Kunde:

Lesja Kommune

Overvannsplan Bjorli

Flomberegning og vannlinjeberegning

SWECO

SWECO

RAPPORT

Rapport nr.:	Oppdrag nr.:	Dato:
11797001-01	11797001	01.12.2014

Kunde:
Lesja kommune

Fagrapport Overvann

Sammendrag:

I forbindelse med arbeidet med ny overvannsplan for Bjorli er det utarbeidet en fagrapport på overvann med flomberegning, befaringsnotater og vannlinjeberegning. 200-årsflom er beregnet for bekkene i området og hele feltet. Det er benyttet rasjonell metode. 200-årsflom for hele nedbørsfeltet er beregnet til 15,2 m^3/s.

Kapasiteten til noen stikkrenner og kulverter i bekkene må oppgraderes for å tåle 200-årsflom. I de lavereliggende områdene er det utført en vannlinjeberegning basert på programmet HEC-RAS som viser at noen områder rundt Vetlegrenda blir oversvømt pga for liten kapasitet i kulvert. Nede ved campingplassen vil bruene bli oversvømt sammen med store deler av planområde N05E.

Foreslåtte tiltak er presentert i rapporten. De er også sammenfattet i ROS-analysen (egen rapport).

Rev	Dato	Revisjonen gjelder	Sign.

Utarbeidet av: Frøydis Sjøvold	**Sign.:** Frøydis Sjøvold
Kontrollert av: Åsta Gurandsrud Hestad	**Sign.:** Per Ivar Bergan / Åsta Hestad
Oppdragsansvarlig / avd.: Per Ivar Bergan / Trondheim 251	**Oppdragsleder / avd.:** Frøydis Sjøvold/ Trondheim 251

Innhold

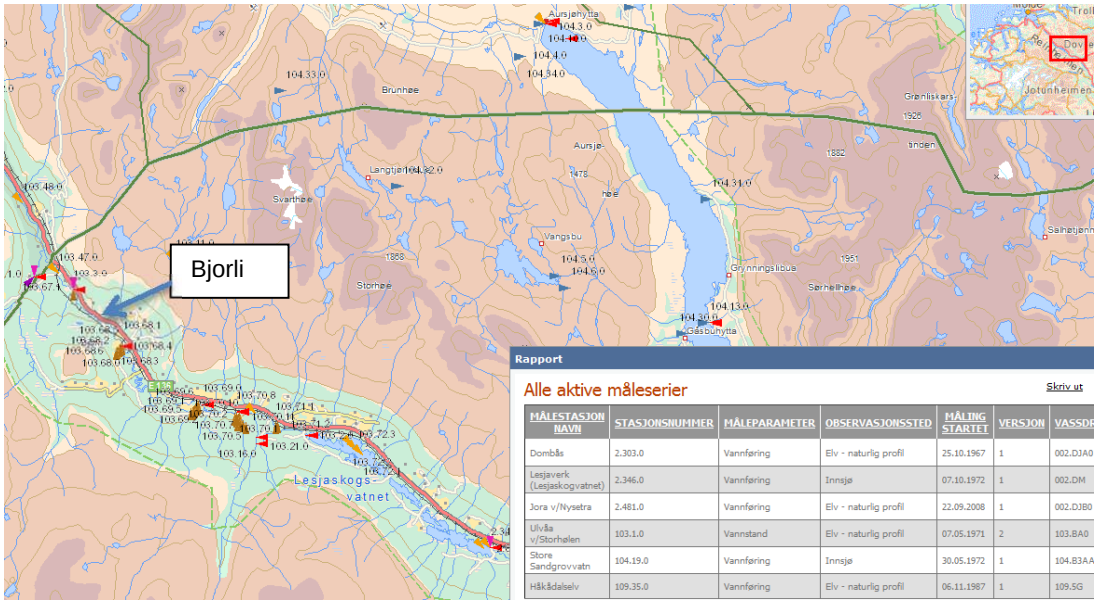
1 Innledning 1
2 Flomberegning – 200-års flom 2
2.1 Valg av metode for flomberegning 2
2.2 Flomberegning med den rasjonelle metode 2
2.3 Resultat 200-årsflom 4
3 Kapasitet stikkrenner 4
4 Vannlinjeberegning 5
4.1 Beregningsprogram 5
4.2 Grunnlag og forutsetninger 5
4.3 Vannføring 6
4.4 Geometri 6
4.5 Ruhet 6
4.6 Grensebetingelser 6
4.7 Resultater av vannlinjeberegning 7
4.7.1 Flomsonekart 8
5 Erosjonssikring 9
6 Befaring 10
6.1 Observasjoner, potensielle problemer og anbefalinger 10
6.1.1 Utforming av hyttefelt og drensveier 10
6.1.2 Kulvert og bruer ved Vetlegrenda (sør for) 12
6.1.3 Bekk fra Nyheim, nord for Vetlegrenda 13
6.1.4 Oppgradering av kapasitet langs vannveier 15
7 Tiltak 15
7.1 Generelle tiltak for området og plan-tema 15
7.2 Krav stikkrenner og kryssende veier 16
7.3 Oversikt tiltak for overvann 16
7.4 Vurdering og anbefaling i forhold til ny områdeplan. 18
8 Referanser 19

Vedlegg 1: Lavvannskart for området
Vedlegg 2: Sammenstilte resultater – tabeller HEC-RAS
Vedlegg 3: Befaringsnotater
Vedlegg 4: Befaringsbilder

1 Innledning

På oppdrag fra Lesja kommune, har Sweco Norge AS (Sweco) i Trondheim utført hydrologisk og hydraulisk vurdering for et område i Bjorli. Sweco har NVE-godkjenning for flomberegning og beregning av flomavledning for alle typer dammer og flomløp.

Rapporten omhandler flomberegning, vannlinjeberegning og vurdering av erosjonssikringsbehov for planområdet i Bjorli. Eksisterende og fremtidig situasjon skal beregnes. Figur 1-1 og Figur 2-1 viser lokaliseringen og oversikt over prosjektområdet samt vannmerker i NVE's database som er studert i NVE.



MÅLESTASJON NAVN	STASJONSNUMMER	MÅLEPARAMETER	OBSERVASJONSSTED	MÅLING STARTET	VERSJON	VASSDR
Dombås	2.303.0	Vannføring	Elv - naturlig profil	25.10.1967	1	002.DJA0
Lesjaverk (Lesjaskogvatnet)	2.346.0	Vannføring	Innsjø	07.10.1972	1	002.DM
Jora v/Nysetra	2.481.0	Vannføring	Elv - naturlig profil	22.09.2008	1	002.DJB0
Ulvåa v/Storhølen	103.1.0	Vannstand	Elv - naturlig profil	07.05.1971	2	103.BA0
Store Sandgrovvatn	104.19.0	Vannføring	Innsjø	30.05.1972	1	104.B3AA
Håkådalselv	109.35.0	Vannføring	Elv - naturlig profil	06.11.1987	1	109.5G

Figur 1-1: Kartutsnitt fra NVE Atlas med aktuelle vannmerker (måleserier).

2 Flomberegning – 200-års flom

2.1 Valg av metode for flomberegning

Flomberegning for små felt innebærer mye skjønn. Det er tilstrebet å gjøre forutsetninger som er på den sikre siden, både når det gjelder valg av stasjoner for nedbørsmålinger, vegetasjon og avrenningskoeffisient.

Det er Benyttet rasjonell metode i beregningen. Flomfrekvensanalysen er benyttet for å kontrollere resultatene fra den rasjonelle metode. Ettersom hver enkelt bekk er et lite felt er det mest riktig å benytte rasjonell metode.

2.2 Flomberegning med den rasjonelle metode

Den rasjonelle metode benyttes ofte til flomberegning i små felt med kort responstid, feltstørrelsen er typisk mindre enn 5 km^2. Metoden baserer seg på antakelsen om at gjentaksintervallet for nedbør og avløp er det samme. Flommens kulminasjonsverdi, Q (m^3/s), for et gitt gjentaksintervall beregnes som:

$$Q = 0{,}278\ C * A * I$$

Q = flommens kulminasjonsverdi (m^3/s)
C = avrenningskoeffisienten
A = nedbørfeltets areal (km^2)
I = nedbørintensiteten (mm/time)

<u>Beregning av dimensjonerende nedbør</u>
Kortvarig men intens nedbør gir de største flommene i små felt. For å bestemme dimensjonerende nedbør er det analysert data fra målestasjoner som måler nedbør med kort tidsoppløsning. Det er søkt etter stasjoner som ligger nær prosjketområdet og som kan ha lik nedbørsituasjon. Data for disse stasjonene er hentet fra www.eKlima.met.no. De stasjonene som ligger nærmest er 15730 Bråttå - Slettom (måleperiode 1968-1987) og 63420 Sunndalsøra (måleperiode 1978-1987). Gjennomsnittet for disse er benyttet, og antas å representere området bra. Konsentrasjonstiden for feltet i Bjorli er estimert til mellom 73 og 83 min, avhengig av hvilken bekk det gjøres beregning for. Det er benyttet verdier for 75 min for alle feltene. Dette gir nedbørmengde på 15,4 mm med en intensitet på 39,3 l/s/ha for en 200-års nedbør hendelse.

<u>Avrenningskoeffisienten, C</u>
Avrenningskoeffisienten, C, angir hvor mye av nedbøren som går til avrenning. Mange håndbøker gir anbefalinger om avrenningskoeffisienten for ulike felt, men usikkerheten er stor. I Myrabø 2001 fant man avrenningskoeffisienten for 23 naturlige felt i Norge. For 100-årsflom varierte C fra 0,12 til 0,88, med C = 0,41 som middelverdi. Feltstørrelsen var fra 0,4 km^2 til 9,7 km^2.

Det er valgt å benytte en avrenningskoeffisient på, C = 0,63. Denne er regnet ut på grunnlag av feltet som har en dominerende andel av snaufjell (60%), 31% skog, 7 % dyrket mark og 1,7% urbant område. Det er liten dempingseffekt i feltet pga. stor snaufjellandel.

Avrenningskoeffisienten ved før- og etter situasjon for utbygging utgjør liten forskjell ved valg av avrenningskoeffisient. Den økte urbaniseringsgraden, dvsø andel tette flater er antatt økt fra 1,7 % til 2,2 %. Dette er basert på de retningslinjer som kommunen har for utbygging av

hyttefelt og næringsområder. Beregnet avrenningskoeffisient for før situasjon ble beregnet til 0,62. Den økte urbaniseringen utgjorde lite økning i forhold til totalarealet. Avrenningskoeffisienten for etter-situasjonen ble beregnet til 0,63.

