

Lillehammer kommune

# ► Sårbarhetskartlegging av bekker på Vingnes

Vottestadbekken, Øyresbekken og Ravnumsbekken

Oppdragsnr.: 5192904 Dokumentnr.: 1 Versjon: B01 Dato: 2019-11-08



**Oppdragsgiver:** Lillehammer kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Anders Breili  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Bryggerigata 1, 2609 Lillehammer  
**Oppdragsleder:** Steinar Myrabø  
**Fagansvarlig:** Steinar Myrabø  
**Andre nøkkelpersoner:** Tonje Grini, Karoline Mittet Brøste

B01	2019-11-08	For info/kommentar hos eksterne parter	ToGri	StMyr	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 AS. 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.

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>8</b>
2.1	Nedbørsfelter	8
2.2	Aktsomhetssoner for flom og skred	9
2.3	Beregning av flomvannføring	12
2.4	Geologi	13
2.5	Infrastruktur og andre sårbarheter	14
2.6	Kapasitet og sårbarhet ved kulverter	14
<b>3</b>	<b>Befaring og kartlegging av bekker</b>	<b>15</b>
3.1	Vottestadbekken	15
3.1.1	<i>Stikkrenner ved Vottestad gård/Vottestadvegen (E)</i>	16
3.1.2	<i>Kryssing med Hovslivegen (D.1)</i>	17
3.1.3	<i>Sideløp via drenggrøft – Lavbrekk/stikkrenne gjennom Hovslivegen (D.2)</i>	19
3.1.4	<i>Strekning mellom Hovslivegen og kulvert ved Vingromsvegen 223 (C)</i>	21
3.1.5	<i>Kulvert ved Vingromsvegen 223 (B)</i>	22
3.1.6	<i>Kulvert under Fv. 331 og E6 (A)</i>	23
3.1.7	<i>Kapasitetsberegning for kulverter langs Vottestadbekken</i>	27
3.2	Øyresbekken	28
3.2.1	<i>Kulvert under innkjøring mot Engen (N)</i>	29
3.2.2	<i>Nærføring og kryssing av Saksumdalsvegen (M)</i>	30
3.2.3	<i>Bekkekryss ved Saksumdalsvegen 333 (L)</i>	32
3.2.4	<i>Kulvert under øvre innkjøring til Finnsveen (K)</i>	33
3.2.5	<i>Kryssing av innkjøring til Vottestadvegen (J)</i>	35
3.2.6	<i>Sideløp krysser av adkomstveg ved Finnsveen og Vottestadvegen (I)</i>	36
3.2.7	<i>Kryssing av traktorveger ved Flata og Sagstuen (H)</i>	38
3.2.8	<i>Nærføring til Saksumdalsvegen ved Heimtun (G)</i>	40
3.2.9	<i>Kulvert oppstrøms Øyrevegen 5 (F)</i>	41
3.2.10	<i>Bru over innkjøring til Øyrevegen 5 (E)</i>	43
3.2.11	<i>Bekkekryss nedstrøms Øyrevegen 5 (D)</i>	44
3.2.12	<i>Bru under Hovslivegen (C)</i>	45
3.2.13	<i>Strekning forbi mindre boligfelt ved Vingromsvegen (B)</i>	46
3.2.14	<i>Kryssing av Fv. 331/E6 (A)</i>	49
3.2.15	<i>Kapasitetsberegninger for kulverter i Øyresbekken</i>	51
3.3	Ravnumsbekken	52
3.3.1	<i>Kryssing av innkjøring ved Øvre Ravnberg og Saksumdalsvegen (H)</i>	53
3.3.2	<i>Nedre kryssing av Saksumdalsvegen ved Ravneberg (G)</i>	55

3.3.3	<i>Kryssing av Saksumdalsvegen nedenfor Nedre Ravnum/Westerngården (F)</i>	57
3.3.4	<i>Gjennom boligfelt ved Vingar (E)</i>	58
3.3.5	<i>Fotballplass mot barnehage (D)</i>	60
3.3.6	<i>Lukking fra Vingar skole og barnehage til Kastrudvegen (C)</i>	63
3.3.7	<i>Kulvert under Kastrudvegen (B)</i>	65
3.3.8	<i>Kryssing av Jørstadmivegen (A)</i>	66
3.3.9	<i>Kapasitetsberegninger for kulverter i Ravnumsbekken</i>	67
<b>4</b>	<b>ROS-analyse</b>	<b>68</b>
4.1	Analysemetode	68
4.2	ROS for Vottestadbekken	69
4.3	ROS for Øyresbekken	70
4.4	ROS for Ravnumsbekken	71
<b>5</b>	<b>Oppsummering tiltak</b>	<b>73</b>
5.1	Generelle tiltak	73
5.2	Spesielle tiltak	73
<b>6</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>78</b>



## Begreper og forkortelser

Sårbarhet	Manglende evne til å motstå virkninger av en uønsket hendelse, og til å gjenopprette sin opprinnelige tilstand eller funksjon etter hendelsen
Konsekvens	Mulig følge av en uønsket hendelse
Sannsynlighet	I hvilken grad det er trolig at en hendelse vil kunne inntreffe
Risiko	Uttrykk for kombinasjonen av sannsynligheten for og konsekvensen av en uønsket hendelse
Stikkrenne	Vanngjennomløp med lysåpning mindre enn 1 m
Kulvert	Vanngjennomløp med lysåpning mellom 1 m og 2,5 m
Bru	Vanngjennomløp med lysåpning større enn 2,5 m

# 1 Innledning

På oppdrag fra Lillehammer kommune har Norconsult gjennomført en sårbarhetskartlegging av tre bekker på Vingnes; Vottestadbekken (også kalt Bulungsbekken i nederste del), Øyresbekken og Ravnumsbekken. Kartleggingen er utført med hensyn på identifisering av sårbare punkt i og ved vassdrag. Figur 1-1 viser hvor bekkene har utløp i Mjøsa.



Figur 1-1: Oversiktskart som viser utløp til de tre bekkene (R=Ravnumsbekken, Ø=Øyresbekken, V=Vottestadbekken)



Sårbarhetskartleggingen er gjennomført ved kartstudier og feltbefaring den 13. mai 2019. Kartstudiene ga en indikasjon på hvilke punkter som er mest sårbare og la grunnlag for hvilke punkter som ble undersøkt på befaringen. Dette dreier seg først og fremst om kulverter og stikkrenner i nærheten av bebygde områder, samt der bekkene går nært inntil veger som er i fare for utvasking ved flom.

I kapittel 3 blir alle befarte punkter gjennomgått fra opprinnelse til utløp av bekken. For hvert punkt er det lagt inn en beskrivelse av punktet, konsekvenser hvis det blir flom ved dette punktet, samt de tiltak man bør vurdere for hvert punkt for å bedre situasjonen.

Kapasitetsberegninger for noen kulverter samt flomberegninger for deres tilrenningsareal er utført. NVEs karttjeneste NEVINA er benyttet for beregning av feltparametre, slik som areal av nedbørsfelt, avrenningsfaktor og flomvannføring. SCALGO Live er også benyttet i noen tilfeller for sammenligning av feltgrenser og som ekstra grunnlag for analyser og beregninger. NVEs beregningsmetode for Flomvannføringer er i rapporten angitt med 40% klimapåslag som er i henhold til Klimaprofil Oppland (Norsk klimaservice, 2016) sin anbefaling for korttidsnedbør (< 3 timer) i små felt (< 20 km<sup>2</sup>).

Kapasiteter til kulverter er hentet fra Håndbok N200 Vegbygging (Statens vegvesen, 2014), og er supplert med nomogrammer fra «Hydraulic design of highway culverts» (U.S. Department of Transportation, 2012). I kulverter der vann kan stuves opp over topp av innløp er kapasiteten i slike tilfeller også beregnet. For kapasitet i kanal er Mannings formel benyttet.

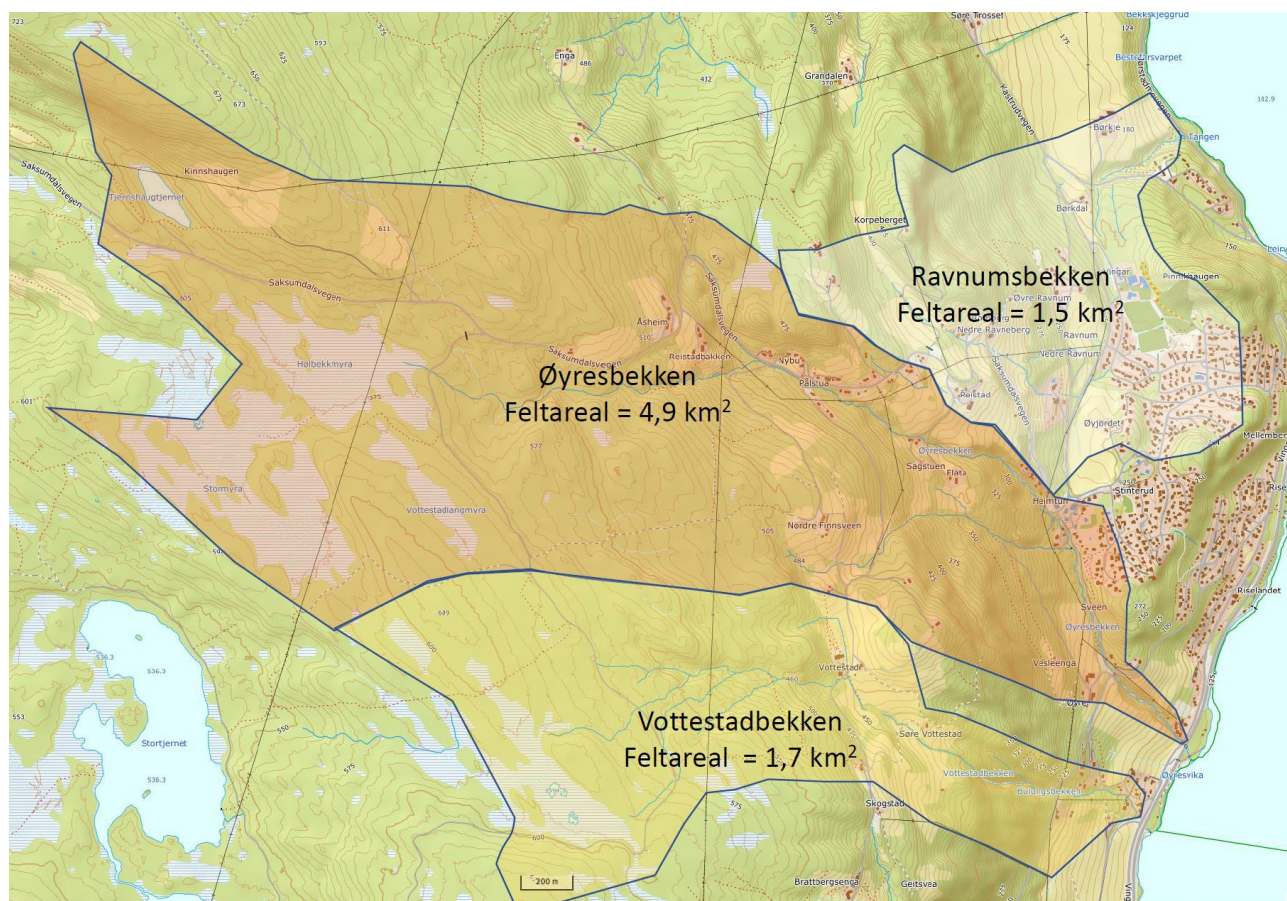
Ved bruk av den rasjonelle metode for utregning av flomvannføringer er IVF-kurver fra målestasjonen på Gjøvik benyttet. Dataene for Sogstad på Gjøvik er tidligere vurdert av Norconsult på Lillehammer til å være en av de beste for regionen og anbefalt benyttet, selv om den ikke har registreringer for de siste tjue årene.

## 2 Bakgrunn

Lillehammer kommune har mottatt støtte fra NVE til å utføre sårbarhetskartlegging av tre sidevassdrag/bekker på Vingnes. Hensikten er å skaffe et grunnlag for utførelse av forebyggende tiltak i bekkene for å forhindre skader ved flom. Sårbarhetskartleggingen skal derfor gi en indikasjon på hvilke tiltak som bør prioriteres.

### 2.1 Nedbørsfelter

Vassdragene med feltgrenser er vist i figur 2-1. Alle bekkene har sitt utløp på vestsiden av Mjøsa. Bekkene har nedslagsfelt som går under NVEs betegnelse «små uregulerte felt». Vottestadbekken og Øyresbekken har relativt langstrakte felter med høy konsentrasjonstid i forhold til areal. Ravnumsbekken har et mer «kompakt» felt hvor konsentrasjonstiden er lav i forhold til areal. Dette har betydning for når flomtoppen oppstår etter en nedbørshendelse og hvor stor flomtoppen blir.



Figur 2-1: Oversikt over feltgrensene til de tre bekkene som det er utført sårbarhetskartlegging for. Alle bekkene har utløp i Mjøsa. (Norgeskart)



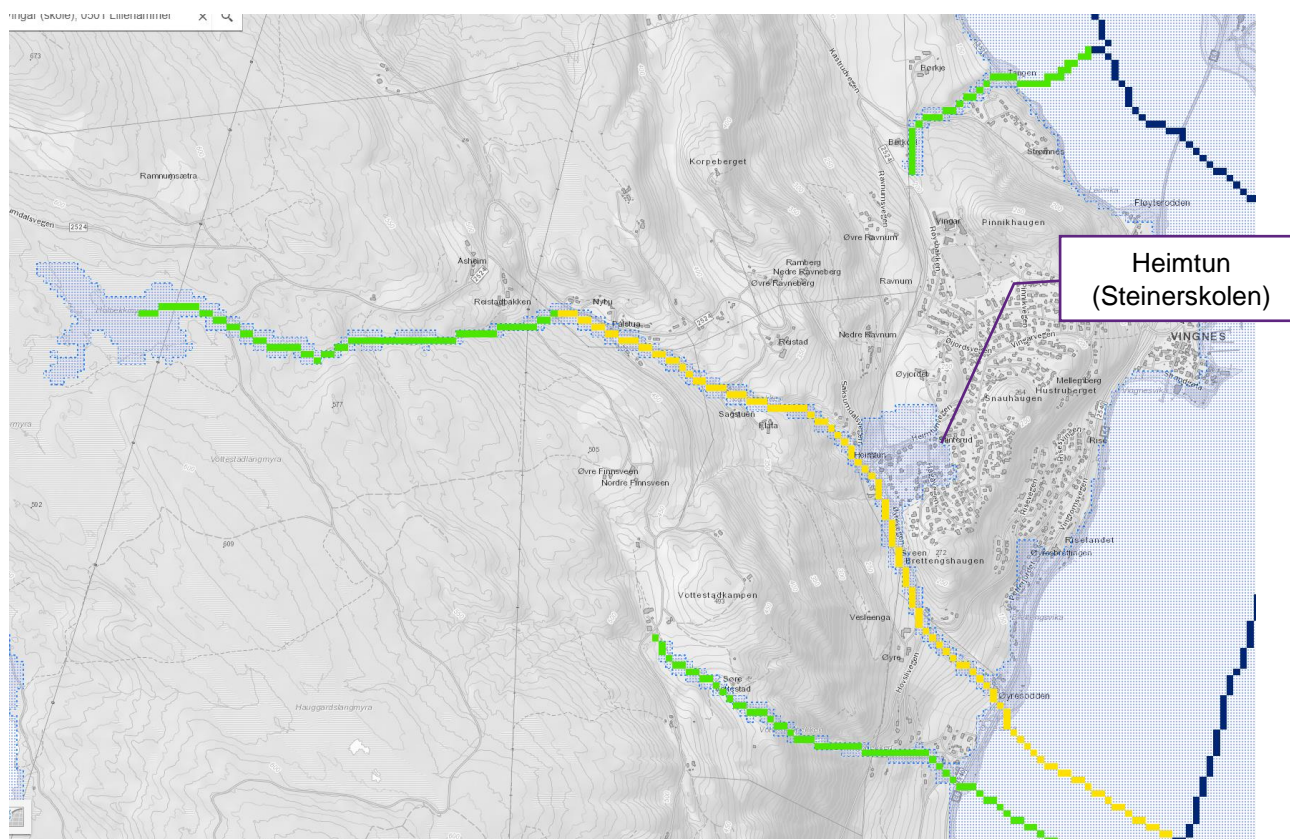
Nedslagsfeltenes arealsammensetning er tilnærmet lik for Øyresbekken og Vottestadbekken, mens Ravnumsbekken har en noe større andel tette flater da feltet er noe mer utbygd. Tabell 2-1 nedenfor viser de fire største landskapstypene og deres andel av feltene. Arealfordelingen vil variere noe mellom delfeltene som det gjøres beregninger på for spesifikke stikkrenner og kulverter.

Tabell 2-1: Arealfordeling innenfor nedbørsfeltene til bekkene.

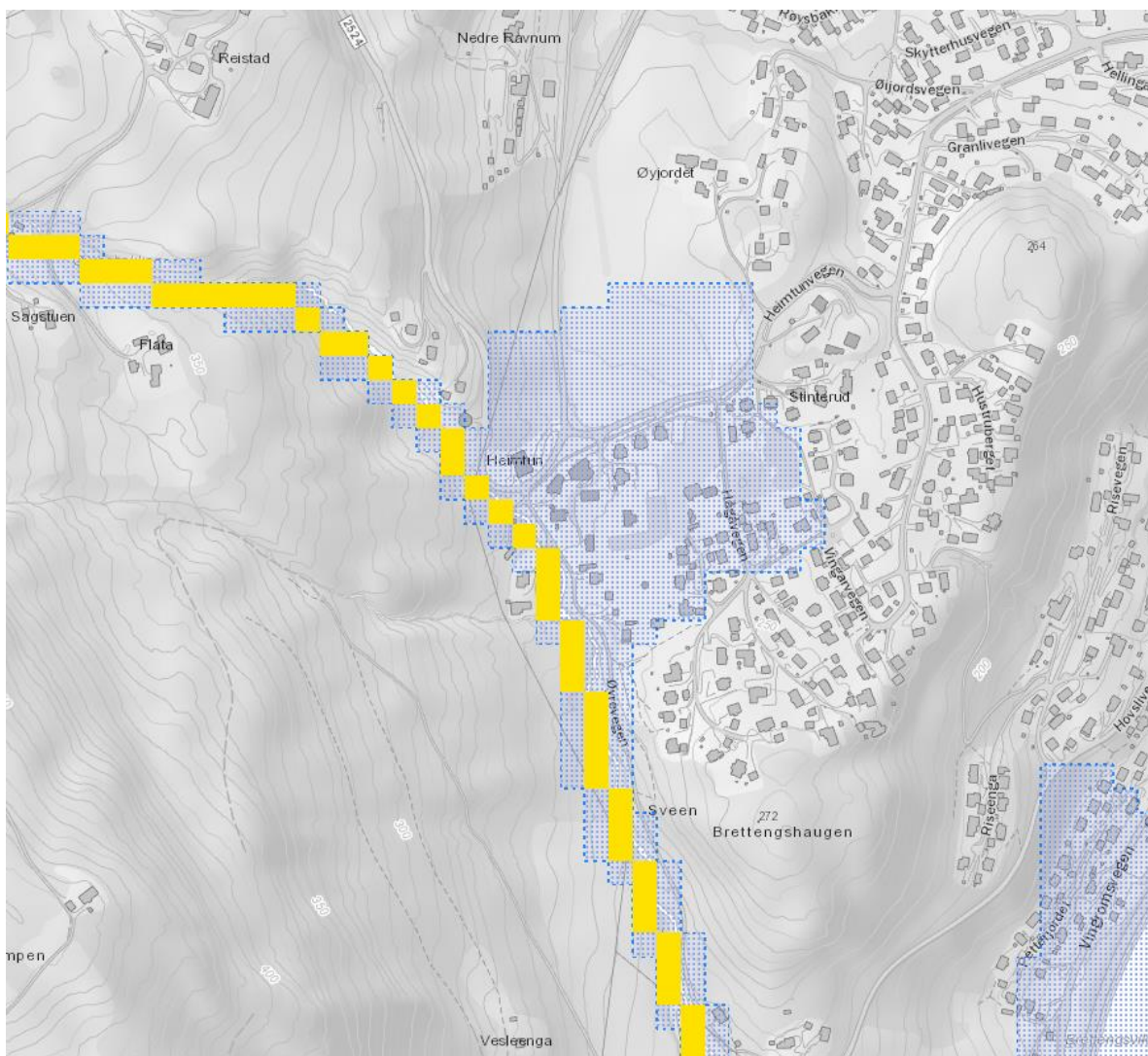
	Vottestadbekken [%]	Øyresbekken [%]	Ravnumsbekken [%]
Skog	76,2	73,0	46,5
Myr	7,4	13,1	0
Dyrket mark	10,8	7,8	23,6
Urban	0,7	0,6	12,8

## 2.2 Aktsomhetssoner for flom og skred

NVE har utarbeidet aktsomhetskart for både flom og skred (jord- og flomskred) som viser hvilke arealer som kan være utsatt for slike hendelser. Det gir en indikasjon på hvor flom- og skredfaren bør vurderes nærmere. Figur 2-2 viser aktsomhetskartet for flom for de tre bekkene som er kartlagt, og Øyresbekken (gul farge) ser utfra dette ut til å utgjøre den potensielt største flomfaren for bebyggelse. Figur 2-3 viser det mest utsatte området som er ved Heimtun og Steinerskolen.



