

Oppdragsgiver: **Storgata 10 Eina AS**

Oppdragsnr.: **52108848** Dokumentnr.: **NOT-RIVA-02**

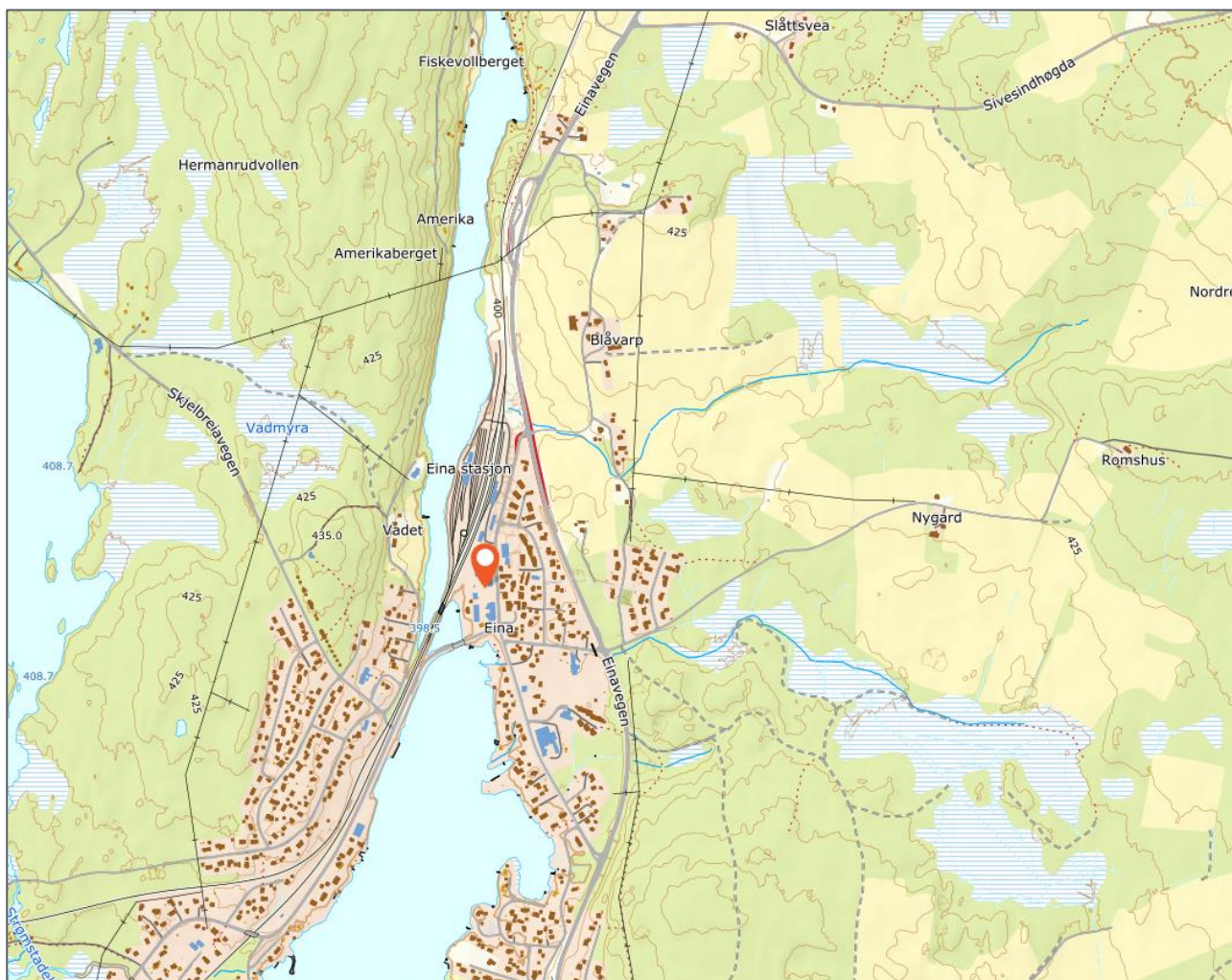
Til: Storgata 10 Eina AS v/Per Arne Jakobsen

Fra: Norconsult AS

Dato: 2022-09-02

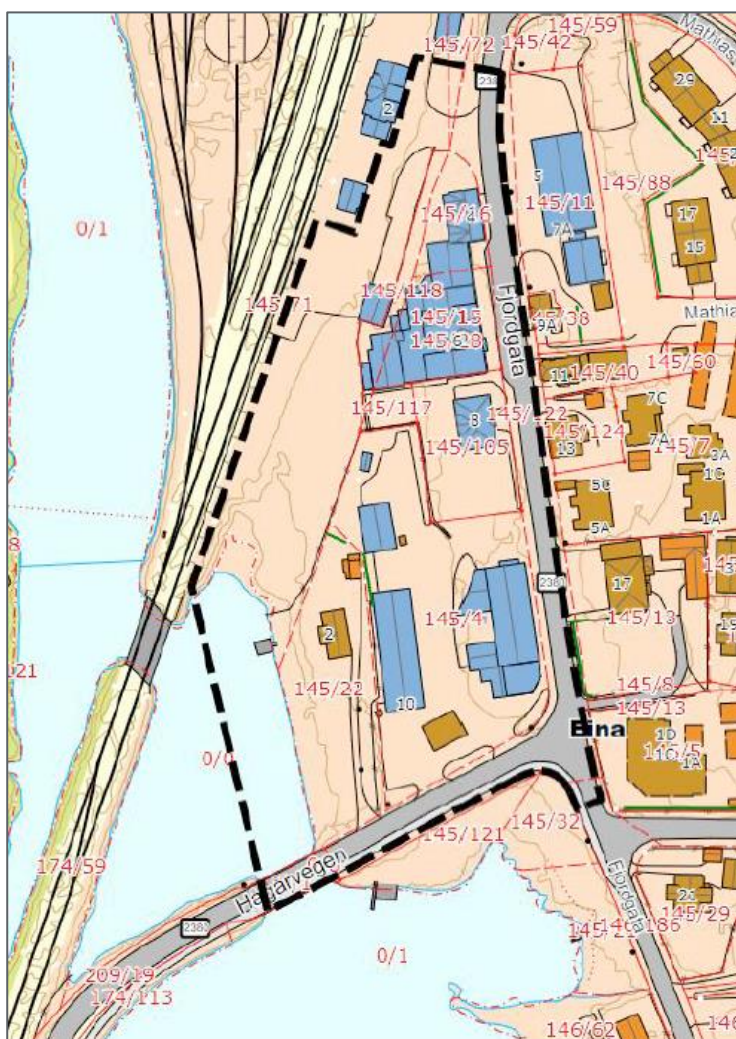
## ► Overordnet flom- og overvannsplan for Eina sentrum

I forbindelse med planlagt utbygging i Eina sentrum, må det gjøres flom- og overvannsvurderinger, bl.a. med hensyn til bekk med aktsomhetssone for flom gjennom området. Prosjektområdet ligger i Vestre Toten kommune, se Figur 1.



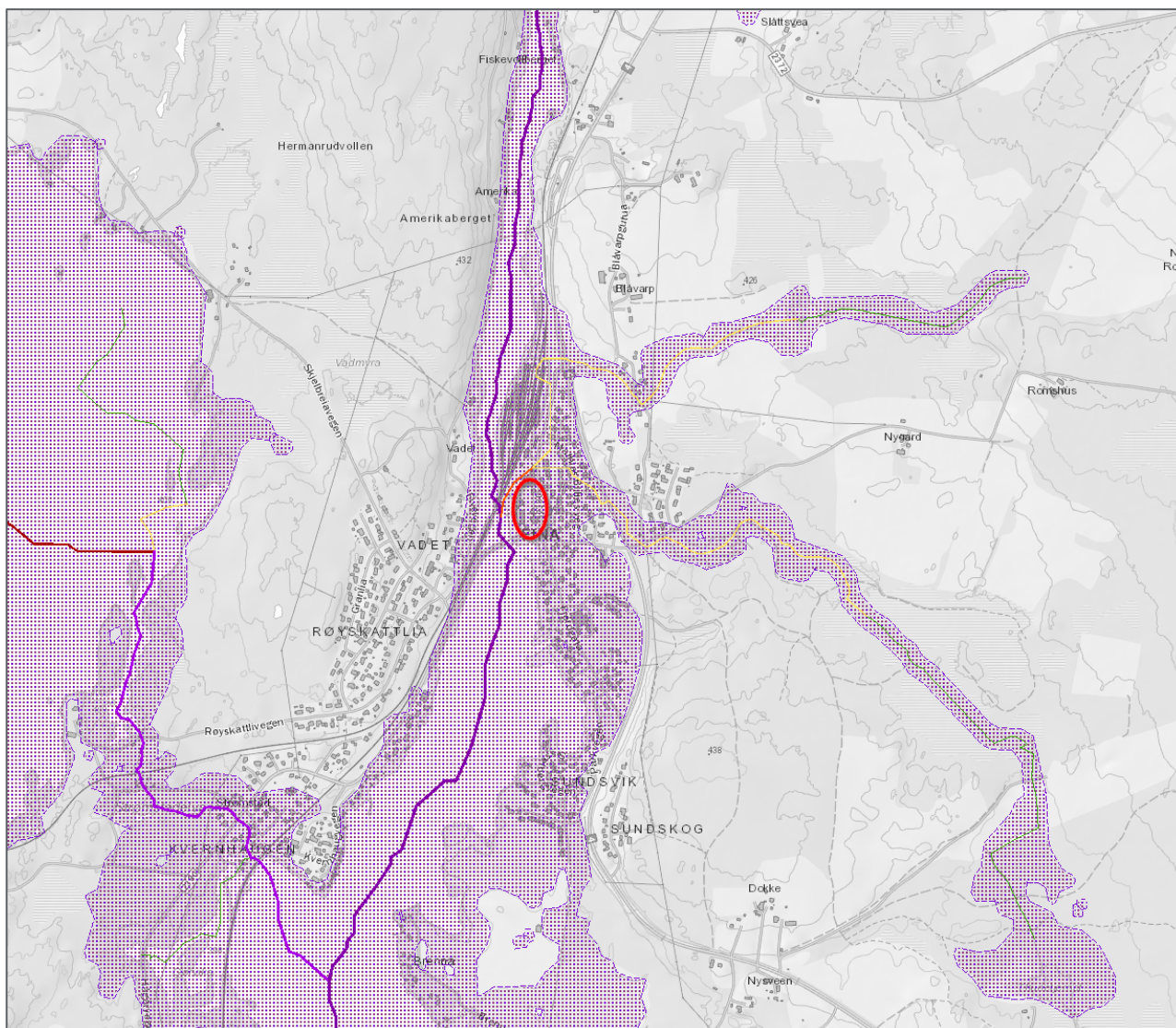
Figur 1 Oversiktskart fra Norgeskart med ca. plassering av reguleringsområdet markert med rødt symbol. Blå linjer er bekker og elver som er registrert hos Norgeskart.

Planområdet består av flere eiendommer (se Figur 2) som har ulike eiere. Eksisterende bebyggelser innenfor planområdet er beskrevet nærmere i Planinitiativ Eina Sentrum [1]. Formålet med planen er å legge til rette for etablering av en ny dagligvarebutikk, kontorer og annen næringslokaler med publikumsrettet virksomhet. Videre innebærer planen nye boliger i form av leiligheter i 2. og 3. etasje. Varelevering, kjøremønster, parkering osv. er også en del av prosjektet. De inngrepene som utbyggingen medfører, vil endre dreneringen i området. Hvis en ikke etablerer gode dreneringsløsninger og lokaltilpassede overvannstiltak vil dette kunne føre til vann på avveie og flomskader innen utbyggingsområdet. Området ligger innenfor NVE's aktsomhetsområde for flom, se Figur 3, og flomfaren må derfor utredes.



x:\nor\oppdrag\hamar\521\08\52108848\4 resultatdokumenter\41 rapporter\2022-09-02 flom- og  
overvannsrapport\nor-riva-002.docx

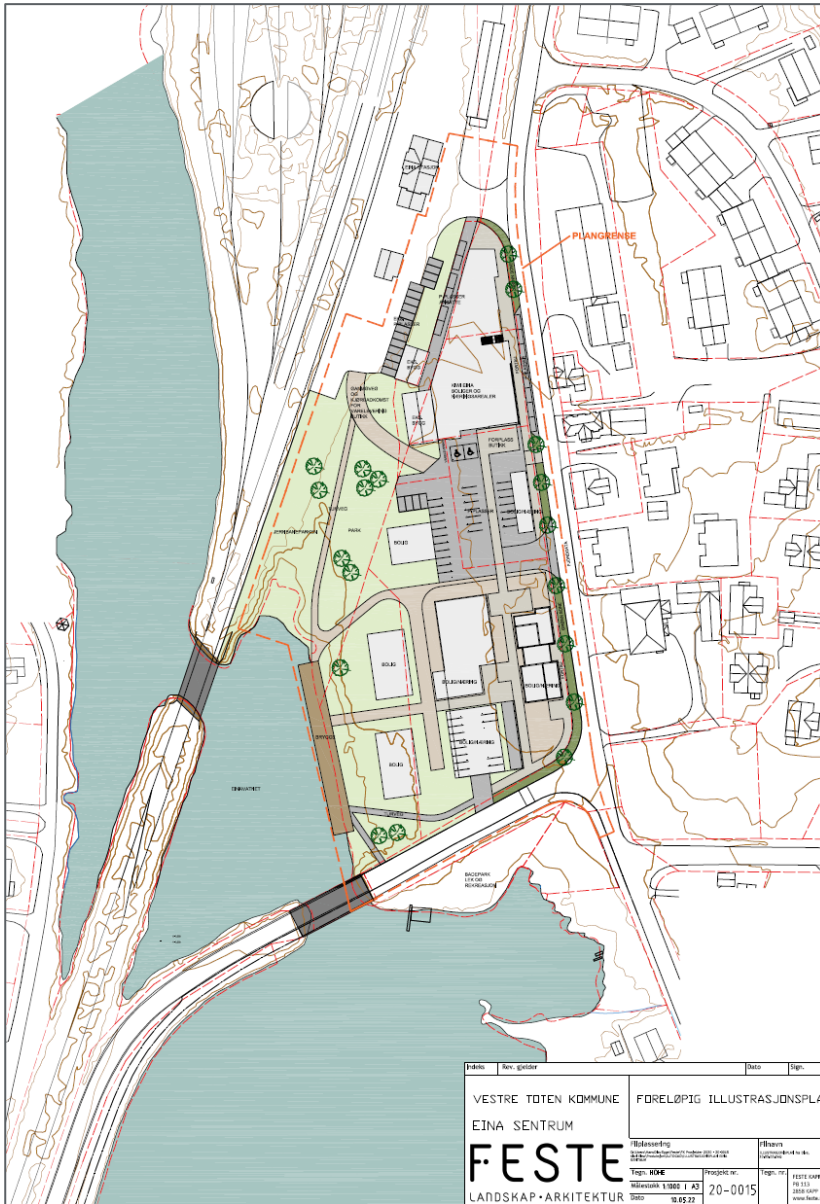




Figur 3 Viser utsnitt fra NVE's temakart, Aktsomhetskart for flom. Ca. plassering av reguleringsområdet er markert med rødt.

