

Oppdragsgiver: Leangen bolig AS
Oppdragsnavn: Leangen Bolig Fagutredninger
Oppdragsnummer: 613996-02
Utarbeidet av: Jon Bergersen Zeigler
Oppdragsleder: Birgitte Nilsson
Tilgjengelighet: Åpen

Temautredning flom og overvann

1. SAMMENDRAG	1
2. AVRENNING OG FLOMFORHOLD	2
2.1. Eksisterende situasjon.....	2
2.2. Fremtidig situasjon.....	7
3. NØDVENDIG FORDRØYNINGSVOLUM	9
4. USIKKERHET I BEREKNINGENE.....	12

1. SAMMENDRAG

Området har ingen klart definert hovedavrenningsvei i dag pga. flatt terreng. Ideelt sett bør fremtidig flomvei anlegges med fall mot øst/nordøst fordi man da unngår boligområdene i nordvest.

Vannmengde til planområdet for 200-årsflom i eksisterende situasjon er estimert til **3,6 m³/s**. Med 1-2 promilles lengdefall på flomvei gir dette en teoretisk nødvendig bredde for flomveien på ca. **10 m**. Det er forutsatt V-formet tverrsnitt med sidehelning 1:4 og Manningtall (oveflateruhet) lik 25. For fremtidig situasjon er det estimert at ca. **4,5 m³/s** vann kan ta veien mot planområdet ved et 200-års nedbørstilfelle. Flomberegningene tar utgangspunkt i en situasjon der overvannsledninger er overbelastet/ute av drift. Flomveibredde (med samme forutsetninger) for denne vannmengden blir ca. **11 m**. Maksimalt videreført vannmengde til kommunal overvannsledning er satt til **155 l/s**, basert på tabeller i kommunens VA-norm. Det tas utgangspunkt i en fremtidig avrenningsfaktor (C) lik **0,6** som gir et redusert areal på **77 460 m²**. Minimum fordrøyningsvolum settes til **542 m³**.

Fordrøyningsvolum kan etableres f.eks. i form av åpne dammer, underjordisk magasin eller en kombinasjon. Fordrøyningen må ha overløp til flomvei slik at overskuddsvann i ekstremisitasjoner (>20 år) har en trygg avrenningsvei på overflaten.