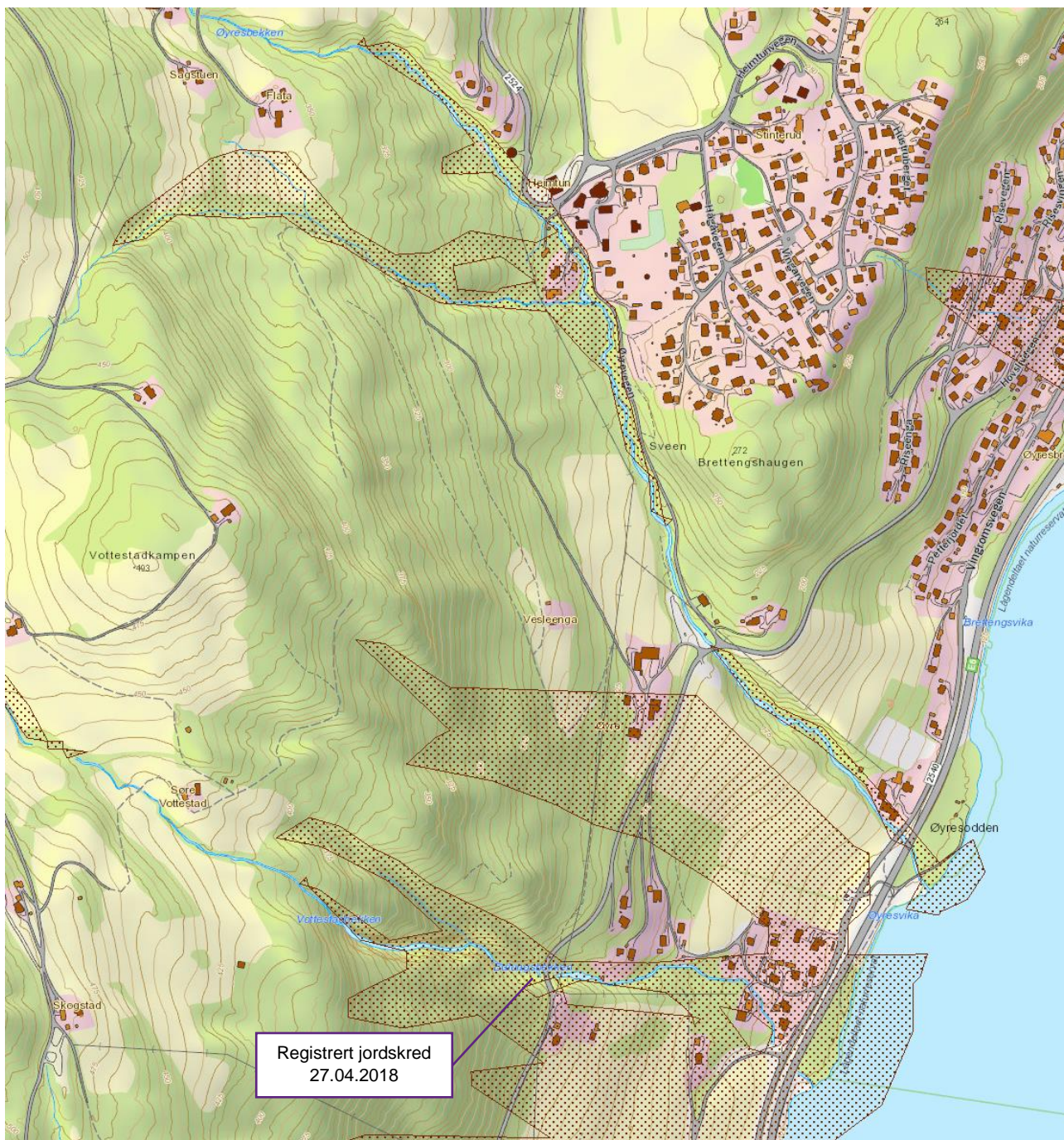
Figur 2-2: Aktsomhetskart for flom (NVE) som viser flomutsatte områder. Gule og grønne linjer indikerer henholdsvis 2-3 m og 3-4 m maksimal vannstandsstigning. Kartet viser at Øyresbekken utgjør den største flomfaren for bebygde områder (ved Heimtun, se kap. 3.2.8). ([www.nve.no](http://www.nve.no))



Figur 2-3: Et større aktsomhetsområde for flom langs Øyresbekken ved Heimtun (se kap. 3.2.8 for vurdering av sårbarhet). ([www.nve.no](http://www.nve.no))

Figur 2-4 viser NVEs aktsomhetskart for jord- og flomskred. Øyresbekken og Vottestadbekken (det er ikke registrert jord- og flomskredfare langs Ravnumbekken) ser begge ut til å kunne utløse skred f.eks. i forbindelse med flom. Bebyggelsen i nedre del av Vottestadbekken ser ut til å være særlig utsatt for skred. Mye nedbør og økt erosjon langs bekker kan være utløsende årsaker til skred. Skred og flom må derfor ses i sammenheng.





Figur 2-4: Aktsomhetskart for jord- og flomskred viser at langs Øyresbekken og Vottestadbekken er det potensielt fare for jord- og flomskred. I Vottestadbekken er det også registrert et jordskred i 2018. (www.nve.no)

## 2.3 Beregning av flomvannføring

To metoder er benyttet for beregning av flomvannføring i bekkene; NVEs formelverk for flomberegning i små uregulerte felt og den rasjonelle metode, som beskrevet i NVEs veileder<sup>1</sup>. Parametere som inngår i NVEs formelverk er feltareal, effektiv sjøprosent og normalavrenning. Flomverdiene i rapporten er hentet fra genererte beregning gjennom NVEs karttjeneste NEVINA.

For den rasjonelle metode benyttes den rasjonale formel,

$$Q = C \cdot I \cdot A \cdot K_f$$

Der Q er vannføring (l/s), I er nedbørsintensitet (L/s/ha), A er areal (ha), C er avrenningskoeffisienten og  $K_f$  er klimapåslaget (i rapporten satt til 1,4). Nedbørsintensiteten, I, er beregnet ved hjelp av IVF-kurven for Gjøvik (hentet fra Norsk Klimaservicesenter) og nedbørsfeltenes konsentrasjonstider som er beregnet med følgende formel,

$$t_c = 0,6 \cdot L \cdot H^{-0,5} + A_{SE} \cdot 3000$$

Der  $t_c$  er konsentrasjonstiden i minutter, L er lengden av feltet (m), H er høydeforskjellen i feltet (m) og  $A_{SE}$  er effektiv sjøprosent.

Det er for flomberegninger vha. rasjonell metode anslått at avrenningskoeffisienten C har verdi på ca. 0,4 (noe høyere for Ravnumsbekken enn de øvrige), men at den varierer noe i forhold til hvilket gjentaksintervall man beregner vannføring for. Tabell 2-2 og 2-3 viser noe av grunnlaget som er benyttet for å beregne avrenningskoeffisienten. I tillegg er det tatt hensyn til løsmassestype og helning i feltene.

Tabell 2-2: Avrenningskoeffisienter hentet fra veileder fra Statens Vegvesen

Arealtype	Avrenningskoeffisient ( $\phi$ )
Tette flater (tak, asfalterte plasser/veger og lignende)	0,85- 0,95
Bykjeme	0,70 - 0,90
Rekkehus-/leilighetsområder	0,60 - 0,80
Eneboligområder	0,50 - 0,70
Grusveier/-plasser	0,50 - 0,80
Industriområder	0,50 - 0,90
Plen, park, eng, skog, dyrket mark	0,30 - 0,50

Kilde: Trondheim og Bergen kommune

Arealtype	Avrenningskoeffisient ( $\phi$ )
Betong, asfalt, bart fjell og lignende	0,6 - 0,9
Grusveger	0,3 - 0,7
Dyrket mark og parkområder	0,2 - 0,4
Skogsområder	0,2 - 0,5

Kilde: Statens vegvesen

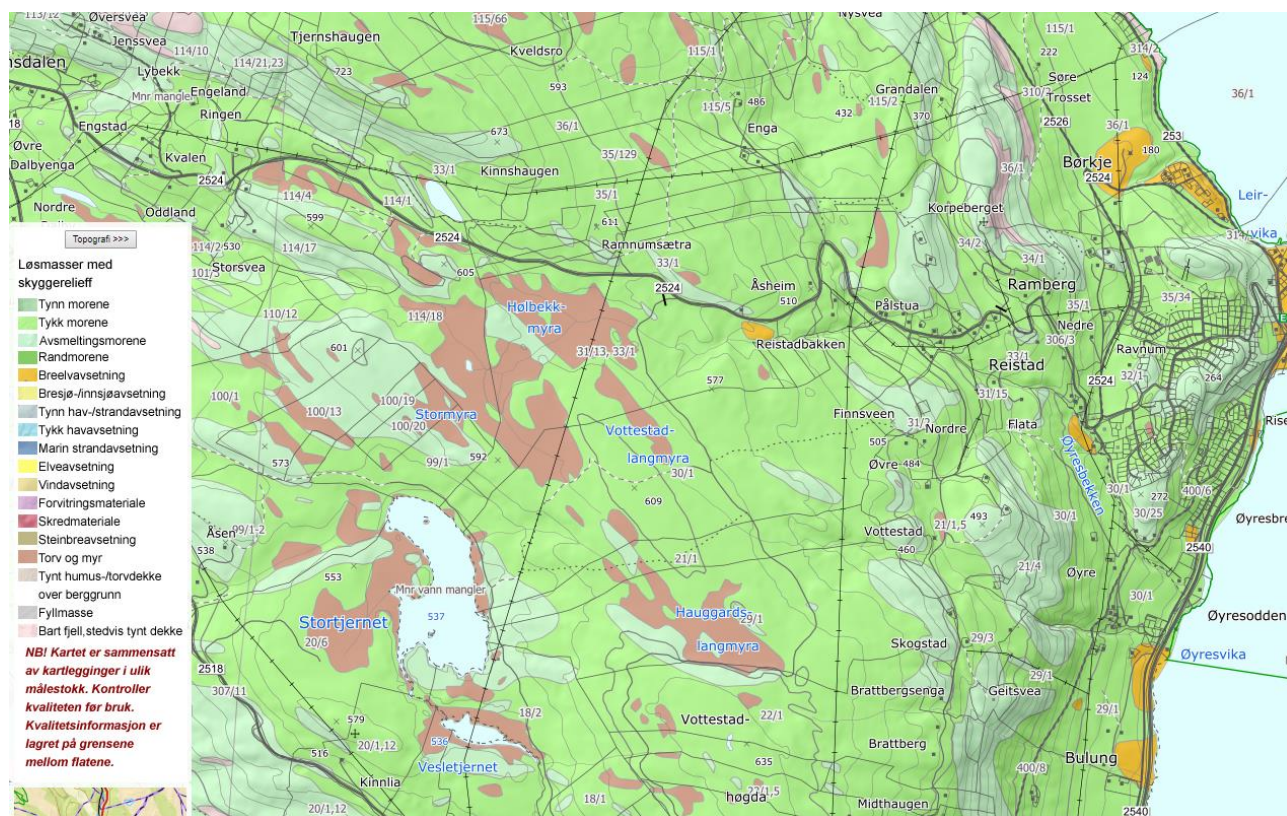


Tabell 2-3: Statens vegvesens anbefaling til økte avrenningskoeffisienter ved beregninger av hendelser med større returperioder

Returperiode (År)	Faktor
25	1,1
50	1,2
100	1,25
200	1,3

## 2.4 Geologi

Berggrunnen i området består av sandstein og metasandstein. Løsmassekart viser at området i stor grad er dekket av morene av ulik mektighet med innslag av myr i høyereliggende områder, og noe breelavsetning ved utløpene i Mjøsa.



Figur 2-5: Løsmassekart for området hvor bekkene har sine nedslagsfelter (www.ngu.no)

## 2.5 Infrastruktur og andre sårbarheter

Vottestadbekken og Øyresbekken krysser E6 før utløp i Mjøsa. Alle bekkene krysser eller føres langs fylkesveger som er noe trafikkert. Steinerskolen og Steinerbarnehagen på Heimtun ved Øyrevegen og Vingar skole og barnehage er trolig de mest kritiske institusjonene som kan rammes ved en stor flom i Øyresbekken eller Ravnumsbekken.




## 2.6 Kapasitet og sårbarhet ved kulverter

Sårbare punkt i en bekkestreng er ofte stikkrenner, kulverter og bruer. For å vurdere nødvendig kapasitet i de ulike kulvertene har de tre bekkenes nedbørsfeltet blitt delt opp i mindre delfelter med utløp ved hver av kulvertene. Nevina har blitt benyttet i arbeidet med å generere delfelter, med støtte i terrenganalyser utført med Scalgo Live. Ut fra delfeltene er grove beregninger av feltareal, samt 20- og 200-årsflommer med 40% klimapåslag, blitt beregnet for de ulike punktene. For flomvannføring er øvre grense (95%) valgt, og må anses som et grovt estimat. Tabell 3-1, 3-2 og 3-3 fremstiller tallene funnet for hvert delfelt sammen med dimensjon og omtrentlig hydraulisk kapasitet for kulvertene.

For å estimere hydraulisk kapasitet er både tabell fra «Håndbok N200» (SVV, 2014) og nomogrammer utarbeidet av *Federal Highway Administration* som finnes i rapporten «Hydraulic design og highway culverts» (U.S. Department of Transportation, rev. 2005), blitt benyttet. For de stikkrennene hvor det er mulig for vann å stuves opp over toppen av innløpet er også kapasiteten for dette tilfellet beregnet. Dersom vann stuves opp vil mer vann potensielt kunne renne gjennom stikkrenna, og slik sett øke kapasiteten. Dette er imidlertid ikke en ønsket situasjon i alle tilfeller, da det kan utgjøre en fare for vegfundamentet. Beregningene for dette er også usikre da tilgjengelig oppstuvings høyde er antatt ut fra bilder av kulvertene.

Kontrollberegning med den rasjonelle formel er utført for alle kulverter i Vottestadbekken og noen av kulvertene langs Øyresbekken og Ravnumsbekken. I beregningene er det benyttet data fra Gjøvik målestasjon for en 200-årsflom med 40 % klimapåslag. Beregningen viser at Nevina gir lavere verdi enn den rasjonelle formel for Vottestadbekken, mens for Øyresbekken er situasjonen omvendt. Dette skyldes feltegenskapene. For Ravnumsbekken er det i større grad benyttet rasjonell metode, da bekken i den øvre delen av nedbørsfeltet ikke er registrert som en del av elvenettet i NEVINA og slik sett ikke kan beregnes ved NVEs formelverk.

I tabellene er det gitt fargekoder for de ulike stikkrennene/kulvertene:

-  = Klart underdimensjonert stikkrenne
-  = Sannsynligvis underdimensjonert
-  = Trolig ok dimensjonert



### 3 Befaring og kartlegging av bekker

#### 3.1 Vottestadbekken

Stikkrenner, kulverter og strekninger som er undersøkt under befaring av Vottestadbekken er avmerket i figur 3-1. Kommentarer til hvert punkt/strekning er gitt i de neste kapitlene fra topp til bunn av bekken. Kapasitetsberegninger for de mest kritiske punktene er gitt i tabell 3-1.



Figur 3-1: Oversikt over punkter og strekninger som er vurdert i forhold til sårbarhet langs Vottestadbekken.



### 3.1.1 **Stikkrenner ved Vottestad gård/Vottestadvegen (E)**

#### 3.1.1.1 Beskrivelse

Ved Vottestad gård kommer bekken fra et bratt skogområdet og inn i en kort bekkelukking under Vottestadvegen før utløp til et flatere område. Bekkelukkingen består av et ø600mm betongrør med et ekstra ø300mm DV-rør (se figur 3-2). Det kommer i tillegg vann fra en mindre bekk som går på nedsiden av gården som går i stikkrenne til utløp i Vottestadbekken. Kapasitetsproblemer er ikke kjent for eieren av Vottestad gård. Området øst for gården er et stort og flatt jorde som fungerer som et fordrøyningsareal ved mye nedbør. Terrenganalyse med Scalgo Live viser at dersom bekkelukkingen i Vottestadbekken går tett vil vann renne langs vestsida av veien og mot fordrøyningsarealet.



*Figur 3-2: Utløp bekkelukking under Vottestadvegen ved Vottestad gård.*

#### 3.1.1.2 Konsekvens

En eventuell flom vil ha lav konsekvens for bygninger (evt. bare garasje). Det naturlige fordrøyningsarealet kan virke dempende på eventuelle flomtopper. Terrengtet i området er flatt og lite utsatt for erosjon.

#### 3.1.1.3 Tiltak

Ingen nødvendige tiltak pga. lite konsekvenser.