### 1.1 Planlagt utbygging

Planområdet befinner seg i Eina sentrum og har et areal på ca. 20 daa. Illustrasjonsplan av en mulig utbygging, utarbeidet av Feste Kapp AS, er angitt i Figur 4. Løsningen for området kan bli bearbeidet og justert i den kommende planprosessen, og må anses som foreløpige. Planen innebærer på sikt å rive eksisterende bebyggelser og etablere nye og moderne bebyggelser med et enda mer kompakt preg enn i dag. I store trekk består eksisterende bebyggelse av 1 og 2 etasjes bygninger. Den nye bebyggelsen planlegges i inntil 3 etasjer med en mulig utnyttelse av tak. Planområdet inkluderer også krysset Fjorgata x Hågarvegen i sørøst. Dette krysset ble regulert som del av planprosessen i 2018. Det legges ikke opp til å endre kurvatur eller dimensjonering av denne. Plangrensen omfatter også noe av Einafjorden for å kunne vurdere tiltak som brygge og gangveg langs vannet.



Figur 4 Foreløpig illustrasjonsplan, utarbeidet av Feste Kapp AS

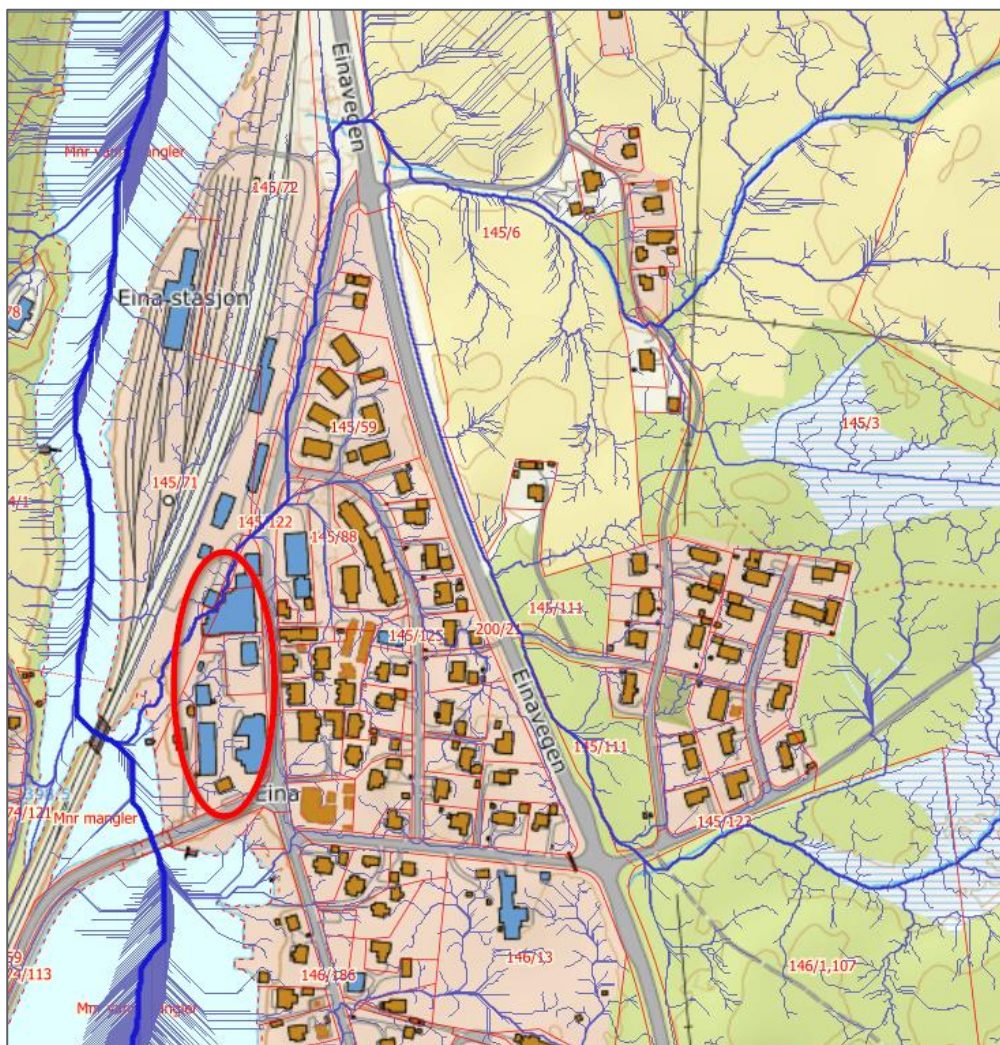


## 2 Feltbefaring og feltbeskrivelse

I november 2021 utførte Steinar Myrabø og Borka Zunic feltbefaring for å kartlegge hvordan vannet drenerte i reguleringsområdet, og hvordan bekkene og vegene oppstrøms påvirker dreneringen og flomfaren i området. Det var gode forhold for å befare områdene oppstrøms, bl.a. langs veger og i bebyggelse.

### 2.1 Mulige flomveier

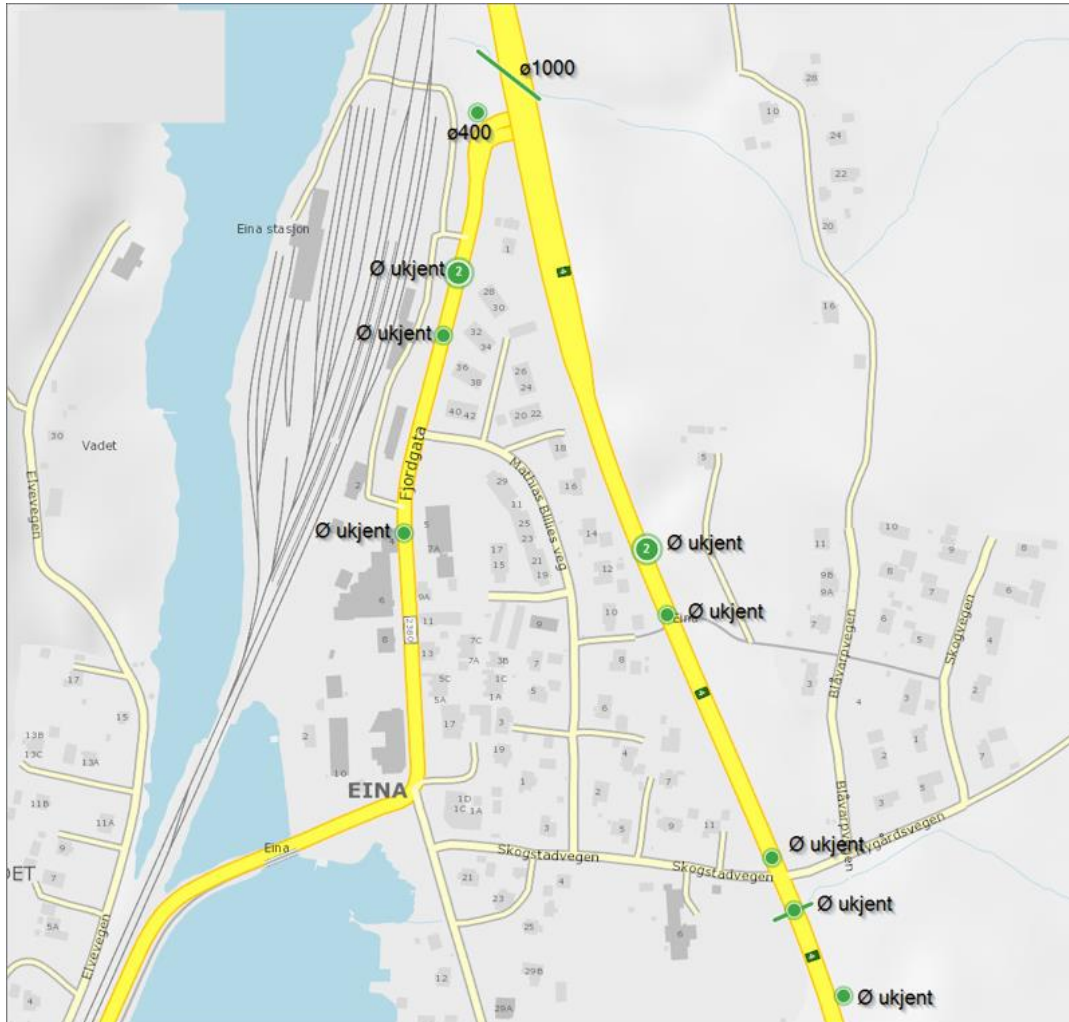
Som grunnlag på befaringen hadde en bl.a. med seg flomveiskartene fra Scalgo (Figur 5) og vegkart (Figur 6). Flomveiskartene er generert ut fra noe ulikt kartgrunnlag. Det er store usikkerheter ved kryssing av veger ol. på grunn av at stikkrenner/kulverter/bruer/lukkinger ikke ligger inne i kartgrunnlaget (de er ikke registrert og lagt inn i en database). Derfor ble flomveier vurdert med sammenligning av flomveiskartene og vegkartet.



Figur 5 Flomveiskart fra Scalgo. Ca. plassering av reguleringsområdet er markert med rødt.

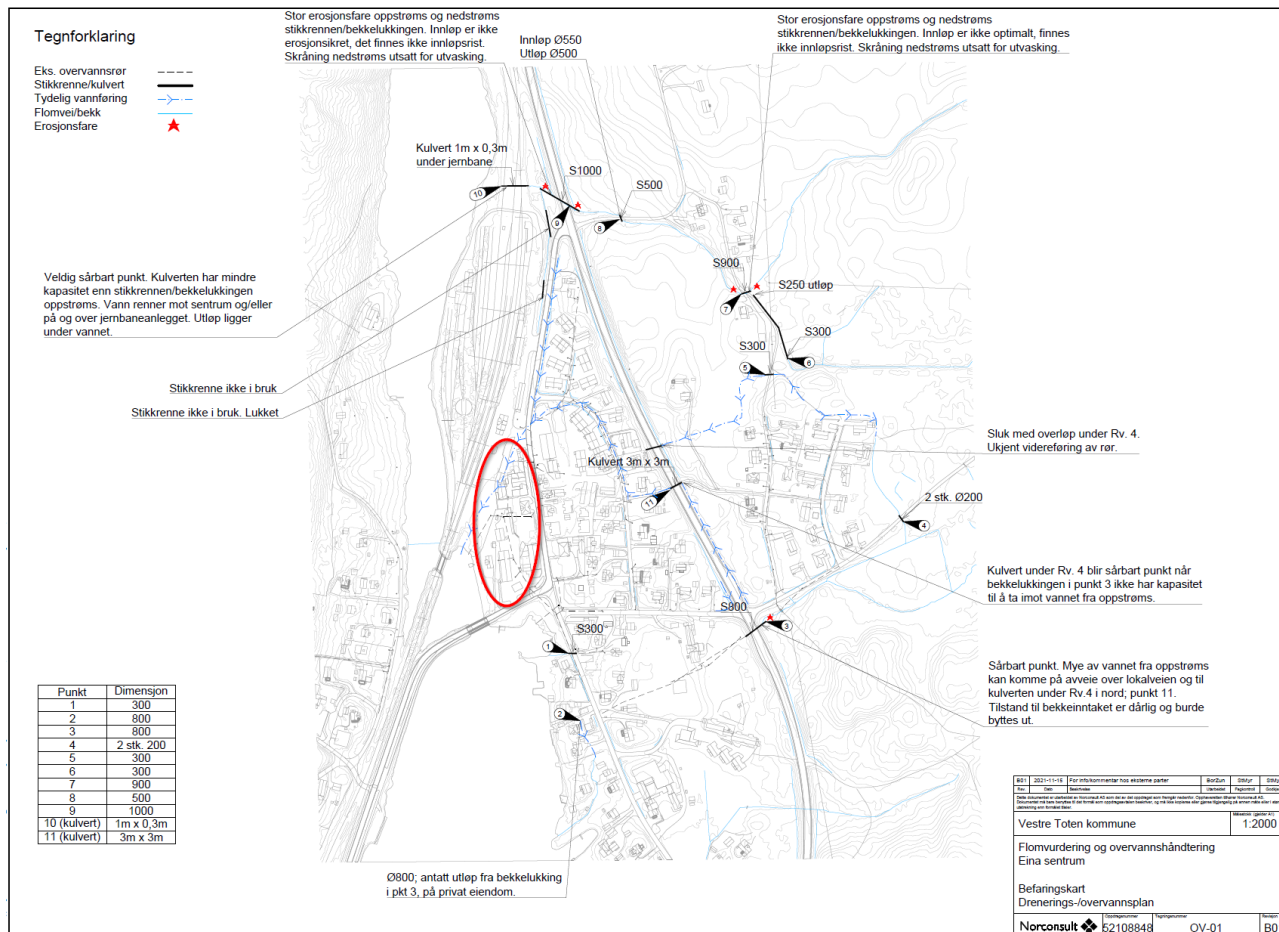
Oppdragsgiver: **Storgata 10 Eina AS**

Oppdragsnr.: **52108848** Dokumentnr.: **NOT-RIVA-02**



Figur 6 Vegkart med ca. plassering av stikkrenner/kulverter i nærheten av reguleringsområdet

På befaring observerte man en mulig flomvei inn mot området via punkt 11 i Figur 7. Bortsett fra det, så ble det bekreftet at flomveiene stemmer godt med det en observerte i området. Figur 7 viser resultatet av observasjoner gjort på befaring. Disse er også oppsummert i befaringsnotat [2].

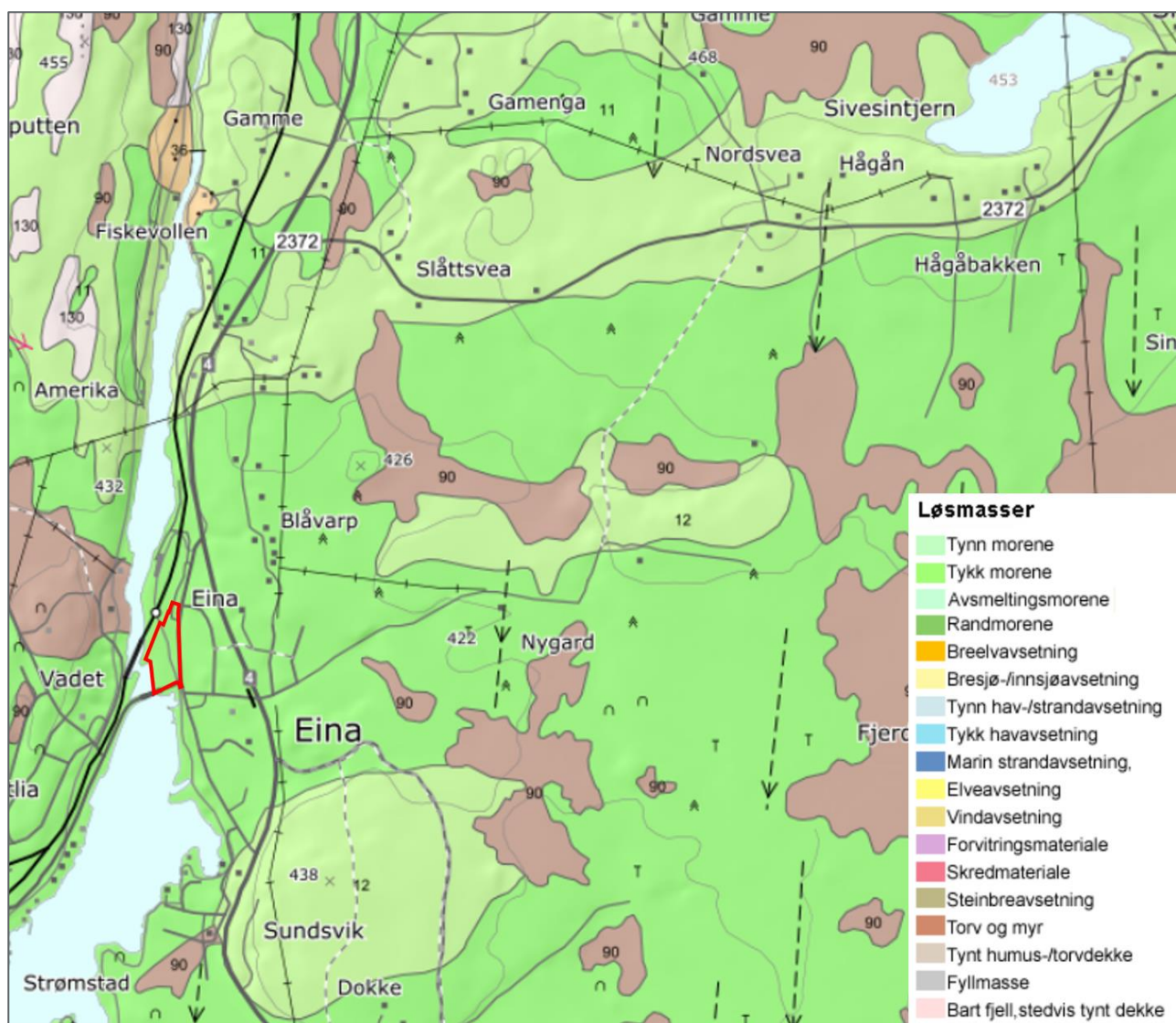


Figur 7 Befaringskart fra befaringen i november 2021 med bemerkninger. Rød sirkel viser reguleringsområdet. Nummer viser sporlogg fra befaring og markerte interessepunkter på befaring. Blå linjer med piler viser observerte mulige vannveier inn mot planområdet. Se vedlegg 1 for bedre oppløsning på kart.



