Til: Bjorli Utvikling AS

Fra: Norconsult AS v/Steinar Myrabø

Dato 2021-08-31

Flom- og overvannsvurderinger for planområde til Bjorli utvikling

Prosjektområdet som skal vurderes ligger i Lesja kommune. Området ligger både øst og vest for elva Bøvre 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. Hovedfokus var satt på sentrumsområdet (se Figur 3), men er nå utvidet til å gjelde hele planområdet i Figur 2, spesielt de oransje områdene som viser områdene for planlagt bebyggelse med tilhørende veger og de mørkegrønne områdene som viser eksisterende og planlagte løypetraseer. Aktsomhetsområdene for flom, som vist i Figur 4, må sjekkes og hensyntas der det er aktuelt.

Figur 2: Plankart for prosjektområdet sist endret 23.04.2021.

Figur 3: Plankart for sentrumsområdet sist endret 23.04.2021.

Figur 4: Viser utsnitt fra InnlandsGIS med aktsomhetssoner for flom i området.

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 Bøvre, med fokus på planlagt utbygging på de tidspunktene. Det ble også sett på kulverter, bruer, stikkrenner og innløpene under vegene i og rundt sentrumsområdet, samt nedover til utløpet av Bøvre i elva Rauma (se Figur 7). I tillegg befarte Steinar Myrabø den nærmeste delen av skrålia øst for Bøvre helt opp til Bøvervatn bl.a. for å se på menneskeskapte dreneringsveiene 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.

Planen har endret seg flere ganger siden da. Det ble derfor utført nye befaringer av Steinar Myrabø i juli 2021, se Figur 5, for å kunne gi en tilstrekkelig flom- og overvannsvurdering for hele området. På denne befaringen var det kun vannføring i bekkene som fikk vann fra de 4 kunstige kanalene/dreneringsveiene ut av Bøvre; se Figur 6 for plassering av disse. Dette er vatningsveiter for grunneiere i området. Tidligere vurderinger var basert på ulike kartstudier og analyser i disse områdene som nå er utvidet med ny kunnskap fra befaringene.

Oversikt over hovedflomveiene og bekkene i planområdet vises i Figur 8. 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 naturlige feltgrenser. Scalgo baserer seg på laserdata og er mer nøyaktig enn NEVINA i naturlige felt.

Figur 5: Viser sporlogg fra befaringer i juli 2021

Figur 6: De mørkeblå linjene viser de 4 kunstige kanalene/vatningsveitene ut av Bøvre som påvirker hele dreneringssystemet. I tillegg vises traseen for vannledningen til Bakka gård i svart. Den heltrukne linja har Lesja kommune befart, mens den stipla linja er opptegnet etter observasjoner gjort på befaring av Norconsult.

Figur 7: Oversikt over kartlagte stikkrenner (røde sirkler) og bruer (røde firkanter) i sørlige del av området.

Løsmassene i området består i hovedsak av tykk morene i sentrumsområdet og tynn morene videre oppover lia; se Figur 9. Øvre del, hvor de fleste bekkene starter, består hovedsakelig av tynt humus-/torvdekke og bart fjell med stedvis tynt dekke. 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. I utbyggingsområdene vest for Bøvre er det generelt lite løsmasser og store myrområder. Mer myr vil gi noe saktere og spredt avrenning. Utbyggingsområdene ved Flyhaugen, rett øst for Bøvre, preges også av store myrområder.

Feltegenskapene i området og mange små flomveier gjør at det er vanskelig å bestemme feltgrensene eksakt, spesielt i en flomsituasjon. I tillegg er det de 4 tydelige menneskeskapte dreneringsveiene/kanalene (Figur 6), helt til fjells, som endrer de naturlige feltgrensene. Det er to vest for Bøvre og to på østsiden. Det er kun den øverste på vestsiden som har et kunstig uttak fra Bøvre, mens de andre er naturlige. Der er det laget kanaler for å stoppe vannet fra å drenere tilbake naturlig. Kanalene er generelt dårlig vedlikeholdt slik at det er veldig mange sårbare overløpspunkter, så kun de mest iøynefallende ble registrert.

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 flatere partier rett oppstrøms noen av stikkrennene, mens det var mye sedimentert finstoff i de flate partiene i sentrumsområdet. I områdene vest for Bøvre var det generelt lite erosjon og massetransport, og mye avrenning i/gjennom myrområder.

Figur 8: Oversiktskart (fra Scalgo) for hovedbekkene nummerert med rødt og de største flomveiene som berører planområdet.

Figur 9: Løsmassekart, hentet fra NGUs nasjonale løsmassedatabase.