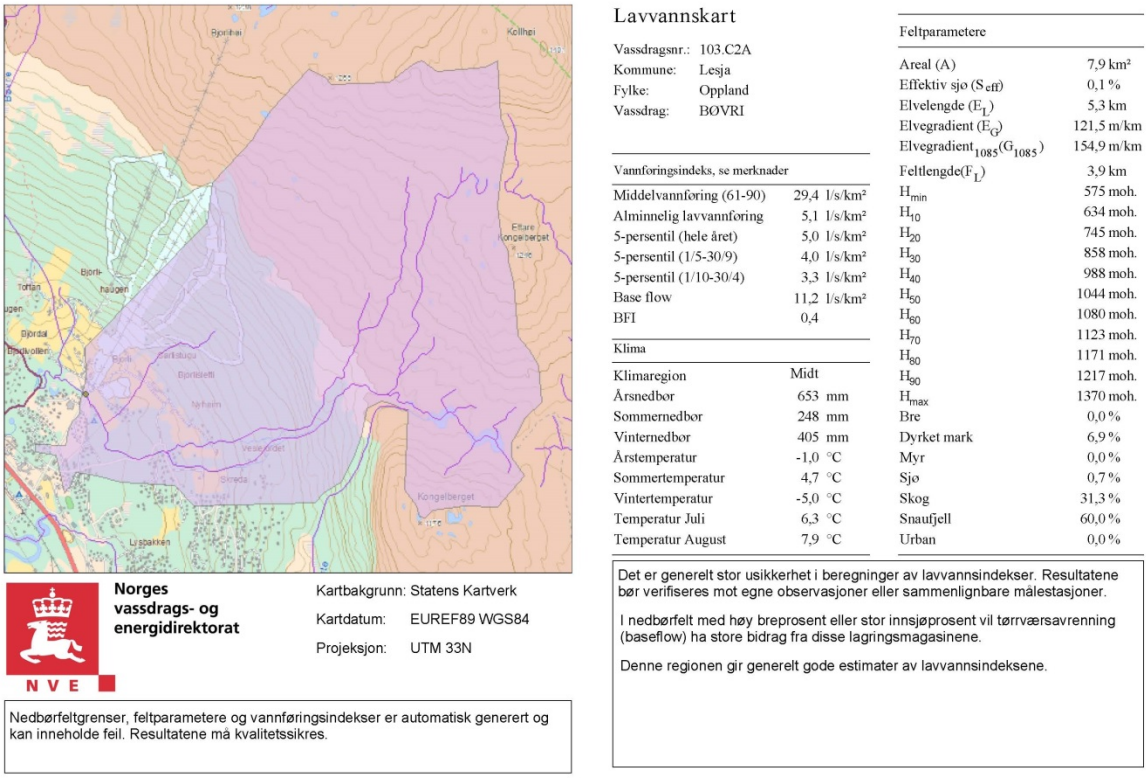
Ettersom usikkerheten i valg av nedbørdata er mye større enn differansen i valg av avrenningskoeffisient, ble det ikke utført beregning for en før- og etter situasjon, men alle beregninger ble beregnet med avrenningskoeffisient c=0,63. Utregning av avrenningskoeffisient er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Utregning av avrenningskoeffisienter for området

Nedbørsfelt (7,9 km^2)	**Areal før utbygging**		**C før**	**Areal før utbygging**		**C etter**
Skog	31.30	0.35	0.10955	30.85	0.35	0.1079638
Snaufjell	60.00	0.8	0.48	60.00	0.8	0.48
Dyrkamark	7.00	0.3	0.021	7.00	0.3	0.021
Urban	1.70	0.8	0.0136	2.15	0.8	0.0172256
sum	100.00		**0.62**	100.00		**0.63**

Feltareal, A

Arealet til nedbørfeltene er tatt ut fra NVEs Lavvann kart. Totalfeltet for analyseområdet er 7,9 km^2. Nedbørfeltene for bekkene er beregnet separat og ligger i størrelsesorden 0,9 – 2,9 km^2. Sammensetningen av feltene er like og samme avrenningskoeffisient er benyttet for alle.



Figur 2-1: NVE lavvannskart som definerer analyseområdet (kilde: NVE Lavvann)

2.3 Resultat 200-årsflom

For flomberegning er det benyttet både den rasjonelle metode og flomfrekvensanalyse.

For hele feltet fikk vi ved rasjonell metode 15,2 m^3/s. Ettersom det er noe mer usikkerhet knyttet til hvor mye vann som går i hver enkelt bekk, er det lagt til litt sikkerhetsmargin i kapasitetsberegning og i vannlinjeberegning.

Ved bruk av flomfrekvensanalyse og VM 109.35 200-årsflom beregnet til 12 m^3/s. Dette tallet inkluderer også et klimatillegg på 20 %. Verdien for klimatillegg er hentet fra NVE rapport om klimaendringer fra 2011. Denne rapporten (NVE, 2011A) sier at området kan forvente en økning på 11-20 %. Bruk av rasjonell metode og flomfrekvensanalyse gir resultater som i størrelsesorden er like. Ettersom den rasjonelle metode gir flomverdier som utgjør om lag 35 % mer enn flomverdier fra ved flomfrekvensanalyse, er det ikke lagt ytterligere klimatillegg på beregningen fra rasjonell metode. Resultatene er vist i Tabell 2

Tabell 2: Flomberegning Bjorli

	103.1 Ulvåa	109.35	Bjorli	Bjorli, inkl. 20% påslag for klimaendinger og usikkkerhet	Bjorli rasjonell metode
A (km^2)	435.51	23.9	7.90	7.90	
Q_M (m^3/s)	126.829	9.4	3.09	3.71	
q_M ($l/(s*km^2)$)	291	392	392	470	
Q_{200}/Q_M	1.54	1.648	1.648	1.648	
Q_{200} (m^3/s)	195.3	15.4	5.1	**6.1**	
q_{200} ($l/(s*km^2)$)	448	645	645	774	
$Q_{mom}/Q_{døgn}$	1.94	1.94	1.94	1.94	
$Q_{200,\ momentanverdi}$ (m^3/s)	378.9	29.9	9.9	**11.9**	**15.2**

3 Kapasitet stikkrenner

Det er utført kapasitetsberegninger for kulverter og stikkrenner som ble befart. I beregningene ble det benyttet 200-årsflom beregnet med rasjonell metode som beskrevet ovenfor. For de kulverter og stikkrenner som ligger utenfor de beregnede bekkene, er det anslått en vannføring i forhold til nedbørfeltet. Ettersom det er vanskelig å vurdere kartgrunnlaget på noen steder er det lagt på litt ekstra for å være på den sikre siden. Det er forutsatt at utbyggingen ikke endrer vannveier i vesentlig grad, dvs at man unnlater å avskjære vannveier og overføre vann til andre felt.

Beregningen er utført med innløp- og utløpskontroll. Det er beregnet nødvendige dimensjoner for stikkrenner til bekkene. I tillegg er det gjort en vurdering av nødvendig dimensjon på stikkrenner i mindre felt.

Kapasitetsberegningene er utført for betongrør med 0,1% fall og lengde på 8 meter. Betong har høyere ruhet enn plast og har derfor noe lavere kapasitet enn plastrør. Plastrør er glattere og har noe bedre kapasitet der utløpskontroll er dimensjonerende. Det anbefales ikke å gå ned i dimensjon, selv om man skulle velge å benytte dobbeltveggede plastrør. Kapasiteten er kontrollert mot beregnet vannstand ved utløps- og innløpskontroll. Vannstand ved topp rør er satt som grense.

	Feltareal	Vannføring	Nedbør	Vannføring Q200	Material	Dia - meter	Antall løp	Mannings-tall	Strømnings-hastighet	Utløps-tap	Sum tap	Beregnet vannstand for utløps-kontroll	Beregnet vannstand for innløps-kontroll
	[km^2]	[m^3/s]	[mm]	[m^3/s]		[m]	[-]	[m$^{1/3}$/s]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]
Nordre systen	0.9	0.75	15.4	**1.75**	betong	**1.2**	1	75	1.54	0.12	0.20	0.70	0.94
Søre Systen	2.9	2.43	15.4	**5.66**	betong	**2**	1	75	1.80	0.17	0.26	0.76	1.28
Systen	3.8	3.14	15.4	**7.32**	betong	**2.2**	1	75	1.93	0.19	0.30	0.80	1.46
Bekk Bjorlisletten og Nyheim	1.6	1.53	15.4	**3.57**	betong	**1.8**	1	75	1.40	0.10	0.16	0.66	0.77
Bjorlisletten estimert	0.8	0.86	15.4	**1.75**	betong	**1.2**	1	75	1.54	0.12	0.20	0.70	0.94
Nyheim estimert	0.8	0.98	15.4	**1.75**	betong	**1.2**	1	75	1.54	0.12	0.20	0.70	0.94

Ved befaring ved det nye feltet ved Bjorlisletten var stikkrenner i veg ikke bygd i hht overvannsplan fra kommunen. Stikkrennene var for små, manglet eller var feil utført. Overvannsplan med DV800 for bekkekryssinger og den bekken som er flyttet ved tomt nr 10 kan oppgraderes til Ø1200. Ellers kan DV800 benyttes for de mindre bekkene.

Anbefalte dimensjoner er for mindre bekker og felt er vist i Tabell 3. For mange av det registrerte stikkrennene er dimensjonen for liten. Disse er presentert i tiltakslista i kapitell 7.2. Det er også estimert dimensjoner for mindre felt. Minste anbefalte dimensjon er Ø400, som tilsvarer kapasiteten fra et felt til 1 mål tomt (0.001 km^2 eller 1000 m^2)

Tabell 3: Anbefalte dimensjoner for stikkledninger i mindre nedbørsfelt.

felt 0.2 km^2	**0.39**	betong	0.7	1	1.01	0.05	0.09	0.49	0.41
felt 0.1 km^2	**0.20**	betong	0.6	1	0.69	0.02	0.05	0.45	0.19
felt 0.05 km^2	**0.10**	betong	0.5	1	0.50	0.01	0.02	0.42	0.10
felt 0.001 km^2	**0.02**	betong	0.4	1	0.16	0.00	0.00	0.40	0.01

4 Vannlinjeberegning

For å vurdere vannstander, kapasitet og erosjon langs vassdragene i nedbørfeltet, er det utført en vannlinjeberegning. Modellen ble satt opp for den lavereliggende delen av feltet. Det er ikke laget modell for de høyereliggende områdene i nedbørfeltet. Dette er fordi det er bratt terreng og definerte bekker. En kapasitetsvurdering anses å være tilstrekkelig her. Det er spesielt lagt vekt på å modellere kulverter, bruer og forbygninger som påvirker vannstrømmen. Ved befaring ble alle forbygninger innmålt. Disse er senere lagt inn i modellen. Terrengmodellen er laget på grunnlag av kart fra LIDAR-scanning som er tilgjengelig for området.

4.1 Beregningsprogram

Til beregning av flomstigning er programmet HEC-RAS (HEC-RAS, 2010) benyttet. Programmet beregner strømning i en dimensjon. Bekkene som er modellert er beskrevet med 45 tverrprofiler. Tverrprofilene er delvis innmålt, og delvis basert på kartgrunnlag. HEC-RAS beregner gjennomsnittlig vannstand og hastighet i profilene. Endimensjonal beregning er godt egnet der strømningen er relativt lik i hele tverrprofilet. Resultatene gir en indikasjon på kapasiteten forbygninger i vassdraget har ved en 200-årsflom, slik at man kan gjøre nødvendige tiltak for å unngå skade.

4.2 Grunnlag og forutsetninger

Grunnlag og forutsetninger for vannlinjeberegningen:

- Vannføring (beregnet 200-årsflom)
- Elvas geometri (terrengets form)
- Elvas ruhet (strømningsmotstand)
- Dimensjoner på kryssinger og forbygninger langs bekken/elva
- Noen oppmålte profiler i bekken ellers terrengdata og kartgrunnlag fra Lesja kommune
- Bilder og oppmålinger fra befaring

4.3 Vannføring

For dimensjonering og vannlinjeberegning benyttes 200-årsflom.

Det er benyttet Q_{200} = 7,3 m^3/s for Systenbekkene, totalt 10,8 m^3/s. I modellen er det lagt inn vannføringer som er beregnet for hver enkelt bekk. Vannføring i bekkene er beregnet på grunnlag av NVE's lavvannskart. Dette må anses som et estimat. Det er flere små bekker i området, og det har ikke vært anledning til å kalibere modellen. Estimatet anses for å være realistisk, men noe konservativt.