### 3.1.2 Kryssing med Hovslivegen (D.1)

#### 3.1.2.1 Beskrivelse

På oversiden av det meste av bebyggelse som Vottestadbekken passerer går Hovslivegen. Hovslivegen er en grusveg som ved kryssing av Vottestadbekken ligger langs et veldig bratt skogområde. Det er tydelig at vannet har stor fart på veg ned mot vegen fra skogområdet, og det er mye erosjonsskader og nedfallstrær i bekkeleiet, fra småkvist til tømmerstokker (se figur 3-3). Autovernet av betong langs vegen ser ut til å ha blitt presset mot senter av vegen av vannmassene som har stått bakenfor. På oversiden av veien er det en stor forsenkning i terrenget som fungerer som et naturlig fordrøyningsbasseng ved flom. Innløpet på stikkrenna (ø1200mm, betong) ligger i bunn av forsenkning, ca. 3 meter under høyde på vegdekke til Hovslivegen. Det er også et overløp (ø350 DV) som ligger med ca. 0,5 m overdekning til vegdekke. Betongstikkrenna er særlig utsatt for tilstopping pga. mengden sedimenter, trær og kvist som kan samles opp ved innløpet (se figur 3-4). Det har også gått jordras her tidligere som er registret i NVEs skreddatabase (figur 2-4), så stikkrenna er svært sårbar for gjentetting.

Kapasitetsberegninger er utført (se tabell 3-1), som viser at kulverten sannsynligvis har for liten kapasitet i forhold til en 20-årsflom.



Figur 3-3: Nedfallstrær og jorderosjon på overside av Hovslivegen.

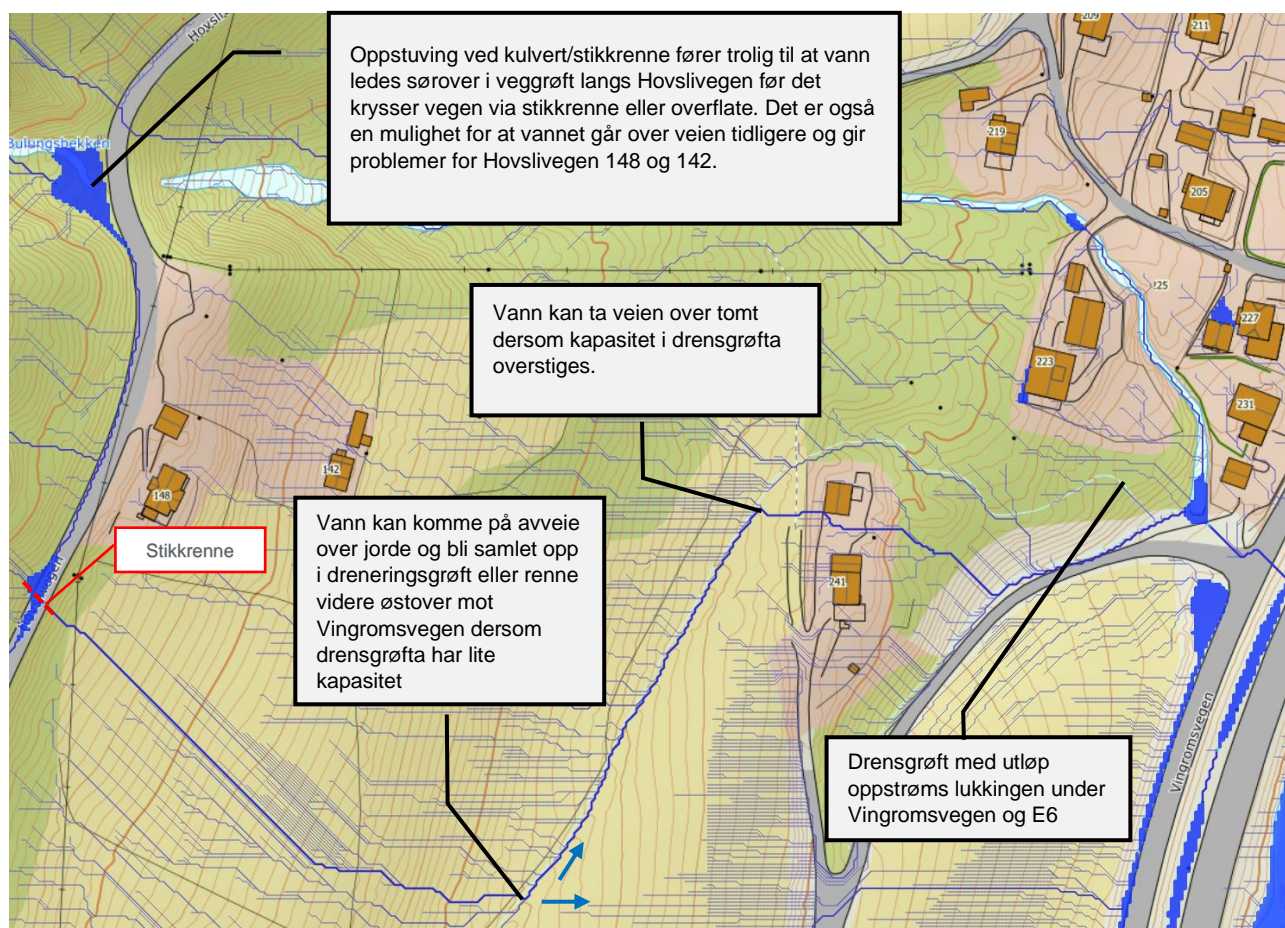


Figur 3-4: Innløp av stikkrenne under Hovslivegen. Røret ligger utsatt til for tilstopping.



### 3.1.2.2 Konsekvens

Ved tilstopping av rør/kapasitetsproblemer vil Hovslivegen og boliger nedstrøms kunne bli rammet. Overvann vil først gå i overløpet, og om denne tettes eller ikke har nok kapasitet, vil bekken enten følge vegggrøft sørvestover mot kum/stikkrenne som leder vann ut på jorde sør for gårdsbruk (Hovslivegen 148) (som vist på figur 3-5), eller krysse Hovslivegen nærmere opprinnelig kulvert og renne over tomter til nr. 148 og 142. (Terrenganalyse viser at førstnevnte heller skjer, men på befaring var det vanskelig å se dette tydelig). Dette kan gi skader på bygninger i tillegg til erosjonsskader på veien. På nedsiden av Hovslivegen går det en drenggrøft som drenerer til Vottestadbekken med utløp oppstrøms kulverten under Vingromsvegen. Kapasiteten til denne er ikke kjent, og det kan tenkes at dersom det kommer vann fra Vottestadbekken over Hovslivegen vil dette kunne renne forbi drenggrøfta og ned mot Vingromsvegen (se også kap. 3.1.3). Det er et stort skadepotensial for tre gårdsbruk/boliger samt mindre veger og Vingromsvegen dersom vannet renner denne retningen.



Figur 3-5: En avrenningsanalyse for situasjonen hvor stikkrenne under Hovslivegen går tett og vann følger vegggrøft mot stikkrenne/kryssing. Drenggrøft på jorde kan lede vannet tilbake til bekkeløp. (SCALGO Live).

### 3.1.2.3 Tiltak

Det er viktig at det renskes for sedimenter, trær og kvister, særlig i forkant av vårløsning. Kulverten bør oppdimensjoneres til en større kulvert med mer egnet utforming av inntak, f.eks. med selvrensende rist (Eksempler kan finnes via NVE) evt. ha to rør i ulike høyder (f.eks. 2 x  $\varnothing 1200$ ). Slik det er i dag er ikke stikkrenna dimensjonert for 200-årsflom og vann vil kunne stuves opp og påføre vegen stor belastning. Massefangdam med fangrist eller andre måter å bremse sedimenttransport og trær er anbefalt (særlig dersom det går flere jordskred), samt evt. (om mulig) erosjonssikring av bekkens sterkt hellende sideområder for å forhindre tilstopping av rør og utvasking av vei.

### 3.1.3 **Sideløp via drenggrøft – Lavbrekk/stikkrenne gjennom Hovslivegen (D.2)**

#### 3.1.3.1 Beskrivelse

Drenggrøfta mellom Hovslivegen og gården Bulung (som er nevnt i kap. 3.1.2 (D.1)) drenerer til Vottestadbekken med utløp oppstrøms kulverten under Vingromsvegen (se figur 3-6). Nedslagsfeltet til drenggrøfta omfatter noe dyrka mark i tillegg til skogsområdet vest for Hovslivegen som ledes til drenggrøfta via stikkrenna som er markert i figur 3-5. Det antas at det til vanlig er begrenset vannføring, men dersom stikkrenner for bekkene nord for (dvs. Vottestadbekken) eller sør for (bekk fra Skogstad, se figur 3-7) dette punktet ikke har nok kapasitet, vil vann fra disse bekkene kunne renne i vegggrøfta langs Hovslivegen og til lavbrekket i punkt D.2.

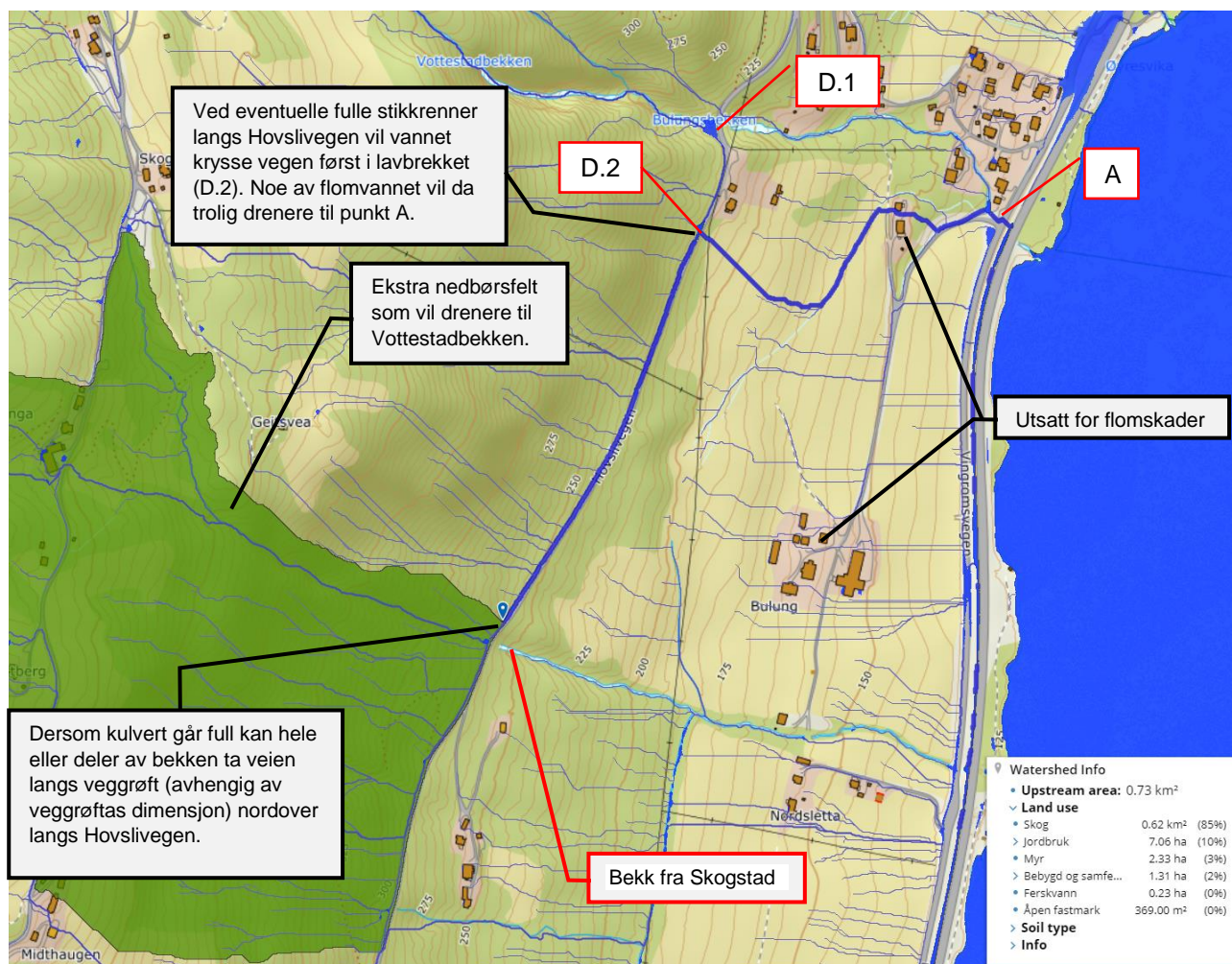


Figur 3-6: Utløpet til drenggrøfta sett fra Vottestadbekken. Ved innløpet til kulverten under Vingromsvegen.



### 3.1.3.2 Konsekvenser

Følgene dersom Vottestadbekken drenerer til stikkrenna i D.2 er omtalt i kapittelet 3.1.2. Situasjonen der kulverten gjennom Hovslivegen for bekken fra Skogstad går full er illustrert i figur 3-7. Den viser at det vil bli et betydelig bidrag til nedbørsfeltet til punkt D.2 og A. Stikkrenna i D.2 vil trolig få kapasitetsproblemer, og vann vil renne over Hovslivegen med medfølgende skader på denne. Drenggrøfta nedstrøms har sannsynligvis ikke stor kapasitet og bygninger på gården Bulung og gården der hvor drenggrøfta svinger østover mot punkt A er særlig utsatt for flomskader.



Figur 3-7: Utklipp fra Scalgo Live som viser at vannet kan ta veien fra bekken lenger sør for Vottestadbekken og inn i nedbørsfeltet til Vottestadbekken dersom kulvert gjennom Hovslivegen går full. Dette kan få følger for boliger og infrastruktur nedstrøms. Se også figur 3-5.



### 3.1.4 **Strekning mellom Hovslivegen og kulvert ved Vingromsvegen 223 (C)**

#### 3.1.4.1 Beskrivelse

Det er generelt mye steiner, nedfallstrær og kvist langs trase, samt noe erosjonsskader (se figur 3-8). Det ligger også noe hageavfall langs bredd.

#### 3.1.4.2 Konsekvens

Det kan bli dratt med nedfall, steiner og hageavfall ved store vannmengder som kan tette kulverter og rør, f.eks. kulvert ved Vingromsvegen 223. Erosjonsskader langs bekken vil trolig ikke gi særlig konsekvenser for vegen langs strekningen.

#### 3.1.4.3 Tiltak

Fjerning av nedfallstrær og opprydding langs trase bør utføres før eller etter hver flomperiode. Innsnevring ved steinsatt mur oppstrøms kulvert til Vingromsvegen 223 kan vurderes å breddeutvides.



Figur 3-8: Typisk tilstand for Vottestadbekken nedenfor Hovslivegen.

### 3.1.5 Kulvert ved Vingromsvegen 223 (B)

#### 3.1.5.1 Beskrivelse

Vottestadbekken renner gjennom en kulvert under en privat innkjøring til Vingromsvegen 223. Kulverten ligger ca. 8 meter fra en grusveg som er en avstikker av Vingromsvegen. Dette er i det tettest bebygde området langs Vottestadbekken. Kulverten har bunn av steiner, betongsider og betongdekke (ca. 1,4 m høyde under kulvert, bredde ca. 1,5 m). Et rør som følger siden av dekket på innløpssiden begrenser noe av høyden (til ca. 0,8 m) (se figur 3-9 og 3-10). Oppstrøms kulverten har traseen erosjonsskader og det ligger store steiner i bekkeleiet. Det er også bygd opp en steinmur mot ovenforliggende tomt (Vingromsvegen 219) som snevrer inn bekkeleiet noe. Det er tegn på dumping av hageavfall nedstrøms kulverten, og dette kan få konsekvenser lenger ned i bekkeleiet

Kapasitetsberegninger viser at punktet er sårbart ved eventuell flom, da kulverten slik den er i dag ikke tåler en 20-års nedbørshendelse (se tabell 3-1).



Figur 3-9: Oppstrøms kulvert til Vingromsvegen 223





Figur 3-10: Nedside av kulvert til Vingromsvegen 223

### 3.1.5.2 Konsekvens

Det er fare for at det ved flom vil renne vann mot Vingromsvegen 223 eller mot grusvegen som leder ned til fylkesvegen. Dersom vannet renner mot tomte til Vingromsvegen 223 vil det trolig finne tilbake til det opprinnelige bekkeleiet lenger nedstrøms. Det kan likevel bli store erosjonsskader på eiendommen, i tillegg til at noen bygninger står utsatt til for skader.

Dersom vannet følger grusvegen kan det potensielt bli store skader på denne, samt skader på boliger og eiendom langs veien. I tillegg er fylkesvegen og E6 utsatt for utvasking og stengning dersom store vannmengder kommer med høy hastighet.

### 3.1.5.3 Tiltak

Umiddelbart tiltak som kan senke flomrisikoen er å gjøre en opprensning oppstrøms kuleverten ved å fjerne steiner, kvist og annet som kan bidra til å redusere lysåpningen. Selve kulverten bør oppdimensjoneres, f.eks. ved å heve veien eller breddeutvide. Ved å fjerne eller legge om røret som i dag reduserer noe av lysåpningen kan kapasiteten økes fra ca. 1,5 til ca. 2,4 m<sup>3</sup>/s og i tillegg reduseres sannsynligheten for tilstopping ved innløpet. Vingemur på oppstrøms side kan også bedre innløpskapasitet noe og forhindre erosjonsskader rundt innløp. Det kan vurderes om det er hensiktsmessig å etablere en fangrist noen meter oppstrøms kulverten for å fange opp kvist og småtrær slik at faren for gjentetting reduseres.

## 3.1.6 **Kulvert under Fv. 331 og E6 (A)**

### 3.1.6.1 Beskrivelse

Bekken krysser en privat veg, fylkesveg 331 og E6 i en sammenhengende bekkelukking med en ca. 90° retningsendring midt på. Innløpet er vist i figur 3-11 og består av en vingemur og rør av betong (ø1600 mm). Retningsendringen skjer rett oppstrøms Fv.331 med en steinsatt sving med antatt god kapasitet. Trelokket over kulvertsvingen (se figur 3-12) ligger i dagen. Under Fv. 331 og E6 går det et sammenhengende betongrør (ø1600mm) til utløp.

Oppstrøms kulverten renner bekken i en betong/asfaltet kanal (ca. 1,3 m dyp, 2 m bred på bredeste topp. Se figur 3-13). Her kan det bli høy fart på vannet. Kapasiteten ser ut til å være god (jfr. tabell 3-1)

Det kommer inn en mindre drenggrøft som har sitt utløp i kanalen rett oppstrøms innløpet (se figur 3-5). Dette er avrenning fra skogsområder på oversiden av Hovslivegen og drenering fra jorder ovenfor gården Bulung. Dersom stikkrenna under Hovslivegen (punkt D.1) går tett kan mer vann komme denne vegen i stedet for i Vottestadbekken jfr. kap. 3.1.2.2. Det er også en risiko for at vann fra en bekk lenger sør for Vottestadbekken (fra Skogstad og Brattbergsenga) kan renne inn i nedbørsfeltet til Vottestadbekken langs Hovslivegen, dersom dennes kulvert under Hovslivegen går full (se kap. 3.1.3.2). Det vil medføre en potensiell økning i nedbørsfeltet til punkt A på ca. 0,7 km<sup>2</sup>, dvs. nærmere 40% økning (se figur 3.7).

Kapasitetsberegninger er utført (se tabell 3-1), som viser at kulverten antagelig ikke er stor nok for en 200-årsflom, mens den er ok for en 20-årsflom. Dette er ikke medregnet eventuelt bidrag fra bekken fra Skogstad.