Videre beskrives hver bekk med nedbørfelt, karakteristikk og bilder. Figurnummer til bildene er markert på kart i Vedlegg 1-3.

Bekk Bn1

Det «naturlige» feltarealet beregnet via Scalgo er, som vist i Figur 10, anslått til ca. 7,6 ha. Høydenivået er fra 649 til 726 moh. Feltlengden er 500 meter. Helningen er 15%. Figur 11 – Figur 13 beskriver og viser Bn1. Nedbørfeltet ville strekt seg litt lenger oppstrøms hvis det ikke hadde blitt avskjært av kanalen mot Nystugu. Vått parti i øvre myrområde i tørkeperioden ved befaring tyder på grunnvannstilsig fra lenger oppstrøms enn kanalen.

Figur 10: Flomveiskart til nedbør-/avrenningsfeltet til Bn1 (ved utløp fra planområdet).

Figur 11: Oversikt over og bemerkninger gjort på befaring for bekk Bn1.

Figur 12: Viser gjengrodd drenering og stikkrenne (under traktorvei) i myrområdet i nedre del av Figur 11.

Figur 13: Bildet til venstre viser bekkeløp/myr nedstrøms Figur 12. Bildet til høyre viser myrområdet som Bn1 drenerer fra, der det er veldig fuktig selv i en tørkeperiode.

Bekk Bn2

Det naturlige feltarealet beregnet via Scalgo er, som vist i Figur 14, anslått til ca. 0,45 km². Høydenivået er fra 635 til 1250 moh. Feltlengden er 2500 meter. Helningen er 25%. Figur 15 – Figur 22 beskriver og viser Bn2. Feltgrensene er her veldig vanskelig å anslå, da de inntegnede vannveiene i grunnlagskartet angir at ca. 0,12 km² drenerer mot Nystugu.

Figur 14: Flomveiskart til nedbør-/avrenningsfeltet til Bn2 (ved utløp fra planområdet).

Figur 15: Oversikt over kartlagte stikkrenner (røde sirkler) og bruer (røde firkanter) samt bemerkninger gjort på befaring for bekk Bn2.

Figur 16: Viser Bn2 ved Bakken gård. Til venstre drenerer bekken i ur/blokkige steinmasser oppstrøms jordene.

Figur 17: Viser kunstig dam for uttak til vannforsyning.

Figur 18: Viser den tørre delen av kanalen.

Figur 19: Bildet til venstre viser den lukkete vannledningen som krysser et bekkesig og bildet til høyre viser utløp.

Figur 20: Noen partier på kanalen er bratte med noe erosjon og/eller bart fjell som bildet til venstre viser. Bildet til høyre viser andre deler av kanalen som er mer flate og uten erosjon.

Figur 21: Viser vannledning ut av kulp i Bøvre, som føres til liten dam og kanal. Kanal kan også sees til høyre i bildet.

Figur 22: Viser kulp med vannuttak i ledning.

Bekk Bn3

Det naturlige feltarealet er som vist i Figur 23, anslått til ca. 1,44 km². Høydenivået er fra 640 til 1240 moh. Feltlengden er 2600 meter. Helningen er 23%. Figur 24 – Figur 27 beskriver og viser Bn3.

Figur 23: Flomveiskart til nedbør-/avrenningsfeltet til Bn3 (ved utløp fra planområdet).

Figur 24: Oversikt bemerkninger gjort på befaring for bekk Bn3.

Figur 25: Bilde til venstre viser ett av overløpene ut fra Bøvre og det til høyre viser et av overløpene tilbake til Bøvre.

Figur 26: Bilde til venstre viser stikrysning med lite massetransport. Bilde til høyre viser hvor rolig vannet er i de flatere myrpartiene.

Figur 27: Viser flomvei fra vest og inntak vannledning.

Bekk B0

Feltarealet er som vist i Figur 28 anslått til ca. 2,24 km². Høydenivået er fra 576 til 1231 moh. Feltlengden er 3000 meter. Helningen er 22%. Bekk B0 har to forgreininger som samles nedenfor Bjordal. Bekk fra vest benevnes B0a og fra øst B0b. Figur 29 viser bilder fra flommen i Pinsa 2020. Figur 30 - Figur 42 beskriver og viser bilder fra befaring i 2021.

Figur 28: Flomveiskart til nedbør-/avrenningsfeltet til B0 (ved stikkrenne på grusvei rett vest for parkerings-område).

Figur 29: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020 fra bekk B0b. De to øverste er fra veikrysningen ved Bjorlihaugen hvor flomvannet stod og kokte mot stikkrenna, som var helt dykket. Midtre bilde er fra Bjordal lengre nedstrøms. Nederst sees flomvannet i ferd med renne over og vaske ut gardsvegen på flata nedenfor Bjorlivollen etter samløp med B0a.