## 2.2 Feltegenskaper

Det ble utført prøvegraving innenfor planområdet i november 2021 med miljøgeolog Morten Strøyer Andersen til stede sammen med gravemaskinfører. Resultater er angitt i notat fra geotekniske undersøkelser [3]. Prøvegraving ble utført i 9 prøvegroper, og poseprøver ble tatt opp for både miljøtekniske og geotekniske laboratorieundersøkelser. «Samlet sett er de øverste massene på tomten varierende med diverse fyllmasser. Stedlige masser ser ut til å bestå av fastpakke siltmasser øverst, med gradvis overgang til grovere masser (mer innhold av sand og grus) mot dybden. Sannsynligvis en nokså finkornig type morene.» Dette samsvarer greit med løsmassekart fra NGU (Figur 8).



Figur 8 Løsmassekart (NGU, 2021) viser at det er tykk morene i reguleringsområdet. Ca. plassering av reguleringsområdet er markert med rødt.



Figur 9 viser eksisterende bebyggelse i planområdet. Langs planområdets østside ligger Fjordgata, som har en bredde på ca. 6 meter. Innenfor planområdet finnes i dag en bensinstasjon, som evt. vil bli sanert. Det må gjøres nærmere vurderinger knyttet til evt. forurensset grunn i tilknytning til denne.



Figur 9 Ortofoto fra Norge i bilder (2020). Ca. plassering av reguleringsområdet er markert med rødt.



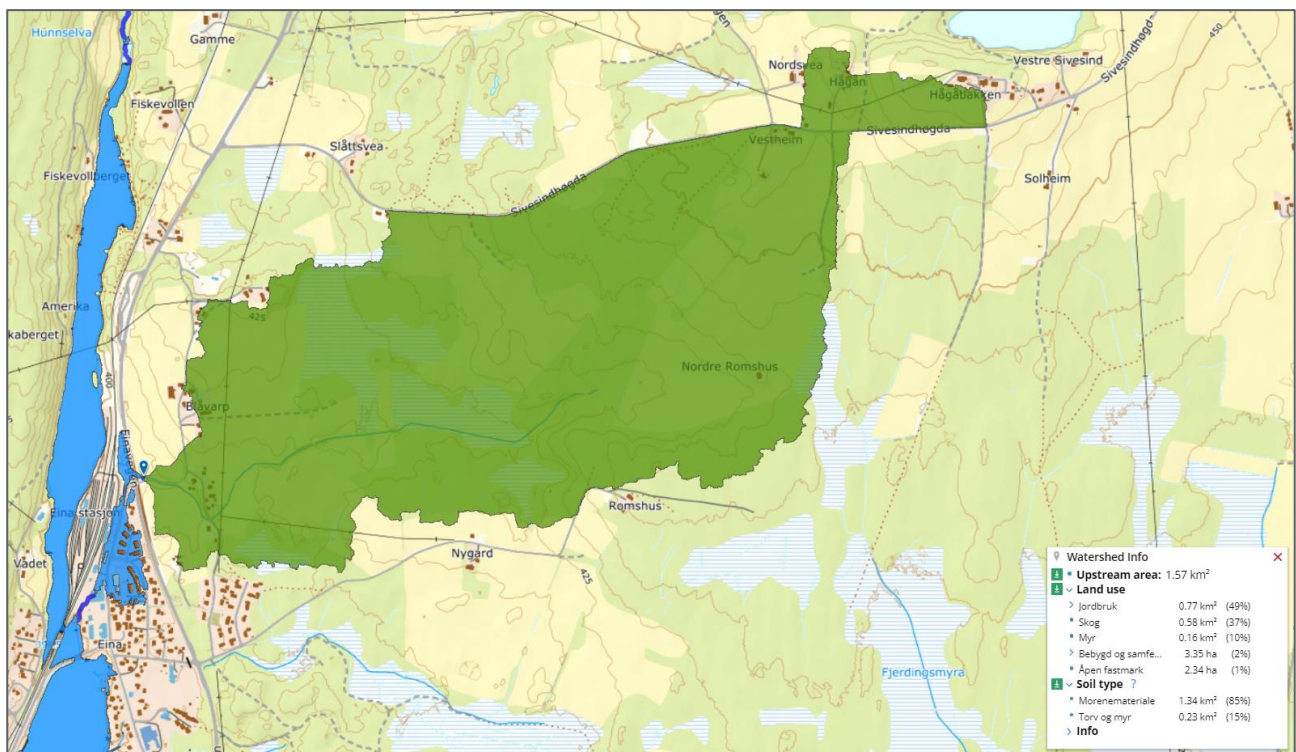
Figur 10 viser ortofoto for områdene for nedbørfeltene til bekk i nord og bekk i sør. Figur 11 og Figur 12 viser nedbørfeltene til de to bekkene som drenerer mot Eina sentrum, samt tilhørende feltparametere. De to bekkene blir benevnt som bekk Nord og bekk Sør videre i dette notatet.

Bekk Nord har en gjennomsnittlig helning på 3% og bekk Sør har en gjennomsnittlig helning på 2%. Begge bekkene består for det meste av dyrket mark og skog, samt noe myr. Løsmassekart i Figur 8 viser at løsmassene i nedbørfeltene består av tynn og tykk morene (85%) og torv og myr (15%).

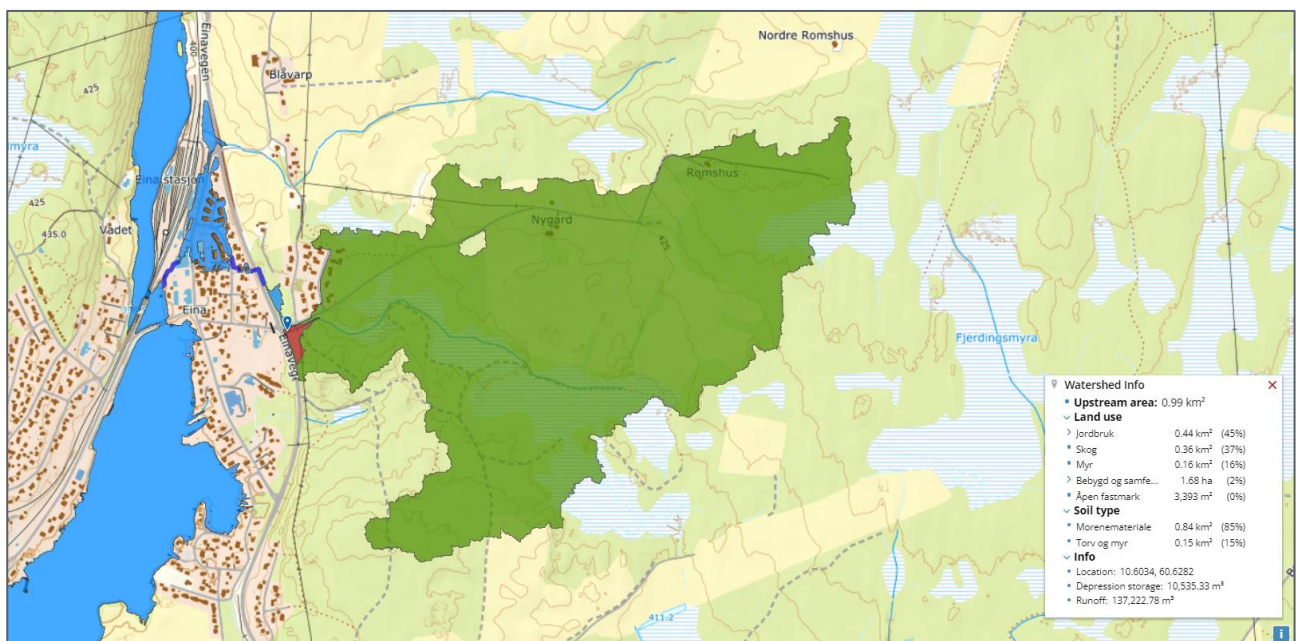


Figur 10 Ortofoto fra Norge i bilder (2020). Ca. plassering av reguleringsområdet er markert med rødt.





Figur 11 Automatisk generert nedbørfelt for bekk Nord fra analyseverktøyet Scalgo Live med nedbørfeltparametere.



Figur 12 Automatisk generert nedbørfelt for bekk Sør fra analyseverktøyet Scalgo Live med nedbørfeltparametere.

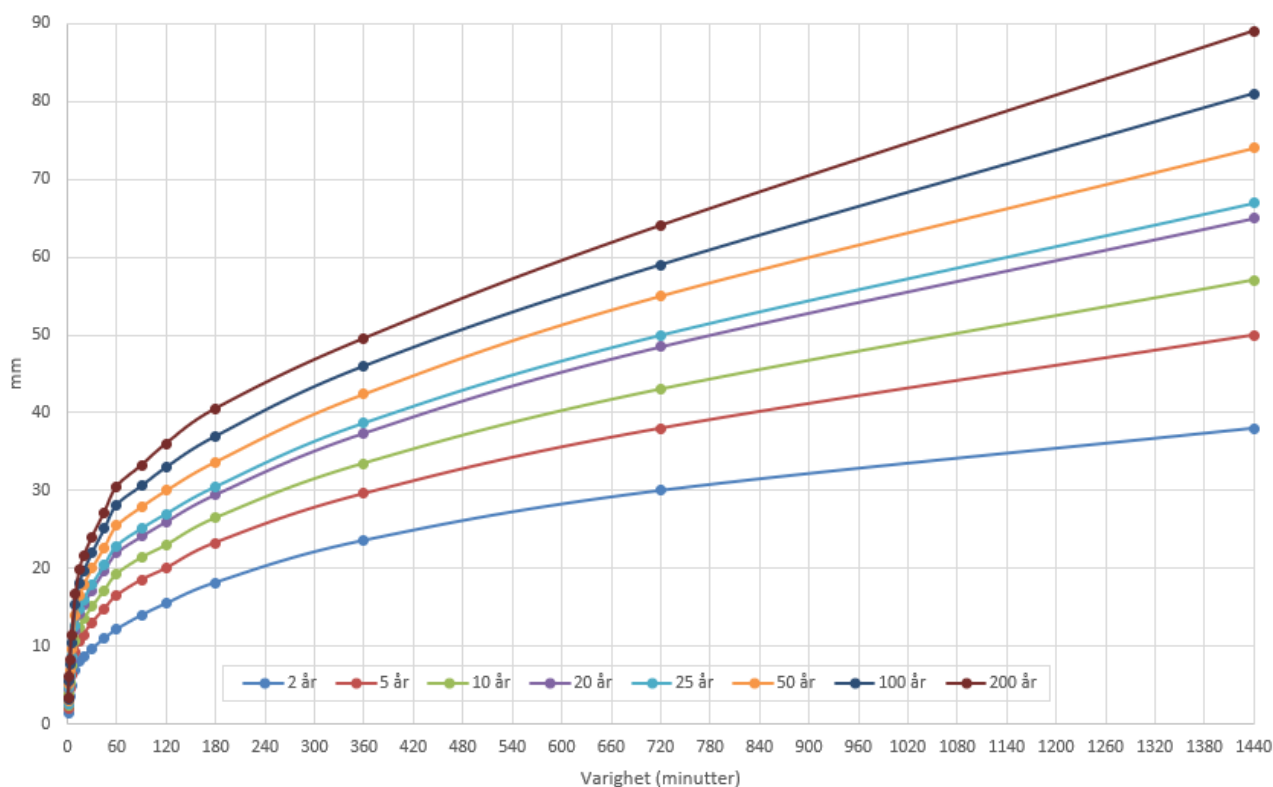
### 3 Bakgrunn for flom- og overvannsberegninger

Det finnes ulike metoder for flom- og overvannsberegning avhengig av tilgjengelige data/observasjoner i området og størrelsen på avrenningsfeltet. Ifølge veileder fra NIFS prosjektet «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt» [4] bør en vurdere metodene ut fra datagrunnlag i området, men at det er fornuftig å benytte flere metoder (minst to) og sammenligne resultatene før en går videre med en metode. Her er den rasjonelle formel benyttet for flom- og overvannsberegninger. I tillegg er NIFS formelverk via NEVINA benyttet for flomberegninger av bekk Nord for sentrum.

#### 3.1 Dimensjoneringsgrunnlag

Dimensjoneringsgrunnlaget avhenger av tilgjengelig observasjoner i området. Det er utarbeidet en IVF-kurve for Lillehammer som er en kombinasjon av data fra målestasjonene i Gjøvik og Hamar (Utarbeidet av Norconsult 2019). Denne benyttes også her for Eina og vises i Figur 13 med data i millimeter.

Ny IVF-kurve for Lillehammer, Oppland, konstruert ved hjelp av data fra Gjøvik og Hamar



Figur 13 IVF-kurve (i mm), som er benyttet i flom- og overvannsanalysene. Varigheter fra 1-60 min.



Området skal utvikles med blant annet boliger som er ment for varig opphold. Dette klassifiserer utbyggingen i sikkerhetsklasse F2 med hensyn på flom iht. §7-2 i TEK17. Dette medfører at tiltaket skal sikres mot flom med 200-års gjentakintervall og klimapåslag. Interne flomveier for overvann i/fra selve planområdet skal være sikre i forhold til 100 års regn med klimapåslag.

Det legges til et klimapåslag på 40% iht. Klimaprofil for Oppland (Norsk klimaservicesenter, 2021), se Figur 14.

|               | Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år | Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år |
|---------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| ≤ 1 time      | 40 %                                     | 50 %                                     |
| >1 – 3 timer  | 40 %                                     | 40 %                                     |
| >3 – 24 timer | 30 %                                     | 30 %                                     |

Tabell 2. Klimapåslag for kraftig nedbør, avhengig av varighet og dimensjonerende gjentakintervall.

