

Statens vegvesen

FLOMSONEKARTLEGGING - E134 VÅGSLI –SELJESTAD
PARSELL RØLDALSTUNNELEN - SELJESTAD

RAPPORT

Dato: 30.04.2019
Versjon: 01

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Tittel på rapport: Flomsonekartlegging- E134 Vågsli - Seljestad. Parsell Røldalstunnelen - Seljestad
Oppdragsnavn: Reguleringsplanarbeid Haukeli. Liamyrane - Seljestad
Oppdragsnummer: 535940-01
Utarbeidet av: Haregewoin Haile Chernet
Oppdragsleder: Jarle Skjold
Tilgjengelighet: Åpen

01	30.04.19	Nytt dokument	HC	ÅGH
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS

Forord

Asplan Viak AS har vært engasjert av Statens vegvesen for å utføre flomsonekartlegging i forbindelse med reguleringsplan for ny E134 Haukelifjell, Vågsli – Seljestad, parsell Røldalstunnelen – Seljestad, (PlanID 128 2016004) i Odda kommune.

Jarle Skjold har vært oppdragsleder for Asplan Viak AS. Beregninger og rapport er utført av Haregewoin Haile Chernet, og kontrollert av Ingri Dymbe Birkeland og Åsta Gurandsrud Hestad.

Bergen, 30.04.2019

Jarle Skjold
Oppdragsleder

Åsta Gurandsrud Hestad
Kvalitetssikrer

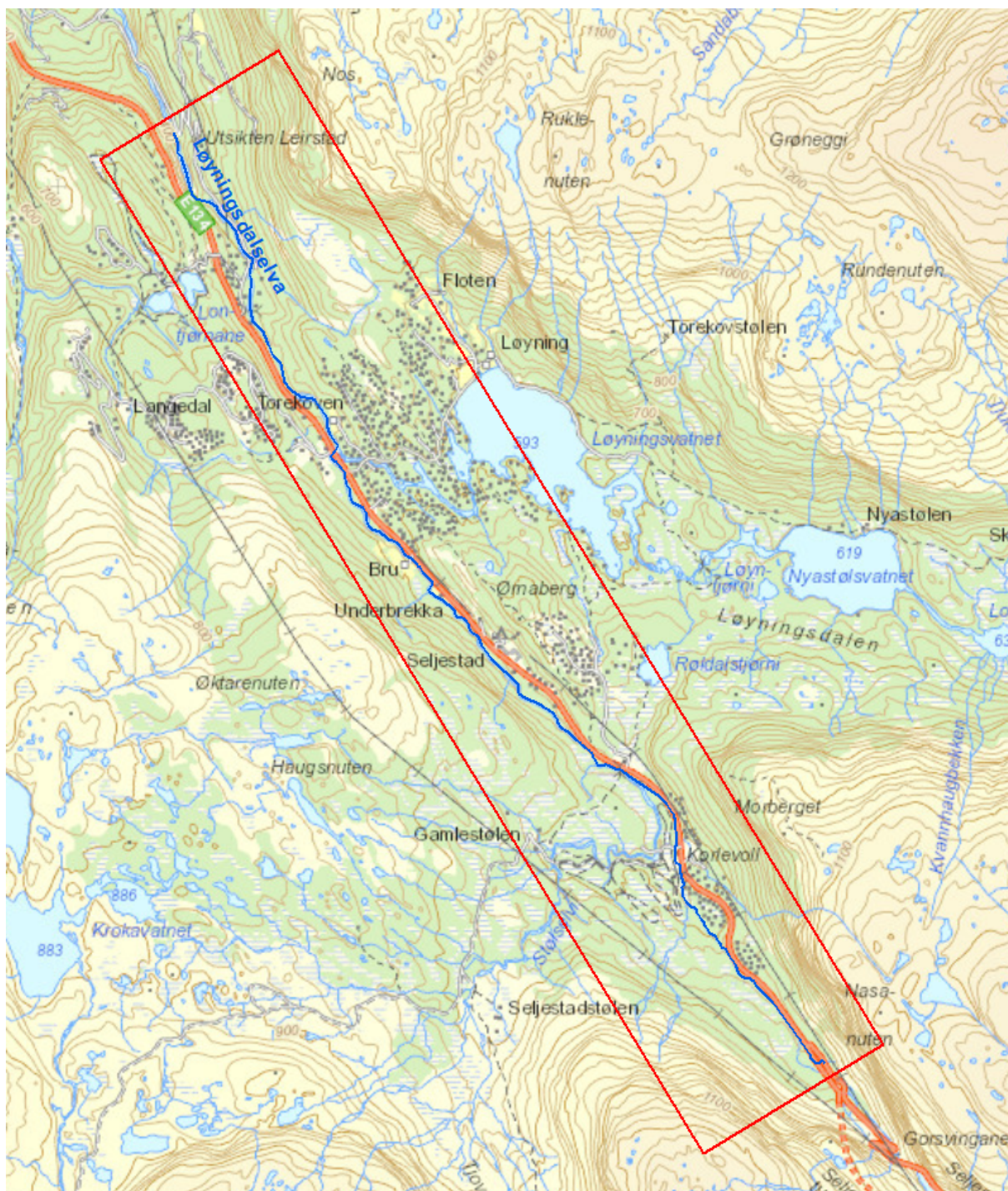
Innhold

1. INNLEDNING	4
2. FLOMBEREGNING.....	5
2.1. Nedbørfelt.....	5
2.2. Klimatillegg.....	7
2.3. Vannføringsstasjoner	7
2.4. NIFS-formelverk	7
2.5. Flomfrekvensanalyse.....	8
2.6. Evaluering av flomberegninger	12
3. VANNLINJEBEREGNING – EKSISTERENDE SITUASJON.....	13
3.1. Hydraulisk modell	13
3.2. Friksjonsforhold	13
3.3. Grensebetingelser	13
3.4. Bruer	13
3.5. Resultater fra vannlinjeberegningene.....	14
3.6. Sensitivitetsanalyse	17
3.7. Kapasitetsvurdering av kulvert 1.....	17
3.8. Kapasitetsvurdering av bruene	18
4. VANNLINJEBEREGNING – NY VEI	19
4.1. Hydraulisk modell	19
4.2. Bruer	19
4.1. Resultater fra vannlinjeberegningene.....	20
4.2. Vurdering av fare for erosjon	20
4.3. Kapasitetsvurdering av de nye bruene.....	27
4.4. Planlagt massedeponi	27
5. FLOMSONEKART	29
5.1. Bruk av Flomsonekart	29
5.2. Lavpunkter	29
5.3. Flomsonekart - Eksisterende situasjon	30
5.4. Flomsonekart – Ny vei.....	38
KILDER	46
VEDLEGG.....	47

1. INNLEDNING

I forbindelse med reguleringsplan for ny E134 Haukelifjell, Liamyrane - Seljestad i Odda kommune, er det gjort flomsonekartlegging. I henhold til NVEs retningslinjer for flomberegninger og Statens vegvesens Håndbok N200 er 200-årsflommen dimensjonerende vannføring.

Det gjennomført flomberegning, hydraulisk modellering og flomsonekartlegging for elvestrekninger i planområdet for eksisterende og nye vei alternativer, E134. Figur 1-1 viser prosjektområdet.



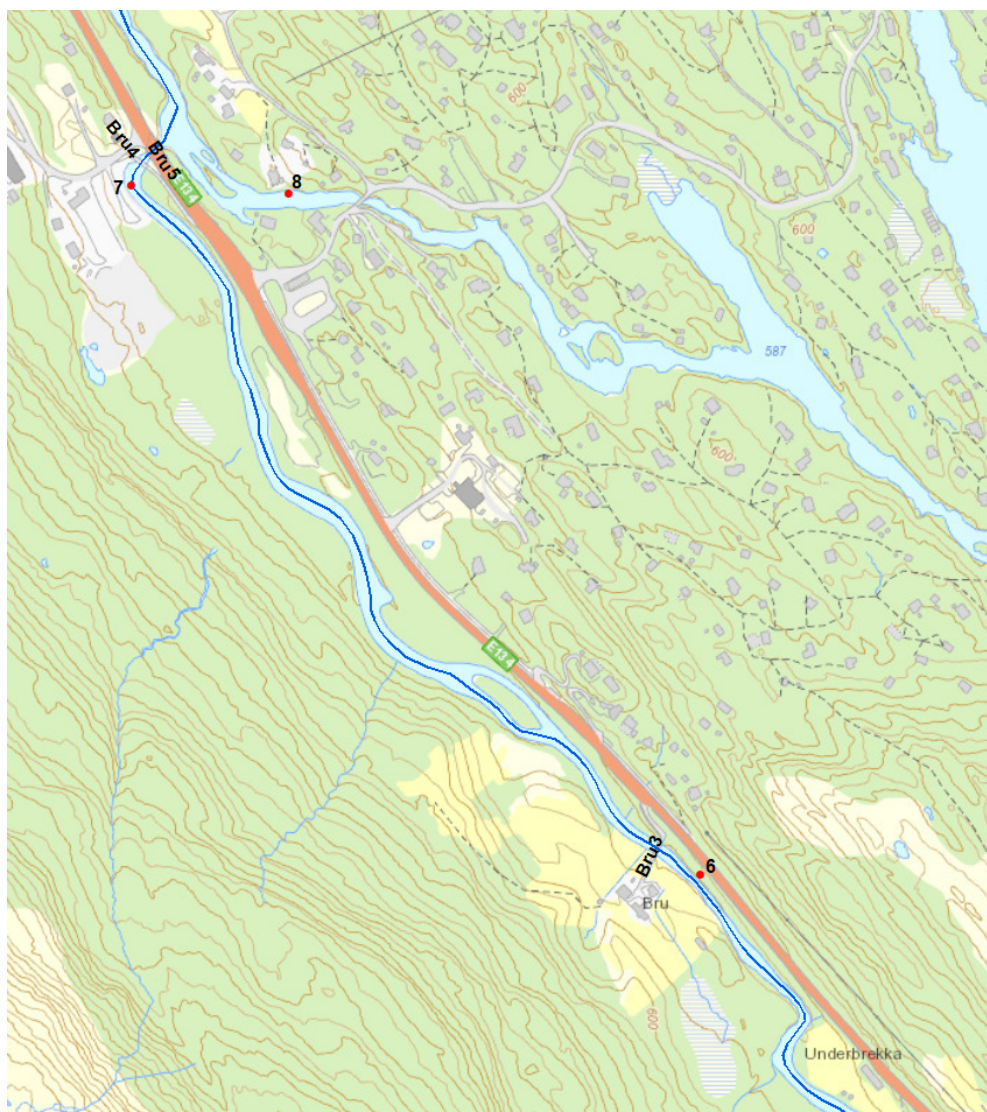
Figur 1-1: Prosjektområdet for E134 og strekning av elveløpet for Løyningdalselva.

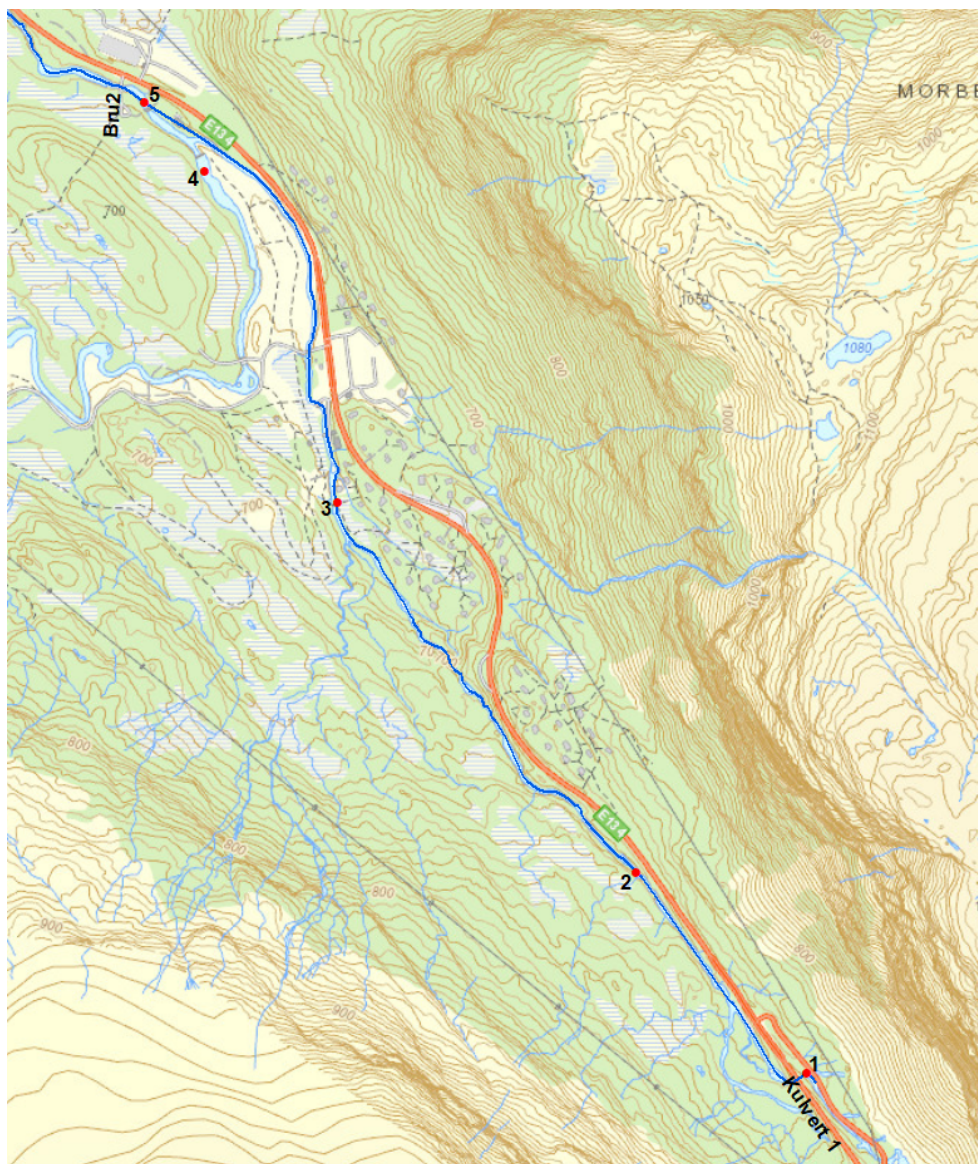
2. FLOMBEREGNING

Beregningene er utført i henhold til NVEs retningslinjer for flomberegninger og veilederen om tekniske krav til byggverk, TEK17 § 7-2. For sikkerhetsnivåer mot flom langs vassdrag vises det til NVEs retningslinjer nr. 1/2008. Sikkerhetsnivåene for flom i NVEs retningslinjer utfyller sikkerhetskravene i TEK 17 med tilhørende veiledning. Sikkerhetsklasse mot flom vil være F2, med krav om sikkerhet mot 200-års flom. Flomberegningene er basert på flomfrekvensanalyse med data fra målestasjoner i nærliggende vassdrag og flomformler for små nedbørfelt (NIFS-formelverk).

2.1. Nedbørfelt

Flomberegningen er gjort for åtte beregningspunktene langs Løyingsdalselva og side bekken som vist i Figur 2-1. Feltkarakteristika for nedbørfeltene til beregningspunktene er vist i Tabell 2-1. Felt og feltparametere er beregnet ved bruk av NVE programmet «NEVINA». Feltgrenser samt detaljert informasjon om feltparametere er vist i Vedlegg 1.





Figur 2-1: Beregningspunkter langs Løyingsdalselva og side bekken.

Tabell 2-1: Feltparametere for nedbørfeltene.

Beregningspunkt	Feltareal km ²	Skog %	Dyrket mark %	Snaufjell %	Myr %	Eff. sjø %	q _N [*] l/s/km ²	H _{min} /H _{max} m.o.h	Media n høyde m.o.h
1	8,0	1,1	0,0	96,2	0,0	0,5	104,0	772/1461	1207
2	8,9	3,9	0,0	93,5	0,2	0,4	102,1	741/1461	1189
3	10,1	9,2	0,0	87,9	0,8	0,2	99,6	680/1461	1169
4	13,0	22,1	0,0	65,3	8,3	0,1	95,1	662/1345	902
5	24,3	18,3	0,0	73,3	5,0	0,1	96,2	660/1461	1020
6	25,7	21,5	0,0	69,9	5,0	0,1	94,4	580/1461	989
7	26,4	22,7	0,1	68,4	4,9	0,1	93,6	565/1461	979
8	51,2	14,1	0,2	75,5	1,9	2,3	94,2	575/1628	1159

*Spesifikk middelvrenning beregnet fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990.

2.2. Klimatillegg

I henhold til NVE rapport 81/2016 «Klimaendring og framtidige flommer i Norge», for Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane, Hordaland er det anbefalt for vassdrag som Opo å vurdere en økning av flommer på 40 prosent på grunn av klimaendringer.

2.3. Vannføringsstasjoner

Det foreligger ingen kjente vannføringsmålinger i det aktuelle vassdraget. Flomberegningen er derfor basert på dataserier fra målestasjoner i nærliggende vassdragene. Karakteristiske felldata til utvalgte referansestasjoner hentet fra NVEs hydrologiske databasesystem og analyseprogramvare Hydra II er vist i Tabell 2-2. Figur 2-2 viser beliggenheten til målestasjonene.

Tabell 2-2: Feltkarakteristika for målestasjonene.

Målestasjon	Observasjonsperiode	Feltareal [km ²]	Eff. Sjø [%]	q _N * [l/s*km ²]	H _{min} /H _{max} [m.o.h]	Median høyde [m.o.h]
36.9 Middal	1968 - 2017	45,9	0,15	62,2	837/1683	1407
36.13 Grimsvatn	1973 - 2017	34,5	1,29	91,9	563/1535	833
36.32 Lauvastøl	1985 - 2017	20,7	0,38	105,4	618/1421	1044
41.8 Hellaugvatn	1981 - 2017	27,5	1,97	125,9	271/1263	904
42.6 Baklihøl	1965 - 2017	19,9	0,15	151,5	196/12305	898
46.7 Brakhaug	1973 - 2007	9,3	0,24	116,0	179/1280	947
42.2 Djupevad	1963 - 2016	31,9	0,34	107,6	88/1152	526
46.3 Øyreselv	1922 - 1981	82,7	1,67	111,9	113/1644	1151
48.4 Jordal	1964 - 1984	51,3	0,13	115,4	108/1651	1393
47.1 Eidevatn	1911 - 2002	79,2	1,39	95,2	67/1642	959

*Spesifikk middelvannføring beregnet fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990.

2.4. NIFS-formelverk

NVE har utviklet et nasjonalt formelverk for beregning av middelflom og vekstkurver for felt < 50 km² (NVE, 7/2015). Formelverket er basert på regresjonsanalyser og er testet på over 4000 nedbørfelt. Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Det henvises til NVE (2015) for beskrivelse av formelverket. Formlene blir benyttet for nedbørfeltene når feltarealene er < 50 km².

Ved beregning av middelflom med formelverket er den spesifikke middelvannføringen (q_M) og dermed middelvannføringen i m³/s en stor kilde til usikkerhet. Vekstkurven som fås fra formelverket vurderes som robust og lite sensitiv for lokale variasjoner. Den anbefales derfor som et generelt førstevalg (NVE, 97/2015).