Figur 30: Bildene viser to svært sårbare punkt i nedre del av B0. Til venstre er en «falleferdig» provisorisk bru som kan tette bekkeløpet. Til høyre er gjenstander som er stablet i bekkekanten delvis rast ut i bekkeløpet. Dette viser eksempler på hvor viktig det er å beholde en vegetasjonssone rundt bekken uten menneskelig påvirkning, samt at utførte tiltak må ettersees og vedlikeholdes, ev. fjernes før det det går galt.

Bekk B0a

Figur 31: Oversikt over kartlagte stikkrenner (røde sirkler) og bruer (røde firkanter) samt bemerkninger gjort på befaring for bekk B0a.

Figur 32: Bildet til venstre viser vanninntak ved Toftan fra bekk til dam. Bilde til høyre viser bekkeløp ved jordet nedover mot Toftan. Her er løpet erosjonssikra med steiner, men det er svært trangt løp som har liten kapasitet. Slik ser det ut i mange bekkestrekninger i området.

Figur 33: Bildet til venstre viser kryssing av sti med mye vegetasjon og store steiner i flombekker inn i hovedbekk. Bildet til høyre viser stein som er lagt opp midt mellom de to flombekkene. Slik masse gir økt fare for erosjon og massetransport.

Figur 34: Bildet til venstre viser en del av kanalen med trær som ligger over og bildet til høyre viser mye løsmasse i kanalen. Dette gir fare for gjentetting av kanalen og ukontrollerte overløp.

Figur 35: Overløpspunkt tilbake til Bøvre begrenser hvor mye som føres videre i kanal

Figur 36: Overløp fra Bøvre og ut i kanal

Bekk B0b

Figur 37: Oversikt over kartlagte stikkrenner (røde sirkler) og bruer (røde firkanter) samt bemerkninger gjort på befaring for bekk B0b.

Figur 38: Bildet til venstre viser innløp 2x600 mm. Mye sedimenter oppstrøms og nedstrøms. Bildet til høyre viser flomvoll mot jordet. Veldig sårbar med mye massetransport og sedimenter.

Figur 39: Viser kryssing av sti med vanninntak rett oppstrøms, som kan sees oppe til høyre i bildet.

Figur 40: Viser en av drensgrøftene i skibakken oppstrøms B0b. Grøfter med bratt helning har skapt mye erosjon, både lokalt og nedstrøms flere steder.

Figur 41: Viser ulike deler og karakteristikker av kanalen, bl.a. med hhv stor og lite massetransport, fra vannuttaket i skogen og oppover mot snaufjellet. Helt til venstre sees sårbart område for drenering av vann ut av kanalen.

Figur 42: Viser ulike deler av kanalen med stor sårbarhet for drenering av vann ut av kanalen, hhv opp mot og i snaufjellet. På høyre bilde er mye løsmasser gravd ut av kanalen etter pinseflommen i 2020, da det bl.a. på høyfjellet var en rekke brudd på kanalen og vann på avveie med påfølgende erosjonsskader nedstrøms enkelte steder.

Bekk B1

Bekk B1 er eneste bekk vest for hovedskitrekk som ikke får vann inn fra kanaler ut fra Bøvre. Feltarealet er som vist i Figur 43 anslått til ca. 0,9 km². Høydenivået er fra 578 til 1232 moh. Feltlengden er 2710 meter. Helningen er 24%. Figur 44 - Figur 50 viser funn fra befaring og et utvalg bilder som er tatt for å vise de sårbare områdene.

Figur 43: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til B1 (ved bekkelukking i skianlegg).

Figur 44: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020. Bildet øverst til venstre viser flomvann inn mot gardsvegen til garden i bildet rett til høyre (stor stein midt i bilde er markert på kart i Figur 45). Bildene øverst til høyre og til venstre i midten viser omlagt bekk på høydedrag rett ovenfor nytt hyttefelt. Til høyre i midten sees flomvann inn og ned gjennom nytt hyttefelt. Nede til venstre strømmer flomvann på overflata og nesten inn mot fritidsboliger, da stikkrenna ikke har nok kapasitet. Nederst til høyre fosser flomvannet ut over parkeringsområdet nedenfor skianlegget.

Figur 45: Oversikt over kartlagte stikkrenner (røde sirkler) og bemerkninger gjort på befaring for bekk B1.

Figur 46: Bilde til venstre viser mye sedimenttransport og vannledninger direkte ut i nedre del av B1. Bilde til høyre viser samløp mellom bekketrase og opprinnelig trase i fuktig/bløtt område.