Figur 14 Utsnitt fra Klimaprofil for Oppland via norsk klimaservicesenter, 2021.

### 3.2 Rasjonelle metoden

Metoden er nærmere beskrevet bl.a. i Myrabø 1991 [5], der flomvannføringen beregnes ut fra en avrenningskoeffisient, dimensjonerende nedbørintensitet, feltareal og en klimafaktor. Metoden benyttes her sammen med andre metoder som et vurderingsgrunnlag.

Avrenninga  $Q$  fra nedbørfeltet er beregnet ved:

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

- $C$  = avrenningsfaktoren.
- $i$  = dimensjonerende nedbørintensitet i l/(s×ha)
- $A$  = feltareal i ha

Avrenningskoeffisienten  $C$  angir hvor stor del av nedbøren som renner hurtig av og bidrar til flomtoppen, og velges i de ulike deler av feltet ut fra tabell med ulike terrengtyper, samt type løsmasser og terrenghelning.

Dimensjonerende nedbørintensitet varierer med gjentakintervallet og feltets konsentrasjonstid, og hentes fra beregningsgrunnlaget (IVF – kurven) gitt ovenfor.

Konsentrasjonstida er utregnet ved formelen:

$$T_C = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se} = \text{tidsfaktor i minutt}$$

- $L$  = lengde av feltet i meter
- $H$  = høydeforskjellen i feltet i meter
- $A_{se}$  = effektiv andel innsjø i feltet

### 3.3 NIFS formelverk

Metoden er nærmere beskrevet i «Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små nedbørfelt» [6], der flomvannføringen beregnes ut fra normalavrenninga fra området ( $Q_N$ ), feltareal, effektiv innsjøprosent og en klimafaktor. Gyldighetsintervallet mht. areal for bruk av metoden er  $< 50 \text{ km}^2$ . Beregningene kan også gjøres direkte via bruk av programmet NEVINA.

I «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt» [6], anbefales det å gjøre en vurdering av normalavrenningen ( $Q_N$ ) når formelverket i NEVINA benyttes. En måte å gjøre dette på er å sammenligne  $Q_N$  fra avrenningskartet med  $Q_N$  beregnet fra observasjoner i nærområdet. I «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt» [4] finnes et regneeksempel fra Lundebekken i Lillehammer. Normalavrenningen for Lundebekken kan sammenlignes med området ved Eina. I regneeksempelen justeres normalavrenningen for Lundebekken opp med  $5 \text{ l/s km}^2$ . Samme verdi benyttes for Eina siden det ikke ligger andre aktuelle sammenliknbare målestasjoner i området.



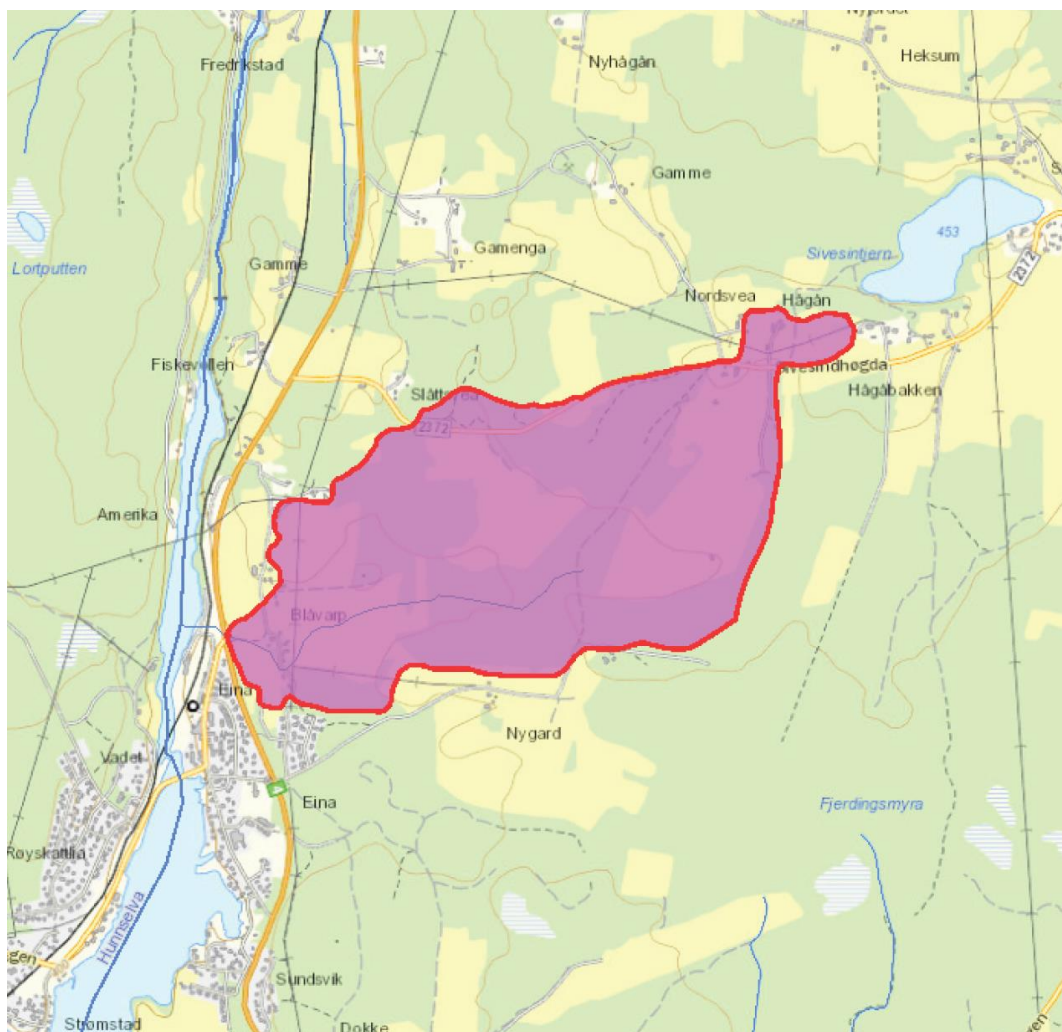
## 4 Vurdering av flomfare

For vurdering av flomfaren for reguleringsområdet er det gjort en avrenningsanalyse med Scalgo Live og en simulering av en flomhendelse med HEC-RAS. Sistnevnte gir et godt bilde av hvordan en flom vil kunne utarte, i motsetning til avrenningsanalysen som ikke tar høyde for hydrauliske forhold. For å kunne simulere flom er det også gjort flomberegninger for de aktuelle nedbørfeltene for bekkene inn mot Eina sentrum. Sårbare lukninger som er identifisert på befaring er sjekket for sårbarhet.

### 4.1 Flomberegning av sårbare bekkelukninger og stikkrenner

#### 4.1.1 NIFS formelverk via NEVINA

Nedbørfeltet til bekk Nord vises i Figur 15 etter noen justeringer i forhold til Scalgo. Nedbørfeltparameterne vises i Figur 16. Resultat av flomberegningen er vist i Figur 17. Bekk Sør er ikke registrert i NVE's elvenettverk ELVIS og NEVINA kan derfor ikke benyttes.



Figur 15 Nedbørfelt fra NEVINA for bekk Nord inn på området med manuell justering. Areal: 1,7 km<sup>2</sup>.

Oppdragsgiver: Storgata 10 Eina AS

Oppdragsnr.: 52108848 Dokumentnr.: NOT-RIVA-02

| Feltparametere                                      |      |                  | Hypsografisk kurve   |     |   |
|-----------------------------------------------------|------|------------------|----------------------|-----|---|
| Areal (A)                                           | 1.7  | km <sup>2</sup>  | Høyde <sub>MIN</sub> | 400 | m |
| Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )                     | 0    | %                | Høyde <sub>10</sub>  | 415 | m |
| Elvleengde (E <sub>L</sub> )                        | 1.5  | km               | Høyde <sub>20</sub>  | 419 | m |
| Elvegradient (E <sub>G</sub> )                      | 22.8 | m/km             | Høyde <sub>30</sub>  | 420 | m |
| Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> ) | 21.0 | m/km             | Høyde <sub>40</sub>  | 424 | m |
| Helning                                             | 2.3  | °                | Høyde <sub>50</sub>  | 432 | m |
| Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )                 | 0.9  | km <sup>-1</sup> | Høyde <sub>60</sub>  | 438 | m |
| Feltlengde (F <sub>L</sub> )                        | 2.5  | km               | Høyde <sub>70</sub>  | 440 | m |
|                                                     |      |                  | Høyde <sub>80</sub>  | 444 | m |
|                                                     |      |                  | Høyde <sub>90</sub>  | 451 | m |
|                                                     |      |                  | Høyde <sub>MAX</sub> | 468 | m |

| Feltparametere Tilløp                      |     |    |
|--------------------------------------------|-----|----|
| Effektiv sjø – Tilløp (A <sub>SE-T</sub> ) | 0   | %  |
| Feltlengde – Tilløp (F <sub>L-T</sub> )    | 2.5 | km |

| Arealklasse                              |      |   |
|------------------------------------------|------|---|
| Bre (A <sub>BRE</sub> )                  | 0    | % |
| Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )         | 46.8 | % |
| Myr (A <sub>MYR</sub> )                  | 0    | % |
| Leire (A <sub>LEIRE</sub> )              | 0    | % |
| Skog (A <sub>SKOG</sub> )                | 52.3 | % |
| Sjø (A <sub>SJO</sub> )                  | 0    | % |
| Snaufjell (A <sub>SF</sub> )             | 0    | % |
| Urban (A <sub>U</sub> )                  | 0    | % |
| Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> ) | 0.8  | % |

| Klima- /hydrologiske parametere     |      |                     |
|-------------------------------------|------|---------------------|
| Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> ) | 16.1 | l/s*km <sup>2</sup> |
| Sommernedbør                        | 350  | mm                  |
| Vinternedbør                        | 341  | mm                  |
| Årstemperatur                       | 2    | °C                  |
| Sommertemperatur                    | 10.3 | °C                  |
| Vintertemperatur                    | -3.9 | °C                  |

Figur 16 Feltparametere som tilhører nedbørfeltet i Figur 15 hentet fra NEVINA. Q<sub>N</sub> er justert opp med 5 l/s\*km<sup>2</sup>.

| RFFA-2018 (døgnmiddel)                     | Q <sub>M</sub> | Q <sub>5</sub> | Q <sub>10</sub> | Q <sub>20</sub> | Q <sub>50</sub> | Q <sub>100</sub> | Q <sub>200</sub> | Q <sub>500</sub> | Q <sub>1000</sub> | Q <sub>200-klima</sub> |
|--------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------------|
| Flomfrekvensfaktor (QM / QT)               | 1              | 1.32           | 1.54            | 1.76            | 2.03            | 2.24             | 2.49             | 2.78             | 3.00              | -                      |
| Flomverdier, m <sup>3</sup> /s             | 0.4            | 0.5            | 0.6             | 0.7             | 0.8             | 0.8              | 0.9              | 1.0              | 1.1               | 1.3                    |
| Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s | 0.7            | 0.9            | 1.1             | 1.2             | 1.5             | 1.7              | 1.8              | 2.1              | 2.2               | -                      |
| Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s  | 0.2            | 0.3            | 0.3             | 0.3             | 0.4             | 0.4              | 0.5              | 0.5              | 0.6               | -                      |
| NIFS (kulminasjon)                         |                |                |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                   |                        |
| Flomfrekvensfaktor (QM / QT)               | 1              | 1.26           | 1.51            | 1.77            | 2.15            | 2.49             | 2.88             | 3.46             | 3.99              | -                      |
| Flomverdier, m <sup>3</sup> /s             | 0.8            | 1.1            | 1.3             | 1.5             | 1.8             | 2.1              | 2.4              | 2.9              | 3.4               | 3.4                    |
| Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s | 1.5            | 1.9            | 2.3             | 2.8             | 3.5             | 4.2              | 4.8              | 5.8              | 6.7               | -                      |
| Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s  | 0.5            | 0.6            | 0.7             | 0.8             | 0.9             | 1.0              | 1.2              | 1.5              | 1.7               | -                      |

Figur 17 Resultat fra flomberegning med NIFS formelverk via NEVINA. Nedbørfelt og feltparametere er vist i henholdsvis Figur 15 og Figur 16.

#### 4.1.2 Rasjonelle metode

Tabell 1 viser resultatene fra flomberegningen i bekkene med beregningsparametere.

Tabell 1 Beregningsparametere og resultat av avrenningsberegning for bekkene ved hjelp av rasjonelle formel for 200-års flom. Viser areal(A) og avrenningsfaktor(C) i feltet. Lengde(L), høyde(H) og effektiv andel innsjø (Ase) i feltet for å finne konsentrasjonstid(te) som også er oppgitt. Intensitet(i) er hentet ut fra Figur 13. Avrenning(Q) er beregnet med klimafaktor 1,4 (Klf).

| Rasjonelle formel | Areal [ha] | C   | L [m] | H [m] | Ase [%] | te [min] | i [l/s*ha] | Qklf [m³/s] |
|-------------------|------------|-----|-------|-------|---------|----------|------------|-------------|
| Nord              | 170        | 0,4 | 2676  | 74    | 0       | 180      | 38         | 3,6         |
| Sør               | 99         | 0,4 | 2032  | 37    | 0       | 200      | 35         | 1,9         |

#### 4.1.3 Oppsummering

Med den rasjonelle metode er det benyttet en relativt lav C-verdi, som tilsier at flomvannføringen som er beregnet med denne metoden ikke er kunstig høy. Vi ser at denne verdien ligger omtrent ved middelverdien beregnet med NIFS Formelverk. For et lite felt med relativt lang responstid, mye landbruk og skog, samt liten helning er det fornuftig at flomverdien ligger omtrent ved middelverdi. Tabell 2 sammenfatter verdiene fra beregningene og viser valgte verdier.

Den dimensjonerende flomvannføringen for flomanalyse av bekk Nord er dermed vurdert til **3,5 m³/s** basert på midlere verdi av de ulike flomberegningene. For bekk Sør var det ikke mulig å benytte NIFS formelverk, men siden de to nedbørfeltene er nabofelt antas beregningene å gi samme resultat og dermed beholdes verdien for den rasjonelle metode og anses som en fornuftig flomverdi. Nedbørfelt for bekk Sør har en del myrområder, noe som gir en flomdempende effekt.

Tabell 2 Sammenlikning av resultatene fra de ulike beregningsmetodene med klimafaktor på 1,4. Verdiene er hentet fra beregningene gjort i foregående kapitler. Det er gjort en faglig vurdering i sammenlikning av resultatene og valgt verdi, som er noe avrundet da det ligger en del usikkerhet i beregningene.

| Beregningsmetode                                                 | Nord [m³/s] | Nord [l/s/km²] | Sør [m³/s] | Sør [l/s/km²] |
|------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|------------|---------------|
| NVEs flomformel med 5 l/s påslag på Q <sub>N</sub> (middelverdi) | 3,4         |                |            |               |
| Rasjonelle formel                                                | 3,6         | 2120           | 1,9        | 1920          |
| Valgt verdi med klimafaktor 1,4                                  | 3,5         | 2060           | 1,9        | 1920          |



## 4.2 Kapasitetsvurdering av sårbare bekkelukkinger og stikkrenner

På befaringen ble det identifisert 3 viktige sårbare lukkinger som har stor betydning for avrenningssituasjonen mot sentrum, det er disse tre som også er brukt i HEC-RAS simuleringen. Tabell 3 viser størrelse og kapasitet på disse lukkingene. Kapasitet på dagens stikkrenner/lukkinger er sjekket ved hjelp av diagrammer [11]. Anslått nødvendig dimensjon er også funnet ved hjelp av diagrammer. Andre utforminger med samme kapasitet kan også benyttes. Figur 18 viser dagens inntak for stikkrenne 3 og Figur 19 viser dagens inntak til lukking 9 og 10 som alle har for liten kapasitet i flomsituasjon slik beregningene tilsier.