Resultatene gitt av flomformlene fra NVE (7/2015) er vist i Tabell 2-3. Flomverdiene (medianverdi) er gitt som kulminasjonsverdier.

Tabell 2-3: Beregnet 200-årsflom basert på NIFS-formelverk for små nedbørfelt, kulminasjonsverdier.

Felt ved Beregningspunkt	Areal km ²	q _N l/s*km ²	Q _M		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ m ³ /s	1,4xQ ₂₀₀ m ³ /s
			l/s*km ²	m ³ /s			
1	8,0	104,0	1694	13,6	2,46	33,4	46,8
2	8,9	102,1	1674	14,9	2,46	36,7	51,4
3	10,1	99,6	1687	17,1	2,46	42,1	59,0
4	13,0	95,1	1619	21,1	2,47	52,0	72,8
5	24,3	96,2	1502	36,5	2,47	90,0	126,1
6	25,7	94,4	1466	37,7	2,47	93,1	130,0
7	26,4	93,6	1450	38,3	2,47	94,6	132,5
8	51,2	94,2	986	50,5	2,45	128,5	179,9

2.5. Flomfrekvensanalyse

Det er utført flomfrekvensanalyse på nærliggende målestasjoner for å bestemme middelflom, Q_M, og vekstfaktorene Q_T/Q_M for beregningspunktene langs Løyningsdalselva. Tabell 2-4 gir beregnede spesifikke døgnmiddelverdier og vekstfaktorer beregnet fra data fra de aktuelle målestasjonene. Flomfrekvensanalysene er utført med beregningsprogram i NVEs database Hydra II.

Tabell 2-4: Flomfrekvensanalyse for aktuelle målestasjoner, døgnmiddelverdi.

Stasjon	Måle periode ant. år	Areal km ²	Q _{M, døgn}		Q ₂₀₀ / Q _M	Fordeling
			l/s.km ²	m ³ /s		
36.9 Middal	49	45,9	542,5	24,9	1,87	GEV (L-mom)
36.13 Grimsvatn	44	34,5	947,8	32,7	2,08	Log-GEV (L-mom)
36.32 Lauvastøl	32	20,7	816,4	16,9	1,51	GEV (max)
41.8 Hellaugvatn	36	27,5	923,6	25,4	2,08	GEV (L-mom)
42.6 Baklihøl	52	19,9	1266,3	25,2	2,57	Gen-Log (L-mom)
42.2 Djupevad	53	31,9	1040,8	33,2	2,1	GEV (L-mom)
46.7 Brakhaug	34	9,3	978,5	9,1	1,60	GEV (max)
46.3 Øyreselv	59	82,7	755,7	62,5	3,32	Log-Log (max)
48.4 Jordal	20	51,3	596,5	30,6	1,83	Gumbel (L-mom)
47.1 Eidevatn	92	79,2	722,2	57,2	2,79	Log-log (L-mom)

Nedenfor er en kort beskrivelse av aktuelle målestasjoner i nærheten av nedbørfeltene ved beregningspunktene:

Målestasjon 36.9 Middal ligger ca. 20 km øst for nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 8. Middal har høyere feltareal og litt mindre feltareal for nedbørfeltet ved punkter 9, mindre middellavrenning og omtrent like effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 8 og mindre effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltet ved beregningspunktet 9. Vannføringskurven på flom er vurdert som bra.

Målestasjon 36.13 Grimsvatn ligger ca. 35 km sør for nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 8. Grimsvatn har høyere feltareal, mindre middellavrenning og mye høyere effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 8. Grimsvatn har mindre feltareal, litt mindre middellavrenning og mindre effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltet ved beregningspunktet 9. Vannføringskurven på flom er vurdert som middels.

Målestasjon 36.32 Lauvastøl ligger ca. 43 km sør for nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 8. Lauvastøl har høyere feltareal for nedbørfeltene ved punkter 1 til 5 og litt mindre feltareal for

nedbørfeltene ved punkter 6 og 8, litt høyere middelavrenning og omtrent like effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltene ved beregningspunktene 1-8. Vannføringskurven på flom er vurdert som meget bra.

Målestasjon 41.8 Hellaugvatn ligger ca. 32 km vest for nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 8. Hellaugvatn har høyere feltareal, høyere middelavrenning og mye høyere effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltene ved beregningspunktene 1-8. Hellaugvatn har mindre feltareal, høyere middelavrenning og litt mindre effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltet ved beregningspunktet 9. Vannføringskurven på flom er vurdert som middels.

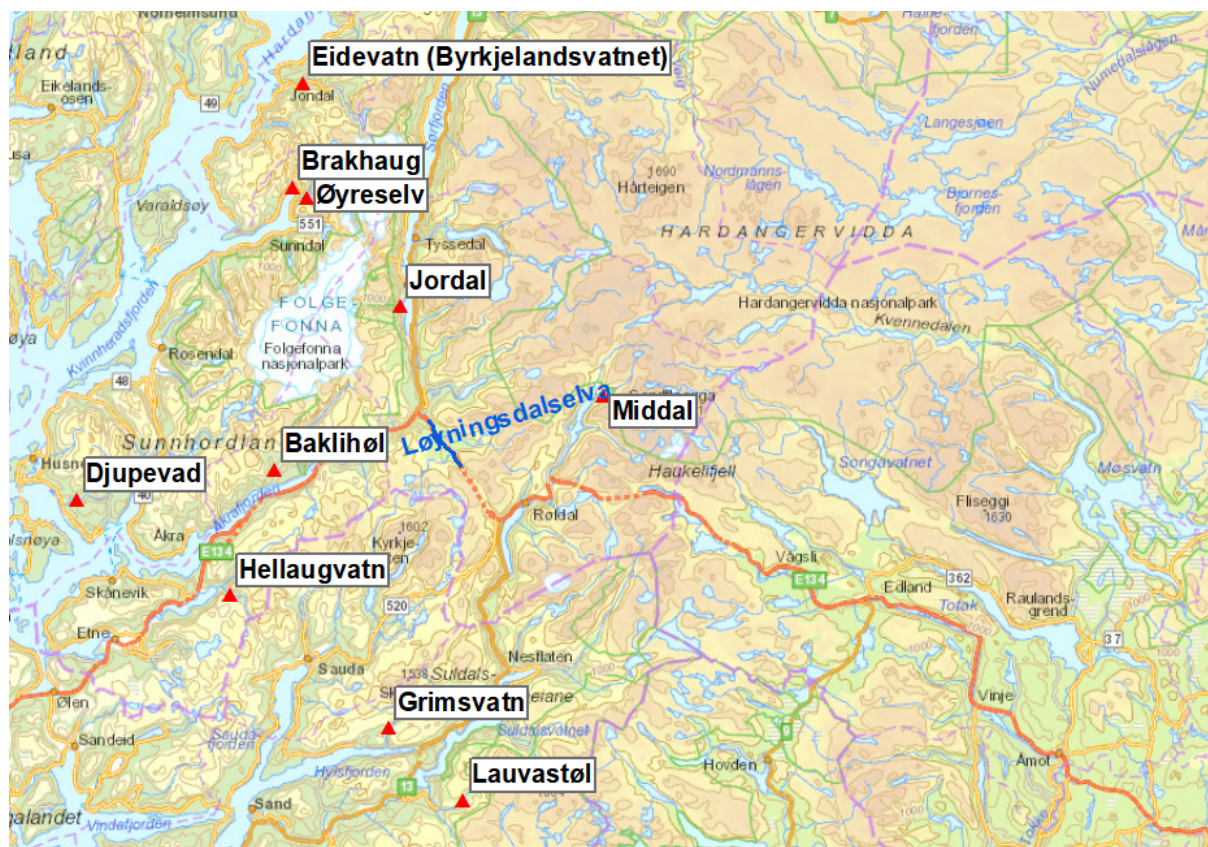
Målestasjon 42.6 Baklihøl ligger ca. 20 km vest for nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 8. Baklihøl har høyere feltareal for nedbørfeltene ved punkter 1 til 5 og mindre feltareal for nedbørfeltene ved punkter 6 og 8, høyere middelavrenning og omtrent like effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltene ved beregningspunktene 1-8. Vannføringskurven på flom er vurdert som bra.

Målestasjon 46.7 Brakhaug ligger ca. 36 km nord for nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 8. Brakhaug har litt høyere feltareal for nedbørfeltene ved punkter 1 til 3 og mindre feltareal for nedbørfeltene ved punkter 4 til 8, høyere middelavrenning og omtrent like effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltene ved beregningspunktene 1-8. Vannføringskurven på flom er vurdert som middels.

Målestasjon 42.2 Djupevad ligger ca. 45 km vest for nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 8. Djupevad har høyere feltareal, litt høyere middelavrenning og omtrent like effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltene ved beregningspunktene 1-8. Djupevad har mindre feltareal, litt høyere middelavrenning og mindre effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltet ved beregningspunktet 9. Vannføringskurven på flom er vurdert som meget bra.

Målestasjon 48.4 Jordal ligger ca. 17 km nord for nedbørfeltet ved beregningspunktet 9. Jordal har like feltareal, høyere middelavrenning og mindre effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltet ved beregningspunktet 9. Vannføringskurven på flom er vurdert som middels.

Målestasjon 47.1 Eidevatn ligger ca. 45 km nord for nedbørfeltet ved beregningspunktet 9. Eidevatn har høyere feltareal, like middelavrenning og mindre effektiv sjøprosent sammenlignet med nedbørfeltet ved beregningspunktet 9. Vannføringskurven på flom er vurdert som middels.



Figur 2-2: Oversikt over referansestasjoner.

Feltparameterne som effektiv sjøprosent, feltareal og middelvannføring har stor betydning ved valg av representative nedbørfelt for estimering av middelflom (NVE, 97/2015). Spesifikk middelflom varierer relativt mye for stasjonene i området (Tabell 2-4) og ligger i størrelsesorden fra 542 l/s/km² til 1266 l/s/km².

Det vurderes at dataserier fra målestasjonene Middal, Lauvastøl, Baklihøl, Brakhaug og Djupevad er mest representative for nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 7 og derfor brukes gjennomsnittverdien fra disse stasjonene. Middelflom Q_M for nedbørfeltene ved beregningspunktene fra 1 til 7 settes derfor til 930 l/s/km². Ser en på de elleve stasjonene med lengst observasjonsperiode er middsverdi for vektskurven (Q_{200}/Q_M) lik 2,46.

Det vurderes at dataserier fra målestasjonene Middals, Grimsvatn, Hellaugvatn, Djupevad, Øyreselv og Eidevatn er mest representative for nedbørfeltet ved beregningspunktet 8 og derfor brukes gjennomsnittverdien fra de fire stasjonene. Middelflom Q_M for nedbørfeltet ved beregningspunktet 8 settes derfor til 822 l/s/km². Ser en på de elleve stasjonene med lengst observasjonsperiode er middsverdi for vektskurven (Q_{200}/Q_M) lik 2,46.

Med valgt verdi for middelflom og flomfrekvensfordeling som antas representativ for nedbørfeltene, blir de resulterende flomverdiene som vist i *Tabell 2-5*.

Tabell 2-5: Beregnet middelflom (Q_M) og resulterende flomverdier i nedbørfeltene, døgnmiddelvannføringer.

Felt ved Beregningspunkt	Areal km ²	Q_M		Q_{200}/Q_M	Q_{200} m ³ /s
		l/s.km ²	m ³ /s		
1	8,0	930	7,44	2,46	18,30
2	8,9	930	8,28	2,46	20,36
3	10,1	930	9,39	2,46	23,11
4	13,0	930	12,09	2,46	29,74
5	24,3	930	22,60	2,46	55,59
6	25,3	930	23,53	2,46	57,88
7	26,4	930	24,55	2,46	60,40
8	51,2	822	42,1	2,46	103,6

Flomfrekvensanalysen er utført på døgnmiddelveidier. Flommens kulminasjonsverdi kan estimeres fra forholdet mellom flommens kulminasjonsverdi (momentanverdi), Q_{mom} og døgnmiddel, $Q_{døgn}$.

I NVE (2011) er det utarbeidet ligninger som uttrykker en sammenheng mellom forholdet $Q_{mom}/Q_{døgn}$ og feltkarakteristika (feltareal og effektiv sjøprosent) for vår- og høstsesong. Formlene er:

$$\text{Vårflom: } Q_{mom}/Q_{døgn} = 1.72 - 0.17 \cdot \log A - 0.125 \cdot A_{SE}^{0.5}$$

$$\text{Høstflom: } Q_{mom}/Q_{døgn} = 2.29 - 0.29 \cdot \log A - 0.270 \cdot A_{SE}^{0.5}$$

Der A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent. Resultatene presenteres i

Tabell 2-6

Tabell 2-6: Forholdstallet mellom døgnmiddelflom og kulminasjonsflom for feltet til Løyningdalselva.

Felt ved Beregningspunkt	Areal km ²	Eff.Sjø, A_{SE} %	$Q_{mom}/Q_{døgn}$	
			Vår	Høst
1	8,0	0,5	1,48	1,84
2	8,9	0,4	1,48	1,84
3	10,1	0,2	1,49	1,88
4	13,0	0,1	1,49	1,88
5	24,3	0,1	1,44	1,80
6	25,7	0,1	1,44	1,80
7	26,4	0,1	1,44	1,79
8	51,2	2,3	1,24	1,31

Formelen for høstflom gir den høyeste verdien og er dermed benyttet videre. De beregnede kulminasjonsvannføringerne er vist i Tabell 2-7.

Tabell 2-7: Beregnet 200-årsflom basert på flomfrekvensanalyse.

Felt ved Beregningspunkt	Areal km ²	Q _M		Q _{mom} /Q _{døgn}	Q _{200,døgn} m ³ /s	Q _{200,mom} m ³ /s	1,4*Q ₂₀₀ m ³ /s
		l/s.km ²	m ³ /s				
1	8,0	930	7,44	1,84	18,30	33,68	47,15
2	8,9	930	8,28	1,84	20,36	37,47	52,45
3	10,1	930	9,39	1,88	23,11	43,44	60,82
4	13,0	930	12,09	1,88	29,74	55,91	78,28
5	24,3	930	22,60	1,80	55,59	100,07	140,10
6	25,3	930	23,53	1,80	57,88	104,19	145,86
7	26,4	930	24,55	1,79	60,40	108,11	151,36
8	51,2	822	42,09	1,38	103,53	142,87	200,02

2.6. Evaluering av flomberegninger

Tabell 2-8 viser en sammenstilling av beregnede flomverdier med flomfrekvensanalyse og NIFS-formelverk og hvilken flomverdi som er benyttet videre ved beregning av vannlinje. For nedbørfeltene er det valgt å bruke høyeste verdier beregnet med flomfrekvensanalyse (konservativt).

Tabell 2-8: Sammenstilling av beregnede verdier for 200-årsflom i m³/s (Momentanverdi).

Felt ved Beregningspunkt	1,4xQ ₂₀₀ (m ³ /s)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Flomfrekvensanalyse	47,2	52,5	60,8	78,3	140,1	145,9	151,4	200,0
NIFS-formelverk	46,8	51,4	59,0	72,8	126,1	130,0	132,5	179,9
Verdi for videre bruk	47,2	52,5	60,8	78,3	140,1	145,9	151,4	200,0

3. VANNLINJEBEREGNING – EKSISTERENDE SITUASJON

3.1. Hydraulisk modell

Det er benyttet modelleringsprogrammet HEC-RAS 5.0.5 for de hydrauliske beregningene. Modellen er satt opp som en 2D hydraulisk modell. Det er benyttet laserdata til å generere en terrengmodell i ArcGIS. Terrenget er finjustert med oppmålte tverrprofiler ved elvas strekinger.

3.2. Friksjonsforhold

Området som er kartlagt er i hovedsak dyrket mark, og elvebunnen består i hovedsak av store steiner. Basert på dette er friksjonsfaktoren (Mannings n) satt til 0,06 i hele området, samtidig er det brukt en eddyviskositet på 0,5.

3.3. Grensebetingelser

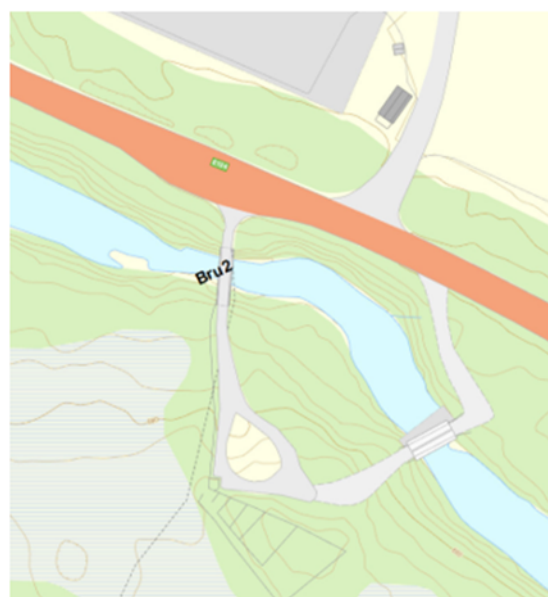
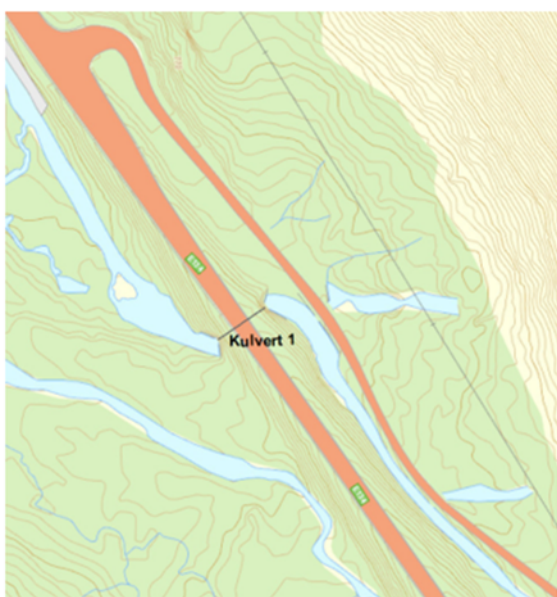
Nedstrøms grensebetingelse er satt til normalstrømning. Oppstrøms grensebetingelse er satt til beregnet vannføring i hovedelva ved beregningspunktet 1 og sideelva ved beregningspunktene 2 og 9. Vannføringsendringer ved de mellomliggende beregningspunktene 3, 4, 6, 7 og 8 benyttes som en indre grensebetingelse. Vannføring settes konstant i en time, og modellen kjøres i en time.

3.4. Bruer

Det er kartlagt fem bruer som krysser Løydingsdalselva på aktuell strekning. Data for disse bruene er vist i *Tabell 3-1*. Rett nedstrøms bru 2, er det en bru som har funksjon som bru for tråkkemaskin i dag. I fremtidig situasjon, vil det ikke være behov for denne brua, da tråkkemaskin kan benytte ny bru over til parkeringsplass. Det er derfor ikke gjort kapasitetsvurdering av denne brua.

