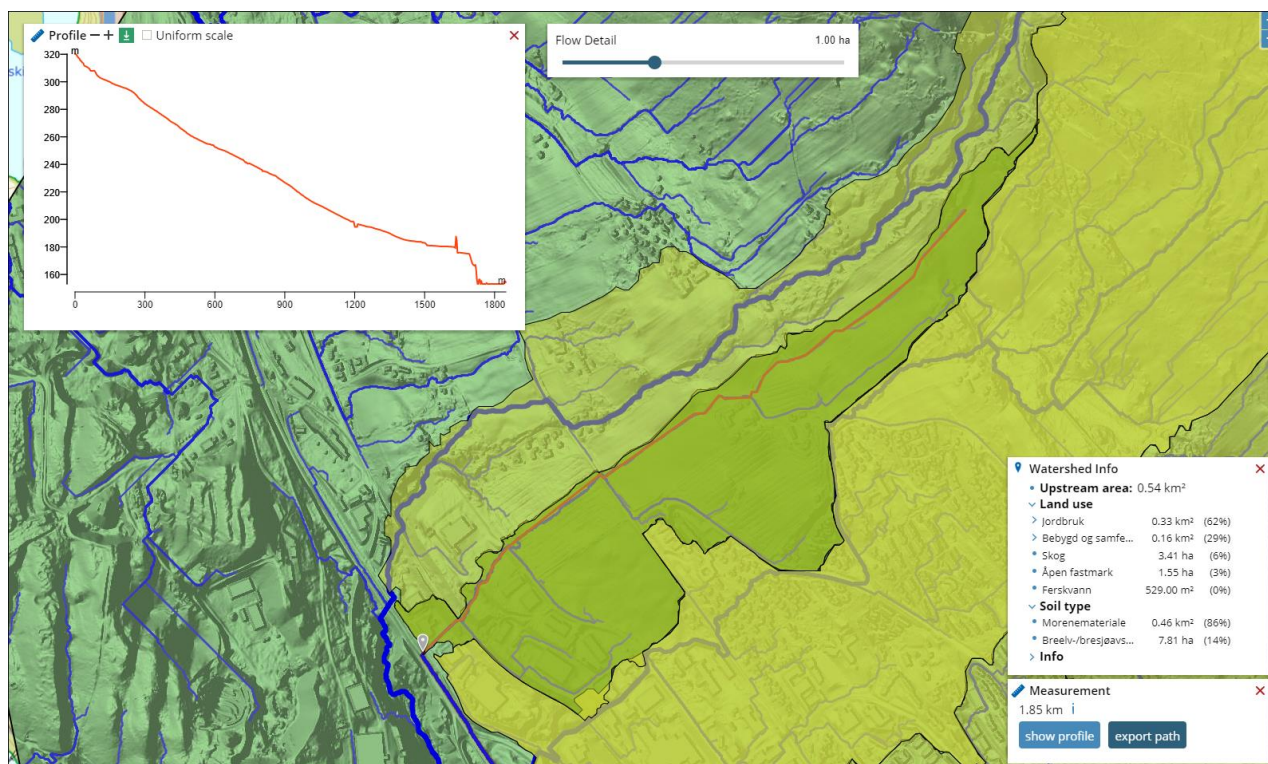
4.9.2 Analyse av stikkrenne/kulvert

Ved bruk av nomogram med HW/D 1.0 og vannføring $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$, er nødvendig rørdimensjon for stikkrenne/kulvert **1800 mm**. Beregningen forutsetter innløpskontroll.

Størrelse på eksisterende stikkrenne er ikke kjent.

4.10 Delnedbørfelt 7

Figuren under viser avrenningslinjer/vannveier i felt 7. Feltet er lite, med liten andel av skog. Avrenningen i feltet samles i en bekk, og føres trolig i en stikkrenne under E6. Det foreligger ingen informasjon om stikkrennen i SVV vegkart. Terrenget i feltet er relativt bratt.



Figur 16. Avrenningslinjer i felt 7. Rød linje viser feltets lengste avrenningslinje. Kilde: Scalgo.

Arealressursene i feltet består av dyrket mark (62%), skog (6%) og urbant (29%). Data over løsmassetyper viser at feltet hovedsakelig består av morenemateriale (86%) og breavsetning (14%).

4.10.1 Flomanalyser/dimensjonerende flom

Basert på feltets egenskaper velges en dimensjonerende spesifikk årsflom på $630 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ (formler gir $211\text{--}771 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ og median på $435 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$).

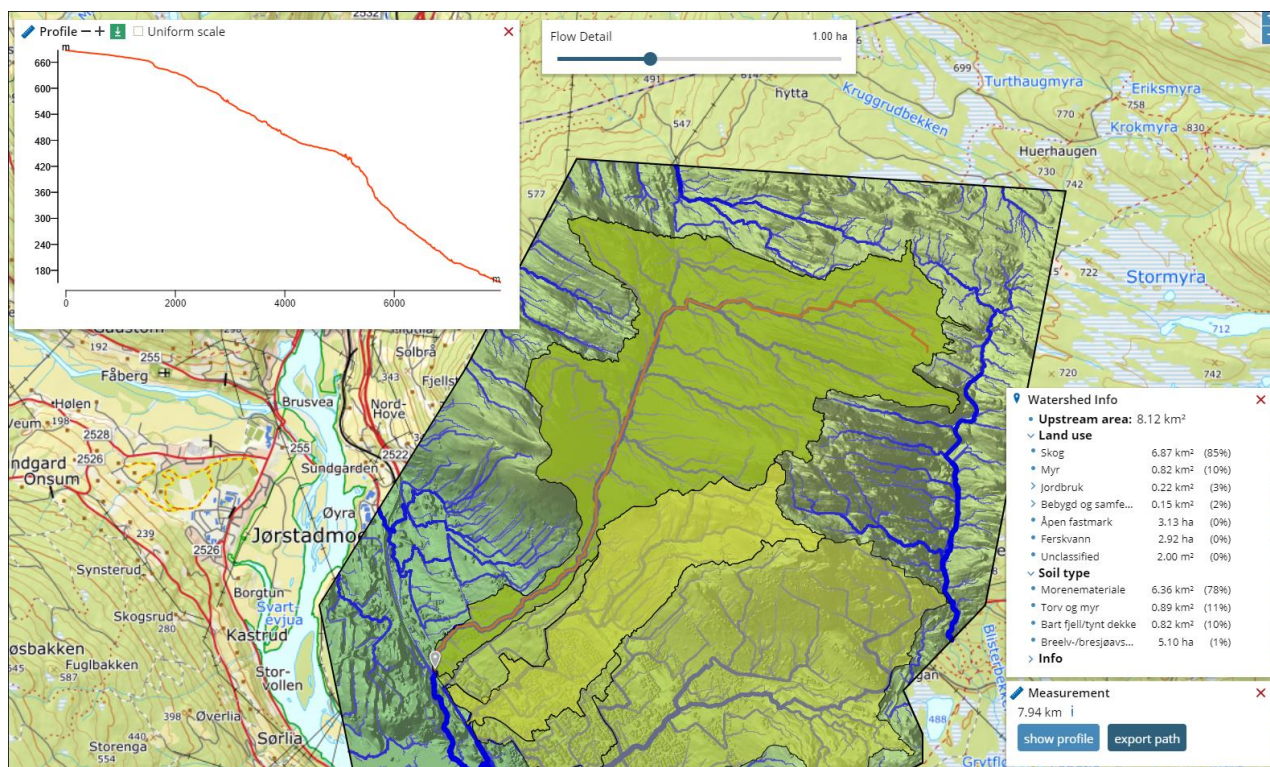
Dimensjonerende $Q_{200}+44\%$ beregnes til $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.10.2 Analyse av stikkrenne/kulvert/bru

Ved bruk av nomogram med HW/D 1.0 og vannføring $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$, er nødvendig rørdimensjon for stikkrenne 1000 mm.

