

Til: **Vingnes Eiendomsutvikling AS**
Kopi: -
Prosjektnr.: **19019 – Ravnum**
Dok.nr.: **01/05**
Dok.type: **Flom- og overvannsnotat**

FLOM- OG OVERVANNSPPLAN RAVNUM



Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
05	18.12.2023	Justert etter tilbakemeldinger fra Lillehammer kommune

For Structor	
Oppdragsleder	Harald Snippen
Utarbeidet av	Morten Rørros
Internkontroll av	Sindre Skjevdal

Innhold

1	Bakgrunn	4
1.1	Befaring	4
2	Lover og retningslinjer	4
2.1	Flom i vassdrag	4
2.1.1	Byggteknisk forskrift (TEK 17)	4
2.1.2	Vannressursloven	5
2.2	Overvannshåndtering	5
2.2.1	Plan- og bygningsloven	5
2.2.2	Byggteknisk forskrift (TEK 17)	5
2.2.3	Vannressursloven	5
2.2.4	Grannelova	6
2.2.5	Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (2018) ...	6
2.2.6	Temaplan Overvann Lillehammer kommune	6
2.2.7	Kommuneplanens arealdel 2020-2023	6
2.2.8	Veiledende dimensjonerende returperiode	7
2.2.9	Overordnet strategi for overvannshåndtering	7
3	Eksisterende situasjon	8
3.1	Feltbeskrivelse, nedbørfelt og dreneringslinjer	8
3.2	Grunnforhold	16
4	Planlagt utbygging	18
4.1	Reguleringsplan	18
6	Flomberegninger	19
6.1	Beskrivelse av planområdet og bekkeløp	19
6.2	Oppstrøms planområdet	19
6.3	Nedstrøms planområdet (resipient)	19
6.4	Metode flomberegning	20
6.4.1	Flomformel for små nedbørfelt (regional flomfrekvensanalyse, NIFS)	20
6.4.2	Rasjonelle formel (nedbør/avløpsmodell)	21
6.4.3	Klimapåslag	21
6.5	Dimensjonering	22
6.5.1	Dimensjonerende vannføring	22
6.5.2	Utforming bekkeløp	23
6.6	Dimensjonering av stikkrenner	26

7	Overvannshåndtering.....	28
7.1	Trinn 1 – Infiltrer mindre regn.....	29
7.2	Trinn 2 – Fordrøy større regn	29
7.3	Trinn 3 – Sikre flomveger for ekstreme regn.....	31
7.4	Stikkrenner i planområdet.....	31
7.5	Drift og vedlikehold	31
8	Anbefalinger	31
9	Referanser	32

1 Bakgrunn

I forbindelse med Detaljreguleringsplan for Ravnum boligområde på Vingnes i Lillehammer kommune» (planid 2020P117E01) skal det utarbeides en overordnet drenerings-/overvannsplan for området. Som en del av planprosessen er det gjort løpende vurderinger av overvannshåndtering og flomfare, slik at området bygges ut på en slik måte at dreneringsveger og arealbruk oppfyller krav til sikkerhet mot flom og overvann.

Denne rapporten oppsummerer forutsetninger, vurderinger og anbefalinger som ligger til grunn for å sikre en helhetlig flom- og overvannshåndtering i planområdet.

1.1 Befaring

Feltundersøkelse er gjennomført i flere omganger, senest av Structor Lillehammer AS ved Morten Røros den 04.09.2023. På befaringsdagen var det oppholdsvær og solskinn, men allikevel noe vannføring i etablerte vannveger

Hele planområdet ble gjennomgått for å kartlegge bekker og søkk/flomveger.

Området oppstrøms ble befart for å kartlegge nedslagsfelt og registrere stikkrenner.

2 Lover og retningslinjer

2.1 Flom i vassdrag

2.1.1 Byggteknisk forskrift (TEK 17)

Byggteknisk forskrift (TEK17, §7-2) setter krav til gjentakintervall for dimensjonerende flom som byggverk skal sikres mot.

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

TABELL 1 SIKKERHETSKLASSE FOR FLOM

Hvilken sikkerhetsklasse et byggverk tilhører er avhengig av konsekvensene ved oversvømmelse. Konsekvensene er igjen avhengig av både hvilke funksjoner byggverket har og kostnadene ved skader.

Sikkerhetsklasse F1

Byggverk med lite personopphold (garasje, lager, osv.)

Sikkerhetsklasse F2

De fleste byggverk for personopphold (bolig, fritidsbolig, kontor, industri, skole, osv.)

Sikkerhetsklasse F3

Byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner (sykehjem, sykehus, brannstasjon, avfallsdeponi, osv.)

2.1.2 Vannressursloven

§ 5 Forvalteransvar og aktsomhetsplikt

Enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser.

Vassdragstiltak skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade og ulempe for allmenne og private interesser.

§ 11 Kantvegetasjon

Langs bredden av vassdrag med årssikker vannføring¹ skal det opprettholdes et begrenset naturlig vegetasjonsbelte som motvirker avrenning og gir levested for planter og dyr.

2.2 Overvannshåndtering

Det finnes i dag ikke et samlet lovverk som omhandler overvann. En gjennomgang av gjeldende regelverk er gjort i *NOU 2015:16 Overvann i byer og tettsteder* (Klima- og miljødepartementet, 2015) og *Veileder nr. 4/2022 Rettleiar for håndtering av overvatn i arealplaner* (NVE, 2022b). De mest sentrale bestemmelsene knyttet til håndtering av overvann er gjengitt under:

2.2.1 Plan- og bygningsloven

§ 28-1 Byggegrunn, miljøforhold mv.

Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

§ 27-2. Avløp

Før oppføring av bygning blir godkjent, skal avledning av grunn- og overvann være sikret.

2.2.2 Byggteknisk forskrift (TEK 17)

§ 13-11 Overvann

Terreng rundt byggverk skal ha tilstrekkelig fall fra byggverket dersom ikke andre tiltak er utført for å lede bort overvann, inkludert takvann.

§ 15-8 Utvendig avløpsanlegg med ledningsnett. Overvann og drensvann

(1) Overvann og drensvann skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt for å sikre vannbalansen i området og unngå overbelastning på avløpsanleggene.

(2) Bortledning av overvann og drensvann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper ved dimensjonerende regnintensitet.

2.2.3 Vannressursloven

§ 5 Forvalteransvar og aktsomhetsplikt

¹ Årssikker vannføring - Vannressursloven § 3c: Vannføring som ved middeltemperatur over frysepunktet ikke tørker ut av naturlige årsaker oftere enn hvert tiende år i gjennomsnitt.

Enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser.

§ 7 Vannets løp i vassdrag og infiltrasjon i grunnen

Ingen må hindre vannets løp i vassdrag uten hjemmel i denne lov.

Utbygging og annen grunnutnytting bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen. Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen, dersom dette kan gjennomføres uten urimelige kostnader.

2.2.4 Grannelova

§ 2 *Ingen må ha, gjera eller setja i verk noko som urimeleg eller uturvande er til skade eller ulempe på granneeigedom. Inn under ulempe går òg at noko må reknast for farleg.*

2.2.5 Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (2018)

4.3 Krav til planprosess og beslutningsgrunnlag

Ved planlegging av nye områder for utbygging, fortetting eller transformasjon, skal det vurderes hvordan hensynet til et endret klima kan ivaretas. Det bør legges vekt på gode helhetlige løsninger og ivaretagelse av økosystemer og arealbruk med betydning for klimatilpasning, som også kan bidra til økt kvalitet i uteområder. Planer skal ta hensyn til behovet for åpne vannveier, overordnede blågrønne strukturer, og forsvarlig overvannshåndtering.

Bevaring, restaurering eller etablering av naturbaserte løsninger (slik som eksisterende våtmarker og naturlige bekker eller nye grønne tak og vegger, kunstige bekker og basseng mv.) bør vurderes. Dersom andre løsninger velges, skal det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort.

2.2.6 Temaplan Overvann Lillehammer kommune

Overvannsplan for Lillehammer kommune er et overordnet plandokument for planlegging og håndtering av overvann i kommunen. Overvannsplanen er utformet som en tema/sektorfagplan og forankres i Hovedplan Vann og avløp.

Planen skal gi en helhetlig strategi for håndteringen av overvann i kommunen, samt bidra til mer kunnskap og bevissthet rundt emnet.

2.2.7 Kommuneplanens arealdel 2020-2023

Utdrag av mest vesentlige bestemmelser for planområdet:

1.6.17 Utendørs parkeringsplasser skal kombineres med overvannstiltak, eksempelvis permeabelt dekke. Det vises til bestemmelse 1.17.

1.7.8 Uteoppholdsarealer skal kombineres med overvannstiltak, eksempelvis regnbed, grønstruktur og/eller permeabelt dekke. Det vises til bestemmelse 1.17.

1.11.2 I reguleringsplaner med mer enn 15 boenheter og enkeltbygg større enn 500 m² BRA skal bærekraftige løsninger, jf. 1.11.1, redegjøres for med hensyn til: (...) c. Overvannsløsninger

1.11.1 Definisjoner:

Med bærekraftige overvannsløsninger menes naturbasert overvannshåndtering, slik som våtmarker, naturlige og kunstige bekker og flomveger, grønne tak og vegger, åpne basseng mm.

1.17.2 Overvann skal håndteres lokalt, og naturbaserte løsninger skal benyttes. Dersom andre løsninger velges, skal det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort.

1.17.5 Når nye reguleringsplaner eller tiltak berører kartlagte/kjente flomveger eller lager nye flomveger skal konsekvenser av dette utredes. Der det er behov skal det avsettes og sikres areal for nye flomveger.

1.17.7 Overvann skal ikke kobles direkte på kommunalt ledningsnett eller føres direkte til bekker og mindre vassdrag. Kobling til kommunalt ledningsnett skal omsøkes.

1.17.8 Overvann skal ikke ledes til dreneringssystem for offentlig veg uten godkjenning fra vegeier.

1.17.9 Naturlige flomveger skal sikres og om nødvendig forbedres, slik at risikoen for overvannsfloer reduseres

1.17.10 Ved beregning av overvann skal min. 40 % klimafaktor eller siste anbefalte klimafaktor for Lillehammer fra Norsk Klimaservicesenter legges til grunn.

1.17.11 Taknedløp skal ikke føres til overvannsledning eller spillvannsledning.

1.19.4 Langs vassdrag skal det være et minimum 6 m bredt vegetasjonsbelte til hver side, jf. vannressursloven § 11.

2.2.8 Veiledende dimensjonerende returperiode

NVEs veileder «Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar» (NVE, 2022b) anbefaler å legge til grunn et klimajustert 100-årsregn for dimensjonering av overvannstiltak.

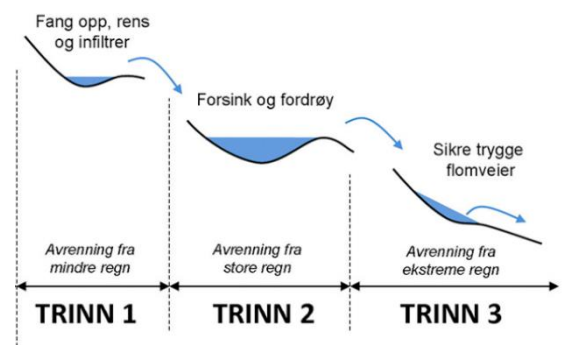
Temaplan overvann for Lillehammer kommune sier:

«Det generelle sikkerhetskravet er 200-års hendelse og et klimapåslag på minst 40%. Det gjelder for alle flom- og overvannsberegninger, hvis ikke annet kan faglig begrunnes ut fra gjeldende Teknisk regelverk og nyeste klimaprofil.»

2.2.9 Overordnet strategi for overvannshåndtering

Miljødirektoratet legger tretrinnsstrategien til grunn i sin veileder for håndtering av overvann.

- Trinn 1: Mindre regn fanges opp og infiltreres lokalt i grøntområder, regnbed, permeable flater o.l.
- Trinn 2: Større regn fordrøyes og forsinkes før videreføring til ledningsnett eller resipient. Dette gjøres i åpne dammer eller lukkede fordrøyningsmagasin under bakken.
- Trinn 3: Intense og ekstreme regn ledes bort i planlagte flomveger til resipient.



FIGUR 1 TRETRINNSSTRATEGIEN

3 Eksisterende situasjon

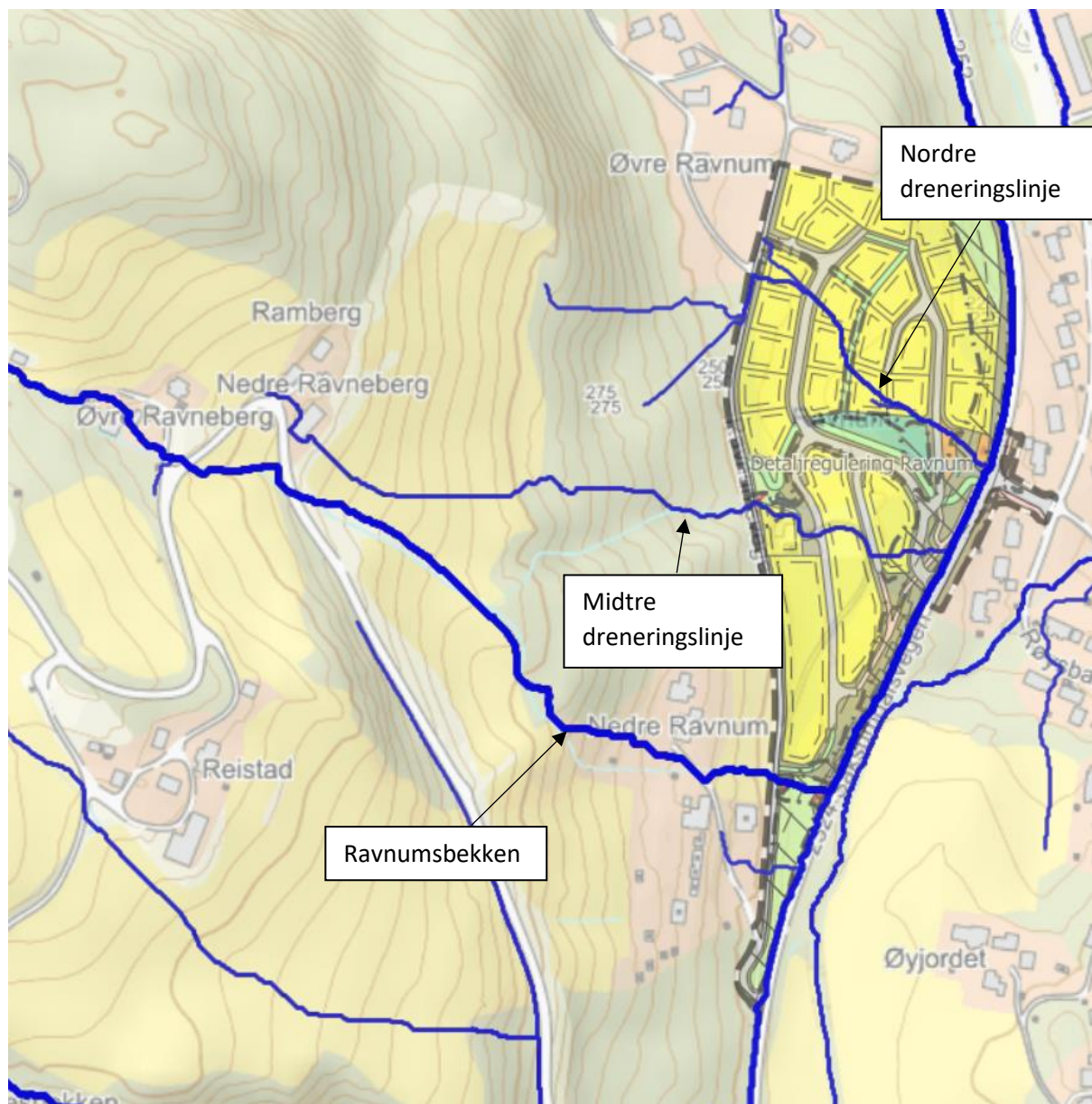
3.1 Feltbeskrivelse, nedbørsfelt og dreneringslinjer.