Tabell 3-1: Data for kulvert/bruer.

	Kulvert 1	Bru 2	Bru 3	Bru 4	Bru 5
Spennvidde/Fri lengde	3,6	7,7	11,9	12	8,6
Veibredde [m]	6,8	2,2	2,4	3,5	12
Høyde, underkant [moh]	766,88	656,80	580,48	563,65	563,79





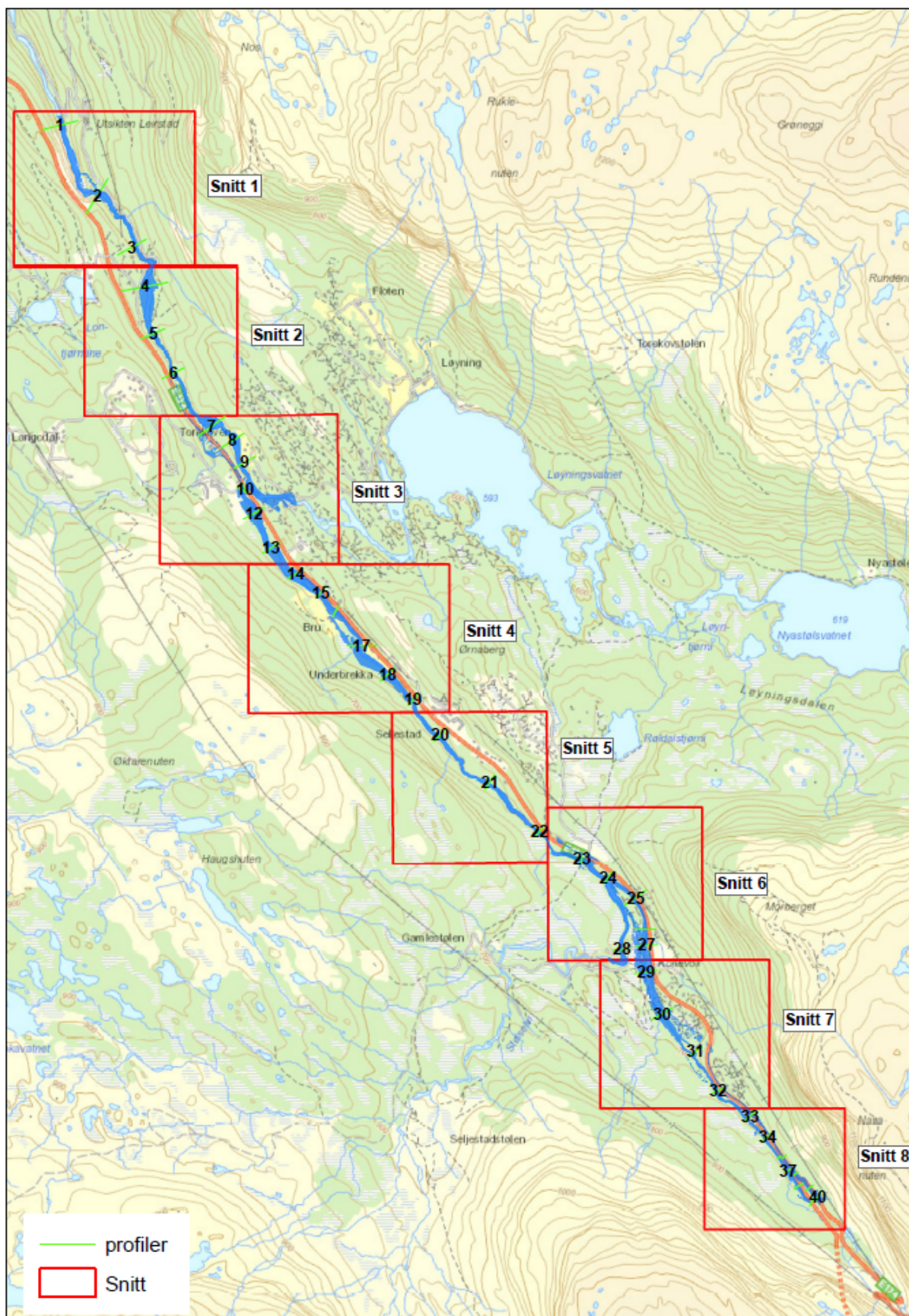
Figur 3-1: Plassering av eksisterende bruer.

3.5. Resultater fra vannlinjeberegningene

Vannlinje for profiler P1 – P42 (Figur 3-2) ved planområdet er vist i Tabell 3-2.

Tabell 3-2: Beregnede vannstander og vannhastigheter ved tverrprofilene (Profil 1 til Profil 42). Høydereferanse NN2000.

Profil [nr]	Vannstand [m.o.h]	Hastighet [m/s]	Profil [nr]	Vannstand [m.o.h]	Hastighet [m/s]	Profil [nr]	Vannstand [m.o.h]	Hastighet [m/s]
42	758,15	2,26	22	642,78	3,27	3	488,85	8,44
41	763,97	4,54	21	627,48	5,34	2	466,52	8,73
Kulvert 1	766,97	2,35	20	608,20	4,46	1	397,20	8,98
40	766,97	2,35	19	598,98	5,35			
39	764,19	2,68	18	592,44	4,39			
38	760,31	3,01	17	586,09	4,46			
37	755,34	3,16	16	580,89	6,07			
36	755,58	1,60	Bru 3	580,89	6,07			
35	750,24	5,74	15	576,58	3,83			
34	744,74	4,20	14	572,74	3,52			
33	736,35	3,23	13	569,05	2,84			
32	725,19	2,68	12	565,32	3,28			
31	697,27	8,95	11	562,52	3,92			
30	677,96	2,40	Bru 4	562,52	3,92			
29	673,83	2,48	10	562,42	3,94			
28	669,55	4,05	Bru 5	562,42	3,94			
27	669,70	2,88	9	553,91	7,80			
26	668,56	2,60	8	549,66	4,89			
25	664,36	3,83	7	539,46	4,67			
24	659,96	3,65	6	522,38	8,94			
23	657,35	4,83	5	512,27	5,37			
Bru 2	657,35	4,83	4	507,92	5,90			



Figur 3-2: Oversiktskart for detaljutsnittene og plassering av tverprofiler.

3.6. Sensitivitetsanalyse

For å vurdere usikkerheten til modellen og resultatene, er det gjort en sensitivitetsanalyse der ruheten til modellen er økt med 25 %. Analysen viste at en 25 % økning av ruhet i elveløpet og flomslettene, ga en økning i vannlinje for planområdet, på opptil 26 cm ved 200-årsflom. Basert på følsomhetsanalysen, anbefales det å benytte en sikkerhetsmargin på minimum 0,5 m over beregnet vannlinje som høyde for flomsikkert nivå.

3.7. Kapasitetsvurdering av kulvert 1

Dimensjonerende kapasitet (Q_{kap}) må være større eller lik den dimensjonerende avrenningen fra nedbørsfeltet (Q_{dim}). Samtidig må ikke vannstanden foran kulverten (H_w) være så høy at fyllingen tar skade, eller at vann ledes ut av vannveien. Generelt anbefales det at oppstrøms vannstand H_w ikke overstiger toppen av innløpet. Dimensjoneringskravet blir da $H_w/D \leq 1,0$, det vil si at oppstrøms vanddybde, ikke skal bli større enn kulvertens høyde.

Dimensjoneringskrav: $H_w/D \leq 1$

Der: H_w = Oppstrøms vanddybde [m]

D = Kulvertdimensjon (høyde) [m]

Beregnet vannlinje ved innløpet til kulverten er vist i Tabell 3-3. Av Tabell 3-3 ser man at utformingen til kulverten er rett i overkant av kravet til kapasitet til å avlede beregnet 200-årsflom inkludert 40% klimatillegg. Avviket fra kravet er imidlertid så lite, at det er vurdert at det ikke er nødvendig med umiddelbar utbedring av kulverten.

Tabell 3-3: Beregnet vannlinje ved innløpet til kulverten, $1,4 \cdot Q_{200}$.

	Kulvert 1
Innløpshøyde [moh]	763,85
Lysåpning: B x H (m)	3,25 x 3
Vannstand ved innløp, H_w [m]	3,12
Dimensjoneringskrav	$H_w/D \leq 1$
H_w/D	1,04
Kapasitet	Ikke tilstrekkelig

3.8. Kapasitetsvurdering av bruene

Beregnet minimum høyde for underkant bru er vist i Tabell 3-4.

Tabell 3-4: Beregnet minimum høyde for underkant av bru for $1,4 \cdot Q_{200}$. Minimum høyde for underkant brukonstruksjon er inkludert 0,5 m sikkerhetsmargin.

	Bru 2	Bru 3	Bru 4	Bru 5
Maksimal Vannstand [moh]	657,35	580,89	562,52	562,38
Maksimal Vannstand + 0,5 [moh]	657,85	581,39	563,02	562,88
Eksisterende høyde for underkant brukonstruksjon [moh]	656,80	580,48	563,65	563,79
Beregnet minimum høyde for underkant brukonstruksjon [moh]	657,85	581,39	563,02	562,88
Kapasitet	Ikke tilstrekkelig	Ikke tilstrekkelig	Tilstrekkelig	Tilstrekkelig

*Alle høyder er i forhold til elvebunn.

Tabell 3-4 viser at Bru 2 og Bru 3 ikke tilfredsstillers kravene til kapasitet. Bru 2 skal rives, og erstattes med ny bru. Manglende avledningskapasitet er derfor ikke et problem for denne brua. Bru 3 er knyttet til avkjørsel til fritidseiendom, og er lite benyttet. Det vurderes derfor at det ikke er nødvendig med umiddelbar utbedringer av avledningskapasitet for denne brua, men at det bør tas hensyn til behov for å øke kapasiteten ved eventuell senere oppgradering av brua.

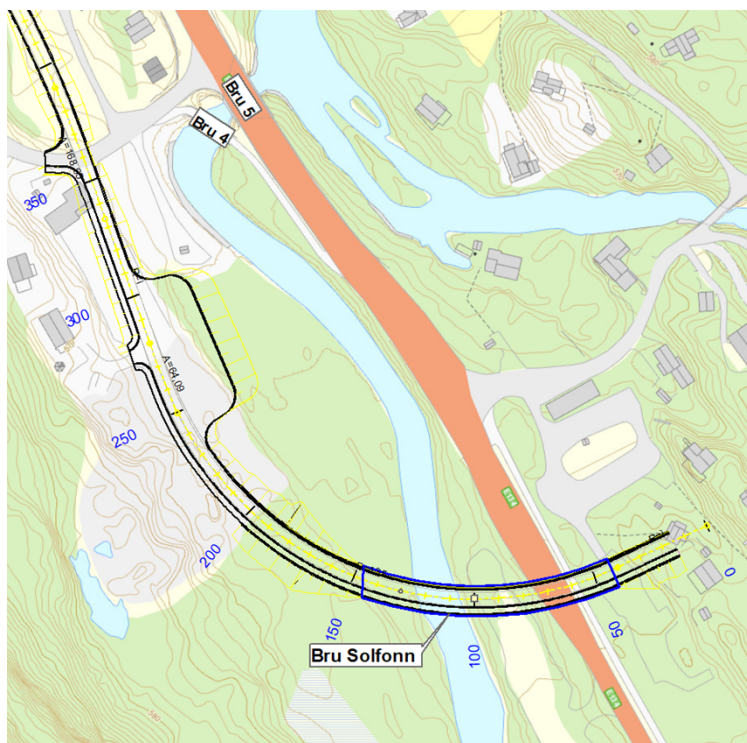
4. VANNLINJEBEREGNING – NY VEI

4.1. Hydraulisk modell

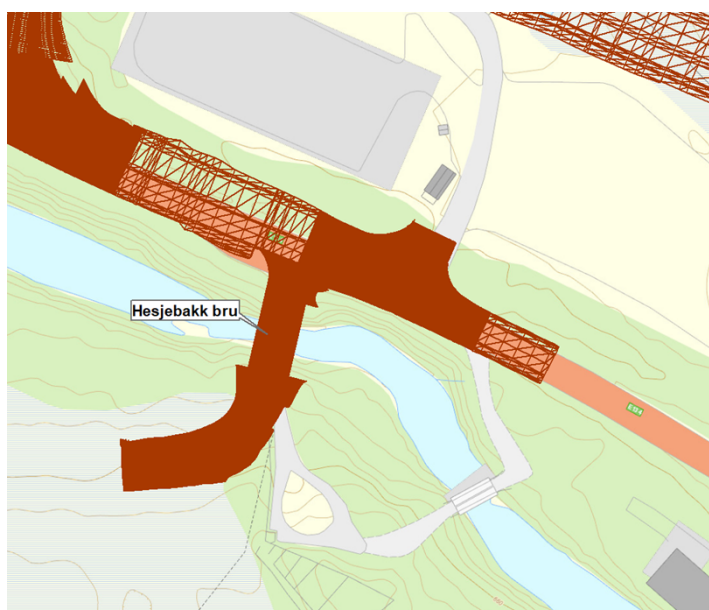
2D-HecRas modell for eksisterende situasjon er oppdatert med ny veimodell på det eksisterende terrenget.

4.2. Bruer

Bru 4 skal rives. Bru 2 skal erstattes med Hesjebakk bru.



Figur 4-1: Plassering av ny bru ved Solfonn.



Figur 4-2: Plassering av ny bru- Hesjebakk bru.

4.1. Resultater fra vannlinjeberegningene

Vannlinje for profiler P1 – P42 (Figur 3-2) ved planområdet er vist i Tabell 3-2.

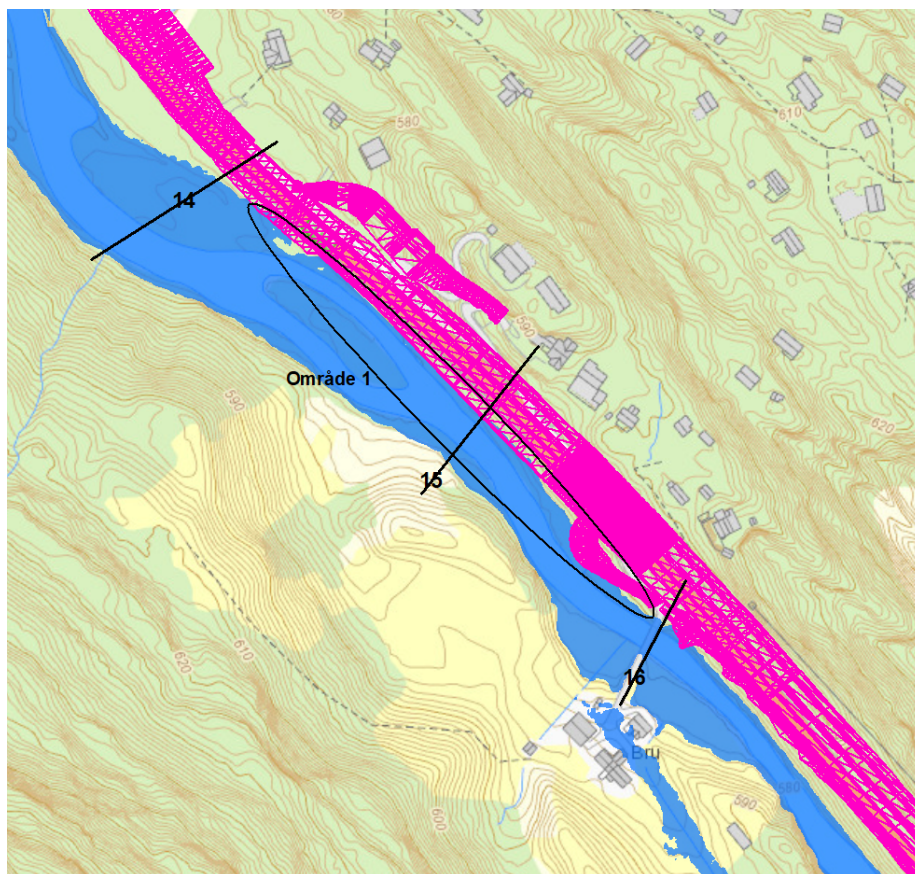
Tabell 4-1: Beregnede vannstander og vannhastigheter ved tverrprofilene (Profil 1 til Profil 42).

Profil [nr]	Vannstand [m.o.h]	Hastighet [m/s]	Profil [nr]	Vannstand [m.o.h]	Hastighet [m/s]	Profil [nr]	Vannstand [m.o.h]	Hastighet [m/s]
42	758,16	2,27	22	642,78	3,27	3	488,85	8,44
41	763,97	4,53	21	627,48	5,34	2	466,52	8,73
Kulvert 1	766,97	2,35	20	608,20	4,46	1	397,20	8,98
40	766,97	2,35	19	598,98	5,35			
39	764,19	2,68	18	592,44	4,39			
38	760,31	3,01	17	586,09	4,46			
37	755,34	3,16	16	580,89	6,53			
36	755,58	1,60	Bru 3	580,89	6,53			
35	750,24	5,74	15	576,72	4,23			
34	744,74	4,20	14	572,76	3,52			
33	736,35	3,23	13	569,05	2,84			
32	725,19	2,68	Bru 4*	567,30	2,98			
31	697,27	8,95	12	565,35	3,28			
30	677,96	2,40	11	562,52	3,92			
29	673,83	2,48	10	562,42	3,94			
28	669,55	4,05	Bru 5	562,42	3,94			
27	669,70	2,88	9	553,91	7,80			
26	668,56	2,60	8	549,66	4,89			
25	664,36	3,83	7	539,46	4,67			
24	659,96	3,65	6	522,38	8,94			
23	657,35	3,38	5	512,27	5,37			
Bru 2*	657,35	3,38	4	507,92	5,90			

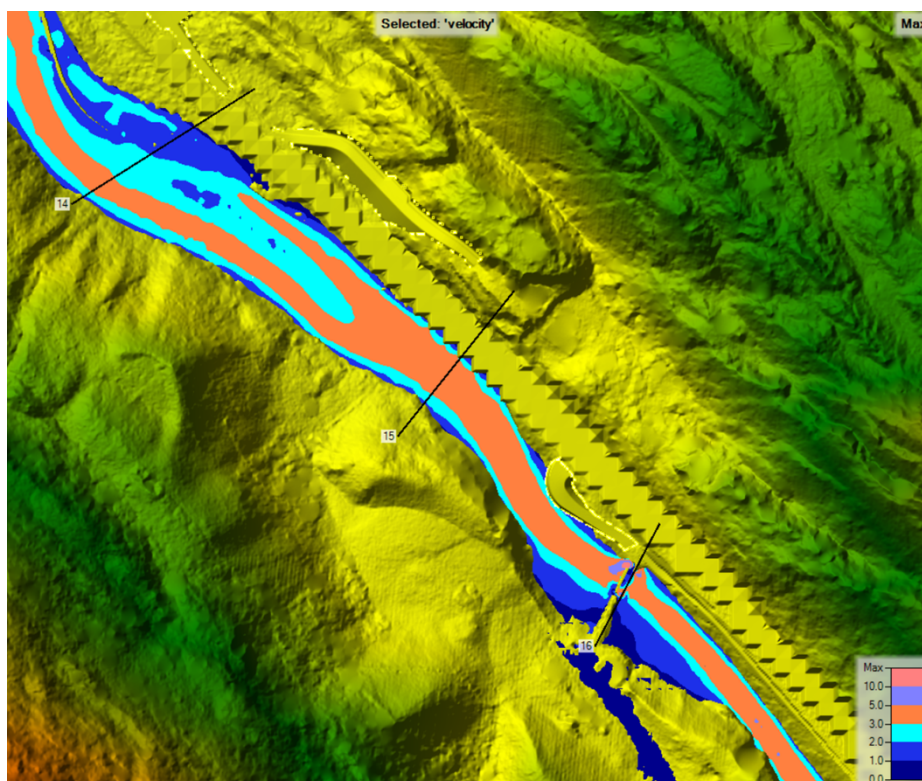
Bru 2* - Hesjebekk bru; Bru 4* - Bru Solfonn

4.2. Vurdering av fare for erosjon

Den nye veilinjens flyttes nærmere elva mellom profil 14 og 16, se Figur 4-6. Dette vil gi redusert strømningsareal, og kan øke faren for erosjon.