Figur 47: Bilde til venstre viser kanal med liten kapasitet. Bilde til høyre viser den store steinen hvor bekken går nedover mot vest (til høyre på bilde), men burde gå inn mot opprinnelig trase mot øst

Figur 48: Bildene viser eksempler fra lia i nærområdet oppstrøms Storåkeren (bildene øverst i Figur 44), med mye tilgjengelige løsmasser for massetransport under flomsituasjoner.

Figur 49: Bilde til venstre viser en av dreneringene fra skibakken som har ført til mye erosjon, massetransport og avlagrede sedimenter. Bilde til høyre viser en av bekkekryssingene av skibakken.

Figur 50: Bildene viser eksempler fra området i bekken oppstrøms den 350 mm bekkelukkingen i skibakken (vist øverst i Figur 45), med mye erosjon og massetransport.

Bekk B2

Feltarealet er som vist i Figur 51 anslått til ca. 0,76 km². Høydenivået er fra 578 til 1242 moh. Feltlengden er 2800 meter. Helningen er 24%.

Figur 51: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til B2 (ved bekkelukking øst for skianlegg)..

Figur 52: Bildene viser situasjonen i Pinsen 2020, dagen før flommen. Oppe til venstre ser en bekken fra stikkrenne gjennom gardsveg/Bjorlivegen og nedstrøm (rett øst for skianlegget). Til høyre viser strekningen før veikrysning via stikkrenne i bratt terreng, sett nedenifra. Nede til venstre sees stikkrenneinnløpet, mens bildet til høyre er tatt fra vegen nedover mot utløp, der en ser utvasking av vegen over stikkrenna.

Bekk B3

Feltarealet er som vist i Figur 53 anslått til ca. 0,95 km². Høydenivået er fra 580 til 1260 moh. Feltlengden er 2800 meter. Helningen er 24%.

Figur 53: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til B3 (ved samløp med B4 øst inn mot sentrumsområdet).

Figur 54: Bildene viser situasjonen i Pinsen 2020, dagen før flommen. Øverst sees inntakene under Bjorlivegen før de går sammen på jordet nedstrøms. De to nederste bildene viser inn (til venstre) og utløp (til høyre) gjennom grusveg nordvest for Veslegrenda rett før samløp med bekk B4.

Bekk B4

Feltarealet er som vist i Figur 55 anslått til ca. 1,8 km² i Scalgo, men analysen får ikke med seg hele arealet, bl.a. ved Nyheim. Via vurdering ut fra feltbefaring anslås arealet til 1,93 km². Høydenivået er fra 580 til 1280 moh. Feltlengden er 3000 meter. Helningen er 23%.

Figur 55: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til B4 (ved samløp med B3 øst inn mot sentrumsområdet) rett vest for Veslegrenda.

Figur 56: Bildene viser situasjonen i Pinsen 2020, dagen før flommen. De to øverste viser innløp (til venstre) og utløp (til høyre) gjennom Bjorlivegen til et av bekkeløpene som møtes rett nordvest for Vetlegrenda. Nederst til venstre sees det andre bekkeløpet ned langs Liarbergvegen, sett opp mot Nyheim. Til høyre sees et svært sårbart område etter samløp av bekkene (rett oppstrøms), sett fra Vetlegrenda og oppover.

Bekk B5

Feltarealet er som vist i Figur 57 anslått til ca. 4,52 km² i Scalgo, men analysen får ikke med seg hele arealet. Via vurdering ut fra feltbefaring anslås feltarealet til bekken nedstrøms Veslegrenda til 4,7 km². Høydenivået er fra 579 til 1383 moh. Feltlengden er 4980 meter. Helningen er 16%.

Figur 57: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til bekk B5 (inn mot sentrumsområdet) ved Vetlegrenda.

Figur 58: Bildet viser situasjonen i bekken forbi Vetlegrenda (sett oppover) Pinsen 2020, dagen før flommen.

Bekk ut av planområdet og til Bøvre

Bekkene B1 til B5 samles til et felles utløp i myrområdet vest for Bjorlivegen via sentrumsområdet av Bjorli. Det er planlagt en større kanal som skal håndtere disse (jf. notat «Vannlinjeberegning og dimensjonering av kanal ved Bjorlivegen», Norconsult 2021). I tillegg har bekk B0 utløp noe lenger vest, og alle bekkene B0-B5 vil ha felles utløp til Bøvre.

Samlet feltareal for bekk B1-B5 er som vist i Figur 59 anslått til ca. 9,39 km². Høydenivået er fra 578 til 1383 moh. Feltlengden er 5200 meter. Helningen er 15,5%.