4.11 Delnedbørfelt 8

Figuren under viser avrenningslinjer/vannveier i felt 8. Feltet er stort med liten andel av urbanisert område. Avrenningen fra feltet samles i Bæla og føres under E6 i en antatt større kulvert. Det foreligger ingen informasjon om kulvertene.



Figur 17. Avrenningslinjer i felt 8. Rød linje viser feltets lengste avrenningslinje. Kilde: Scalgo.

Arealressursene i feltet består av dyrket mark (3%), myr (10%), skog (85%) og urbant (2%). Data over løsmassetyper viser at feltet hovedsakelig består av morenemateriale (78%), torv og myr (11%) og bart fjell (10%).

4.11.1 Flomanalyser/dimensjonerende flom

Basert på feltets egenskaper velges en dimensjonerende spesifikk årsflom på $400 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ (formler gir $200\text{--}728 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ og median på $411 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$).

Dimensjonerende $Q_{200}+44\%$ er beregnet til $13,4 \text{ m}^3/\text{s}$, med en Q_{200} median på $9,3 \text{ m}^3/\text{s}$.

PQRUT beregner tilsvarende en Q_{200} lik $8,7 \text{ m}^3/\text{s}$, altså litt lavere enn valgt på $9,3 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.11.2 Analyse av stikkrenne/kulvert/bru

Ved bruk av nomogram med HW/D 1.0 og vannføring $13,4 \text{ m}^3/\text{s}$, er nødvendig rørdimensjon for kulvert mellom 2400 mm og 2500 mm, dvs. akkurat under grenseverdien for klassifisering som bru, omtalt i N200. For tverrsnitt over 2500 mm gjelder følgende: «Fri høyde over vassdrag bestemmes slik at der minst 0,5 m klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200-års flom» (N400).

5. DIMENSJONERENDE FLOMVANNSTANDER I MJØSA OG MESNA

5.1 Mjøsa

200-årsflom vil være dimensjonerende for E6 avlastet. Ifølge NVE 06/2006 Delprosjekt Lillehammer ligger flomsonen ved Lillehammer bru på kt +126,43 m NN1954. Dette tilsvarer kt +126,62 m i NN2000 (nåværende høydedatum). I tillegg skal det benyttes en sikkerhetsmargin på + 0,5 meter. Det betyr at minimum høyde for underkant bruer over Mjøsa ved Lillehammer vil være:

$126,62 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 127,12 \text{ moh (NN2000)}$.

Tabell 6. Flomvannstander for Mjøsa. Kilde: NVE 06/2006 og Statens vegvesen, 2017.

	NN1954	NN2000
H _{Middelflom}	123,51	123,70
H ₁₀	124,19	124,38
H ₂₀	124,60	124,79
H ₅₀	125,23	125,20
H ₁₀₀	125,78	125,97
H ₂₀₀	126,43	126,62

Samme høyde vil gjelde for tiltak som påvirker eller involverer byggverk med personopphold, ved Lillehammer.



Figur 18. Flomsoner Mjøsa ved Lillehammer bru forutsatt en 200 års flomvannstand på kote 126,62 i Mjøsa.

5.2 Mesna

For utløp Mesna er anbefalt minimum underkant bru 127,14 moh. ref. Statens vegvesen, 2017. Dette er altså marginalt høyere enn høyden for Mjøsa. Litt lenger opp i Mesna, ca.250 meter oppstrøms E6, er høyeste beregnede 200-årsflom beregnet til 126,69 moh.

For eventuelle tiltak ved Strandtorget anbefaler Rambøll at dimensjonerende 200-årsflom settes lik 126,7 moh. Også her gjelder en sikkerhetsmargin på 0,5 meter.



Figur 19. Grove flomsone ved Strandtorget, flomvannstand 126,7 moh i Mesna. Kilde: Scalgo.

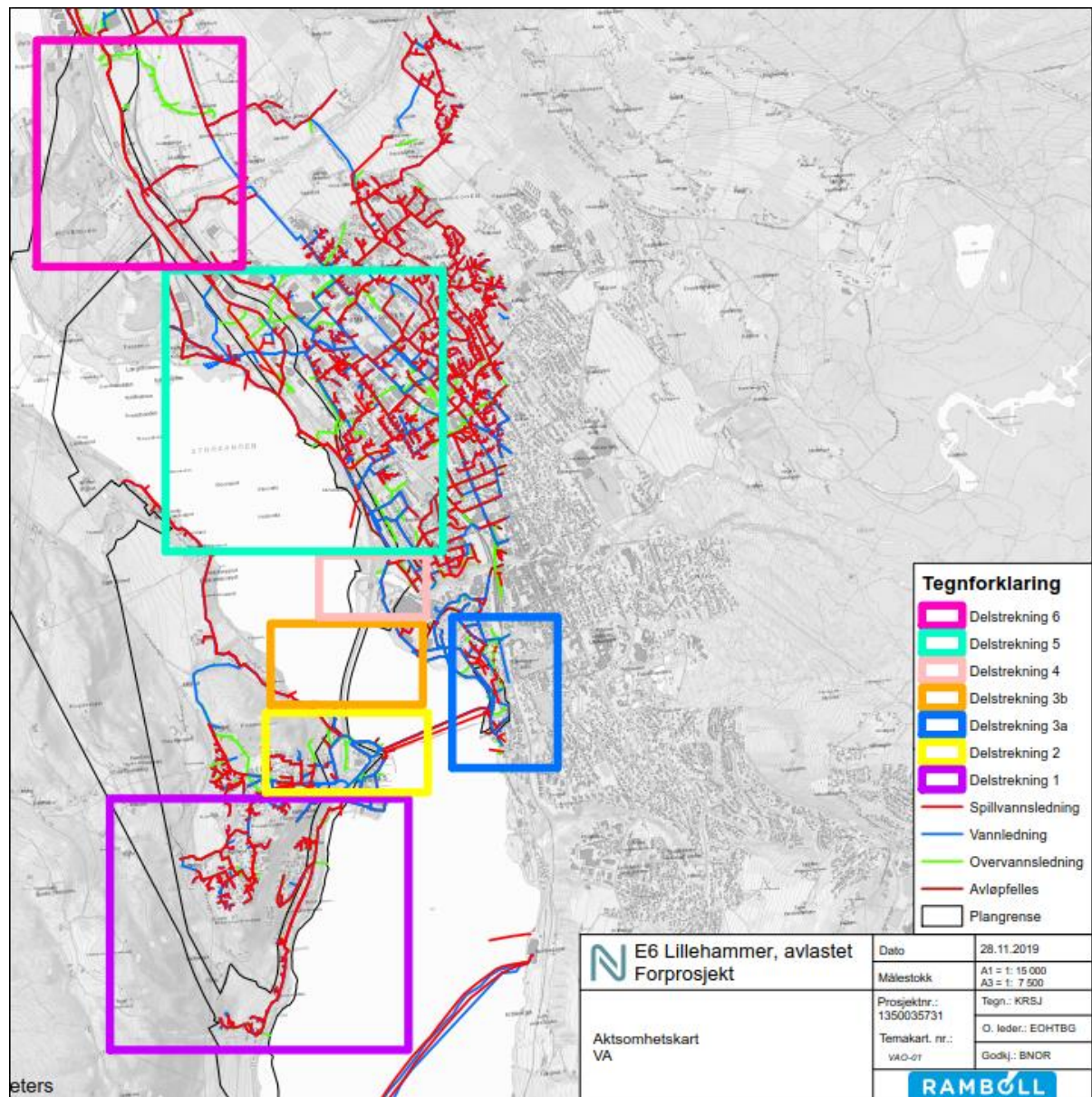
(NB! E6 bruer overflommes ikke, det mangler høydedata på bruene.)