FIGUR 2 ORTOFOTO AV OMRÅDET. PLANOMRÅDET OMRINGET MED SVART/RØD STIPLET LINJE

Aktuelt område på 54,5 daa og består i dag for det meste av jorder og skog, samt at bebyggelsen «Nedre Ravnum» befinner seg innenfor området.

Nettstedet scalgo.com/live viser tre flomveger med tilrenningsareal over 1 ha (10 000 m²) se figur 3.



FIGUR 3 UTSNITT FRA SCALGO.COM/LIVE

Befaring i felt har registrert at det søndre bekkeløpet (Ravnumsbekken) er hovedløpet (som vist på figur 3), men at dette ikke har tilstrekkelig kapasitet til å ta unna for en 200års-flo. Blant annet kan det nevnes at stikkrennen gjennom Saksumsdalsvegen ved «Øvre Ravneberg» er målt til DN500 og antas ha en kapasitet på ca. 0,2 m³/s ifølge VA-miljøblad nr. 64.

Nedstrøms planområdet krysser dreneringslinjene Saksumsdalsevegen gjennom en stikkrenne som ikke er registrert i Scalgo. Ved eventuelle tett/fulle stikkrenner her vil flomvegen være i veggrøften langs Saksumsdalsvegen som vist på figur 3.

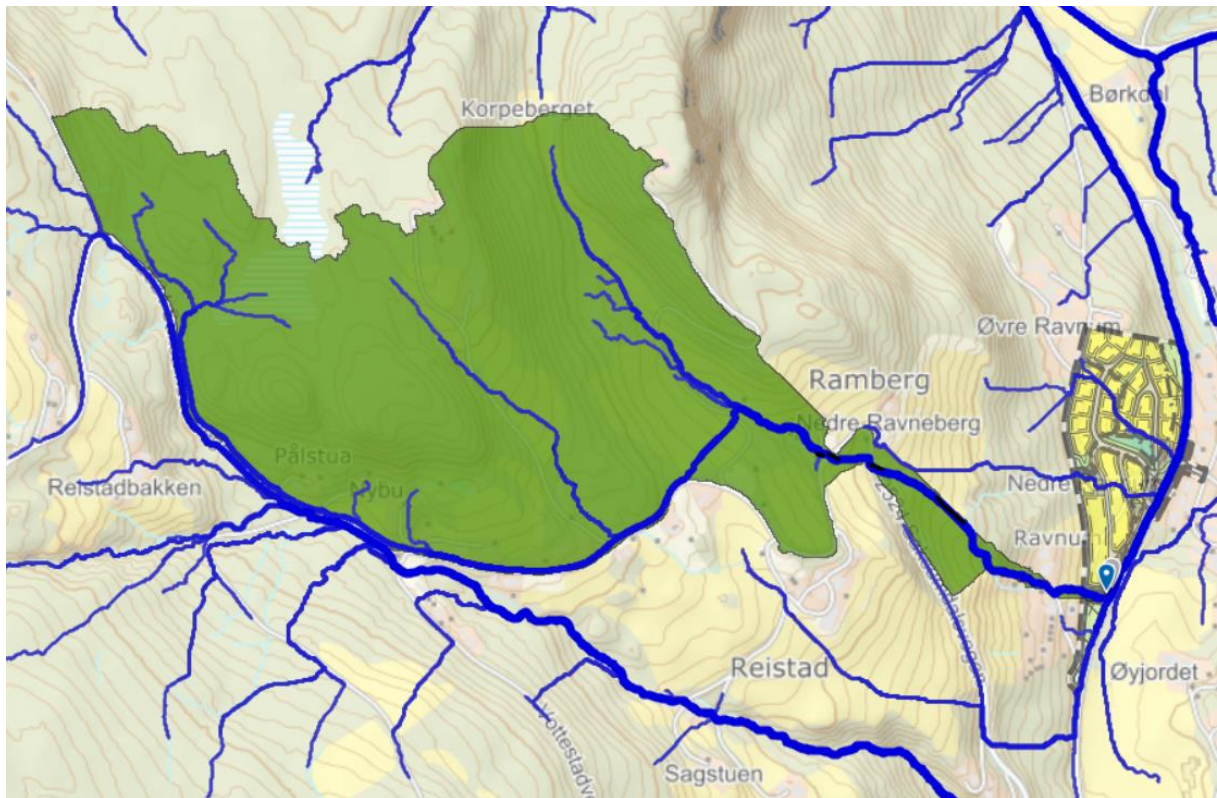
Ravnumsbekken



FIGUR 4 RAVNUMSBEKKEN OPPSTRØMS PLANOMRÅDET, NEDSTRØM NEDRE RAVNEBERGET

Oppstrøms planområdet renner Ravnumsbekken over landbruksarealer, og er relativt gjengrodd (figur 4). Den blir i liten grad berørt av planen. Gjennom planområdet anbefales det at det settes av en hensynsone på minimum 6 meter til hver side for bekken ihht. Temaplan overvann fra Lillehammer kommune og kommuneplanens arealdel punkt 1.19.4.

Dette er hovedløpet for Ravnumsbekken, nedbørsfeltet er vurdert til å være ca. 48 ha og beregninger viser at vannføringen ved en 200års-flom (med 40% klimapåslag) vil være ca. 1,76 m³/s. (Se vedlegg 1)

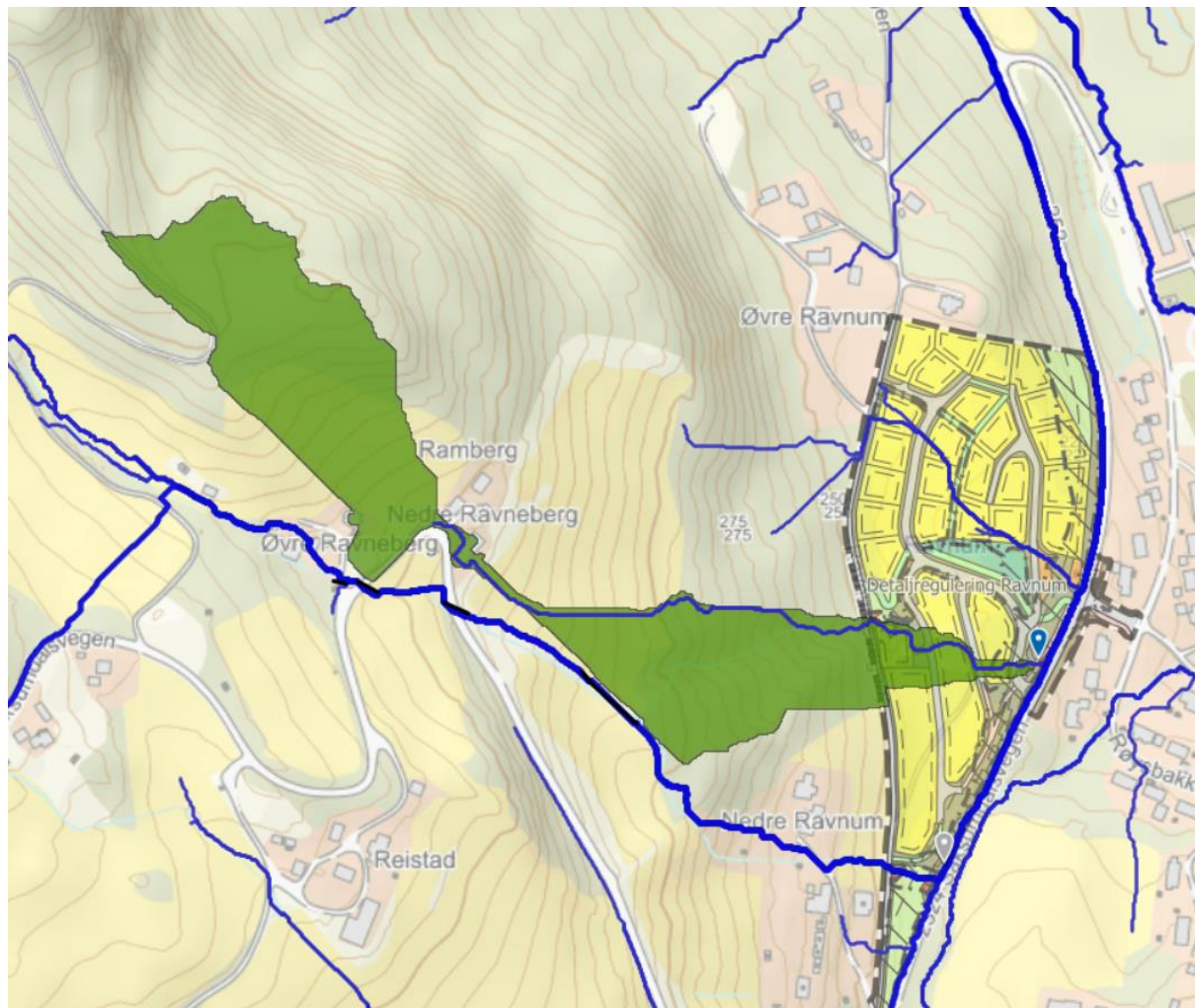


FIGUR 5 NEDBØRSFELT RAVNUMSBEKKEN

Eksisterende stikkrenne gjennom Ravnumsvegen må byttes ut med en stikkrenne med minimum innvendig diameter 1200 mm.

Midtre bekken

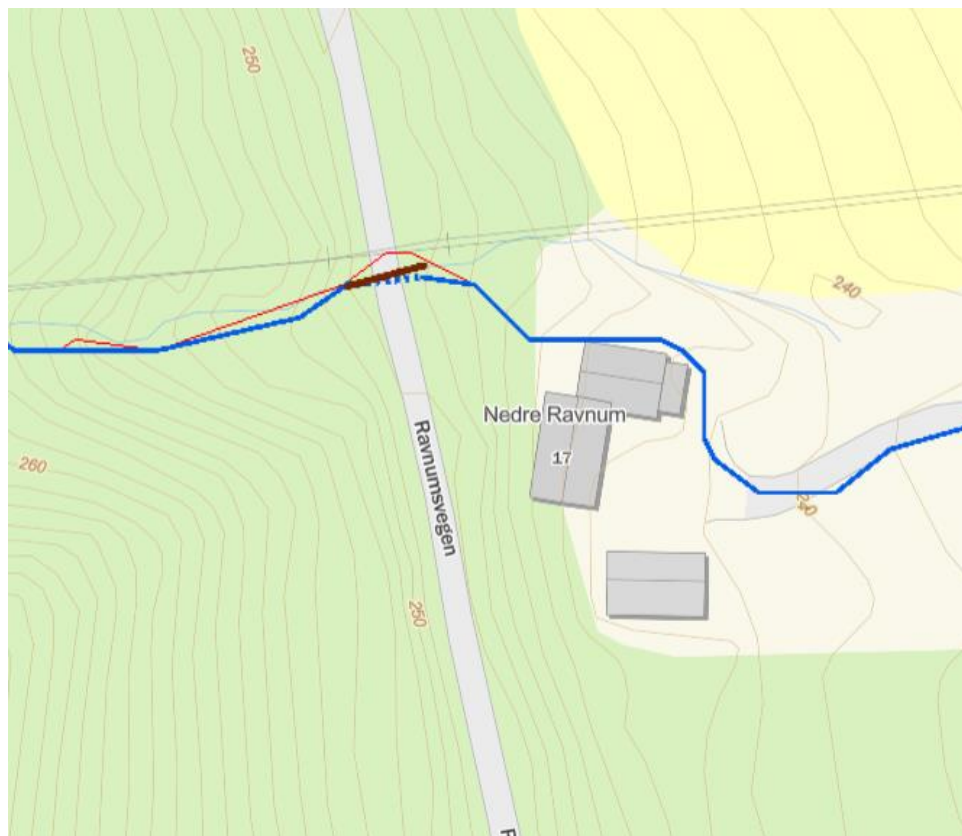
Denne er vist som en dreneringslinje i Scalgo, men har ikke et tydelig bekkeløp i dag, men vil fungere som flomveg ved ekstreme nedbørshendelser. Den renner rett nord for «Nedre Ravnum», har et betydelig mindre nedbørsfelt. Vurdert til å være ca. 4,75 ha.



FIGUR 6 NEDBØRSFELT "MIDTRE BEKK" FRA SCALGO MED ELDRE FORSLAG TIL REGULERINGSPLAN.