Figur 59: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til bekkene B1-B5, som skal drenere ut av sentrumsområdet.

Figur 60: Bildene viser flomsituasjonen i Pinsen 2020. Til venstre sees jordet østover fra parkeringsplassen etter samløpet mellom bekkene B3, B4 og B5. B2 kommer inn fra venstre omtrent der P-skiltet står. Høyre bilde viser parkeringsplassen sett fra innkjørselen og nord vestover hvor B1 drenerer inn til hovedbekken ut av området.

Samlet feltareal for bekk B0-B5 er som vist i Figur 61 anslått til ca. 11,81 km². Høydenivået er fra 577 til 1383 moh. Feltlengden er 5400 meter. Helningen er 15%.

Figur 61: Flomveiskart for nedbør-/avrenningsfeltet til bekkene B0-B5 som samlet drenerer ut til Bøvre.

3 Analyser

Det er gjort en vurdering av vannmengdene i de ulike bekkene ved dimensjonerende flom, samt kapasiteten til sentrale punkter/stikkrenner i området. Det er spesielt vanskelig å bestemme vannføring i feltene for bekk Bn1, Bn2, Bn3 og B0 siden vannføringen påvirkes av kanaler ut fra Bøvre. De vil derfor være avhengig av vannføringen i Bøvre, kapasiteten og tilstanden til kanalene, som har store variasjoner i de ulike områdene.

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. Det er derfor konstruert en IVF-kurve for Bjorli for 200 års gjentaksintervall på bakgrunn av «teoretisk» beregnet kurve fra Norsk Klimaservisesentermålestasjonene (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 det har vært nær kontakt med Meteorologisk Institutt for vurdering av den nye IVF-kurven. Den er også fornuftig 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 62).

Figur 62: Nye konstruerte IVF kurver i mm for hhv en time og et døgn, som er benyttet i flomberegnings-analysene.

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 innafor 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 63 og Figur 64 viser kjøringen for nedbørfelt B0. På bakgrunn av feltegenskapene, så antas riktig verdi å ligge mellom middelverdi og den høyeste verdien i beregningene.

Resultatet blir da for B0:

$q_{200+klf}$ = 3290 – 6570 l/s/km² ~ 5000 l/s/km²

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	147838 E 6922397 N

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

Feltparametere			
Areal (A)	2.43	km²	
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%	1
Elvleengde (E_L)	3	km	1
Elvegradient (E_G)	10	m/km	1
Elvegradient $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	10	m/km	1
Helning	12.7	°	
Dreneringstetthet (D_T)	1	km^{-1}	1
Feltlengde (F_L)	2.9	km	

Feltparametere Tilløp			
Effektiv sjø – Tilløp (A_{AE-T})	0	%	1
Feltlengde – Tilløp (F_{F-T})	3	km	1

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*km²
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 63: 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**

Flomestimater 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.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	379	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	2.07	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	872	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-klima}}$
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 64: Flomberegninger for nedbør-/avrenningsfelt til B0 ved bruk av NEVINA. Klimafaktor er i dette programmet satt til 40%.

Flomberegning med den rasjonelle metoden

Metoden er nærmere beskrevet b.la. 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 gjentaksintervall 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-B4 og 0,67 for B5. For hovedbekk ut av området velges 0,65. I feltene vest for Bøvre velges C-faktor 0,5.
- i = dimensjonerende nedbørintensitet i l/(s×ha)
- A = feltareal i ha

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

$te = 0{,}5 \times L \times H^{-0{,}5} + 3000 \times A$ se = tidsfaktor i minutt

L = lengde av feltet i meter
H = høgdeforskjellen i feltet i meter
Ase = effektiv andel innsjø i feltet = 0 (ingen innsjøer)

i = dimensjonerende nedbørintensitet ut fra de konstruerte IVF-verdiene (Figur 62) 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)
Bn1	0,076	4100	0,3	5800	**0,4**
Bn2	0,45	2700	1,2	3700	**1,7**
Bn3	1,44	2500	3,6	3500	**5,0**
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	12	3500	**17,0**
B1 – B5	9,50	2500	23,8	3500	**33,0**
B0 – B5	11,8	2400	28,3	3400	**40,0**

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 bebygd 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 gjentaksintervall og en klimafaktor på 40%. I regnenvelop metoden må en benytte nedbørverdier for minst ett døgns varighet. Hvis en opprettholder den naturlige vannbalansen i området, forsinker 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 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-/veggrøft.