6. VANN OG AVLØP

6.1 Eksisterende kommunalt vann og avløp

Ledningskartverk fra Lillehammer kommune danner grunnlag for vurdering av konsekvenser for eksisterende kommunale VA-anlegg. Anleggene må kartlegges i områder der tiltak på veg krysser eller blir liggende nært.

6.2 Tiltak i de enkelte delområdene



Figur 20. Utsnitt fra aktsomhetskart VA. Oversiktskart som viser delstrekninger og VA-ledninger.

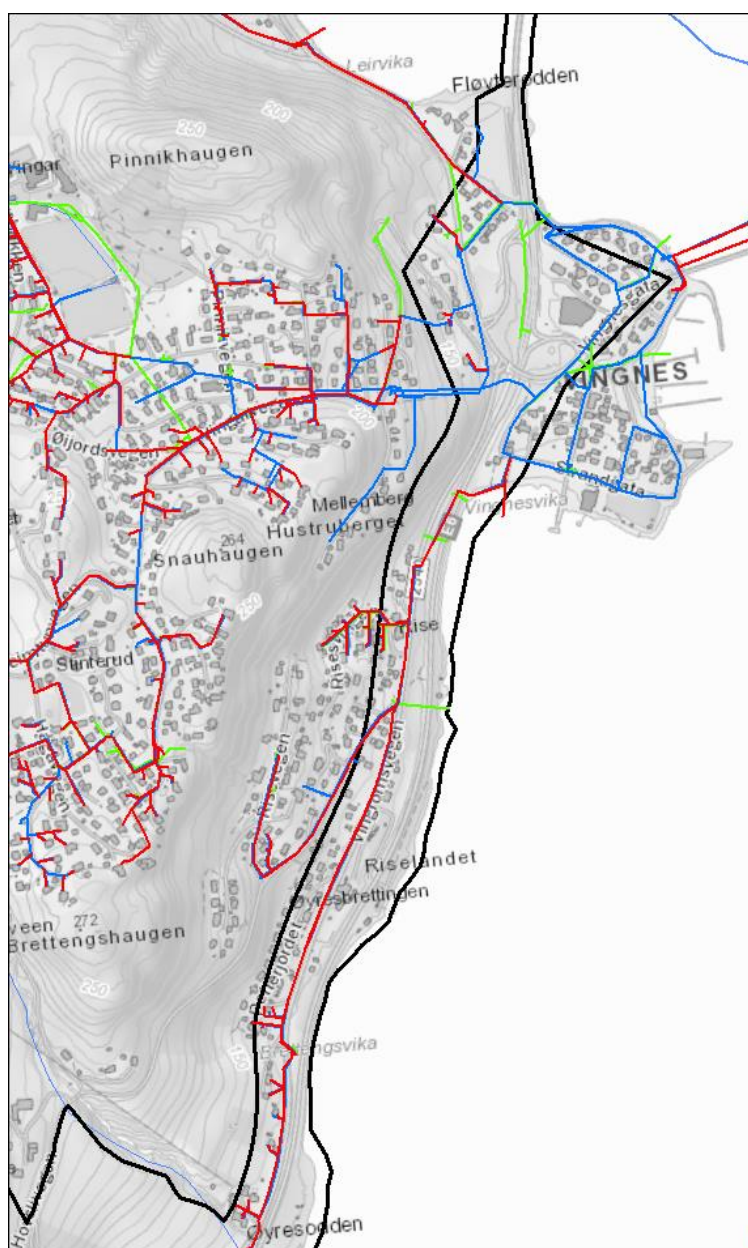
Tegning VAO-01, Rambøll.

6.2.1 Delstrekning 1 Øyresvika - Vingnes

Eksisterende Fv. 2540 skal breddeutvides for å få plass til ensidig fortau. Kommunalt VA-anlegg ligger på vestsiden av vegen. Terreng er skrånende mot øst.

Ved breddeutvidelse mot vest vil vestre veggrøft komme i konflikt med VA-grøft som kan medføre lav overdekning for VA-ledninger (kan medføre tiltak med frostsikring). Enkelte kummer vil også komme i eller nært veggrøft.

Ved breddeutvidelse av veg må også stikkrenner forlenges eller skiftes. Breddeutvidelse mot vest vil kunne føre til at inntak til forlenget stikkrenne kommer i konflikt eksisterende VA-ledninger. Ved breddeutvidelse av veg mot øst vil det i de fleste tilfeller være uproblematisk å forlenge stikkrenner.



Figur 21. VA-ledninger i delstrekning 1 og 2. Blå = VL, rød = SP og grønn = OV. Ledningsnett data: Lillehammer kommune. Illustrasjon: Rambøll.

