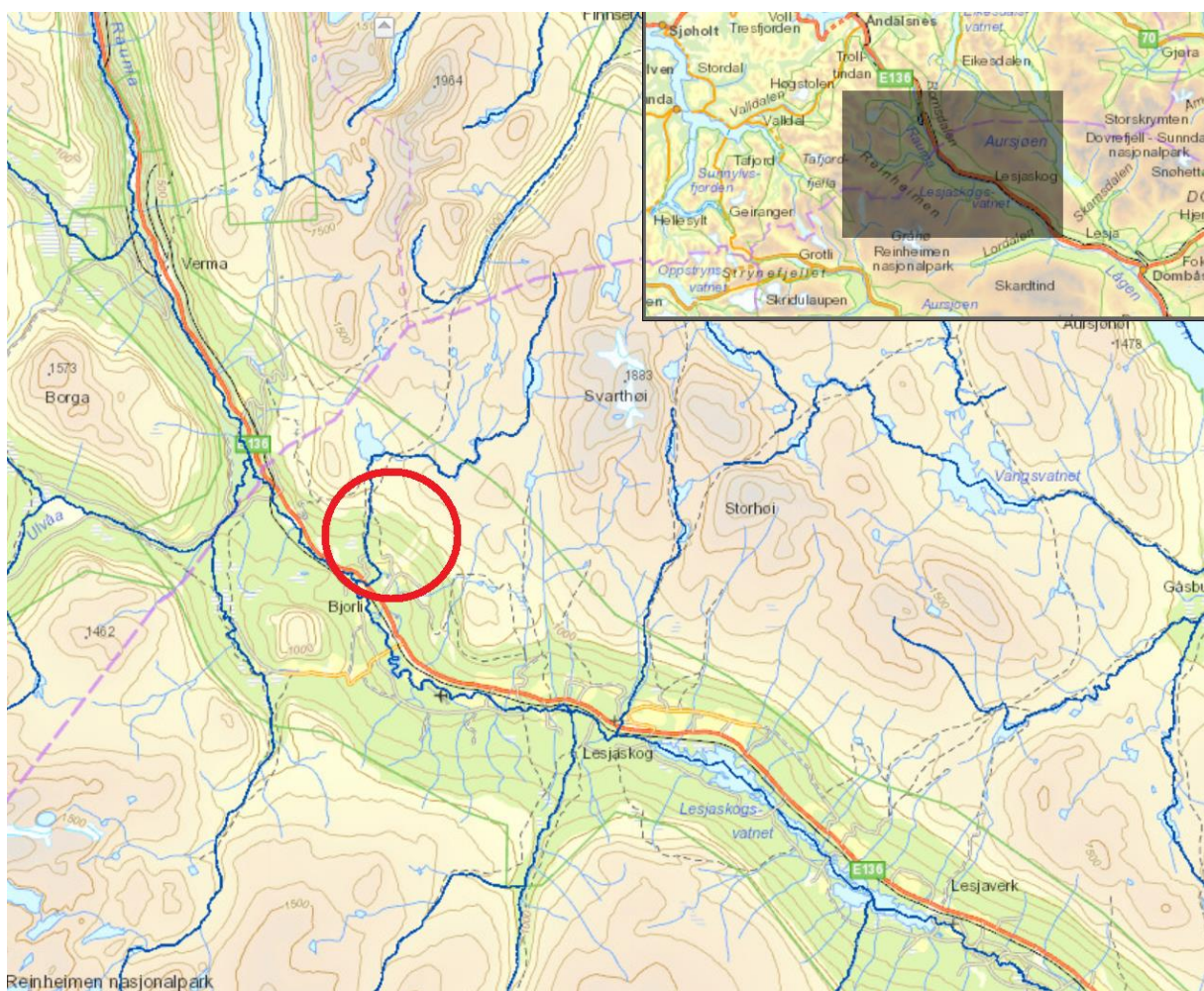


Til: Bjorli Utvikling AS
Fra: Norconsult AS v/Steinar Myrabø
Dato: 2021-04-16

Flom- og overvannsvurderinger for planområde til Bjorli utvikling

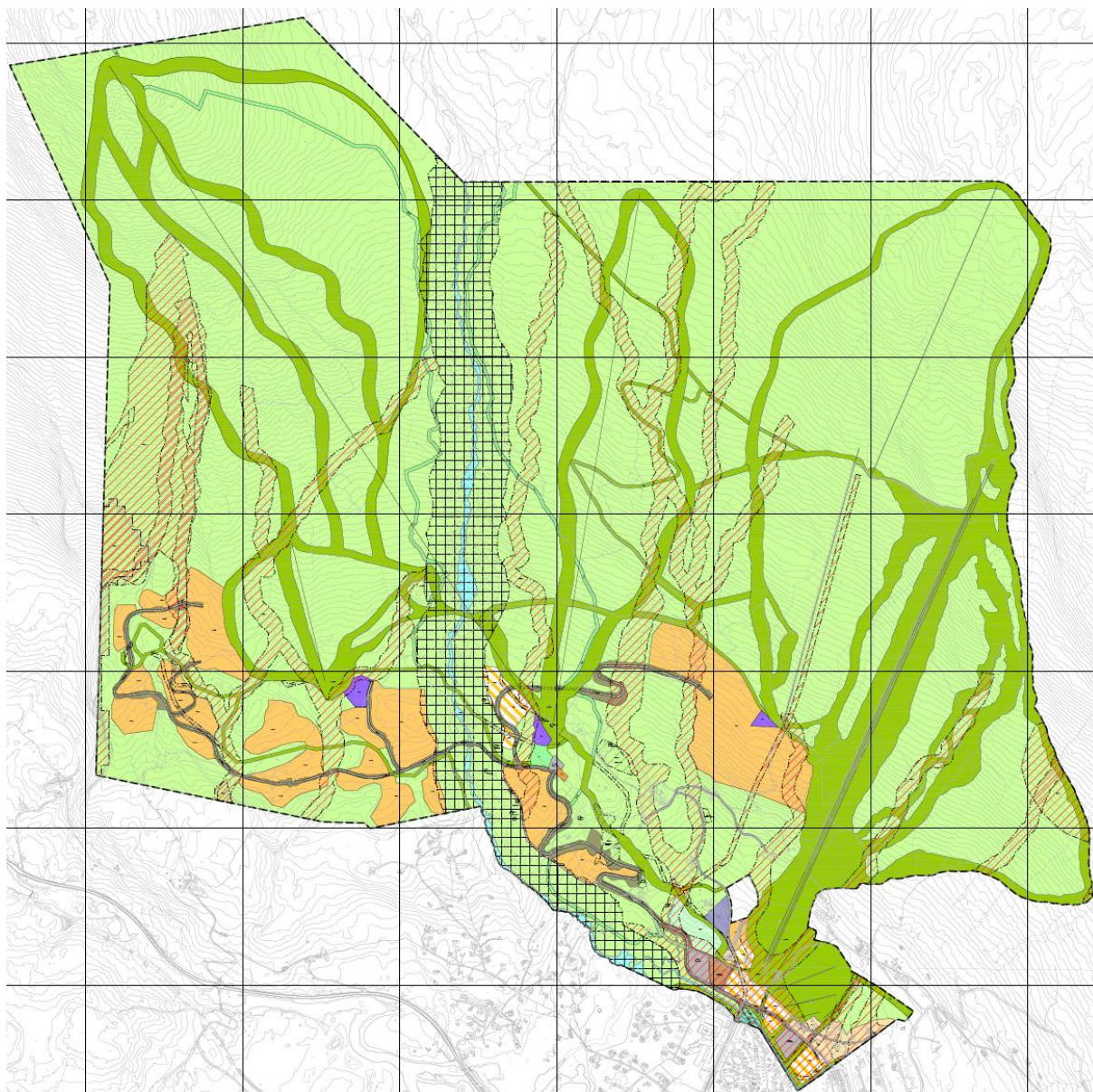
Prosjektområdet som skal vurderes ligger i Lesja kommune rett øst for elva Bøvra på Bjorli; se figur 1. I forbindelse med videre utvikling av Bjorli må det gjøres flom- og overvannsvurderinger med hensyn på fare for flomskader.



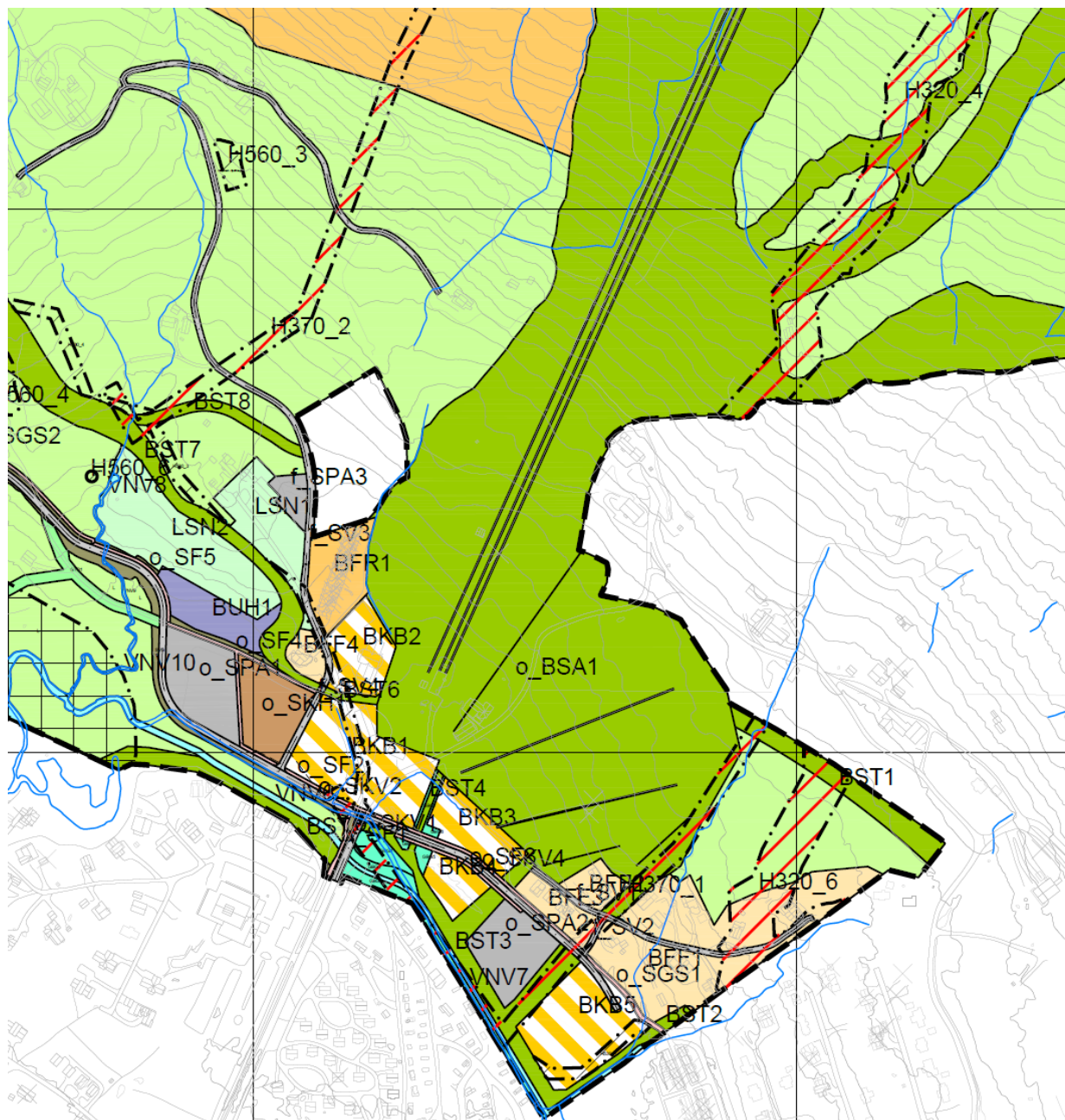
Figur 1: Oversiktskart (fra NVE's analyseverktøy NEVINA) med prosjektområdet markert med rød sirkel. Blå linjer er bekker og elver som er registrert i NVE's elvesystem.

1 Problemstilling

I forbindelse med planarbeid for områderegulering på Bjorli, se figur 2, så skal det gjøres flom- og overvannsvurderinger. Dette gjelder spesielt i forhold til bekkene i området og føringer for tilstrekkelig kapasitet til stikkrenner/kulverter ol. Spesiell fokus var satt på sentrumsområdet (se figur 3).



Figur 2: Nytt plankart for prosjektområdet, med markering av NVE's aktsomhetssoner for bekkene gjennom området.



Figur 3: Plankart for sentrumsområdet.

2 Feltbefaring og feltbeskrivelse

Tidlig vår (Pinsa) og seint høsten 2020 foretok Steinar Myrabø feltbefaring for å kartlegge hvordan vannet drenerer i sentrumsområdet og ved Flyhaugen, der det er planlagt å etablere et nytt heisanlegg og hytteområde rett øst for Bøvra, med fokus på planlagt utbygging på de tidspunktene. Planen har endret seg flere ganger siden da, så en har ikke fått befart alle områdene hvor det er planlagt utbygging. Det trengs derfor en ny befaring til de områdene en ikke har vært for en tilstrekkelig flom- og overvannsvurdering der. Foreløpige vurderinger er derfor basert på ulike kartstudier og analyser i disse områdene.