Figur 3-11: Innløp Vottestadbekken for bekkelukking under Fv. 331 og E6





Figur 3-12: Trelokk over steinsatt sving på kulvert. Kan råtne og bli ustabil over tid.



Figur 3-13: Betong/Asfalt-kanal oppstrøms bekkelukking under Fv. 331/E6

### 3.1.6.2 Konsekvens

Dersom innløpet på kulverten går full kan vann renne over innkjøringen på grusvegen som går til tre eiendommer og gården Bulung. Disse har ikke omkjøringsmulighet. Vannet vil trolig renne over Fv.331 og fordrøyes noe i veggrøfta mellom fylkesvegen og E6. I verste fall vil E6 også kunne bli utsatt for skader og bli stengt. Særlig vil situasjonen hvor nedbørsfeltet blir større pga. tett kulvert i nærliggende bekk utgjøre en stor risiko for fylkesvegen og E6. Det ser ikke ut til å kunne bli direkte skader på eiendommer og boliger dersom kulverten går full.

### 3.1.6.3 Tiltak

Innløpsutforming og kulvertdimensjon kan gi problemer ved større flommer. Da kulverten virker å være av relativt nyere dato og går gjennom høyt trafikkerte veger vil en oppdimensjonering likevel være lite hensiktsmessig. Første del av kulverten som bare krysser gruset innkjøring til noen få boliger kan være hensiktsmessig å oppdimensjonere. I den steinsatte svingen med trelokk kan det da legges til rette for alternativ flomvei ut i veggrøft langs fylkesveg 331. Dette medfører at veggrøfta også må utbedres. Alternativt kan det etableres en alternativ flomvei over innkjøringen og ut i veggrøft.

Det bør også utredes hvorvidt kulverten gjennom Hovslivegen til bekken lenger sør er tilstrekkelig dimensjonert og om det er mulig å etablere en alternativ flomvei som forhindrer at denne bekken drenerer til Vottestadbekken i tilfellet der denne går full.

Trelokket over steinsatt sving i kulvert bør sjekkes med jevne mellomrom, evt. byttes ut med noe som er tett og ikke råtnet. Dette gjelder fram til eventuelle andre utbedringer av lukking som er nevnt over.



### 3.1.7 Kapasitetsberegning for kulverter langs Vottestadbekken

Det er utført kapasitetsberegninger for kulverter i punkt A, B og D, samt for renne mot kulvert A. Resultatene er gitt under, og viser at punkt B har minst kapasitet i forhold til flomvannføringer, dvs. bru til Vingromsvegen 223. Det henvises til kapittel 2.6 for nærmere forklaring til tabell.

Tabell 3-1: Beregnede flomvannføringer og kapasiteter for stikkrenner og kulverter langs Vottestadbekken. Feltareal er beregnet nedslagsfelt til punktene/kulvertene. 20 og 200-årsflommer er gitt som øvre grense for flomvannføring (95%) beregnet med NVEs formelverk gjennom NEVINA med klimapåslag på 40%. Rasjonell formel er beregnet utfra metode beskrevet i kap. 2.3. Kapasitet på kulverter er estimert vha. håndbok N200 eller nomogrammer som beskrevet i kap. 2.6.

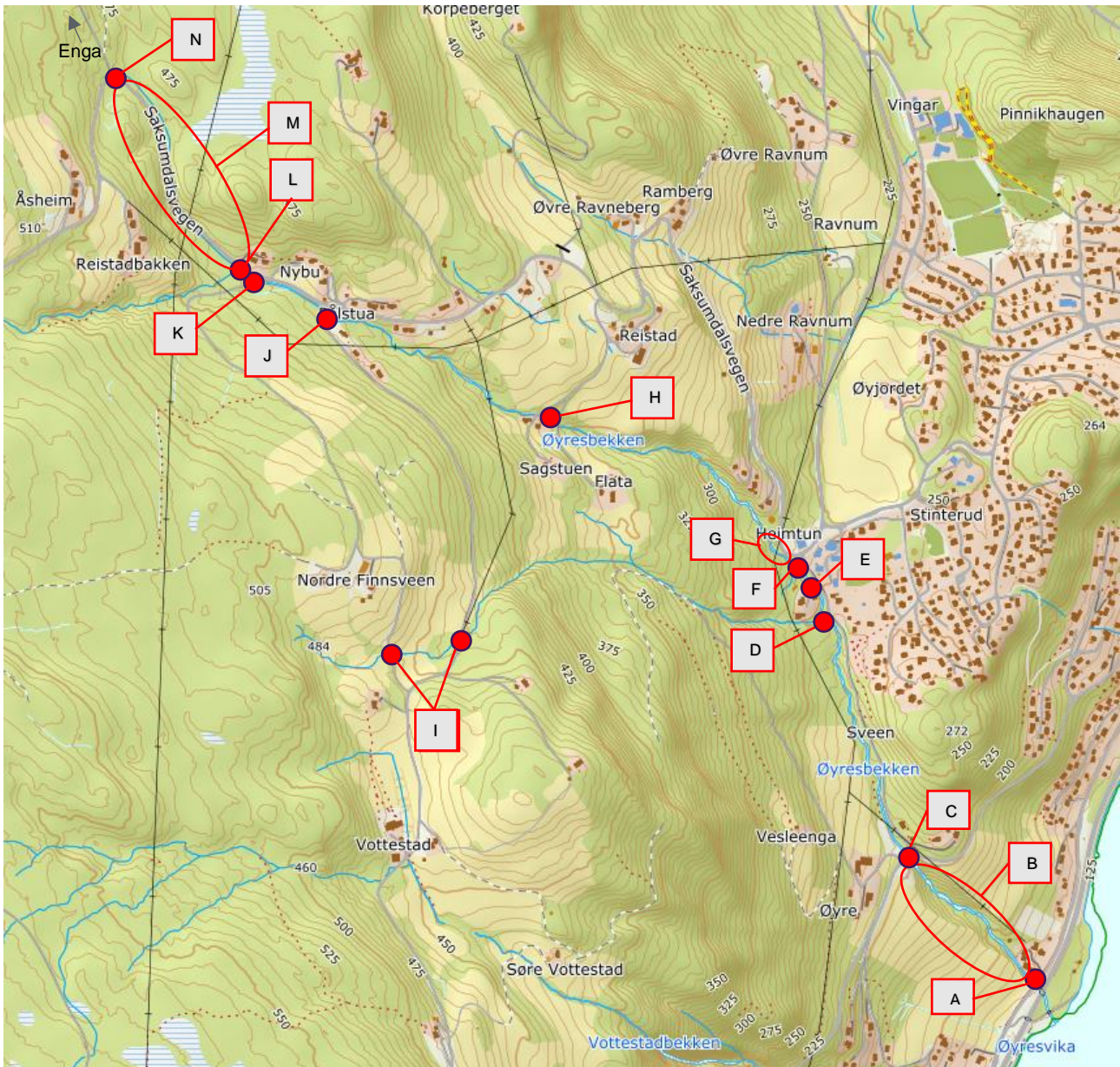
Punkt	Feltareal (km <sup>2</sup> )		20-årsflom + Kf (m <sup>3</sup> /s)	200-årsflom + Kf (m <sup>3</sup> /s)	Rasjonell formel (m <sup>3</sup> /s) Q <sub>200+Kf</sub>	Dimensjon (mm) (D el. HxB)	Kapasitet (m <sup>3</sup> /s)
	Nevina	Scalgo*					
D.1	1,5	1,43	3,6	6,2	7,7 (6,9*)	ø1200	2,1 (5,5 ved overtopping)
B	1,55	1,51	3,6	6,3	7,4	0,8 m x 1,5 m	1,5
B	"	"	"	"	"	1,4 m x 1,5 m	2,4**
Renne ved A	1,7	1,99	3,9	6,9	7,5 (9,5*)	1,3 m x 2 m	21
A	1,7	1,99	3,9	6,9	7,5 (9,5*)	ø1600	5,0

\*SCALGO og Nevina kan begge benyttes til å beregne areal av nedslagsfelt. For Vottestadbekken er begge verdier framstilt i tabellen for flomverdier. SCALGO Live har et mer nøyaktig terrenggrunnlag enn NEVINA og inkluderer i større grad veggrøftene sin evne til å lede vann. SCALGO Live tar på lik linje med NEVINA ikke hensyn til stikkrenner, og arealet kan dermed tenkes å være representativt for en situasjon hvor stikkrennene har gått full eller kapasitet er overgått og vann kan ledes i veggrøfter. Hvilken analyse som er mest riktig vil variere fra felt til felt, men å ta begge modeller i betraktning kan gi et godt bilde av den faktiske situasjonen. For Øyresbekken og Ravnumsbekken er det mer samsvar i verdiene mellom NEVINA og SCALGO Live og et gjennomsnittlig areal og flomverdi beregnet ved rasjonell formel er derfor brukt i tabell 3-2 og 3-3.

\*\*Situasjon hvor røret som begrenser høyde under kulvert er fjernet (se kap. 3.1.5).

### 3.2 Øyresbekken

Stikkrenner, kulverter og strekninger som er undersøkt under befaring av Øyresbekken er avmerket i figur 3-14. Kommentarer til hvert punkt/strekning er gitt i de neste kapitlene fra topp til bunn av bekken. Kapasitetsberegninger for de mest kritiske punktene er gitt i tabell 3-2.



Figur 3-14: Oversikt over punkter og strekninger som er vurdert i forhold til sårbarhet langs Øyresbekken



### 3.2.1 Kulvert under innkjøring mot Engen (N)

#### 3.2.1.1 Beskrivelse

Det nordligste sideløpet av Øyresbekken har sin opprinnelse fra området avgrenset av Saksumdalsvegen i sør, Ramnumsætra i vest og Enga i nord. Bekken ligger i rør under innkjøringen til Enga med dimensjon  $\varnothing 1200\text{mm}$  (se figur 3-15). Her er det trolig ikke store problemer ved flom, og dersom det blir kapasitetsproblemer ved kulverten kan vann renne over Saksumdalsvegen og ned på grøntområdet i «innersvingen» som kan fungere som fordøyning. Vannet kan herfra gå i stikkrenne tilbake til bekkeløp på vestsiden av Saksumdalsvegen.



Figur 3-15: Innløp kulvert under innkjøring til Engen.

#### 3.2.1.2 Konsekvens

Fordi det finnes en alternativ flomvei ved kapasitetsproblemer i stikkrenne vil det trolig være lave konsekvenser forbundet med flom her. Det vil kunne bli noe erosjon der vannet tar veien, men det er lite fare for utvasking av Saksumdalsvegen over betydelige strekker, og ikke fare for bygninger.

#### 3.2.1.3 Tiltak

På grunn av lave konsekvenser er det ikke et umiddelbart behov for utbedring. En enkel overvannsanalyse viser at det nok kan komme vannmengder som stikkrenna ikke er dimensjonert for innenfor et 200-års perspektiv, men det er ikke her det er mest kritisk å utbedre, da det er høyt opp i nedslagsfeltet og utenfor boligområder.

### 3.2.2 Nærføring og kryssing av Saksumdalsvegen (M)

#### 3.2.2.1 Beskrivelse

Sideløpet som går langs Saksumdalsvegen fra innkjøringen til Enga følger vegggrøfta på østre side av vegen før den krysser denne på skrå i en  $\varnothing 600$  mm stikkrenne. Det er en brå overgang til innløpet av stikkrenna som ikke gir optimal kryssing (figur 3-16). Bekken ser ut til å ha erodert en del mot vegen. Noe erosjonssikring er allerede utført, men denne er stedvis mangelfull eller vasket ut. Det er synlige erosjonsskader på begge sider av bekkeløpet både oppstrøms (figur 3-16) og nedstrøms (figur 3-17). Det virker som om Saksumdalsvegen er lagt midt i bekkefaret.

Kapasitetsberegninger viser at stikkrenna har liten kapasitet ift. en 20-årsflom (se tabell 3-2).



Figur 3-16: Innløp av  $\varnothing 600$ mm DV stikkrenne under Saksumdalsvegen og bekkeløp i vegggrøft sett oppstrøms kryssing. Noe erosjonssikring er utført, men er mangelfull på noen strekninger.

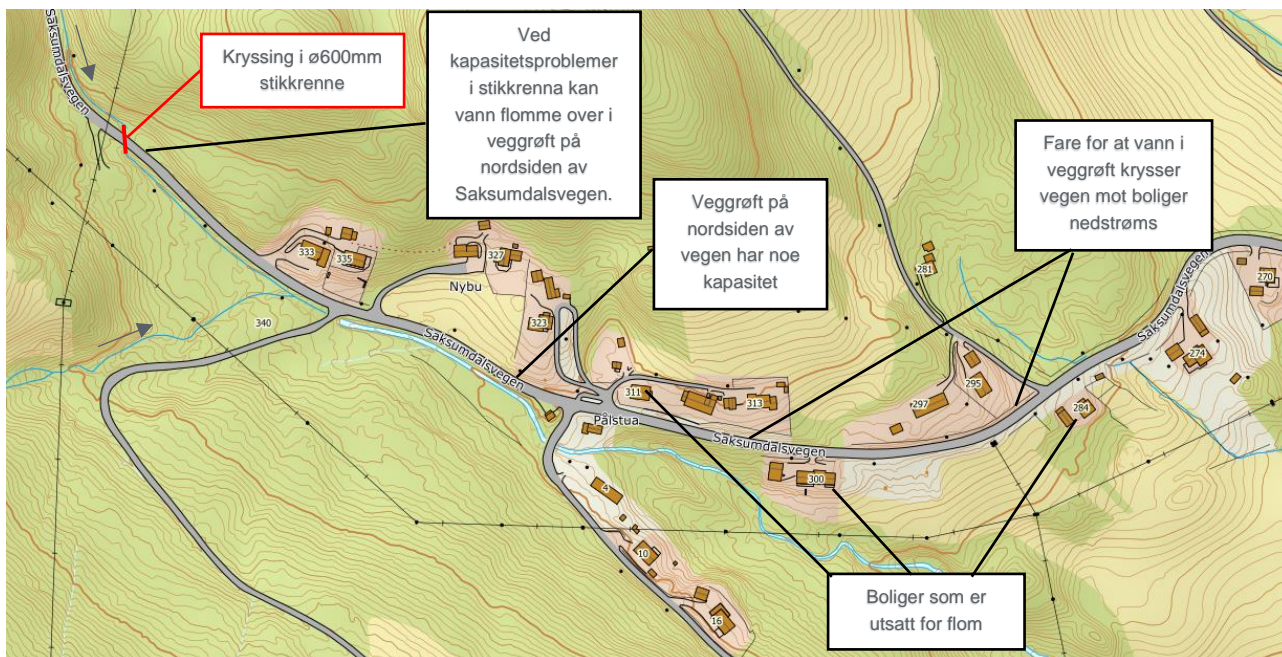




Figur 3-17: Nærføring av bekk til Saksumdalsvegen nedstrøms kryssing i stikkrenne, sett oppstrøms fra bekketryss ved Saksumdalsvegen 333. Det er tegn på erosjon mot vegen som trolig vil forverres ved hver flomhendelse.

#### 3.2.2.2 Konsekvens

Ved kapasitetsproblemer i bekkeløpet eller stikkrenna er det sannsynligvis utgraving av Saksumdalsvegen og innkjøringer langs denne, samt eventuelt vann i vegbanen som er de mest sannsynlige konsekvensene. Dette kan føre til stenging av vegen (med omkjøringsmuligheter). Da det er en del høydeforskjell mellom bekken og eiendommer ser det ut til å være lite fare for skade på bygninger dersom det går galt. Veggrøfta på østre side av Saksumdalsvegen ser ut til å ha noe kapasitet og fordrøyningssevne. De mest utsatt boligene er Saksumdalsvegen 311 som har lite høydeforskjell fra veggrøft og inn på tomt og Saksumdalsvegen 300/302 og 284 som har fall fra vegen og ned på tomt på motsatt side av vegen (se figur 3-18).



Figur 3-18: Oversikt over Øyresbekken fra kryssing av Saksumdalsvegen. Ved for lite kapasitet er boliger langs Saksumdalsvegen utsatt for flomskader.

### 3.2.2.3 Tiltak

Erosjonssikring mot veien langs hele strekningen der bekken går i veggroft helt ned til Pålstua (innkjøring til Vottestadvegen) anbefales sterkt, da det er synlige erosjonsskader der i dag. I tillegg er det anbefalt å utbedre bekkeløpet langs veien med f.eks. å breddeutvide for å gi bekken mer plass vekk fra veien. Det bør vurderes å utbedre innløpet på stikkrenna, enten med en liten mur e.l. som leder vannet bedre inn i stikkrenna. Stikkrenna bør dessuten skiftes ut med en som har større dimensjon.

## 3.2.3 **Bekkekryss ved Saksumdalsvegen 333 (L)**

### 3.2.3.1 Beskrivelse

Hovedløpet av Øyresbekken møter sideløpet langs Saksumdalsvegen ved punkt L (se figur 3-14). Denne delen av bekken drenerer blant annet Hølbekkmýra og deler av Stormyra. I bekketkrysset står det igjen «odde» (figur 3-19) som består av steiner og mindre trær. I flomsituasjoner med økende erosjon kan trær og andre løsmasser bli med vannmassene og skape problemer i kulverten nedstrøms (punkt K).





Figur 3-19: "Odde" der bekkeløpene til Øyresbekken møtes ved Saksumdalsvegen 333.

### 3.2.3.2 Konsekvens

Ytterligere utgraving av løsmasser der bekkeløpene møtes kan gi fare for at trær faller ut i bekken. Området kan være opphav til mye massetransport i tilfeller med stor vannføring. Dette kan gi økt risiko for tilstopping av kulverter nedstrøms. Bekkeløpet i seg selv kan også få redusert kapasitet dersom trær og steiner avsettes. Vann kan da renne ut på veien og påføre tilsvarende skader som nevnt for punkt M.

### 3.2.3.3 Tiltak

Det bør vurderes å anlegge en massefangdam der bekkeløpene møtes for å avlagre og ta ut masser ved behov, slik at det ikke oppstår problemer langs Saksumdalsvegen og kulverter nedstrøms. Det bør også vurderes å erosjonssikre bekken herfra og ned til Pålstua, hvor vannmengdene er større og bekken fortsatt går nært Saksumdalsvegen.

## 3.2.4 **Kulvert under øvre innkjøring til Finnsveen (K)**

### 3.2.4.1 Beskrivelse

Nedstrøms bekkekrysset renner Øyresbekken gjennom den øvre innkjøringa til Finnsveen i et ø1200mm betongrør (se figur 3-20 og 3-21). Innløpet er noe erosjonssikret med steiner, men det er lite overdekning over røret og trolig enkelt for vannet å vaske ut vegdekket dersom kulverten overtoppes. Kulverten er utsatt for gjentetting av steiner, løsmasser og småtrær fra bekketkrysset oppstrøms. Kapasitetsberegninger viser at ved 20-årsflom vil kulverten ha for liten dimensjon (jfr. tabell 3-2)





Figur 3-20: Innløp kulvert under øvre innkjøring til Finnsveen.



Figur 3-21: Utløp kulvert under øvre innkjøring til Finnsveen.