4.4 Geometri

En beskrivelse av elva og terrengets form legges inn i beregningsmodellen. En digital modell ble konstruert på grunnlag av terrengmodellen og oppmålte punkter som oppdragsgiver sendte til Sweco.

4.5 Ruhet

I beregningsmodellen må elva og terrengets ruhet (strømningsmotstand), uttrykt ved Manningskoeffisient *n,* legges inn. Verdier er valgt på grunnlag av observasjoner i bekk og sideterreng og sammenlignet med tilsvarende forhold i andre elver/bekker (HEC-RAS Mannings reference online). Det er benyttet høyere verdier for manningstall der ruheten er stor. Den er deretter redusert der hvor vannhastigheten avtar og det er mindre ruhet i bekken og langs sidene. Det er benyttet 3 forskjellige verdier. Følgende verdier er benyttet:

- I elveløpet: *n* = 0,033, n=0,025 og n=0,011
- Områder utenfor elveløpet: *n* = 0,033, n=0,025 og n=0,011

4.6 Grensebetingelser

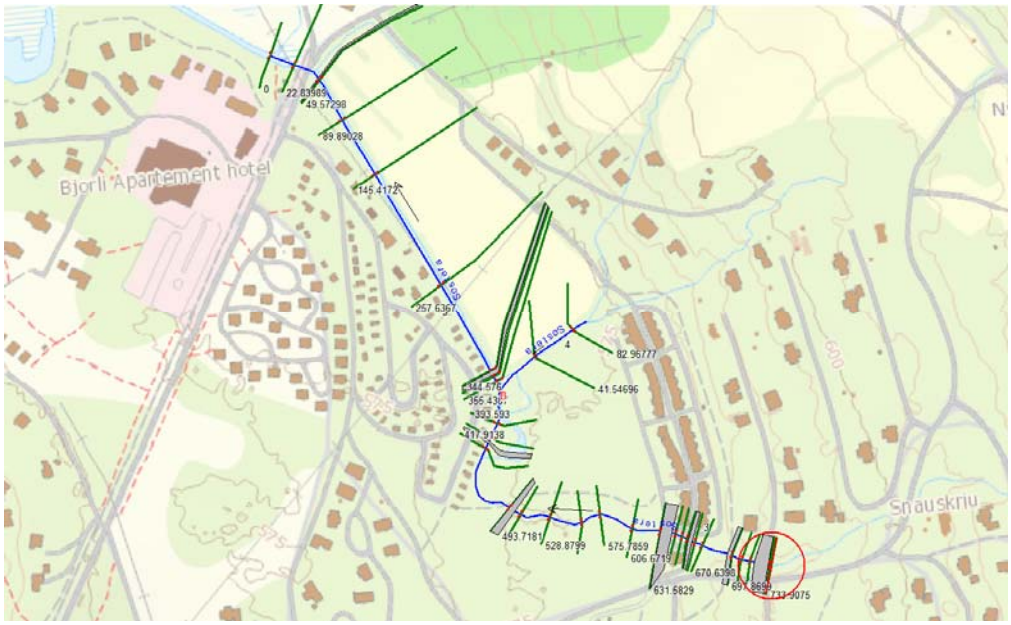
Som oppstrøms grensebetingelse er normal dybde benyttet.

Nedstrøms grensebetingelse blir begrenset av vegen og kulverten over Bjorlivegen som ligger ved alpinanlegget lengst ned i feltet. Nedre grensebetingelse er satt til normal dybde.

Det er ikke tatt hensyn til evt oppstuving nedstrøms pga Bævra, da dette er utenfor analyseområdet. En bør vurdere å gjøre en beregning der Bævra også legges inn i modellen, men dette krever en ny beregning.

4.7 Resultater av vannlinjeberegning

Simuleringene i HEC-RAS viser at det ikke er ikke tilstrekkelig kapasitet for 200-årsflom over hele den modellerte strekningen. Det er spesielt rundt Vetlegrenda at en 200-årsflom vil medføre høye vannstander og potensiell erosjon rundt forbygninger i vassdraget. Kulverten på sørsida av Vetlegrenda har ikke nok kapasitet, og fordrøyningsvolumet som er bygd oppstrøms er ikke tilstrekkelig til å ta unna vannstandstigningen som forårsakes av for liten kapasitet i kulverten. Det er synlige erosjonsskader langs asfalten på innløpssida av kulverten og på øst og nordsiden av fordrøyningsbassenget oppstrøms. En overtopping vil sannsynligvis ikke medføre skade ut over den infrastruktur som er i umiddelbar nærhet, dvs. primært veien og evt. huset som ligger på sørsiden. Evt. tiltak bør vurderes.



Figur 4-1: Kart som viser tverrprofiler i HEC-RAS modell.

I området nede ved campingplassen er det allerede bygd et fordrøyningsbasseng, støttemurer og bruer. Sannsynligvis er dette et resultat av allerede opplevde store vannstander ved flom. Simuleringen viser at bruene vil bli overtoppet. For å sikre at disse ikke forsvinner bør bruene evt heves med min 30 cm og/eller fundamenteres godt.

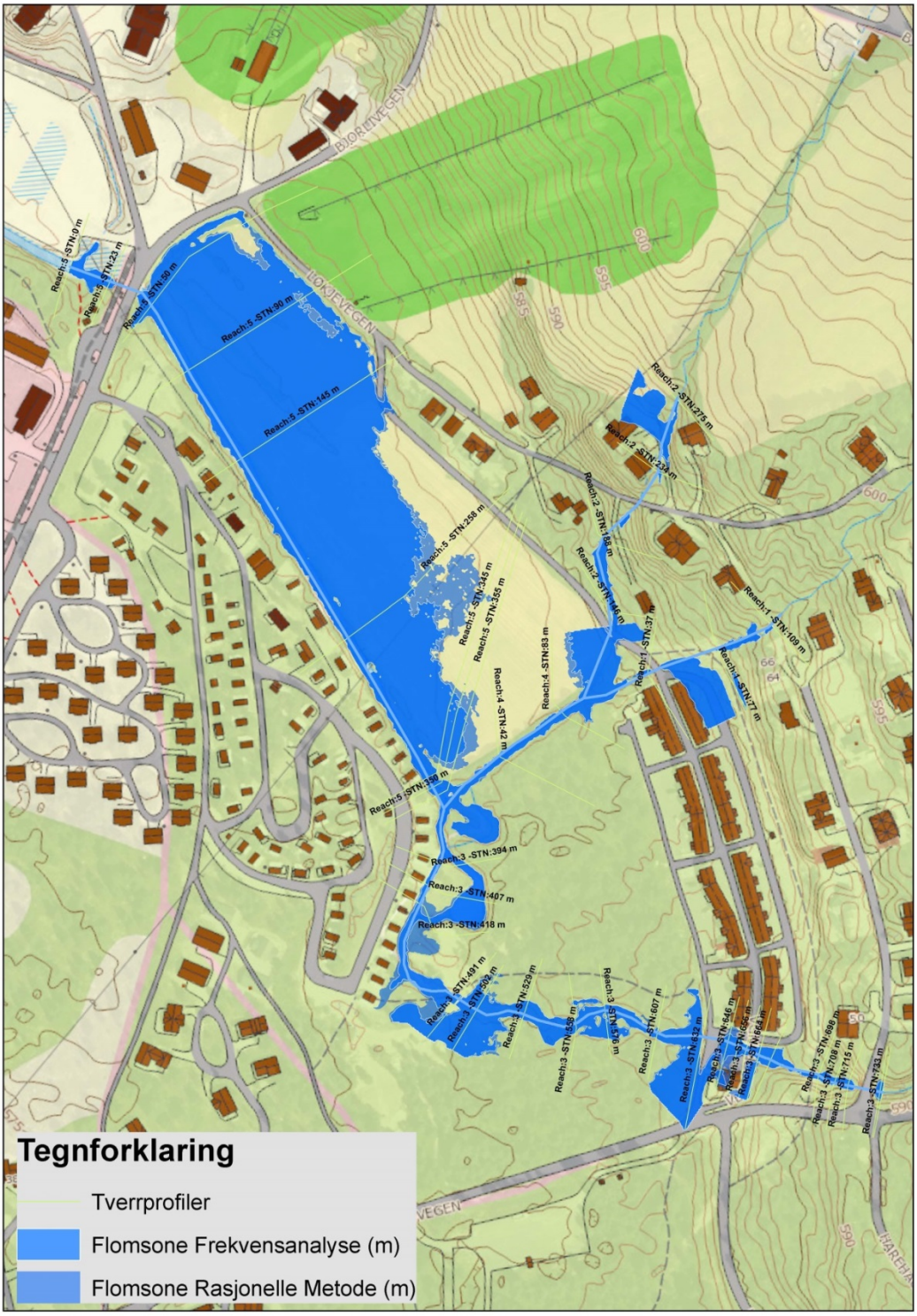
Området N05E på østsiden av kanalen blir oversvømt ved 200-årsflom. Dette området er foreslått regulert til næringsformål. Det er vanskelig å gjøre tiltak for å unngå oversvømmelse. Hvis en velger å benytte området til parkeringsplass bør man ikke fylle ut hele området, men avsette tilstrekkelig volum til flomvann. Kulverten nederst i modellen, og som krysser Bjorlivegen er sannsynligvis ikke kapasitetsbegrensende ettersom det her er store arealer som gir fordrøyning.

Modellen inkluderer ikke effekten fra elva Bøvra. Dette er en mulig feilkilde. Skal man være helt sikker på vannstander og kapasitet i de nedre områdene bør man lage en utvidet modell og inkludere 200-årsflom fra Bøvra. Modellen bør inkludere området ned mot elva Rauma.

Detaljerte HEC-RAS resultater er vist i vedlegg

4.7.1 Flomsonekart

Flomsonekart vist i Figur 4-2 viser utstrekningen av flommen. Kartet viser vannstand ved 200-årsflom beregnet både med rasjonell metode og flomfrekvensanalyse. 200- årsflom beregnet med rasjonell metode er 35% større enn beregnet med flomfrekvensanalyse. Kartet viser at det er liten forskjell på konsekvensene, noe som kan indikere at en vil få oversvømmelse også ved mindre flommer.



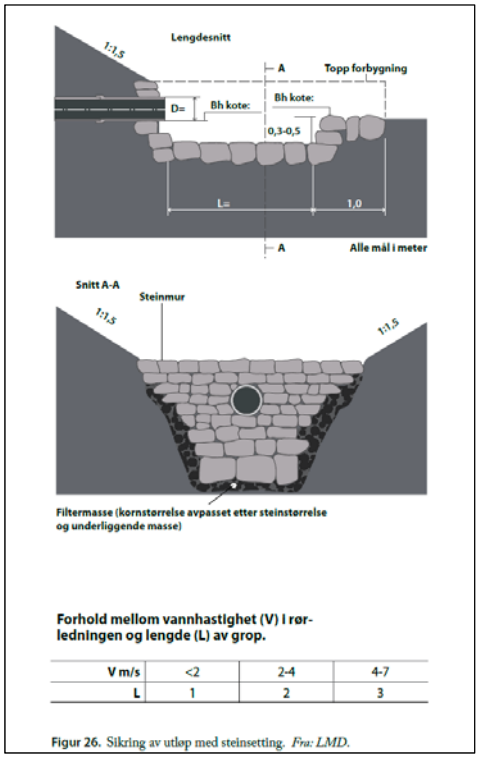
Figur 4-2: Flomsonekart basert på HEC-RAS simulering av 200-årsflom.