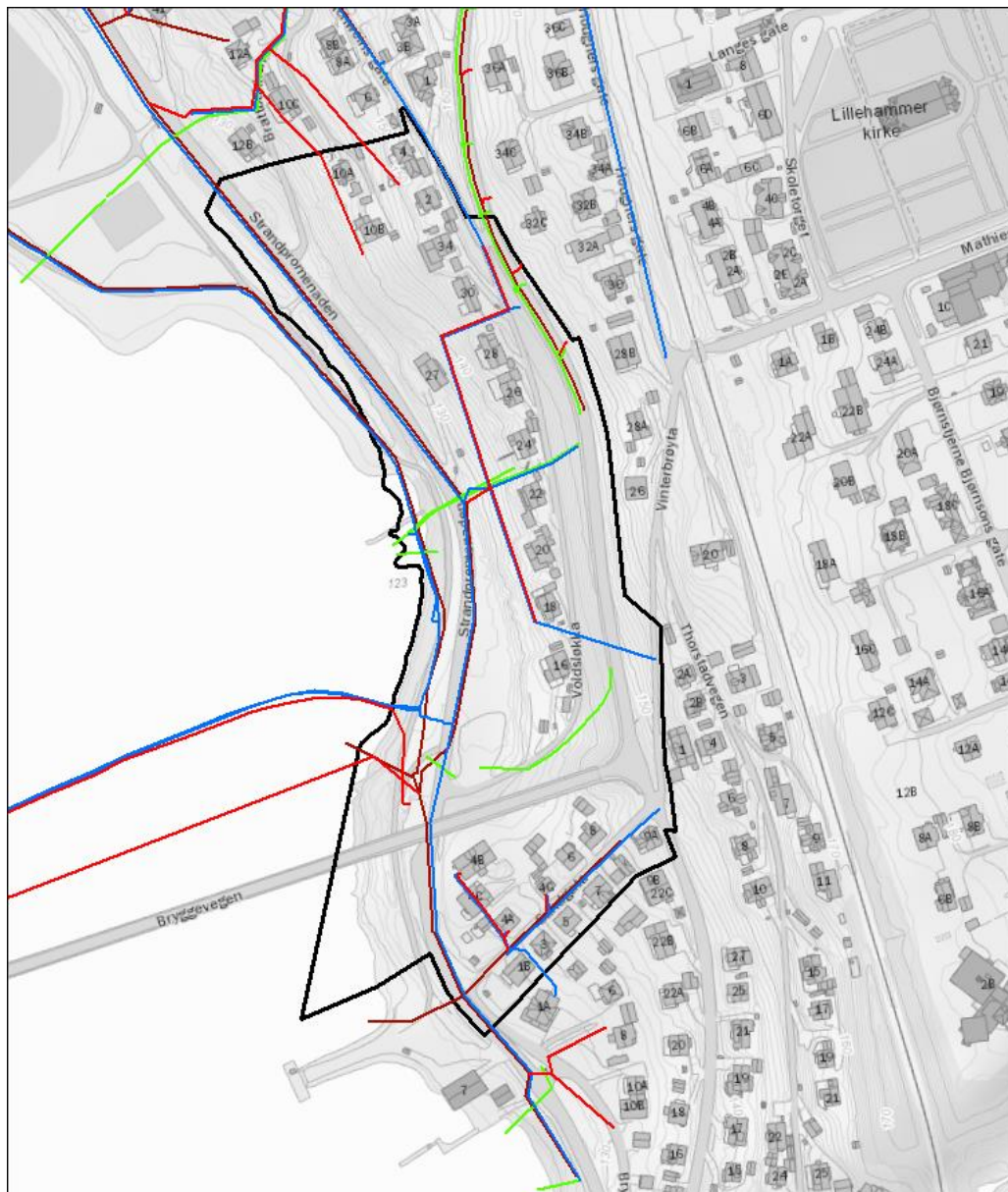
6.2.2 Delstrekning 2 Vingnes miljøtiltak

Ny vegløsning med rundkjøring for sammenkobling av lokale vegger. Kryssing av vannledning (VL150) under planlagt/ eksisterende veg og eksisterende overvannsuttrekk til Mjøsa (OV400 - 500). Området er relativt flatt.

Det bør beregnes om overvannsledning ut fra området er tilstrekkelig ut fra økning av tette flater ved detaljering.

6.2.3 Delstrekning 3A Lillehammer bru - Strandtorget

Vegløsning for dette alternativet er ikke videre utredet.



Figur 22. Eksisterende VA-ledninger i delstrekning 3a. Blå=VL, Rød=SP, Mørkerød=AF, Grønn=OV. Ledningsnett data: Lillehammer kommune. Illustrasjon: Rambøll.

6.2.4 Delstrekning 3B Vingnesbrua – Strandtorget

Ny vegløsning med rampe langs Vingnesbrua for sammenkobling av lokalveger. Overvannsledning DN1600 fra Bryggeveien har utløp nord for bru. Planlagt veg med skjæring nord i området har kryssing av eksisterende ledninger (VL200, OV600 og OV200) og kummer vil havne i skjæring. Området er bratt øst for ny vegtrase.

Overvannsledning DN1600 må kartlegges og evt. omlegges /forlenges om vegalternativ med fylling etableres. Ny sikker vannveg fra utløp må etableres.

Ledningstrase nord i området må kartlegges, og sannsynligvis legges om dersom alternativet med skjæring inn i bakke velges.



Figur 23. Eksisterende VA-ledninger i delstrekning 3b. Blå=VL, Rød=SP og Grønn=OV. Ledningsnett data: Lillehammer kommune. Illustrasjon: Rambøll.