### 3.2.4.2 Konsekvens

Konsekvenser dersom kulverten går full eller gjentettes er oversvømmelse av Saksumdalsvegen og utgraving av denne, samt grusvegen mot Finnsveen. Om vannet finner tilbake til bekken på andre siden av innkjøringen eller fortsetter ned Saksumdalsvegen er vanskelig å si. Dersom vannet følger vegen vil det trolig renne over til veggrøfta på nordsiden av vegen og følge denne et stykke. Det kan i så fall utgjøre en fare Saksumdalsvegen 311 som har lite høydeforskjell fra veggrøft og inn på tomt og Saksumdalsvegen 300/302 og 284 som har fall fra vegen og ned på tomt på vestsiden av vegen.

### 3.2.4.3 Tiltak

Det anbefales å oppdimensjonere kulvert til å tåle større flommer, f.eks. med en bred prefabrikkert betongkulvert. Det bør erosjonssikres på begge sider av bekkeløpet langs Saksumdalsvegen for å forhindre utvasking av denne og massetransport som kan redusere kapasitet i kulvert. I tillegg kan breddeutvidelse av bekken vekk fra vegen både oppstrøms og nedstrøms gi mindre erosjon mot vegen. Dersom kulverten overtoppes hadde det vært en fordel om det var en alternativ flomvei som ledet vannet trygt tilbake til bekkeløpet, f.eks. ved å etablere en forsenkning over innkjøringen på sørsiden av innløpet, lenger vekk fra Saksumdalsvegen. På denne siden av bekken er det lav risiko ved vann på avveie.

## 3.2.5 **Kryssing av innkjøring til Vottestadvegen (J)**

### 3.2.5.1 Beskrivelse

Kulverten under Vottestadvegen ved avkjøring fra Saksumdalsvegen består av to betongrør à  $\varnothing 1200\text{mm}$  (se figur 3-22). Det er lite fall nedstrøms kulvertene, som gjør at sedimenter kan avsettes og begrense kapasitet. Kapasitetsberegninger viser at kulvertene ikke har tilstrekkelig kapasitet for en 20-årsflom med 40% klimapåslag. Ved innløpet er det erosjonssikret med store steiner, og det er noe overdekning over rørene.



Figur 3-22: Innløp på kulvert under innkjøring til Vottestadvegen fra Saksumdalsvegen. 2 stk.  $\varnothing 1200$

### 3.2.5.2 Konsekvens

Det er lite konsekvens ved overtopping av kulvert da det ikke er utsatte boliger i området, og vannet mest sannsynlig vil finne tilbake til bekkeløpet dersom det går over Vottestadvegen. Masser som avlagres på nedstrøms side av kulverten kan i flomsituasjon bli transportert og lage problemer lenger ned i bekkeløpet.

### 3.2.5.3 Tiltak

Fordi det er lite konsekvenser forbundet med flom er det ikke behov for umiddelbare tiltak på kulvertene. På sikt kan det vurderes å oppdimensjonere kulvertene, f.eks. ved å erstatte de to rørene med en bred prefabrikkert kulvert. Det bør også vurderes å etablere en erosjonssikker flomvei forbi kulverten dersom denne overtoppes.

## 3.2.6 **Sideløp krysser av adkomstveg ved Finnsveen og Vottestadvegen (I)**

### 3.2.6.1 Beskrivelse

Lenger inn i Vottestadvegen renner et sideløp av Øyresbekken som drenerer skogsområdet vest for gårdene Nordre og Søndre Finnsveen. Bekken krysser først innkjøringen til gårdene, deretter Vottestadvegen sør-øst for Nordre Finnsveen.

Kryssing av innkjøring til Nordre Finnsveen er i et betongrør à ca. ø300mm. Vann ser ut til å renne under stikkrenna, og går antagelig i en steinsatt grøft (se figur 3-23). Nedstrøms er det mye hageavfall nært og delvis i bekkeløp ned til Vottestadvegen (figur 3-24).

Innløpet til kulverten under Vottestadvegen er en 60cmx60cm steinsatt stikkrenne med et DV350 overløp (figur 3-25). Utløpet er et ø600mm betongrør. Det er sannsynlig at gjentetting av kulvert kan skje ved store nedbørsmengder ettersom det ligger mye hageavfall og kvist oppstrøms stikkrenna.



Figur 3-23: Innløp stikkrenne under innkjøring til Nordre Finnsveen. Vann renner under stikkrenne istedet for gjennom.





Figur 3-24: Området oppstrøms innløp til kryssing av Vottestadvegen, nedenfor Nordre Finnsveen.



Figur 3-25: Innløp kulvert under Vottestadvegen (til høyre) med overløp.



### 3.2.6.2 Konsekvens

Det er lav konsekvens for infrastruktur og bygninger dersom stikkrennene går fulle da Vottestadvegen er en mindre lokalveg med omkjøringsmulighet og det ikke er utsatte eiendommer. Da det er lite fall i bekken vil eventuell erosjon og massetransport være begrenset, men vann på veien kan føre til stenging av veien i ekstreme tilfeller.

### 3.2.6.3 Tiltak

Det er lite behov for tiltak pga. lav konsekvens ved flom, men enkle tiltak som å fjerne kvist og hageavfall anbefales for å forhindre gjentetting og vann på veien.

## 3.2.7 **Kryssing av traktorveger ved Flata og Sagstuen (H)**

### 3.2.7.1 Beskrivelse

Hovedløpet av Øyresbekken krysser to traktorveger mot gårdene Flata og Sagstuen.

Ved Flata består kulverten av to  $\varnothing 800$ mm betongrør plassert i to høyder (figur 3-26). Å ha rør i to høyder gir noe redundans i forhold til gjentetting. Traktorvegen har sitt laveste punkt over kulverten, som gjør at vann som eventuelt går over veien vil renne ned igjen i bekken på motsatt side. Det er en del løsmasser langs bekkeløpet og rundt innløpet, og kombinert med relativt stort fall oppstrøms kan massetransporten bli høy ved store vannføringer.

Kulverten under traktorveg mot Sagstuen består av et  $\varnothing 1400$ mm korrugert stålrør (figur 3-27). Her står det et uthus nært kulverten.

Begge kulverter er i følge kapasitetsberegninger for små i forhold til en 20-årsflom (tabell 3-2).



Figur 3-26: Innløp ved kryssing av traktorveg mot Flata. 2 stk.  $\varnothing 800$ mm betongrør.





Figur 3-27: Innløp på kulvert under traktorvegn til Sagstuen.  $\varnothing$ 1400mm korrugert stålrør

### 3.2.7.2 Konsekvens

Det er generelt lite konsekvenser knyttet til kapasitetsproblemer i kulvertene. Det ser ut til å kun være fare for uthuset ved Sagstuen og det som eventuelt er plassert ved uthuset vil kunne bli med en flom (f.eks. treverk, oljefat og bølgeblekkplater som var plassert der på befaringstidspunktet).

### 3.2.7.3 Tiltak

Kulvertene har for små dimensjoner for å tåle 20-årsflom, men ettersom konsekvensene er lave ved vann på avveie er det ikke kritiske punkter å utbedre. Generelle tiltak som å fjerne gjenstander som står nært bekken før nedbørsperioder/snøsmelting er likevel anbefalt, spesielt ved Sagstuen.

### 3.2.8 Nærføring til Saksumdalsvegen ved Heimtun (G)

#### 3.2.8.1 Beskrivelse

Øyresbekken ligger nært Saksumdalsvegen ved Heimtun og har bratte skråninger på begge sider som er skredutsatt og bare delvis erosjonssikret. Mot sør-vest er skråningen erosjonsutsatt fordi trær er fjernet i trasé for EL-master, og det er noe erosjonssikring i form av at det er fylt opp med steiner. Nærmeste EL-mast ser ut til å ha noe av sin forankring nært/i skråningen (se figur 3-28). Oppstrøms svingen på Saksumdalsvegen er det mye nedfallstrær (og huggede trær) og steiner i bekkeløper. I tillegg er høydeforskjellen mellom bekk og veg mindre enn lenger ned på strekningen (Se figur 3-29). Det er dermed fare for at bekken kan ta nye veger mot øst, bort til Saksumdalsvegen og evt. over på østsiden av vegen. Som vist i figur 2-2 og 2-3 er dette et aktsomhetsområde for flom. Ved stor vannføring kan det komme vann på avveie spesielt hvis det avsettes mye løsmasser, nedfallstrær og hageavfall blir liggende i bekkeløpet, og/eller hvis det går løsmasseskred langs siden av bekken som blokkerer.

Ned mot svingen er Saksumdalsvegen relativt bratt og veggrøfta på vestsida av vegen leder overvann mot Øyresbekken. Lenger opp i Saksumdalsvegen krysser Ravnumsbekken i en stikkrenne med liten kapasitet (se kap. 3.3.2, punkt G). Dersom stikkrenna går full vil Ravnumsbekken renne i veggrøft langs Saksumdalsvegen. Dersom ikke andre stikkrenner langs veggrøfta drenerer bekken gjennom vegen vil Ravnumsbekken også bidra til vannføring i Øyresbekken. Dersom dette skjer i en flomsituasjon hvor Øyresbekken allerede har stor vannføring kan dette få store konsekvenser nedstrøms.



Figur 3-28: Noe eksisterende erosjonssikring i høy skjæring.





Figur 3-29: Mye nedfall i bekkeløp bidrar til å begrense kapasitet og gir risiko for tilstopping i kulverter.

#### 3.2.8.2 Konsekvens

Det er relativt store konsekvenser forbundet med flom på denne strekningen. For det første kan det gå større skred på begge sider av bekken. Dette kan gjøre skade på Saksumdalsvegen (her er hele fundamentet til vegen utsatt for å rase ut), og skråning med fundament for EL-mast på sør-vestsiden av bekken. For det andre kan flom ved dette punktet gi oversvømmelse og vannskader på eiendommer og boliger langs Øyrevegen og Heimtun, inkludert Steinerskolen og Steinerbarnehagen. Øyrevegen som er en lokal grusvei er også særlig utsatt for erosjonsskader. Dersom skred utløses og det i tillegg ligger mye nedfallstrær og steiner i bekkeløpet fra før vil dessuten massetransporten kunne forårsake problemer ved kulverten nedstrøms (punkt F).

#### 3.2.8.3 Tiltak

Det bør ryddes opp langs trase for nedfallstrær og andre masser for å hindre redusert kapasitet i bekkeløp og tetting av kulverter nedstrøms. Dette bør gjøres i forbindelse med alle flomsituasjoner og helst før nedbørsperioder/snøsmelting. Erosjonssikring bør utbedres der det er fare for jordskred, og særlig mot Saksumdalsvegen og trasé med EL-mast. Grøntområdet mellom bekken og Saksumdalsvegen kan tilrettelegges slik at vannet ledes tilbake til bekken dersom den går over sine bredder, f.eks. med en mer definert vegggrøft i yttersvingen som leder vannet tilbake til bekken.

### 3.2.9 **Kulvert oppstrøms Øyrevegen 5 (F)**

#### 3.2.9.1 Beskrivelse

Kulverten er et rør av korrugert stål (Ø1500mm) under tilkomstvegen til en lagringsplass (se figur 3-30 og 3-31). Innløp og utløp er steinsatt, noe som kan begrense erosjonsskader, men det ser ut til at vannet vil kunne vaske ut løsmasser over og rundt røret ettersom overdekningen er liten og erosjonssikringen er dårlig. Kulverten er utsatt for gjentetting ettersom potensialet for massetransport er stort fra punkt G.



Kapasitetsberegninger (tabell 3-2) viser at kulverten trolig har lavere kapasitet enn det som tilsvarer en 20-årsflom.



Figur 3-30: Innløp til kulvert (ø1500mm) under innkjøring til lagringsplass ved Øyrevegen 5.



Figur 3-31: Utløp av kulvert av korrugert stålør under innkjøring til lagringsplass ved Øyrevegen 5



### 3.2.9.2 Konsekvens

Dersom kulverten går full, vil vann trolig kunne renne over og evt. vaske ut innkjørselen. Dette er ikke kritisk lokalt, da vegen bare fører til en lagringsplass. En større konsekvens er det hvis vannet finner vegen østover mot Øyrevegen, hvor både Øyrevegen selv og eiendommer langs denne kan få erosjonsskader og bli oversvømt. Dette kan gi stengt veg og vannskader på bygninger og boliger, deriblant deler av bygningsmassen på Steinerskolen.

### 3.2.9.3 Tiltak

Det anbefales å senke rør og lage forsenkning over innkjørselen for at vann skal ledes tilbake til bekk på andre siden av kulverten dersom denne går full og vegen overtoppes. Røres bør skiftes ut til en betongkulvert (bred prefabrikkert) med større dimensjon, da det er fare for at det eksisterende røret kan ruste og kollapse over tid.

## 3.2.10 **Bru over innkjøring til Øyrevegen 5 (E)**

### 3.2.10.1 Beskrivelse

Øyresbekken krysser innkjøringen til Øyrevegen 5 i en bru som er ca. 4 m bred og 2 meter høy med kort vingemur ved innløpet (se figur 3-32). Det er noe erosjonsskader ved toppen av vingemuren på den ene siden av innløpet. Dette kan over tid gi ustabile løsmasser som gir grobunn for større erosjonsskader ved flom. Det har vært flom i området relativt nylig og brua har blitt flyttet nærmere Øyrevegen etter dette, samt økt noe i dimensjon. Ny dimensjon virker å ha god kapasitet (se tabell 3-2) dersom den ikke tilstoppes av trær og sedimenter. Her er det imidlertid potensiale for avsetning av sedimenter og kvist ettersom bekken har lite fall ved brua. Dette kan over tid forringe kapasiteten dersom det ikke renskes med jevne mellomrom.



Figur 3-32: Bru over innkjøring til Øyrevegen 5.



### 3.2.10.2 Konsekvens

Flom ved dette punktet kan ramme småbruket på Øyrevegen 5, eiendommer langs Øyrevegen og selve Øyrevegen som er utsatt for erosjon. Dersom vannet renner mot småbruket (Øyrevegen 5) er det først og fremst søppelskur og garasje/uthus som er plassert nærmest bekken som kan rammes. Boligen er mindre utsatt for vannskader. Innkjørselen til småbruket kan bli ødelagt. Småbruket ligger mellom to bekkestrenger av Øyresbekken og er i fare for å bli isolert ved flom. Langs østsiden av Øyresvegen er det først og fremst 3 utsatte eiendommer som kan få oversvømmelse på tomt dersom vannet først når Øyrevegen. Dersom Øyrevegen blir stengt er det omkjøringsmuligheter.

### 3.2.10.3 Tiltak

Det bør erosjonssikres rundt vingemur eller vingemur kan forlenges for å forhindre utvasking av løsmasser bakenfor. Det bør lages en tydeligere forsenkning på østsiden av brua for å lede vannet tilbake til bekkeløpet på andre siden av brua dersom brua får for liten kapasitet og vegen oversvømmes.

## 3.2.11 **Bekkekryss nedstrøms Øyrevegen 5 (D)**

### 3.2.11.1 Beskrivelse

Sideløpet av Øyresbekken som kommer ned fra Finnsveen møter hovedløpet til Øyresbekken rett nedenfor Øyrevegen 5. Mellom bekkeløpene står det igjen en «odde» av stein, løsmasser og småtrær. Denne vil trolig over tid bli erodert helt bort ved flomsituasjoner og trær og løsmasser vil bli med bekken videre nedover. På østsiden av hovedløpet (mot Øyrevegen) har det vært mye erosjon og utgraving av en voll som er i ferd med å bli undergravd (figur 3-33). Nedstrøms kryssingen er det en del erosjonssikring allerede mot Øyrevegen. Det er også en solid gangbru i tre nedstrøms kryssingen. Brua er lav, men bekken er noe bredere fra denne og nedover slik at den har noe kapasitet.



Figur 3-33: Hovedløp Øyresbekken i bekketryss ved Steinerskolen



### 3.2.11.2 Konsekvens

Det ser ut til at gangbrua er mest utsatt for å bli tatt av en eventuell flom, særlig dersom trær og andre sedimenter reduserer lysåpningen under brua. Dersom det ikke erosjonssikres mot øst kan vollen som bekken undergraver rase ut, hvor det vil medfølge trær, jord og annen vegetasjon. Dersom kapasitet i bekken blir for liten kan vann gå over sine bredder, men skader vil sannsynligvis være begrenset til erosjonsskader på Øyrevegen da det ikke er utsatte boliger og eiendommer i nærheten.

### 3.2.11.3 Tiltak

Det bør vurderes å anlegge en massefangdam der bekkeløpene møtes for å ta ut masser etter behov og forhindre at nedfallstrær og andre masser fraktes videre og fører til gjentetting ved bru og ellers i bekkeløpet. Det bør vurderes å erosjonssikre bekken mot Øyrevegen nedstrøms bekketkrysset.

## 3.2.12 **Bru under Hovslivegen (C)**

### 3.2.12.1 Beskrivelse

Øyresbekken krysser Hovslivegen via en betongbru med vingemur. Innløpet er på 3 m x 4 m (hxb), og utløpet er på 4 m x 4 m (se figur 3-34). Nedstrøms kulverten er det stort fall og bekkeløpet har fjell i dagen. Det er en tydelig bekkedal med lite fare for at bekken tar nye veger. Trær står tett inntil bekk, men det er lite nedfall. Oppstrøms brua er terrenget slakere og også her er det lite erosjon/nedfall. Skråningen mot Øyrevegen er likevel stedvis bratt og utsatt for erosjon. Det står et skur av lecablokker delvis over bekken oppstrøms brua (Se figur 3-35). Om denne blir tatt av flom kan den bidra til å redusere kapasiteten under brua.

Kapasitetsberegninger for kulvert er utført, se tabell 3-2.



Figur 3-34: Innløp på kulvert under Hovslivegen



Figur 3-35: Skur av lecablokker oppstrøms kulvert under Hovslivegen.

#### 3.2.12.2 Konsekvens

Hvis lysåpningen er delvis blokkert ved flom, så kan vann renne østover langs Hovslivegen. Hvis dette skjer er eiendommer langs Vingromsvegen (f.eks. boligfelt ved Petterjordet) utsatt for flomskader. Det kan potensielt også forårsake skader på Vingromsvegen og E6 og medføre stenging av veger.

#### 3.2.12.3 Tiltak

Oppstrøms brua kan man vurdere å flytte skuret slik at ikke flom tar dette med seg. Erosjonssikring der det er bratte skråninger mot veg kan også vurderes. For å sikre at vann ikke følger Hovslivegen østover dersom det går over brua, så bør vegkrysset utbedres slik at vann blir ledet tilbake til bekken nedstrøms brua.

### 3.2.13 **Strekning forbi mindre boligfelt ved Vingromsvegen (B)**

#### 3.2.13.1 Beskrivelse

Langs en strekning på rundt 70 meter ned mot Vingromsvegen passerer Øyresbekken 2-3 boliger som ligger på bekkens nord-østre side. Mot sør-vest er det dannet en høy skjæring mot et jordbruksområde. Skjæringa ser ut til å bestå primært av finere løsmasser som enkelt blir erodert og fraktet videre i flomsituasjoner. Bekken er også forholdsvis bratt her og dette gir høy fart på vannet med utgraving i ytersving (se figur 3-36). Figur 3-37 viser at det ligger byggematerialer og hageavfall/nedfallstrær inntil bekk og trolig innenfor det som er bekkens flomløp. Boligene ligger på det nærmeste kun få meter fra bekken (se figur 3-38). Dette er hus som er svært utsatt for skader ved flom.