Dimensjon baserer seg på utstikkende rørende for sirkulære lukkinger og uten vingemur for boks kulvert. En annen forutsetning i anslått dimensjon er dybden i forkant av innløpet som er antatt maksimalt lik høyden på innløp. Andre innløpsutforminger og tiltak kan gi andre nødvendige dimensjoner for å oppnå samme kapasiteter (f.eks. oppbygging av fordrøyning i forkant av innløp, sedimentbasseng, rister osv).

Tabell 3 Resultater av analyser og flomberegninger inkludert klimafaktor vises i tabellen. Kapasiteten til stikkrennene-/kulvertene/bekkelukkingene er angitt fra diagrammer fra FHWA [11].

■: klart underdimensjonerte bekkelukkinger/stikkrenner med stor margin,

■: sannsynligvis underdimensjonerte og

■: kanskje underdimensjonert.

| Stikkrenne | Dimensjon i dag | Kapasitet (IV/D)=1<br>[m <sup>3</sup> /s] | 200 års flom m/klf<br>[m <sup>3</sup> /s] | Anslått nødvendig<br>dimensjon |
|------------|-----------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|
| 3          | 800 mm          | 0,65                                      | 1,9                                       | 1200-1400 mm                   |
| 9          | 1000 mm         | 1,1                                       | 3,5                                       | 1600 mm                        |
| 10         | 1m x 0,3m       | 0,5                                       | 3,5                                       | 1m x 2,5m                      |



*Figur 18 Dagens inntak lukking 3.*



*Figur 19 Dagens inntak for lukking 9 til venstre og dagens inntak for lukking 10 til høyre.*



### 4.3 Simulering med HEC-RAS

#### 4.3.1 Bakgrunn for modell

Det er gjort vannlinjeberegninger med HEC-RAS for å finne ut hvor stor utbredelse en 200-årsflom i bekkene oppstrøms Eina sentrum kan få. Simulering med HEC-RAS gir et godt bilde av hvordan en flom vil kunne utarte seg, og hvor flomvann vil kunne drenere.

Vannlinjeberegningene i HEC-RAS simulerer vannstander og vannhastigheter på terreng for en gitt vannføring inn i et område. Som grunnlag for beregningene trengs det informasjon om;

- Terreng
- Terrengets ruhet (gitt som Mannings tall)
- Vannføring ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- Grensebetingelser i oppstrøms og nedstrøms ende av beregningsstrekningen. I oppstrøms ende brukes vanligvis vannføringen (tilstrømmende vann) som grensebetingelse. I nedstrøms ende brukes vannstanden eller kritisk dybde.

Beregningene kan gjøres i en eller to romlige dimensjoner (1D eller 2D). I denne beregningen er 2D benyttet, og det er antatt at dette gir god nøyaktighet.

DTM terrengmodell fra hoydedata.no er innhentet. Nyeste laserdata med 5 pkt/ $\text{m}^2$  fra prosjekt BNO13006 Gjøvikregionen 2013 utført av Blom er benyttet. Bygninger som kan påvirke avrenningen er lagt inn manuelt i modellen. Aktuelle sårbare kulverter er modellert inn, se Figur 20.

Terrengets ruhet gitt ved Mannings tall hentes fra Vassdragshåndboka [7]. Arealinndelingen følger AR5 kartgrunnlaget fra NIBIO [8] med valgte verdier som vist i Tabell 4.

Tabell 4 Arealtype og forklaring med valgt mannings verdi for hver type er vist i tabellen.

| Arealtype<br>(ARTYPE)<br>Kode | Arealtype<br>(ARTYPE)<br>Forklaring | Valgt<br>mannings<br>n |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 21                            | Fulldyrka jord                      | 0,043                  |
| 50                            | Åpen fastmark                       | 0,043                  |
| 12                            | Samferdsel                          | 0,017                  |
| 81                            | Ferskvann                           | 0,030                  |
| 30                            | Skog                                | 0,100                  |
| 23                            | Innmarksbeite                       | 0,043                  |
| 11                            | Bebyggd                             | 0,029                  |
| 22                            | Overflatedyrka jord                 | 0,043                  |

Figur 20 viser plassering av øvre og nedre grensebetingelser samt grid-størrelser.

Grid for området er 3x3m og 2x2m ved definert refinement region. Ved breaklines langs jernbane og veg er det 1x1m og 0.2x0.2m ved kulverter.

Nedre grensebetingelse er gitt av vannstanden i Einafjorden. 200-årsflommen i Einafjorden er beregnet i forbindelse med dette prosjektet til å være 400,18 moh. Det er allikevel valgt å benytte høyde for normalvannstand for Einafjorden i beregningene for 200-årsflom i bekkene siden sannsynligheten er lav for at dette oppstår samtidig. 398,61 moh. er benyttet, høyden til reguleringsbolten [9].



Øvre grensebetingelser er gitt av tilløp. Dette er beregnet tilløp via PQRUT [12] og konstruert nedbørforløp. I simuleringen er det benyttet 7 timer rundt maksimal avrenning. Det er valgt å ikke benytte kun maks avrenning for å kunne simulere at bekkene ikke har 200-årsflom på samme tidspunkt.

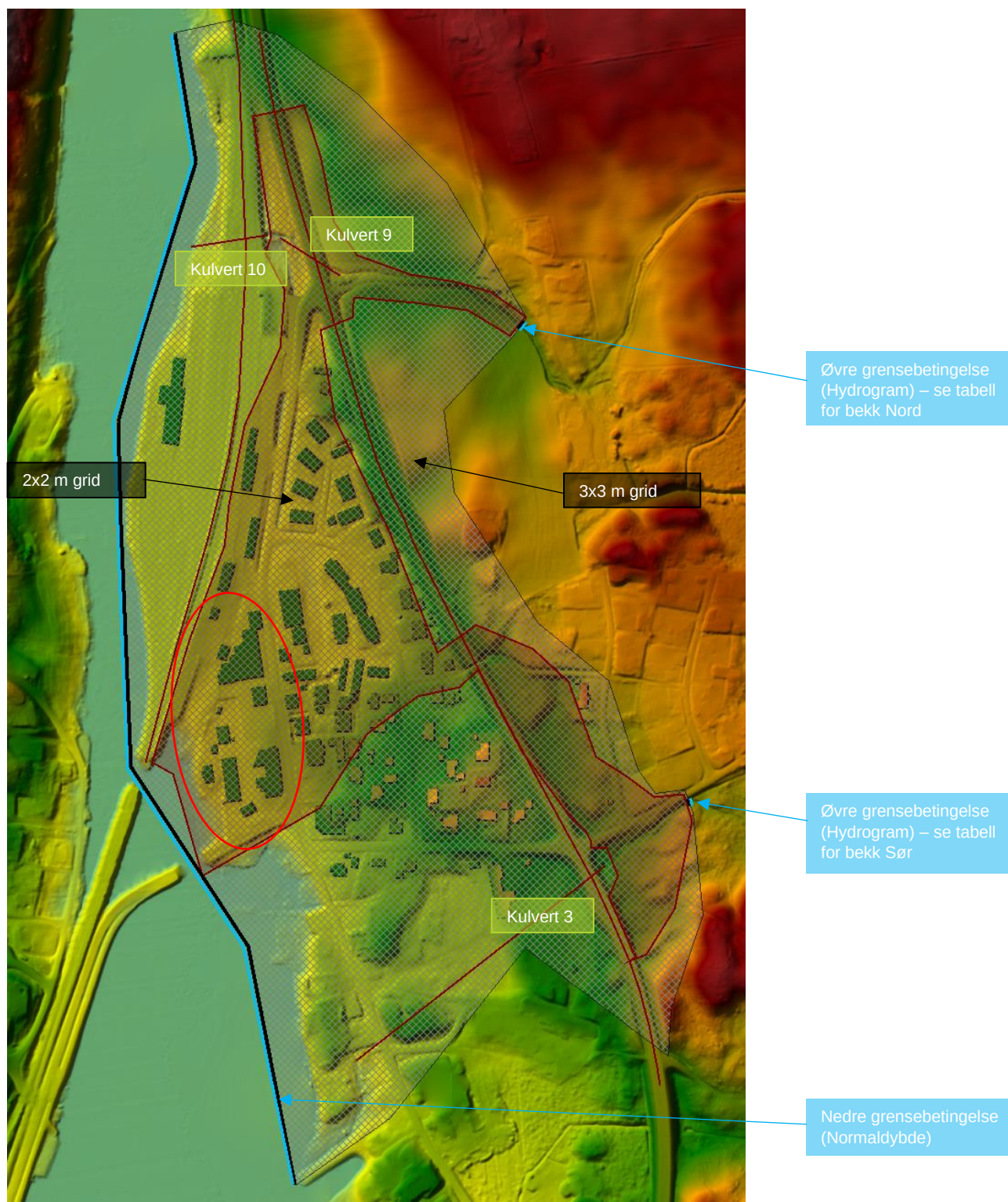
Tabell 5 Konstruert nedbørforløp via PQRUT for bekkene med maksimal avrenning på ulike tidspunkt.

| Tid [t] | Bekk Nord [m <sup>3</sup> /s] | Bekk Sør [m <sup>3</sup> /s] |
|---------|-------------------------------|------------------------------|
| 0       | 0.74                          | 0.32                         |
| 1       | 0.97                          | 0.38                         |
| 2       | 2.4                           | 0.71                         |
| 3       | <b>3.5</b>                    | 1.01                         |
| 4       | 3.25                          | <b>1.9</b>                   |
| 5       | 2.87                          | 1.01                         |
| 6       | 2.54                          | 0.99                         |

I en slik modell vil det være usikkerheter. Det er ikke gjort målinger av vannstander og hastigheter i bekken i dette området. Det er derfor ikke mulig å kalibrere modellen. Faktorer som er bestemt på bakgrunn av befarings- og kartstudier som Mannings tall har stor usikkerhet. Dette gjelder også inntakskapasiteter og tilstand på stikkrenner og ledninger.

Det er gjort fire vannlinjeberegninger;

- Case 1 – Worst case hvor lukking både under jernbane (Kulvert 10) og riksvei 4 (Kulvert 3) er helt lukket/tette
- Case 2 – Dagens situasjon med godt vedlikeholdte lukkinger
- Case 3 – Dagens situasjon ved jernbanen med utbedret lukking under riksvei 4 i sør (Kulvert 3)
- Case 4 – Utbedret lukking både under jernbane (Kulvert 10) og riksvei 4 (Kulvert 3)



Figur 20 Bakgrunnskart er terrengmodell fra HEC-RAS. Aktuelt planområde er markert med rød sirkel. Plassering av grensebetingelser er vist med blå linjer. Grid er 3x3 m for hovedområdet (skravert), indre burgunder område har 2x2m grid. Breakline med burgunder farge langs veg og jernbane har grid på 1x1m ut på hver side.

## 4.3.2 Resultat av simulering

Simuleringsresultater fra HEC-RAS for case 1-case 4 vises i Figur 21-Figur 24.

Case 1 gir store mengder flomvann inn mot planområdet og med flomvei som går rett igjennom området i nord-vest. Tett kulvert 3 fører til at vannet stuves opp ved inntakspunktet og renner over Nygårdsvegen og videre til kulvert under Einavegen som fører vannet videre til hus og bygninger i sentrum.

Simulering av case 2 viser at dimensjon på lukking 3 er god nok hvis røret er åpent, vann stuves opp over et større område og høyt oppe i veifyllingen, og inntaket er tilstrekkelig. Det er i simuleringen ikke hensyntatt eventuelle bend og påslipp nedover på ledningen. Det er også vanskelig å etterlikne dagens inntak, det er derfor benyttet et bedre inntak i simuleringen enn det som er i dag.

Resultat av simuleringen av case 3 er helt lik case 2.

Case 4 viser at utbedring av kulverter i henhold til foreslåtte dimensjoner vil føre til at flomvannet ikke drenerer mot planområdet.

Ved case 1 vil vannet behøve en flomvei gjennom/forbi planområdet. For case 2 og 3 vil vannet berøre planområdet lengst nord. Case 4 gir ingen flomfare for planområdet.



# Notat

Oppdragsgiver: **Storgata 10 Eina AS**

Oppdragsnr.: **52108848** Dokumentnr.: **NOT-RIVA-02**



Figur 21 Maksimal utbredelse av flom som oppnås i en simulering med  $Q_{200+40\%}$  i Eina sentrum for Case 1. I denne simuleringen er kulvertene antatt tette. Aktuell eiendom er markert med rød sirkel. Skala for dybden går fra 0-3m, som vist øverst til høyre.



Figur 22 Maksimal utbredelse av flom som oppnås i en simulering med  $Q_{200+40\%}$  i Eina sentrum for Case 2. I denne simuleringen er kulvert 3 antatt åpen med utstikkende rørende som inntak. Aktuell eiendom er markert med rød sirkel. Skala for dybden går fra 0-3m, som vist øverst til høyre.



# Notat

Oppdragsgiver: **Storgata 10 Eina AS**

Oppdragsnr.: **52108848** Dokumentnr.: **NOT-RIVA-02**



Figur 23 Maksimal utbredelse av flom som oppnås i en simulering med  $Q_{200+40\%}$  i Eina sentrum for Case 3. I denne simuleringen er kulvert 3 utbedret med nytt inntak. Aktuell eiendom er markert med rød sirkel. Skala for dybden går fra 0-3m, som vist øverst til høyre.