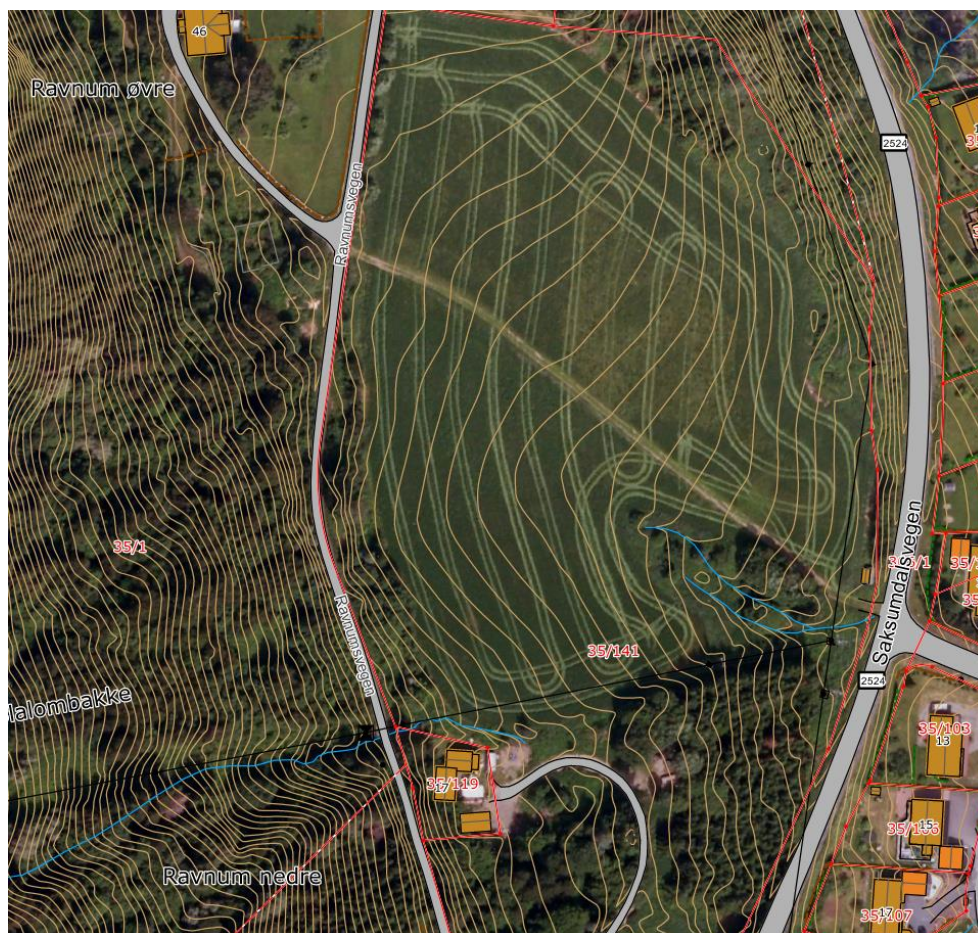
Beregninger viser at denne bekken har en vannføring på ca. 0,29 m³/s ved en 200års-flom med 40% klimapåslag. Ifht. VA-miljøblad nr. 64 har en stikkrenne med innvendig diameter 600 mm kapasitet til å ta unna 0,36 m³/s.

Den midtre bekken berører hensynsone H310 (Ras- og skredfare). Som nevnt er dette en bekk med liten vannføring og konsekvensene ved at stikkrennen vil tette seg er vurdert til små. Ved en eventuelt tett stikkrenne vil vannet flomme over vegen i lavbrekk, og finne tilbake til sitt opprinnelige løp. Dette er illustrert på figur 7 under hvor blå streker viser flomveg ved åpne stikkrenner, og rød streker viser flomveg ved tette stikkrenner.



FIGUR 7 UTKLIPP FRA INNLANDGIS FOR KRYSSING AV RAVNUMSVEGEN MED "MIDTRE BEKK"

Det er i dag ikke eksisterende bekke drag gjennom feltet. Befaringer i felt og vurderinger av flybilder har vist at denne bekken «forsvinner» rett nord for eksisterende bebyggelse, og dukker opp igjen på nedsiden av jordbruksarealer (figur 8)



FIGUR 8 "MIDTRE- OG NORDRE BEKK", EKSISTERENDE SITUASJON, UTKLIPP FRA GLOKART.NO.

Grunnen kan være at det er lagt jordbruksdrenering på området (uten at dette er bekreftet).

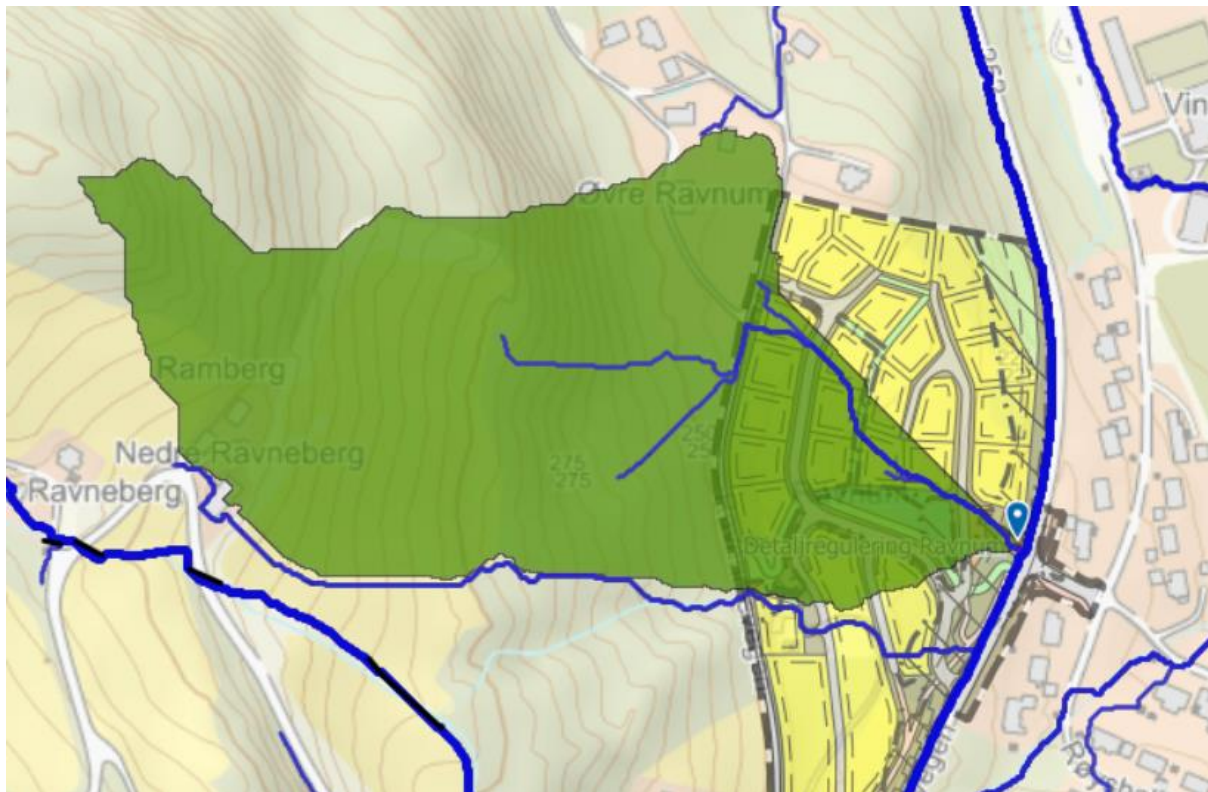
Det samsvarer godt mellom beregninger og registreringer i felt om at vannføringen i bekken er beskjeden. På nedsiden av planområdet ender bekken i dag opp i en innløpskum på oversiden av Saksumsdalsvegen. Inntaket i innløpskummen er et boret hull med diameter ca. 250 mm i øverste toppring. (se figur 9). Vannet ledes så i en lukket kommunal OV-ledning (DN400) frem til midt mellom fotballbanene, hvor den igjen renner åpent videre.



FIGUR 9 INNLØPSKUM PÅ OVERSIDEN AV SAKSUMSDALSVEGEN

Nordre bekken

Det er i dag ikke registrert noen bekk i dette området, men dreneringslinjer fra scalgo antyder at dette vil være en flomveg ved ekstreme nedbørshendelser. Nedbørsfeltet til denne flomvegen i et punkt ved Saksumsdalsvegen på nedsiden av planområdet, er vurdert til å være ca. 7,9 ha.



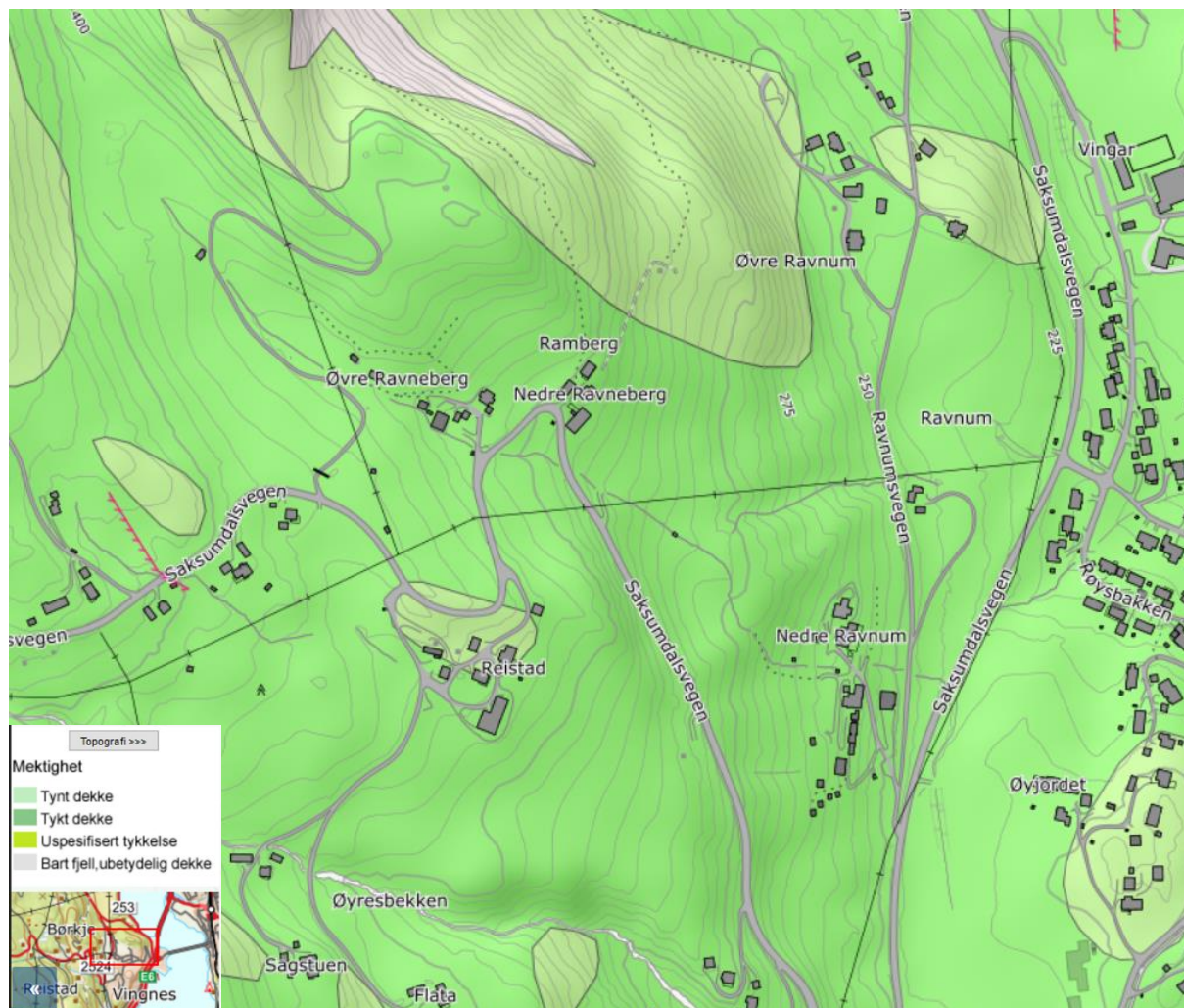
FIGUR 10 NEDBØRSFELT "NORDRE BEKK"

Beregninger viser at denne flomvegen har en vannføring på ca. 0,71 m³/s ved en 200års-flom med 40% klimapåslag. Ihht. VA-miljøblad nr. 64 har en stikkrenne med innvendig diameter 800 mm kapasitet til å ta unna 0,74 m³/s.

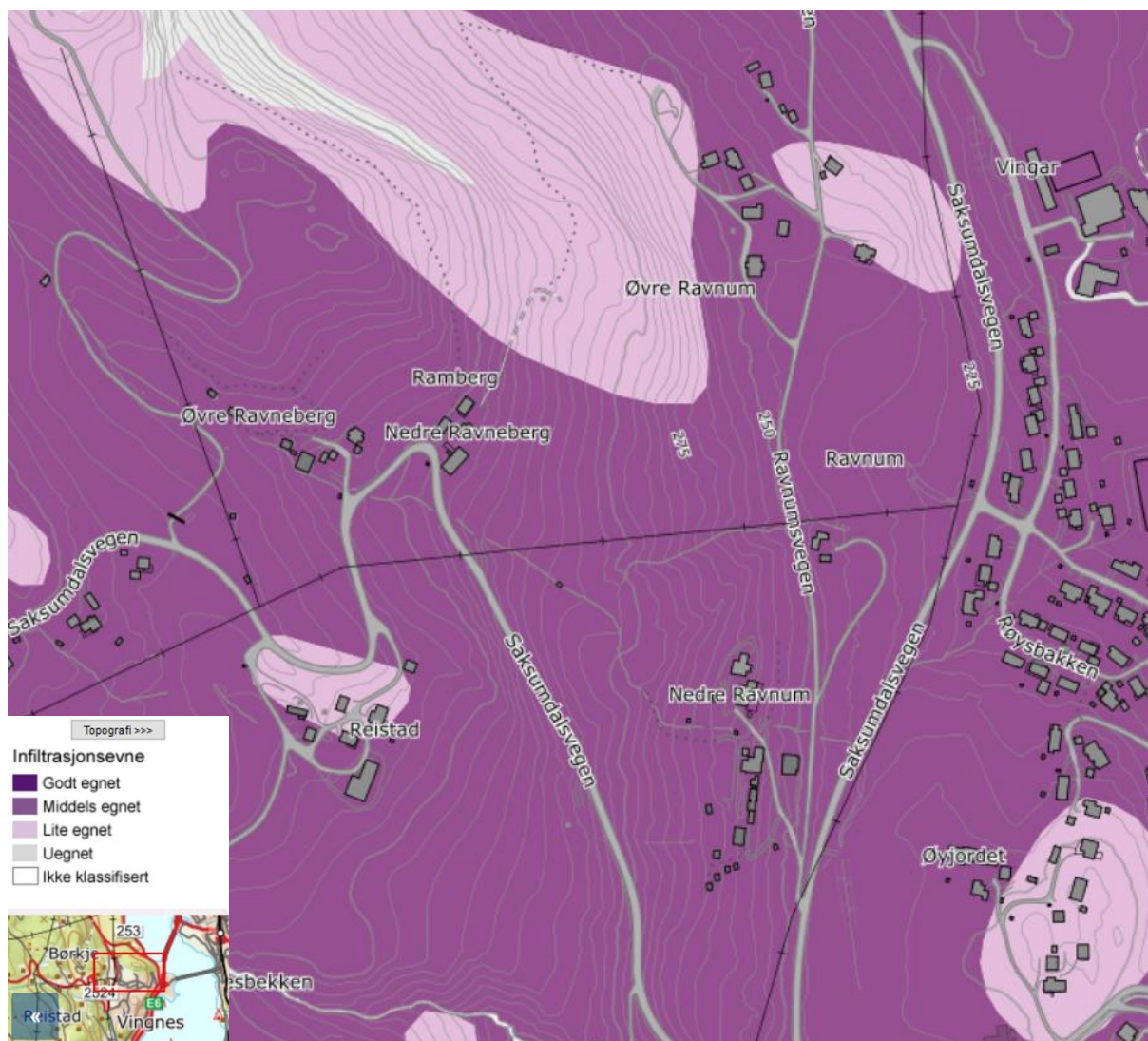
Befaringer i felt og vurderinger av flybilder har vist at denne flomvegen vil ha sitt utløp på nedsiden av jordbruksarealer, samme plass som midtre bekk. (se figur 8)