Det ble også sett på kulverter, bruer, stikkrenner og innløpene under vegene i og rundt sentrumsområdet, samt nedover til utløpet av Bøvra i elva Rauma. I tillegg befarte Steinar Myrabø den nærmeste delen av skrålia øst for Bøvra helt opp til Bøvervatn bl.a. for å se på menneskeskapte dreneringsveier i området.

Forholdene var spesielt gode i Pinsa for å vurdere eksisterende drenering i området, da det var stor snøsmelteflom i sidebekkene. På senhøsten var det en del snø og relativt lite avrenning i bekkene.

Oversikt over hovedflomveiene og bekkene i planområdet vises i figur 4. For å finne feltgrenser og feltegenskaper til de ulike nedbørfeltene benyttes ofte NVE's analyseverktøy NEVINA, men alle bekkene er ikke registrert i NVE's elvenettverk. Derfor benyttes her GIS-analyseverktøyet Scalgo for å vise flomveier og estimere feltgrenser. Scalgo baserer seg på laserdata og er mer nøyaktig enn NEVINA i naturlige felt.

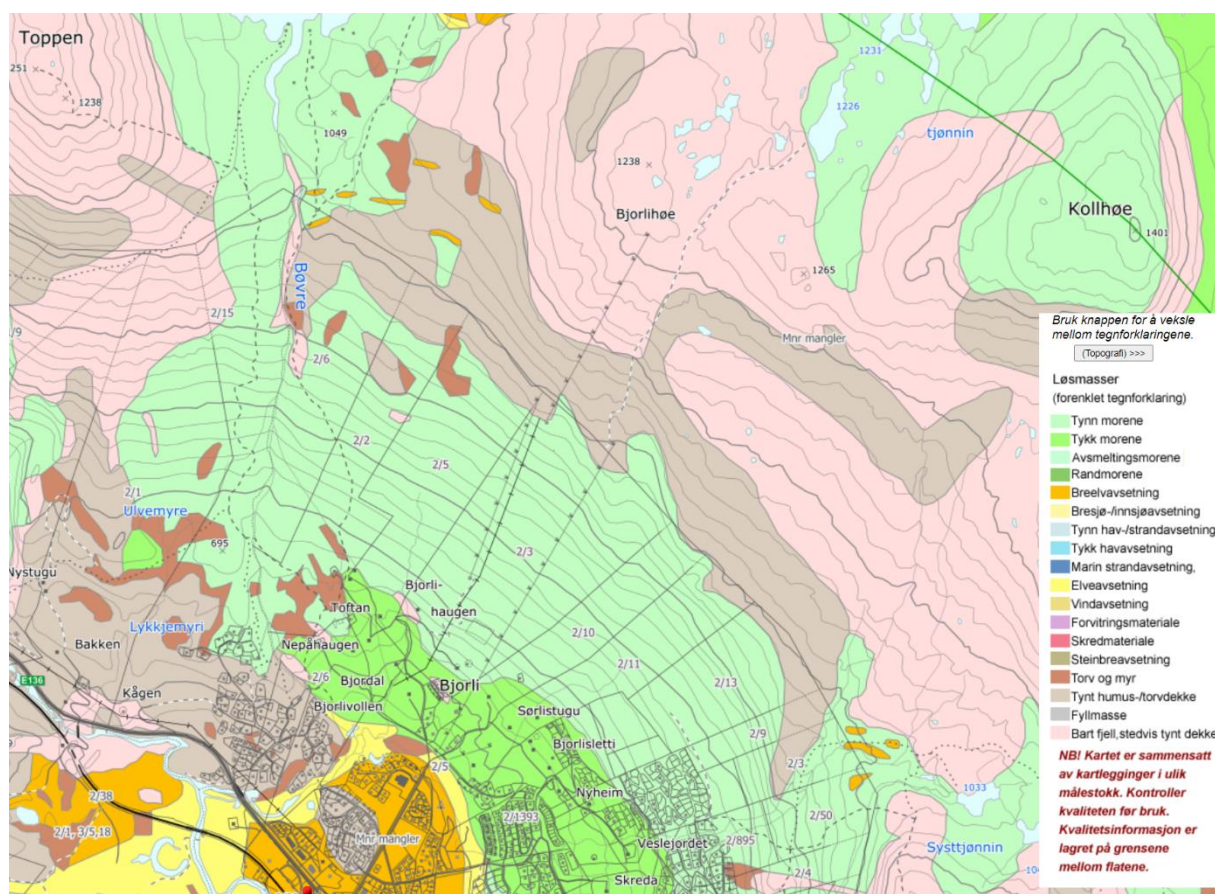


Figur 4: Oversiktskart (fra Scalgo) for hovedbekkene og de største flomveiene som berører planområdene.

Løsmassene i området består i hovedsak av tykk morene i sentrumsområdet og tynn morene videre oppover lia; se figur 5. Øvre del, hvor de fleste bekkene starter, består hovedsakelig av tynt humus-/torvdekke og bart fjell med stedvis tynt dekke. I utbyggingsområdene vest for Bøvra er det generelt lite løsmasser, bortsett fra i de store myrområdene. Utbyggingsområdene ved Flyhaugen, rett øst for Bøvra, preges også av store myrområder. Terrenget oppover lia til fjells er relativt bratt, med i snitt 20-30 % helning i nedbørfeltene. Ut fra disse feltegenskapene vil en forvente rask avrenning og relativt høye flomtopper.

Feltegenskapene i området og mange små flomveier gjør at det er vanskelig å bestemme feltgrensene eksakt, spesielt i en flomsituasjon. De fleste bekkene er heller ikke befart oppover lia og til fjells. I tillegg er det en del menneskeskapte dreneringsveier, også helt til fjells, som endrer de naturlige feltgrensene.

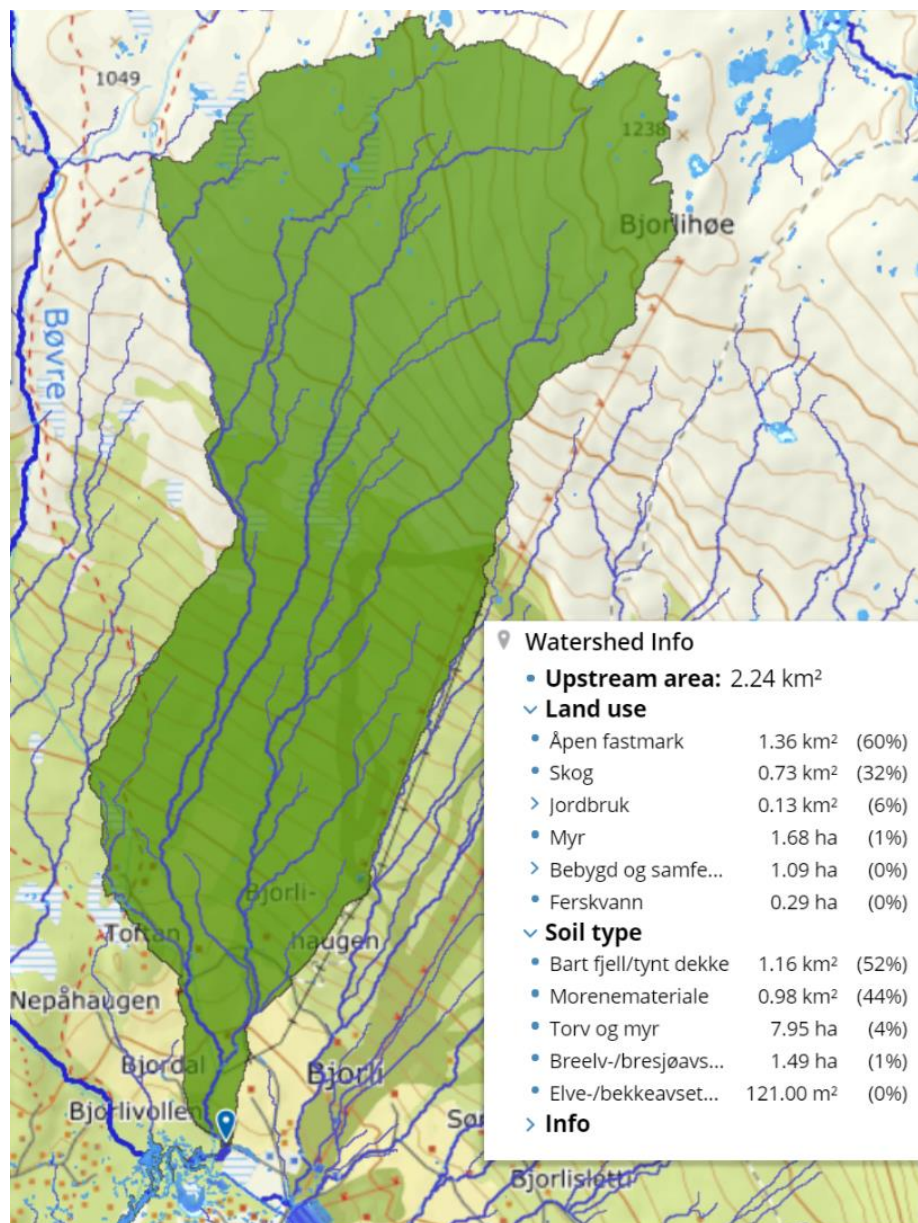
Det ble observert en del massetransport i de fleste bekkene og inntakene til stikkrennene en befarte. En god del stein/grus hadde også sedimentert i enkelte flater partier rett oppstrøms noen av stikkrennene, mens det var mye sedimentert finstoff i de flate partiene i sentrumsområdet.



Figur 5: Løsmassekart, hentet fra NGUs nasjonale løsmassedatabase.

Bekk B0

Feltarealet er som vist i figur 6 anslått til ca. 2,24 km². Høydenivået er fra 576 til 1231 moh. Feltlengden er 3000 meter.

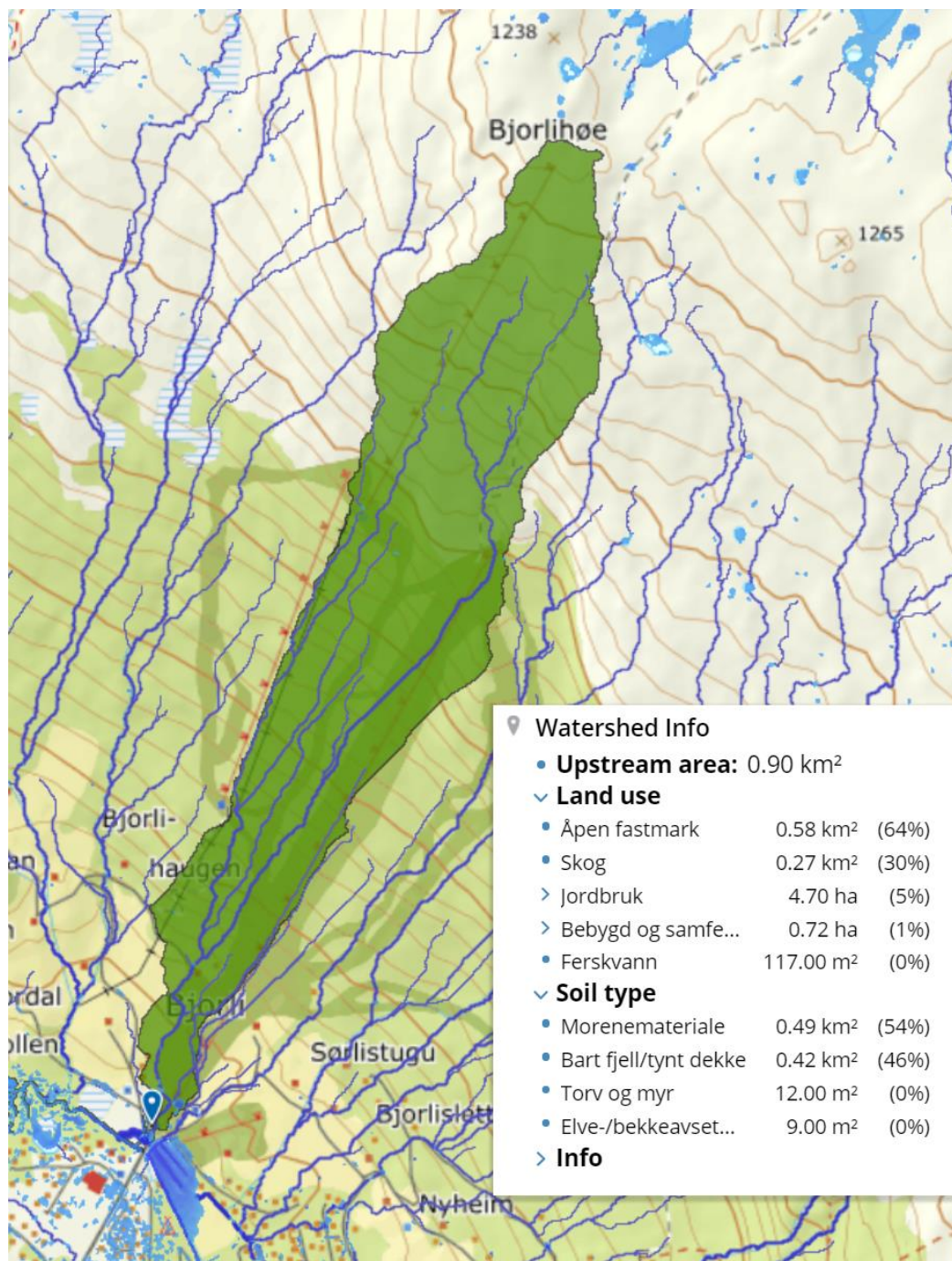


Figur 6: Flomveiskart til nedbør-/avrenningsfeltet til B0 (ved stikkrenne på grusvei rett vest for parkeringsområde).