Parkeringsplasser:

Bør ha permeabel overflate av grus el., som armert grus, ev. permeabel drensstein. Hvis det er mulig med fordrøyning, f.eks. pukkmagasin under, så bør det vurderes. Drenering videre ledes trygt til nærmeste veggrøft/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 fordrøyningstiltak. 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, fordrøyning og infiltrasjon uten å benytte frostsikringslag, samt at en får store volum tilgjengelig til fordrøyning. 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 veggrøfter (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 65. Hvis en ønsker grønn overflate (f.eks. gress), så kan det legges et lag med sandholdig vekstjord med god infiltrasjonsevne som topplag.

Figur 65: 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. Dette må utredes og beskrives nærmere i en egen detaljplan for hvert område. 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 veggrøfter, 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 dypdrenerings-grøftene 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 prinsippløsninger. 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 veigrøfter 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 renskes 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 anbefalinger til 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 befaring.
6) Det må settes av/beholdes en vegetasjonssone på minimum 6 meter på hver side langs bekkedrag som krysser området. Vegetasjonssonen vedlikeholdes ved å fjerne store trær slik at rotvelt unngås og annen vegetasjon får vokse opp. Bekkeløpet holdes åpent.
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 bekketraseer og ikke nærmere enn 6 meter til bekker, unntatt i krysning med bekkene.
11) Det må sikres overflateavrenning i skiløyper, nedfartsløyper og heistrase mot veggrøfter og bekker. Avskjærende grøfter etableres tilnærmet horisontalt langs kotehøyder mot bekker/flomveier for å unngå erosjon. Hvis det er mye sedimenttransport etableres sedimentasjonstiltak før krysning.
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.
14) Overvann fra delområdene skal dreneres tilnærmet horisontalt ut i nærliggende bekketrase i tilhørende nedbørfelt, eventuelt i myrområder, via spredegrøfter som etableres utenfor vegetasjonssonen.

5 Vurdering av flomfare i forbindelse med bekkene og anbefalinger

For å minimalisere faren for økte flomproblemer i prosjektområdet 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.

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 forbindelse med denne planen som er omtalt i denne rapporten. Så i de allerede utbygde områdene er det behov for en rekke ulike tiltak for å unngå flomskader. Det anbefales derfor at kommunen får utført en sårbarhetsvurdering i disse områdene.

De kunstige dreneringsveiene/kanalene oppstrøms planområdet har veldig mye å si for flomfaren. Trolig er disse etablert for å sørge for vannforsyning til gårdene i området. Dreneringsveiene veksler mellom å være kunstige og gå i naturlige bekkeløp. Det finnes en rekke vannuttak langs disse, eller i bekkene de føres til. Dreneringsveiene/kanalene er generelt dårlig vedlikeholdt og har svært mange sårbare punkter hvor vannet drenerer ukontrollert ut av kanalene. Om kanalene er viktige å beholde for grunneiere i området må de utbedres og deretter vedlikeholdes og sikres minimum en gang i året. Det bør lages kontrollerte overløp som føres tilbake til eksisterende bekker eller til flomveier som har avsatt hensynssone gjennom planområdet. Hvis vannet i kanalene kan begrenses er det også flere steder mulig å avskjære og la vannet drenere tilbake til Bøvre, og kun føre en kontrollert liten mengde ut i kanalene. Dette vil gjøre at små flomvoller/avskjæringsgrøfter oppstrøms utbyggingsområder og veier kan være tilstrekkelig sikring for flomvann utenom bekkedragene.

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

Sentrumsområdet (Bekk B0, B1, B2, B3, B4 og B5)

Stikkrenne markert med to stjerner øverst i Figur 66, i bekken vest for sentrumsområdet (B0), er kritiske i forhold til utvasking av vegen nedover og flomskader i den vestlige delen av sentrumsområdet. I nederste stjerne/stikkrenne må det sikres at vann ikke drenerer ned langs vegen mot sentrumsområdet. Ved å ha forsenkning på Gårdsvegen og en steinvoll som hindrer vannet å drenere nedover grøft på østsiden av vegen. Både B0a lengst vest og B0b med to veg krysninger bør sees nærmere på mht tiltak. Spesielt er B0b svært sårbar mht vann på avveie ut på Gardsvegen mellom Bjordal og opp mot Bjorlihaugen. Her må flomvollen oppstrøms Bjordal langs Gardsvegen forbedres, og en avskjæringsgrøft sør for Bjordal må vurderes for å føre flomvannet tilbake i elva før Bjorlivollen. Avskjæringsgrøften er vist med gul pil i Figur 66. Bekken vest for skianlegget (B1) anbefales å legges om. Den må legges østover vekk fra høydedraget ved det nye hyttefeltet (med kvit farge i Figur 66) og et godt stykke i en forsenkning ute på jordet (der den sannsynligvis har gått naturlig tidligere, se Figur 45-Figur 47 for beskrivelse). 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. Ellers viser Figur 7 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 66 utbedres/skiftes ut. Det er spesielt anbefalt en avskjærende dypdreneringsgrøft ovenfor utbyggingsområdet rett øst for bekk B2 i tilfelle vann på avveie fra oppstrøms områder og fra bekkekrysningene av vei helt i øst.