# Notat

Oppdragsgiver: **Storgata 10 Eina AS**

Oppdragsnr.: **52108848** Dokumentnr.: **NOT-RIVA-02**



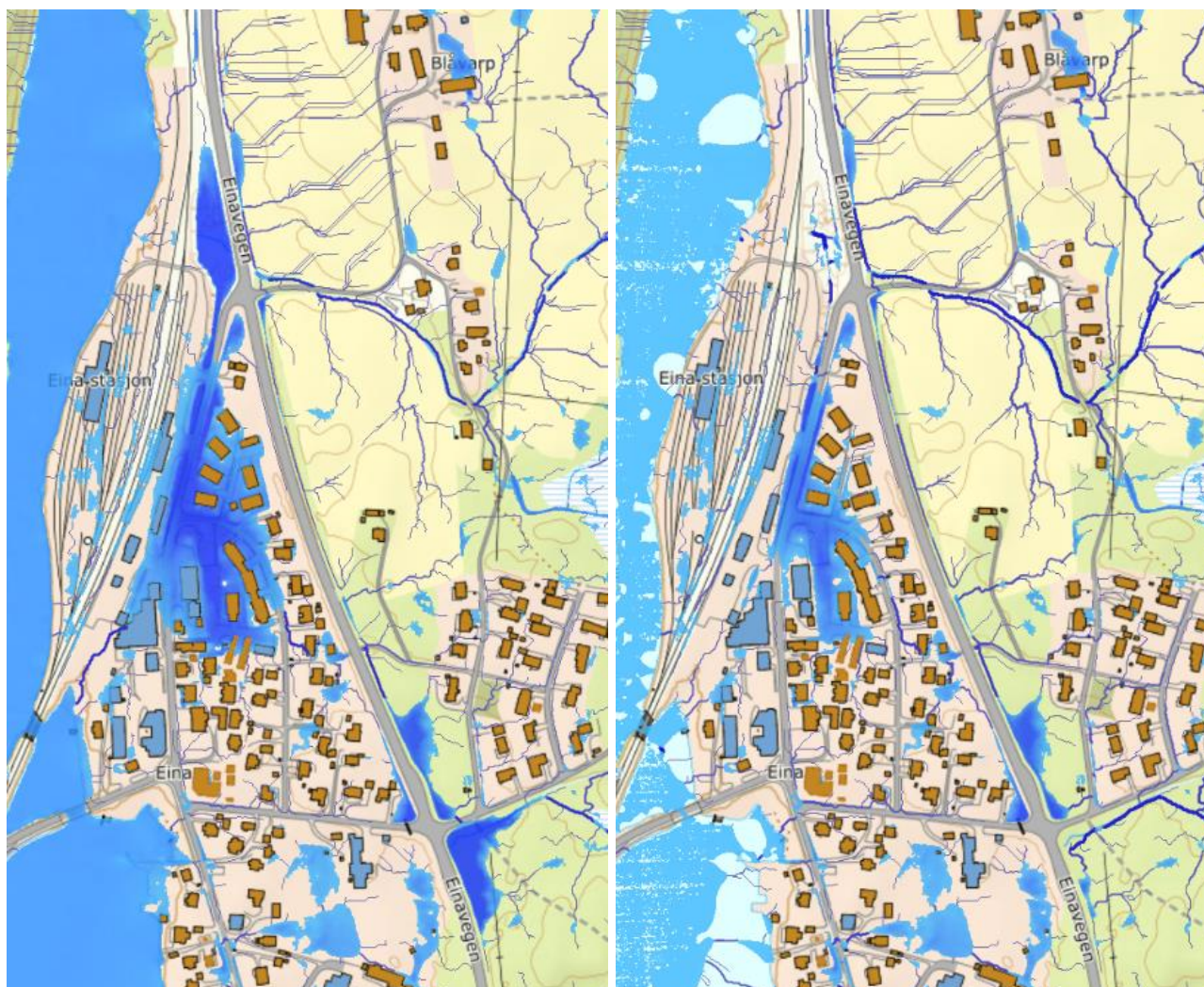
Figur 24 Maksimal utbredelse av flom som oppnås i en simulering med  $Q_{200+40\%}$  i Eina sentrum for Case 4. I denne simuleringen er kulvert 3 og 10 antatt åpen og oppdimensjonert. Aktuell eiendom er markert med rød sirkel. Skala for dybden går fra 0-3m, som vist øverst til høyre.

#### 4.4 SCALGO Live

Avrenningsanalysen med Scalgo Live angir ikke utbredelsen av en flom, men indikerer avrenningen. Figur 25 viser to situasjoner, når alt er tett/lukket som case 1 og de tre lukkingene er helt åpne som case 4.

For case 1 - Konsekvensen i dette tilfellet er at vann vil renne sørover fra lukking 10 under jernbanen mot sentrum og planområdet. Ved tett lukking 3 ser man at vannet vil drenerer nordover gjennom gangkultvert og mot sentrum og planområdet. Dette gir gode indikasjoner på at vannet vil drenere mot sentrum og planområdet fra disse tre sårbare lukkingene, slik også HEC-RAS viser og med flomvei ut langs planområdet til Einafjorden.

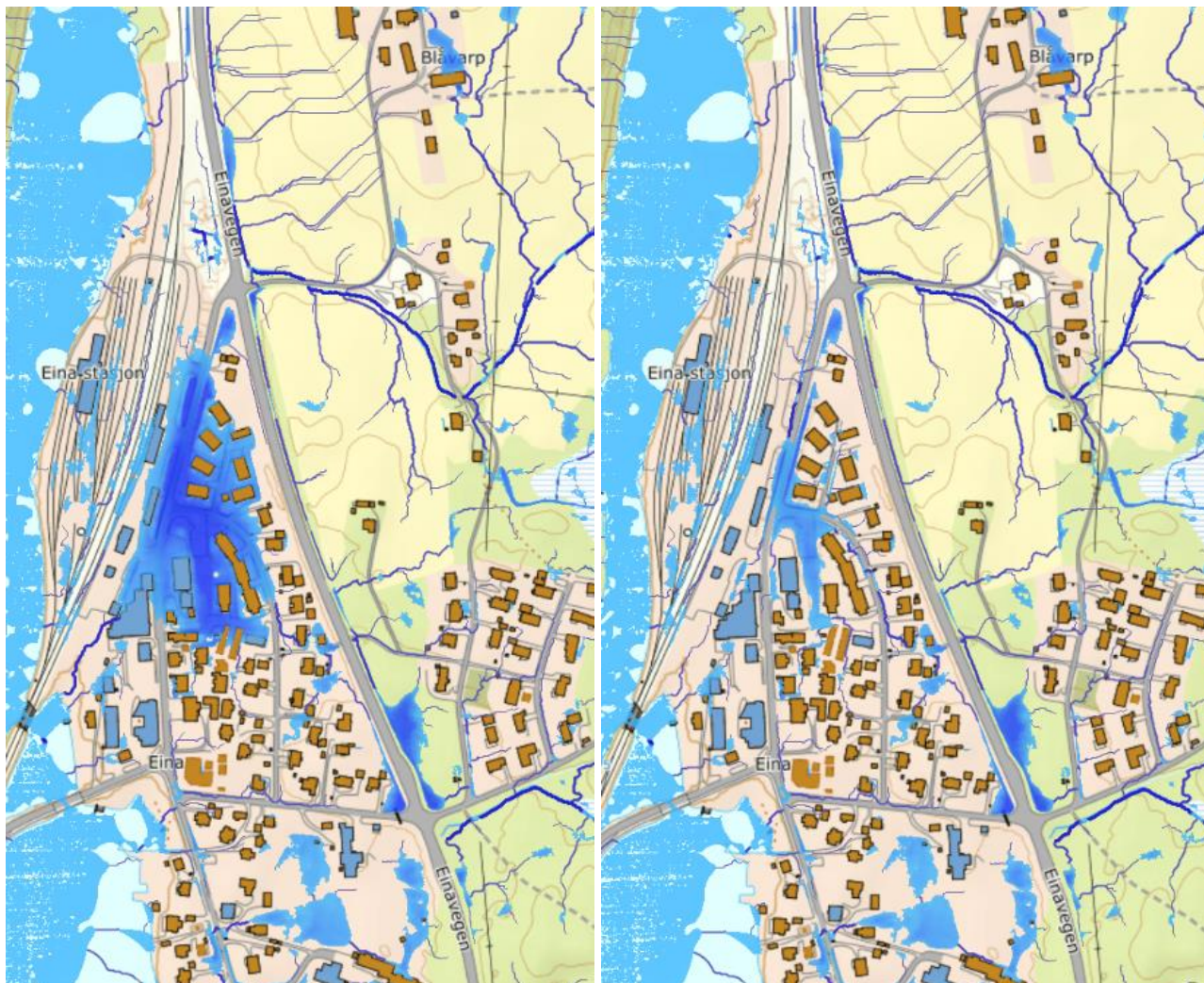
For case 4 – Til forskjell fra HEC-RAS benytter Scalgo Live en nedbørhendelse over hele området og ikke flomhendelser beregnet i vassdrag. Dette gjør at det selv med åpne lukkinger kan man se at det samles opp overvann i nedsenkningen i sentrum.



Figur 25 Viser avrenningsanalysen med Scalgo Live for Eina sentrum og planområdet med terreng slik kartgrunnlaget viser. Case 1 til venstre og case 4 til høyre.



Figur 26 viser også case 4. Her er terrenget modifisert med fylling mellom riksveien og jernbanen slik det er i dag for den ene illustrasjonen og den andre illustrasjonen viser en nedsenkning for å ha flomvei mot nord slik at det ikke oppstår problemer for planområdet.



Figur 26 Viser avrenningsanalysen med Scalgo Live for Eina sentrum og planområdet for case 4 med modifisert terreng. Til venstre vises med fylling mellom riksveien og jernbanen slik det er i dag. Illustrasjon til høyre viser hvor lite vann som vil samle seg i sentrum ved å etablere en nedsenkning/flomvei nordover mot kulvert under jernbanen.



## 5 Overvannsvurdering i området

De inngrepene som utbyggingen i planområdet medfører, vil kunne endre dreneringen og flomavrenningen i og fra området ganske mye. Hvis en ikke etablerer gode dreneringsløsninger og lokaltilpassede tiltak vil dette kunne føre til erosjon, vann på avveie og flomskader både innen utbyggingsområdet og nedstrøms. Et viktig prinsipp er at en ikke skal øke flomvannføringen til nedstrøms områder eller gjøre inngrep i nærheten av bekker.

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

Da flomvannføringen nedstrøms ikke skal øke, så anbefaler Norconsult det ved fordrøyningsberegninger å ta utgangspunkt i nedbør med 20 års gjentakintervall og en klimafaktor på 40%. Det tas utgangspunkt i 20 års regnhendelse fordi området nedstrøms ikke anses som sårbart, i og med at vannet vil renne direkte til resipient Einavatnet. I områder der det sårbart nedstrøms, med f.eks. boliger eller viktig infrastruktur som jernbane, må en også fordrøye 200 års flommen, slik at den ikke øker etter utbygging. I regnenvelop metoden må en benytte nedbørverdier for minst ett døgns varighet. Hvis en opprettholder den naturlige vannbalansen i området, forsinker flomavrenningen og bedrer fordrøyningen, så er det lite behov for utregninger. Interne flomveier dimensjoneres for 100 års flom inkludert klimapåslag.

### 5.1 Viktige prinsipper for overvannshåndteringen i området

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

En må se på hele nedbørfeltet til reguleringsplanen; både hva som kan komme fra oppstrøms områder (ev. inkludert tilgrensende boligområder), i utbyggingsområdet og hva som tilføres nedstrøms. Drens-/overflatevann anbefales ledet slik at en får nærmest mulig dreneringsfordeling fra hele området til de nedstrøms områdene som de naturlig gjør før utbyggingen. Det er svært viktig å ha kontroll på erosjonsfare, sedimenthåndtering, frostproblem og flomvannføring i hele utbyggingsområdet.

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

Det må settes av nok plass til drenering og dreneringstiltak.

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

Trygge flomveier må utredes, spesielt mht. utfordringer med frost; kjøving og igjenfrosne stikkrenner.

Det anbefales at det utarbeides en plan for hvordan en håndterer en ev. flomsituasjon i utbyggingsperioden, spesielt mht. å hindre erosjon, sediment transport og vann på avveie.

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

## 5.2 Menneskeskapte forhold som spesielt må vurderes

### 5.2.1 Boliger med tette takflater

Et godt tiltak er grønne tak, f.eks. dekt med et tykt lag av torv (30-50 cm), for å ta opp og fordrøye mest mulig vann. Hvis det bygges flate tak så anbefales det å anlegge blå eller blå-grønne tak. Eller må en ha kontroll på vannet fra konsentrerte taknedløp, f.eks. infiltrere/fordrøye vannet ned i pukkmagasin før det drenerer ut i løsmassene, ev. ledes til nærliggende drenerings-/veggrøft.

### 5.2.2 Parkeringsplasser

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

### 5.2.3 Veger og grøfter

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

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

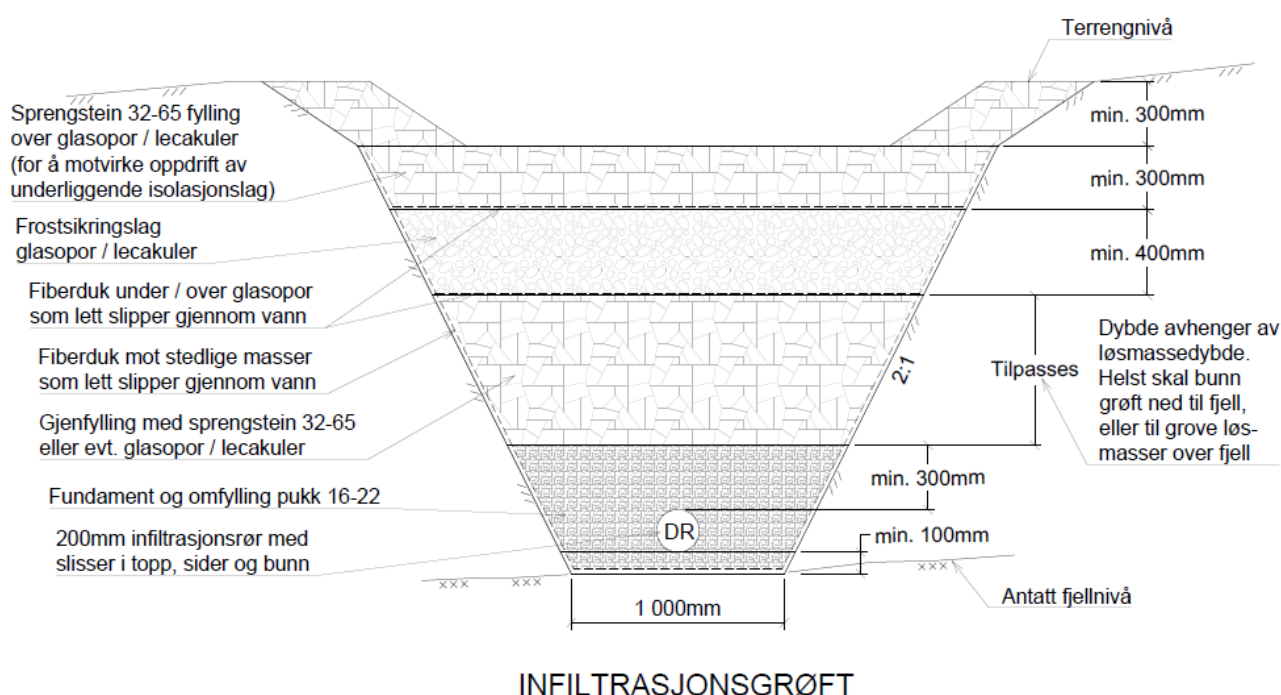
### 5.2.4 Stikkrenner og sedimentproblemer

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



### 5.2.5 Frostproblemer og drenering

Hvis en har problemer med frost/kjøving, så bør en anlegge dypdrenering ned under frostsikker dybde. Det bør vurderes å utnytte VA grøfter så mye som mulig i flate partier. Hvis det ikke går eller er ønskelig, så anbefales å bruke Glasopor eller Leca i forbindelse med «dypdrenering» i vegggrøfter (med grov pukkk på overflata i grøfta) og ev. for intern drenering i området med boliger. Dette for å unngå frostproblemer, tilfrosne dreneringsveier/stikkrenner og iskjøving, samt for dypdrenering under stikkrenner, samtidig som en fordrøyer vannet. Prinsippskisse for hvordan dette kan gjøres vises i Figur 27. Hvis en ønsker grønn overflate (f.eks. gress), så kan det legges et lag med sandholdig vekstjord med god infiltrasjonsevne som topplag.



Figur 27. Prinsippskisse av grøft for dypdrenering, infiltrasjon og fordrøyning.