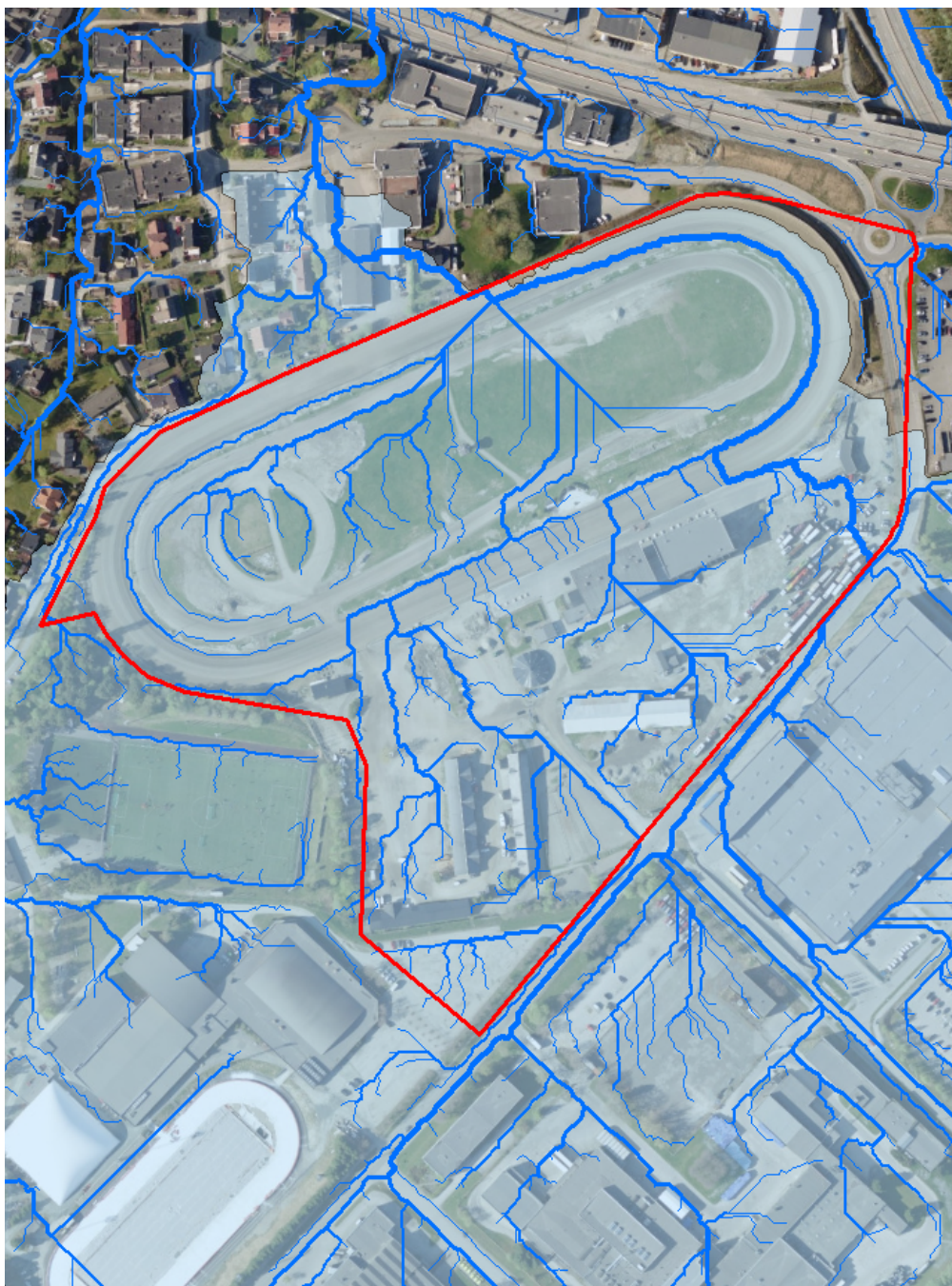
01	06.07.18	Førsteutgave	JZ	KT
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UARBEIDET AV	KS

2. AVRENNING OG FLOMFORHOLD

2.1. Eksisterende situasjon

Planområdet er i dag tilnærmet flatt uten klart definert overflateavrenningsvei.

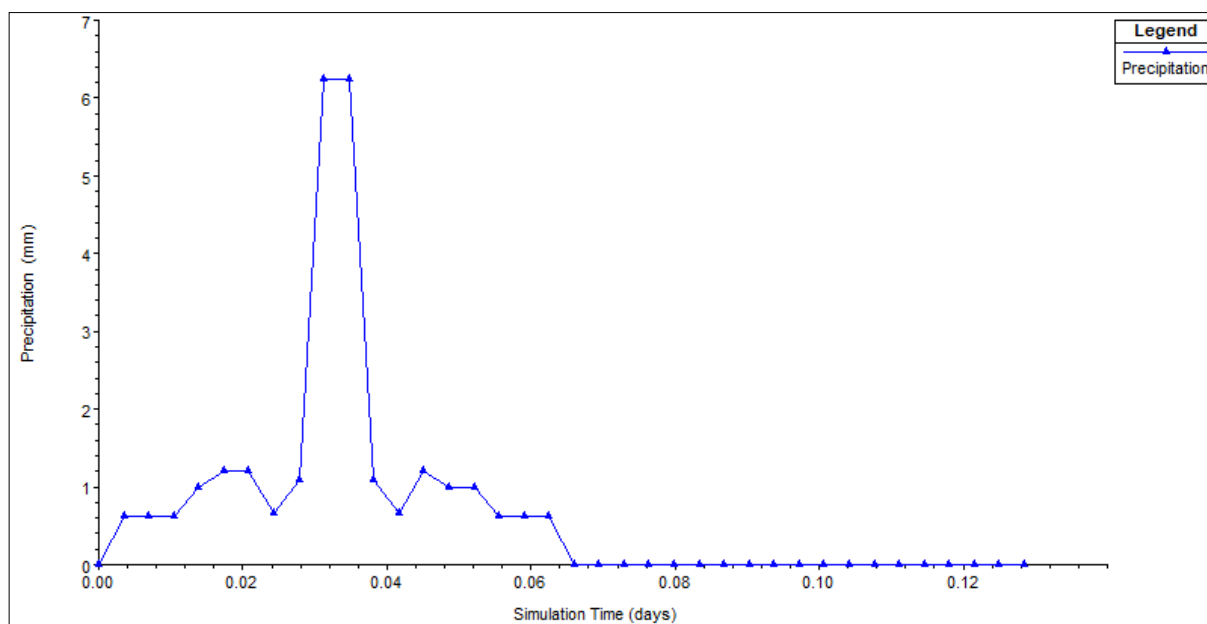
Det er generert dreneringslinjer basert på laserscannet terreng med en meters oppløsning fra kartverket, vist i Figur 1:



Figur 1. Dreneringslinjer for eksisterende situasjon. Reguleringsområdet med rød grense, nedbørsfelt med lys grønn farge

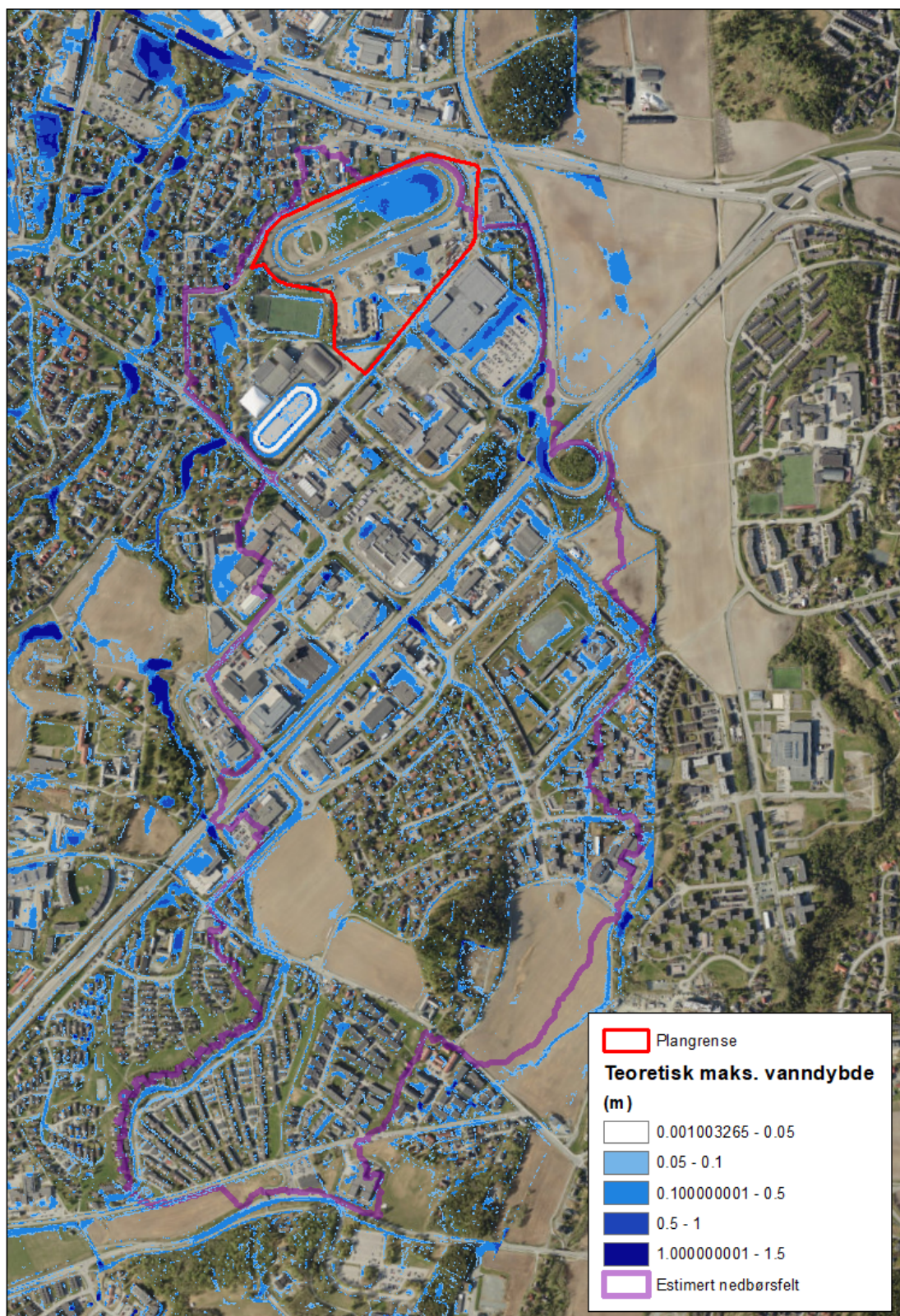
Eksisterende terrengavrenning vil trolig gå i nordvestlig retning som indikert av beregnede dreneringslinjer. Samtidig går det også en dreneringslinje langs Haakon VII's gate. Det vil trolig være mest hensiktsmessig å føre flomvann mot denne, framfor mot eksisterende bebyggelse i nordvest som i dagens situasjon. Om kommunen på et senere tidspunkt gjenåpner bekk langs Haakon VII's gate vil en flomvei fra planområdet mot nordøst passe godt med dette.