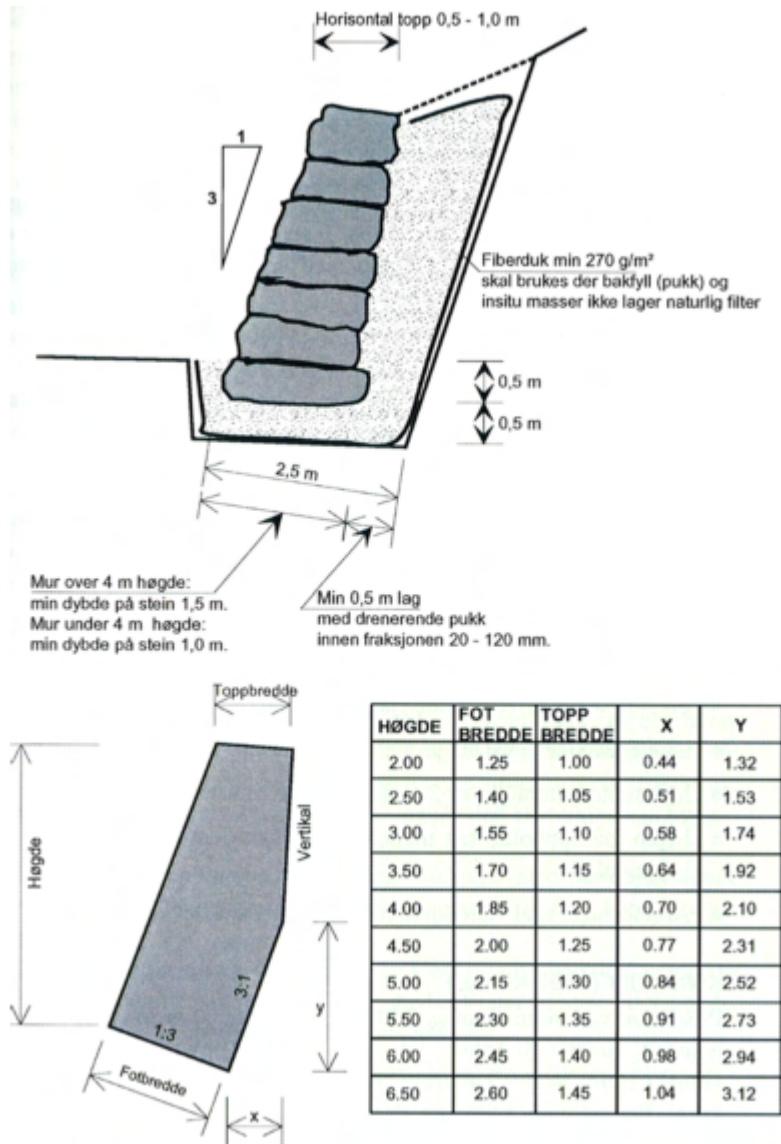


Figur 4-3: Erosjonsutsatt område mellom profil 14 og 16.



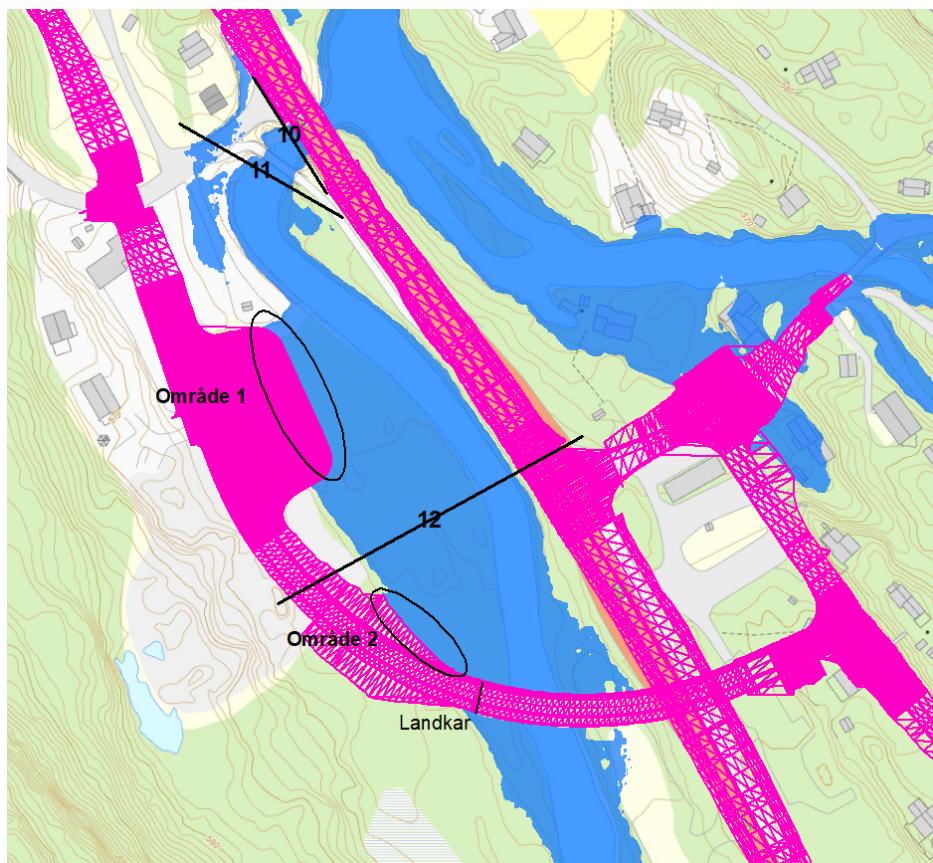
Figur 4-4: Vannhastighet for 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag, mellom profil 14 og 16.

Det er planlagt støttemur langs elva på denne strekningen. Dimensjonering av erosjonssikring gjøres i henhold til NVEs veileder for erosjonssikring (NVE, 2009). Prinsippskisse for tørrmur er vist i Figur 4-5.

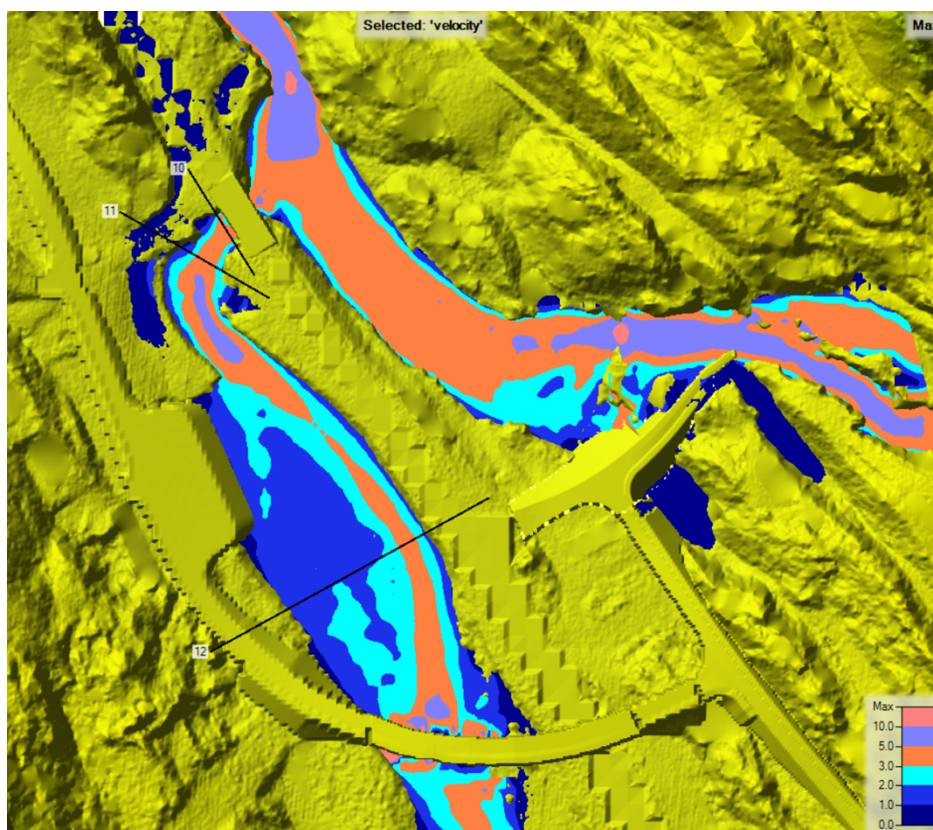


Figur 4-5 Prinsippskisse for dimensjonering av tørrmur (NVE, 2009).

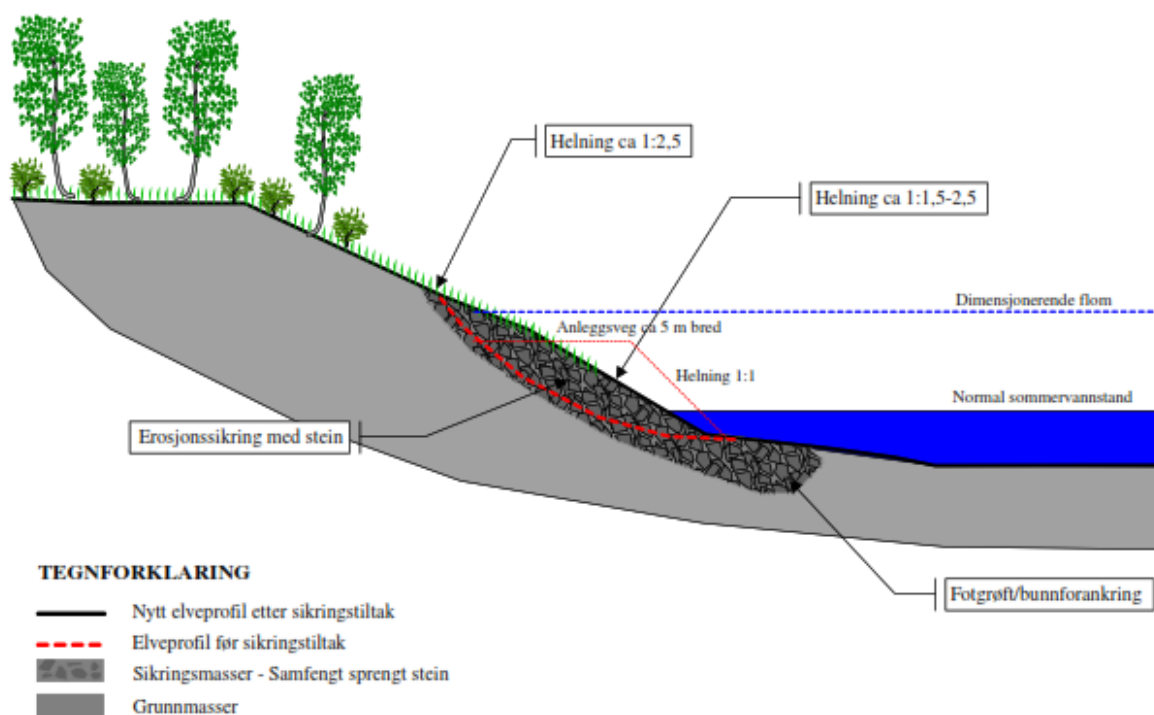
Mellom profil 11 og 12, er det planlagt en fylling som berøres av flomsonen, se Figur 4-7. Fyllingen må erosjonssikres. Dimensjonering av erosjonssikring gjøres i henhold til NVEs veileder for erosjonssikring (NVE, 2009). Prinsippskisse for erosjonssikring av elvebredd er vist i Figur 4-8.



Figur 4-6: Erosjonsutsatte områder mellom profil 11 og 12.

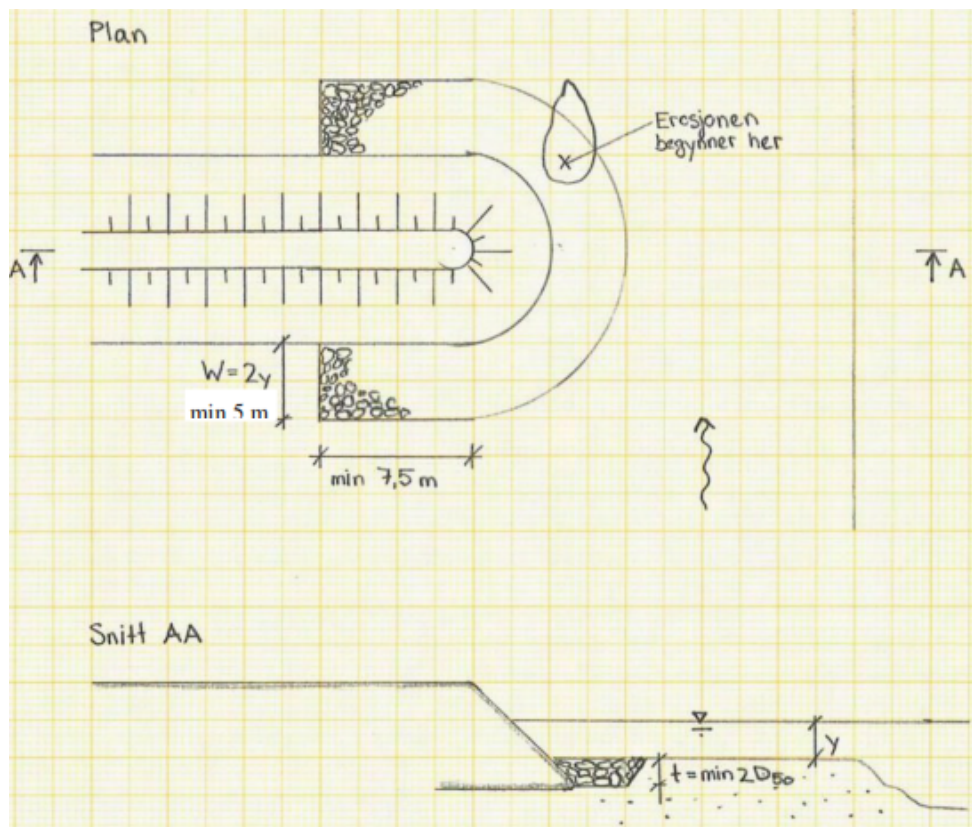


Figur 4-7: Vannhastighet for 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag, mellom profil 11 og 12.

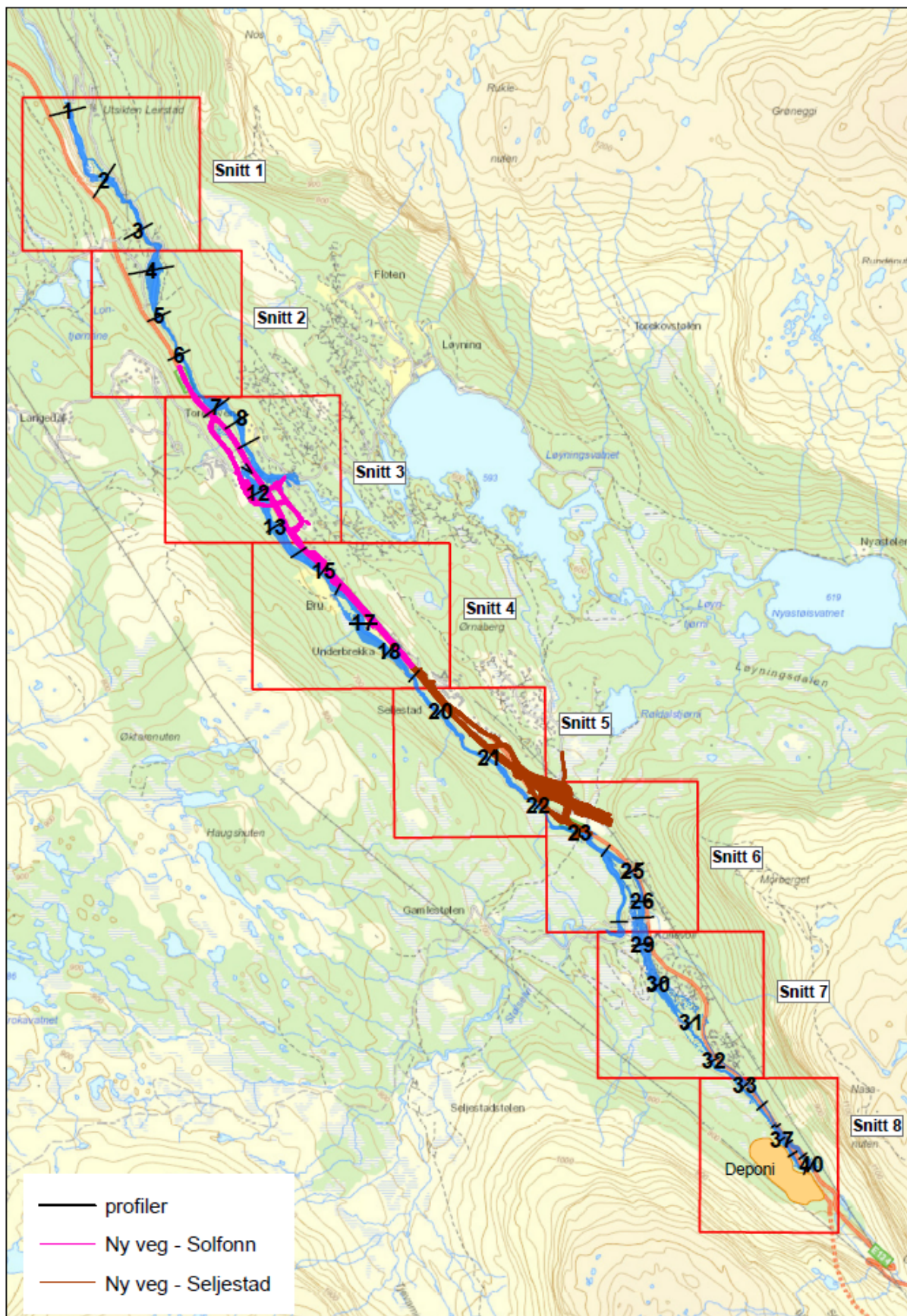


Figur 4-8 Prinsippkisse for erosjonssikring av elvekant/elvbredd (NVE, 2009).

Den planlagte nye brua mellom profil 11 og profil 12 (se Figur 4-7) vil få et landkar som berøres av flomsone. Erosjonssikring av landkar gjøres etter anbefalinger i NVEs veileder for erosjonssikring (NVE, 2009).