5 Erosjonssikring

Det vil alltid foregå en viss erosjon og massetransport i bekker i bratt terreng. Ved inngrep og endringer i den naturlige vannstrømmen kan dette medføre økte vannhastigheter og erosjon. Dette skjer vanligvis i forbindelse med kulverter. Beregningene her viser hastigheter opp mot 5-6 m/s ved utløp av kulvert. Det kan være lurt å erosjonssikre for å unngå utgraving, både på oppstrøms og nedstrøm side, og spesielt der grunnen inneholder finkornige løsmasser.

På oppstrøms side kan man erosjonssikre opp mot forventet vannstand med store steiner rundt innløpet av kulverten, evt ved bruk at en støpt innløpskonstruksjon. Erosjonssikring på innløpsiden er spesielt viktig der det er bratt før innløpet av kulverten, eller retningsendring på vannet som kan medføre erosjon.

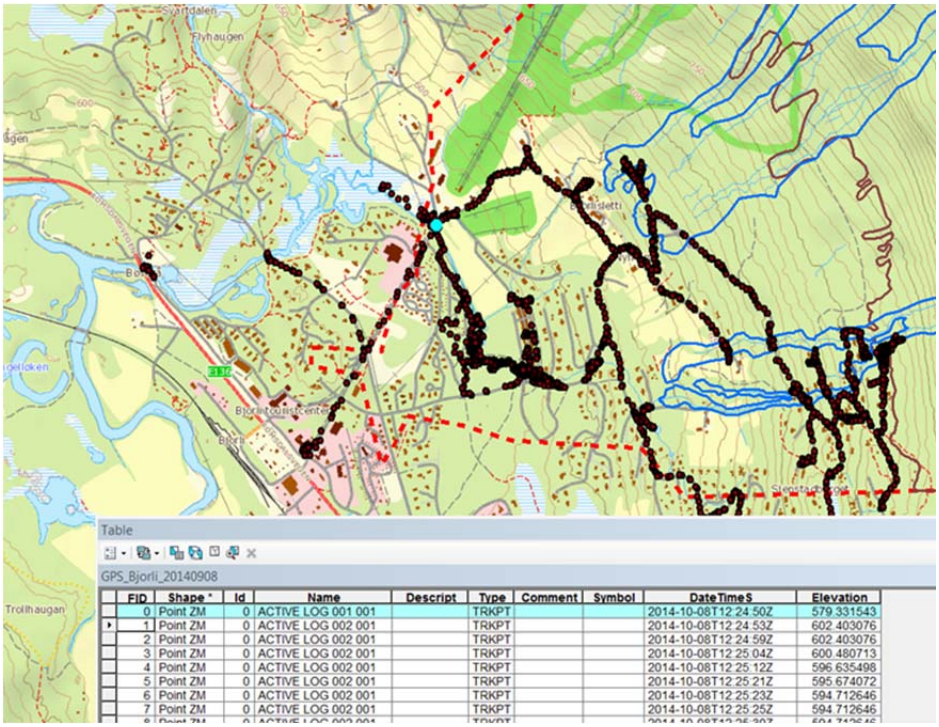
Det er i hovedsak ved utløpet av kulverter at erosjon vil oppstå. I Figur 5-1 er det lagt ved en illustrasjon fra NVEs veileder om Skogsveger og skredfare. Ettersom det er de store kulvertene som kan få hastigheter opp i mot 5-6 m/s, anbefales det å følge anbefaling om erosjonssikring inntil 3 meter nedstrøms kulvertutløpet.



Figur 5-1: Illustrasjon sikring av utløp av kulvert (kilde: NVE, 2011B)

6 Befaring

Det har blitt utført 3 befaring i forbindelse med oppdraget; tilbudsbefaring 11.august 2014, befaring sammen med skredfare og KU 8.oktober 2014 og ROS-befaring 6.november. Det er gjort en del observasjoner som er dokumentert med bl.a. bilder og GPS. Sporing fra befaringen i oktober er vist i Figur 6-1 nedenfor.



FID	Shape *	Id	Name	Descript	Type	Comment	Symbol	DateTimeS	Elevation
0	Point ZM	0	ACTIVE LOG 001 001		TRKPT			2014-10-08T12:24:50Z	579.331543
1	Point ZM	0	ACTIVE LOG 002 001		TRKPT			2014-10-08T12:24:53Z	602.403076
2	Point ZM	0	ACTIVE LOG 002 001		TRKPT			2014-10-08T12:24:59Z	602.403076
3	Point ZM	0	ACTIVE LOG 002 001		TRKPT			2014-10-08T12:25:04Z	600.480713
4	Point ZM	0	ACTIVE LOG 002 001		TRKPT			2014-10-08T12:25:12Z	596.635498
5	Point ZM	0	ACTIVE LOG 002 001		TRKPT			2014-10-08T12:25:21Z	595.674072
6	Point ZM	0	ACTIVE LOG 002 001		TRKPT			2014-10-08T12:25:23Z	594.712646
7	Point ZM	0	ACTIVE LOG 002 001		TRKPT			2014-10-08T12:25:25Z	594.712646

Figur 6-1: GPS-log fra befaring 08.10.2014

Registreringer, vurdering av kapasitet osv. er oppsummert i tabell i vedlegg 3. Noen bilder med kommentarer fra befaringene er vist i vedlegg 4.

Resultatene fra skredfarekartlegging, flomberegning, kapasitetsberegning og vannlinjeberegning er sammenfattet og danner grunnlaget for foreslått tiltak. Kapitell 6.1 beskrives observasjoner og foreslåtte tiltak.

6.1 Observasjoner, potensielle problemer og anbefalinger

6.1.1 Utforming av hyttefelt og drensveier

Deler av hyttefeltet på Bjorli er preget av store hytter og det er gjort store inngrep i naturen. Noen prosjekter er også igangsatt uten tillatelse.

Det er noen eksempler der bekker er flyttet til fordel for plassering av hytte i det opprinnelige bekkeleiet. Slike inngrep må godkjennes og det bør foreligge en god og sikker løsning for overvannshåndtering.

Analyseområdet på Bjorli har mye bratt terreng Det er områder med skredfare og det er relativt rask avrenning fra feltet. Generelt er det en fordel om andelen tette flater begrenses, da økt andel tette flate vil føre til raskere avrenning. I forhold til flomstørrelsen utgjør ikke andel tett flater i utbyggingsområdene den mest avgjørende faktoren for beregningen. Dette er fordi usikkerheten i valg av nedbørstasjon utgjør størst forskjell. En bør likevel vurdere å sette en begrensning på andel tette flater i reguleringsplanen, for å redusere ytterligere belastning på avrenningen. En kan for eksempel gi forbud mot å legge asfalt, og angi maksimal tillatt tetthetsgrad på tomt, oppfordre til bruk av torvtak og minst mulig tette flater.

Ved endringer i terrengform, kan man søke å opprettholde eksisterende vegetasjon dvs legge torv til side og dekke til igjen etterpå. Store fyllinger som blir liggende åpne med mye finstoff vil eroderes og kan medføre gjentetting av stikkrenner nedstrøms.

Figur 6-2: Store inngrep i naturen og mye eksponerte løsmasser som kommer til å tett drenering og stikkrenner.

Noen kulverter og stikkrenner har for liten kapasitet og bør skiftes eller utbedres med nødoverløp. En bør også erosjonssikre innløp og utløp for å forhindre erosjon.

Figur 6-3: Erosjon på innløpside av kulvert med litt for liten kapasitet

For mindre stikkrenner som ikke ligger direkte i en bekk, bør man ha et minimumskrav til størrelse, samt sørge for at de utformes slik at de ikke tettes eller blir skadet. Anbefalt

minimumsstørrelse er ø400 mm. Stikkrennen må utformes med nok fall og med beskyttet innløp og utløp. Det henvises til NVEs veileder for skogsveier og skredfare for råd ved utforming (NVE, 2011B).

Figur 6-4: Stikkrør med dårlig utforming

6.1.2 Kulvert og bruer ved Vetlegrenda (sør for)

Det er observert erosjonsskader i forbindelse med kulvert og fordrøyningsbasseng ved Vetlegrenda. Simulering i HEC-RAS viste også at kapasiteten for kulverten var for liten.

Kulverten er beskrevet som et tiltak fordi kapasiteten ikke er tilstrekkelig. Ettersom det her er gjort såpass mye arbeid er det synd at kapasiteten er for liten, men når det er sagt så vil nok støttemuren beskytte mot erosjonsskader i flomløpet. En må derfor avveie om en vil øke kapasiteten eller om man tåler litt flomskader på asfalt etc, og som må utbedres i ettertid.

Figur 6-5: Erosjon over kulvert på sør-siden av Vetlegrenda.

Figur 6-6: Kulvert og fordrøyningsbasseng på sør-siden av Vetlegrenda.

6.1.3 Bekk fra Nyheim, nord for Vetlegrenda

Nord for Vetlegrenda renner en bekk som kommer fra Nyheim. Vannføring ved 200-årsflom er her estimert til ca 1,8 m3/s. Kulverter rett nord for Vetlegrenda har ikke nok kapasitet, og sår i Ski-in ski-out – trasseen tyder på at det går vann i overløp. Nødvendig dimensjon er beregnet til Ø1200. Her er det benyttet først Ø900 og deretter Ø1000. Lengre opp er bekken, men går sammen igjen. I forbindelse med nyere hyttebygg, er det grøftet og lagt ned to kulverter med store dimensjoner, hvorav den ene allerede begynner å fylles med sedimenter. Dette skyldes sannsynligvis at de er lagt med for lite fall, samt at det er mye massetransport pga erosjon fra nye grøfter. Rett nedstrøms disse er det gravd ei stor grøft som ender i en 90 graders sving og i «ingenting». Denne svingen er rett ovenfor en hytte som vil få store vannmengder rett i hytteveggen om det ikke gjøres noe med denne løsningen.

Lengre ned i bekken er det mindre dimensjoner på stikkrenner og kulverter. Bekken ender tilslutt ved Vetlegrenda. Kapasiteten på stikkrenner og kulverter bør økes i den nedre delen av bekken.

Figur 6-7: Ø900 med for liten kapasitet i «Nyheimsbekken»

Figur 6-8: To store kulverter og ny grøft ved nye hytter i «Nyheimsbekken»

Figur 6-9: Ny grøft avsluttes rett foran ny hytte i 90 graders sving

Figur 6-10: 90 graders sving på bekk foran hytte (se bilder foran)

6.1.4 Oppgradering av kapasitet langs vannveier

Alle kulverter i Søre Systen bør ha min dimensjon tilsvarende Q2000. Kulvert har for liten kapasitet. Legge ekstra kulvert på Ø1000. Området ligger i skredfaresone 1/100. Erosjonssikring som er der i dag bør opprettholdes.

Figur 6-11: For liten kapasitet på eksisterende (Søre Systen)

Figur 6-12: Erosjon rundt innløp på kulvert, Nordre Systen. Tiltak: legge nødoverløp og plastre.

7 Tiltak

7.1 Generelle tiltak for området og plan-tema

Ved utbygging må man ta hensyn til skredfarekartet. En bør sørge for å opprettholde eksisterende vannveier. Veier, grøfter og stikkrenner må utformes slik at det er nok kapasitet til å ta unna store vannmengder. Stikkrenner må også utformes med tanke på kjøving, slik at en lett kan åpen en stikkrenne om den går tett om vinteren. En bør søke løsninger som ikke krever tilsyn og vedlikehold for å opprettholde funksjonalitet.