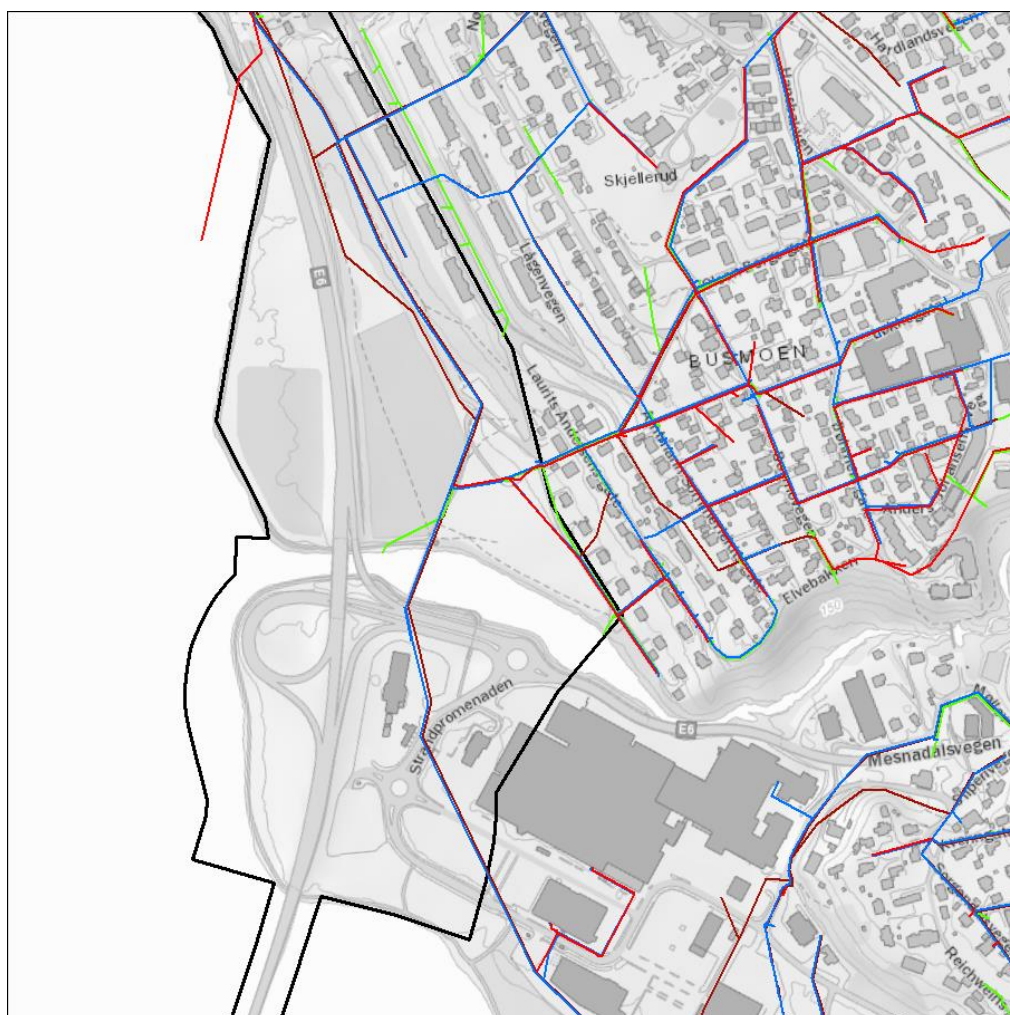
6.2.5 Delstrekning 4 Strandtorget

O+ alternativ med ingen endring av veier er vurdert løst med pumping av overvann fra veg ut til Mjøsa. Dette vil ikke fungere ved flom. Høyde på veg i undergangen er kote 123,4 (NN2000) ifølge Scalgo (se figur 17), noe som er under middelflom.

Ut fra dette er det en årlig hendelse at undergangen må forventes oversvømt jf. tabell 6 (NVE).

Ny vegløsning er tre-armet rundkjøring som heves over flomnivå. Under østgående arm fra rundkjøring krysser felles avløpsledning (AF600 GUP) og 2 stk. VL600 SJK. Byggeår er 1978. Vannledningstrase er med dobbel ledning kun under eksisterende veg. Det er vannkummer ved start og slutt for dobbel vannledning utenfor dagens veg.

Vannkum og avløpskum nord for vegkryssing (ved gangbru) vil påvirkes av vegutbygging og må heves evt. flyttes til en bedre plassering. Det bør klargjøres om Lillehammer kommune ønsker tiltak på ledningstrekket som ligger under veg (varerør evt. utskifting eller tiltak om kummer må flyttes).



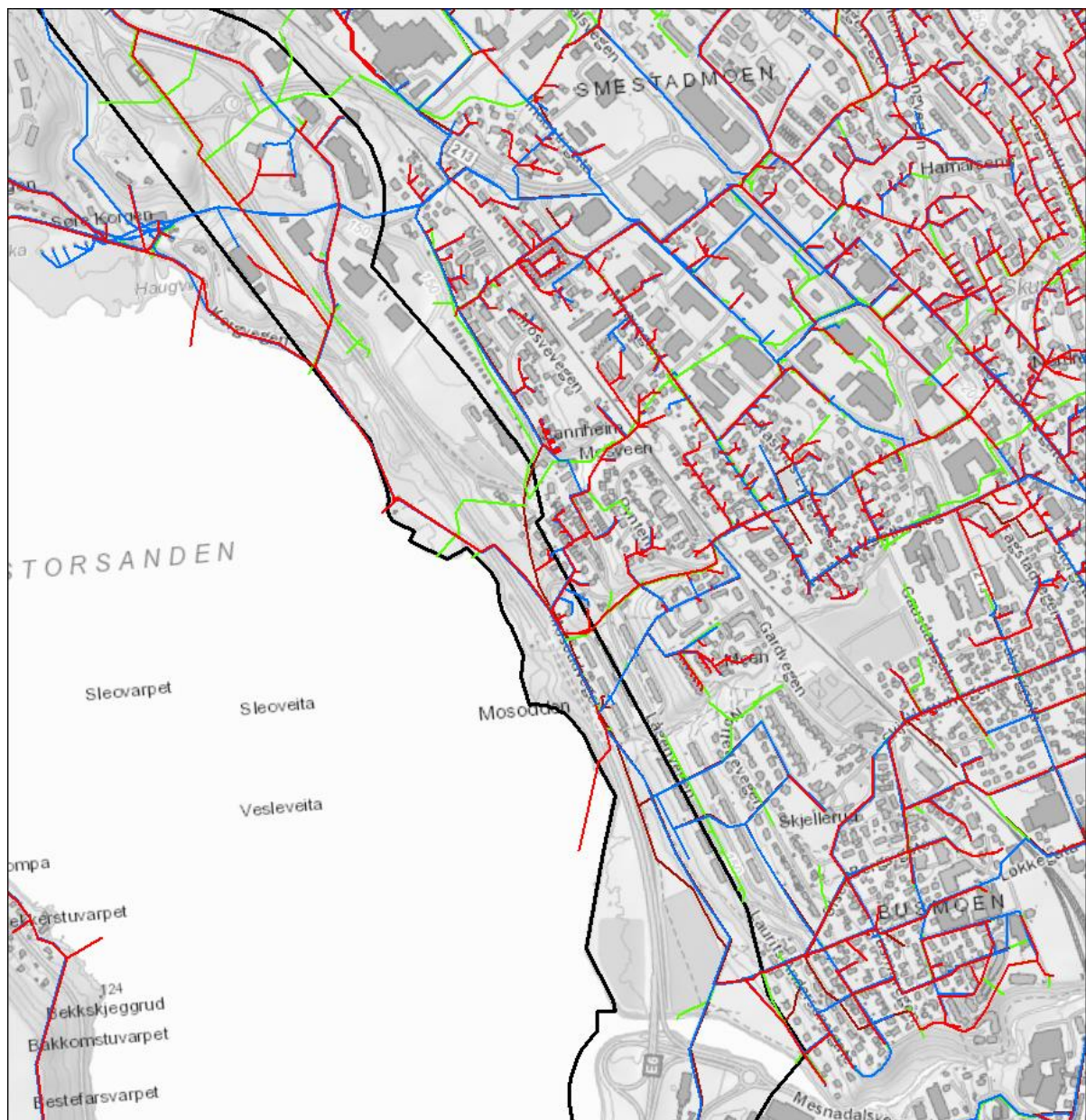
Figur 24. Eksisterende VA-ledninger ved Strandtorget. Blå=VL, Rød=SP, Mørkerød=AF, Grønn=OV. Ledningsnett data: Lillehammer kommune. Illustrasjon: Rambøll.

6.2.6 Delstrekning 5 Strandtorget – Sannom

Ny vegløsning med g/s-veg fra gangbru Strandtorget til Sannum.

Der det etableres g/s- veg på strekninger det ikke er veg i dag er det konflikter med eksisterende VA-ledninger spesielt i skjæringer vegprofil 220-350 der ledninger vil få liten overdekning. Aktuelle ledninger er VL 600 SJK og AF 600 GUP og AF 800 BTG med anleggsår 1978. Dybde på ledninger må avklares.

Det vil også være behov for mindre høydejusteringer på enkelte kummer i ny trasé. Eventuell flytting av disse ledningene vil være kostnadskrevenende og utfordrende mht. fall på ledningstrasé.