3.2 Grunnforhold

Ihht. NGU sine løsmassekart består grunnen i område av et tykt morenedekke som er middels egnet til infiltrasjon. (se figur 11 og figur 12)



FIGUR 11 UTSNITT FRA LØSMASSEKART PÅ NGU.NO



FIGUR 12 UTSNITT FRA LØSMASSEKART/INFILTRASJONSEVNE PÅ NGU.NO

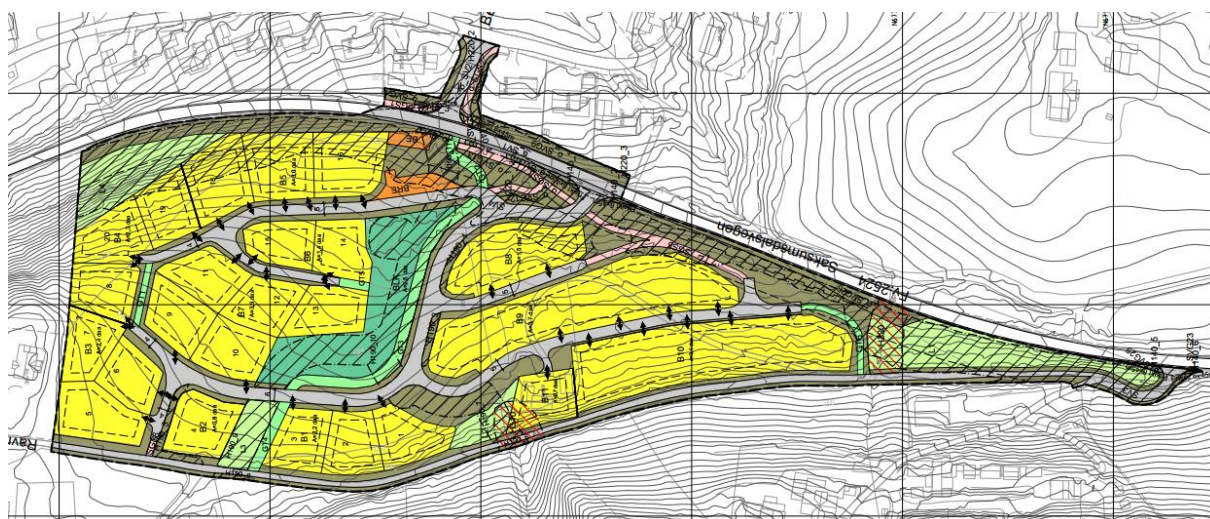
Tidligere erfaringer viser løsmasser med morene i Lillehammer kommune ofte er veldig tette. Infiltrasjonsevnen til massene bør derfor undersøkes før infiltrasjon eventuelt velges som et alternativ til overvannshåndtering.

4 Planlagt utbygging

Området skal i hovedsak reguleres til boligbebyggelse. Aktuelt område er på 54,5 daa hvorav ca. 8,5 daa er regulert til vegarealer og ca. 28,7 daa er regulert til bebyggelse og anlegg. Resterende arealer er regulert til annen veggrunn, grønnstruktur og LNF-områder.

Planen er revidert etter oppstarten med tanke på overvannshåndtering og sikkerhet mot flom. Det har vært et tverrfaglig samarbeid mellom overvannskonsulent og arealplanlegger hvor det har vært viktig å sikre grøntområder langs bekkeløp, samt å sikre at lavbrekk og høybrekk på veg legges med tanke på avrenningssituasjonen.

4.1 Reguleringsplan



FIGUR 13 REGULERINGSPLAN RAVNUM

6 Flomberegninger

6.1 Beskrivelse av planområdet og bekkeløp

Hele planområdet har en helling mot øst. Området består stort sett av jordbruksarealer, med unntak av noe skogarealer og eksisterende bolig. Feltet ligger mellom Ravnumvegen i vest og Saksumsdalsvegen i øst.

For å beregne avrenningsveger for overvann og nedbørsfelt for flomberegning er Scalgo Live benyttet. Tjenesten beregner hvor vannet renner basert på analyse av en terrengmodell fra laserscanning, slik det framstår før utbygging. Det er også mulig å legge inn terrengmodelle av planlagte tiltak i scalgo, slik at man kan vurdere konsekvensene for avrenningen av utbyggingen.

Avrenningskartet over planområdet vist på figur 3 viser dreneringslinjer gjennom planområdet før utbygging. Terskelverdien for de blå dreneringslinjene er her satt til 1 ha (10 000 m²), det vil si at alle linjer i kartet starter i et tilrenningsområde lik terskelverdien. Tykke linjer har større tilrenningsområde og dermed større vannføring enn tynne. Ut fra figur 3 er det funnet 3 dreneringsveger gjennom feltet. Befaring har vist at det kun er en av den (Ravnumbekken) som har vannføring ved normal avrenning. De to andre vil ha vannføring ved større nedbørshendelser/avrenning.

6.2 Oppstrøms planområdet

Ravnumsbekken er har dårlig flomkapasitet, og bekken kan relativt lett flomme over og ta nye veger. Spesielt kan nevnes at dersom stikkrenner under Saksumsdalsvegen ved Øvre/Nedre Ravneberg går tette, vil vannet følge veggrøften inn til eiendommen Nedre Ravneberg og flomme ukontrollert ned lia mot Ravnumsvegen.

Veggrøftene langs Ravnumsvegen bør renskes/utvides slik at de kan lede eventuelt flomvann kontrollert til nye etablerte flomveger gjennom feltet.

Nedbørsfeltet for Ravnumsbekken, Midtre- og Nordre bekk er vist på figur 5, figur 6 og figur 10

6.3 Nedstrøms planområdet (resipient)

Ravnumbekken renner i dag gjennom en 500 mm stikkrenne gjennom Saksumsdalsvegen. Videre renner denne gjennom grøntarealer til åpen kanal mellom fotballbanene på Vignes (figur 3). Dette bekkedraget ansees være relativt upåvirket av utbyggingen.

Dreneringslinjene for Midtre- og Nordre bekkedrag drenerer mot inntakskummen som vist på figur 10. Fra kummen ledes vannet gjennom Saksumsdalsvegen og videre i en lukket kommunal OV-ledning (DN400) frem til midt mellom fotballbanene, hvor den igjen renner åpent videre.

Flomvegen går så videre forbi Vingar skole, ned lia mot og gjennom Kastrudvegen, videre under Jørstadmivegen før den går ut i Mjøsa.

6.4 Metode flomberegning

Det er knyttet store usikkerheter til flomberegninger og det bør benyttes flere metoder som sammenlignes for å redusere usikkerheten. *Veileder for flomberegninger* (NVE, 2022a) er lagt til grunn for beregningene.

Nedbørsfeltene for alle bekkene er mindre enn 1 km², og defineres dermed som mikrofelt (NVE, 2015). Datagrunnlaget for så små felt i Norge er begrenset, og det finnes ingen representative målestasjoner for så små felt i nærheten av planområdet. Erfaring fra fagpersoner tilsier at en spesifikk 200-årsflom bør ligge mellom 2000-5000 l/s/km² (NVE, 2015).

Iht. TEK17 er dimensjonerende gjentaksintervall for flom 200 år i planområdet.

Generelt deles metoder for flomberegninger inn i to hovedgrupper: flomfrekvensanalyser og nedbør-avløpsmodeller. Flomfrekvensanalyser er statistiske analyser som relaterer målte flomvannsføringer til gjentaksintervall. Resultatet benyttes til å estimeres flomstørrelser for ulike gjentaksintervall for et konkret felt. Nedbør-avløpsmodeller benytter nedbørsverdier som inngangsdata under antagelse av at største nedbørshendelse også skaper største flom. Statistiske analyser av nedbørsdata relaterer nedbør til gjentaksintervall og ut fra dette genereres nedbørsdata i form av IVF-kurver (intensitet, varighet og frekvens) som benyttes i beregningene av flomvannsføring.

6.4.1 Flomformel for små nedbørsfelt (regional flomfrekvensanalyse, NIFS)

Formelverk for små nedbørsfelt RFFA-NIFS er samme formelverk som NVEs tjeneste NEVINA bygger på, og er nærmere beskrevet i (Glad, 2015). Formelverket anbefales brukt for felt fra 0,2-53 km². Feltparametere som inngår i formelen er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning.

For å anslå normalavrenning til nedbørsfeltene er NVEs normalavrenningskart benyttet. Inngangsverdi for normalavrenning settes til 15,5 l/s/km².

TABELL 2 FELTPARAMETRE OG FLOMVERDIER FRA FLOMFORMEL FOR SMÅ NEDBØRSFELT (NIFS)

	Ravnumbekken	Midtre bekk	Nordre bekk
Areal (km ²)	0,48	0,05*	0,08*
Effektiv sjøprosent	0	0	0
Middelflom, Q _M (m ³ /s)	0,28	0,04	0,06
Middelflom, q _M (l/s/km ²)	573	784	733
Vekstkurve, Q _M /Q _M	2,88	2,88	2,88
200-årsflom lavt estimat, 5% (m ³ /s)	0,4	0,1	0,1
200-årsflom, Q ₂₀₀ (m ³ /s)	0,8	0,1	0,2
200-årsflom høyt estimat, 95% (m ³ /s)	1,6	0,2	0,3
Spesifikk 200-årsflom, q ₂₀₀ (l/s/km ²)	2311	3161	2954

*Utenfor gyldighetsområdet på 0,2 – 53 km²

Tabell 2 over viser inngangsparametere og beregnede verdier for 200-årsflom basert på flomformel for små nedbørsfelt (NIFS).

6.4.2 Rasjonelle formel (nedbør/avløpsmodell)

Den rasjonelle metode anbefales brukt i nedbørsfelt mindre enn 2 km² (NVE, 2022a). Metoden går ut på at det beregnes en avrenningsfaktor for feltet som vektet ut fra hvor store arealer det er av ulike type flater i feltet, og hvor mye av vannet som bidrar til flomtoppen fra de ulike flatene. Valg av nedbørshendelse gjøres ut fra valgt returperiode og konsentrasjonstiden til feltet som beregnes ut fra feltegenskaper. Nærmere beskrivelse av metoden finnes i *Håndbok V240 Vannhåndtering* (Statens vegvesen, 2020).

6.4.2.1 Nedbørsdata (IVF-kurve)

Nærmeste målestasjon med IVF-data er Lillehammer målestasjon. Denne målestasjonen har begrenset måleserie, og har for lave verdier for korttidsnedbør til å være representativ. På bakgrunn av dette har Norconsult på oppdrag fra Lillehammer kommune utarbeidet en ny IVF-kurve som kombinerer data fra målestasjonene på Lillehammer, Gjøvik og Hamar i perioden 1968-2019.

RETURPERIODE (ÅR)	Returverdi for nedbør (l/(s*ha))															
	VARIGHET (MINUTTER)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	250,0	225,0	194,4	163,3	115,0	88,9	72,5	53,9	40,7	33,9	25,9	21,5	16,9	10,9	6,9	4,4
5	333,3	291,7	255,6	213,3	153,3	117,8	95,8	72,2	54,8	45,8	34,3	27,8	21,6	13,7	8,8	5,8
10	383,3	333,3	300,0	246,7	178,3	137,8	112,5	83,9	63,7	53,6	39,6	31,9	24,5	15,5	10,0	6,6
20	416,7	375,0	338,9	276,7	201,7	157,8	128,3	95,6	73,0	61,1	44,6	36,1	27,3	17,3	11,2	7,5
25	433,3	391,7	350,0	286,7	210,0	163,3	133,3	99,4	75,6	63,6	46,5	37,5	28,2	17,9	11,6	7,8
50	483,3	425,0	388,9	320,0	233,3	183,3	149,2	111,1	84,1	70,8	51,7	41,7	31,2	19,6	12,7	8,6
100	516,7	466,7	427,8	350,0	255,0	202,2	164,2	122,2	93,0	78,3	56,7	45,8	34,3	21,3	13,7	9,4
200	566,7	508,3	461,1	380,0	278,3	221,1	180,0	133,3	100,7	84,7	61,5	50,0	37,5	22,9	14,8	10,3

FIGUR 14 IVF-KURVE FOR LILLEHAMMER

6.4.2.2 Feltparametere og flomberegning

Areal innenfor planområdet er regnet med i arealtypen «bebygd areal». **Feil! Fant ikke referanseilden.** under viser inngangsparametere og beregnede verdier for 200-årsflom basert på den rasjonelle formel.

TABELL 3 FELTPARAMETRE OG FLOMVERDIER FRA DEN RASJONELLE FORMEL

	Ravnubekken	Midtre bekk	Nordre bekk
Areal (km ²)	0,48	0,05	0,08
Gjennomsnittlig helling (%)	10,6	21	22,5
Konsentrasjonstid (min)	90,6	39,0	34,8
Innsjø (%)	0	0	0
Skog (%)	68,2	62,6	44,0
Åpent naturområde (%)	1,5	4,6	5,3
Myr (%)	2,5	0,0	0,0
Bebygd areal, samferdsel (%)	7,2	12,3	27,5
Jordbruk (%)	20,7	20,5	23,3
Gjennomsnittlig avrenningsfaktor (C)	0,42	0,44	0,48
200-årsflom, Q _{200+40%Klima} (m ³ /s)	1,76	0,29	0,71

6.4.3 Klimapåslag

Klimapåslag på 40% er benyttet iht. NVEs anbefaling for dimensjonerende nedbør for små nedbørsfelt mindre enn 10 km² (NVE, 2022a). Det er også det generelle sikkerhetskravet i «Temaplan

Overvann for Lillehammer kommune». Klimapåslaget reflekterer forventede effekter av klimaendringer fram til slutten av århundret ved høye utslipp av klimagasser.