Figur 7: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020.

Bekk B1

Feltarealet er som vist i figur 8 anslått til ca. 0,9 km². Høydenivået er fra 578 til 1232 moh. Feltlengden er 2710 meter.

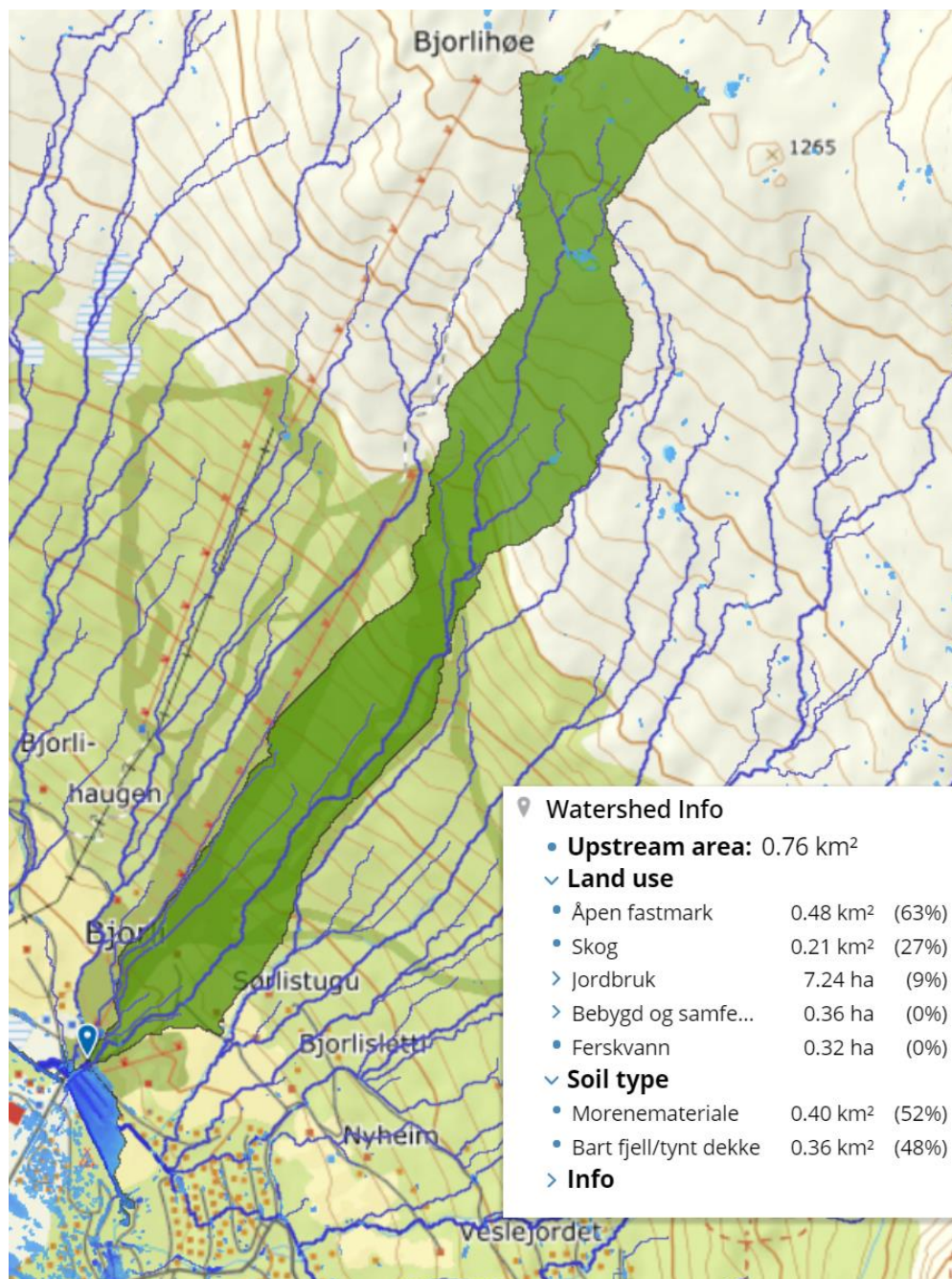


Figur 8: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til B1 (ved bekkelukking i skianlegg).

Figur 9: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020.

Bekk B2

Feltarealet er som vist i figur 10 anslått til ca. 0,76 km². Høydenivået er fra 578 til 1242 moh. Feltlengden er 2800 meter.



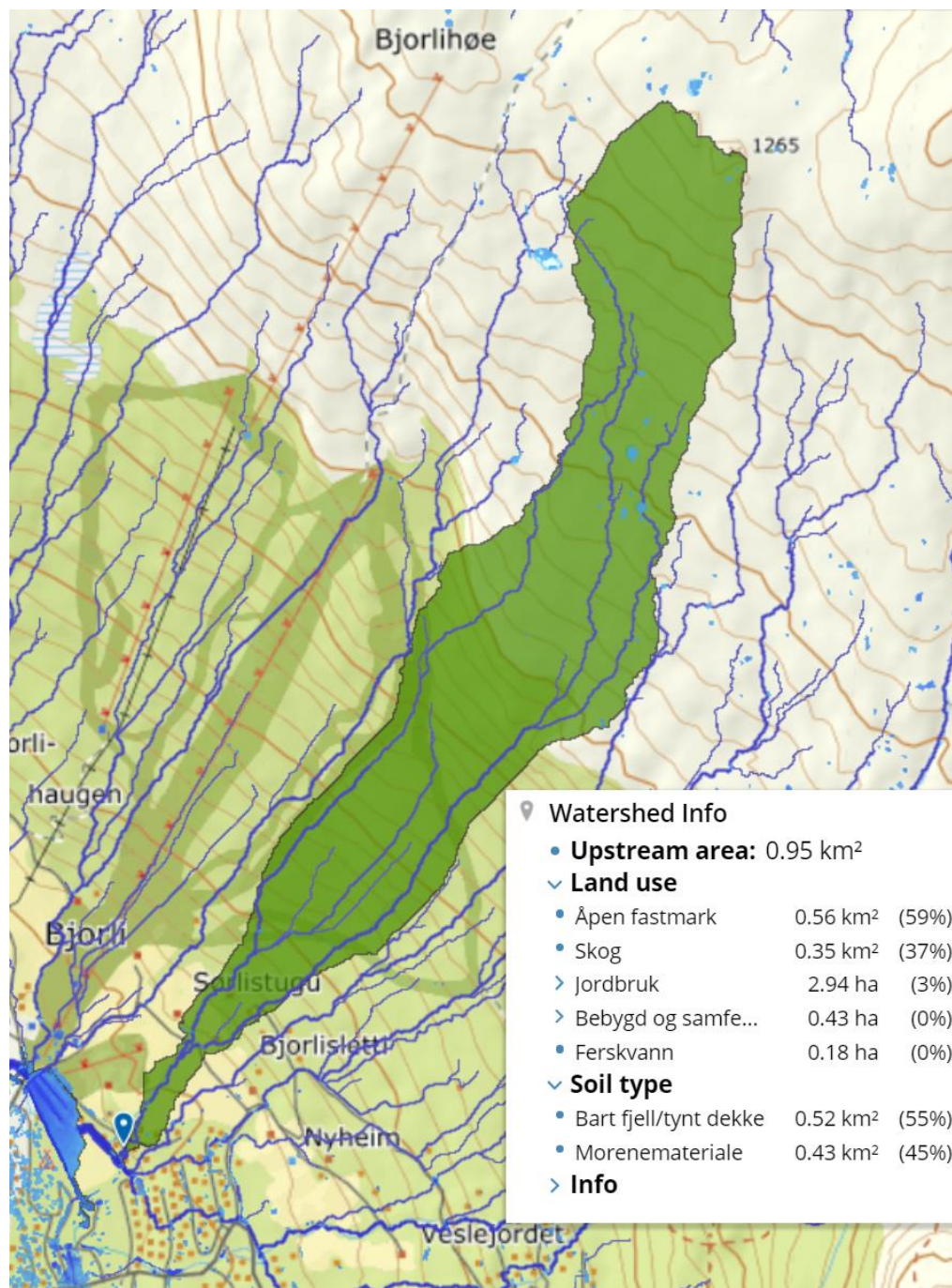
Figur 10: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til B2 (ved bekkelukking øst for skianlegg)..

Figur 11: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020.

Figur 12: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020.

Bekk B3

Feltarealet er som vist i figur 13 anslått til ca. 0,95 km². Høydenivået er fra 580 til 1260 moh. Feltlengden er 2800 meter.

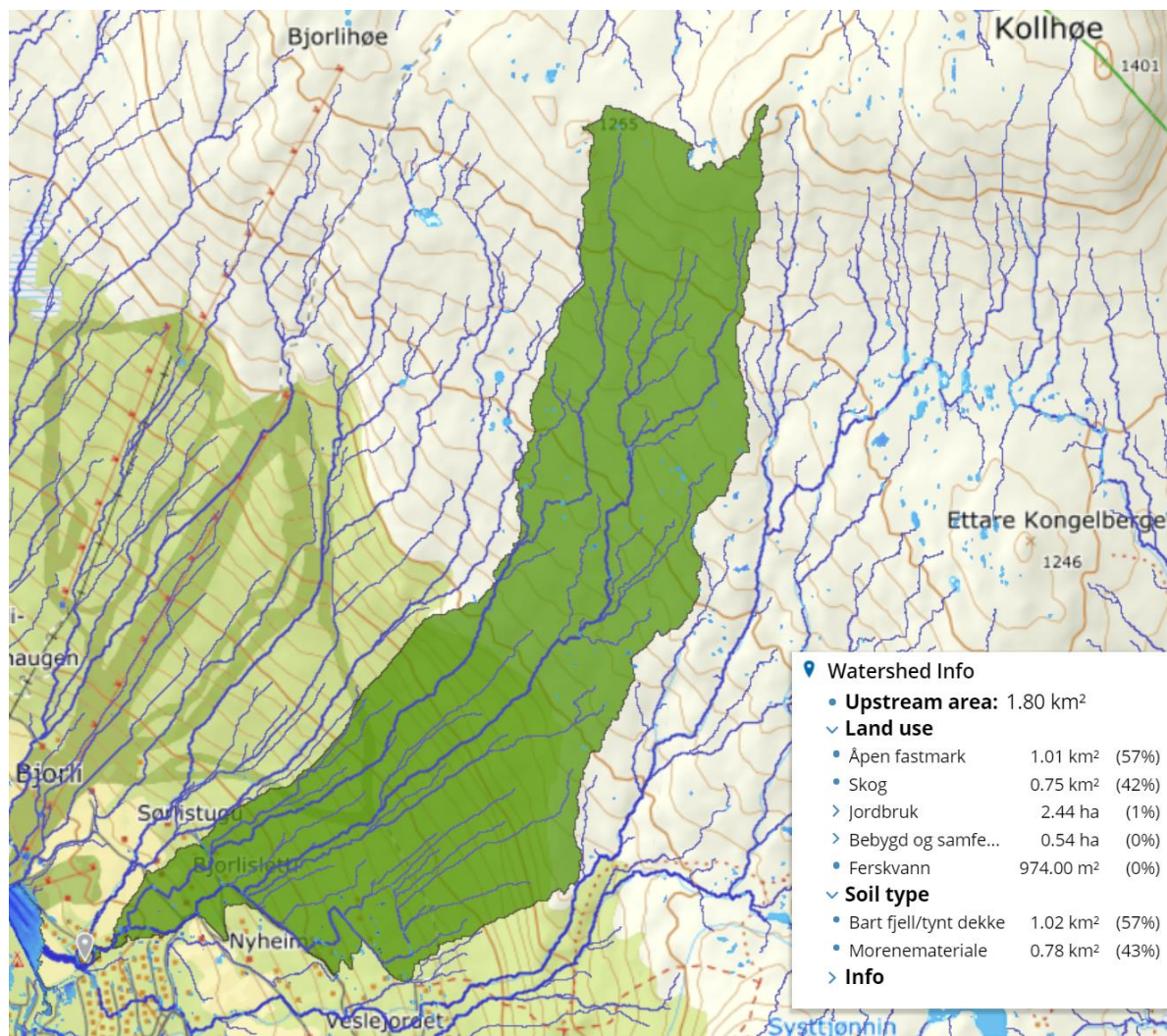


Figur 13: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til B3 (ved samløp med B4 øst inn mot sentrumsområdet).

Figur 14: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020.

Bekk B4

Feltarealet er som vist i figur 15 anslått til ca. 1,8 km². Høydenivået er fra 580 til 1280 moh. Feltlengden er 3000 meter.