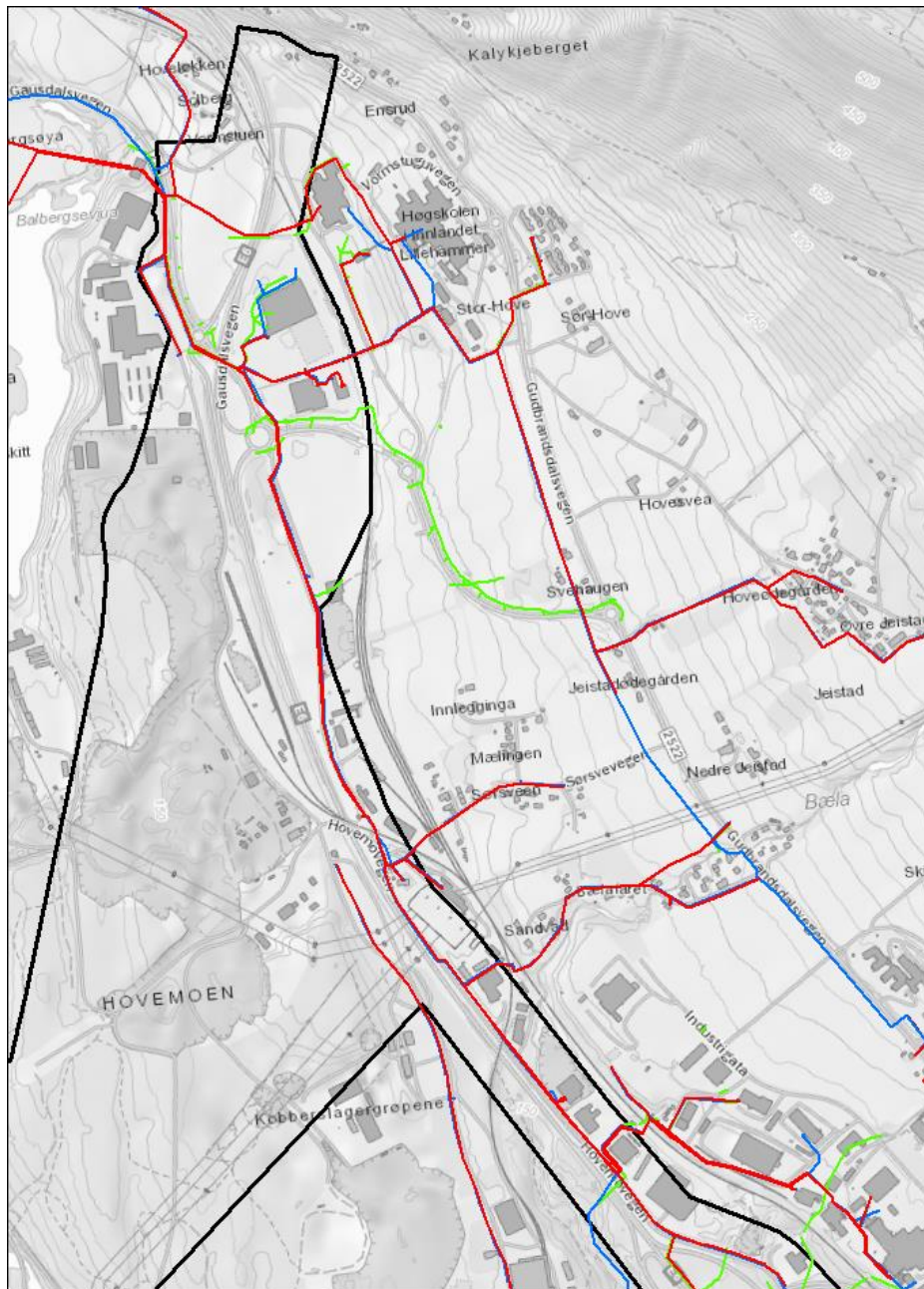


Figur 25. Eksisterende VA-ledninger i delstrekning 5. Blå=VL, Rød=SP, Mørkerød=AF, Grønn=OV. Ledningsnett data: Lillehammer kommune. Illustrasjon: Rambøll.

6.2.7 Delstrekning 6 Sannom - Hovemoen

Ny vegløsning omfatter ny rundkjøring med tilpassing til lokale vegger.

VL 100 og SP 110 krysser under planlagt arm til rundkjøring. Skjæringer er sannsynligvis så dype at ledningstrasé må legges om.

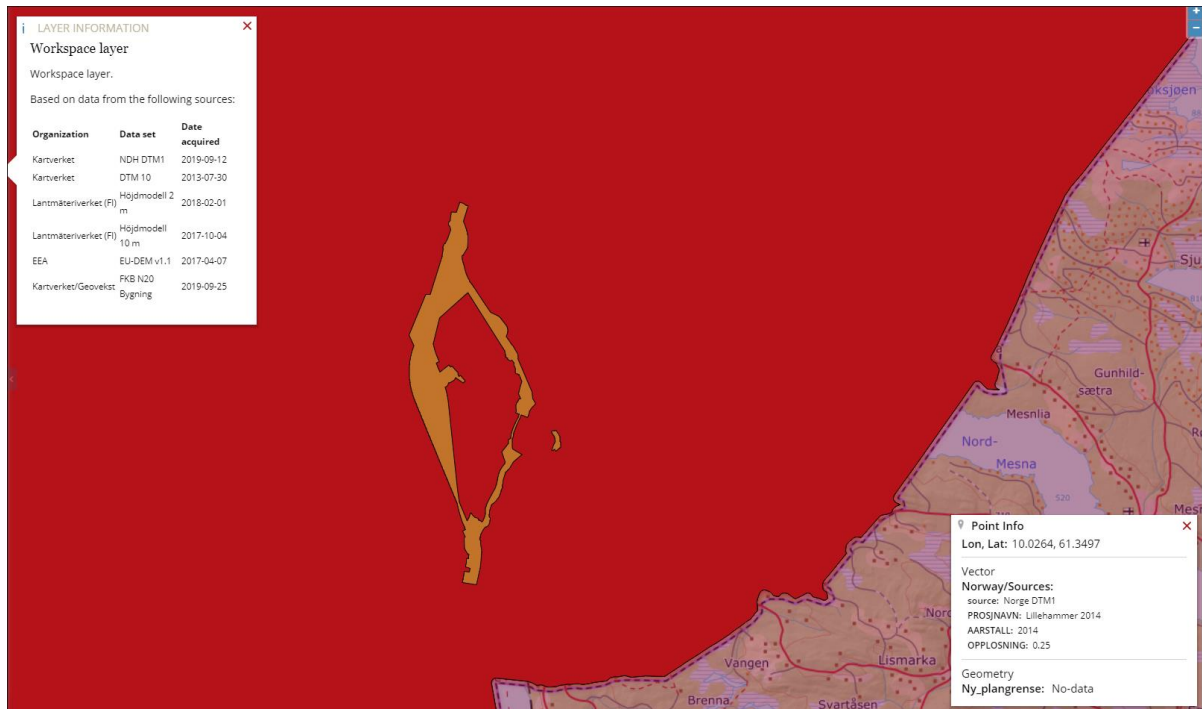


Figur 26. Eksisterende VA-ledninger i delstrekning 6. Blå=VL, Rød=SP, Mørkerød=AF, Grønn=OV. Ledningsnett data: Lillehammer kommune. Illustrasjon: Rambøll.