6.5 Dimensjonering

6.5.1 Dimensjonerende vannføring

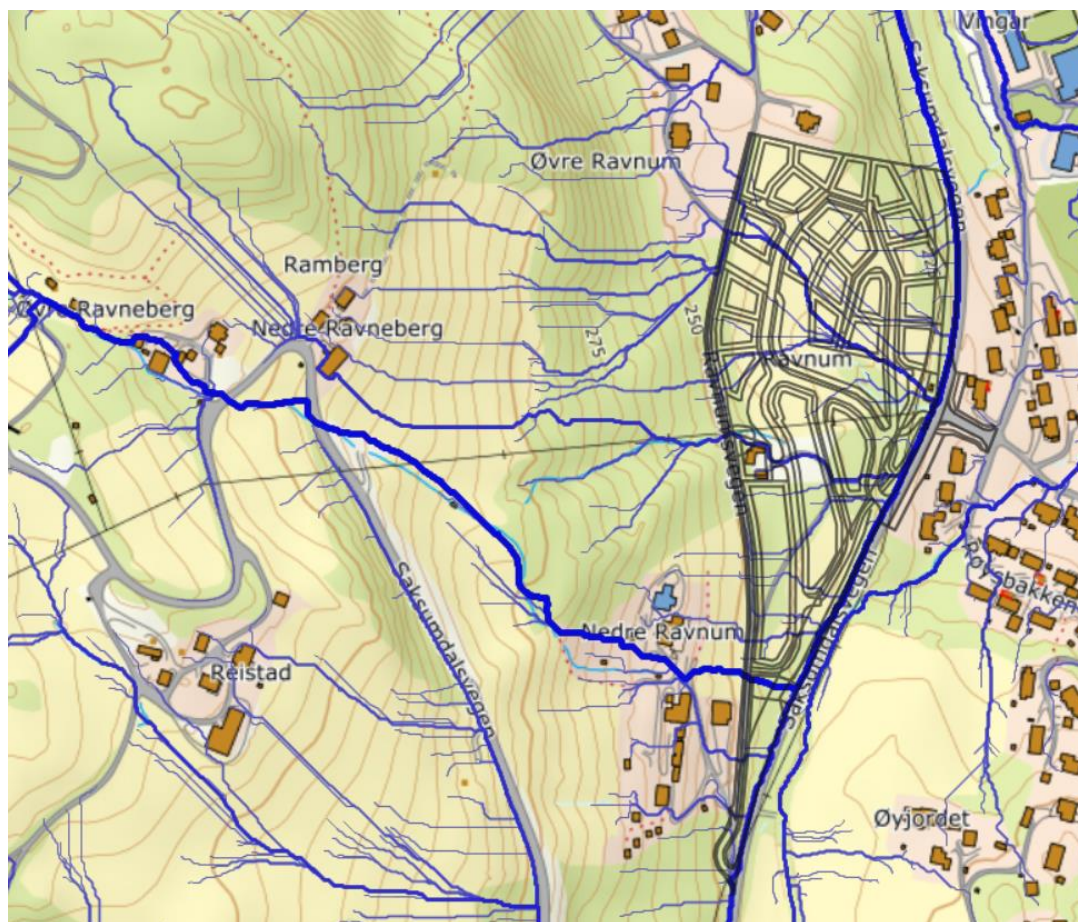
Resultater fra begge metoder er sett i sammenheng ved valg av dimensjonerende vannmengder. Det er i den videre dimensjoneringen valgt å benytte resultater fra den rasjonelle metode.

Dette fordi nedbørsfeltenes størrelse på 0,05 til 0,48 km² ligger godt innenfor gyldighetsområdet for den rasjonelle metode (0-2 km²), men under nedre grense for flomformelen for små nedbørsfelt (0,2-53 km²), og det må kunne antas at den rasjonelle metode gir riktigere resultater for disse nedbørsfeltene. For Ravnumsbekken er det stor forskjell mellom middelestimatet fra NIFS og den rasjonelle metoden for 200-årsflom, resultatene fra den rasjonelle metode ligger også noe over høyt estimat fra NIFS.

For Midtre og Nordre bekk ligger estimatet fra den rasjonelle metode godt over høyt estimat fra NIFS. Dette skyldes i hovedsak av at det er mindre nedbørsfelt langt utenfor gyldighetsområdet til flomformelen for små nedbørsfelt, samt at det er en mindre andel uberørt natur som medfører økt avrenning. Disse effektene blir bedre ivaretatt av den rasjonelle metode enn flomformelen for små nedbørsfelt. Det forventes en høyere spesifikk avrenning jo mindre feltene er.

Ved flom eller tette stikkrenner gjennom Saksumsdalsvegen ved Øvre Ravneberget, vil vannet sannsynligvis flomme forbi Nedre Ravneberget og fordele seg på den Midtre og Nordre bekken.

Det er vanskelig å anslå nøyaktig prosentvis fordeling, men det er naturlig å anta at det kommer mer i den midtre bekken enn i nordre. Det er også naturlig å anta at alt vannet ikke vil samles seg i en flomveg ved ekstreme hendelser.



FIGUR 15 DRENERINGSLINJER OPPSTRØMS OG GJENNOM PLANOMRÅDET (FRA SCALGO.COM/LIVE)

Derfor anbefaler vi følgende:

- Ravnumbekken gjennom planområdet dimensjoneres for 200-årsflom ($Q_{200+40\% \text{ klima}}$).
- Den Midtre flomvegen dimensjoneres for 200-årsflom + 70% av Ravnumbekken
- Den Nordre flomvegen dimensjoneres for 200-årsflom + 50% av Ravnumbekken.

TABELL 4 DIMENSJONERENDE VANNFØRING I BEKKER.

	Ravnumbekken	Midtre bekk	Nordre bekk
200-årsflom, $Q_{200+40\% \text{ klima}}$ (m^3/s)	1,76	0,29	0,71
Andel fra Ravnumbekken (%)	100	70	50
Mengde fra Ravnumbekken	1,76	1,23	0,88
Dimensjonerende vannføring (m^3/s)	1,76	1,53	1,59

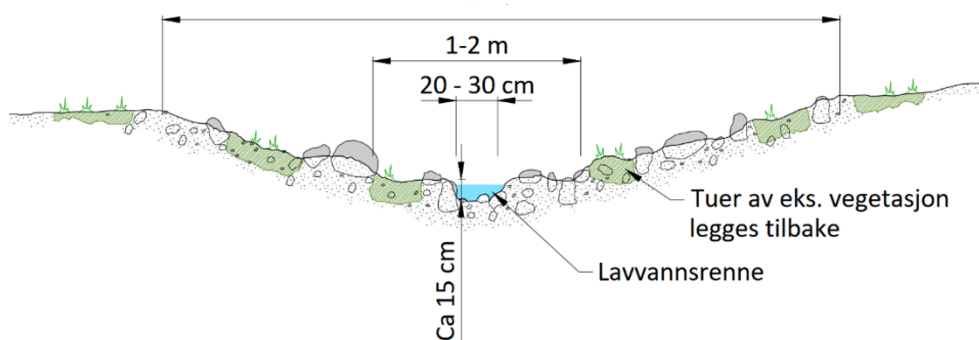
6.5.2 Utforming bekkeløp

Ravnumbekken har et markert bekkeløp gjennom planområdet, og det foreslås at dette hensyntas i planbestemmelsene ved at det legges inne et vegetasjonsbelte på minimum 6 meter på hver side.

Hverken den midtre eller nordre flomvegen har definerte bekkeløp gjennom planområdet (jfr. figur 8). Dreneringslinjene fra Scalgo viser flomveger over jordbruksarealer, så det er naturlig å anta at det er etablert jordbruksdrenering som ivaretar overvannet i dette området.

Derfor må det ved utarbeidelse av planen opparbeides nye trygge flomveger for disse dreneringslinjene bekkeløp gjennom feltet.

Bekkene bør utføres etter bekk-i-bekk prinsippet hvor det settes av en indre sone på 1-2 m med en liten renne på 20-30 cm hvor bekkene får utfolde seg fritt og grave et naturlig bekkeløp, og et større tverrsnitt innenfor erosjonssikringen som dimensjoneres for å håndtere 200-års flom. Det bør unngås å lage bekkene rett og ryddig, men mest mulig variert med steiner og steingrupper som lager små kulper og terskler. For å redusere vannhastigheten og erosjonsfaren anbefales det at nytt bekkeløp etableres med slake sideskråninger, f.eks. 1:3.



FIGUR 16 PRINSIPP BEKK-I-BEKK

6.5.2.1 Ravnumsbekken

Ravnumsbekken skal renne i sitt opprinnelig bekkeløp gjennom planområdet.

Det skal settes av et vegetasjonsbelte på minimum 6 meter på hver side av bekkene ihht. Temaplan overvann fra Lillehammer kommune og kommuneplanens arealdel punkt 1.19.4.



FIGUR 17 RAVNUMBEKKEN MED FORESLÅTT HENSYNSONE GJENNOM PLANOMRÅDET

6.5.2.2 Midtre bekken

For at bekkeløpet skal sikres tilstrekkelig mot flom antas en konservativ vannhastighet på 1,0 m/s.

Dimensjonerende vannføring er 1,53 m³/s. Dette medfører at det midtre bekkeløpet bør ha et tverrsnitt på minimum 1,53 m² for å håndtere 200-årsflommen. I tillegg skal bekkeløpet utformes på en slik måte at det er et fribord (sikkerhetsmargin) på minimum 0,2 meter.

Det anbefales at det settes av en hensynsone med på minimum 6 meter til hver side for flomvegen. Disse sonene skal gi bekken nødvendig plass i en flomsituasjon, gi vann mulighet til å infiltrere i grunnen før det renner til bekkene, samt opprettholde den naturlige kantvegetasjonen som bl.a. hindrer erosjon. Det kan tillates kortere strekk med smalere bredde enn 6 meter. Det må avklares i detaljprosjekteringen, og flomvannet må sikres en trygg fremføring uten erosjon.

6.5.2.3 Nordre bekken

For at bekkeløpet skal sikres tilstrekkelig mot flom antas en konservativ vannhastighet på 1,0 m/s.

Dimensjonerende vannføring er 1,59 m³/s. Dette medfører at det midtre bekkeløpet må ha et tverrsnitt på minimum 1,59 m² for å håndtere 200-årsflommen. I tillegg skal bekkeløpet utformes på en slik måte at det er et fribord (sikkerhetsmargin) på minimum 0,2 meter.

Det anbefales at det settes av en hensynsone med på minimum 6 meter til hver side for flomvegen. Disse sonene skal gi bekken nødvendig plass i en flomsituasjon, gi vann mulighet til å infiltrere i grunnen før det renner til bekkene, samt opprettholde den naturlige kantvegetasjonen som bl.a. hindrer erosjon. Det kan tillates kortere strekk med smalere bredde enn 6 meter. Det må avklares i detaljprosjekteringen, og flomvannet må sikres en trygg fremføring uten erosjon.



FIGUR 18 AREALER SATT AV TIL BEKKELØP I FORSLAG TIL REGULERINGSPLAN

Omtrent midt i planen ledes den midtre og nordre flomvegen sammen, og ledes så videre, åpent i BLK før den ledes i stikkrenne under vege og ledes ut i dagen igjen før den møter Saksumsdalsvegen.

Fra tabell 4 har vi da at vannføringen *kan* bli opp mot $2,76 \text{ m}^3/\text{s}$. ($1,76 + 0,29 + 0,71 \text{ m}^3/\text{s}$).

Dette er et «worst-case-scenario» hvor Ravnsumsbekken er helt tett, og alt vannet derfra fordeles på midtre og nordre flomveg.

Med en konservativ vannhastighet på $1,0 \text{ m/s}$ blir nødvendig tverrsnitt her være $2,76 \text{ m}^2$. Tverrsnittet kan kanskje reduseres, men da må faktisk vannhastighet bestemmes.

6.6 Dimensjonering av stikkrenner

Stikkrenner dimensjoneres for innløpskontroll etter VA-blad 64 (Stiftelsen VA/Miljø-blad, 2004) med vannstand ved innløpet lik innvendig topp rør for å sikre frispeilstrømning i innløpet. Når innløpet ikke er dykket, dvs. det er frispeilstrømning gjennom innløpet, unngås opphopning av flytende gjenstander i tilløpet ved dimensjonerende flom. I virkeligheten har stikkrennen en reservekapasitet på 15-20% siden den dykkes først når vannstanden er 1,2 ganger diameteren.

Dersom det etableres et lavbrekk på vege i forbindelse med stikkrennen, slik at vann ved tett stikkrenne kan passere over vege og tilbake i bekke drag, kan det benyttes mindre stikkrenner. Dette

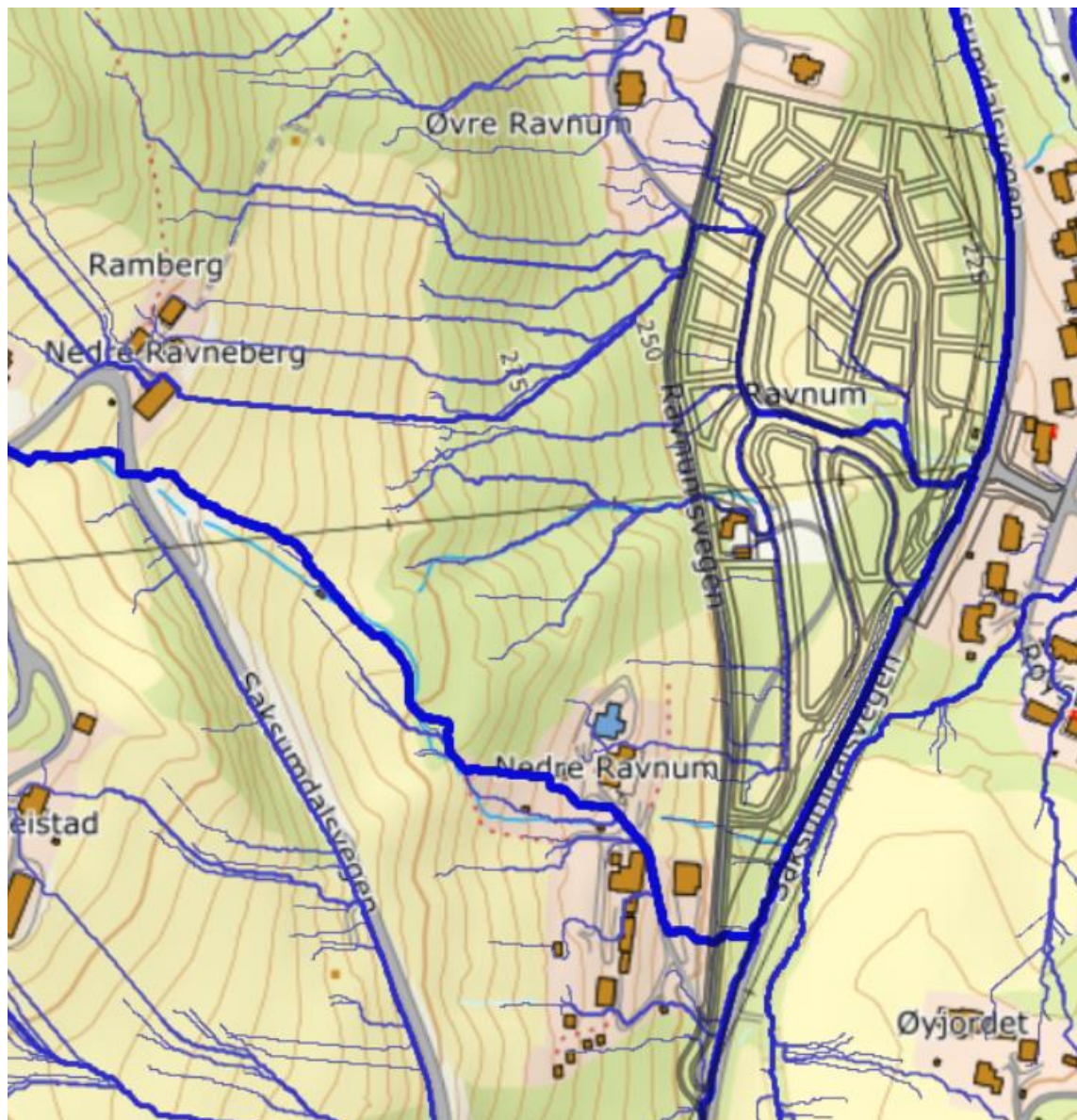
Øker sannsynligheten for gjentetting med kvist og andre flytende gjenstander og stikkrennen vil være mer utsatt ved iskjøving. Det er viktig at grøfter langs vegene utformes slik at vann vil renne over vegen og ikke langs grøfter ved for liten kapasitet i stikkrennene.