Ved utbygging bør det stilles krav til at det ikke gjøres endringer som påvirker naboer eller terreng nedenfor det utbygde området. En kan for eksempel ikke grave store grøfter, flytte bekker etc. uten å sørge for at det er nok kapasitet til å håndtere dette nedstrøms. Se eksempler ved Nyheim og Bjorlisletta i avsnitt 6.1.3.

7.2 Krav stikkrenner og kryssende veier

Alle stikkrenner bør være minimum Ø400mm

Stikkrenner og kulverter langs vassdragene må disse oppgraderes til å tåle 200-årsflom. I noen tilfeller bør de byttes, i andre tilfeller er det tilstrekkelig å anlegge et ekstra løp som nødoverløp. Der det er manglede erosjonssikring, må dette etableres.

Dimensjonskrav for bekker:

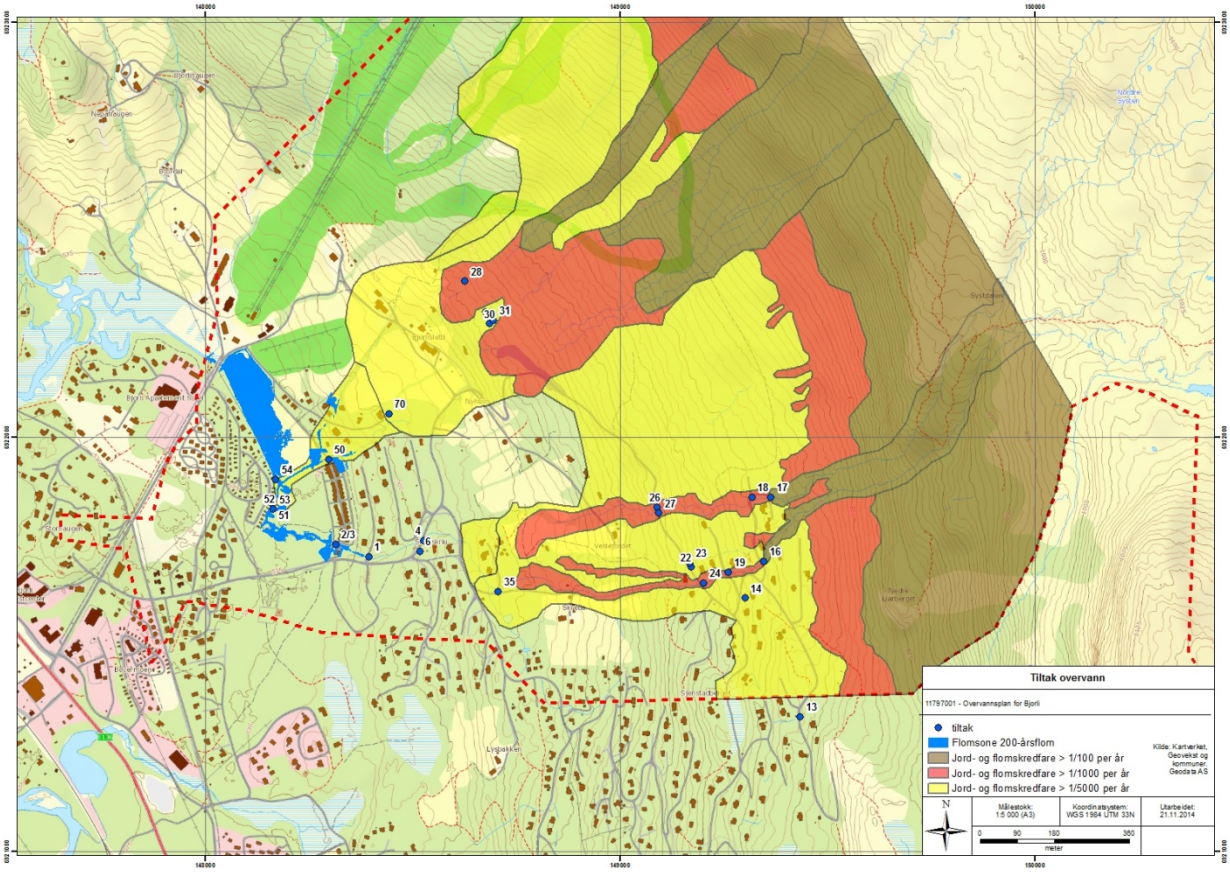
Bekk:	***Diameter [m]***
Nordre Systen:	*1.2*
Søre Systen:	*2.0*
Systen:	*2.2*
Bekk Bjorlisletten og Nyheim:	*1.8*
Bjorlisletten estimert:	*1.2*
Nyheim estimert:	*1.2*

7.3 Oversikt tiltak for overvann

Det er beskrevet totalt 23 tiltak som for å forbedre overvannsituasjonen i området og forhindre skader ved flom. Noen tiltak er absolutt nødvendige, mens andre tiltak er foreslått selv om funnene sannsynligvis ikke vil utgjøre mer enn lokale skader. Fargene som er benyttet i Tabell 4 gjenspeiler beliggenhet i forhold til skredfarekartet. De som ligger i de orange og grå/brune feltene bør prioriteres. Tiltakene her er vurdert nærmere i ROS-analysen med angitte risikovurderinger se hovedrapport.

Tabell 4: Oversikt over tiltak for overvann. Nummerering angir GPS-punkter som vist i Figur 7-1.

GPS #	Notater	Ø dim	Ø dim	Hvor/vassdrag	forslag til tiltak	Ny dim	Elevation
1	Kulvert, innmålt	1800		Systen	Øke kap tilsvarende Ø2200 eller sette inn nødoverløp Ø600	1800 + 1500	594.7
2	Kulvert	1800		Systen	Øke kap til Ø2200 (1800+1500)	1800 + 1500	
3	Erosjonskader over stikkrenne v/Vetlegrenda			Systen	Øke kapasitet kulvert, heve bru og øke fordrøyningsvolum		585.8
4	Kulvert v/vei noe tegn til erosjon nedstrøms	1800		Systen	Øke kap til Ø2200 eller sette inn nødoverløp Ø1500	1800 + 1500	608.9
6	Nødoverløp		600	Systen	Øke kap på nødoverløp Ø1500	1800 + 1500	610.8
13	Kulvertrør ødelagt, vann i grøft - dårlig drenering			Liarnbergveien	Bør utbedres, grøfte, plastre og legge bedre fall	600	774.2
16	Kulvert med erosjonsikrede sider, i Søre Systen	1100		Søre Systen	Øke kap med nødoverløp	1100 + 900	754.8
17	Kulvert med erosjonsskader oppstrøms, sanns mye vann	1100		Nordre systen	Øke kapasitet, og må plastres	1100+ 400	765.6
18	Kulvert (nordre systen, ligger nedenfor nr16)	1000		Nordre systen		1000+400	759.1
19	Kulvert m/innløpsordning, bratt, nødoverløp Ø600 ødelagt	1100	600	Søre Systen	Bygge nytt nødoverløp	1100+ 900	734.1
22	Stikkrenne, liten, går tett når som helst, fine løsmasser			Liarnbergveien, mellom SogN Systen	Plastre grøfter, øke dim rør og reetablere vegetasjon.	600	714.4
23	Kum i enden. Ikke overdekt. Ny stikkrenne over vei tettes			Liarnbergveien lengre nord	Fjerne løsmasser ved fylling hytte		712.7
24	Kulvert, ok fordrøyning ved innløp	1100		Søre Systen Liarnbergveien	Øke kapasitet	1100+900	717.3
26	Kulvert, OK innløp og utløp	1100		Nordre Systen, Liarnbergv	Øke kapasitet m/nødoverløp	1100+400	707.2
27	Kulvert, OK innløp og utløp	1100		Nordre Systen, Liarnbergv	Øke kapasitet m/nødoverløp	1100+400	707.2
28	Hytte med flytta bekk			Bjorlisletta nytt felt	Uheldig flytting av bekk. Tilbakeflyttingstiltak bør vurderes		670.9
29	Stikkrenne, mulig mye sedimenter og fortetting	600		Bjorlisletta nytt felt	Øke dim stikkrenne Ø 400/600	Ø 400/600	669.7
30	Liten stikkrenne - utenfor fylling. Innløp tett			Bjorlisletta nytt felt	Øke dim stikkrenne Ø 400/600	Ø 400/600	669.7
31	Bekk - ingen stikkrenne			Bjorlisletta nytt felt	Øke dim stikkrenne Ø 400/600	Ø 400/600	668.7
35	Kulvert	1000	700	Søre Systen, nedenfor Skreda	Kapasitet liten, men ikke kritisk		631.5
51 - 54	Bruer ved campingen bør heves 30 cm eller mer for å unngå flom						
50	Kulverter i bekkene ved Nyheim og Bjorlisletta bør kapaistet tilsvarende min Q1200. Kan løses ved nødoverløp						
70	90° sving på bekk ovenfor eldre hytte "Nyheimbekken" må få ny løsning.						



Figur 7-1: Oversikt over nummererte tiltak overvann, vist sammen med jord-flomskredfare og flomsone for 200-årsflom.

7.4 Vurdering og anbefaling i forhold til ny områdeplan.

Område N05E vil bli oversvømt ved 200-årsflom, og sannsynligvis også ved mindre flommer. Om området skal utbygges må terrenget heves. Det anbefales derimot at den delen av området som er nærmest elva vernes, slik at man har tilstrekkelig fordrøyningsvolum for flommen og unngår ytterligere vannstandstigning i området. Hvor stor område som bør vernes er ikke beregnet, og man bør vurdere nærmere både arealbruk og evt konsekvenser av oppstuving fra Bøvra ved en slik utnyttelse av området.

Hyttefeltet ved Bjorlisletta har begrensinger pga skredfare. Dette er omtalt i egen rapport.

8 Referanser

HEC-RAS, 2010. River Analysis System, US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. Version 4.1, January 2010.

NVE, 2009A. Lars-Evan Pettersson. Flomforhold i Sør- og Midt-Norge. Rapport 3-2009. Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE, 2009B. Veileder for dimensjonering av erosjonssikring. Norges vassdrags- og energidirektorat.