Figur 4-9 Eksempel på erosjonssikring rundt landkar (NVE, 2009).



Figur 4-10: Oversiktskart for detaljutsnittene og plassering av tverrprofiler-ny vei.

4.3. Kapasitetsvurdering av de nye bruene

Beregnet minimum høyde for underkant bru er vist i Tabell 4-2.

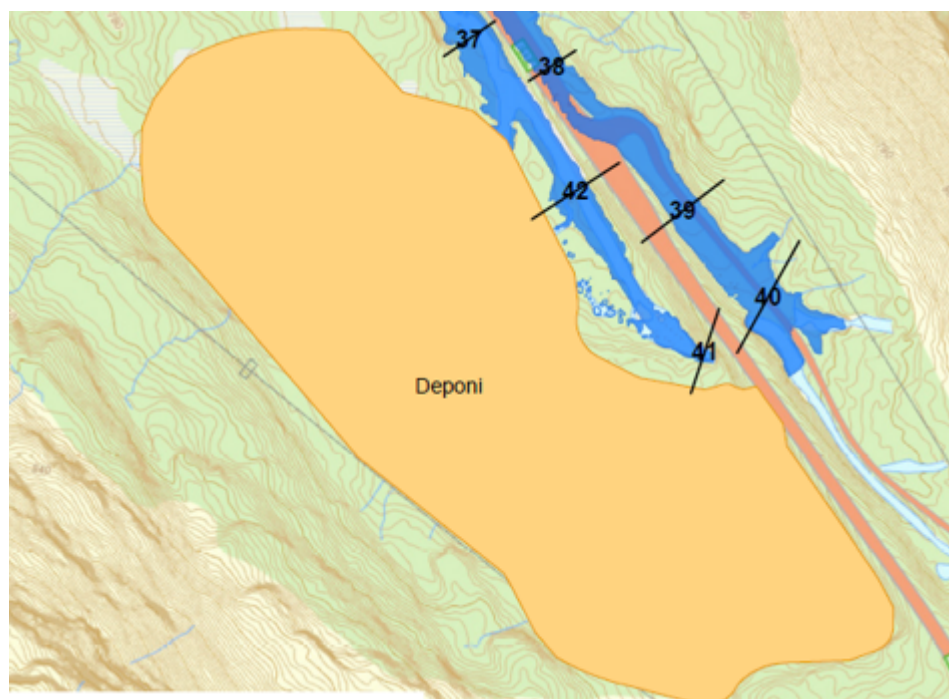
Tabell 4-2: Beregnet minimum høyde for underkant av bru for $1,4 \cdot Q_{200}$. Minimum høyde for underkant brukonstruksjon er inkludert 0,5 m sikkerhetsmargin. Alle høyder er i forhold til elvebunn.

	Bru Solfonn	Hesjebakk bru
Maksimal Vannstand [moh]	567,30	657,36
Maksimal Vannstand + 0,5 [moh]	567,80	657,86
Høyde for underkant brukonstruksjon [moh]	570,81	657,84
Beregnet minimum høyde for underkant brukonstruksjon [moh]	567,77	657,86
Kapasitet	Tilstrekkelig	Tilstrekkelig

For Hesjebakk bru er det et lite avvik mellom anbefalt minimum høyde for underkant bru og planlagt høyde for underkant bru. Avviket er så lite at det vurderes å være innenfor usikkerheten i beregningene. I forbindelse med detaljprosjektering, vil det bli gjort justering av landkarene til brua, for å sikre tilstrekkelig lysåpning.

4.4. Planlagt massedeponi

Det er planlagt et massedeponi mellom profil 37 og profil 40, se Figur 4-11. Deponiet vil dekke et sideløp av elva, men dette vil ha liten betydning for flomforhold lenger ned i elva. Løsning for å lede vann fra sideløpet gjennom deponiet, vil bli planlagt i detaljeringsfasen.



Figur 4-11 Planlagt massedeponi

5. FLOMSONEKART

Flomsonekart er generert ved bruk av Ras Mapper i HEC RAS - modellen. Det er utarbeidet flomsone for flom med gjentaksintervall 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag.

5.1. Bruk av Flomsonekart

Sikkerhetskrav for byggverk i forhold til flom og stormflo, er gitt av Byggteknisk forskrift (TEK 17 § 7-2). Kravene baserer seg på type bebyggelse, og hvilken største nominelle årlige sannsynlighet for flom som kan aksepteres.

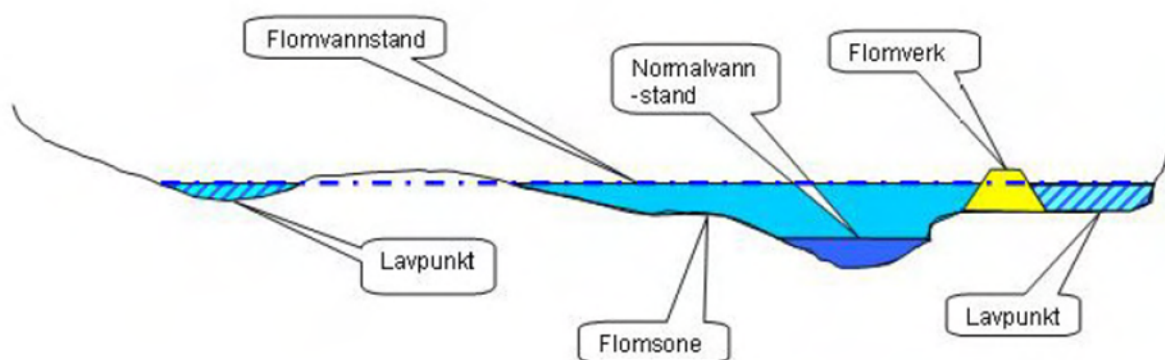
Flomsonekartet kan benyttes direkte til å identifisere hvilke områder som ikke bør bygges ut, og hvilke risikoreduserende tiltak som kan være aktuelt dersom utbygging ikke kan unngås.

Usikkerheten til flomsonekart må tas i betraktning, da kartene har en begrenset nøyaktighet. Dette gjelder spesielt i forbindelse med detaljplanlegging, og ved bygge- og delesaksbehandling der vannstander bør kontrolleres mot terrenghøyder.

Det anbefales at usikkerheten i kartene tas hensyn til i form av å legge på en sikkerhetsmargin på 50 cm til beregnede vannstander. Størrelsen til den anbefalte sikkerhetsmarginen bygger på resultatene fra sensitivitetsanalysen (kap 3.6).

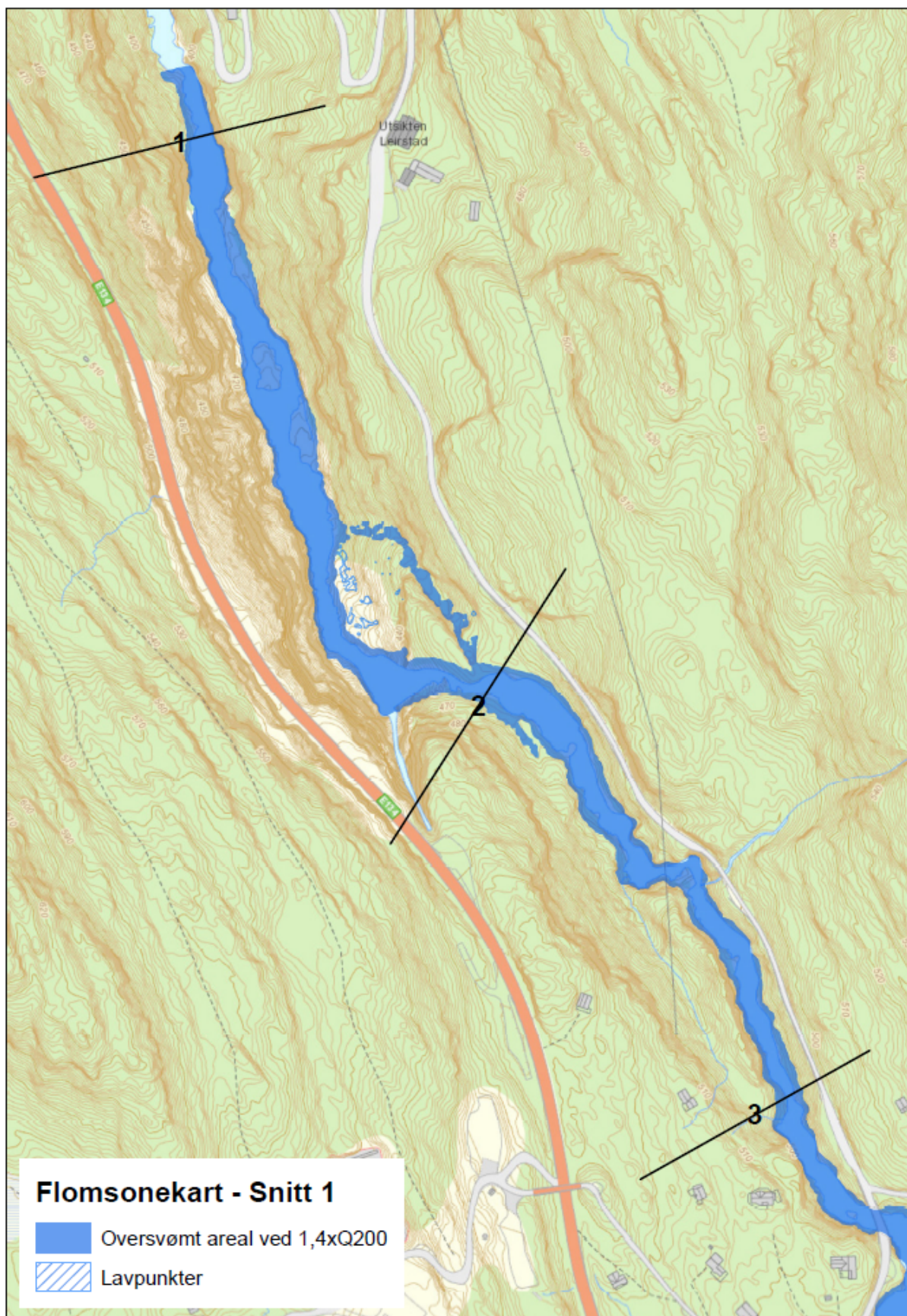
5.2. Lavpunkter

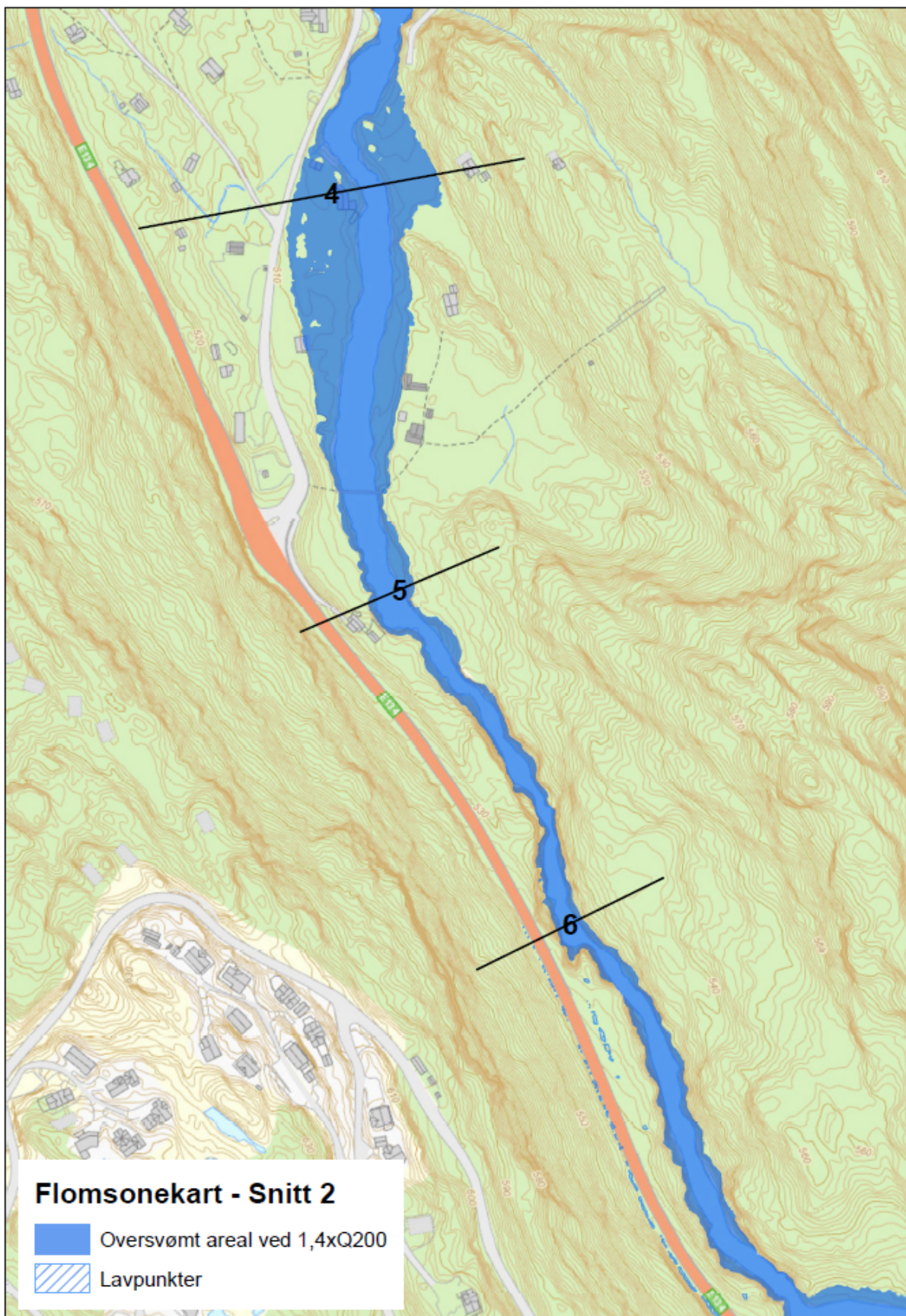
En del steder vil det finnes arealer som ligger lavere enn den beregnede flomvannstanden, men uten direkte forbindelse til elva. Dette kan være områder som ligger bak flomverk, men også lavpunkter som har forbindelse via en kulvert eller via grunnvannet. Disse områdene er markert med en egen skraver fordi de vil ha en annen sannsynlighet for oversvømmelse og må behandles særskilt. Spesielt utsatt vil disse områdene være ved intens lokal nedbør, ved stor flom i sidebekker, eller ved gjentetting av kulverter.

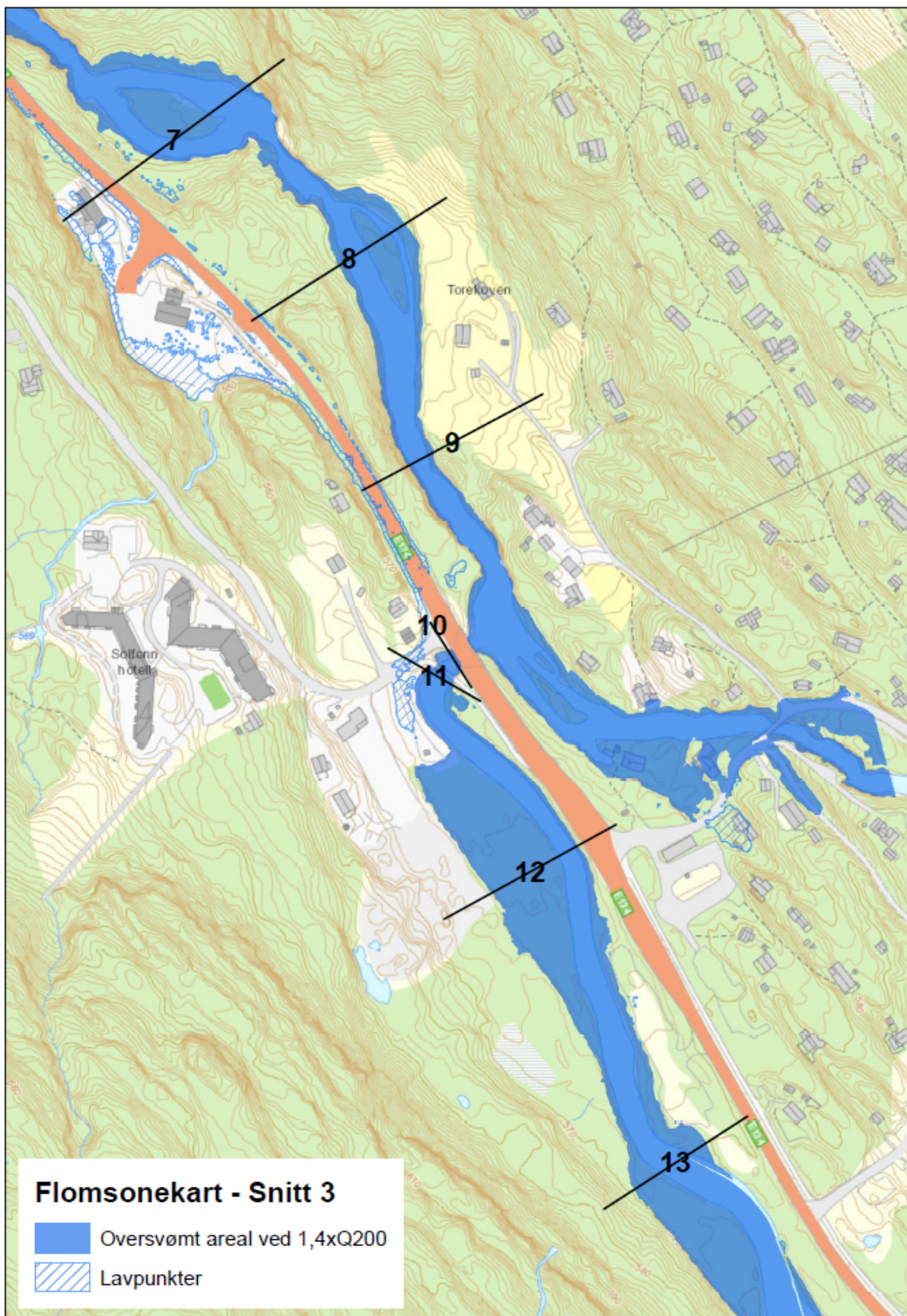


Figur 5-1: Prinsippkisse som viser definisjonen av lavpunkt.