TABELL 5 DIMENSJONER STIKKRENNER.

	Ravnebekken	Midtre	Nordre	Midtre + Nordre
Dimensjonerende vannføring (m ³ /s)	1,76	1,53	1,59	2,76
Dimensjon stikkrenner (mm)	1200	1200	1200	1400

Stikkrenner legges med minimum 1,5% fall. Inn- og utløp erosjonssikres med tørrmur og det etableres kulp erosjonssikret med sprengstein ved utløpet. Der det vurderes to stikkrenner legges bunn innløp med en høydeforskjell slik at innløpet til stikkrennen med størst diameter ligger 20-30 cm lavere enn innløpet til den andre stikkrennen. Dette gjøres for å sikre at kun den ene stikkrennen får redusert kapasitet ved eventuell iskjøving.

7 Overvannshåndtering



FIGUR 19 DRENERINGSLINJER FRA SCLGO.COM/LIVE MED PROSJEKTERTE VEGER

Figur 19 viser dreneringslinjer fra scalgo.com/live med innlest terrengmodell av prosjekterte veger. Modellen inneholder ikke modellerte flomveger eller stikkrenner. Figuren gir allikevel et bilde over hvor flomvannet vil samle seg og renne i vegrøfter dersom det ikke utføres noen flomsikringstiltak.

Overvann er vann som renner av på overflaten som følge av regn eller smeltevann. Iht. gjeldende regelverk skal overvann håndteres på en slik måte at det ikke medfører fare for bebyggelse, nedbør skal infiltreres lokalt der det er mulig, og naturbaserte løsninger skal prioriteres. Nedstrøms områder skal ikke få økt ulempe som følge av utbyggingen av planområdet.

Tretrinnsstrategien legges til grunn for overvannshåndtering i planområdet.

I temaplan for overvann for Lillehammer kommune står det:

«Det generelle sikkerhetskravet er 200-års hendelse og et klimapåslag på minst 40%. Det gjelder for alle flom- og overvannsberegninger, hvis ikke annet faglig kan begrunnes ut fra gjeldende Teknisk regelverk og nyeste klimaprofil.»

NVEs veileder «*Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar*» (NVE, 2022b) anbefaler å legge til grunn et klimajustert 100-årsregn for dimensjonering av overvannstiltak.

Det er få prosent økning mellom beregninger med 100-års hendelse og 200-års hendelse, og NVEs veileder er av nyere dato enn temaplanen. Derfor velges en returperiode på 100 år i de videre flomberegningene, med et klimapåslag på 40%.

7.1 Trinn 1 – Infiltrer mindre regn

Små nedbørshendelser skal fanges opp og gis mulighet til infiltrasjon. Avrenning fra tak, adkomstveg, parkeringsplass, grøfter, og andre arealer som ikke er naturlig terreng anbefales å ledes til grøntområder/forsenkninger på tomte.

I trinn 1 skal mindre nedbørshendelser infiltreres, med mål om at 95% av årsnedbøren infiltreres. NGUs kart over infiltrasjonspotensiale angir at løsmasser er antatt middels godt egnet for infiltrasjon. «Forslag til dimensjonerende verdier for trinn 1 i Norsk Vann sin tre-trinns strategi for håndtering av overvann» (Paus, 2018) anslår at 95% av årsnedbøren håndteres dersom det dimensjoneres for anslagsvis 1/3 av 2-årsregnet. Mettet hydraulisk konduktivitet er i samme artikkel anslått til 25 mm/t for gressareal med lav infiltrasjon basert på faglitteratur.

Dimensjonering av 1/3 av 2-årsregnet, infiltrasjon på 25 mm/t og 40% klimapåslag gir en dimensjonerende regnvarighet på 360 minutter (6 timer) for alle takstørrelser i dette prosjektet. Tillatt BYA i denne reguleringsplanen på 35% (inklusive parkeringsarealer). Med en typisk tomt på 1000 m² vil det gi en dimensjonerende størrelse på forsenkningene ca. 10 m² ved 20 cm vanndybde, men dette må detaljprosjekteres når bebyggelsen og takareal er endelig. Ved måling av infiltrasjonskapasitet kan det hende infiltrasjonsevnen kan økes sammenlignet med det som er antatt i beregningseksempelen.

Det er gunstig om overvann ledes til flere ulike grøntarealer på tomte for å fordele vannet. For å sikre tilstrekkelig kapasitet til infiltrasjon bør det etableres terrengforsenkninger eller flate grøfter uten utløp i forbindelse med konsentrerte utløp (f.eks. stikkrenner, nedløpsrør og grøfter) hvor vann kan fylle grøften og infiltrere i stedet for å renne videre på overflaten.

7.2 Trinn 2 – Fordrøy større regn

Nedbørshendelser med større vannmengder enn det som håndteres i trinn 1 skal fordrøyes og forsinkes før videreføring til resipient. Dette gjøres for å forsinke flomtappen slik at spissavrenningen reduseres og avrenningen fordeles utover et større tidsrom.

Beregningene av nødvendig fordrøyningsvolum er gjort med et gjentakintervall på 100 år og en sammenlikning av avrenning fra planområdet før og etter utbygging.

Tilrenningstiden i feltet er beregnet til å være 32,2 minutter, og avrenningen fra feltet før utbygging er beregnet til å være ca. 388 l/s.

Avrenningen etter utbygging er beregnet til å være 625 l/s ved en varighet på 30 minutter.

For å finne fordrøyningsvolumet er det benyttet regnvelopmetoden med konstant utløp.

Ifølge VA-miljøblad nr. 69 skal man for å få en mest mulig korrekt volumberegning anta at gjennomsnittlig utløp er 70% av maksimalt utløp. Det antas derfor et beregningsmessig utløp på $(388 \text{ l/s} * 0,7) 271,6 \text{ l/s}$.

Nødvendig fordrøyningsvolum er $685,7 \text{ m}^3$.

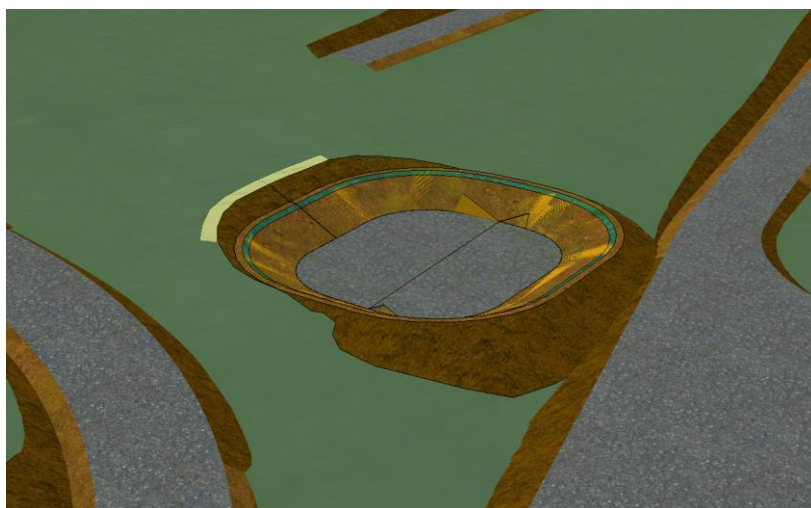
I trinn 1 samles det opp vann (fordrøyes/infiltreres) på tomtene. Dette volumet er beregnet til ca. $3,5 \text{ m}^3$ per tomt. Planen består av ca. 25 daa boligbebyggelse. Vi benytter et estimat på 35% BYA på all boligbebyggelse. Da vil totalt samlet vann på tomtene tilsvare ca. $87,5 \text{ m}^3$.

I tillegg skal det i forbindelse med veggrøfter etableres dypdreneringsgrøfter som vil fordrøyer vannet og infiltrerer der det er mulig. I forbindelse med prosjektering av vegger er det etterstrebet å etablere så flate dypdreneringsgrøfter som mulig da dette er med på å økte oppholdstiden for vannet i dypdreneringsgrøftene, og dermed infiltrasjonen. Det er ca. 250 meter av dypdreneringen som ligger så flatt at de kan benyttes som fordrøyning/infiltrasjon. Grøftesnittet viser pukkomfylling rundt rørene og tilbakefylling med sprengstein. Dette tverrsnittet er ca. $2,7 \text{ m}^2$. Det regnes med et porevolum på 30% for pukk og sprengstein. Dette medfører et fordrøyningsvolum $0,81 \text{ m}^3/\text{m}$. Dette gir oss et fordrøyningsvolum i dypdreneringsgrøftene på $202,5 \text{ m}^3$.

Dette gir oss følgende regnestykke:

Nødvendig fordrøyningsvolum	$685,7 \text{ m}^3$
- Fordrøyd på tomter	$- 87,5 \text{ m}^3$
- Fordrøyd i dypdrenering	$- 202,5 \text{ m}^3$
Uløst fordrøyningsbehov	$395,7 \text{ m}^3$

Det foreslås at det etableres en fordrøyning nederst i området avsatt til BLK i reguleringsplanen. Fortrinnsvis som åpent basseng.



FIGUR 20 MODELL AV FORDRØYNINGSBASSENG

I foreslått modell (figur 20) er det foreslått et basseng med bunnflate 16×14 meter og høyde på $1,45$ meter. Sideskråningene er 1:2. Dette gir et totalvolum på 408 m^3 . Det er i tillegg lagt inn et fribord med høyde $0,2$ m med åpning som sikrer nødavrenning mot flomveg.

7.3 Trinn 3 – Sikre flomveger for ekstreme regn

Intense og ekstreme regn som ikke håndteres i de øvrige trinnene skal ledes bort i planlagte flomveger til resipient. Der hvor flomveg krysser avkjørsler eller internveger må det sikres tilstrekkelige stikkrennedimensjoner. En 100-årshendelse med 40% klimapåslag legges til grunn for dimensjonering av flomveger for overvann fram til utslipp i bekker/fordrøyningsbasseng.

Det skal etableres nødoverløp i fordrøyningsbassenget som sikrer at vannet ledes til flomveg dersom bassenget blir fullt.

7.4 Stikkrenner i planområdet

Generelt anbefales det å benytte minimum dimensjon 400 mm stikkrenner i planområdet for å sikre tilstrekkelig kapasitet og redusere faren for gjentetting.

7.5 Drift og vedlikehold

For å sikre at de planlagte overvannstiltakene fungerer i en flomsituasjon er det viktig med gode rutiner for drift og vedlikehold, spesielt av stikkrenner og sandfang. Regelmessig tilsyn er nødvendig for å avdekke vedlikeholdsbehov som rensk, tining og fjerning av snø før vårflo. Eventuelle erosjonsskader på grøfter og i forbindelse med stikkrenner skal utbedres på tilfredsstillende måte.

8 Anbefalinger

- Tretrinnsstrategien for håndtering av overvann skal legges til grunn. Takvann skal håndteres på en slik måte at små regnhendelser ledes ut på terreng og infiltreres i forsenkninger slik det er beskrevet i flom- og overvannsnotat. Forsenkninger for infiltrasjon av overvann skal vedlikeholdes, bl.a. ved fortløpende utbedring av evt. erosjonsskader og gjengroing samt oppsyn med at løsning fungerer over tid.
- Trinn 2, fordrøying av større regn ivaretas i åpent basseng etablert i området avsatt til BLK. Bassenget utformes med slake skråninger (1:2) og skal utformes på en slik måte at det kan kombineres med BLK. Deler av dypdreneringsgrøftene vil også fungere som fordrøying, de som er etablert i flatt terreng.
- Flomvann oppstrøms planområdet ledes uhindret gjennom feltet via planlagte flomveger og dimensjonerte stikkrenner. Det skal settes av en sone med bredde minimum 6 meter på hver side av flomvegene som skal gi vannet nødvendig plass i en flomsituasjon, gi det mulighet til å infiltrere i grunnen før det renner til flomvegene, samt opprettholde den naturlige kantvegetasjonen som bl.a. hindrer erosjon.
- Eksisterende grøft langs Ravnsvegen renskes/oppgraderes og sikrer at vann drenerer mot nye stikkrenner.
- Eksisterende stikkrenner gjennom Ravnsvegen har ikke tilstrekkelig kapasitet til å ta unna for en 200års-flom med 40% klimapåslag og må oppgraderes.
- Utløpet fra fordrøyningsarealene strupes til å tilsvare 70% av dagens maksimale avrenning.
- Overvannstiltak omtalt i dette notatet skal være etablert før det gis brukstillatelse på de enkelte tomtene.
- Vegeier er ansvarlig for drift og vedlikehold av stikkrenner, flomveger, fordrøyningsbasseng og andre anlegg for overvannshåndtering.

9 Referanser

Glad, P. R. (2015). *Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små felt nedbørfelt*. NVE Rapport 8-2015.

Klima- og miljødepartementet. (2015). *NOU 2015:16 Overvann i byer og tettsteder*.

NVE. (2015). *Nr. 7/2015 Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*.

NVE. (2022a). *Nr. 1/2022 Veileder for flomberegninger*.

NVE. (2022b). *Nr 4/2022 Rettleiar for handtering av overvatn*.

Statens vegvesen. (2020). *Håndbok V240 Vannhåndtering*.

Stiftelsen VA/Miljø-blad. (2004). *Nr 64 - Bekkeinntak med innløpskontroll. Dimensjonering og utforming*.

Norconsult AS. (u.d) *Overvannsplan for Lillehammer kommune, Temaplan*

Statens vegvesen. (2020). *Håndbok V240 Vannhåndtering*.

Stiftelsen VA/Miljø-blad. (2004). *Nr 64 - Bekkeinntak med innløpskontroll. Dimensjonering og utforming*.