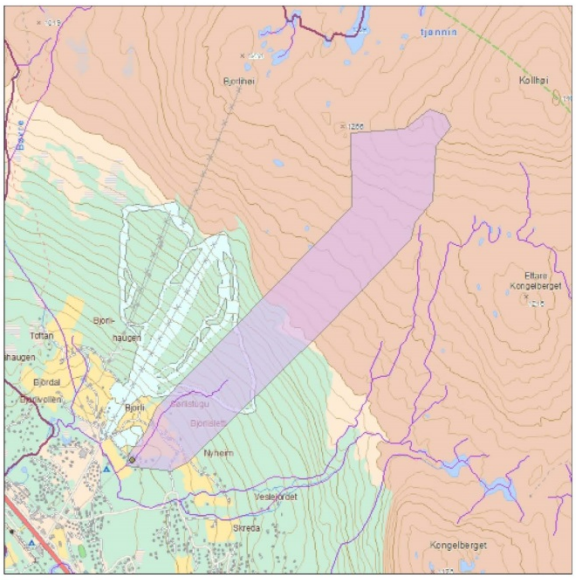
NVE, 2010. Vassdragshåndboka, Tapir akademisk forlag

NVE, 1991. Myrabø, Flomberegning

NVE, 2011. Lawrence, D. og Hisdal, H., Report no 5- 2011 Hydrological projections for floods in Norway under a future climate

NVE, 2011. Fergus, T. et. al., ISBN: 978-82-7333-178-6, Skogsveger og skredfare - veileder

Vedlegg 1: Lavvannskart for området



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.: 103.C2A
Kommune: Lesja
Fylke: Oppland
Vassdrag: BØVRI

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	31,1 l/s/km²
Alminnelig lavvannføring	6,8 l/s/km²
5-persentil (hele året)	6,5 l/s/km²
5-persentil (1/5-30/9)	3,8 l/s/km²
5-persentil (1/10-30/4)	4,2 l/s/km²
Base flow	10,9 l/s/km²
BFI	0,4

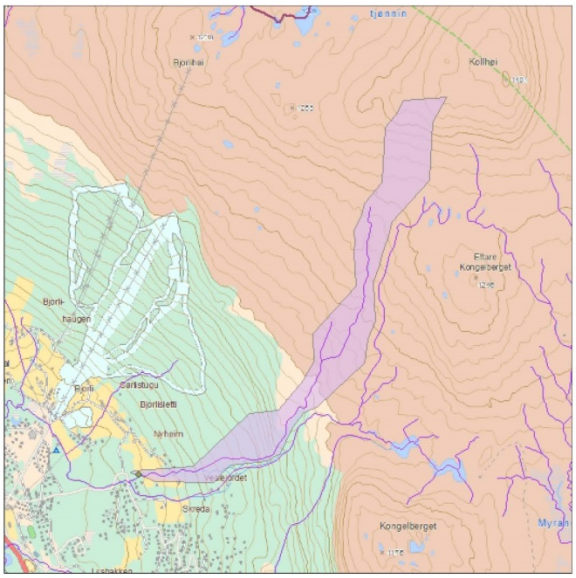
Klima	
Klimaregion	Midt
Årsnedbør	666 mm
Sommernedbør	252 mm
Vinternedbør	414 mm
Årstemperatur	-1,0 °C
Sommertemperatur	4,6 °C
Vintertemperatur	-5,0 °C
Temperatur Juli	6,1 °C
Temperatur August	7,7 °C

Feltparametere	
Areal (A)	1,6 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	0,0 %
Elvelengde (E_L)	1,0 km
Elvegradient (E_G)	193,4 m/km
Elvegradient$_{1085}$(G_{1085})	174,4 m/km
Feltlengde(F_L)	3,4 km
H_{min}	579 moh.
H_{10}	654 moh.
H_{20}	737 moh.
H_{30}	841 moh.
H_{40}	971 moh.
H_{50}	1056 moh.
H_{60}	1105 moh.
H_{70}	1160 moh.
H_{80}	1203 moh.
H_{90}	1252 moh.
H_{max}	1325 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	5,2 %
Myr	0,0 %
Sjø	0,0 %
Skog	36,3 %
Snaufjell	58,8 %
Urban	0,0 %

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.

Denne regionen gir generelt gode estimater av lavvannsindeksene.



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.: 103.C2A
Kommune: Lesja
Fylke: Oppland
Vassdrag: BØVRI

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	33,0 l/s/km²
Alminnelig lavvannføring	8,1 l/s/km²
5-persentil (hele året)	7,9 l/s/km²
5-persentil (1/5-30/9)	3,9 l/s/km²
5-persentil (1/10-30/4)	4,8 l/s/km²
Base flow	11,6 l/s/km²
BFI	0,4

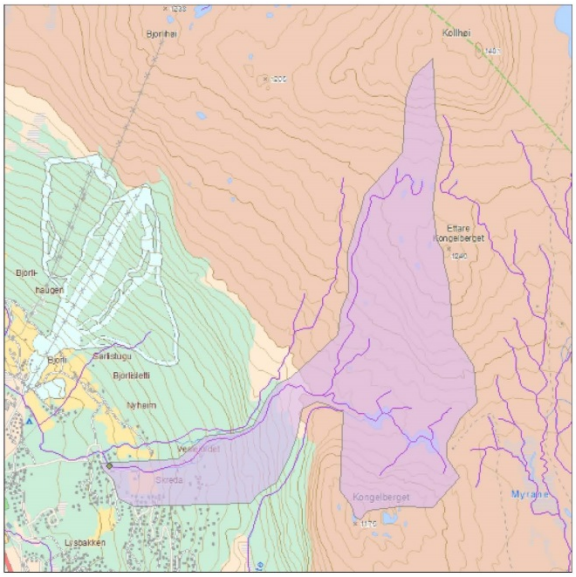
Klima	
Klimaregion	Midt
Årsnedbør	659 mm
Sommernedbør	250 mm
Vinternedbør	409 mm
Årstemperatur	-1,2 °C
Sommertemperatur	4,4 °C
Vintertemperatur	-5,2 °C
Temperatur Juli	5,9 °C
Temperatur August	7,6 °C

Feltparametere	
Areal (A)	0,9 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	0,0 %
Elvelengde (E_L)	3,2 km
Elvegradient (E_G)	177,1 m/km
Elvegradient$_{1085}$(G_{1085})	193,5 m/km
Feltlengde(F_L)	3,6 km
H_{min}	615 moh.
H_{10}	759 moh.
H_{20}	872 moh.
H_{30}	983 moh.
H_{40}	1042 moh.
H_{50}	1086 moh.
H_{60}	1143 moh.
H_{70}	1184 moh.
H_{80}	1223 moh.
H_{90}	1272 moh.
H_{max}	1363 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	1,5 %
Myr	0,0 %
Sjø	0,0 %
Skog	23,6 %
Snaufjell	73,6 %
Urban	0,0 %

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.

Denne regionen gir generelt gode estimater av lavvannsindeksene.



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.: 103.C2A
Kommune: Lesja
Fylke: Oppland
Vassdrag: BØVRI

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	31,0 l/s/km²
Alminnelig lavvannføring	5,5 l/s/km²
5-persentil (hele året)	5,3 l/s/km²
5-persentil (1/5-30/9)	4,1 l/s/km²
5-persentil (1/10-30/4)	3,4 l/s/km²
Base flow	11,5 l/s/km²
BFI	0,4

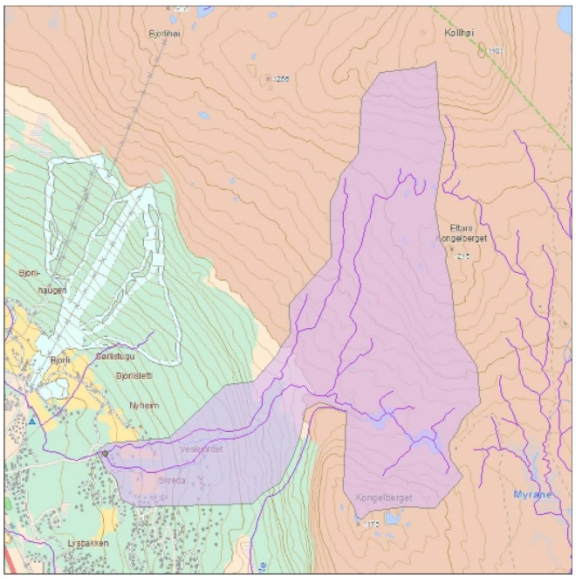
Klima	
Klimaregion	Midt
Årsnedbør	641 mm
Sommernedbør	244 mm
Vinternedbør	397 mm
Årstemperatur	-1,1 °C
Sommertemperatur	4,6 °C
Vintertemperatur	-5,2 °C
Temperatur Juli	6,2 °C
Temperatur August	7,8 °C

Feltparametere	
Areal (A)	2,9 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	0,4 %
Elvelengde (E_L)	4,2 km
Elvegradient (E_G)	142,2 m/km
Elvegradient$_{1085}$(G_{1085})	162,5 m/km
Feltlengde(F_L)	3,8 km
H_{min}	613 moh.
H_{10}	765 moh.
H_{20}	960 moh.
H_{30}	1035 moh.
H_{40}	1052 moh.
H_{50}	1074 moh.
H_{60}	1107 moh.
H_{70}	1142 moh.
H_{80}	1189 moh.
H_{90}	1215 moh.
H_{max}	1370 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	1,3 %
Myr	0,0 %
Sjø	1,9 %
Skog	19,4 %
Snaufjell	77,5 %
Urban	0,0 %

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.

Denne regionen gir generelt gode estimater av lavvannsindeksene.



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.: 103.C2A
Kommune: Lesja
Fylke: Oppland
Vassdrag: BØVRI

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	31,3 l/s/km²
Alminnelig lavvannføring	5,8 l/s/km²
5-persentil (hele året)	5,6 l/s/km²
5-persentil (1/5-30/9)	4,1 l/s/km²
5-persentil (1/10-30/4)	3,6 l/s/km²
Base flow	11,6 l/s/km²
BFI	0,4

Klima	
Klimaregion	Midt
Årsnedbør	645 mm
Sommernedbør	245 mm
Vinternedbør	400 mm
Årstemperatur	-1,1 °C
Sommertemperatur	4,6 °C
Vintertemperatur	-5,2 °C
Temperatur Juli	6,1 °C
Temperatur August	7,7 °C

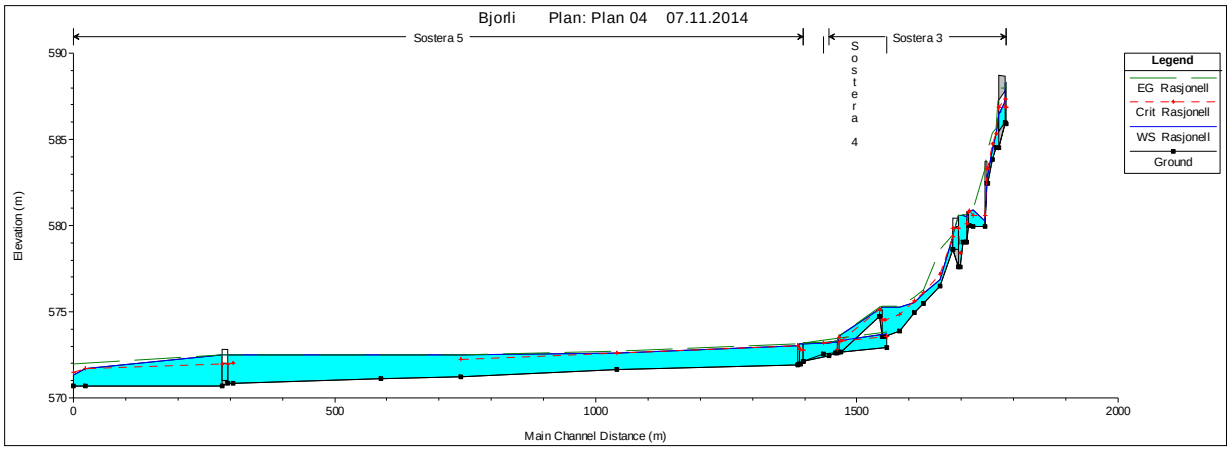
Feltparametere	
Areal (A)	3,8 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	0,2 %
Elvelengde (E_L)	4,3 km
Elvegradient (E_G)	140,5 m/km
Elvegradient$_{1085}$(G_{1085})	166,5 m/km
Feltlengde(F_L)	3,8 km
H_{min}	604 moh.
H_{10}	753 moh.
H_{20}	920 moh.
H_{30}	1027 moh.
H_{40}	1049 moh.
H_{50}	1075 moh.
H_{60}	1110 moh.
H_{70}	1151 moh.
H_{80}	1197 moh.
H_{90}	1223 moh.
H_{max}	1370 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	1,6 %
Myr	0,0 %
Sjø	1,4 %
Skog	21,1 %
Snaufjell	75,6 %
Urban	0,0 %