### 5.2.6 Snødeponi

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

### 5.2.7 Drift- og vedlikeholdsplan

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

## 6 Oppsummerende tiltak for lokal overvannshåndtering og flomfare

### 6.1 Inn til planområdet/sentrum

#### 6.1.1 Flom

Det er ovenfor utført dimensjonering av eksisterende stikkrenner/kulverter og bekkelukkinger som kan påvirke reguleringsområdet. Det er gjort simuleringer som gir ulike utfall. Det er to bekkelukkinger som er kritiske for flomvann mot planområdet. Det er kulvert 10 og 3. Kulvert 10 nord for sentrum går under jernbanen og er Bane Nord sitt ansvar. Kulvert 3 sør for sentrum går under riksvei 4 og er statens vegvesen sitt ansvar. Simuleringer viser at hvis disse oppdimensjoneres og vedlikeholdes vil flomvann fra bekkene ikke nå planområdet, noe som vil sikre ny bebyggelse i reguleringsplanområdet mot oppstrøms flomveier fra bekkene med aktsomhetssoner.

Ved de ulike scenarioene vil det kunne komme ulik mengde vann mot planområdet, se Tabell 6. Tabellen angir hvor stor flomvei som må etableres avhengig av hvilke tiltak som gjennomføres.

Tabell 6 Mengder flomvann som kommer mot planområdet oppstrøms ved de ulike scenarioene.

| Case | Mengde flomvann<br>[m <sup>3</sup> /s] |
|------|----------------------------------------|
| 1    | 5,5 (3,5+1,9)                          |
| 2    | 4,25 (3+1,25)                          |
| 3    | 3                                      |
| 4    | 0                                      |

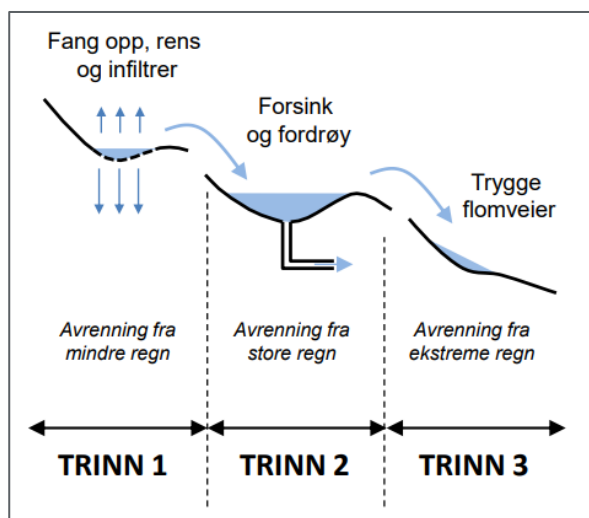
#### 6.1.2 Overvann

Ved å fjerne oppfylte masser mellom jernbanen og riksveien sammen med utbedring lik case 4 vil man også sikre planområdet mot overvann slik høyre bilde i Figur 25 viser. Hvis en i tillegg senker terrenget i grøfta og innkjøringen til jernbanen, ev. etablerer ei stor stikkrenne under innkjøringen, så vil en sikre planområdet enda mer, som vist i høyre bilde i Figur 26. Dette viser at det ved utbedring lik case 4 er mulig å etablere en trygg flomvei nordover fra sentrum og under jernbanen.

## 6.2 Internt i planområdet/sentrum

### 6.2.1 Prinsipper for overvannshåndtering

En vanlig tilnærming til å løse overvannsproblematikken er å benytte Norsk vann sin tre-trinnsstrategi for håndtering av overvann, som vist på Figur 28. Denne legges til grunn for overvannsutredningen av reguleringsområdet i Eina sentrum.



Figur 28 Norsk vann sin tre-trinnsstrategi for håndtering av overvann

Mulighetene for infiltrasjon (trinn 1) anses som begrenset grunnet høy grunnvannstand, grunnforhold bestående av fyllmasser med lite egnet infiltrasjonsevner, samt mulig etablering av parkeringskjeller under byggene. Derfor ser vi på en åpen løsning for fordrøyning (trinn 2), under bakken eller evt. på tak. Det legges til grunn at fremtidig avrenning ikke skal overstige dagens avrenning fra reguleringsområdet. Det etableres trygge flomveier (trinn 3) ut fra reguleringsområdet.

### 6.2.2 Premisser for overvannsberegninger

Overvannsberegning baseres bl.a. på Norsk Vann Rapport nr. 162 «Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering» [10]. Benyttede premisser er følgende:

- ❖ Rasjonell metode benyttes for å beregne avrenning
- ❖ IVF-kurve for Lillehammer som er en kombinasjon av data fra målestasjonene i Gjøvik og Hamar
- ❖ Klimafaktor på 1,4
- ❖ Konsentrasjonstid på 10 min.
- ❖ Gjentakintervall på 20 år for fordrøyning
- ❖ Avrenningsfaktor på 0,9 for tette flater (tak og asfalt) og 0,3 for grønne flater grunnet dårlig infiltrasjonsmuligheter

Andre forutsetninger:

- ❖ Foreslåtte overvannstiltak skal utformes og utføres i samarbeid mellom ARK og LARK, slik at alle offentlige krav gitt i kommunens VA-norm oppfylles.
- ❖ Takvann fra nye bygg ledes til fordrøyningsanlegg hvis en ikke fordrøyer tilstrekkelig på taket. Terrengoverflate må tilpasses avrenningsveger.



### 6.2.3 Foreløpige overvannsberegninger

Overvannsløsning baseres på å ivareta kravene om å unngå endringer av dagens vannbalanse på grunn av evt. økningen i andel tette flater og klimaendringer. Som en premiss for utslipp av overvann fra reguleringsområdet er det lagt til grunn at utslippet for en nedbørhendelse med gjentakintervall på 20 år ikke skal overstige dagens avrenning.

Beregninger for dagens situasjon er blitt utført først for å få en oversikt over overvannsmengder i dag. Beregnet avrenningsmengde er så benyttet som grunnlag for maks tillatt utslipp fra fremtidig utbygd areal, og som grunnlag for beregning av nødvendige fordrøyningsvolumer som må etableres. Dette for å sikre at videreførte overvannsmengder ikke blir større enn i nåværende situasjon.

Utførte beregninger viser at dagens avrenning fra reguleringsområde på ca. 15 daa med en returperiode på 20 år, gjennomsnittlig avrenningsfaktor på 0,65 og konsentrasjonstid på 10 minutter, vil medføre en samlet maks overvannsmengde på ca. 200 l/s, se Tabell 7 nedenfor.

Tabell 7. Samlet avrenning fra planområdet ut fra dagens forhold, beregnet for ulike returperioder og regnvarigheter. Dagens maksimale avrenning for dimensjonerende kriterier er markert med blå firkant.

| Beregning av maksimal avrenning (Qmaks) i liter/sekund |     |                    |       |                         |       |          |                    |       |       |      |              |      |      |                  |      |       |      |
|--------------------------------------------------------|-----|--------------------|-------|-------------------------|-------|----------|--------------------|-------|-------|------|--------------|------|------|------------------|------|-------|------|
| Areal:                                                 |     | 15289              | m2    | Avrennings koeffisient: |       | 0,645817 | Konsentrasjonstid: |       | 10    | min  | Klimafaktor: |      | 1    | Sikkerhetsfaktor |      | ingen |      |
| Liter/sekund                                           |     | Regnvarighet (min) |       |                         |       |          |                    |       |       |      |              |      |      |                  |      |       |      |
|                                                        |     | 1                  | 2     | 3                       | 5     | 10       | 15                 | 20    | 30    | 45   | 60           | 90   | 120  | 180              | 360  | 720   | 1440 |
| Gjentaksintervall (år)                                 | 2   | 24,7               | 44,4  | 57,6                    | 80,6  | 113,5    | 87,8               | 71,6  | 53,2  | 40,2 | 33,5         | 25,6 | 21,2 | 16,7             | 10,8 | 6,8   | 4,3  |
|                                                        | 5   | 32,9               | 57,6  | 75,7                    | 105,3 | 151,4    | 116,3              | 94,6  | 71,3  | 54,1 | 45,2         | 33,9 | 27,4 | 21,3             | 13,5 | 8,7   | 5,7  |
|                                                        | 10  | 37,8               | 65,8  | 88,9                    | 121,8 | 176,1    | 136,1              | 111,1 | 82,8  | 62,9 | 52,9         | 39,1 | 31,5 | 24,2             | 15,3 | 9,9   | 6,5  |
|                                                        | 20  | 41,1               | 74,1  | 100,4                   | 136,6 | 199,2    | 155,8              | 126,7 | 94,4  | 72,1 | 60,3         | 44,0 | 35,6 | 27,0             | 17,1 | 11,1  | 7,4  |
|                                                        | 25  | 42,8               | 77,4  | 103,7                   | 141,5 | 207,4    | 161,2              | 131,6 | 98,1  | 74,6 | 62,8         | 45,9 | 37,0 | 27,8             | 17,7 | 11,5  | 7,7  |
|                                                        | 50  | 47,7               | 83,9  | 115,2                   | 158,0 | 230,4    | 181,0              | 147,3 | 109,7 | 83,0 | 69,9         | 51,0 | 41,2 | 30,8             | 19,4 | 12,5  | 8,5  |
|                                                        | 100 | 51,0               | 92,2  | 126,7                   | 172,8 | 251,8    | 199,7              | 162,1 | 120,7 | 91,8 | 77,3         | 56,0 | 45,2 | 33,9             | 21,0 | 13,5  | 9,3  |
|                                                        | 200 | 56,0               | 100,4 | 136,6                   | 187,6 | 274,8    | 218,3              | 177,7 | 131,6 | 99,4 | 83,6         | 60,7 | 49,4 | 37,0             | 22,6 | 14,6  | 10,2 |

Ut fra kommunens krav skal nedbør/overvann håndteres lokalt med fordrøying før utslipp til Einavatnet og med infiltrasjon/fordrøying innenfor reguleringsplanområde så langt det er mulig. På bakgrunn av dette er det vurdert ulike tiltak basert på lokal håndtering av overvannet, for å begrense avrenning til Einavatnet etter utbyggingen til lik dagens situasjon (200 l/s).

Utførte beregninger (se Figur 29) viser at det vil være nødvendig å etablere fordrøyningsvolum på 50 m<sup>3</sup>, for å tilbakeholde avrenningen fra en regnhendelse med 20 års gjentakintervall for å begrense avrenningen til lik dagens. Dette kan fordeles på flere områder og kan bestå av forskjellige løsninger og tiltak som til sammen skal gi det totale vannvolumet. Ettersom en nedgravd løsning kan komme i konflikt med vannstanden i Eina Fjorden og grunnvannstanden ved en flomsituasjon, er det hovedsakelig løsninger som etablering av overflate fordrøying (regnbed/dam/lekeplasser) og fordrøying på tak, som er de mest aktuelle alternativene. I tillegg kan det etableres infiltrasjonssluk som delvis vil ligge nær nivået til grunnvannstanden, men som ikke vil ha stor påvirkning av grunnvannstanden da det blir lite vann som føres dit.

Det bør særlig vurderes etablering av grønne tak, blå eller blå-grønne tak, som er et viktig bidrag i den urbane overvannshåndteringen, spesielt i byer og tettsteder. Slike tak fungerer som et flomdempende tiltak ved å fordrøye og holde tilbake vann på taket og kan dermed bidra til både første og andre trinn i tretrinnsstrategien. Etablering av slike tak kan redusere det totale volumet som må håndteres i åpne fordrøyingstiltak på bakkenivå, og kanskje fordrøye hele det nødvendige volumet.

En mer detaljert vurdering av overvannstiltakene for hver tomt, samt massenes egenskaper i området for mulighetene til infiltrasjon i grunnen forutsettes utført i en senere fase.

| Beregning av fordrøynings behov - Aron & Kiblers metode, variert utløp |                   |                            |                                         |          |                    |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------------------|----------|--------------------|
| <b>Grunnlag for beregninger:</b>                                       |                   |                            |                                         |          |                    |
| Totalt avrenningsareal                                                 | 1,5289            | ha                         |                                         |          |                    |
| Avrenningskoeffisient                                                  | 0,66              |                            |                                         |          |                    |
| Redusert areal                                                         | 1,0031            | ha                         |                                         |          |                    |
| Dimensjonerende gjentakintervall                                       | 20                | år                         |                                         |          |                    |
| Klimafaktor                                                            | 1,4               |                            |                                         |          |                    |
| Maksimalt videreført vannmengde                                        | 200               | l/s                        |                                         |          |                    |
| Konsentrasjonstid                                                      | Beregningsmetode: | Antatt verdi               | 10                                      | min      |                    |
| Nedbørdata hentet fra                                                  | 0                 | Stasjon                    | Dppland - komb. Av Gjøvik og Hamar data |          |                    |
| Varighet                                                               | Intensitet        | Intensitet med klimafaktor | Volum inn                               | Volum ut | Fordrøynings-behov |
| min                                                                    | l/s*ha            | l/s*ha                     | m³                                      | m³       | m³                 |
| 1                                                                      | 416,7             | 583,4                      | 35,1                                    | 35,1     | 0,0                |
| 2                                                                      | 375               | 525,0                      | 63,2                                    | 63,2     | 0,0                |
| 3                                                                      | 338,9             | 474,5                      | 85,7                                    | 78,0     | 7,7                |
| 5                                                                      | 276,7             | 387,4                      | 116,6                                   | 90,0     | 26,6               |
| 10                                                                     | 201,7             | 282,4                      | 170,0                                   | 120,0    | 50,0               |
| 15                                                                     | 157,8             | 220,9                      | 199,4                                   | 150,0    | 49,4               |
| 20                                                                     | 128,3             | 179,6                      | 216,2                                   | 180,0    | 36,2               |
| 30                                                                     | 95,6              | 133,8                      | 241,7                                   | 240,0    | 1,7                |
| 45                                                                     | 73                | 102,2                      | 276,8                                   | 276,8    | 0,0                |
| 60                                                                     | 61,1              | 85,5                       | 308,9                                   | 308,9    | 0,0                |
| 90                                                                     | 44,6              | 62,4                       | 338,2                                   | 338,2    | 0,0                |
| 120                                                                    | 36,1              | 50,5                       | 365,0                                   | 365,0    | 0,0                |
| 180                                                                    | 27,3              | 38,2                       | 414,1                                   | 414,1    | 0,0                |
| 360                                                                    | 17,3              | 24,2                       | 524,8                                   | 524,8    | 0,0                |
| 720                                                                    | 11,2              | 15,7                       | 679,5                                   | 679,5    | 0,0                |
| 1440                                                                   | 7,5               | 10,5                       | 910,0                                   | 910,0    | 0,0                |
| <b>Nødvendig fordrøyningsvolum ved 20 års gjentakintervall</b>         |                   |                            | <b>50,0 m³</b>                          |          |                    |

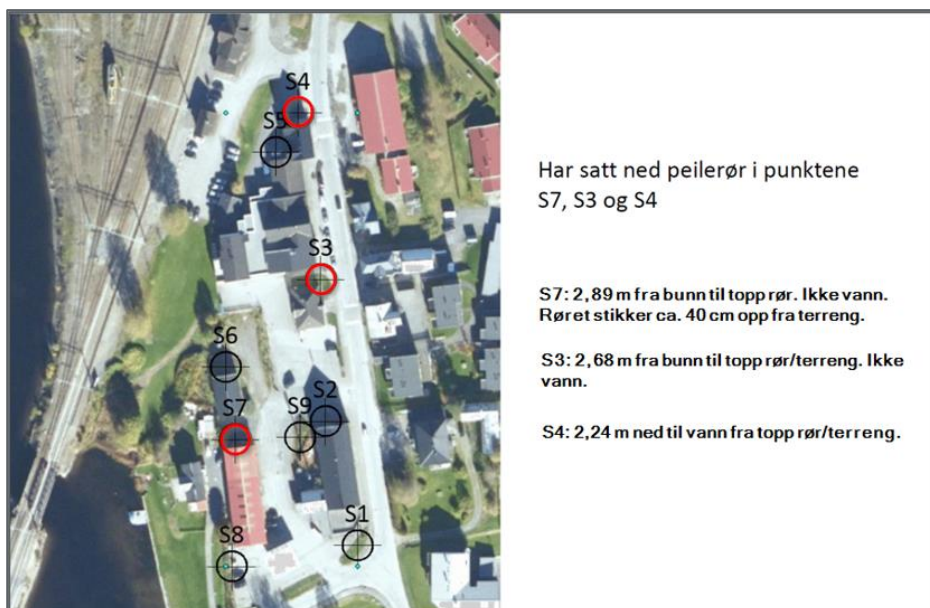
Figur 29 Foreløpig beregning av nødvendig fordrøyningsbehov i reguleringsområdet etter utbygging, for 20 års regnhendelse med klimafaktor og maksimal avrenning lik dagens

#### 6.2.4 Grunnvannstand og parkeringskjeller

Det er gjort to målinger av grunnvannstand i reguleringsområdet i prøvehull S3, S4 og S7, se Figur 30. Grunnvann er kun registrert i S4.