5.3. Flomsonekart - Eksisterende situasjon

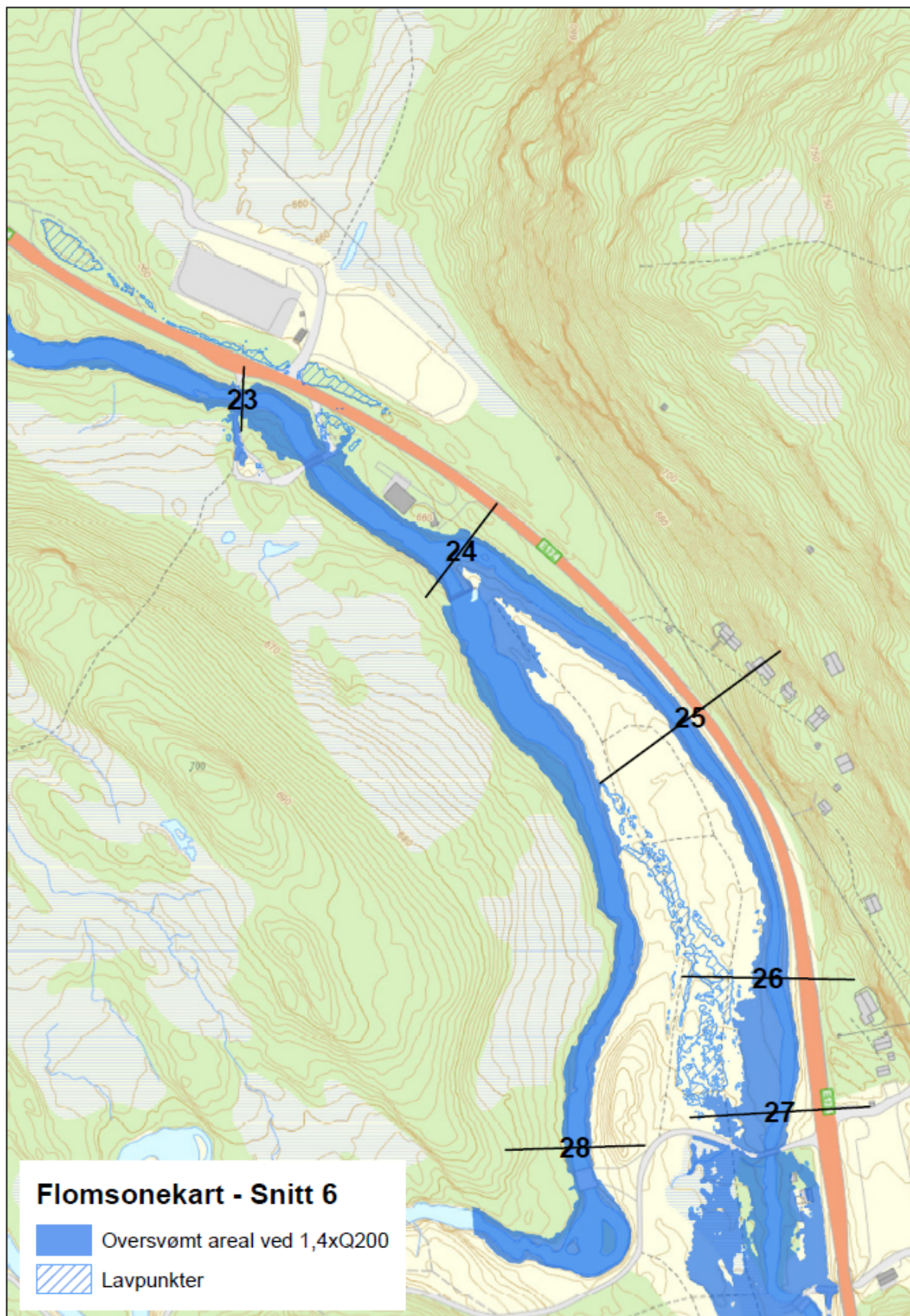


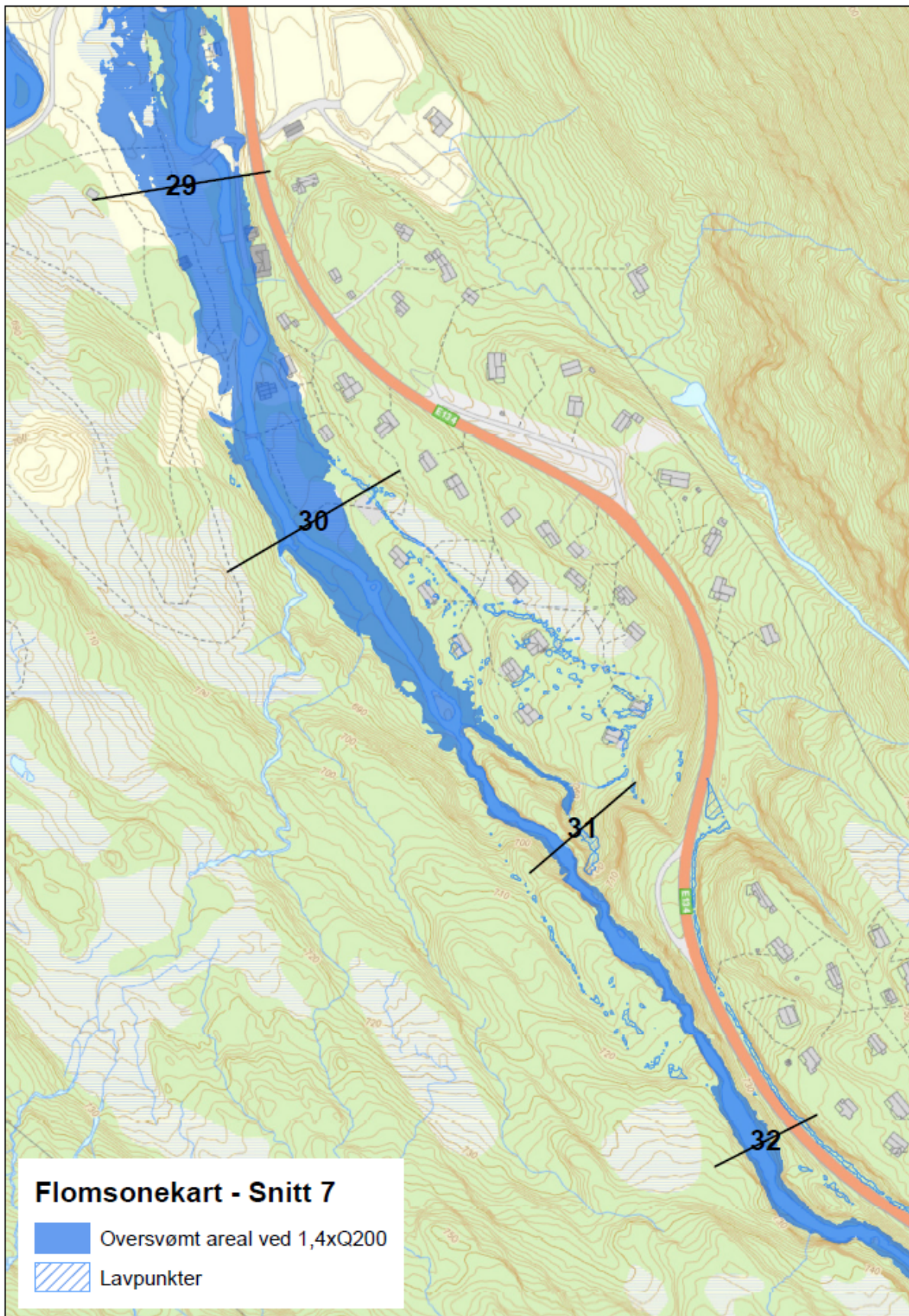


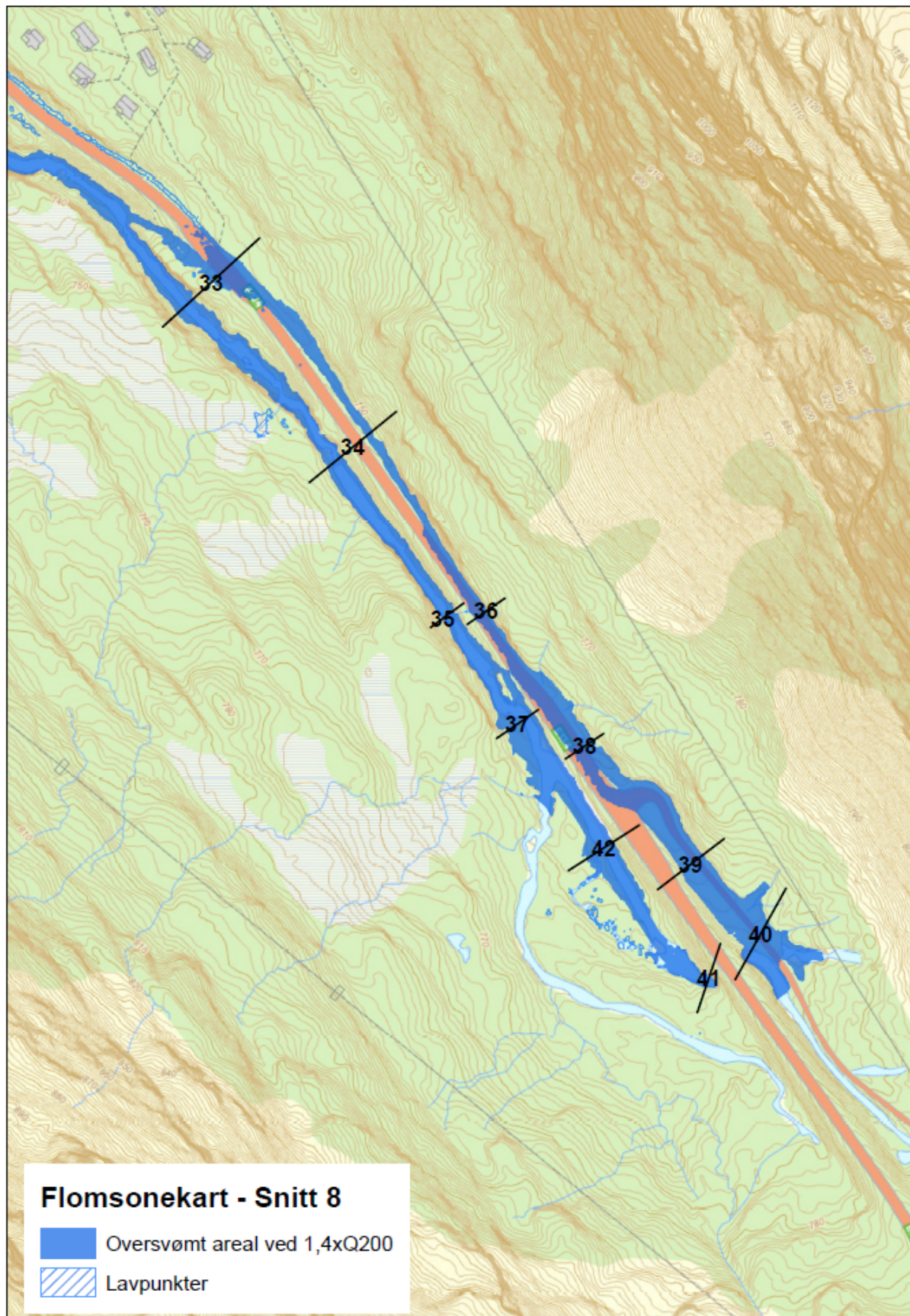




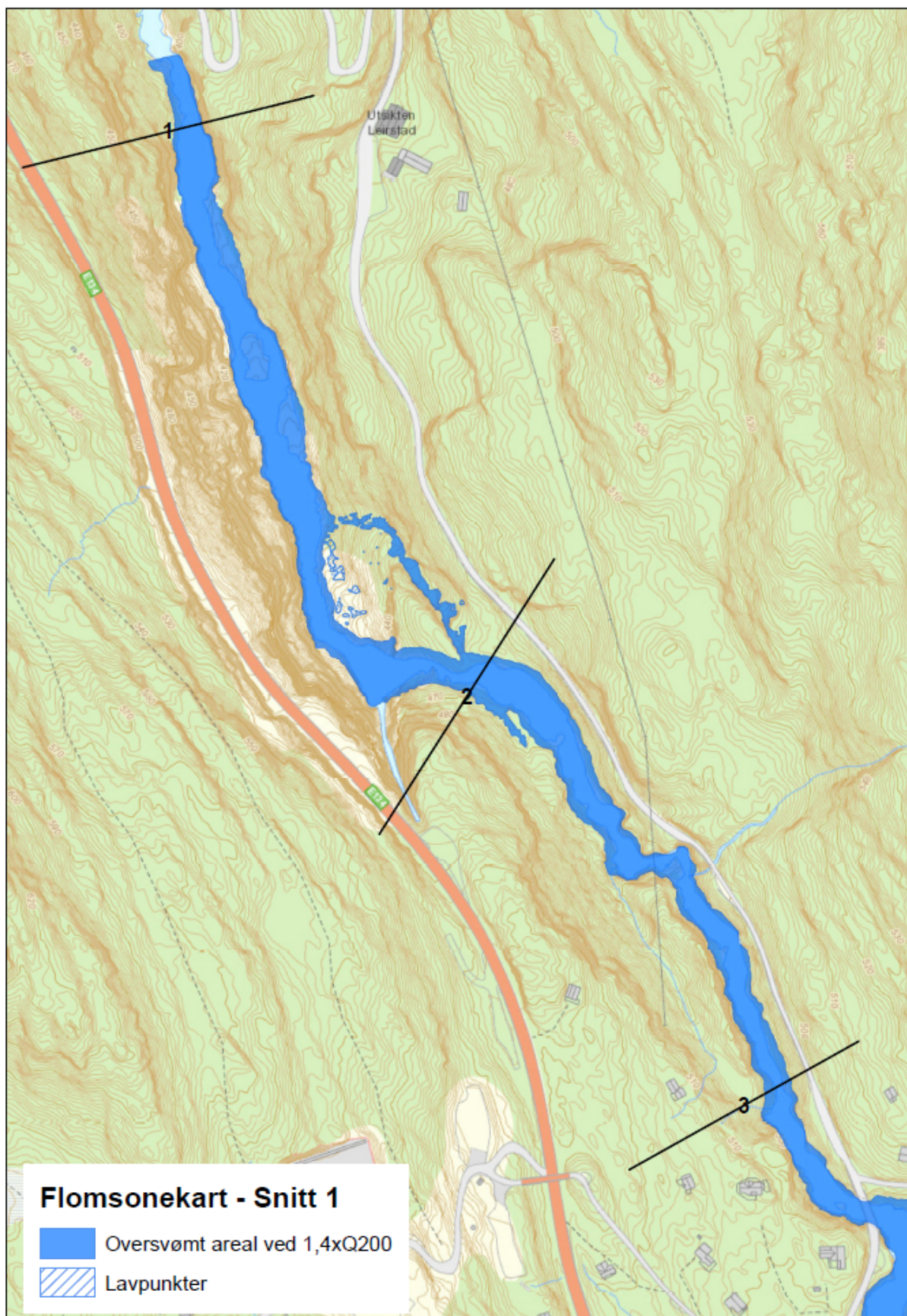


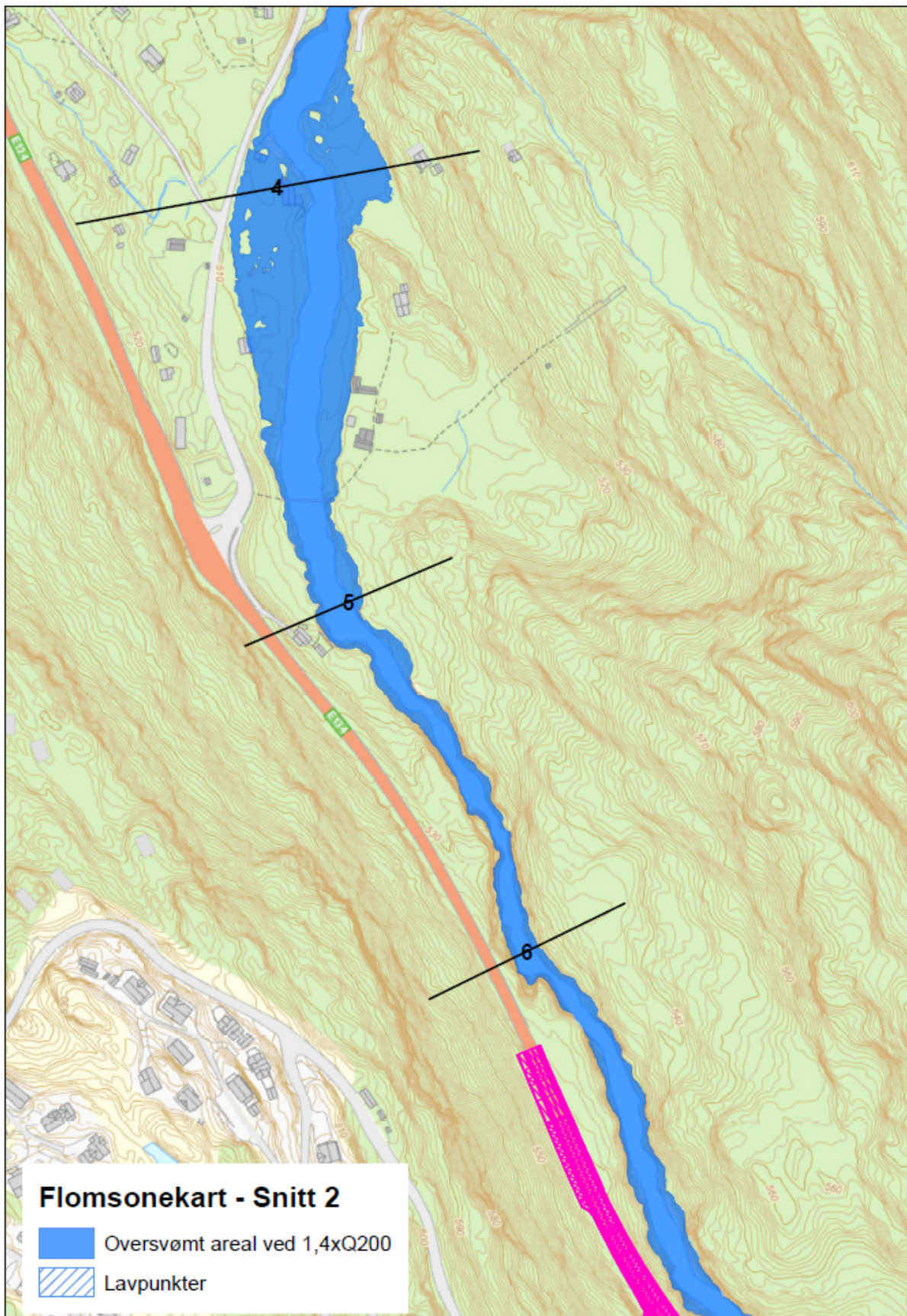


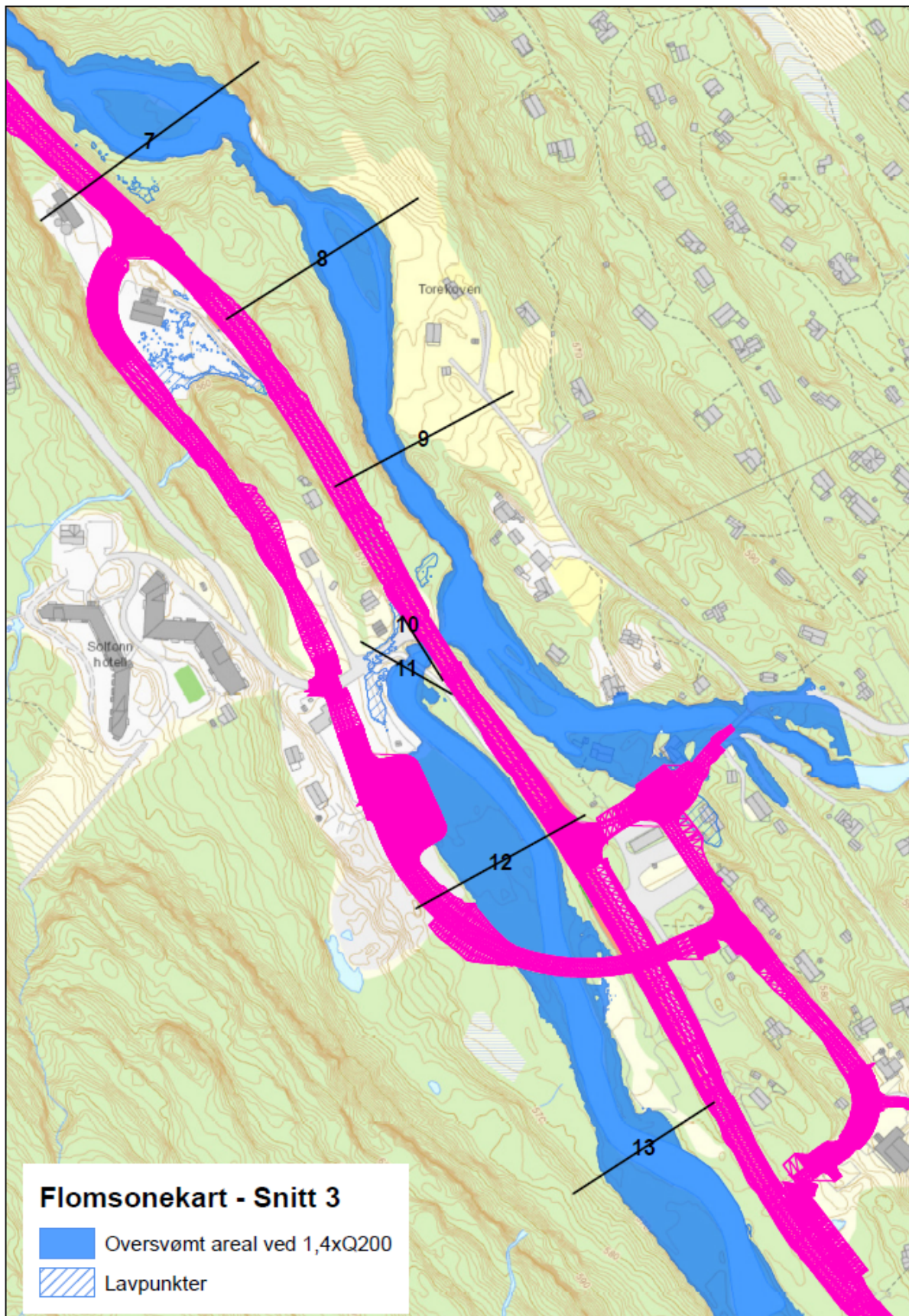




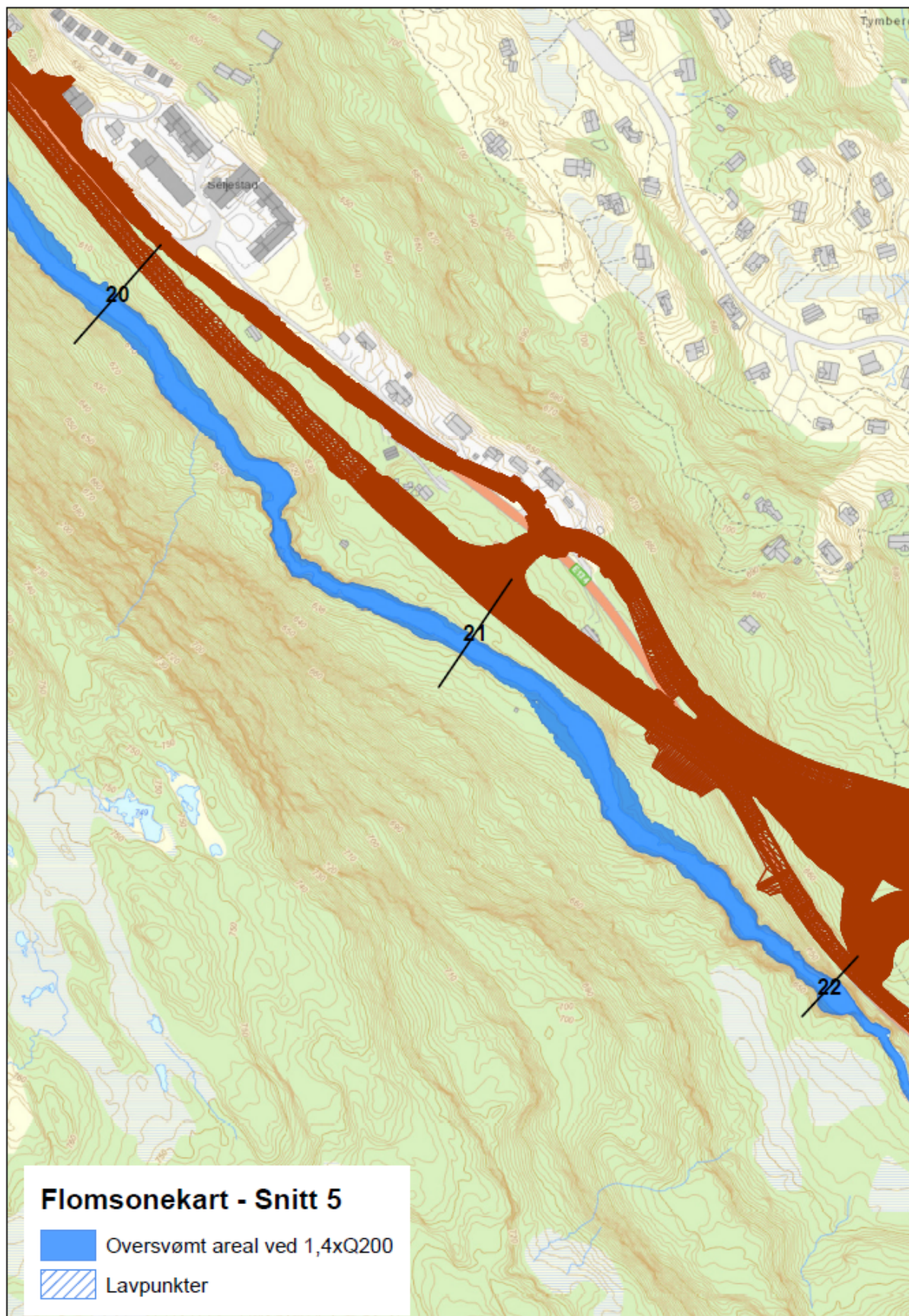
5.4. Flomsonekart – Ny vei

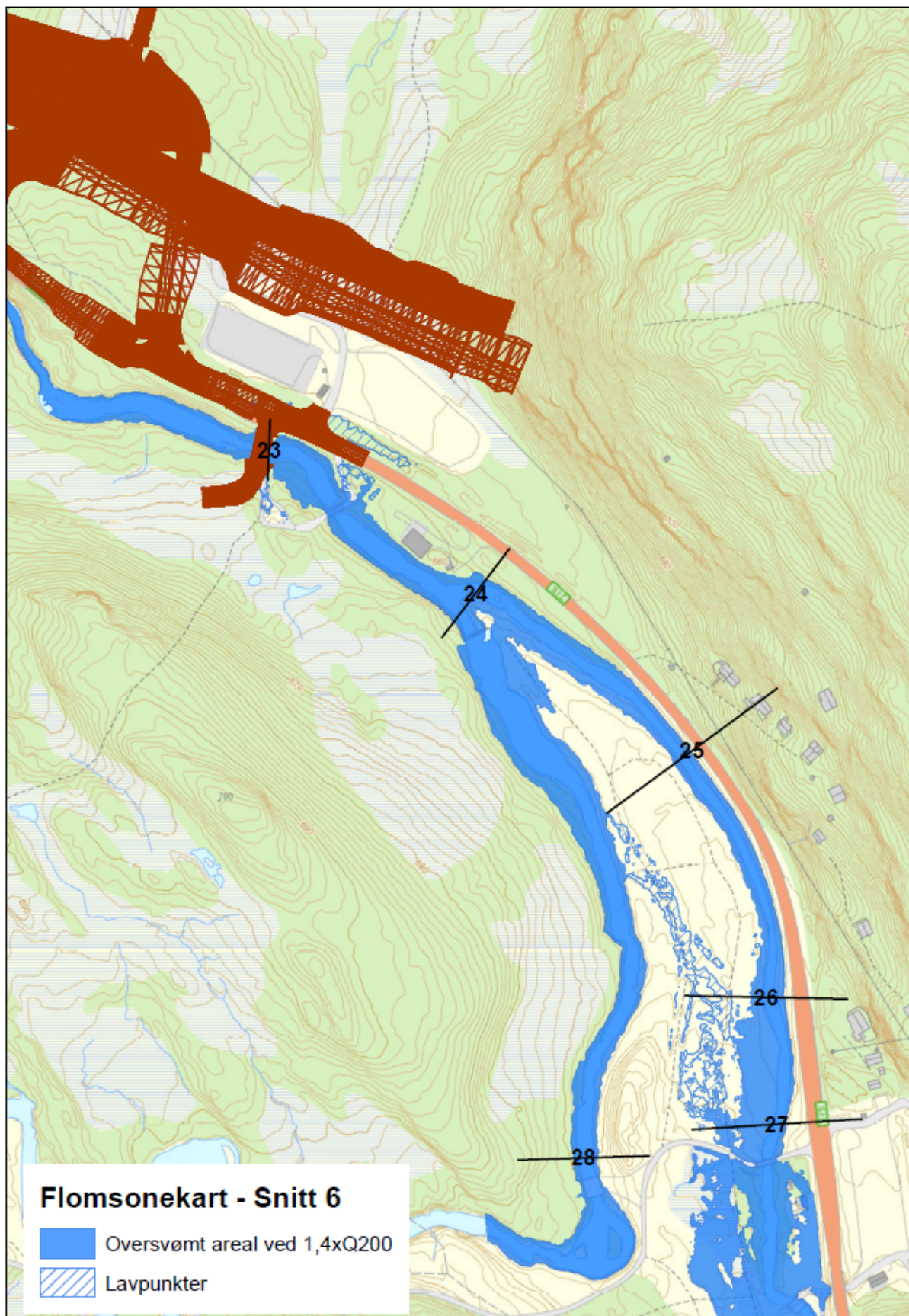


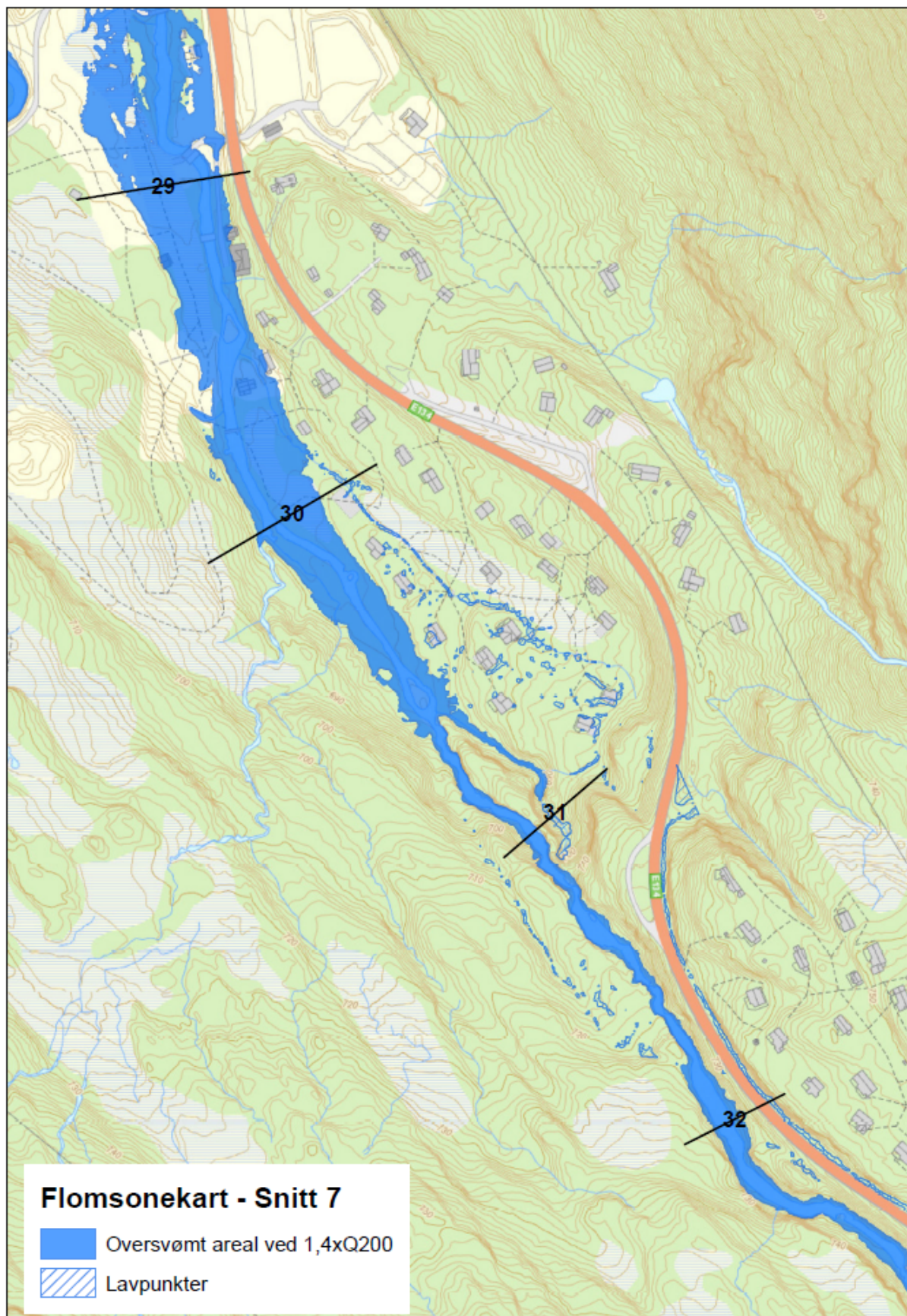


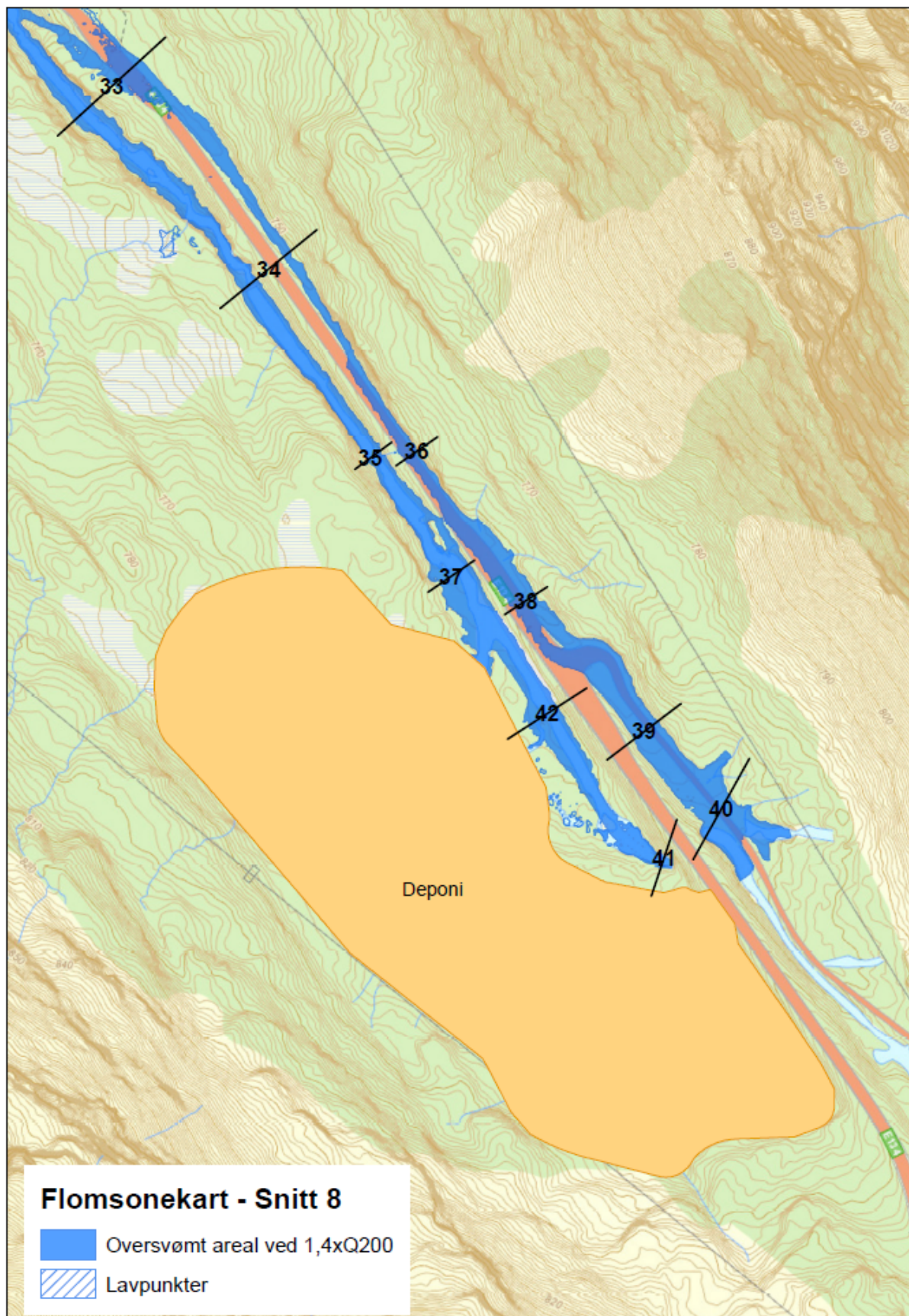












KILDER

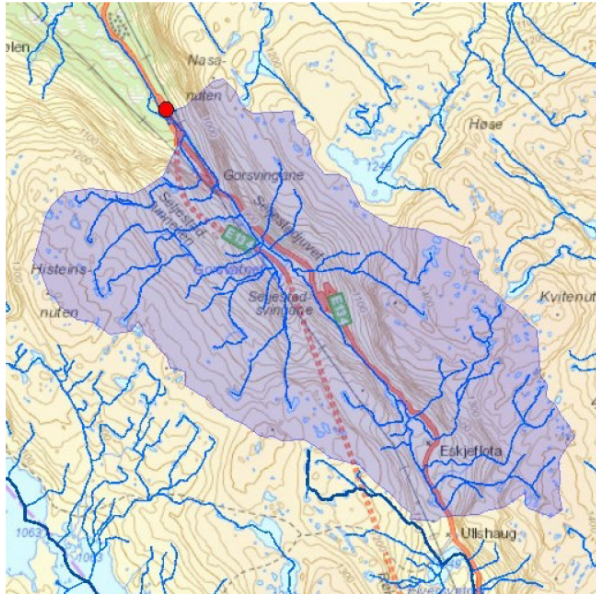
- Chow, V.T., 1988: Open-Channel Hydraulics, Caldwell, New Jersey: The Blackburn Press.
- HEC-USACE, 2018: HEC-RAS 5.0.5 River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, U,S, Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center (HEC), Davis, CA, USA.
- Lawrence, 2016: Deborah Lawrence. Klimaendring og fremtidige flommer i Norge. Rapport nr. 81/2016. Norges vassdrags – og energidirektorat.
- NVE, 2009: Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein. NVE veileder 4-2009.
- NVE, 2011: Retningslinjer for flomberegninger til § 5-7 i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg. Retningslinje 4/2011. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE, 13/2015: Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt. Rapport nr. 13/2015. Norges vassdrags – og energidirektorat.
- NVE, 97/2015: Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt. Rapport nr. 97/2015. Norges vassdrags – og energidirektorat.
- Statens vegvesen, 2014: Håndbok N200 Vegbygging.