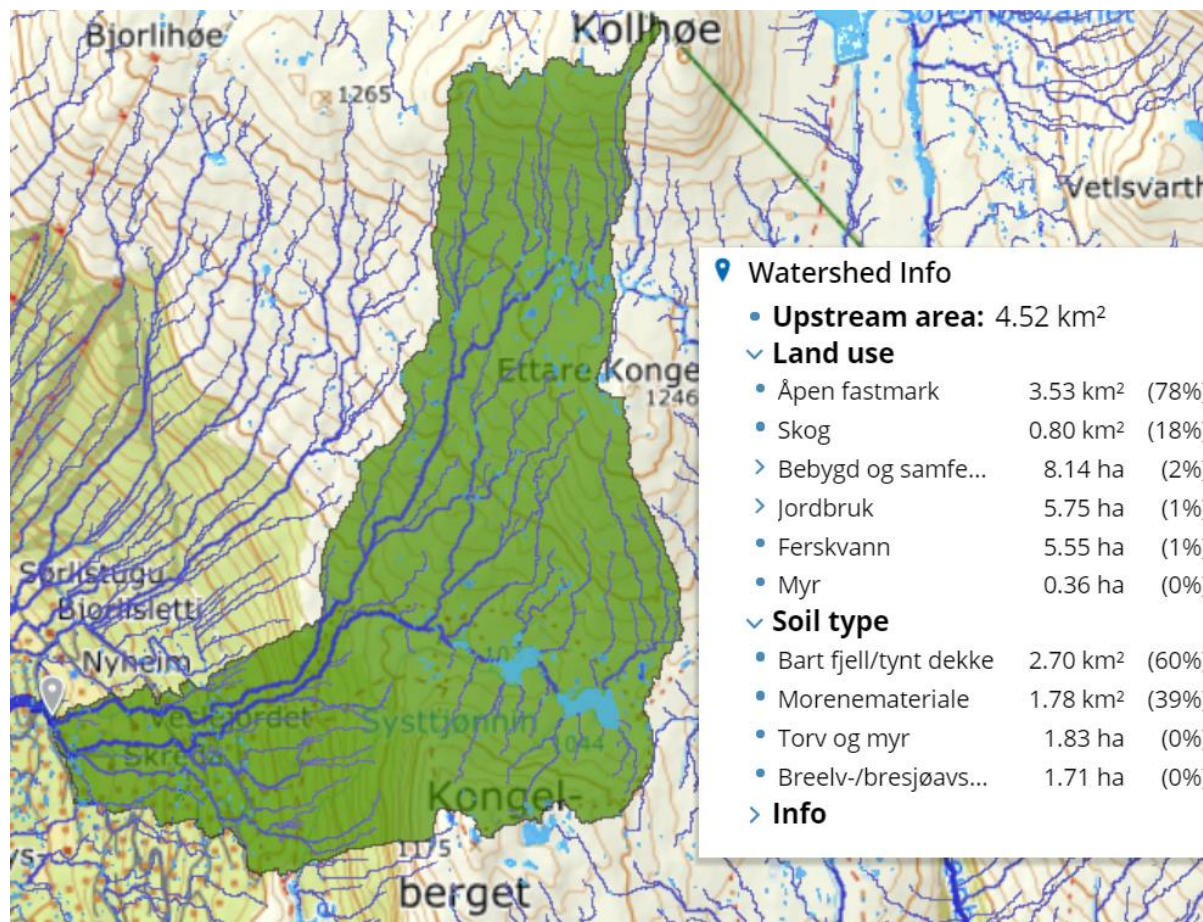


Figur 15: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til B4 (ved samløp med B3 øst inn mot sentrumsområdet) rett vest for Veslegrenda.

Figur 16: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020.

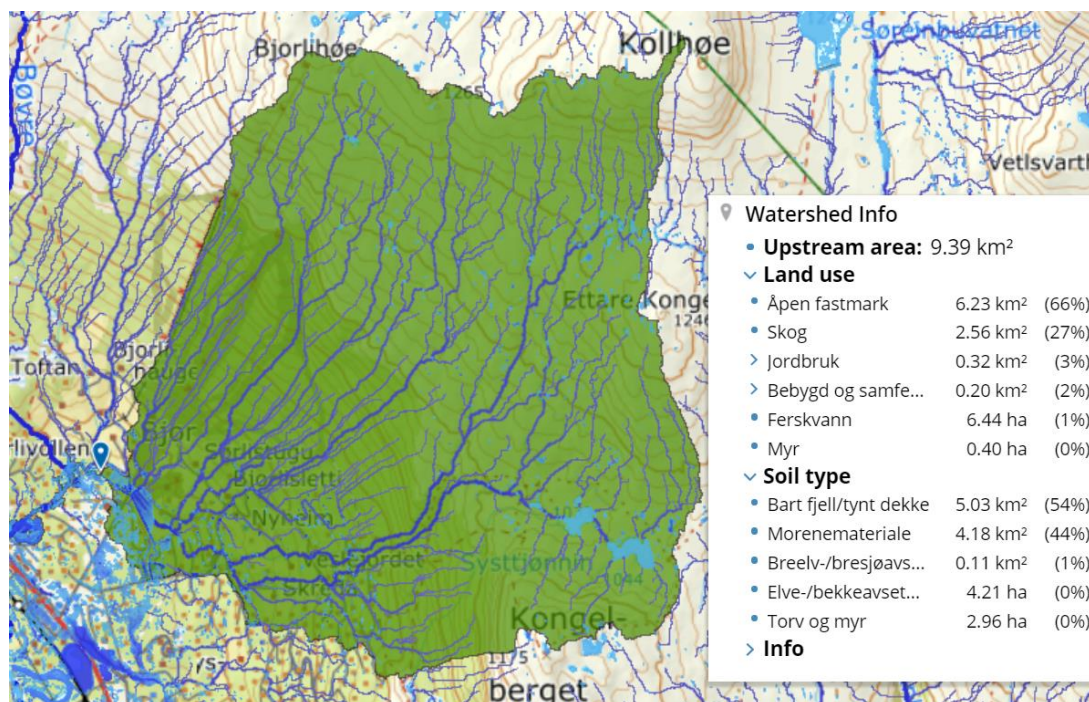
Bekk B5

Feltarealet er som vist i figur 17 anslått til ca. 4,52 km². Høydenivået er fra 578 til 1383 moh. Feltlengden er 4070 meter.

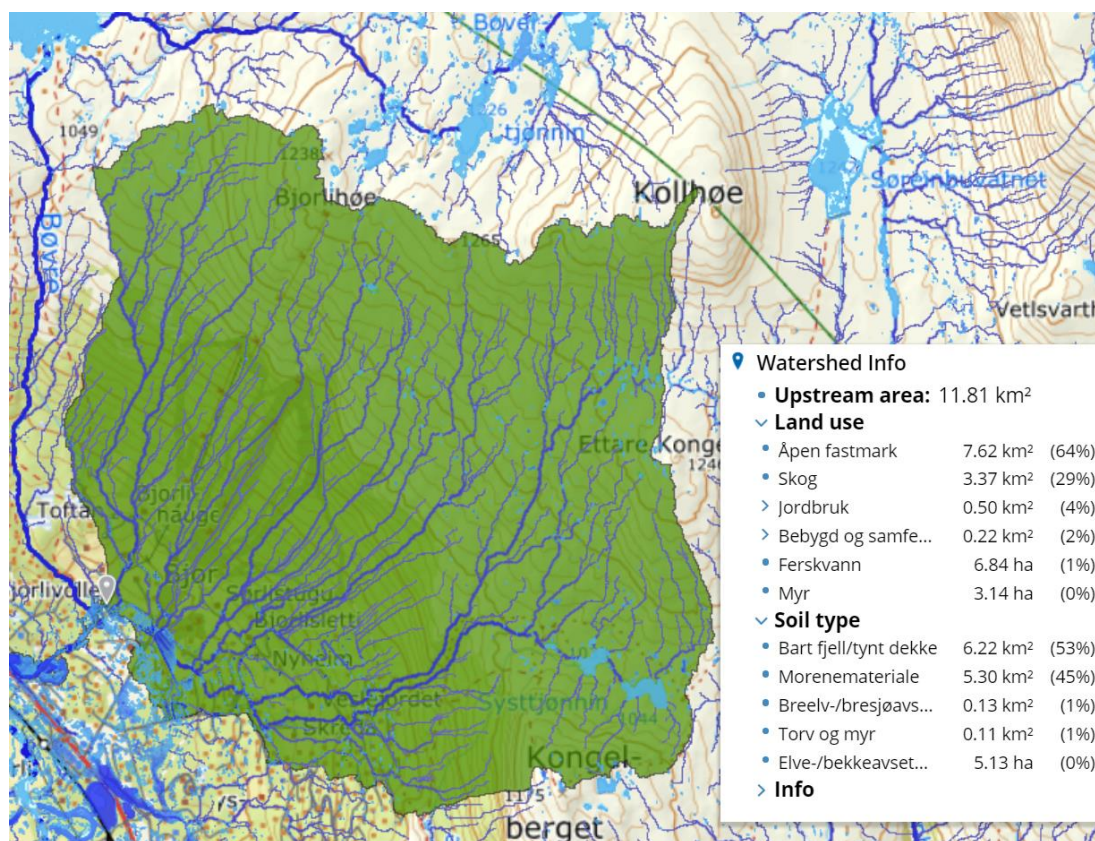


Figur 17: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til bekk B5 (inn mot sentrumsområdet) vest for Veslegrenda.

Bekk ut av planområdet og til Bøvra



Figur 18: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til bekkene B1-B5, som skal drenere ut av sentrumsområdet.



Figur 19: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til bekkene som drenerer ut til Bøvra.

Figur 20: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020.

Figur 21: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020.

3 Analyser

Det er gjort en vurdering av vannmengdene i de ulike bekkene ved dimensjonerende flom, samt kapasiteten til sentrale punkter/stikkrenner i området.

Nedbørfelt og avrenning

Feltparameterne er i enkelte av feltene beregnet ved hjelp av NVE's analyseverktøy NEVINA, men alle bekkene er ikke registrert i NVE's kartregister. Derfor benyttes her analyseverktøyet Scalgo for å estimere feltareal. Resten av feltegenskapene ble i noen av feltene bestemt manuelt, bl.a. ut fra ulike kartgrunnlag.

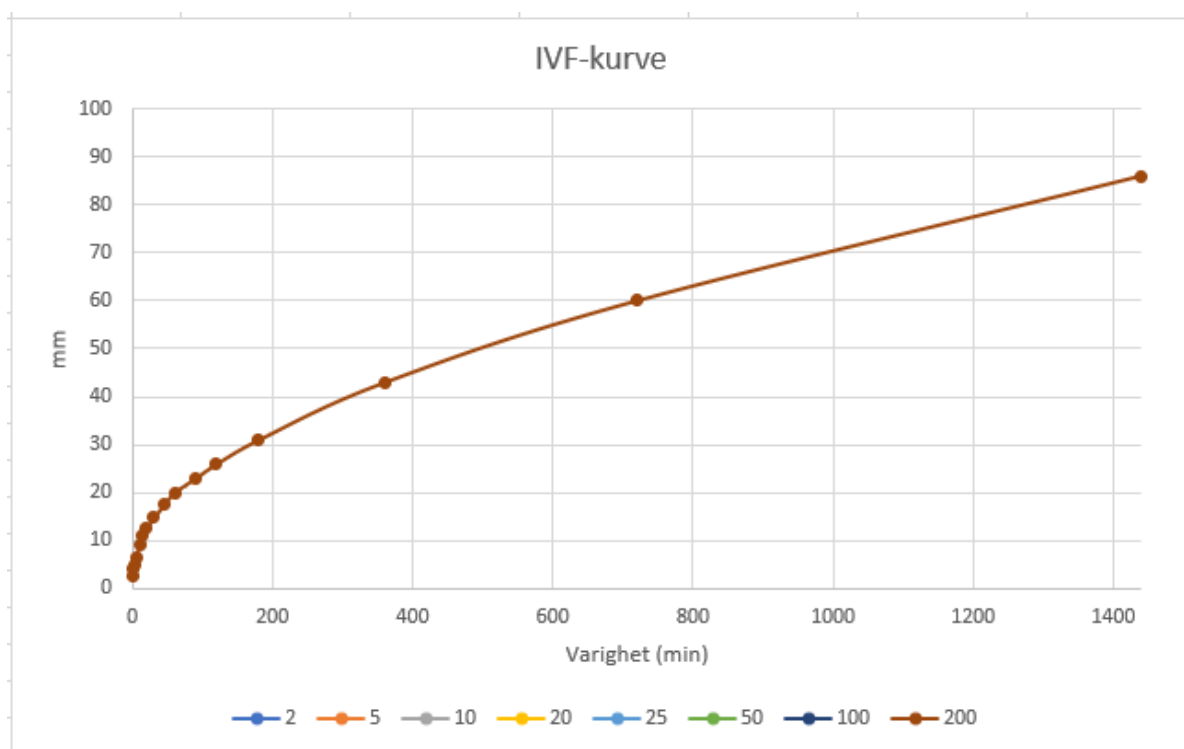
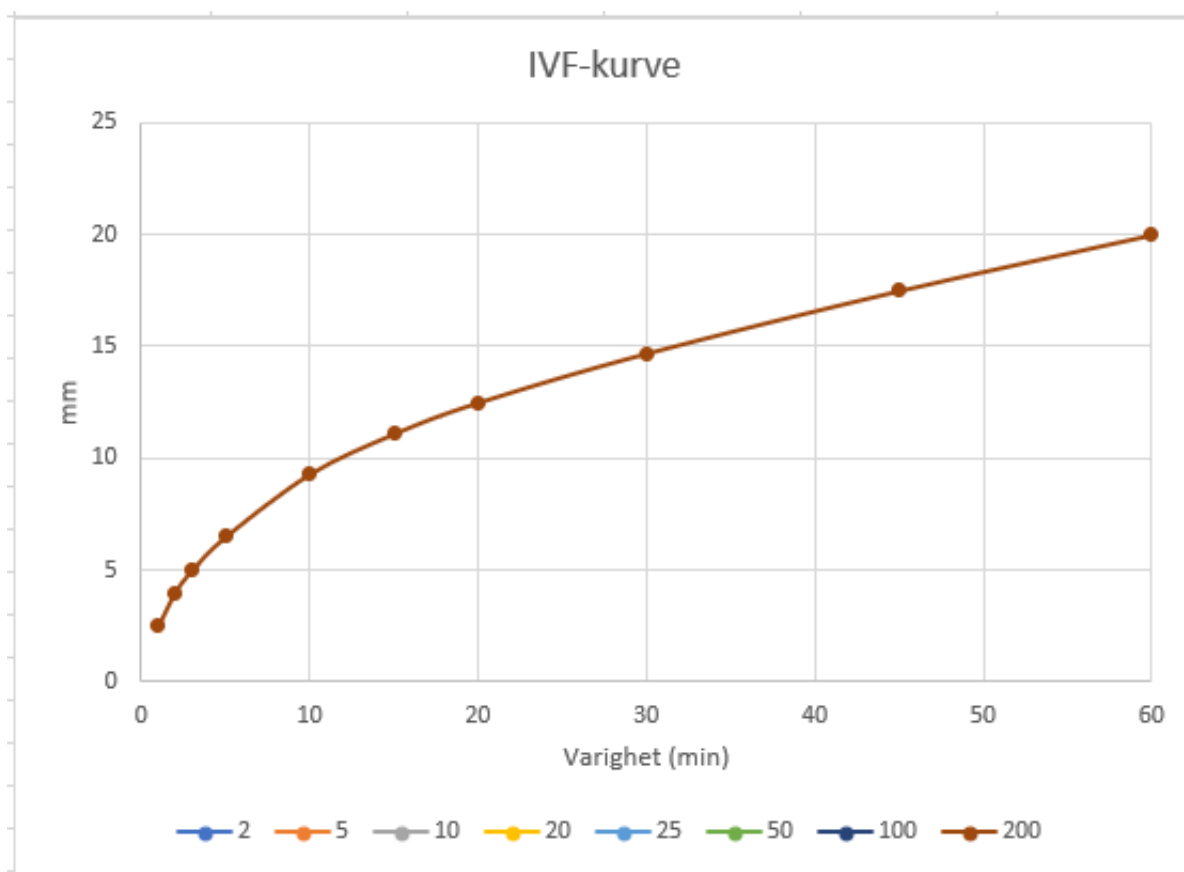
Flomberegning