Vedlegg

1. Beregninger av flommengder i Ravnumbekken, Midtre og Nordre flomveg
2. Beregning av flommengder før og etter utbygging, fordrøyningsvolum
3. Dimensjonering av trinn 1
4. Overvannsplan, tegning G01
5. Prinsipptegninger, tegning G02

Beregninger av Ravnumsbekken

Forutsetninger

1. Nedslagsfelt vurdert utifra kart/Scalco og befaring i felt
2. Beregningen er basert på den rasjonelle formel
3. Dimensjonering for 200 års gjentaksintervall og 40% klimapåslag.
4. Nedbørdata for Lillehammer (kombinasjon av Gjøvik og Hamar data)
5. Vurdert avrenningskoeffisient ihht "Temaplan overvann for Lillehammer kommune"

Avrenningsareal

Type flater	Areal i m2	Koeffisient	A _{red} i m2
Nedslagsfelt			
Skogsterrang	330 000	0,4	132 000
Jordbruk	100 000	0,4	40 000
Bebyggd og samferdsel	34 800	0,7	24 360
Myr	12 100	0,4	4 840
Åpen fastmark	7 204	0,4	2 882
Sum areal for hele utbyggingen [m2]:	484 104		204 082
Sum areal for hele utbyggingen [ha]:	48,41		20,41

Midlere avrenningskoeffisient: 0,42

Nedbør / intensitet

Nedbørkurve for Lillehammer (kombinasjon av Gjøvik og Hamar data) institutt i perioden 1968-2019 fra Meteorologisk Tillegg på **40%** ("klimapåslag")

Vurdering av tilrenningstiden/konsentrasjonstiden

Nedslagsfelt

Tidsfaktor $tc=0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}$

Andel innsjø (0,00 %

Høydediff. 256,2 m

Lengde 2417,25 m

Tid (tc) **90,6 min.**

Gjennomsnittl 10,60 %

Overvannsberegninger

200 års gjentaksintervall

Varighet [t]	Intensitet	Klimafaktor	Intensitet	q _{inn}
Min.	l/s*ha	[+40%]	m/tillegg [l/s*ha]	[q=C*I*A]
				l/s
5	380	1,4	532,0	10857
10	278,3	1,4	389,6	7951
15	221,1	1,4	309,5	6317
20	180	1,4	252,0	5143
30	133,3	1,4	186,6	3809
45	100,7	1,4	141,0	2877
60	84,7	1,4	118,6	2420
90	61,5	1,4	86,1	1757
120	50	1,4	70,0	1429
180	37,5	1,4	52,5	1071
360	22,9	1,4	32,1	654
720	14,8	1,4	20,7	423
1440	10,3	1,4	14,4	294

Beregninger av Midtre flomveg

Forutsetninger

1. Nedslagsfelt vurdert utifra kart/Scalco og befarings i felt
2. Beregningen er basert på den rasjonelle formel
3. Dimensjonering for 200 års gjentakintervall og 40% klimapåslag.
4. Nedbørdata for Lillehammer (kombinasjon av Gjøvik og Hamar data)
5. Vurdert avrenningskoeffisient ihht "Temaplan overvann for Lillehammer kommune"

Avrenningsareal

Type flater	Areal i m2	Koeffisient	A _{red} i m2
Nedslagsfelt			
Skogsterreng	29 700	0,4	11 880
Jordbruk	9 730	0,4	3 892
Bebyggd og samferdsel	5 859	0,7	4 101
Myr		0,4	0
Åpen fastmark	2 189	0,4	876
Sum areal for hele utbyggingen [m2]:	47 478		20 749
Sum areal for hele utbyggingen [ha]:	4,75		2,07

Midlere avrenningskoeffisient: 0,44

Nedbør / intensitet

Nedbørkurve for Lillehammer (kombinasjon av Gjøvik og Hamar data) institutt i perioden 1968-2019 fra Meteorologisk Tillegg på **40%** ("klimapåslag")

Vurdering av tilrenningstiden/konsentrasjonstiden
Nedslagsfelt

Tidsfaktor $t_c = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}$

Andel innsjø (0,00 %
 Høydediff. 186,27 m
 Lengde 887,82 m
 Tid (t_c) **39,0 min.**
 Gjennomsnittl 20,98 %

Overvannsberegninger

200 års gjentakintervall

Varighet [t] Min.	Intensitet l/s*ha	Klimafaktor [+40%]	Intensitet m/tillegg [l/s*ha]	q _{inn} l/s
5	380	1,4	532,0	1104
10	278,3	1,4	389,6	808
15	221,1	1,4	309,5	642
20	180	1,4	252,0	523
30	133,3	1,4	186,6	387
45	100,7	1,4	141,0	293
60	84,7	1,4	118,6	246
90	61,5	1,4	86,1	179
120	50	1,4	70,0	145
180	37,5	1,4	52,5	109
360	22,9	1,4	32,1	67
720	14,8	1,4	20,7	43
1440	10,3	1,4	14,4	30

Beregninger av Nordre flomveg

Forutsetninger

1. Nedslagsfelt vurdert utifra kart/Scalco og befarings i felt
2. Beregningen er basert på den rasjonelle formel
3. Dimensjonering for 200 års gjentaksintervall og 40% klimapåslag.
4. Nedbørdata for Lillehammer (kombinasjon av Gjøvik og Hamar data)
5. Vurdert avrenningskoeffisient ihht "Temaplan overvann for Lillehammer kommune"

Avrenningsareal

Type flater	Areal i m2	Koeffisient	A _{red} i m2
Nedslagsfelt			
Skogsterrang	34 600	0,4	13 840
Jordbruk	18 300	0,4	7 320
Bebyggd og samferdsel	21 621	0,7	15 135
Myr		0,4	0
Åpen fastmark	4 157	0,4	1 663
Sum areal for hele utbyggingen [m2]:	78 678		37 958
Sum areal for hele utbyggingen [ha]:	7,87		3,80

Midlere avrenningskoeffisient: 0,48

Nedbør / intensitet

Nedbørkurve for Lillehammer (kombinasjon av Gjøvik og Hamar data) institutt i perioden 1968-2019 fra Meteorologisk Tillegg på **40%** ("klimapåslag")

Vurdering av tilrenningstiden/konsentrasjonstiden
Nedslagsfelt

Tidsfaktor $tc=0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}$

Andel innsjø (0,00 %
 Høydediff. 170,23 m
 Lengde 756,57 m
 Tid (tc) **34,8 min.**
 Gjennomsnittl 22,50 %

Overvannsberegninger

200 års gjentaksintervall

Varighet [t] Min.	Intensitet l/s*ha	Klimafaktor [+40%]	Intensitet m/tillegg [l/s*ha]	q _{inn} l/s
5	380	1,4	532,0	2019
10	278,3	1,4	389,6	1479
15	221,1	1,4	309,5	1175
20	180	1,4	252,0	957
30	133,3	1,4	186,6	708
45	100,7	1,4	141,0	535
60	84,7	1,4	118,6	450
90	61,5	1,4	86,1	327
120	50	1,4	70,0	266
180	37,5	1,4	52,5	199
360	22,9	1,4	32,1	122
720	14,8	1,4	20,7	79
1440	10,3	1,4	14,4	55

Beregninger før utbygging

Forutsetninger

1. Nedslagsfelt vurdert utifra kart/Scalco og befarings i felt
2. Beregningen er basert på den rasjonelle formel
3. Dimensjonering for 100 års gjentakintervall og 40% klimapåslag.
4. Nedbørdata for Lillehammer (kombinasjon av Gjøvik og Hamar data)
5. Vurdert avrenningskoeffisient iht "Temaplan overvann for Lillehammer kommune"

Avrenningsareal

Type flater	Areal i m ²	Koeffisient	A _{red} i m ²
Planområde			
Bebyggelse og anlegg	2 730	0,7	1 911
Skogsterreng	5 460	0,4	2 184
Jordbruk	46 410	0,4	18 564
Sum areal for hele utbyggingen [m ²]:	54 600		22 659
Sum areal for hele utbyggingen [ha]:	54,60		2,27

Nedbør / intensitet

Nedbørkurve for Lillehammer (kombinasjon av Gjøvik og Hamar data) institutt i perioden 1968-2019 fra Meteorologisk
Tillegg på **40%** ("klimapåslag")

Vurdering av tilrenningstiden/konsentrasjonstiden

Nedslagsfelt

Tidsfaktor	$tc=0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}$
Andel innsjø (Ase)	0,00 %
Høydediff.	20 m
Lengde	240 m
Tid (tc)	32,2 min.

Overvannsberegninger

100 års gjentakintervall

Varighet [t]	Intensitet	Klimafaktor	Intensitet	qinn
Min.	l/s*ha	[+40%]	m/tillegg [l/s*ha]	l/s
5	350	1,4	490,0	1110
10	255	1,4	357,0	809
15	202,2	1,4	283,1	641
20	164,2	1,4	229,9	521
30	122,2	1,4	171,1	388
45	93	1,4	130,2	295
60	78,3	1,4	109,6	248
90	56,7	1,4	79,4	180
120	45,8	1,4	64,1	145
180	34,3	1,4	48,0	109
360	21,3	1,4	29,8	68
720	13,7	1,4	19,2	43
1440	9,4	1,4	13,2	30

Beregninger etter utbygging

Forutsetninger

1. Nedslagsfelt vurdert utifra kart/Scalگو og befaring i felt
2. Beregningen er basert på den rasjonelle formel
3. Dimensjonering for 100 års gjentaksintervall og 40% klimapåslag.
4. Nedbørdata for Lillehammer (kombinasjon av Gjøvik og Hamar data)
5. Vurdert avrenningskoeffisient iht "Temaplan overvann for Lillehammer kommune"

Avrenningsareal

Type flater	Areal i m2	Koeffisient	A _{red} i m2
Planområde			
Bebyggelse og anlegg	28 700	0,7	20 090
Samferdselanlegg	20 200	0,7	14 140
Grønnstruktur	1 400	0,4	560
LNFR	4 300	0,4	1 720
Sum areal for hele utbyggingen [m2]:	54 600		36 510
Sum areal for hele utbyggingen [ha]:	5,46		3,65

Nedbør / intensitet

Nedbørkurve for Lillehammer (kombinasjon av Gjøvik og Hamar data)
i perioden 1968-2019 fra Meteorologisk institutt
Tillegg på **40%** ("klimapåslag")

Vurdering av tilrenningstiden/konsentrasjonstiden

Nedslagsfelt

Tidsfaktor $t_c = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}$

Andel innsjø () 0,00 %
Høydediff. 20 m
Lengde 240 m
Tid (t_c) **32,2 min.**

Overvannsberegninger

100 års gjentaksintervall

Varighet [t]	Intensitet l/s*ha	Miljøfaktor [+40%]	Intensitet m/tillegg [l/s*ha	[q=C*I*A]	[V=qinn*t*60/1000]	Regnvolum m3	q _{ut} l/s	Nødv. Mag m3
				q _{inn} l/s				
5	350	1,4	490,0	1789	537	271,6	455,2	
10	255	1,4	357,0	1303	782	271,6	619,1	
15	202,2	1,4	283,1	1034	930	271,6	685,7	
20	164,2	1,4	229,9	839	1 007	271,6	681,2	
30	122,2	1,4	171,1	625	1 124	271,6	635,4	
45	93	1,4	130,2	475	1 283	271,6	550,2	
60	78,3	1,4	109,6	400	1 441	271,6	463,0	
90	56,7	1,4	79,4	290	1 565	271,6	98,4	
120	45,8	1,4	64,1	234	1 686	271,6	-270,0	
180	34,3	1,4	48,0	175	1 893	271,6	-1039,8	
360	21,3	1,4	29,8	109	2 352	271,6	-3514,9	
720	13,7	1,4	19,2	70	3 025	271,6	-8708,0	
1440	9,4	2,4	22,6	82	7 116	271,6	-16349,8	

Dimensjonering av volum (ivaretar trinn 1)

Kilde: Overvann - regnbed for lokal flomdemping (Oslo kommune 2016)

Tiden k_h virker, samt nedbørsmengde er endret fra originalformel til nedbørsvargighet og korresponderende intensitet for å regne på alle nedbørsvarigheter før dimensjonerende varighet finnes.

Avrenningsarealer:

Type flate	Areal i m ²	Avrenningsfaktor	Redusert areal
Takflater	350	0,95	333
Avrenningsarealer:			
$A_{felt} =$	333 m ²	Nedbørsfeltets størrelse	
$C =$	0,95	Gjennomsnittlig avrenningsfaktor for avrenningsarealer	
$k_f =$	40 %	Klimafaktor	
$h_{maks} =$	20 cm	Vannstand på overflate før overløp	
$K_h =$	0,025 m/t	Filtermediets mettede hydrauliske konduktivitet	

Beregning av nødvendig regnbedstørrelse:

IVF-verdier med 2 års gjentakintervall for Lillehammer basert på måleserier fra Lillehammer, Gjørvik og Hamar 1968-2019

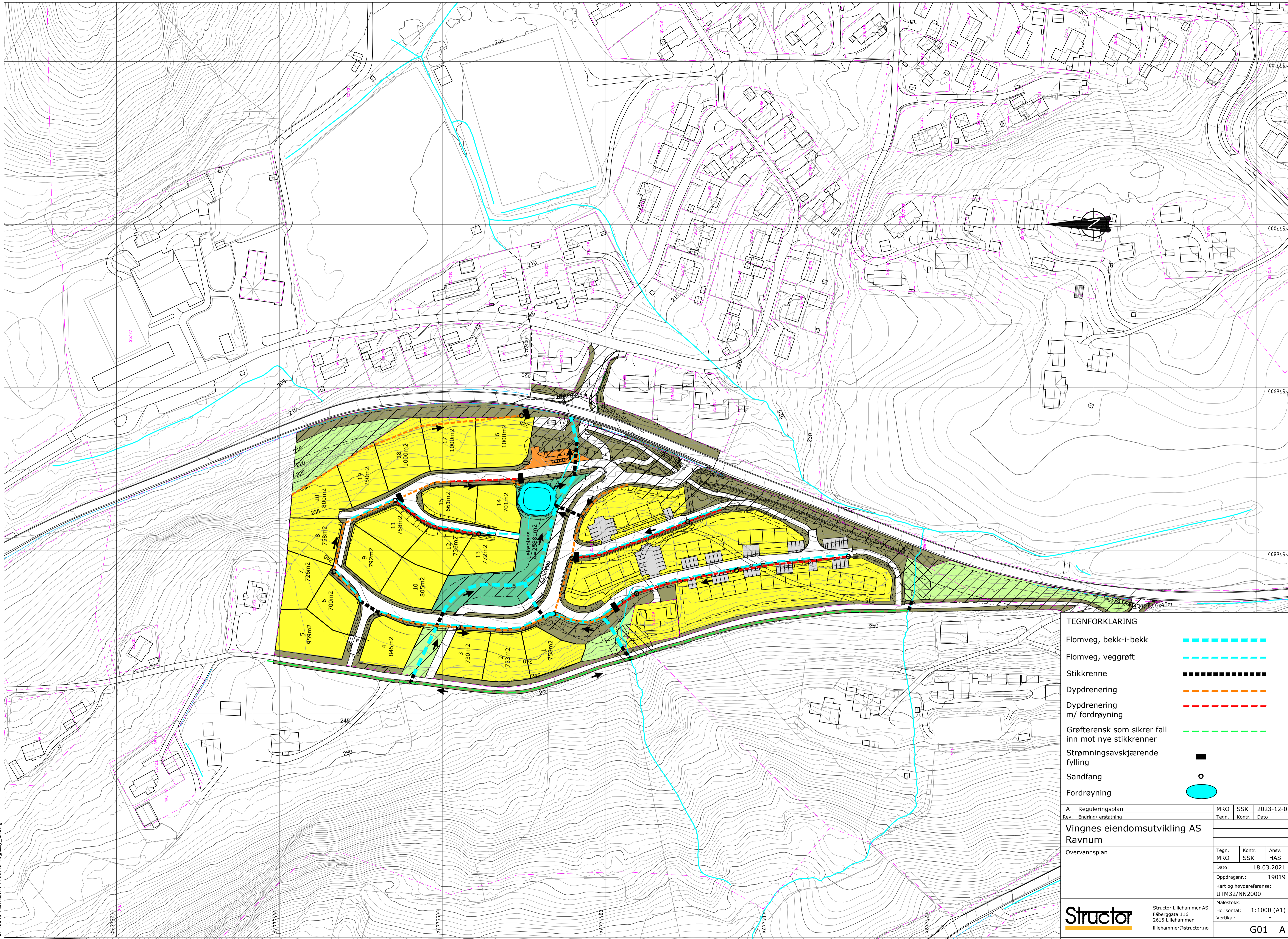
Varighet [t]	Intensitet	1/3 av intensitet	Klimafaktor	Tilrenning		Areal regnbed	Ved regnhendelsens slutt	
				l/s	m ³		Infiltrert	På overflate
min	mm	mm	-	l/s	m ³	m ²	m ³	m ³
1	1,5	0,5	1,4	3,69	0,22	1,10	0,00	0,22
2	2,7	0,9	1,4	3,32	0,40	1,98	0,00	0,40
3	3,5	1,2	1,4	2,87	0,52	2,57	0,00	0,51
5	4,9	1,6	1,4	2,41	0,72	3,58	0,01	0,72
10	6,9	2,3	1,4	1,70	1,02	4,99	0,02	1,00
15	8,0	2,7	1,4	1,31	1,18	5,73	0,04	1,15
20	8,7	2,9	1,4	1,07	1,28	6,17	0,05	1,23
30	9,7	3,2	1,4	0,80	1,43	6,74	0,08	1,35
45	11,0	3,7	1,4	0,60	1,62	7,42	0,14	1,48
60	12,2	4,1	1,4	0,50	1,80	8,00	0,20	1,60
90	14,0	4,7	1,4	0,38	2,07	8,70	0,33	1,74
120	15,5	5,2	1,4	0,32	2,29	9,15	0,46	1,83
180	18,2	6,1	1,4	0,25	2,69	9,77	0,73	1,95
360	23,6	7,9	1,4	0,16	3,48	9,95	1,49	1,99
720	30,0	10,0	1,4	0,10	4,43	8,86	2,66	1,77
1440	38,0	12,7	1,4	0,06	5,61	7,01	4,21	1,40