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

Figur 66: 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 Bøvre (Øvre del av bekk B0 og B1)

Planområdet rett øst for Bøvre blir bare berørt av flombekker med relativt lite feltareal, men det er fare for overløp fra kanalene som fører vann ut av Bøvre. Det er også en del store myrområder som det må tas hensyn til. For å unngå flomavrenning og vann på avveie ovenfra, samt opprettholde tilnærmet naturlig vannbalanse i myrene, så anbefales det avskjærende dypdreneringsgrøfter et stykke oppe i lia ovenfor. Det er da hensiktsmessig å etablere dem i overkant av de planlagte skiløype-traseene som vist i Figur 67, slik at de også leder flomvannet kontrollert og fordrøyd ut i Bøvre. Det er viktig å ikke bygge på myrområdene og at flomveiene i området bevares/ikke bygges ned/legges om. Røde piler nede til venstre i figuren viser hvor de viktigste flomveiene drenerer ut mot Bøvre, så her må det være 20 meter hensynssone. Generelt er det mer udefinerte bekker/flomveier i høyden på grunn av flere myrområder. Ved å ha slike avskjærende grøfter vil de kunne håndtere udefinerte bekkeløp.

Hvis grunneiere og kommune avgjør at vannmengden i kanalene kan reduseres, anbefales det å punktere kanalen som drenerer til B0a. Dette gjøres ved å lede vannet fra Bøvre ut i kanalen som før, men på første aktuelle punkt for overløp lages en punktering ved å legge et rør med en dimensjon som gir ønsket vannmengde videre i kanalen, og resterende vann føres tilbake til Bøvre. Det anbefales å ha flere slike kontrollerte overløpspunkter som foreslått i Figur 67. Der hvor bekkene/flomveiene fra overløpene krysser utbyggingsområder avsettes 20m hensynssone.

Bekk B0b og B1 krysser område BFR4. B0 krysser den planlagte veien opp til området. Rundt disse bekkene avsettes 20 meter aktsomhetssone. I vannveiene her er det generelt mye erosjon og sedimenttransport. Ved punkter med mye sedimenter bør det etableres sedimentasjonstiltak i forkant av krysninger. Det anbefales at bekkene får drenere fritt gjennom utbyggingsområdene og veiene uten at de blir endret/påvirket, mens de små flomveiene avskjæres via dypdreneringsgrøfter i overkant av de planlagte skiløype traseene, som vist i Figur 67. Flomveiene ledes da trygt til nærmeste bekk. Det er to flombekker som drenerer til B0a som krysser den planlagte vegen. Den ene ligger helt i utkantet av østre sving og vil gi stor fare for erosjon. Den bør vurderes å legges om og føres til den andre flombekken ved vegtraseen oppstrøms, ellers må vegen legges om. B1 i østre del av BFR4 kan alternativt legges i utkant av planområdet mot skibakken for å utnytte området bedre. I dag går det bekker i begge løp ved de røde pilene, der hovedbekken er nærmest skibakken. Det bør uansett gjøres en del tiltak ved og oppstrøms skiløypa her, med tilnærmet horisontale avskjæringsgrøfter og sedimentasjonstiltak før vannet drenerer videre gjennom og/eller øst for BFR4.

Forslag til tiltak for den øvre kanalen på østsiden av Bøvre er gitt i notat HYD_01_Tiltaksvurdering [6].

Figur 67: Plankart for områdene øst for Bøvre. Røde piler er nye krysningspunkt for bekkene hvor en må ta ekstra hensyn og gul pil er anbefalt avskjærende dypdreneringsgrøft. Blå linjer viser dreneringsveiene. Oransje stjerner viser punkter for kontrollerte overløp. Dreneringsvei for den vestre delen av B1 gjennom/nedstrøms BFR4 er feil i kartgrunnlaget og går rett nedover fra BFR4, som vist med lyseblå strek i figuren. Blå-turkise linjer viser anbefalt bekkeomlegging for B0a og B1.

Områdene vest for Bøvre (Bekk Bn1, Bn2 og Bn3)

I dette området var det mye avrenning i myrområder og lite erosjon. Det er mange små og store myrområder, og det veksler mellom flate og bratte partier. Her anbefales at bekkene får drenere fritt gjennom utbyggingsområdene og veiene uten at de blir endret/påvirket med 20 meter hensynssone, som vist med røde piler i Figur 68.