7. USIKKERHETER

7.1 Terrengmodell

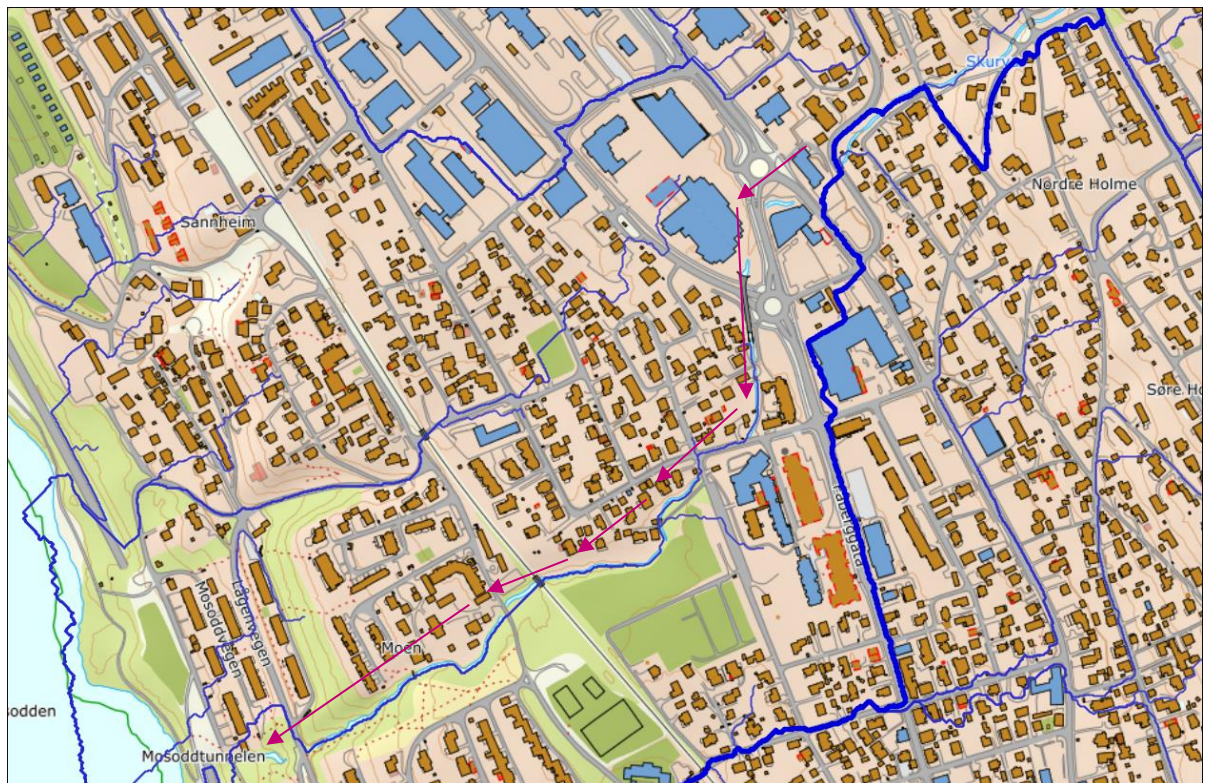
Terrengmodellen som er benyttet er hentet fra Scalgo (Kartverket). Data er fra 2014, DTM1. Oppløsningen er 0,25 m * 0.25 m.



Figur 27. Utsnitt fra Scalgo med informasjon om terrengmodellen som ligger til grunn. Kilde: Scalgo/Kartverket.

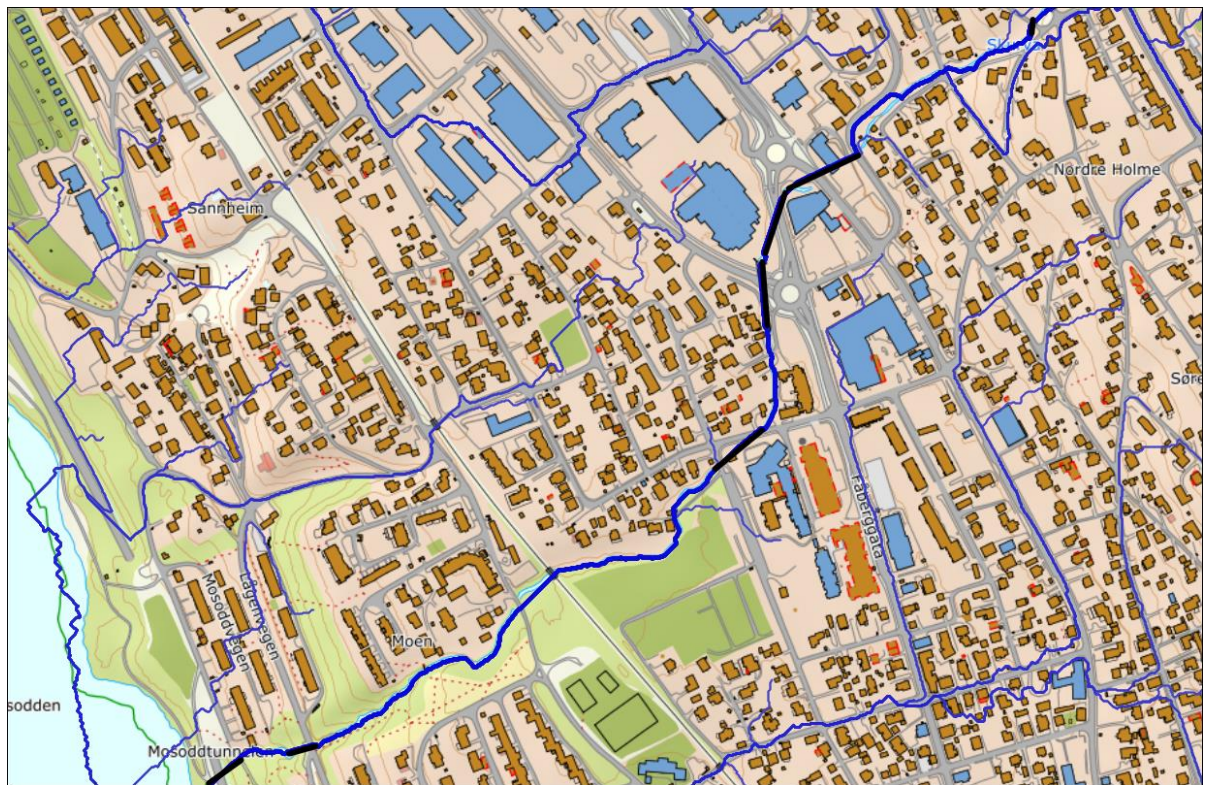
7.2 Tolkning av delnedbørfeltenes grenser

Terrengmodell DTM1 gir relativt god nøyaktighet. I Scalgo må kulverter og stikkrenner legges inn manuelt, for å danne et riktigere bilde av nedbørfeltets størrelse. Særlig i urbane områder. Scalgo forutsetter avrenning oppå bakken, dvs uten virksomme stikkledning, og danner avrenningslinjer ut fra dette. Ett eksempel på dette er felt 4 (Skurva). Her kan man lese ut fra både kartgrunnlag og flyfoto at bekken renner ned mot Mosoddtunnelen. Scalgo simulerer derimot en hovedavrenning som dreier sørover langs Fåberggata, og renner ut ved Mesna. I en flomsituasjon der stikkrenner/kulverter går tett/fulle vil dette selvsagt være riktig.