Det finnes ulike metoder for flomberegning avhengig av tilgjengelige data/observasjoner i området og størrelsen på avrenningsfeltet. Ifølge veileder fra NIFS prosjektet «*Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*» (ref. [1]) bør en vurdere metodene ut fra datagrunnlag i området, men at det er fornuftig å benytte flere metoder (minst to) og sammenligne resultatene før en ev. går videre med en metode. Her er NVEs flomformel (via NEVINA) og den rasjonelle formel benyttet.

Dimensjoneringsgrunnlag

Tilgjengeligheten av observasjoner i området:

Det eksisterer ingen avrenningsstasjoner for så små nedbørfelt i nærliggende områder. Det finnes også få måleserier med god nedbørstatistikk (IVF) som kan benyttes. Nedbørstasjonen på Bjorli har for kort registreringsperiode og beste oppløsning er timesverdier. Det er derfor ikke laget IVF-kurve for stasjonen. Har derfor konstruert en IVF-kurve for Bjorli for 200 års gjentakintervall på bakgrunn av «teoretisk» beregnet kurve fra Norsk Klimaservicesentermålestasjonene (som ikke kan brukes direkte) sammenlignet med IVF-data fra stasjonene Sunndal, Sunndalsøra, Oppstryn og Bråtå. Maks målt nedbør på Bjorli er også tatt hensyn til og jeg har hatt nær kontakt med Meteorologisk Institutt for vurdering av den nye IVF-kurven. Den er også fornuftige i forhold til regionskurven og de «tentative» verdier for 200 års nedbør angitt i rapport fra NIFS prosjektet [2]. Den er derfor vurdert for å være mest realistisk og representativ for Bjorli området, og benyttes i beregningene (se Figur 22).



Figur 22: Nye konstruerte IVF kurver i mm for hhv en time og et døgn, som er benyttet i flomberegningsanalysene.

Den Rasjonelle formel peker seg ut som en aktuell metode å benytte, spesielt da feltene er så bratt og små med lite løsmassedybde. Men en bør også foreta en beregning med NVE's flomformel [3] der det er mulig for å se om resultatene fra den rasjonelle formel ligger innenfor det intervallet som NVE's flomformel gir.

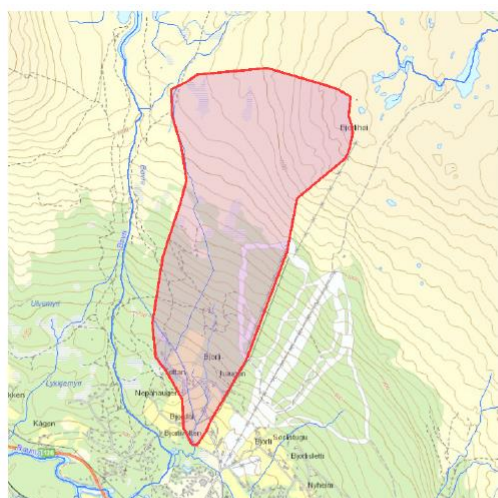
Flomberegning med NVEs flomformel

Metoden er nærmere beskrevet i «Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små nedbørfelt» [3], der flomvannføringen beregnes ut fra normalavrenninga fra området (QN), feltareal, effektiv innsjøprosent og en klimafaktor. Gyldighetsintervallet mht. areal for bruk av metoden er 0,2 - 53 km², så nedbørfeltene til hovedbekkene ligger godt innfor på nedre del av grensenivået.

Beregningene kan nå gjøres direkte via bruk av programmet NEVINA. Lesja kommune har vedtatt å benytte en klimafaktor på 40% ved intens nedbør, og dermed for flomberegninger i små felt. Resultatene for 200-årsflom med klimapåslag varierte da mellom 3400 og 5300 l/s/km². Figur 23 og 24 viser kjøringen for nedbørfelt B0. På bakgrunn av feltegenskapene, så antas riktig verdi å ligge mellom middelerdi og den høyeste verdien i beregningene.

Resultatet blir da for B0:

$$q_{200+kf} = 3290 - 6570 \text{ l/s/km}^2 \sim 5000 \text{ l/s/km}^2$$



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregnpunkt: 147838 E
6922397 N

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

Feltparametere

Areal (A)	2.43	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0	%
Elvleengde (E _L)	3	km
Elvegradient (E _G)	10	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	10	m/km
Helning	12.7	°
Dreneringstetthet (D _T)	1	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	2.9	km

Feltparametere Tilløp

Effektiv sjø - Tilløp (A _{SE,T})	0	%
Feltlengde - Tilløp (F _{L,T})	3	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	9.5	%
Myr (A _{MYR})	3.2	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	34	%
Sjø (A _{SJO})	0	%
Snaufjell (A _{SF})	51.1	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	1.9	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	576	m
Høyde ₁₀	686	m
Høyde ₂₅	805.5	m
Høyde ₅₀	980	m
Høyde ₇₅	1071.5	m
Høyde _{MAX}	1231	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	32.6	l/s*km ²
Nedbør juni	34	mm
Nedbør juli	54	mm
Regn og snøsmelting mai	279	mm
Regn og snøsmelting juni	113	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	67	mm
Regn og snøsmelting november	18	mm
Temperatur februar	-8.2	°C
Temperatur mars	-6.1	°C

1) Verdien er editert

Figur 23: Nedbør-/avrenningsfelt for B0; fra bruk av programmet NEVINA etter noen manuelle korrigeringer av feltgrensen for å få riktigst mulig feltareal.

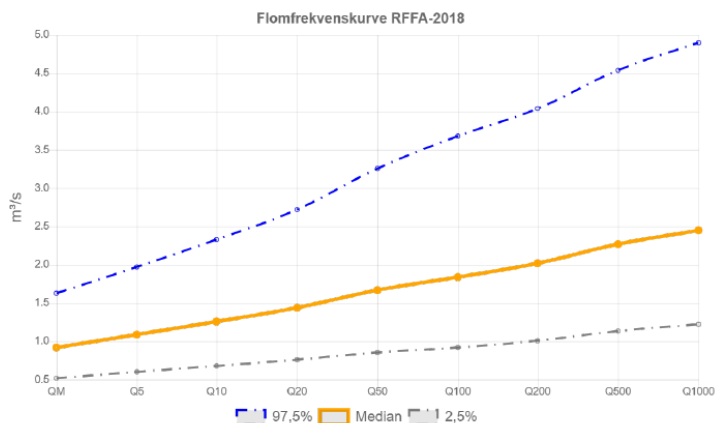
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 103.C2A
Kommune.: Lesja
Fylke.: Innlandet
Vassdrag.: Bøvri
Nedbørfeltareal: 2.43 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenteret.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	379 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Kulminasjonsfaktor	2.07 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	872 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Annet	
Tilførselsflom	Nei -

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.18	1.37	1.57	1.82	2	2.20	2.47	2.66	-
Flomverdier, m³/s	0.9	1.1	1.3	1.4	1.7	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	1.6	2.0	2.3	2.7	3.3	3.7	4.0	4.5	4.9	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.24	1.46	1.70	2.05	2.35	2.70	3.24	3.71	-
Flomverdier, m³/s	2.1	2.6	3.1	3.6	4.3	5.0	5.7	6.9	7.9	8.0
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	3.8	4.8	5.7	6.8	8.5	10.0	11.4	13.7	15.7	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	1.2	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5	2.9	3.4	3.9	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Figur 24: Flomberegninger for nedbør-lavrenningsfelt til B0 ved bruk av NEVINA. Klimafaktor er i dette programmet satt til 40%.

Flomberegning med den rasjonelle metoden

Metoden er nærmere beskrevet bl.a. i Myrabø (1991; [4]), der flomvannføringen beregnes ut fra en avrenningskoeffisient, dimensjonerende nedbørintensitet, feltareal og en klimafaktor. Avrenningskoeffisienten angir hvor stor del av nedbøren som renner hurtig av og bidrar til flomtoppen, og velges i de ulike deler av feltet ut fra tabell med ulike terrengtyper, korrigert for bl.a. løsmassetype og -dybde, samt terrenghelning. Dimensjonerende nedbørintensitet er tatt ut fra den konstruerte IVF-kurven for Bjorli med varighet basert på aktuelle tilrenningstider for vannet som bidrar til flomtoppen og dimensjonerende gjentakintervall basert på krav i TEK17 for sikkerheten i området, som resulterer i 200-års returperiode. I klimaprofil for Møre og Romsdal, samt for Oppland (se www.klimaservicesenteret.no) anbefales det en klimafaktor på minimum 40% på intens korttidsnedbør.

Avrenninga Q for de ulike bekkene er beregnet ved:

$$Q = C \times i \times A$$

- C = avrenningsfaktoren. På bakgrunn av nedbørfeltets egenskaper, nevnt ovenfor, samt tillegg for 200-års flom, er det ut fra beregninger valgt å benytte en avrenningskoeffisient C på 0,7 for B0-B5
- i = dimensjonerende nedbørintensitet i l/(s*ha)
- A = feltareal i ha

Dimensjonerende nedbørintensitet varierer med gjentakintervallet og feltets konsentrasjonstid. Konsentrasjonstida er utregnet ved formelen:

$$t_e = 0,5 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se} = \text{tidsfaktor i minutt}$$

L = lengde av feltet i meter

H = høgdeforskjellen i feltet i meter

A_{se} = effektiv andel innsjø i feltet = 0 (ingen innsjøer)

i = dimensjonerende nedbørintensitet ut fra de konstruerte IVF-verdiene (Figur 22) for Bjorli med 200 års gjentaksintervall ved beregnet konsentrasjonstid for feltet.

Resultatene av beregningene er vist i tabell 1 og verdiene ligger nær verdi for NVE's flomformel beregnet ovenfor. Siste kolonne i tabell 1 viser beregningene for 200 års flom der en tar hensyn til klimaendringene; $Q_{200+klf}$

Dette er de dimensjonerende vannmengdene for alle de aktuelle bekkene i nedre del av planområdet.

Tabell 1: Flomberegninger med den rasjonelle metoden for 200 års flom (Q_{200}), deretter spesifikke verdier (q_{200}) og 200 års flom med klimafaktor ($Q_{200+klf}$).