Figur 3-36: Erosjonsskader langs Øyresbekken i et relativt bratt parti. Mindre trær er i fare for å velte ut i bekken.



Figur 3-37: Dumping av hageavfall og plassering av gjenstander inntil bekkeløp øker faren for tilstopping av bekken med eventuell oversvømmelse.





Figur 3-38: Øyresbekken oppstrøms bru under Vingromsvegen. Husene står tett på bekkeløpet og er utsatt for flomskader.

### 3.2.13.2 Konsekvens

Etter hvert som bekken eroderer mer mot sør, vil det være fare for større utrasinger og skred i skjæring, hvor trær også vil kunne rase ut i bekken. Materialer og hageavfall/trær langs bredd kan bli transportert med flommen og potensielt føre til tilstopping i bekken eller kulverter nedstrøms. Dette kan potensielt øke risikoen for skader på person, bygninger og eiendom ved flom. Dersom vannføringen blir stor og det for eksempel blir liggende nedfallstrær og sedimenter i bekkeløpet, så kan bekken ta veien over eiendommene som ligger tett på bekken og forårsake vannskader på bygninger. Det er også sannsynlig at bekken vil kunne grave seg inn mot husene..

### 3.2.13.3 Tiltak

Steder med mye erosjonsskader og ustabile sideområder bør erosjonssikres for å hindre videre erosjon og utvasking. Her er det snakk om et stort behov for sikringstiltak, da det potensielt kan rase store mengder masser ut fra den sør-vestre bekkesiden hvor det er dyrka mark i dag. Grunneier på denne siden av bekken bør få pålegg om å sette av en sone på minst 20 meter fra kanten der det ikke skal drives landbruksvirksomhet. I tillegg bør vegetasjonen langs raskanten skjøttes (hugge store trær og la de mindre vokse opp). Nedfallstrær bør jevnlig fjernes og hageavfall og materialer som ligger inntil bekken anbefales å flyttes lenger vekk fra bekken.



### 3.2.14 Kryssing av Fv. 331/E6 (A)

#### 3.2.14.1 Beskrivelse

Øyresbekken krysser Fv. 331 Vingromsvegen og E6 via en sammenhengende kanal under to bruer. Sider og topp av kanalen er av betong, mens i bunnen er det steiner. Kanalbredden er 6 m, og høyden under bru varierer fra ca. 1,7-2,5 m (se figur 3-39). Brua har god kapasitet, jfr. kapasitetsberegninger gitt i tabell 3-2. Det kan trolig være en del avsetning av steiner og andre sedimenter under brua pga. lite fall på denne strekningen.



Figur 3-39: Utløpsiden av kulvert/kanal under fv. 331/E6

#### 3.2.14.2 Konsekvens

Hvis vannet stiger over det første brudekke vil vannet renne enten sørover langs/på fylkesvegen hvor det er relativt store arealer og helning til fordrøyning, før utløp ned mot gangkulvert, eller det vil renne rett over vegen og ned i bekk eller fordrøyning på andre siden av vegen. Det er et godt alternativt flomløp, men dersom det ligger masser i veien vil ikke vannet ta det alternative flomløpet (se figur 3-40). Dersom kapasiteten på brua under E6 blir for liten vil vann kunne renne mot sør over terskel av kanal (figur 3-41). Der er det gode fordrøyningsmuligheter og mulig for vann å renne gjennom E6 via gangkulvert.





Figur 3-40: Innløpet på bru under Vingromsvegen. Alternativ flomløp tvers over vejen eller mot grøntområde sørover (Utsnitt fra Google Street View).



Figur 3-41: Innløp på bru under E6. Alternativ flomvei vil være mot høyre/sørover til vegggrøft og gangkulvert som ligger lenger sør (Utsnitt fra Google Street View).



### 3.2.14.3 Tiltak

Ettersom kapasiteten er god gjennom bruene er det ikke nødvendige med tiltak for å bedre denne utenom å drive jevnlig drift og vedlikehold, som å fjerne løsmasser. Eventuelle tiltak må komme høyere opp, med erosjonssikring og fjerning av nedfallstrær og hageavfall da fallet under bruene er liten og dette kan avsettes der. Det kan vurderes om terskler over til alternative flomløp kan senkes noe for å minske sannsynligheten for at vann renner over vegene.

### 3.2.15 **Kapasitetsberegninger for kulverter i Øyresbekken**

Det er utført kapasitetsberegninger for flere kulverter langs Øyresbekken. Tabellen viser at det er mest kritisk høyt oppe i nedbørsfeltet der kulvertene er mindre sirkulære rør.

Det henvises til kapittel 2.6 for nærmere forklaring til tabell.

Tabell 3-2: Beregnede flomvannføringer og kapasiteter for stikkrenner og kulverter langs Øyresbekken. Feltareal er beregnet nedslagsfelt til punktene/kulvertene. 20 og 200-årsflommer er gitt som øvre grense for flomvannføring (95%) beregnet med NVEs formelverk gjennom NEVINA med klimapåslag på 40%. Rasjonell formel er beregnet utfra metode beskrevet i kap. 2.3. Kapasitet på kulverter er estimert vha. håndbok N200 eller nommogrammer som beskrevet i kap. 2.6

Felt/ID	Feltareal (km <sup>2</sup> )	20-årsflom + Kf (m <sup>3</sup> /s)	200-årsflom + Kf (m <sup>3</sup> /s)	Rasjonell formel (m <sup>3</sup> /s) Q <sub>200+Kf</sub>	Dimensjon (mm) (D el. HxB)	Kapasitet (m <sup>3</sup> /s)
M	0,8	2,0	3,5	3,5	Ø600	0,3
K	3,0	6,4	10,9	9,3	Ø1200	1,9
J	3,1	6,6	11,3		2 x Ø1200	3,8 (4,1 v/oppstuvning)
H (Sagstuen)	3,4	7	12	10,7	Ø1400	2,8 (3,5 v/oppstuvning)
H (Flata)	3,4	7	12	10,7	2 x Ø800	2,2 (2,5 v/oppstuvning)
F	3,6	7,4	12,7		Ø1500	3,5
E	3,6	7,4	12,7		2 m x 4 m	16
C	4,7	9,2	15,8		3 m x 4 m	26
A	4,9	9,4	16,1		Under E6: 1,7m x 6 m	18,6

### 3.3 Ravnumsbekken

Stikkrenner, kulverter og strekninger som er undersøkt under befaring av Ravnumsbekken er avmerket i figur 3-42. Kommentarer til hvert punkt/strekning er gitt i de neste kapitlene fra topp til bunn av bekken. Kapasitetsberegninger for de mest kritiske punktene er gitt i tabell 3-3.



Figur 3-42: Oversikt over punkter og strekninger som er vurdert i forhold til sårbarhet langs Ravnumsbekken.



### 3.3.1 Kryssing av innkjøring ved Øvre Ravneberg og Saksumdalsvegen (H)

#### 3.3.1.1 Beskrivelse

Bekken krysser en gruset innkjøring ved gården Øvre Ravneberg før den renner gjennom Saksumdalsvegen. Stikkrenna under innkjøringen er av  $\varnothing 250\text{mm}$  DV, men røret ligger nede i gjørma og er delvis tildekket (se figur 3-43). Vannføring er likevel bra ut av røret. På grusvegen er det tegn på mye væte i grunnen. Gjennom Saksumdalsvegen er stikkrenna et  $\varnothing 400\text{mm}$  betongrør (se figur 3-44). Kapasitetsberegninger er utført (se tabell 3-3) og viser at stikkrenna har mindre kapasitet enn det som tilsvarer en 20-årsflom for dette punktet.



Figur 3-43: Innløp stikkrenne ( $\varnothing 250\text{mm}$  DV nede i gjørme) under innkjøring til Øvre Ravneberg



Figur 3-44: Innløp stikkrenne gjennom Saksumdalsvegen ved Øvre Ravneberg. Stikkrenna er et ø400mm betongrør.

### 3.3.1.2 Konsekvens

Tett stikkrenne gjennom innkjøringa er ikke kritisk, da vannet sannsynligvis renner tvers over innkjøringa og tilbake i bekkeløp på andre siden av veien. Ved tett stikkrenne gjennom Saksumdalsvegen kan imidlertid vannet renne nordover ned Saksumdalsvegen, og bla. mot gården Nedre Ravneberg som i tillegg vil få en del avrenning fra høyereliggende områder nord-vest for gården (situasjon vist ved neste punkt i figur 3-46). Til sammen kan vannmengdene bli betydelige ned mot gården. Langs Saksumdalsvegen kan hastigheten på vannet bli høy, som kan medføre erosjonsskader.

### 3.3.1.3 Tiltak

Det er viktig å grave fram innløpet på stikkrenna under innkjøring til Øvre Ravneberg, og vedlikeholde begge innløp jevnlig. Kapasitetsberegninger viser at ø400 gjennom Saksumdalsvegen antagelig ikke er tilstrekkelig selv for en 20-årsflom, og det bør vurderes å øke dimensjonen tilstrekkelig.



### 3.3.2 Nedre kryssing av Saksumdalsvegen ved Ravneberg (G)

#### 3.3.2.1 Beskrivelse

Ravnumsbekken krysser Saksumdalsvegen også ved Nedre Ravneberg (Ramberg). Denne kryssingen er også i et betongrør av dimensjon ca.  $\varnothing 400$  mm og innløpet er med vingemur med rist. Rista er imidlertid ødelagt (se figur 3-45).

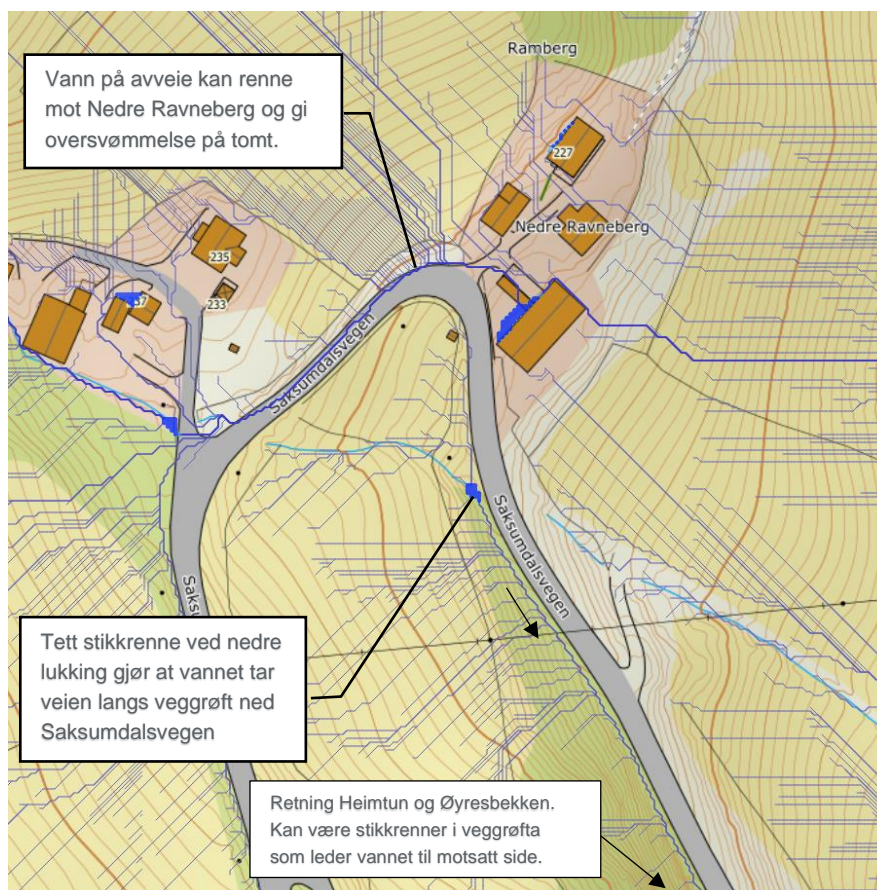


Figur 3-45: Innløp nedre lukking gjennom Saksumdalsvegen ved Ramberg. Ødelagt inntaksrist kan gi problemer med tilstopping.

#### 3.3.2.2 Konsekvens

Dersom nedre lukking går tett er det en godt definert vegggrøft langs Saksumdalsvegen som vil lede vannet mot Heimtun (se figur 3-46). Det er trolig noen sandfangskummer og stikkrenner i vegggrøfta som kan lede noe vann til motsatt side av vegen mot Nedre Ravnum. Dersom stikkrennene langs vegggrøfta ikke har tilstrekkelig kapasitet eller er gjentettet kan vannet renne helt til Heimtun og Øyresbekken (se kap. 3.2.8, punkt G i Øyresbekken). Dersom vegggrøfta ikke har kapasitet kan vannet renne over Saksumdalsvegen før det når Heimtun og renne over jordbruksarealer på østsiden av vegen. Ved Nedre Ravnum er det i så fall en

del bygninger som kan være utsatt for flom. Dersom vannet tar denne veien vil det finne tilbake til bekkeløpet til Ravnumsbekken oppstrøms Saksumdalsvegen og boligfeltet ved Vingar.



Figur 3-46: Terrenganalyse for en flomsituasjon der stikkrenner under Saksumdalsvegen går tett.

### 3.3.2.3 Tiltak

Innløpet med rist bør fjernes eller skiftes til skrårist, samt at sedimenter oppstrøms som kan bidra til gjentetting av rist bør fjernes jevnlig. Kuppelrister og stikkrenner langs Saksumdalsvegen bør vedlikeholdes og evt. utbedres for å opprettholde systemets evne til å lede vannet gjennom veien. En kuppelrist av typen landbruksrist har større kapasitet enn tradisjonelle kuppelrister brukt i vegggrøfter og bør vurderes der vanlige rister ofte tettes.



### 3.3.3 Kryssing av Saksumdalsvegen nedenfor Nedre Ravnum/Westerngården (F)

#### 3.3.3.1 Beskrivelse

Bekken kommer ned mot Saksumdalsvegen i bratt skråning før kryssing av veien via stikkrenne av betong (ca.  $\varnothing 500\text{mm}$ ). I skråningen er det mye erosjon, og sedimenter og kvist kan bli med vannet og tette stikkrenna ved store nedbørsmengder (se figur 3-47). Etter kryssing av veien følger vannet vegggrøft ned til boligfeltet ved Vingar hvor det også kommer en del dreinsvann fra jorder vest for Saksumdalsvegen. Nedslagsfeltet til stikkrenna er ikke veldig stort (ca.  $0,3\text{ km}^2$ ) i en normalsituasjon, men det kan likevel komme ca.  $1,2\text{ m}^3/\text{s}$  vann ved en 20-årsflom, som er betydelig mer enn stikkrenna sin kapasitet.



Figur 3-47: Nedløp fra skogsområdet til stikkrenne gjennom Saksumdalsvegen

### 3.3.3.2 Konsekvens

Dersom innløpet ovenfor vegen går tett kan vann gå langs overside av vegen nordover i en mindre vegggrøft.. Vegggrøfta har stedvis liten kapasitet og vann kan renne over vegen. Det vil i så fall ende tilbake i bekken og gjøre begrenset skade på vegen. Dette er en veg med flere omkjøringsmuligheter og stenging er ikke kritisk.

### 3.3.3.3 Tiltak

Dersom man utbedrer bekkeløpet ned mot veien ved f.eks. å erosjonssikre og utbedre innløpet, kan man redusere sannsynligheten for tilstopping i større nedbørshendelser. Dimensjonen på stikkrenna bør også økes.

## 3.3.4 ***Gjennom boligfelt ved Vingar (E)***

### 3.3.4.1 Beskrivelse

Ravnumsbekken går delvis lukket gjennom boligfeltet ved Vingar med stikkrenner gjennom Røysbakken og Beitevegen. Stikkrennene anslås å være ca. ø600 mm betongrør. Traseen har nylig blitt åpnet noe mer og utbedret med erosjonssikret bekkeløp og vingemur ved lukking (se figur 3-48). Bekken gjør en tilnærmet 90° sving før langsføring med fotballbane (se figur 3-49). I svingen virker kanten å være noe lav i forhold til å unngå at vann kommer på avveie ned til et område som allerede er vassjukt helt ned til boligene ved Myrstien. Beboere i nabolaget kan fortelle at det ikke har vært problemer med bekken ved selve boligfeltet etter utbedringen, men at problemene oppstår ved boligene nord for Myrstien og ved Vingar skole og barnehage, jfr. kap. 3.3.5 og 3.3.6.



Figur 3-48: Bekkeløp gjennom boligfelt ved Vingar. Nye stikkrenner har vingemur.





Figur 3-49: Bekkeleie mot fotballplass ved Vingar skole og barnehage

#### 3.3.4.2 Konsekvens

Dersom stikkrennene ved Røysbakken og Beitevegen går fulle ser det ut til at vannet vil finne tilbake til bekkeløpet på andre siden av vegene og skader på boliger og eiendom er trolig begrenset. Ved store vannføringer kan vann drenerer rett frem i den krappe svingen og renne ut på fotballplassen og ned mot boliger ved Myrstien. Dette gir tilførsel av vann til et område som allerede er dårlig drenert og kan føre til skade på eiendommene.

#### 3.3.4.3 Tiltak

Bekkeløpet bør utbedres nedstrøms nederste stikkrenne ved å øke dimensjoner og anlegge dypdrenering fra utløpet av stikkrenna som er vist på figur 3-49. Dypdrenering foreslås å etableres helt til utløper av bekken nord for Vingar skole/barnehage (Se kap. 3.3.5).

### 3.3.5 Fotballplass mot barnehage (D)

#### 3.3.5.1 Beskrivelse

Bekken går i grøfter med lite fall rundt og mellom fotballbaner/grøntarealer (se figur 3-50). Det er mye sedimenter/gjørme og gjengroing enkelte steder som kan bidra til å tette stikkrenner og forringe bekkeløpets kapasitet (figur 3-51). Hele området er opprinnelig en myr og det virker å være et gjentakende problem med overvann i området. Dreneringen av området er alt for dårlig. Stikkrennene er av ø500mm betongrør. Kapasitet i forhold til flomverdier er gitt i tabell 3-3, som viser at kapasiteten i stikkrennene generelt er for liten for 20-årsflom.



Figur 3-51: Bekkeløp over fotballplass sør for Vingar skole



Figur 3-50: Bekkeløp langs grøntområde, sett mot Vingar skole

#### 3.3.5.2 Konsekvens

Ved tette stikkrenner og når vannføringen overstiger kapasiteten vil utearealer utenfor og trolig delvis innenfor skolens område kunne bli oversvømt. Dette kan gi vannskader på bygninger tilhørende skole og barnehage. Sør-vest for fotballbanen er det også et større område ved Myrstien som er utsatt for mye overvann, og som kan være ekstra utsatt dersom drenering ut av området er redusert (se figur 3-52).