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

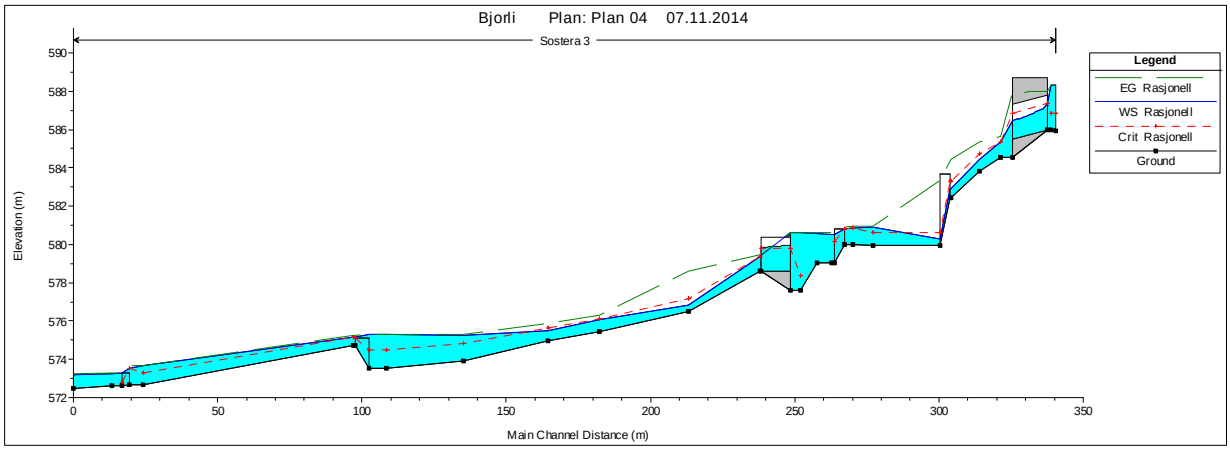
I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Denne regionen gir generelt gode estimater av lavvannsindeksene.

Vedlegg 2: Resultater fra HEC-RAS Q200



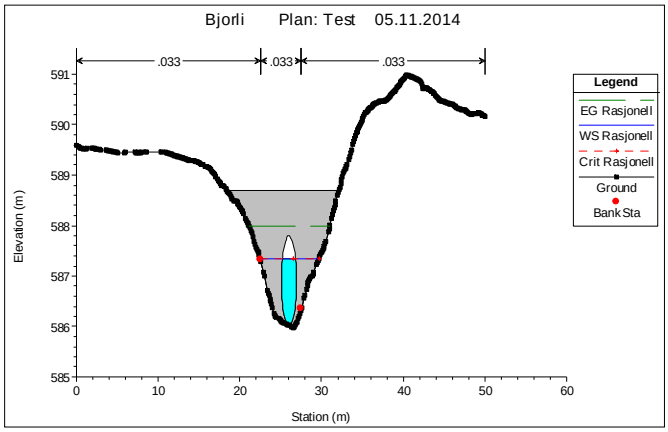
Figur 8-1: Lengdeprofil vannstander Q200, hele modellen



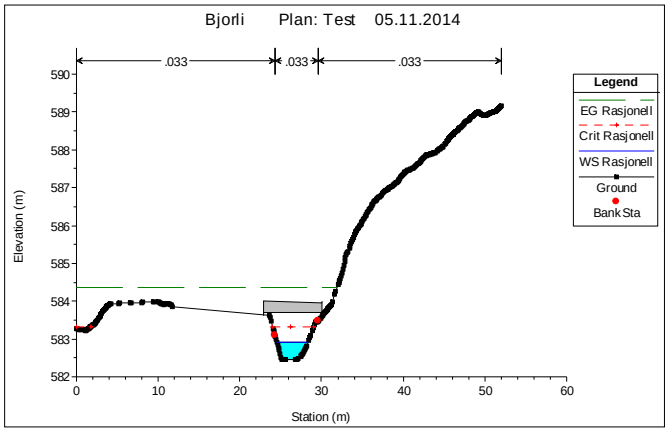
Figur 8-2: Lengdeprofil vannstander Q200, øvre del av modellen («Sostera3»)

Tabell 5: Resultater HEC-RAS

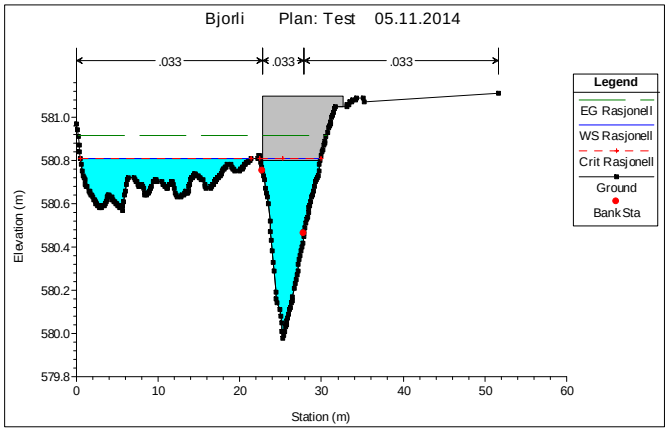
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
3	733.9075	Rasjonell	7.3	585.93	588.31	586.84	588.32	0.00017	0.59	14.36	10.36	0.13
3	732.5494	Rasjonell	7.3	585.98	588.31	586.86	588.32	0.000156	0.57	15.03	11.26	0.13
3	731.066	Harehaugen kulve	Culvert									
3	715.0675	Rasjonell	7.3	584.54	585.34	585.34	585.62	0.012419	2.37	3.2	6.01	0.96
3	707.5382	Rasjonell	7.3	583.83	584.43	584.72	585.37	0.064253	4.38	1.74	4.53	2.08
3	697.8699	Rasjonell	7.3	582.45	582.9	583.31	584.43	0.140321	5.47	1.33	3.74	2.92
3	696.4102	Harehaugen nedre	Bridge									
3	670.6398	Rasjonell	7.3	579.96	580.9	580.61	580.97	0.002137	1.21	6.83	10.55	0.43
3	663.7435	Rasjonell	7.3	579.98	580.87	580.84	580.95	0.004721	1.43	7.52	30.02	0.59
3	660.8353	Vetlegrenda bru	Bridge									
3	656.2979	Rasjonell	7.3	579.03	580.54		580.64	0.002708	1.44	5.37	9.98	0.46
3	651.2847	Rasjonell	7.3	579.02	580.58		580.61	0.000491	0.84	10.79	24.11	0.23
3	645.5153	Rasjonell	7.3	577.58	580.59	578.38	580.61	0.000083	0.49	20.58	33.84	0.09
3	640.9609	Vetlegrenda kulv	Culvert									
3	631.5829	Rasjonell	7.3	578.62	579.38	579.38	579.46	0.009437	1.66	6.95	37.72	0.79
3	606.6719	Rasjonell	7.3	576.49	576.84	577.17	578.62	0.263808	5.95	1.25	5.97	3.89
3	575.7859	Rasjonell	7.3	575.46	576.05	576.12	576.3	0.02735	2.53	3.77	18.47	1.33
3	558.1854	Rasjonell	7.3	574.97	575.51	575.62	575.87	0.017638	2.85	2.91	10.35	1.44
3	528.8799	Rasjonell	7.3	573.9	575.27	574.81	575.31	0.000674	1.05	8.12	11.25	0.32
3	502.1249	Rasjonell	7.3	573.54	575.28	574.51	575.3	0.00017	0.63	18.49	42.64	0.17
3	493.7181	Bru 1 n.s Vetleg	Bridge									
3	490.7351	Rasjonell	7.3	574.71	575.15	575.15	575.26	0.009203	1.69	5.19	24.03	0.99
3	417.9138	Rasjonell	7.3	572.68	573.66	573.29	573.69	0.001059	0.93	8.75	16.82	0.37
3	412.942	Bru 2 og 3 n.s V	Bridge									
3	407.0052	Rasjonell	7.3	572.63	573.27		573.29	0.000492	0.45	11.56	19.27	0.23
3	393.593	Rasjonell	7.3	572.46	573.19		573.27	0.002067	1.03	5.96	10.19	0.48
4	82.96777	Rasjonell	3.5	572.94	573.75	573.54	573.81	0.001946	1.22	3.21	6.8	0.5
4	41.54696	Rasjonell	3.5	572.54	573.19	573.19	573.36	0.008234	1.98	1.92	5.45	0.98
5	355.4387	Rasjonell	10.8	572.15	573.15	572.75	573.19	0.001029	1	12.53	48.23	0.37
5	350.2934	Rasjonell	10.8	571.98	573.12	572.82	573.18	0.001093	1.33	13.3	52.47	0.42
5	348.8322	Bru 4 n.s Vetleg	Bridge									
5	344.576	Rasjonell	10.8	571.92	573.03	573.01	573.16	0.00262	1.83	9.42	45.93	0.62
5	257.6367	Rasjonell	10.8	571.67	572.63	572.63	572.73	0.000702	1.78	9.74	40.79	0.69
5	145.4172	Rasjonell	10.8	571.22	572.49	572.25	572.49	0.000038	0.53	35.12	94.99	0.17
5	89.89028	Rasjonell	10.8	571.1	572.48		572.49	0.000027	0.47	38.24	90.81	0.14
5	49.57298	Rasjonell	10.8	570.84	572.47	572.05	572.48	0.000026	0.54	34.43	72.98	0.15
5	38.79426	Bjorlivegen Kulv	Culvert									
5	22.83989	Rasjonell	10.8	570.7	571.71	571.71	572.05	0.001361	2.65	4.3	6.57	0.99
5	0	Rasjonell	10.8	570.71	571.32	571.51	571.96	0.004623	3.74	3.1	7.3	1.73



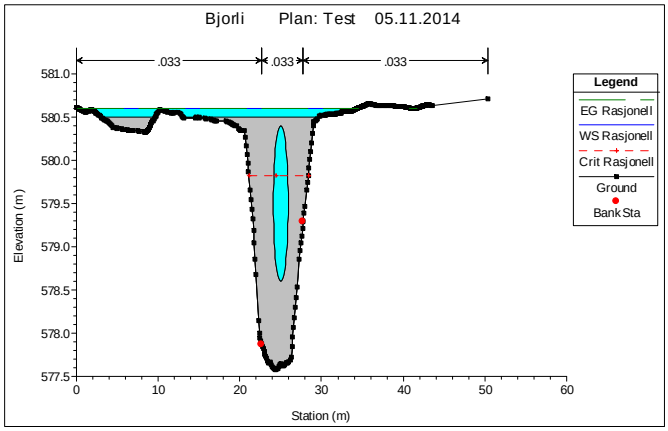
Figur 8-3: profil 731 kulvert Harehaugen