Databaser og kartverktøy: www.nve.no: databasen Hydra II, NVE Atlas, NEVINA

VEDLEGG

Vedlegg 1: Lavvannskart/NEVINA-rapport for nedbørfelt

Beregningpunkt 1



Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 048.EZ
 Kommune: Odda
 Fylke: Hordaland
 Vassdrag: Løyningdalselva

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	104,0 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	2,8 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	2,8 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	20,1 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,4 l/(s*km ²)
Base flow	34,3 l/(s*km ²)
BFI	0,3

Klima

Klimaregion	Vest
Årsnedbør	1721 mm
Sommernedbør	593 mm
Vinternedbør	1128 mm
Årstemperatur	-0,5 °C
Sommertemperatur	3,9 °C
Vintertemperatur	-3,7 °C
Temperatur Juli	5,7 °C
Temperatur August	7,0 °C

Feltparametere

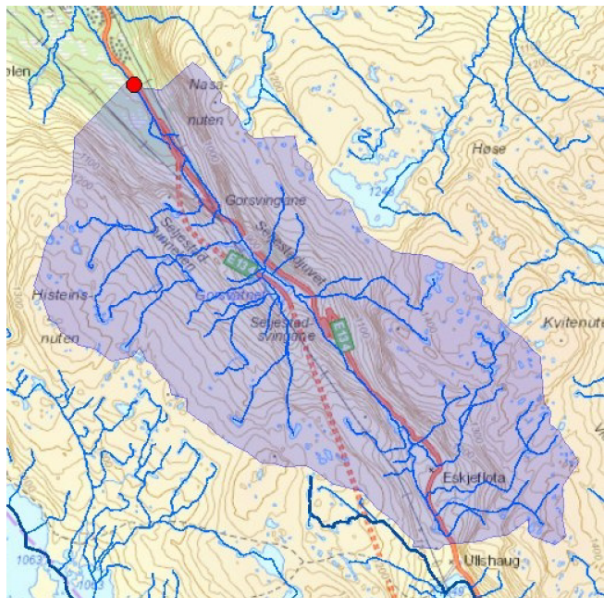
Areal (A)	8,0 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,5 %
Elvelengde (E _L)	5,5 km
Elvegradient (E _G)	115,3 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	123,0 m/km
Feltlengde(F _L)	4,6 km
H _{min}	772 moh.
H ₁₀	981 moh.
H ₂₀	1066 moh.
H ₃₀	1114 moh.
H ₄₀	1165 moh.
H ₅₀	1207 moh.
H ₆₀	1245 moh.
H ₇₀	1272 moh.
H ₈₀	1323 moh.
H ₉₀	1393 moh.
H _{max}	1461 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	0,0 %
Sjø	2,6 %
Skog	1,1 %
Snauvfjell	96,2 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Beregningpunkt 2



Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 048.EZ
 Kommune: Odda
 Fylke: Hordaland
 Vassdrag: Løyningdalselva

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	102,1 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	2,8 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	2,8 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	18,9 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,3 l/(s*km ²)
Base flow	33,7 l/(s*km ²)
BFI	0,3

Klima

Klimaregion	Vest
Årsnedbør	1725 mm
Sommernedbør	595 mm
Vinternedbør	1131 mm
Årstemperatur	-0,5 °C
Sommertemperatur	4,0 °C
Vintertemperatur	-3,6 °C
Temperatur Juli	5,7 °C
Temperatur August	7,0 °C

Feltparametere

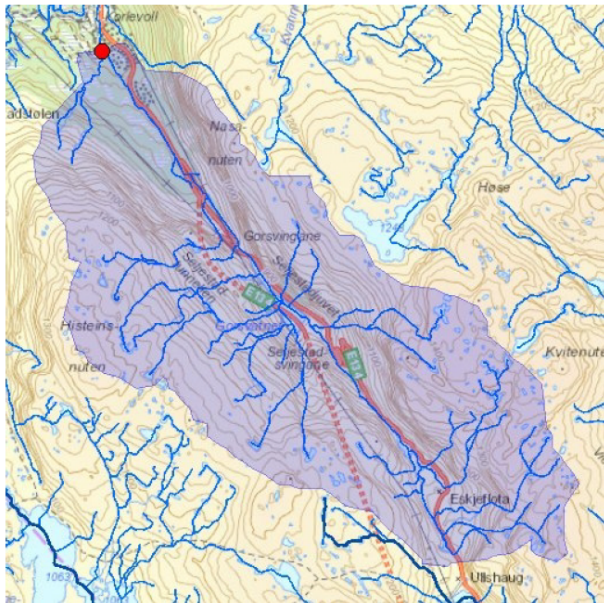
Areal (A)	8,9 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	6,0 km
Elvegradient (E _G)	110,5 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	108,4 m/km
Feltlengde(F _L)	5,0 km
H _{min}	741 moh.
H ₁₀	910 moh.
H ₂₀	1040 moh.
H ₃₀	1091 moh.
H ₄₀	1146 moh.
H ₅₀	1189 moh.
H ₆₀	1232 moh.
H ₇₀	1262 moh.
H ₈₀	1309 moh.
H ₉₀	1387 moh.
H _{max}	1461 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	0,2 %
Sjø	2,4 %
Skog	3,9 %
Snauvfjell	93,5 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Beregningspunkt 3



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 048.EZ
 Kommune: Odda
 Fylke: Hordaland
 Vassdrag: Løyningdalselva

Feltparametere

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	99,6 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	2,7 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	2,3 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	36,0 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,3 l/(s*km ²)
Base flow	35,8 l/(s*km ²)
BFI	0,4

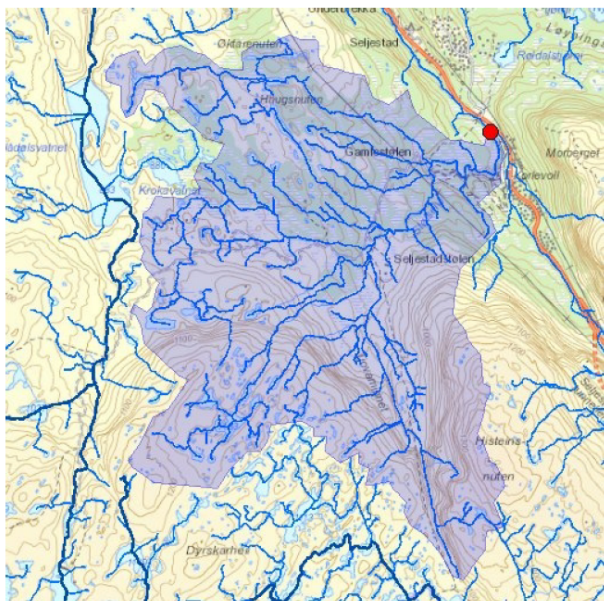
Areal (A)	10,1 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	1,2 km
Elvegradient (E _G)	244,1 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	229,0 m/km
Feltlengde(F _L)	5,8 km
H _{min}	680 moh.
H ₁₀	837 moh.
H ₂₀	969 moh.
H ₃₀	1062 moh.
H ₄₀	1114 moh.
H ₅₀	1169 moh.
H ₆₀	1213 moh.
H ₇₀	1251 moh.
H ₈₀	1291 moh.
H ₉₀	1380 moh.
H _{max}	1461 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	0,8 %
Sjø	2,1 %
Skog	9,2 %
Snau fjell	87,9 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

Det er generell stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Beregningspunkt 4



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 048.EZ
 Kommune: Odda
 Fylke: Hordaland
 Vassdrag: Løyningdalselva

Feltparametere

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	95,1 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	3,1 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	3,3 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	12,0 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,4 l/(s*km ²)
Base flow	29,5 l/(s*km ²)
BFI	0,3

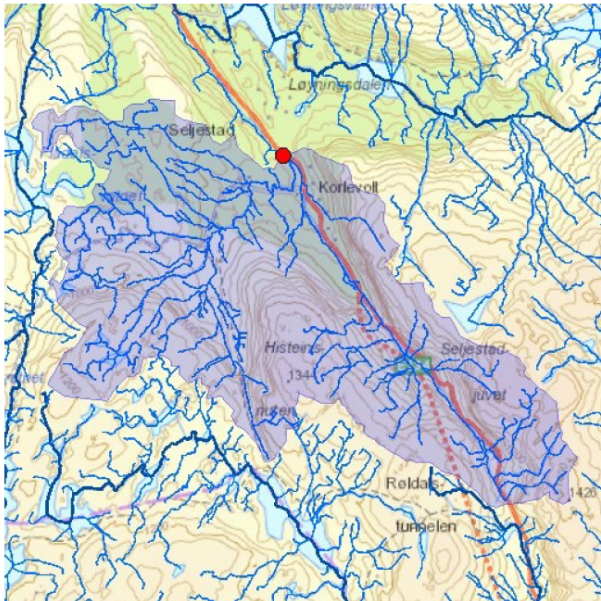
Areal (A)	13,0 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,1 %
Elvelengde (E _L)	7,6 km
Elvegradient (E _G)	63,6 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	49,8 m/km
Feltlengde(F _L)	4,9 km
H _{min}	662 moh.
H ₁₀	776 moh.
H ₂₀	831 moh.
H ₃₀	857 moh.
H ₄₀	878 moh.
H ₅₀	902 moh.
H ₆₀	958 moh.
H ₇₀	1044 moh.
H ₈₀	1133 moh.
H ₉₀	1160 moh.
H _{max}	1345 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	8,3 %
Sjø	3,9 %
Skog	22,1 %
Snau fjell	65,3 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

Det er generell stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Beregningpunkt 5



Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 048.EZ
 Kommune: Odda
 Fylke: Hordaland
 Vassdrag: Løyingsdalselva

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	96,2 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	3,0 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	3,2 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	17,8 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,4 l/(s*km ²)
Base flow	30,8 l/(s*km ²)
BFI	0,3

Klima	
Klimaregion	Vest
Årsnedbør	1834 mm
Sommernedbør	639 mm
Vinternedbør	1195 mm
Årstemperatur	0,6 °C
Sommertemperatur	5,2 °C
Vintertemperatur	-2,8 °C
Temperatur Juli	7,0 °C
Temperatur August	8,2 °C

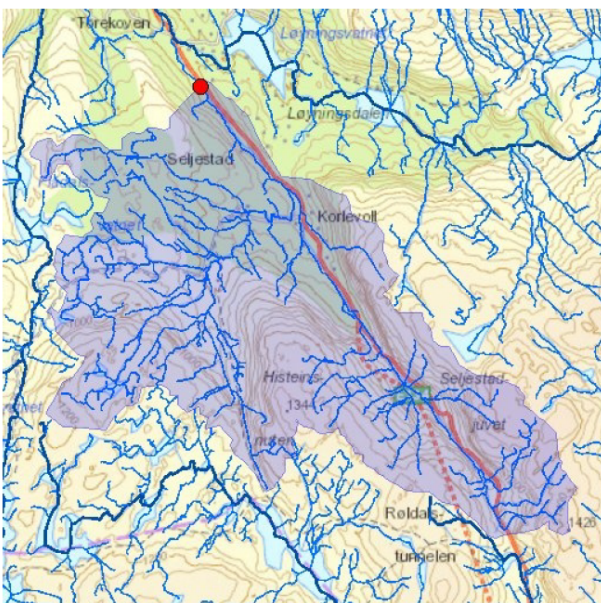
Feltparametere	
Areal (A)	24,3 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	7,8 km
Elvegradient (E _G)	95,5 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	78,5 m/km
Feltlengde(F _L)	6,6 km
H _{min}	660 moh.
H ₁₀	780 moh.
H ₂₀	849 moh.
H ₃₀	880 moh.
H ₄₀	932 moh.
H ₅₀	1020 moh.
H ₆₀	1104 moh.
H ₇₀	1151 moh.
H ₈₀	1206 moh.
H ₉₀	1278 moh.
H _{max}	1461 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	5,0 %
Sjø	3,0 %
Skog	18,3 %
Snautfjell	73,3 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Beregningpunkt 6



Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 048.EZ
 Kommune: Odda
 Fylke: Hordaland
 Vassdrag: Løyingsdalselva

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	94,4 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	3,2 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	3,3 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	16,5 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,5 l/(s*km ²)
Base flow	30,2 l/(s*km ²)
BFI	0,3

Klima	
Klimaregion	Vest
Årsnedbør	1834 mm
Sommernedbør	639 mm
Vinternedbør	1195 mm
Årstemperatur	0,7 °C
Sommertemperatur	5,4 °C
Vintertemperatur	-2,7 °C
Temperatur Juli	7,1 °C
Temperatur August	8,3 °C

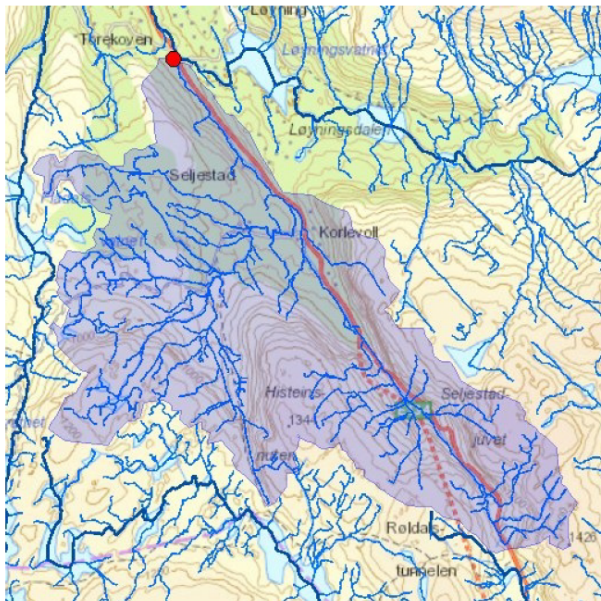
Feltparametere	
Areal (A)	25,7 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	9,9 km
Elvegradient (E _G)	83,9 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	62,7 m/km
Feltlengde(F _L)	8,5 km
H _{min}	580 moh.
H ₁₀	751 moh.
H ₂₀	824 moh.
H ₃₀	866 moh.
H ₄₀	907 moh.
H ₅₀	989 moh.
H ₆₀	1089 moh.
H ₇₀	1145 moh.
H ₈₀	1198 moh.
H ₉₀	1273 moh.
H _{max}	1461 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,1 %
Myr	5,0 %
Sjø	2,9 %
Skog	21,5 %
Snautfjell	69,9 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Beregningpunkt 7



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 048.EZ
 Kommune: Odda
 Fylke: Hordaland
 Vassdrag: Løyningsdalselva

Feltparametere

Areal (A)	26,4 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,1 %
Elvelengde (E _L)	10,7 km
Elvegradient (E _G)	78,9 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	59,1 m/km
Feltlengde(F _L)	9,3 km
H _{min}	565 moh.
H ₁₀	735 moh.
H ₂₀	810 moh.
H ₃₀	859 moh.
H ₄₀	897 moh.
H ₅₀	979 moh.
H ₆₀	1081 moh.
H ₇₀	1142 moh.
H ₈₀	1194 moh.
H ₉₀	1271 moh.
H _{max}	1461 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,1 %
Myr	4,9 %
Sjø	2,8 %
Skog	22,7 %
Snautfjell	68,4 %
Urban	0,0 %

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	93,6 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	3,2 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	3,3 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	16,0 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,5 l/(s*km ²)
Base flow	29,9 l/(s*km ²)
BFI	0,3

Klima

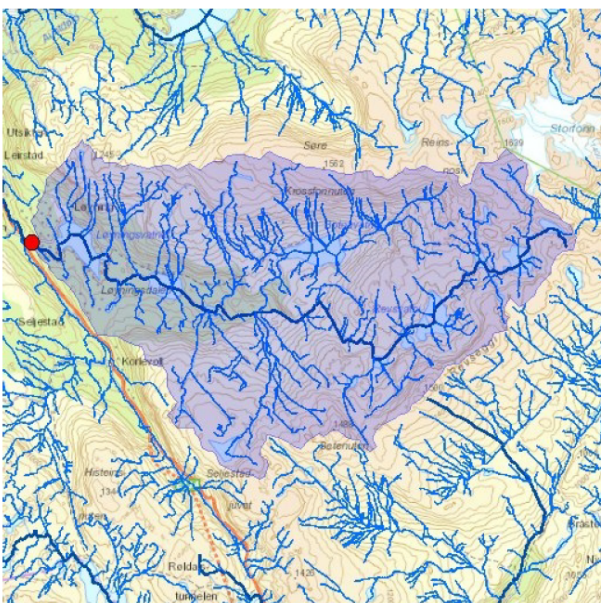
Klimaregion	Vest
Årsnedbør	1834 mm
Sommernedbør	639 mm
Vinternedbør	1195 mm
Årstemperatur	0,7 °C
Sommertemperatur	5,4 °C
Vintertemperatur	-2,7 °C
Temperatur Juli	7,2 °C
Temperatur August	8,4 °C

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Beregningpunkt 8



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 048.EZ
 Kommune: Odda
 Fylke: Hordaland
 Vassdrag: Løyningsdalselva

Feltparametere

Areal (A)	51,2 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	2,3 %
Elvelengde (E _L)	17,6 km
Elvegradient (E _G)	47,0 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	48,3 m/km
Feltlengde(F _L)	11,6 km
H _{min}	575 moh.
H ₁₀	676 moh.
H ₂₀	857 moh.
H ₃₀	967 moh.
H ₄₀	1089 moh.
H ₅₀	1159 moh.
H ₆₀	1219 moh.
H ₇₀	1261 moh.
H ₈₀	1326 moh.
H ₉₀	1406 moh.
H _{max}	1628 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,2 %
Myr	1,9 %
Sjø	7,5 %
Skog	14,1 %
Snautfjell	75,5 %
Urban	0,0 %

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	94,2 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	3,8 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	4,0 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	20,9 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	3,0 l/(s*km ²)
Base flow	32,0 l/(s*km ²)
BFI	0,3

Klima

Klimaregion	Vest
Årsnedbør	1707 mm
Sommernedbør	589 mm
Vinternedbør	1118 mm
Årstemperatur	0,0 °C
Sommertemperatur	4,6 °C
Vintertemperatur	-3,3 °C
Temperatur Juli	6,4 °C
Temperatur August	7,7 °C

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.