Structor Lillehammer AS

07.12.2023

Morten Røros

C:\19019 Ravnum\K-Prod\K45-Teg\Layer_C.dwg

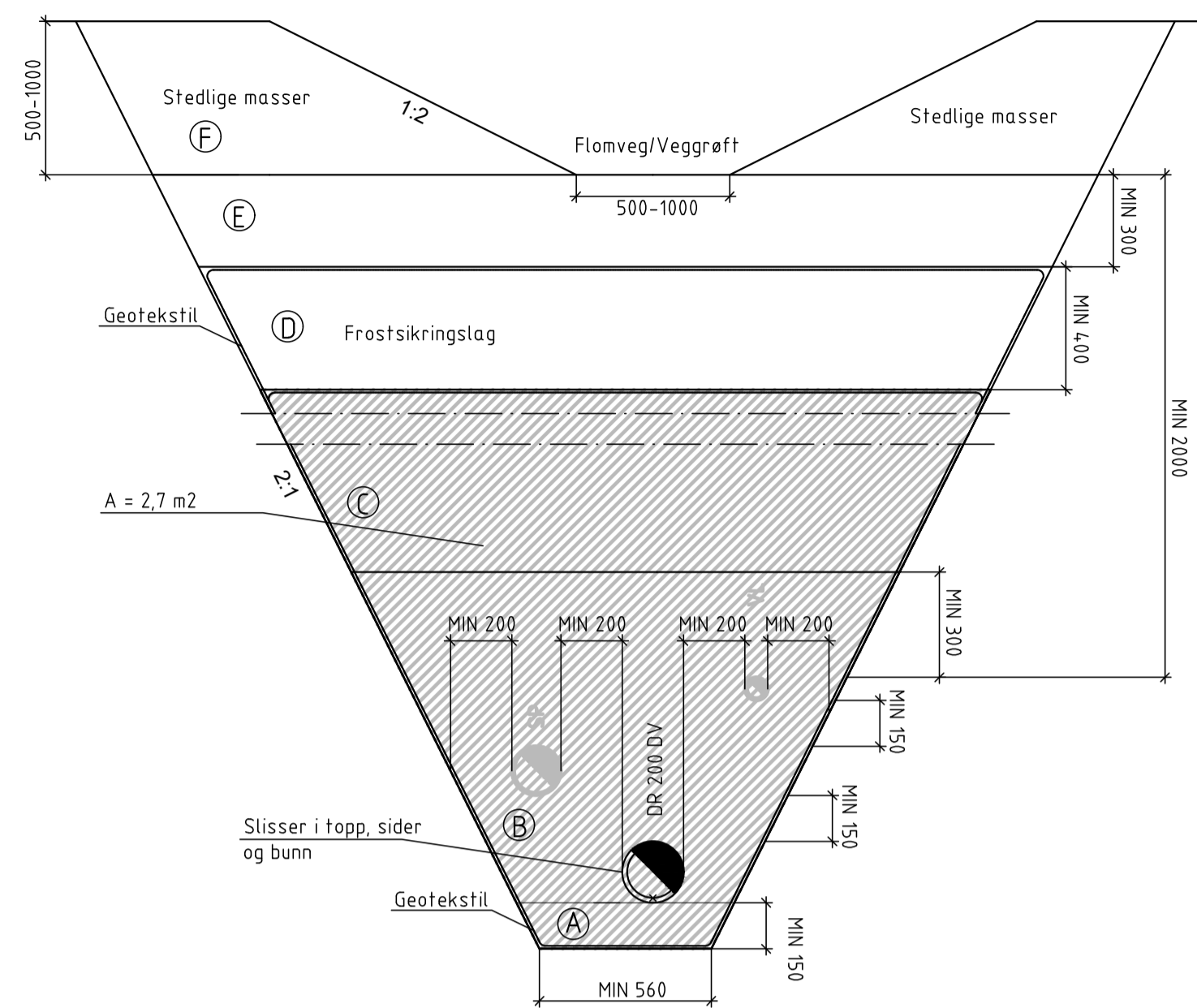


TEGNFORKLARING

Flomveg, bekk-i-bekk	
Flomveg, veggroft	
Stikkrenne	
Dypdrenering	
Dypdrenering m/ fordrøyning	
Grøfterensk som sikrer fall inn mot nye stikkrenner	
Strømningsavskjærende fylling	
Sandfang	
Fordrøyning	

A	Reguleringsplan	MRO	SSK	2023-12-07
Rev.	Endring/ erstatning	Tegn.	Kontr.	Dato
Vingnes eiendomsutvikling AS				
Ravnum				
Overvannsplan		Tegn. MRO	Kontr. SSK	Ansv. HAS
		Dato:	18.03.2021	
		Oppdragsnr.:	19019	
		Kart og høydereferanse: UTM32/NN2000		
		Målestokk:	1:1000 (A1)	
		Horisontal:		
		Vertikal:		
		G01		A

Structor
 Structor Lillehammer AS
 Fåberggata 116
 2615 Lillehammer
 lillehammer@structor.no



Dypdreneringsgrøfter med mulighet for infiltrasjons og/eller fordrøyning. (kombinert med VA-grøft)

ANMERKNINGER

Lag A (Ledningsfundament)

Finpukk, 8 - 16 mm, min. 150 mm tykt lag. Laget skal være avrettet slik at røret får opplegg i hele lengden. Det skal graves ut for eventuelle muffe. Under høyere ledning i grøft (forgreining ved kummer) avrettes med finpukk, tykkelse min. 150 mm.

Lag B (Sidefylling/Beskyttelseslag)

Finpukk, 8 - 16 mm for plastledninger og støpejernsrør. Massene fylles forsiktig ned i grøften. Under rørets nedre kvartsirkel håndpakkes massene omhyggelig. Massene legges lagvis samtidig på begge sider av røret. Omfylling til min. 300 mm over røret.

Lag C:

Gjennfylling med sprengstein 32-65.

Lag D:

Frostsikringslag med tette masser eller leca/glasopor. Tykkelse min 400 mm med geotekstil under og over som lett slipper gjennom vann.

Lag E:

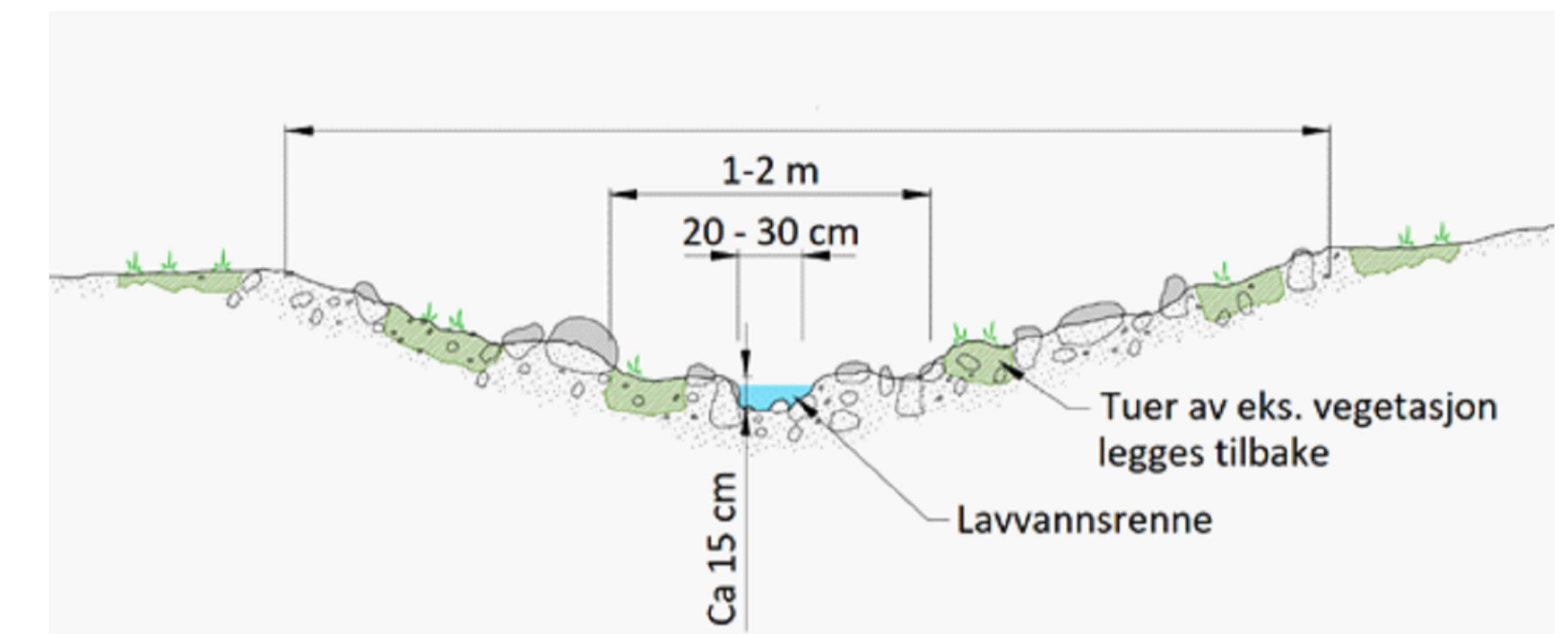
Eventuelt vekttag med sprengstein 32-65 for å hindre oppdrift av frostsikringslag. Tykkelse min. 300 mm.

Lag F (Stedlige masser)

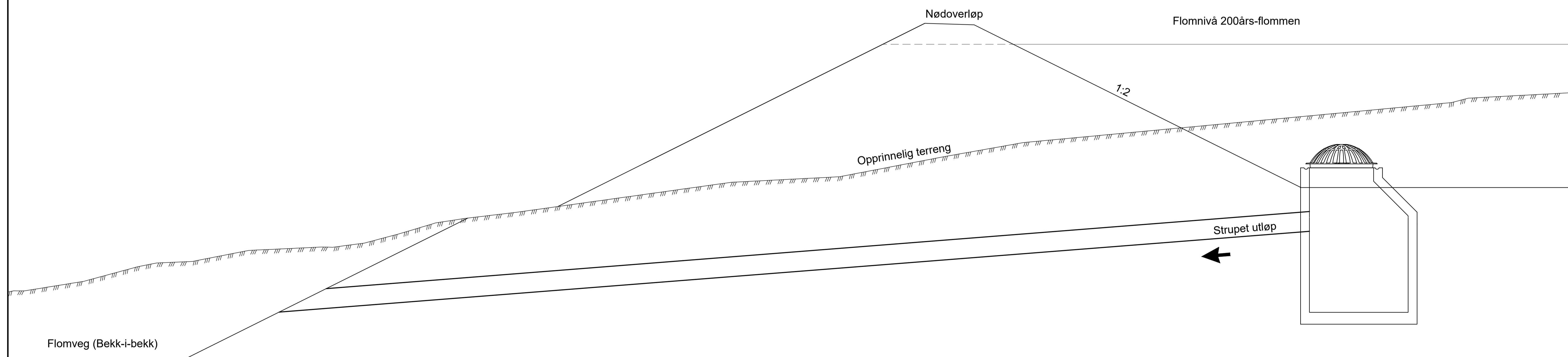
Stedlige/filførte masser med jevn gradering. Maks. steinstørrelse 300 mm. Pakking og fylling må skje forsiktig og lagvis. Masser komprimeres. Arbeidet utføres så snart rørene er besikket og godkjent.

GRØFTEVEGGENES HELNING

Når massene består av uoppsprukket leire eller hardmorene, kan det regnes med en forsvarlig helning på 1:0,5 forutsatt at gravedybden er mindre enn 3 m. Dersom grøften skal stå åpen i mer enn 1 uke, bør denne helningen reduseres til 1:0,75. Denne vinkelen bør også brukes som ett maksimum dersom en graver i tørrskorpeleire, eller der jorden er påvirket av vesentlige vannmengder.



FLOMLØP PRINSIPSNITT "BEKK-I-BEKK"



A	REguleringsplan	MRO	SSK	2023-12-07
Rev.	Endring/ erstatning	Tegn.	Kontr.	Dato
Vingnes eiendomsutvikling AS				
Ravnum				
Overvannsplan		Tegn.	Kontr.	Ansv.
Prinsippetegninger		MRO	SSK	HAS
		Dato:	18.03.2021	
		Oppdragsnr.:	19019	
		Kart og høydereferanse:	UTM32/NN2000	
		Målestokk:	1:20 (A1)	
		Horizontal:	-	
		Vertikal:	-	
		G02		A