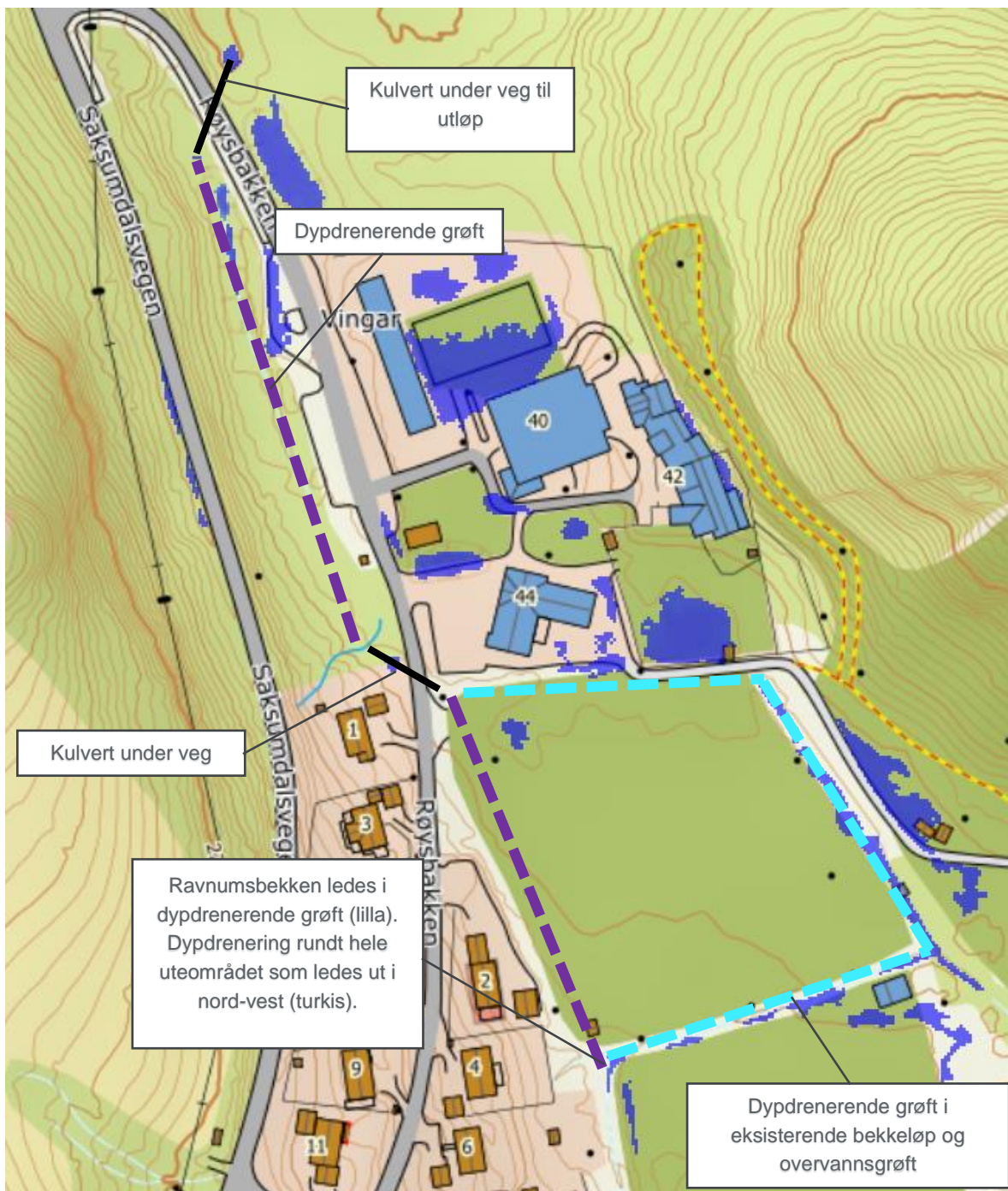




Figur 3-52: Terrenganalyse som viser hvor overvann sannsynligvis vil kunne samle seg ved store nedbørsmengder. (Utsnitt fra Scalgo Live).

### 3.3.5.3 Tiltak

Ettersom området generelt er vannsjukt og er dårlig drenert bør et større dreneringstiltak vurderes. Det kan for eksempel være å anlegge en dypdrenerende grøft hvor både bekken og drenert vann fra området ledes ut mot grøntdraget vest for skoleområdet mellom Saksumdalsvegen og Røysbakken. Her går det også et mindre bekkedrag i dag som møter utløpet til overvannsledningen lenger nord som fører bekken under Vingar skole/barnehage. Skisse av løsningen er vist i figur 3-53. Det eksisterende bekkeløpet må uansett utbedres for å forhindre gjengroing, sedimentering og kapasitetsproblemer i bekkeløp og stikkrenner. Det bør utføres jevnlig vedlikehold og fjerning av oppsamlede masser i bekkeløp og stikkrenner.



Figur 3-53: Skisse som viser forslag til utbedring av overvannssituasjon ved uteområder sør for Vingar skole/barnehage. Tiltaket forbedrer overvannssituasjonen og bidrar til å drenere området.



### 3.3.6 Lukking fra Vingar skole og barnehage til Kastrudvegen (C)

#### 3.3.6.1 Beskrivelse

Ravnumsbekken går lukket fra Vingar skole og barnehage til skogsområdet rett sør for kulvert gjennom Kastrudvegen. Traséen er vist i kommunens digitale VA-ledningskart (se figur 3-54). Ved utløpet i skogsområdet var det tegn på at kloakk er med bekken ut (det er en spillvannspumpekum i nærheten av overvannsledning som kan ha overløp til overvannssystemet).

Innløpet på lukkingen er utført med rist, men denne er dårlig vedlikeholdt og delvis tildekket (se figur 3-55), slik at det skal lite til før dette går helt tett. Røret videre er ifølge kommunens VA-kart et  $\varnothing 400$  mm betongrør som går over til  $\varnothing 800$  mm i Røysbakken. Det er vist et annet overvannsinntak lenger sør som også leder overvann til samme OV 400. Det er ikke kjent hvilken tilstand dette er i. Noen av overvannsledningene i området har et fall under anbefalt grense (ned mot 0,7%), og de er derfor utsatt for å bli gjentettet av sedimenter. Det har tidligere vært problemet med overvann på skoleplassen oppstrøms lukkingen, og det er sannsynlig at tett rist og/eller ledning har forårsaket dette.



Figur 3-54: Utsnitt fra digitalt VA-kart for Lillehammer kommune viser overvannsledninger (OV400 og OV800) som leder bekken under Vingar skole/barnehage til utløp i skogsområde oppstrøms Kastrudvegen.



Figur 3-55: Innløp på lukking under Vingar Skole/Barnehage. Rist er tildekket av mye gjørme, samt større objekter som gir dårlige hydrauliske forhold ved innløpet.

### 3.3.6.2 Konsekvens

Dersom innløpet på lukkingen går tett eller overvannsledning får for liten kapasitet kan vann gå utover fotballplassen og grøntarealer nært skole og barnehage. Vann kan også risikere å renne inn på utearealer innenfor skolens/barnehagens inngjerding, og oversvømme asfalterte flater og lekeområder for barn.

### 3.3.6.3 Tiltak

Det anbefales å utbedre inntak for lukking under skole og barnehage, slik at denne ikke tettes, f.eks. ved å bytte ut rist med skråstilt rist som har større overflate. Ettersom inntaket ligger i et mye brukt lekeområde for barn kan det være behov for hyppigere tilsyn. Bekkeløpene oppstrøms inntaket bør også utbedres. En ny løsning på flom- og overvannssituasjonen i grøntområdet bør vurderes, da det vil kunne løse problemene for hele området, jfr. pkt. 3.3.5.3.



### 3.3.7 **Kulvert under Kastrudvegen (B)**

#### 3.3.7.1 Beskrivelse

Kryssing av Kastrudvegen skjer via en kulvert med dimensjon 1200mmx700mm (hxb) som er iskjøtt et ø1200mm betongrør de siste ca. 4 meterne (se figur 3-56). Dette er sårbart. Kapasiteten er ok for flom opp til 200-årsflom, hvis vannet kan stuves opp på oppstrøms side. Det er fare for gjentetting av sedimenter og trær.



Figur 3-56: Utløp av ø1200mm betongrør på kulvert under Kastrudvegen.

#### 3.3.7.2 Konsekvens

Ved eventuelle kapasitetsproblemer ved kulverten vil vann stuves opp i et større område foran kulverten før det renner ned i veggrøft og følger Kastrudvegen ned mot Jørstadmogegen. Da vegen er relativt bratt vil vannet få høy hastighet som kan føre til større erosjonsskader langs vegen. Dersom kapasiteten i veggrøfta er for liten eller erosjonsskadene blir betydelig kan vannet krysse Kastrudvegen og renne mot bebyggelsen ved Leirvika. Der er det både nye tomannsboliger og eldre bebyggelse som vil være utsatt for flomskader. Vann som eventuelt følger veggrøfta helt til kryssing med Jørstadmogegen vil trolig renne over vegen der da det er et lavbrekk. Dette kan føre til skader på Jørstadmogegen, men ikke bebyggelse. Dersom vegen blir stengt på grunn av dette er det omkjøringsmuligheter.

#### 3.3.7.3 Tiltak

Dimensjonen på kulverten- særlig første rektangulære del – bør økes, da et kulvertinnløp som kun er 70cm bredt lett kan bli tilstoppet eller miste kapasitet av nedfallstrær og kvist. Det er også uheldig/sårbart med skjøting i kulvert som det er her. Den bør skiftes ut med én sammenhengende kulvert, en dimensjon større



enn den som er der i dag. Veggrøfta langs Kastrudvegen bør utbedres slik at det fungerer som en alternativ flomvei. Det bør da etableres stikkrenner som leder vann fra grøfta gjennom vegen oppstrøms boligområdet ved Leirvika hvor det ikke er fare for bygninger eller infrastruktur. Grøfta har lite kapasitet store deler av strekningen og stikkrenner gjennom mindre avkjørsler bør økes i dimensjon for å hindre at vann renner ut på vegen.

### 3.3.8 Kryssing av Jørstadmogegen (A)

#### 3.3.8.1 Beskrivelse

Ravnumsbekken har sitt utløp i Mjøsa nedenfor Jørstadmogegen (Fv. 253), og krysser denne i en 1000mm betong stikkrenne (se figur 3-57). Kapasitetsberegninger viser at det vil kunne bli problemer ved en 200-årsflom, trolig også ved flommer med gjentakintervall ned mot 20-årsflom. Oppstrøms kulverten går bekken over et relativt flatt område i en lite definert bekkedal, hvor bekken også har delt seg. Bekken gjør to 90° svinger før kulverten.



Figur 3-57: Innløp kulvert under Jørstadmogegen (Fv. 253)



### 3.3.8.2 Konsekvens

Ved store nedbørsmengder der tilsig overgår kapasiteten til kulverten kan en del vann stuves opp langs veggrøft på sør-vest-siden av Jørstadvægen før det eventuelt renner over vegen. Det vil kunne få konsekvenser for Jørstadvægen, men siden hastigheten er lav så det vil mest sannsynlig dreie seg om mindre erosjonsskader. Ved eventuell stenging finnes det omkjøringsmuligheter.

### 3.3.8.3 Tiltak

Det er ikke behov for umiddelbare tiltak da det ikke er fare for bygninger og det trolig bare blir mindre skader på vegen ved flom, men det bør på sikt vurderes å oppdimensjonere kulvert pga. lav kapasitet i forhold til 20-årsflom.

### 3.3.9 **Kapasitetsberegninger for kulverter i Ravnumsbekken**

Kapasitetsberegninger er utført for noen kulverter langs Ravnumsbekken. Flomberegningene er i større grad basert på den rasjonelle metode, da den øvre delen av bekken ikke er registrert i elvenettet til NEVINA. Kapasitetsproblemer ser ut til å oppstå oppstrøms Vingar skole og barnehage, hvor stikkrennene har mindre dimensjon.

Det henvises til kapittel 2.6 for nærmere forklaring til tabell.

Tabell 3-3: Beregnede flomvannføringer og kapasiteter for stikkrenner og kulverter langs Ravnumsbekken. Feltareal er beregnet nedslagsfelt til punktene/kulvertene. 20 og 200-årsflommer er gitt som øvre grense for flomvannføring (95%) beregnet med NVEs formelverk gjennom NEVINA med klimapåslag på 40%. Rasjonell formel er beregnet utfra metode beskrevet i kap. 2.3. Kapasitet på kulverter er estimert vha. håndbok N200 eller nomogrammer som beskrevet i kap. 2.6.

Felt/ID	Feltareal (km <sup>2</sup> )	20-årsflom + Kf (m <sup>3</sup> /s)	200-årsflom + Kf (m <sup>3</sup> /s)	Rasjonell formel (m <sup>3</sup> /s) $Q_{200+Kf}$	Dimensjon (mm) (D el. HxB)	Kapasitet (m <sup>3</sup> /s)
H	0,19	0,8*	1,0*	1,0*	ø400	0,14
G	0,24	0,9*	1,1*	1,1*	ø400	0,14 (0,25 v/oppstuvning)
F	0,3	1,2*	1,9*	1,9*	ø500	0,2
D	0,81	1,7	2,8		ø500	0,2
B	1,05	2,0	3,5		1200x700 / ø1200	1,4 (3,5 v/oppstuvning)
A	1,46	2,7	4,6	4,2	ø1000	1,4 (2,6 v/oppstuvning)

\* Utregnet med rasjonell formel. Vassdraget er ikke en del av elvenettet i NEVINA, slik at beregning ikke er mulig med denne metoden.

## 4 ROS-analyse

### 4.1 Analysemetode

Det er gjennomført en enkel risikovurdering for de mest kritiske punktene i de tre bekkene. Det er gjort en vurdering av hvilken type hendelse ved flom som er viktigst ved hvert punkt, og vurdert sannsynlighet og konsekvens av disse. Kategorier for sannsynlighet og konsekvens av hendelser er vist i henholdsvis tabell 4-1 og 4-2.

Tabell 4-1: Kategorier for sannsynlighet for hendelse

Sannsynlighet		
1	Liten	Sjeldnere enn 100-årsflom
2	Middels	Mellom 10-100-årsflom
3	Høy	Oftere enn hvert 10. år (10-årsflom)

Tabell 4-2: Kategorier for konsekvens av hendelse

Konsekvens		
1	Ubetydelig	Ingen skade på hus, næring, infrastruktur eller liv
2	Mindre alvorlig	Vann på avveie, skade på ubebodde bygninger, private adkomstveger
3	Alvorlig	Vann på avveie. Skade på hus, næring, infrastruktur
4	Svært alvorlig	Store ødeleggelser på hus, næring, infrastruktur, muligens tap av liv

I en grovanalyse plasseres uønskede hendelser inn i en risikomatrix gitt av hendelsenes sannsynlighet og konsekvens, utfra formelen:

$$\text{Risiko} = \text{Sannsynlighet} \times \text{Konsekvens}$$

Fargekodene gitt i tabell 4-3 gir en indikasjon på hvorvidt tiltak skal gjennomføres. Tabell 4-4 er risikomatrixen som er benyttet for å vise sammenhengen mellom sannsynligheten og konsekvensen i forhold til hvilken fargekode hendelsen får.

Tabell 4-3: Fargekoder (hendelsessoner) som framhever risikoen for hendelsen og hvordan tiltak skal vurderes innenfor hver grad av risiko.

Risikosoner	Vurdering av tiltak
Røde felt	Tiltak nødvendig
Gule felt	Tiltak vurderes i forhold til nytte
Grønne felt	Rimelige tiltak gjennomføres



Tabell 4-4: Risikomatrix som framstiller sammenhengen mellom produktet av sannsynlighet og konsekvens, og nødvendigheten av tiltak.

Risiko				
Konsekvens	1. Ubetydelig	2. Mindre alvorlig	3. Alvorlig	4. Svært alvorlig
Sannsynlighet				
3. Høy	3	6	9	12
2. Middels	2	4	6	8
1. Liten	1	2	3	4

Hvert av punktene i ROS analysen er delt opp i to, hvor den første delen beskriver hendelser som vil oppstå direkte i punktet, mens den andre delen beskriver indirekte hendelser. Eksempel på direkte hendelse vil være gjentetting av stikkrennen i punktet, mens indirekte hendelse vil være oversvømmelse av infrastruktur nedstrøms punktet. ROS for punkter i de tre bekkene er gitt i kapittel 4.2.

## 4.2 ROS for Vottestadbekken

S = Sannsynlighet      K = Konsekvens      R = Risiko

Punkt	Beskrivelse av hendelse	S	K	R	Kommentar
A-D	Vann fra bekk sør for Bulung kommer inn i Vottestadbekkens nedslagsfelt via Hovslivegen.	3*	3	9	Potensiell skade på Hovslivegen og tomter mellom Hovslivegen og Vingromsvegen med skade på bygninger og eiendom.
	Mye vann til kulvert under fylkesveg/E6 gir kapasitetsproblemer	3*	3	9	Vann på avveie vasker ut grusveg over kulvert, stenging av fylkesvegen og E6 med store erosjonsskader.
D: Stikkrenne gjennom Hovslivegen	Tilstopping av stikkrenne/kapasitetsproblemer gir vann på avveie	3	2	4	Vann renner over Hovslivegen. Kan medføre erosjonsskader på Hovslivegen som er en grusveg.
	For lite kapasitet i veggrøft eller inntakssluk i lavbrekk gir vann over Hovslivegen.	2	3	6	Vann kan erodere tvers over Hovslivegen, potensielt renne over tomt til Hovslivegen 148/142 og Vingromsvegen 241, evt. gi erosjonsskader på jorde og tomter mellom Hovslivegen og Vingromsvegen, samt vannskader på hus. Kan i verste fall også gi skader på fylkesvegen og E6.
B: Kulvert ved Vingromsvegen 223	Tilstopping/kapasitetsproblemer ved kulvert gir vann over innkjøring	3	2	6	Utvasking av innkjøring til Vingromsvegen 223. En eiendom isolert
	Vann ut på Vingromsvegen som følger veggrøfta og evt. går inn på tomter	3	3	9	Potensielt høy hastighet på vannet kan gi erosjonsskader langs grusvegen/Vingromsvegen og mye

					overvann på tomter langs vegen. Kan gi skader også på fylkesveg og E6.
A: Kulvert under E6/Fv. 331	Sedimenter/nedfall fra oppstrøms innløp bidrar til tilstopping og kapasitetsproblemer	2	2	4	Erosjon mot innkjøring og området rundt innløp.
	Vann på avveie vasker ut fylkesvegen/E6	2	3	6	Stenging av Vingromsvegen og evt. E6.