Bekk	Areal (km ²)	q_{200} (l/s/km ²)	Q_{200} (m ³ /s)	$q_{200+klf}$ (l/s/km ²)	$Q_{200+klf}$ (m ³ /s)
B0	2,24	3500	7,8	4900	11,0
B1	0,90	3800	3,4	5300	4,7
B2	0,76	3700	2,8	5200	4,0
B3	0,95	3700	3,5	5200	4,9
B4	1,93	3700	7,1	5200	10,0
B5	4,70	2500	13,6	3400	19,0

Resultatet viser at stikkrennene i området er helt klart underdimensjonerte i forhold til 200 års flom.

4 Overvannsvurdering i planområdene.

De inngrepene som planlagt utbygging og arealendringer i området medfører vil kunne endre dreneringen og flomavrenningen i og fra området ytterligere. Hvis en ikke etablerer gode dreneringsløsninger og lokaltilpassede tiltak vil dette kunne føre til erosjon, vann på avveie og flomskader, både innen utbyggingsområdet og nedstrøms. Dette bekreftes av tidligere hendelser fra andre hytteområder. Et viktig prinsipp er at en ikke skal øke flomvannføringen til nedstrøms områder. I tillegg bør en unngå å grave i nærheten av de naturlige bekkedragene i området.

Utfordringene i hytteområder generelt består blant annet av for liten kapasitet i bekker, grøfter og stikkrenner nedstrøms de nye utbyggingsområdene. Områder nedstrøms er ofte allerede bebyggt uten noe krav til flom og overvannshåndtering. Dette gjelder også her. For å ikke øke mengde og hastighet på avrenningen, må en derfor gjøre så lite endring som mulig i den naturlige avrenningen, med blant annet fordrøyende overvannstiltak og legge til rette for infiltrasjon.

Da flomvannføringen i nedstrøms områder ikke skal øke, så anbefales det ved fordrøyningsberegninger å ta utgangspunkt i nedbør med 200 års gjentakintervall og en klimafaktor på 40%. I regnenveløp metoden må en benytte nedbørverdier for minst ett døgns varighet. Hvis en opprettholder den naturlige vannbalansen i området, forsinkes flomavrenningen og bedrer fordrøyningen, samt øker infiltrasjonsevnen, så er det lite behov for utregninger.

Viktige prinsipper for overvannshåndteringen i området:

Det bør i utgangspunktet prioriteres åpne og naturbaserte løsninger for overvannshåndtering, og vurdere muligheter for infiltrasjon og fordrøyning. Alle overflater på bakkenivå som skal nyetableres/endres bør være permeable. Rør bør helst bare benyttes der en må krysse veger med stikkrenner ol., eventuelt er dypdrenering et alternativ hvis helt åpne løsninger ikke kan benyttes. Dypdrenering er også svært nyttig i/under grøfter og under stikkrenner der det er mulig og hensiktsmessig for å unngå iskjøving og tetting av dreneringsveier, samt for å redusere erosjon i bratte områder. Det vil også forbedre infiltrasjonen og fordrøyningen i området.

En må se på hele nedbørfeltet til reguleringsplanen; både hva som kan komme fra oppstrøms områder (her bekken forbi området), i utbyggingsområdet og hva som tilføres nedstrøms. Drens-/overflatevann anbefales i utgangspunktet å ledes slik at en får nærmest mulig dreneringsfordeling fra hele området til de nedstrøms områdene som de naturlig gjør før utbyggingen. Unntaket her er at en ikke bør lede noe overvann mot hyttefeltet i øst utenfor planområdet. Det er svært viktig å ha kontroll på erosjonsfare, sedimenthåndtering, frostproblem, overvann og flomvannføring i hele utbyggingsområdet.

Ukontrollerte utslipp til terreng må unngås (gjelder også fra enkeltstående tomter/hytter ol.).

Det må settes av nok plass til drenering og dreneringstiltak.

Hvis en må føre ekstra vann til bekker/andre dreneringsveier i området (og spesielt nedstrøms), så må en gjøre beregninger om de tåler den ekstra belastningen, og ev. gjøre nødvendige tiltak.

Trygge flomveier bør utredes, også mht. utfordringer med frost; kjøving og igjenfrosne stikkrenner.

Det bør utarbeides en plan for hvordan en håndterer en ev. flomsituasjon i utbyggingsperioden, spesielt mht. å hindre erosjon, sedimenttransport og vann på avveie.

For at alle tiltakene skal fungere tilfredsstillende også etter utbyggingen, så bør det utarbeides en drift- og vedlikeholdsplan. Da minimerer en sjansene for flom-/overvannsproblemer, som kan føre til store skader. Erfaringer viser at mangel på drift og vedlikehold er en av de viktigste årsakene til skadehendelser ved både små og store flomsituasjoner.

Menneskeskapte forhold som spesielt må vurderes

Hytter og andre bygninger med tette takflater:

Et godt tiltak er være grønne tak, f.eks. dekt med et tykt lag av torv/jord (30-50 cm), for å ta opp og fordrøye mest mulig vann. Ellers må en ha kontroll på vannet fra konsentrerte taknedløp, f.eks. infiltrere/fordrøye vannet ned i pukkmagasin (helst øverst på tomtene) før det drenerer ut i løsmassene, ev. ledes til nærliggende drenerings-/vegggrøft.

Parkeringsplasser:

Bør ha permeabel overflate av grus el., som armert grus, ev. permeabel drensstein. Hvis det er mulig med fordrøying, f.eks. pukkmagasin under, så bør det vurderes. Drenering videre ledes trygt til nærmeste vegggrøft/dypdreneringsgrøft.

Veger og grøfter:

Blokkering av vannveier må unngås. En må hindre at vann renner på vegbanen over lengre strekninger, noe som kan løses ved utforming av vegoverflaten, lavbrekk og/eller renner på tvers av veger i bratt terreng. Grøftene må ha stort nok volum til å transportere både flom- og snøsmeltevann, samt sedimenttransport. I hellende terreng bør grøftene ha tiltak, f.eks. steinterskler, for å redusere vannhastigheter og erosjon, samt som fordrøyingstiltak. Det anbefales frostfri dypdrenering i alle grøfter, samt under stikkrenner. Dette vil gi drensveier for vannet, fordrøye noe og gi bedre muligheter for infiltrasjon, og være gunstig mot kjøving og isdannelse.

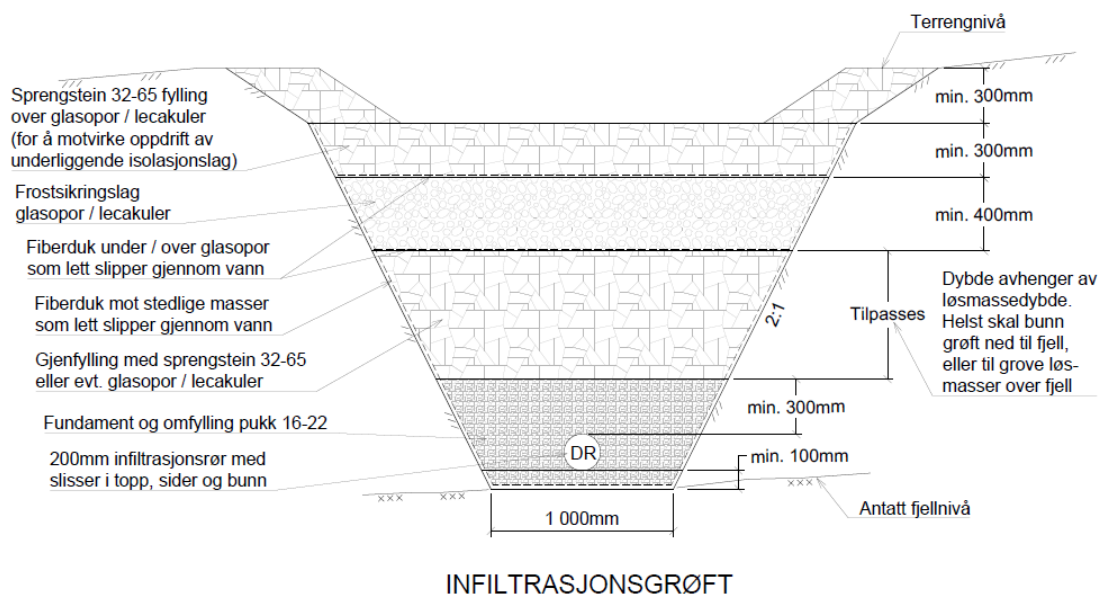
En god løsning er å anlegge VA-traseene (som ofte ligger godt under frostfri dybde) i kombinasjon med dypdrenering i flate partier. Da oppnår en frostfri drenering, fordrøying og infiltrasjon uten å benytte frostsikringslag, samt at en får store volum tilgjengelig til fordrøying. Der VA-grøfter ev. går over til brattere helning må det etableres strømningsavskjæringer i VA-grøftene for å hindre erosjon og utvasking.

Stikkrenner og sedimentproblemer:

Der det er fare for mye sedimenttransport bør en enten planlegge for å føre sedimentene gjennom stikkrenna (og videre) eller sedimentere/stoppe dem noen meter i forkant. Terskel/sedimentasjonsdam med grov rist kan stoppe store steiner, trær/busker ol. Spesielt sårbare stikkrenner (pga fare for tiltetting) bør ha et ekstra rør ved siden av og etablert noe høyere i veifyllinga. Selv om sannsynligheten for sedimenttransport i noen av områdene i utgangspunktet relativt liten, så kan forholdene i anleggsperioden og etterpå endre seg, slik at ev. ulike tiltak da bør vurderes underveis i anleggsperioden. Det er tatt utgangspunkt i at alle stikkrenner under vegene har en dimensjon på minst 600mm, for å få plass til overvann, kjøving og sedimenter. Istedenfor stikkrenner anbefales det platebru el. der det er mulig.

Frostproblemer og drenering:

Hvis en har problemer med frost/kjøving, så bør en anlegge dypdrenering ned under frostsikker dybde. Det bør vurderes å utnytte VA grøfter så mye som mulig i flate partier. Hvis det ikke går eller er ønskelig, så anbefales å bruke Glasopor eller Leca i forbindelse med «dypdrenering» i vegggrøfter (med grov pukk på overflata i grøfta) og ev. for intern drenering i områder med fritidsboliger og andre bygninger. Dette for å unngå frostproblemer, tilfrosne dreneringsveier/stikkrenner og iskjøving, samt for dypdrenering under stikkrenner, samtidig som en fordrøyer vannet. Prinsippskisse for hvordan dette kan gjøres vises i Figur 25. Hvis en ønsker grønn overflate (f.eks. gress), så kan det legges et lag med sandholdig vekstjord med god infiltrasjonsevne som topplag.



Prinsipptegning	
Oppbygging infiltrasjonsgrøft	
Norconsult	Grøftesnitt

Figur 25: Prinsippskisse av grøft for dypdrenering, infiltrasjon og fordrøyning.

Snødeponi:

Lagring av mye snø i området bør unngås. Brøytekanter vil kunne føre til at det er mer snø i grøftene enn ellers, og det er viktig å gi plass til smeltevann om våren. Grøftene må derfor etterses og holdes åpne. Det er en stor fordel at en setter av god plass til grøftene, slik at de har plass til både vann og snø.

Drift- og vedlikeholdsplan:

For å sikre at dreneringsveiene og -tiltakene fungerer tilfredsstillende i en flomsituasjon og ved vinterforhold er det helt avgjørende med gode rutiner for drift- og vedlikehold, og at det da utarbeides en plan for dette. Det er viktig med ansvarliggjøring og beskrivelse av rutinemessig ettersyn, samt når det er behov for vedlikehold, f.eks. rensk, tining ol. Pass også på at det ikke brøytes snø ned i dreneringsveiene.

Vurderinger av lokal overvannshåndtering og flomfare i de enkelte områdene

For å minimalisere faren for økte overvanns-/flomproblemer i og ut av de enkelte planområdene bør en ha en god lokal overvannshåndtering. Bebyggelse og anlegg bør ligge utenfor flomfaresonen til bekkene gjennom områdene. Det bør uansett settes av/beholde en vegetasjonssone på minimum 6 meter langs bekkene. Alt som er nevnt i kapitlene over danner grunnlag for hvor en skal anbefale å drenere og fordrøye vannet. Hvis en slik overvannsplan følges, vil det minimere faren for vann på avveie, erosjon og overvanns-/flomskader internt i planområdene, samt at en ikke øker flomavrenningen til nedstrøms områder.

Drenering, infiltrasjon og fordrøyning

Internt i planområdene bør det legges dypdrenering i grøntarealer mellom enkelte av tomtene og i vegggrøfter, som fordrøyer, infiltrerer og leder overvannet trygt internt i og ut av området. Overvannet ledes ikke direkte ut i bekkene, da en ønsker å oppnå ekstra fordrøyning og infiltrasjon. Tilstrekkelig volum i grøftene er en forutsetning her, minimum 0,5 m bunnbredde og 0,5 m dybde i åpent grøfteprofil. I flate partier anbefales bredere grøfter for å oppnå større fordrøyning. Under veger og innkjøringer er det fordel å benytte klopper/platebruer el. istedenfor stikkrenner. De bør uansett ha god dimensjon, tilsvarende kapasitet som 600x600 mm. Dypdreneringsgrøftene kan med fordel kombineres med VA-grøfter på flate partier. Ved bruk av dypdreneringsgrøfter i kombinasjon med VA-traseer i hellende områder benyttes leirpropper som strømningsavskjærer. Det er også positivt med dypdreneringsgrøftene for å etablere tørrere områder med kontroll på overvannet.