Figur 28. Scalgo viser at avrenningen ned mot Mosodden ikke blir så stor ved en flomsituasjon. Røde piler indikerer flomvei i bekk forutsatt kapasitet i oppstrøms stikkrenner/kulverter. Kilde: Scalgo.

For å kunne si noe om dimensjonerende vannmengde ved utløpet av bekken (ved E6), er det lagt inn stikkrenner og kulverter oppstrøms, der hvor det er rimelig å anta at dette er etablert. Figur 27 viser hovedavrenningen forutsatt kapasitet i stikkrenner og kulverter.



Figur 29. Hovedavrenning i felt 4 med innlagt kulverter/stikkrenner.

På samme måte kan en avskjærende vei føre til at nedbørfelt generert i Scalgo blir for store eller for små. Denne typer justeringer er utført etter skjønn, og sammenligning med felter generert i NVEs Nevina. Felter generert i Nevina følger NVEs database med elver og bekker.

Det er generelt stor usikkerhet i manuell korrigering av grensene, og det er alltid en viss sannsynlighet for at grensene ikke samsvarer med de virkelige grensene. Usikkerheten avhenger av da av hvem som har gjennomført tolkningen, siden valgene baseres delvis på skjønnsmessige vurderinger.

Tolkning av grenser basert på ELVIS

ELVIS er den landsdekkende elvenettverkdatabasen som NVE har etablert for vassdragene i Norge. Delnedbørfeltene grenser er også basert på utstrekningen av elvene i ELVIS. ELVIS er etablert på grunnlag av N50 Kartdata fra Kartverket. Ifølge NVE har N50 Kartdata en del "hull" langs vassdragene. Årsak til slike hull kan være:

- En bekk som forsvinner i steinur/renner inn i myrområde
- Bekker som er lagt i rør i tettbygde strøk og i jordbruksområder
- Feil og mangler i grunnlagsdataene

Hullene kan være med å bidra til feiltolkning av utstrekning til elvene/bekkene ved grensejusteringen.

7.3 Beregninger

Det er alltid usikkerheter knyttet til de ulike beregningsmetodene og beregningsgrunnlaget. Bruk av observerte data/regionale måleserier anses allikevel å være den mest sikre metoden, forutsatt at det finnes felt i nærheten med noenlunde samme feltegenskaper. I tillegg inneholder både feltparametere, lavvannsindekser og flomberegninger (data fra NEVINA) usikkerheter og må ikke oppfattes som eksakte verdier.

7.3.1 Formelverk/PQRUT

Usikkerheten i disse metodene er mange:

- Det finnes ikke observert nedbør- og vannføringsdata slik at modellen kan kalibreres, dermed må modellparameterne beregnes med ligninger, som gir større usikkerhet i modellparameterne (NVE 07/2015).
- Bestemmelse av nedbør med ulike gjentaksintervall: Dette skyldes både at måleseriene er korte, spesielt for analyse av nedbør med varighet mindre enn et døgn.
- Nedbørfeltets tilstand (tørt, fuktig) når nedbøren faller har stor betydning for størrelsen på vannføringen.
- Avstand fra nedbørmålinger: Usikkerheten for et gitt felt øker med avstand fra nedbørmålinger.

7.4 Samlet vurdering av hydrologiske usikkerheter

Hydrologiske beregninger av små felt vil alltid ha relativt store usikkerheter. I denne analysen er det imidlertid benyttet 2 ulike metoder, og foretatt selvstendige valg for hvert felt basert på en samlet vurdering av de hydrologiske forholdene. Videre er kulverter dimensjonert slik at de har en reservekapasitet på minimum 20%. Det er forutsatt at alle oppstrøms stikkrenner og kulverter har kapasitet, hvilket neppe er en realitet. Stikkrenner under kommunale veger er ikke i grunnlagsmaterialet. Registreringer av stikkrenner og kulverter under fylkes- og riksveger er mangelfulle. Stikkrenner og kulverter må kartlegges før detaljering.

Samlet sett anses den hydrologiske usikkerheten som godt ivaretatt i dette prosjektet.

7.5 Usikkerhet ved vurdering av eksisterende VA

Ledningskartverk fra Lillehammer kommune danner grunnlag for vurdering av konsekvenser for eksisterende kommunale VA-anlegg. Anleggene må kartlegges nærmere i områder der tiltak på veg krysser eller blir liggende nært.

8. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

Flomberegningene som er gjort for delnedbørfeltene i planområdet er basert på metoder i NVEs rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt», samt SVVs håndbøker N200, V240 og lærebok 681.

Dimensjonerende 200 årsflom (Q_{200} inklusive klimafaktor) er analysert og beregnet med bruk av to metoder, avhengig av feltenes størrelse og karakteristika. For de minste feltene er det brukt nasjonalt formelverk for små nedbørfelt. I tillegg er det flommodellen PQRUT benyttet for de største nedbørfeltene. Basert på regionale erfaringstall, faglig skjønn og en samlet vurdering av alle de ulike beregningsmetodene, velges det estimatet som antas å være mest representativt for aktuelt felt.

Videre vurdering av tilstand og kapasitet på eksisterende kulverter og stikkrenner, samt eksisterende VA-infrastruktur som kan komme i konflikt med tiltak, gjøres i detaljeringsfasen.

REFERANSER

- **Andersen m.fl., 1983.** Hydrologisk modell for flomberegninger. Rapport nr. 2-1983. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- **Lindholm m.fl., 2008.** 162/2008 *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*. Norsk Vann.
- **NIFS/NVE rapport 28/2016.** Overvannshåndtering og drenering for veg og jernbane. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- **NVE rapport 6/2006.** Flomsonekart. Delprosjekt Lillehammer.
- **NVE rapport 4/2011.** *Holm Midttømme m.fl.* Retningslinjer for flomberegninger (versjon 3: NVEs flomsonekartlegging –retningslinjer for flomberegninger, godkjent 19.03.2013). Norges vassdrags- og energidirektorat.
- **NVE rapport 7/2015.** S. Stenius m.fl. Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- **Fergus m.fl., 2010.** *Håndbok i vassdragsteknikk*. Tapir akademisk forl.
- **Statens vegvesen, 2017.** **Vannlinjeberegninger Lågen.** E6 Vingrom-Ensby.
- **Vegdirektoratet, 2018.** *Håndbok N200. Vegbygging*.
- **Vegdirektoratet, 2019.** *V240 Vannhåndtering – Høringsutkast*.
- **Vegdirektoratet, 2018.** Rapport nr. 681. *Lærebok: Drenering og håndtering av overvann*. Februar 2018.