Resultater og vurdering av grunnvannstand avhengig av vannstand i Eina vatnet, er angitt i tabell 8 og 9. I flomsituasjoner kan en også risikere at grunnvannstanden påvirkes mye av lokal nedbør og vannstanden i bekken oppstrøms, slik at grunnvannstanden lokalt kan stå høyere enn vist her. Del av parkeringskjeller som blir liggende under antatt maks. grunnvannstand må bygges vanntett og sikres mot oppdrift.

Planlagte parkeringskjellere kan gi en utfordring med overvannshåndtering pga. snøsmelting, så det bør påregnes innvendig pumpeløsning. Dette må løses i neste prosjekteringsfase.



Figur 30 Oversiktsbilde med prøvehull for måling av grunnvannstand i reguleringsområdet

Tabell 8 Målt/antatt grunnvannstand ved varierende vannstand i Eina vatnet (mai 2022)

|                                        | Grunnvannstand (moh.)<br>kun funnet i S4 |                               |                               | Vannstand i<br>Eina vatnet<br>(moh.) | Antatt<br>grunnvannstand<br>(moh.) | Dybde til<br>grunnvannstand<br>S4 (m) |
|----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
|                                        | S3<br>(401,3 terr.<br>høyde)             | S4<br>(400,65 terr.<br>høyde) | S7<br>(400,55 terr.<br>høyde) |                                      |                                    |                                       |
| Grunnvannstand<br>Målt 16.05.2022      | Lavere<br>enn 398,6                      | 398,4                         | Lavere enn<br>398             | 397,38                               |                                    | 2,25                                  |
| Sommervannstand<br>i Eina vatnet (NVE) |                                          |                               |                               | 398,28                               | 399,3*                             | 1,35                                  |
| HRV i Eina vatnet<br>(NVE)             |                                          |                               |                               | 398,58                               | 399,6*                             | 1,05                                  |

\*Det antas at grunnvannstand følger vannstand i Eina vatnet (høydeforskjell på  $h=1,02$  m basert på målinger i punkt S4)

Tabell 9 Målt/antatt grunnvannstand ved varierende vannstand i Eina vatnet (juni 2022)

|                                        | Grunnvannstand (moh.)<br>kun funnet i S4 |                               |                               | Vannstand i<br>Eina vatnet<br>(moh.) | Antatt<br>grunnvannstand<br>(moh.) | Dybde til<br>grunnvannstand<br>S4 (m) |
|----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
|                                        | S3<br>(401,3 terr.<br>høyde)             | S4<br>(400,65 terr.<br>høyde) | S7<br>(400,55 terr.<br>høyde) |                                      |                                    |                                       |
| Grunnvannstand<br>Målt 03.06.2022      | Lavere<br>enn 398,6                      | 398,5                         | Lavere enn<br>398             | 397,45                               |                                    | 2,15                                  |
| Sommervannstand<br>i Eina vatnet (NVE) |                                          |                               |                               | 398,28                               | 399,33*                            | 1,33                                  |
| HRV i Eina vatnet<br>(NVE)             |                                          |                               |                               | 398,58                               | 399,63*                            | 1,02                                  |

\*Det antas at grunnvannstand følger vannstand i Eina vatnet (høydeforskjell på  $h=1,05$  m basert på målinger i punkt S4)



### 6.3 Ut av planområdet

Overvannet fra reguleringsområdet ledes ut i Einavatnet.

For kraftigere regn enn en 20 års regnhendelse, vil det være nødvendig å etablere flomveger som sikrer trygg videreføring av flomvann innen tiltaksområdet frem til Einavatnet. Lokale overvannsløsninger vil ofte være koblet sammen med et lukket overvannsanlegg (ledningsanlegg) til en helhetlig overvannsløsning for et gitt område. Verken de lokale løsningene eller ledningsanleggene vil ha kapasitet til å håndtere ekstreme regnepisoder. I slike tilfeller må overskytende flomavrenning ledes til vassdrag i trygge flomveier på overflaten. Planleggingen av flomveier må inngå som en integrert del av overvannsplanleggingen i utbyggingsområder.

Formålet er å opprettholde i størst mulig grad dagens naturlige flomveger, på den måten at nye og eksisterende boliger/bygninger ikke blir skadet. Av den grunn må terrenget tilpasses for å samle vann og lede det trygt til resipient. Det anbefales etablering av trygge flomeier som dimensjoneres for 100 års regnhendelse inkludert klimafaktor. Utførte beregninger viser at hele reguleringsområdet vil føre til maksimal avrenning på ca. 360 l/s ved 100 års regnhendelsen (Tabell 10). Det forutsettes at terrenget kan bearbejdes og at terrenget blir senket der hvor terrenggrøfter/flomveger er planlagt etablert. Endelig dimensjonering og utforming av terrenggrøftene/flomvegene må ivaretas i en senere fase, i tett samarbeid med landskapsarkitekter.

Tabell 10 Samlet avrenning fra reguleringsområdet ut fra fremtidig forhold, beregnet for ulike returperioder og regnvarigheter. Fremtidig avrenning i en flom situasjon er markert med blå.

| Beregning av maksimal avrenning (Qmaks) i liter/sekund |     |                    |       |                         |       |          |                     |       |       |       |              |      |      |                  |      |       |      |
|--------------------------------------------------------|-----|--------------------|-------|-------------------------|-------|----------|---------------------|-------|-------|-------|--------------|------|------|------------------|------|-------|------|
| Areal:                                                 |     | 15289              | m2    | Avrennings koeffisient: |       | 0,656099 | Konsentras jonstid: |       | 10    | min   | Klimafaktor: |      | 1,4  | Sikkerhetsfaktor |      | ingen |      |
| Liter/sekund                                           |     | Regnvarighet (min) |       |                         |       |          |                     |       |       |       |              |      |      |                  |      |       |      |
|                                                        |     | 1                  | 2     | 3                       | 5     | 10       | 15                  | 20    | 30    | 45    | 60           | 90   | 120  | 180              | 360  | 720   | 1440 |
| Gjennomsnitt (år)                                      | 2   | 35,1               | 63,2  | 81,9                    | 114,7 | 161,5    | 124,8               | 101,8 | 75,7  | 57,2  | 47,6         | 36,4 | 30,2 | 23,7             | 15,3 | 9,7   | 6,2  |
|                                                        | 5   | 46,8               | 81,9  | 107,7                   | 149,8 | 215,3    | 165,4               | 134,5 | 101,4 | 77,0  | 64,3         | 48,2 | 39,0 | 30,3             | 19,2 | 12,4  | 8,1  |
|                                                        | 10  | 53,8               | 93,6  | 126,4                   | 173,2 | 250,4    | 193,5               | 158,0 | 117,8 | 89,5  | 75,3         | 55,6 | 44,8 | 34,4             | 21,8 | 14,0  | 9,3  |
|                                                        | 20  | 58,5               | 105,3 | 142,8                   | 194,3 | 283,3    | 221,6               | 180,2 | 134,3 | 102,5 | 85,8         | 62,6 | 50,7 | 38,3             | 24,3 | 15,7  | 10,5 |
|                                                        | 25  | 60,9               | 110,0 | 147,5                   | 201,3 | 294,9    | 229,3               | 187,2 | 139,6 | 106,2 | 89,3         | 65,3 | 52,7 | 39,6             | 25,1 | 16,3  | 11,0 |
|                                                        | 50  | 67,9               | 119,4 | 163,8                   | 224,7 | 327,6    | 257,4               | 209,5 | 156,0 | 118,1 | 99,4         | 72,6 | 58,6 | 43,8             | 27,5 | 17,8  | 12,1 |
|                                                        | 100 | 72,6               | 131,1 | 180,2                   | 245,8 | 358,1    | 284,0               | 230,6 | 171,6 | 130,6 | 110,0        | 79,6 | 64,3 | 48,2             | 29,9 | 19,2  | 13,2 |
|                                                        | 200 | 79,6               | 142,8 | 194,3                   | 266,8 | 390,8    | 310,5               | 252,8 | 187,2 | 141,4 | 118,9        | 86,4 | 70,2 | 52,7             | 32,2 | 20,8  | 14,5 |

Estimering av mulig tverrsnitt av intern flomveg for hele reguleringsområdet er angitt i Figur 31. Lengdefall antatt 0,5% i grøft. Dimensjonering og utforming av flomvegen/flomvegene må vurderes nærmere i en senere fase, dette er kun til orientering.

## Channel flow calculator

This simple program calculates the flow of water in a rectangular or trapezoidal channel using [Manning's Formula](#). The formula is only applicable to channels that have a relatively uniform profile and slope.

Top width:  m

Bottom width:  m

Channel depth:  m

Flow depth:  m

Slope:  m/m

Roughness:

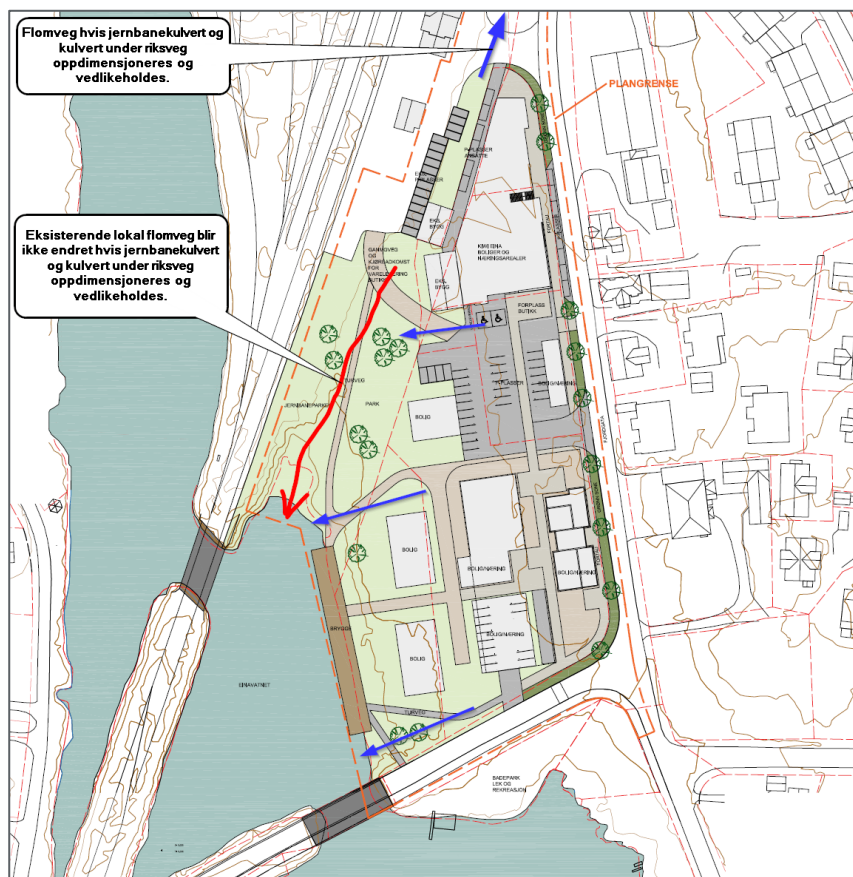
Velocity:  m per sec

Unit discharge:  m<sup>3</sup> per sec



Figur 31 Utsnitt fra [Channel flow calculator \(sturmfels.com.au\)](http://Channel flow calculator (sturmfels.com.au))

Det anbefales å fordele flomvann i flere mindre flomveger (terrenggrøfter) som vil drenere mot Eina vatnet. Foreløpig forslag til etablering av flomvegene er angitt i Figur 32, forutsatt at jernbanekulvert og kulvert under riksvei blir utbedret. Dimensjonering av disse utføres i en senere fase.



Figur 32 Oversiktsbilde med eksisterende (rød pil) og fremtidige (blå piler) flomveger

#### 6.4 Drift- og vedlikeholdsplan

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

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

## 7 Konklusjon/oppsummering

- Ved ingen utbedring av jernbanekulvert og lukkinger må det etableres sikker flomvei gjennom planområdet ut i Einavatnet siden flomveien allerede går der i dag. Det må også være vanntette bygg i nord.
- Flomfaren fra bekkene oppstrøms planområdet er ikke til stede hvis kulvert og lukkinger under riksvei 4 og jernbanen utbedres i henhold til Tabell 3.
- Planområdet sikres også for overvannsproblemer fra oppstrøms ved å fjerne fylling mellom riksveien og jernbanen hvis kulverter og lukkinger er utbedret.
- Internt i området må det etableres fordrøyning med volum på ca. 50 m<sup>3</sup>.
- Flomvei ut av planområdet må etableres i henhold til kapittel 6.3.



## Referanser

- [1] Feste Kapp AS (2021), Planinitiativ. Detaljregulering for Eina Sentrum
- [2] Norconsult AS (2021), NOT-RIVA-01 Befaringsnotat Eina Sentrum
- [3] Norconsult AS (2022), 52109471-RIG-01 Eina sentrum - notat fra geotekniske undersøkelser (prøvegraving) og geotekniske vurderinger for reguleringsplan
- [4] S. Stenius, P. A. Glad, T. K. Wang og T. Væringstad (2015). Veileder nr. 7/2015 - Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE.
- [5] Myrabø, S. (1991). Flomberegning, Oppdragsrapport 8-91. NVE.
- [6] Glad, P. A., Reitan, T., & Stenius, S. (2015). Rapport nr. 13-2015, Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørsfelt. NVE.
- [7] Fergus, T. mfl. (2010) Vassdragshåndboka: Håndbok i vassdragsteknikk. 2. utg. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag
- [8] <https://www.nibio.no/tjenester/nedlasting-av-kartdata/dokumentasjon/fkb-ar5>
- [9] <https://einafjorden.no/regulering/>
- [10] Norsk Vann Rapport nr. 162 «Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering»
- [11] Federal Highway Administration. (Revidert Mai 2005). Hydraulic Design of Highway Culverts, Second Edition. National Highway Institute.
- [12] <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vannets-kretsloep/analysemetoder-og-modeller/pgrut-flommodell/>

## Vedlegg

- Befaringskart, tegning OV-01

|         |            |                    |                  |                |          |
|---------|------------|--------------------|------------------|----------------|----------|
| B01     | 2022-09-02 | For kommentar/info | BorZun og KinSve | 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.