Takavrenning med pukk-magasin bør helst være plassert øverst på de nye tomtene for å unngå ukontrollert avrenning nedstrøms til f.eks. nabotomt. Vi anbefaler grønne tak på alle hytter og ev. om mulig på andre bygg, med størst mulig jorddybde (bedre fordrøyning og mindre sannsynlig for å tørke ut). Hvis ikke det benyttes, så kreves det større volumer og dybder på andre fordrøyningsløsninger. Det er anbefalt permeable overflater på alle parkeringsplassene, samt ekstra fordrøyning i løsmassene under der det er mulig. Takavrenningen fra byggene bør ledes med liten helning på dreneringsgrøfta internt på tomtene, og helst via fordrøyning under parkeringsområdene der det er aktuelt, til nærmeste hovedgrøft.

Da bl.a. fremtidige høydenivåer på terreng, plassering og størrelse på hytter ol., og muligheten for ekstra fordrøyningsvolum under parkeringsplasser ol. ennå ikke er avklart, så blir de foreslåtte tiltakene kun prinsipppløsninger. I tillegg kan tiltakene tilpasses mer de lokale forholdene, bl.a. at det er mye lettere å infiltrere og fordrøye overvann i de flateste partiene.

Interne grøntområder som skal bearbeides bør derfor om mulig være nedsenket. Annen veggrunn bør også være nedsenket og vegggrøfter i hellende terreng bør etableres med terskler.

Overvann fra alle tette flater bør ledes til fordrøyning og infiltrasjon. Det anbefales at overvann som ikke infiltrer nær de tette flatene fanges opp av brede dypdreneringsgrøfter som etableres, om mulig med overløp til forsenkede grøntområder. Grønne friområder kan forsenkes for å bli fordrøynings-/infiltrasjonsområder, og deretter i overløp ledes videre via en flomvei.

I utbyggingsperioden og etterpå må det påses at dreneringsveiene renses for rask, sedimenter el. hvis/når det er behov for det.

Endret tilførsel nedstrøms ved 200-års flomsituasjon pga. utbygging og arealendringen vil være relativt liten dersom de anbefalte tiltakene følges. En har faktisk mulighet til å forbedre situasjonen, også i planområdet.

Drift- og vedlikeholdsplan

For å sikre at dreneringsveiene og -tiltakene fungerer tilfredsstillende i en flomsituasjon og ved vinterforhold er det helt avgjørende med gode rutiner for drift- og vedlikehold, og at det da utarbeides en plan for dette. Det er viktig med ansvarliggjøring og beskrivelse av rutinemessig ettersyn, samt når det er behov for vedlikehold, f.eks. rensk, tining ol.

Det bør lages et skjema der det fylles ut hvem som har ansvar og hva som skal gjøres til ulike tidspunkt, og f.eks. med avkrysning for hva som er gjort når. Generelt bør dreneringsveier og stikkrenner ettersees minst tre ganger pr år; hhv under/i starten av snøsmelteperioden om våren, rett etter snøsmeltingen og seinhøstes før snøfall (september/oktober). Ved behov så foretas vedlikehold og rensk. Dreneringsveiene og spesielt stikkrenner/klopper bør være helt frie for sedimenter og rask, slik at de har tilfredsstillende kapasitet. Et inspeksjonsskjema fylles ut ved hver inspeksjon, bl.a. hva som blir gjort og ev. hva en ser som bør bemerkes. I tillegg avmerkes disse punktene på dreneringskartet (som er vedlegg til skjemaet), slik at en kan gå tilbake og se hva som er gjort hvor og når, og etter hvert få erfaring og kunnskap om hva som er de mest sårbare punktene som ev. trengs ekstra ettersyn ved intens nedbør/flomsituasjoner.

Oppsummerende bestemmelser

- 1) Det etableres avskjærende og dypdreneringsgrøfter i overkant langs nye veger og ev. etablerte veger ved behov. De kan med fordel kombineres med VA-grøfter på flate partier. Ved bruk av dypdreneringsgrøfter og spredegrøfter i kombinasjon med VA-traseer i hellende områder benyttes leirpropper som strømningsavskjæring. Overflatevann og vann i grøft ledes til bekker via fordrøyd løsning underveis i trase.
- 2) Bekkeløpet skal i utgangspunktet ikke røres / «tukles med»; da unngår en mange problemer og farer. Der det er partier/områder der vannet kan ta nye løp / komme på avveie i en flomsituasjon er det bedre å lage en liten flomvoll (som dekkes med stedegent torvlag og vegetasjon) for å lede vannet tilbake til bekkedraget lenger nedstrøms.
- 3) Kryssinger av bekkene bør utføres vinkelrett på bekken med lavbrekk på veien for å unngå at vannet ledes nedover langs veiene dersom kryssingen ev. skulle gå tett/få for liten kapasitet. I stedet for stikkrenner, bør det etableres «klopper»/platebruer. Fordel med disse i forhold til stikkrenne, er at de ikke tettes så lett igjen og har større kapasitet. I for- og etterkant av «platebruer» er det viktig å etablere god erosjonssikring, spesielt i bratt terreng.



Platebru for kryssing av bekk (Veslegrenda)

- 4) I utbyggingsperioden og etterpå må det påses at bekker/flomveier renskes for rask, sedimenter el. dersom det er behov for det.
- 5) Det må settes av/ beholdes en hensynsone på 20 m på hver side langs bekker for å dekke område med potensiell flomfare. Etablering av hytter innenfor denne sonen må ikke utføres uten spesiell vurdering og befarig.
- 6) Det må settes av/ beholdes en vegetasjonssone på minimum 6 meter på hver side langs bekkekrdrag som krysser området.
- 7) Det etableres tette grøfter ved inngripen i myrområder for å hindre drenering av disse. Drenering av og bygging på myr må unngås.
- 8) Uteareal, veger og plasser etableres med permeable overflater.
- 9) Hyttetak etableres med grønt tak og minimum 20 cm jorddybde, men det anbefales opp til 50 cm for god overvannshåndtering. Takavrenning med pukk-magasin anbefales plassert øverst på tomtene for å unngå ukontrollert avrenning ut i nedstrøms bratte partier.
- 10) Skiløypekulverter må legges utenom flomveier/bekker. Skiløyper bør ikke gå langs bekketraser og ikke nærmere enn 6 meter til bekker, unntatt i krysning med bekkene.
- 11) Det må sikres overflateavrenning i skiløyper og heisetrase mot veggrøfter og bekker. Avskjærende grøfter etableres tilnærmet horisontalt langs kotehøyder mot bekker/flomveier.
- 12) Avskoging og ev. planering av nye nedfarter vil endre avrenningsforholdene, slik at dette må vurderes grundig i forhold til avrenning på barmark, påvirkning på løsmasser og overvannshåndtering nedstrøms.
- 13) Under alle innkjøringer/adkomster til tomtene må kapasiteten i grøftene opprettholdes. Det anbefales å utføres som støpt platebru over grøft eller ev. minimum 600 mm kulvert/stikkrenne. Vanngjennomføringer ellers i planområdet skal også ha minimum kapasitet som en stikkrenne med innvendig diameter 600 mm.

5 Vurdering av flomfare i forbindelse med bekkene og anbefalinger

For å minimalisere faren for økte flomproblemer i prosjektområdene og nedstrøms så bør en ha en god overvannshåndtering i de nye områdene (som nevnt ovenfor), samt sette av/beholde en vegetasjonssone på minimum 6 meter på hver side langs de aktuelle bekkedragene en her har vurdert. Vegetasjonssonen sørger for at bekkene får tilstrekkelig plass å drenere på i en flomsituasjon og det blir minimal fare for erosjon og skader. Bekkeløpene bør aldri legges om eller «tukles med»; da unngår en mange problemer og farer. Hvis det er partier/områder der vannet kan ta på avveie i en flomsituasjon er det bedre å lage en liten flomvoll (dekt med stedegent torvlag og vegetasjon) som leder vannet tilbake til bekkedraget lenger nedstrøms. En bør unngå å grave dreneringsgrøfter. Ved innløp og utløp av stikkrenner er det viktig å etablere god erosjonssikring.

Hvis en følger disse generelle anbefalingene, så er det svært liten sjanse for økte flom og erosjonsproblemer, både internt i planområdene og nedstrøms.

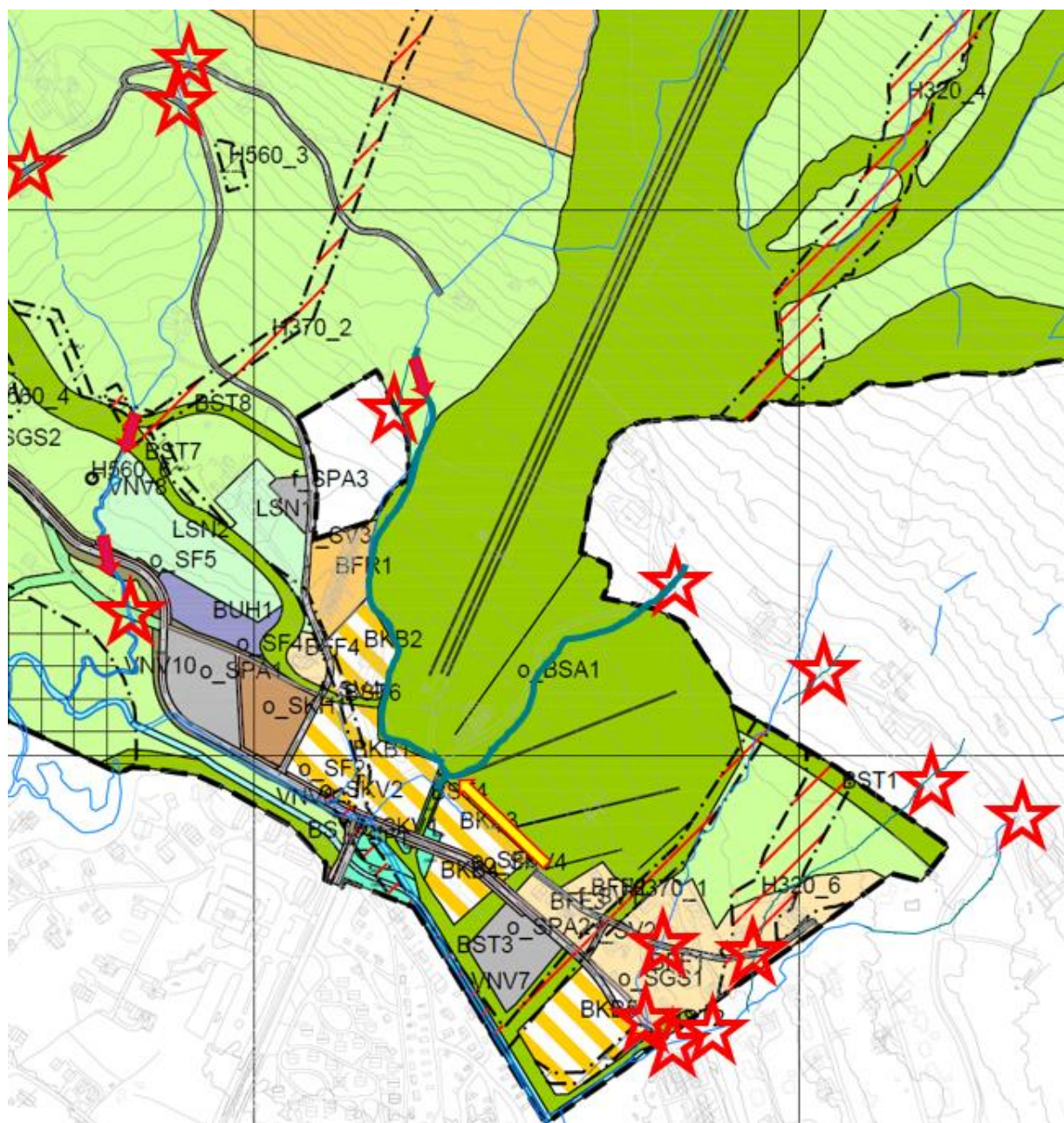
Men de områdene som allerede er utbygd (uten noe krav til flom og overvannshåndtering) har sannsynligvis store utfordringer med flom- og overvannsproblemer, med bl.a. utilstrekkelig kapasitet, fare for erosjon og vann på avveie. Dette er uavhengig av den utbyggingen som skjer i forbindelsene denne planen som er omtalt i denne rapporten. Så i de allerede er utbygde områdene er det være behov for en rekke ulike tiltak for å unngå flomskader. Det anbefales derfor at kommunen får utført en sårbarhetsvurdering i disse områdene.

Nedenfor beskrives spesielle hensyn og/eller tiltak for de ulike stedene i prosjektområdet.