\* Sannsynligheten for vann på avveie bør undersøkes

### 4.3 ROS for Øyresbekken

S = Sannsynlighet      K = Konsekvens      R = Risiko

Punkt	Beskrivelse av hendelse	S	K	R	Kommentar
M: Nærføring til Saksumsdalsveien	Kapasitetsproblemer for ø600mm stikkrenne medfører vann på avveie og erosjon i løsmasser mot Saksumdalsvegen.	3	2	6	Utvasket vegskulder som gir stabilitetsproblemer og trafikkfarlig vei.
	Store vannmengder og høy hastighet vasker ut deler av Saksumdalsvegen. Vann på avveie følger vegen nedover mot bebyggelse.	2	3	6	Større erosjonsskader som ødelegger veiens funksjon og gir behov for større reparasjoner. Skade på hus langs vegen.
K: Kulvert under innkjøring Finnsveen	Kapasitetsproblemer med overtopping av kulvert	3	2	6	Erosjonsskader ved innkjøring og potensiell utvasking av grusvei.
	Vann renner mot og langs Saksumdalsvegen	2	3	6	Erosjonsskader langs Saksumdalsvegen, med utvasking av løsmasser og behov for noe gjenoppbygging av fylkesvei. Fare for skader på bygninger langs vegen.
I: Stikkrenne under Vottestadvegen	Tilstopping/kapasitetsproblemer med overtopping av kulvert	2	2	4	Vann over veien. Kan bli erosjonsskader på Vottestadvegen
	Vottestadvegen stenges	2	2	4	Omkjøringsmulighet
H: Kulverter under traktorveger til Flata og Sagstuen	Tilstopping/kapasitetsproblemer ved en eller begge kulverter.	3	2	6	Utvasking av traktorvei. Ingen omkjøringsmulighet.
	Overvann går mot uthus ved Sagstuen	2	2	4	Gjenstander kan bli tatt av flom. Utvasking av fundament rundt garasje
G: Nærføring til Saksumdalsvegen ved Heimtun	Store vannmengder forårsaker erosjon av høye skråninger og stor grad av massetransport	2	3	6	Utrasing av Saksumdalsvegen som gir stengt veg og store kostnader ved gjenoppbygging.
	Nedfallstrær og ras i flomhendelse gir	2	4	8	Erosjonsskader på Saksumdalsvegen, Øyrevegen og eiendommer langs disse.



	kapasitetsproblemer i bekken som går over sine bredder.				Oversvømmelse på tomter og skader på bygninger, inkludert Steinerskolen. Stengte veger og stengt skole. Fare for liv og helse.
F: Kulvert oppstrøms Øyrevegen 5	Tilstopping/kapasitetsproblemer gir overtopping over kulvert.	2	1	2	Innkjøring til lagringsplass vaskes ut, og behov for reparasjon av kulvert.
	Overtopping av kulvert og erosjon leder vann ut på Øyrevegen.	2	4	8	Vann kan erodere langs veg, renne over til Steinerskolen eller inn på andre eiendommer.
B: Strekning forbi mindre boligfelt ved Vingromsvegen	Stor vannføring med høy hastighet gir mye erosjons mot ustabil skjæring av løsmasser, slik at denne raser ut.	2	2	4	Store mengder løsmasser og trær raser ut og delvis blokkerer bekken og delvis følger med bekken videre. Mye erosjonsskader langs bekken nedstrøms.
	Kapasitetsproblemer i bekkeløpet på grunn av massetransport og avsetning.	2	4	8	Bekken går over sine bredder og inn på eiendommer mot øst. Vannskader på/i boliger. Mye erosjon på eiendommer. Avrenning ned innkjøring til tomter, mot Vingromsvegen og E6 med fare for at disse får erosjonsskader og blir stengt.

#### 4.4 ROS for Ravnumsbekken

S = Sannsynlighet      K = Konsekvens      R = Risiko

Punkt	Beskrivelse	S	K	R	Kommentar
H: Stikkrenne gjennom Saksumdalsvegen	For lite kapasitet/tetting av innløp	3	2	6	Vann i veggroft mot Nedre Ravneberg gård. Potensielt erosjonsskader på Saksumdalsvegen.
	Vann renner inn på Nedre Ravneberg gård	3	3	9	Flom på tomt med erosjonsskader og vannskader på bygninger
G: Nedre kryssing av Saksumdalsvegen ved Ravneberg	For lite kapasitet i stikkrenne/tett stikkrenne gjør at vann renner i veggroft langs Saksumdalsvegen	3	2	6	Potensielt erosjonsskader på Saksumdalsvegen. Mye vann på jordet ned mot Nedre Ravnum
	Tette stikkrenner langs veggroft gjør at vann renner helt til Heimtun	3	3	9	Vann på eiendommer med potensielt flomskader ved Heimtun, inkl. Steinerskolen. Eventuelt også utløp i Øyresbekken som skaper problemer ved punkt G og F i denne bekken.
C/D: Lukking under Vingar skole/barnehage – lukkinger over fotballplass	Tetting av innløp på lukking	3	1	3	Vann samles opp på utearealer som skolen og barnehagen ikke kan benytte.
	Vann renner inn på skoleområde og inntil bygninger	3	3	9	Vannskader på skolebygning/barnehage og hus.

B: Kulvert under Kastrudvegen	Kapasitetsproblemer ved innløpet pga. gjentetting eller stor flom.	2	2	4	Vann stuves opp og går i «overløp» til veggrøft. Vannet følger veggrøfta helt til Jørstadmovegen og renner over denne. Noe erosjonsskader på Kastrudvegen og Jørstadmovegen.
	Lite kapasitet i veggrøfta gjør at vannet krysser Kastrudvegen ved Leirvika	2	3	6	Vann renner over på eiendommer for nye tomannsboliger og eldre bebyggelse. Vannskader på bygninger, erosjonsskader på adkomstveg til Leirvika og på eiendommer.



## 5 Oppsummering tiltak

Det er for hvert sårbare punkt som er omtalt i kapittel 3 allerede foreslått tiltak for å redusere sårbarheten. Her følger en oppsummering av noen generelle og spesielle tiltak som anses som viktige for disse tre bekkene. Tiltakene har størst fokus på å redusere sannsynligheten for hendelser ved flom. Et eksempel på dette kan være å forhindre tilstopping av stikkrenner ved å fjerne nedfallstrær og hageavfall oppstrøms. Der sannsynlighetsreduserende tiltak ikke er mulig bør konsekvensreduserende tiltak vurderes, slik som eksempelvis å sikre en alternativ flomvei dersom en kulvert går full.

### 5.1 Generelle tiltak

#### 1) Opprensning/jevnlig drift og vedlikehold i bekkene

Det er nødvendig med en opprensning i og langs bekkeløpene. Særlig bør nedfallstrær, hageavfall som er dumpet langs bredd og sedimenter som har samlet seg på ugunstige steder hvor det er fare for tilstopping bli fjernet. Opprensning må utføres jevnlig, særlig ifb. store nedbørshendelser. Dette gjelder først og fremst langs Øyresbekken og Vottestadbekken. Strakstiltak for Ravnumsbekken er at bekkeløpet oppstrøms Vingar skole/barnehage bør oppgraderes for å hindre gjengroing, f.eks. ved å renske opp bekkens bunn og sider.

#### 2) Oppdimensjonere stikkrenner/kulverter i bekkene

Noen av stikkrennene og kulvertene, særlig i Øyresbekken og Ravnumsbekken har for liten dimensjon til å håndtere en 20-årsflom (se tabell 3-1, 3-2 og 3-3). Selv om sannsynligheten er lav for nedbørshendelser som gir fare for liv og helse eller påfører store kostnader hvis det går galt langs bekkene, så vil det over mange flomsituasjoner være tid- og ressurskrevende å reparere skader kontra å gjøre utbedringer for å begrense skadeomfang. Med stadig økning i antall ekstreme værhendelser og omfang av disse bør sikring av vassdrag generelt ha høy prioritet.

#### 3) Jevnlig vedlikehold av grøfter og stikkrenner i nedslagsfeltet

En forutsetning for at bekkene får tilført overvann kun fra sine respektive nedslagsfelt og at vannet går der det skal er at veggrøfter og stikkrenner vedlikeholdes slik at de fungerer i ekstreme situasjoner. Det dreier seg om å hindre gjengroing, tilstopping og renske grøfter og innløp slik at kapasitet ikke forringes.

### 5.2 Spesielle tiltak

Spesielle tiltak er listet opp under og markert på figur 5-1 til 5-3 for de respektive bekkene.

#### 1) Massefangdam (massebasseng)

Massefangdammers funksjon skal være å sørge for at avsetning av det bekken transporterer, slik som løsmasser og nedfallstrær, skjer i et område hvor det ikke medfører økt fare for skade på omgivelsene, og hvor det er lett tilgjengelig for drift og vedlikehold. Massetransporten er særlig stor der vannets hastighet er høy, og/eller der det ellers er mye erosjon. Når vannet bremses opp i en utvidet del av bekkeløpet vil løsmasser sedimenteres. Små og store trær har lett for å danne blokkeringer i bekkeløpet som reduserer kapasiteten til bekken.

Der Vottestadbekken kommer ned mot Hovslivegen er det mye erosjon og massetransport, da vannet har høy hastighet og det er bratte skråninger. Dette området bør utbedres for å både hindre erosjon av skråning ned mot veien, og legge til rette for at sedimenter og trær blir stoppet før det tetter kulverten (figur 5-1). Dette kan for eksempel være i form av en terskel oppstrøms inntaket.

Der hovedløp og sideløp av Øyresbekken møtes (både ved Saksumdalsvegen 333 (L) og nedenfor Steinerskolen (D)) er det også anbefalt å etablere massefangdammer, da bekkeløpet nedenfor går nært inntil veg og avsetning av masser på disse strekningene kan medføre at vann går ut på veg. I tillegg er det en gangbru rett nedstrøms punkt D som trær kan blokkere og øke risiko for vann på avveie. I bekkekryssene er det potensielt mye løsmasser og småtrær som kan bli med bekken videre dersom det eroderes mer inn mot sidene. Erosjonssikring bør også vurderes her jfr. punkt 3 nedenfor. Se også figur 5-2.

### 3) Erosjonssikring av bekk

Erosjonssikring er anbefalt der bekker kan grave seg inn mot vegger eller høye skjæringer hvor trær og løsmasser kan rase ut. Særlig langs Øyresbekken er dette et problem. Figur 5-1, 5-2 og 5-3 angir områder hvor man bør vurdere erosjonssikring. Der hvor massefangdammer er foreslått er også erosjonssikring aktuelt.

### 4) Fordrøye og etablere alternativ flomvei

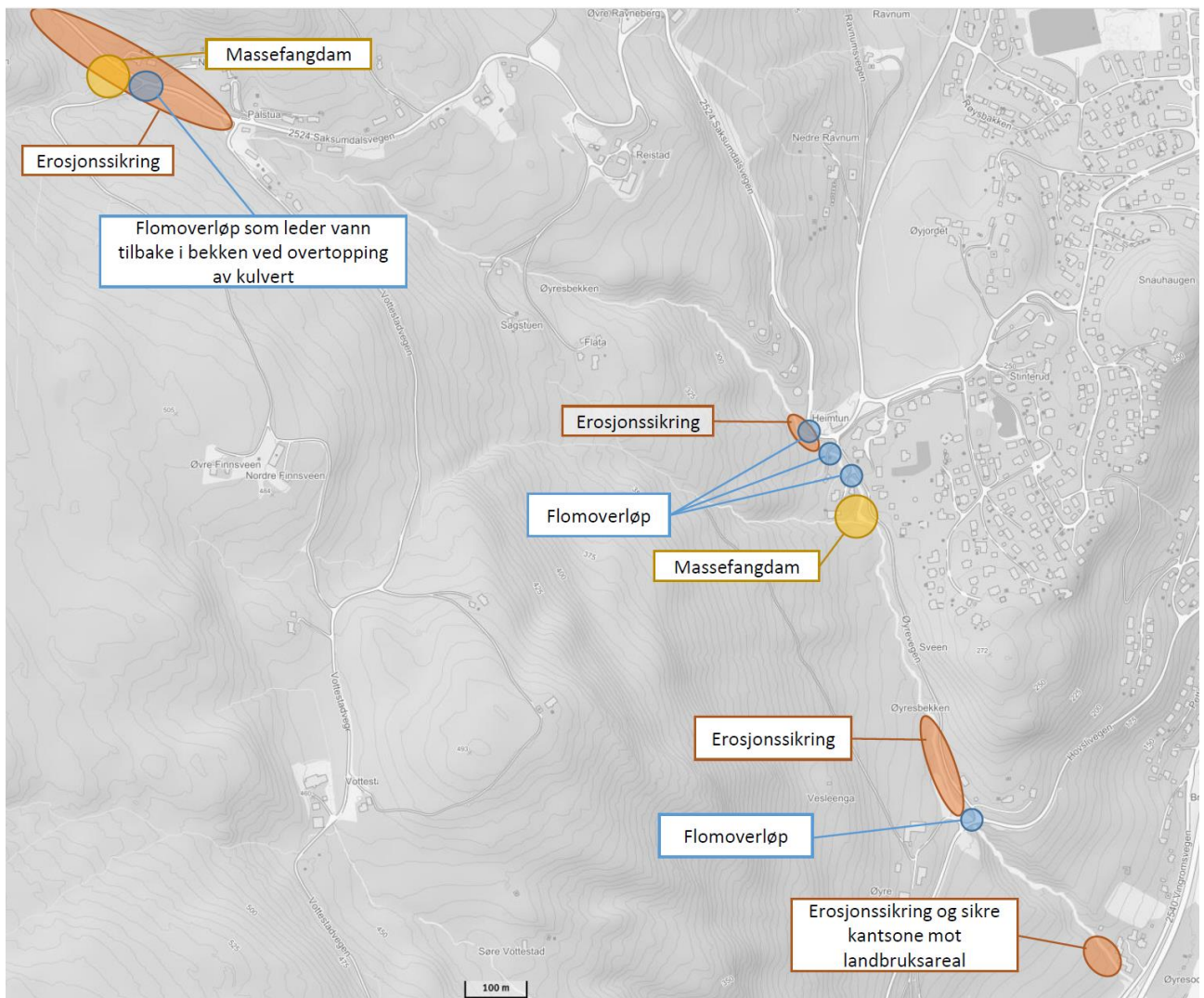
Området rundt Vingar skole/barnehage og helt sør til Myrstien har stort tilsig av vann fra høyereliggende områder, slik som Pinnikhaugen og nedslagsfeltet til Ravnumsbekken. Dette er sannsynligvis et tidligere myrområde. Det vil naturlig være mye vann som samles opp her da det er lite fall på terrenget og utløpet fra området. Vannet kan oversvømme skolens og barnehagens uteområder. Det anbefales å legge til rette for bedre drenering ut av området, og unngå å lede hele Ravnumsbekken gjennom lukking under skolen. Det kan for eksempel anlegges en åpen pukkgroft med dypdrenering og drenerør i bunn langs vestsiden av grøntområdet og skoleområdet for Ravnumsbekken. Vannet ledes da direkte til skogsområdet nord for skoleområdet uten å ledes inn på vassjukt område og mot bebyggelse. Ved å i tillegg etablere dypdrenering rundt hele grøntområdet kan man håndtere både flom- og overvann trygt ut av området, samtidig som en senker grunnvannstanden og skaper et stort fordrøyningsområde for flomsituasjoner (se skisse av foreslått løsning i figur 3-53).

Fra Ravnumsbekkens innløp i kulverten under Kastrudvegen kan en alternativ flomvei etableres i veggrofta som sikrer bebyggelsen ved Leirvika.



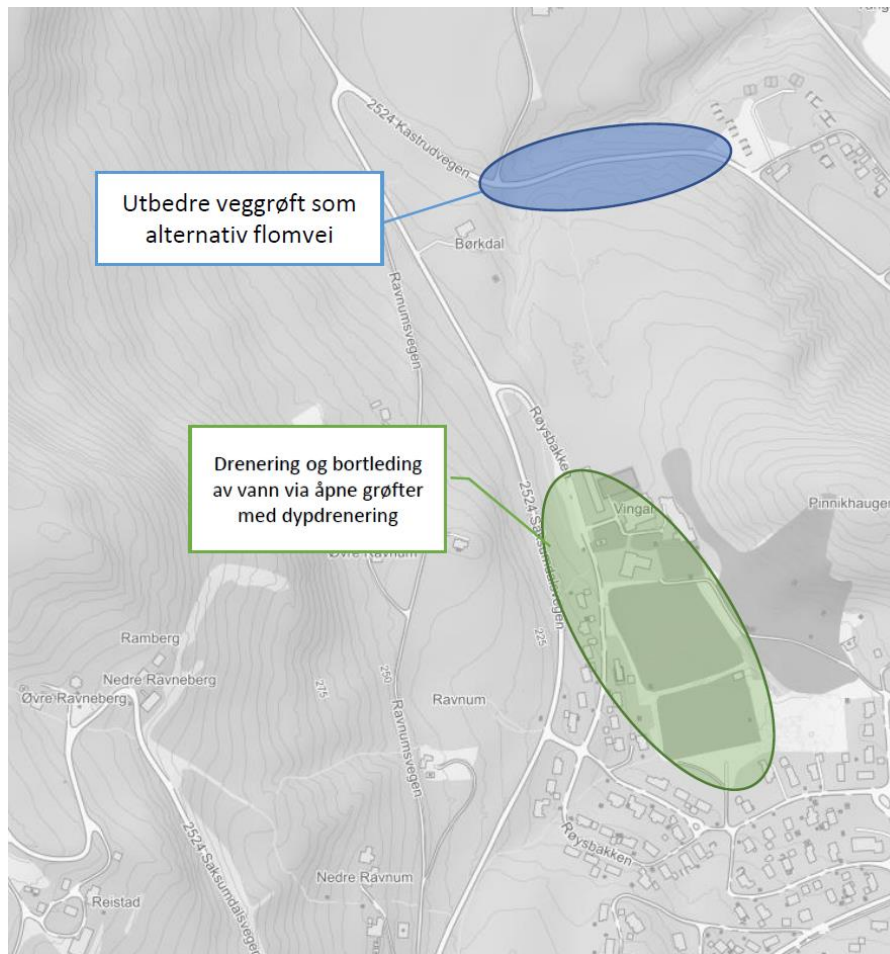


Figur 5-1: Spesielle tiltak som anbefales utført langs Vottestadbekken



Figur 5-2: Spesielle tiltak som anbefales utført langs Øyresbekken





Figur 5-3: Spesielle tiltak som anbefales utført langs Ravnumsbekken

## 6 Konklusjon

De tre bekkene Vottestadbekken, Øyresbekken og Ravnumsbekken har alle sårbare punkter, men Øyresbekken har trolig størst risiko forbundet med seg. Dette er den største bekken og renner nært bebygde område med høy hastighet sammenliknet med f.eks. Ravnumsbekken.

Det har i denne sårbarhetskartleggingen blitt vist eksempler på tiltak som bør gjøres, og i stor grad dreier dette seg om å øke dimensjon på kulverter, erosjonssikre, sikre alternative flomveier og sørge for å begrense massetransporten. Basert på ROS-analysen utført i kapittel 4 er følgende tiltak foreslått. Rekkefølgen vil avhenge av omfang og kostnaden av tiltakene på de ulike stedene. :

- Opprensning i bekkeløp med fjerning av nedfallstrær, hageavfall og eroderte masser (jevnlig)
- Sikre at vann som går over innløp på kulvert ledes tilbake til bekken f.eks. med en forsenkning på en av sidene av kulverten.
- Oppdimensjonering av stikkrenner/kulverter
- Erosjonssikre mot vegger og høye skjæringer (inkl. sikring av kantsone)
- Sikre alternativ flomvei med utbedring av veggrofter/vedlikehold av sandfang og stikkrenner
- Massefangdammer/riste
- Dreneringstiltak for området ved Vingar

---

<sup>i</sup> Stenius, S., Glad, P.A., Wang, T. K., Væringstad T. (2015): Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE Veileder 7-2015. [www.nve.no](http://www.nve.no).