Flomveien Bn1 ut av myrområdet nord for BFR18 har en god del vann selv om det var relativt tørt andre steder i området. Dette tyder på at det kan være noe grunnvannsig fra lengre oppstrøms. I østre del av BFR17 og BFR18, nedstrøms de to drensveiene ut av myra, er det et myrområde som må tas hensyn til og anbefales å ikke bebygges.

Bekk Bn2 berører den østlige delen av fritidsbebyggelsen i BFR20 og BFR21, og ligger langs planlagt/eksisterende skiløype like nedenfor. Da det kan komme mye flomvann her må bebyggelsen vurderes nærmere i forhold til hensynssonen til bekken. Skiløypetraseen som bl.a. krysser Bn2 er eksisterende trase. Hvis det skal gjøres endringer av skiløypa som krever inngrep i terrenget må skiløypa flyttes, slik at den enten ligger et stykke ovenfor eller nedenfor bekken, med kun en krysning.

Området med hensynssone H320_1 rett nord for BFR12 er en ledning det rant litt vann i (fra Bn3), så det er ingen bekk. Det er derfor ikke nødvendig med 20 meter hensynssone her, men ledningen må ivaretas.

Øvre dreneringskanal ut av Bøvre i Figur 68 går gjennom BFR22 og BFR21/BFR20. Ved BFR22 var kanalen helt tørr på befaringstidspunktet. Det viser at vannet blir borte i overløp nedover kanalen. Kanalen er dårlig mange steder, noe som fører til tilfeldige overløpspunkt. Det anbefales å sikre kanalen med kontrollerte overløp ut i sikrede vannveier. Forslag til overløp er ved de oransje stjernene i Figur 68. Det må også vurderes overløpspunkt tidligere i kanalen.

Det virker som det meste av vannet i/fra den øvre kanalen ender opp i bekk Bn3. Denne bekken samler da svært mye vann. Området har mye ur og grove masser som gir mye naturlig fordrøyning. Det er lite spor etter erosjon og massetransport, bortsett fra i de bratte områdene i kanalen. Ved å vedlikeholde kanalen, ha kontrollerte overløp fra den øvre kanalen og ha 20 meters hensynssone rundt bekk Bn3 kan de nærliggende områdene for fritidsbebyggelse sikre seg mot store flomproblemer.

Figur 68: Plankart for områdene vest for Bøvre. Røde piler er nye krysningspunkt for bekkene hvor en må ta ekstra hensyn. Blå linjer viser dreneringsveiene. Oransje stjerner viser punkter for kontrollerte overløp.

Faresoner for flom

Som et resultat av befaring og forslag til tiltak i rapporten avsettes 20 m faresoner slik som plankartet i Figur 69 viser. De fleste av NVE's aktsomhetsområder i Figur 4 er videreført, foruten et lite område som er fjernet, se Figur 69. I denne aktsomhetssonen var det kun en vannledning og ingen tegn til bekkeløp med vannføring. I tillegg er det lagt til noen områder for å sikre seg mot øvrige flomveier/bekker. Det er ingen forbud mot bebyggelse innenfor faresoner, men det må gjøres videre vurderinger og beregninger i detaljreguleringen før det tillates. Det skal allikevel alltid avsettes 6 meter vegetasjonssone.

Figur 69: Plankart med forslag til faresoner for flom i området. Gule linjer er soner som foreslås fjernet. Grønne linjer er soner som foreslås å legges til.

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., Dyrrdal, 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)
6. Myrabø, S. (2020) HYD_01_Tiltaksvurdering.

www.klimaservicesenteret.no

www.naturfare.no

www.ngu.no

www.norgeskart.no

http://nevina.nve.no/

Vedlegg

Vedlegg 1

Vedlegg 2

Vedlegg 3

J06	2021-08-31	For bruk	KinSve	StMyr	PEHKI
B05	2021-08-27	Til gjennomsyn	KinSve	StMyr	PEHKI
B04	2021-08-15	Utvidelse	KinSve	StMyr	
J03	2021-04-26	Gjennomgått av OL	StMyr	ToGri	PEHKI
B02	2021-04-28	For bruk	StMyr	ToGri	
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.

Vedlegg 1

Vedlegg 2

Vedlegg 3

42b
42a
41b
41a
36
35
34a
40
33b
33a
39
34b
32b
38b
50
49b
29b
32a
29a
49a
38a
48b
29c
44a
48a
30a
44b
47b
44c
47a
30b
46b
44d
29d
44e
46a