Sentrumsområdet

Her må bekken vest for skianlegget (B1) legges om. Den må legges østover vekk fra høydedraget ved det nye hyttefeltet (med kvit farge i figur 26) og et godt stykke i en forsenkning ute på jordet (der den sannsynligvis har gått naturlig tidligere). Den må også gjenåpnes og utbedres nedstrøm, og ligge helt åpent gjennom og ut av sentrumsområdet. Platebruer/kulverter/stikkrenne i sentrumsområdet må ha tilstrekkelig kapasitet. Bekken øst for skianlegget (B2) legges også om og gjenåpnes. Bekkeløpet utbedres og renskes, og må ligge helt åpent gjennom BSA1 og ut av sentrumsområdet, hvor den får samløp med B1. Eller viser figur 6 at det er svært mange sårbare punkt langs/i bekkestrengene, spesielt eksisterende stikkrenner som har alt for liten kapasitet og er for dårlig driftet/vedlikeholdt. På befaring så en også at mange var nesten helt tettet igjen på grunn av snøbrøyting ut i bekken. Øst for skianlegget er det også flere nye hytteområder og lokale veier som har ført til mange sårbare områder, som ikke er vist på kartet. Så i disse bekkene er det i dag stor fare for vann på avveie, erosjon og flomskader nedstrøms. Med hensyn til fare for skader i planområdet, så bør minimum alle steder markert med røde stjerner i figur 26 utbedres/skiftes ut. Det er spesielt anbefalt en avskjærende dypdreneringsgrøft ovenfor utbyggingsområdet rett øst for B2 i tilfelle vann på avveie fra oppstrøms områder. Stikkrenne markert med to stjerner øverste i figur 26, i bekken vest for sentrumsområdet (B0), er også kritiske i forhold til utvasking av vegen nedover og flomskader i den vestlige delen av sentrumsområdet.

Det er også mye massetransport i bekkene, så det anbefales å planlegge ulike sedimentasjonstiltak, hovedsakelig et stykke i forkant av ulike bekkekryssninger.

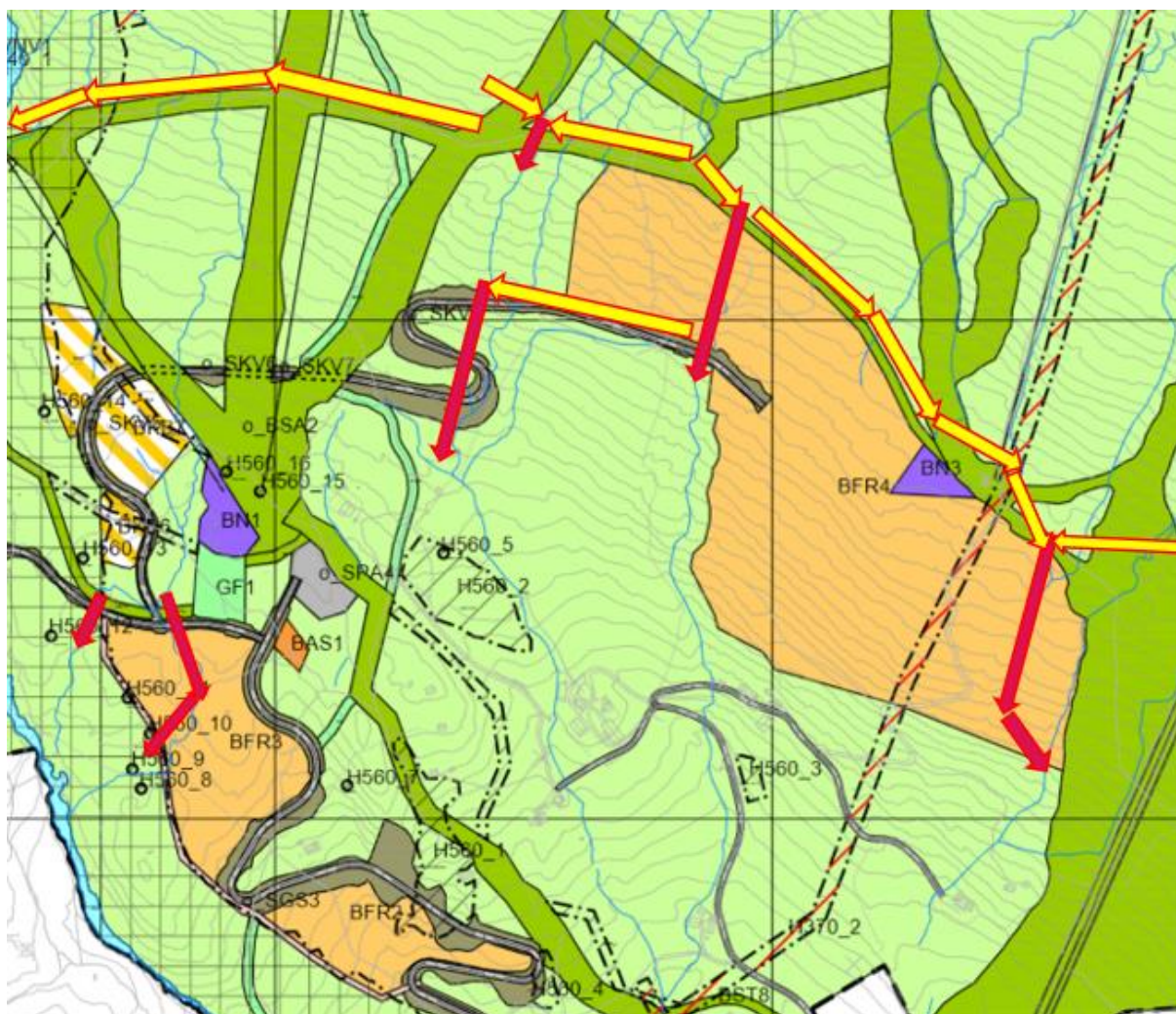


Figur 26: Plankart for sentrumsområdet. Blå-turkise linjer viser anbefalt bekkeomlegging for B1 og B2, røde stjerner er sårbare stikkrenner, røde piler er nye krysningspunkt for bekkene hvor en må ta ekstra hensyn og gul pil er anbefalt avskjærende dypdreneringsgrøft.

Områdene øst for Bøvra

Planområdet rett øst for Bøvra blir bare berørt av flombekker med relativt lite feltareal, men her er det en del store myrområder som det må tas hensyn til. For å unngå flomavrenning og vann på avveie ovenfra, bl.a. på grunn av menneskeskapte grøfter, samt opprettholde tilnærmet naturlig vannbalanse i myrene, så anbefales det avskjærende dypdreneringsgrøfter i relativt lang avstand oppe i lia. Det er da hensiktsmessig å etablere dem i overkant av de planlagte skiløype traseene som vist i figur 27, slik at de også leder flomvannet kontrollert og fordrøyd ut i Bøvra. Det er viktig å ikke bygge på myrområdene og at flomveiene i området bevares/ikke bygges ned/legges om. Røde piler viser hvor de viktigste flomveiene drenerer ut mot Bøvra

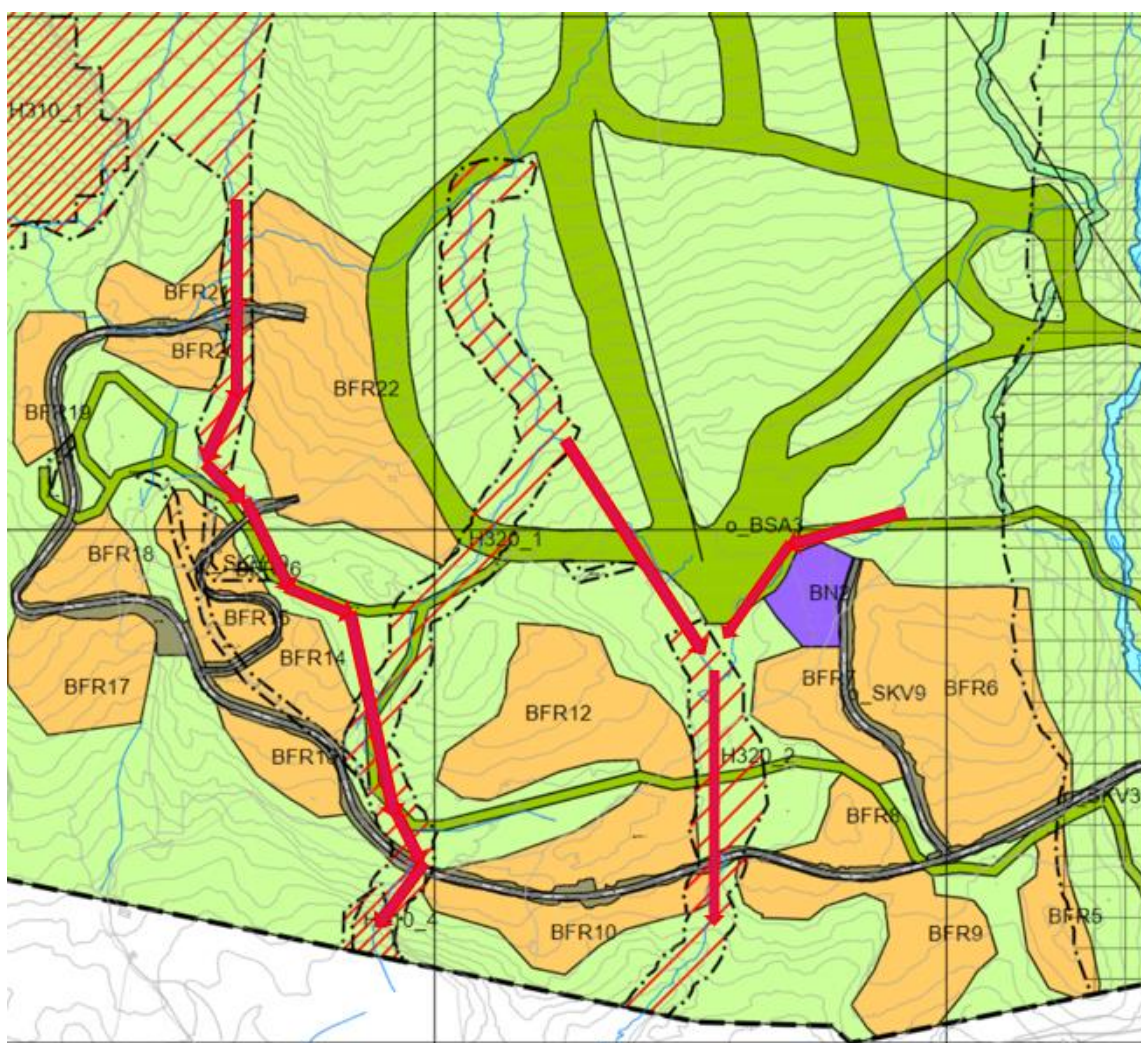
Område BRF4 er ikke befart, så her er vurderingene kun foreløpige ut fra kartstudier og ulike analyser, bl.a. flomveiskart fra Scalgo. Her anbefales at bekkene får drenere fritt gjennom utbyggingsområdene og veiene uten at de blir endret/påvirket, mens flomveiene avskjæres via dypdreneringsgrøfter i overkant av de planlagte skiløype traseene, som vist i figur 27. Flomveiene ledes da trygt til nærmeste bekk.



Figur 27: Plankart for områdene øst for Bøvra. Røde piler er nye krysningspunkt for bekkene hvor en må ta ekstra hensyn og gul pil er anbefalt avskjærende dypdreneringsgrøft.

Områdene vest for Bøvra

Planområdet rett vest for Bøvra er ikke befart, så her er vurderingene kun foreløpige ut fra kartstudier og ulike analyser, bl.a. flomveiskart fra Scalgo. Det er også her en del store myrområder som det må tas hensyn til. Her anbefales at bekkene får drenerer fritt gjennom utbyggingsområdene og veiene uten at de blir endret/påvirket, som vist med røde piler i figur 28. Det ser ikke ut for at utbyggingsområdene påvirkes så mye av flomveier her, men de må sees nærmere på ved befaring senere. Da må en også vurdere om det er behov for avskjærende dypdreneringsgrøfter i overkant av de planlagte hytteområdene eller skiløype traseene. Vannveiene (lyseblå linjer i figur 28) som går noenlunde parallelt med høydekotene bl.a. gjennom BFR22 og BFR21, er sannsynligvis menneskeskapte grøfter. Det samme er sannsynligvis aktsomhetsområdet gjennom H320_1 i figur 28. Det må avklares på befaring. Flomveien ut av myrområdet nord for BFR18, som drenerer rett øst for BFR18 og BFR17 må også sjekkes ut.



Figur 28: Plankart for områdene vest for Bøvra. Røde piler er nye krysningspunkt for bekkene hvor en må ta ekstra hensyn og gul pil er anbefalt avskjærende dypdreneringsgrøft.

Referanser

1. Stenius, S., Glad, P.A., Wang, T.K. og Væringstad, T. (2015): Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE Veileder 7-2015.
2. Førland, E.J., Mamen, J., Dyrddal, A.V., Grinde, L. og Myrabø, S. (2015): Dimensjonerende korttidsnedbør. NIFS rapport 134-2015.
3. Glad, P.A., Reitan, T. og Stenius, S. (2015): Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små nedbørfelt. NIFS rapport 13-2015
http://www.naturfare.no/_attachment/1158413/binary/1086118
4. Myrabø, S. (1991): Flomberegninger. NVE Oppdragsrapport 8-91.
5. SVV Håndbok N200 Vegbygging (2014)

www.klimaservicesenteret.no

www.naturfare.no

www.ngu.no

www.norgeskart.no

<http://nevina.nve.no/>

B01	2021-04-16	Til gjennomsyn	StMyr		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.