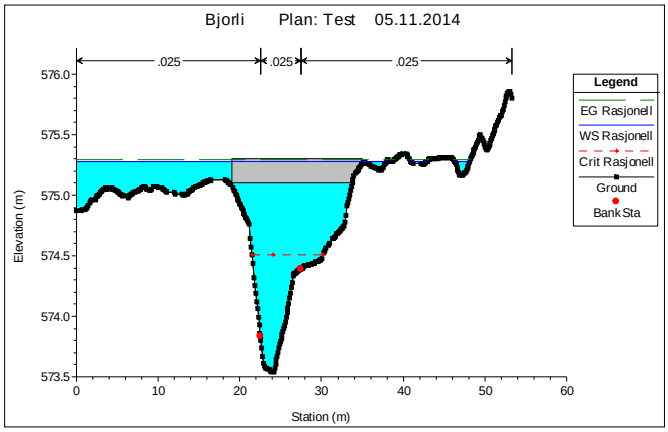
Figur 8-4: profil 696 Harehaugen nedre



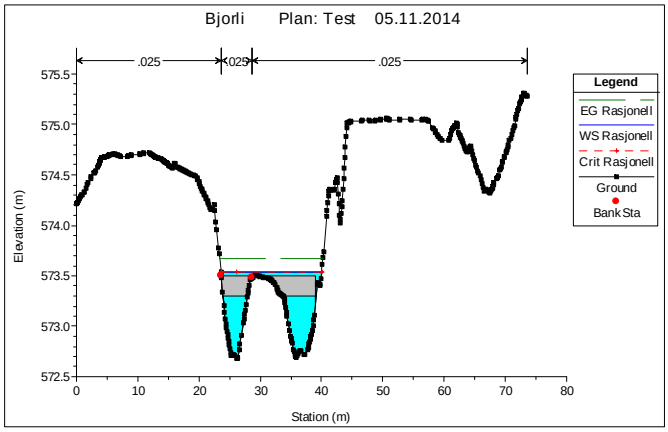
Figur 8-5: profil 660.8 Vetlegrenda bru



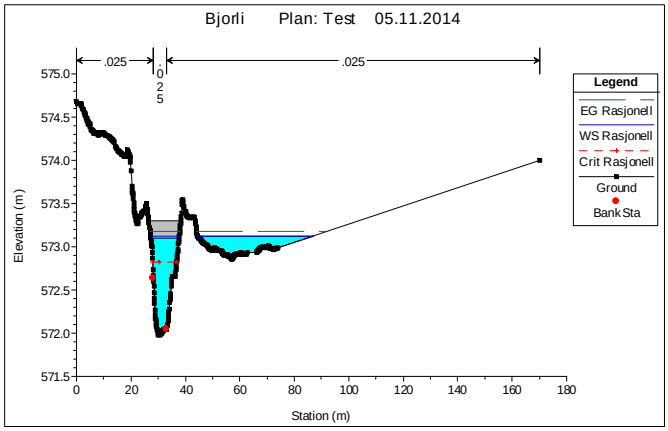
Figur 8-6: profil 640 Vetlegrenda kulvert



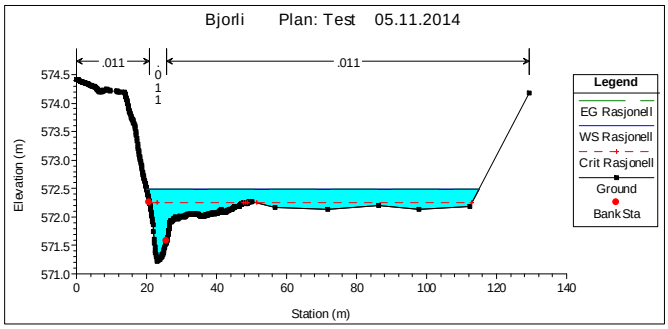
Figur 8-7: profil 493 Bru1 n.s. Vetleg



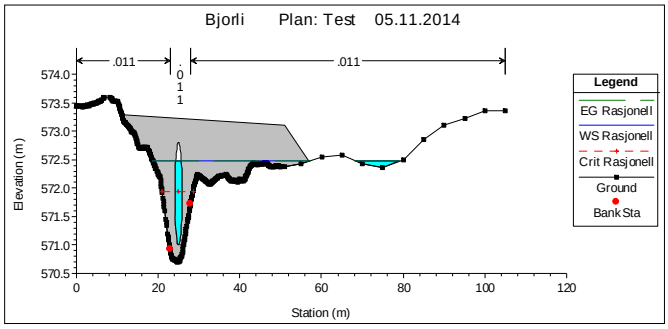
Figur 8-8: profil 412 Bru 2 og 3 Vetleg



Figur 8-9: profil 348 Bru 4 n.s. Vetleg



Figur 8-10: profil 145 ved jordet.



Figur 8-11: profil 38 Bjorlivegen kulvert

Vedlegg 3: Befaringsnotater

Fargene gjenspeiler rasfareområdene i rasfarekart – og derav tiltaksbehov

GPS pkt	Notater	Kulvert1 dim	Kulvert2 dim	material	hvor/vassdrag	skredfare	forslag til tiltak	Elevation GPS	bilder
35	kulvert	1000	700	betong	søre systen, nedenfor skreda			631.467041	0997-0998
24	kulvert, ok fordrøyning ved innløp	1100		betong	søre systen liarnbergveien			717.263916	0962-0966
7	topp vei (vei krysser søre systen)				søre systen			771.5778809	
8	Bekk, søre systen				søre systen			768.9343262	DSCN0877-0885
9	sauegjerde, over søre systen				søre systen		sørge for åpent over bekk	777.3459473	DSCN0884-0885
16	kulvert med erosjonsikrede sider, i Søre Systen	1100		betong	søre systen		**øke kap til ø1800, nødoverløp?**	754.7548828	**0926-0931**
19	kulvert m/innløpsordning, bratt nødoverløp Ø600 ødelagt (mellom Søre og Nord	1100	600	betong og pla	søre systen		bygge nytt nødoverløp	734.0869141	0936-0941
10	kulvert, sedimenter og noe stein i kulvert	600		plast	sør for søre systen			769.6555176	DSCN0892-
11	kulvert, dårlig løsning. Utgravng rundt myrlendt område	600		plast	sør for søre systen		bør grøftes	769.895752	DSCN0895-0898
1	kulvert, innmålt	1800		betong	systen		øke kap til Ø2200 eller sette inn nødo	594.6965332	DSCN0837-0842
2	kulvert, innmålt samme som over				systen		øke kap til Ø2200 eller sette inn nødoverløp Ø1500		DSCN0842-0843
3	Erosjonskade ved bru over stikkrenne. Tyder på for lite kapasitet ved høy vannføring				systen		øke kap til Ø2200 eller sette inn nødo	585.8046875	DSCN0844-0855
4	Kulvert v/vei noe tegn til erosjon nedstrøms	1800		betong	systen		øke kap til Ø2200 eller sette inn nødo	608.8762207	DSCN0858-0871
5	Støpt terskel, oppsamling for sand og grus				systen		øke kap til Ø2200 eller sette inn nødo	612.0004883	DSCN0868
6	nødoverløp		600	plast	systen		øke kap til Ø2200 eller sette inn nødo	610.7988281	DSCN0872
21	stikkrenne delvis tett i innløpet rett nedenfor fylling - løsning? Liten skrent først	250?	ikke målt!	betong	sjenstadberget			723.9929199	0944-0950
28	Hytte med flytta bekk				over bjorlisletta nytt felt			670.8806152	0975-0982
29	Stikkrenne, mulig mye sedimenter og fortetting	600			over bjorlisletta nytt felt		øke dim stikkrenne Ø 400/600	669.6791992	985
30	liten stikkrenne - utenfor fylling. Innløp tett				over bjorlisletta nytt felt		øke dim stikkrenne Ø 400/600	669.6791992	0986-0987
31	bekk - ingen stikkrenne				over bjorlisletta nytt felt		øke dim stikkrenne Ø 400/600	668.7177734	988
26	kulvert, OK innløp og utløp	1100			nordre systen, liarnbergv		kapasitet på kanten, kan utbedres ve	707.170166	0970-0971
27	kulvert, OK innløp og utløp	1100			nordre systen, liarnbergv		kapasitet på kanten, kan utbedres ve	707.170166	0973-0974
36	kulvert, OK	1100	500	plast	nordre systen v/Vetljordet			668.7177734	0999-1010
17	kulvert med erosjonsskader oppstrøms, sanns mye vann, nodre systen	1100		plast	nordre systen		**OK dim pga plast, men må plastres**	765.5698242	**0932-0933**
18	kulvert (nordre systen, ligger nedenfor nr16)	1000		plast	nordre systen			759.0810547	0934-0935?
20	stikkrenne ø500 grøfta bekk ned mot vei, utside av tomt	500		plast	mellom søre og nordre systen, bekk			734.0869141	0942-0943
22	stikkrenne, liten, går tett når som helst, masse fine løsmasser				liarnbergveien, nedstrøms nr20, n annen løsning for avrenning med plas			714.3798828	0953-0955
25	2 stikkrenner foran hytte. Bekk går like ved	800	500		liarnbergveien, bekk nord for søre systen			713.4187012	0966-0968
23	kum i enden. Ikke dekt over. Ny stikkrenne over vei snart tett				liarnbergveien lengre nord		fjerne løsmasser ved fylling hytte	712.6977539	0956-0960
12	v hytte				liarnbergveien			773.7409668	0898-0899
13	kulvertrør ødelagt, vann i grøft - dårlig drenering				liarnbergveien		bør utbedres?	774.2216797	0905-0909
33	oppdemt dam - gps reg v utløp				dam (rett ned for skreda)			635.3122559	0989-0994
34	stikkrenne, delvis vannfylt	600			bekk nedstrøms dam			631.467041	0995-0996
14	omlegging av bekk m/støp v stor Firmahytte							746.1032715	0911-0925
15								747.0644531	0911-0925
32									
37	stikkrenne, liten bekk	1000		betong					1011-
38									
39	stikk	700							
40	stikk, lukket	700							
41	stikk innløp	800							
42	utløp								
43	kulvert, innløp	1800							
44									
45	kulvert, innløp	1100	plast						
46									
47	kulvert, innløp, litt skader og forskyvninger	900	betong						
48									
49	kulvert, innløp	900	betong						
50									
51	bru camping, lysåpning 3x0,6 (bredde se bilde)								
52	bru, lysåpning 3x0,4 (to trestammer)								
53	bru lysåpning 6x1,5, bredde 3 meter								
54	bru								
55	Forrurensing i kulp/fordypning ved bekken. Lukter sulfis, blakket vann, mye skog/kvit-avfall fylt opp i søkket.								
56	Ende kulvert - utløp								
57									
58									
59	Bru, lysåpning 7x2, bredde 3,5								
60	Bru, lysåpning 8,5x3, bredde 5 meter								
61									
62	v brukarr hovedvei lysåpning 14,8x3 til bvannstand. Dybde i vann 1-2 meter, ca?, Bredde bru 7 meter								
befaring ROS:									
	stikk gjennom veg	1000							
	ved nye hytter	2*1800?							
	90 graders sving								
	delt bekk								
	kulvert nord for Vetlegrenda	1000							
	kulvert nord for Vetlegrenda	900							

Vedlegg 4: Befaringsbilder

angir GPS-punkter fra tiltakstabell

#1: Oppstrøms Vetlegrenda. Startpunkt for hydraulisk modell, HEC-RAS.

#22 Liarnbergveien

#22 Liarnbergveien, ødelagt stikkrenne og vann i grøft, ny stikkrenne bør legges med mer fall

#14 Omlegging av bekk og støpt nytt bekkeløp rundt hytte

16 Øke dim kulvert Søre Systen

17 Ligger i rasutsatt område Nordre Systen. Rørdimesjon på kulvert bør økes og innløpet må plastres for å forhindre erosjon. En god løsning kan være å legge inn nødoverløp hørere. Dim 400mm eller større.

19 Nødoverløp ødelagt, dårlig løsning. Må beskyttes så de ikke ødelegges. Her ligger røret eksponert både på innløp og utløssiden, noe som gjør det sårbart for skader.

#22

SWECO

#28

De siste bildene er fra befaring ved ROS-analyse. Tok ikke GPS-punkter for disse.
De viser bekk nord for Vetlegrenda ved Nyheim. For liten kapasitet på den nederste kulvertene, men det er utbedret i forbindelse med bygging av nye hytter, men må videreføres lengre ned i bekken.