Totalnedbørfelt til et punkt rett nedstrøms planområdet er estimert til 166 ha (1,66 km²) men tallet er usikkert da feltet er sterkt urbanisert. En testberegning med den rasjonale metode ($C = 0.51$, $I = 87.5$ l/s/ha, klimafaktor 20 %) gir en total vannmengde på 8.9 m³/s nedstrøms planområdet ved 200-års nedbør. Dette tallet er trolig alt for konservativt, da feltarealet egentlig er for stort til at den rasjonale metode kan benyttes. I tillegg gir ikke metoden noen indikasjon på hvor mye vann som går i hvilke vannveier. For å få et bedre estimat på dette benyttes en todimensjonal avrenningsmodell med eksisterende laserscannet terreng fra kartverkets som input. Modellen inkluderer ikke eksisterende overvannsnett, og det beregnes dermed for en situasjon der overvannsnettet er uvirksomt/overbelastet. Dette gir en veldig konservativt estimat på vannmengde. Som input brukes regnhyetogram (Figur 2) for 200 års gjentakintervall konstruert ut fra Voll-Moholt-Tyholt-serien. Det benyttes 20 % klimapåslag på disse verdiene. Regnforløpets varighet settes til 1,5 time. Resultatet vises i Figur 3 og Figur 4.



Figur 2. Regnhyetogram som input til 2D-avrenningsanalyse

Dette gir en maksavrenning til planområdet på **3,6 m³/s**. Øvrig vann som akkumuleres i det estimerte nedbørfeltet vil ifølge beregningen gå utenom planområdet. Beregningen viser også at vann i enkelte tilfeller kan bevege seg på tvers av de estimerte nedbørfeltlinjene. Da området er tilnærmet flatt i dag viser modellen vannansamling i travbanens nordende. Ved å gi fremtidig terreng fall mot nordøst (i praksis som en flomvei) vil i teorien vannansamlinger som dette elimineres. I tillegg kan det settes av arealer i planområdet der vann kan tillates å fylle seg opp ved ekstremnedbør.

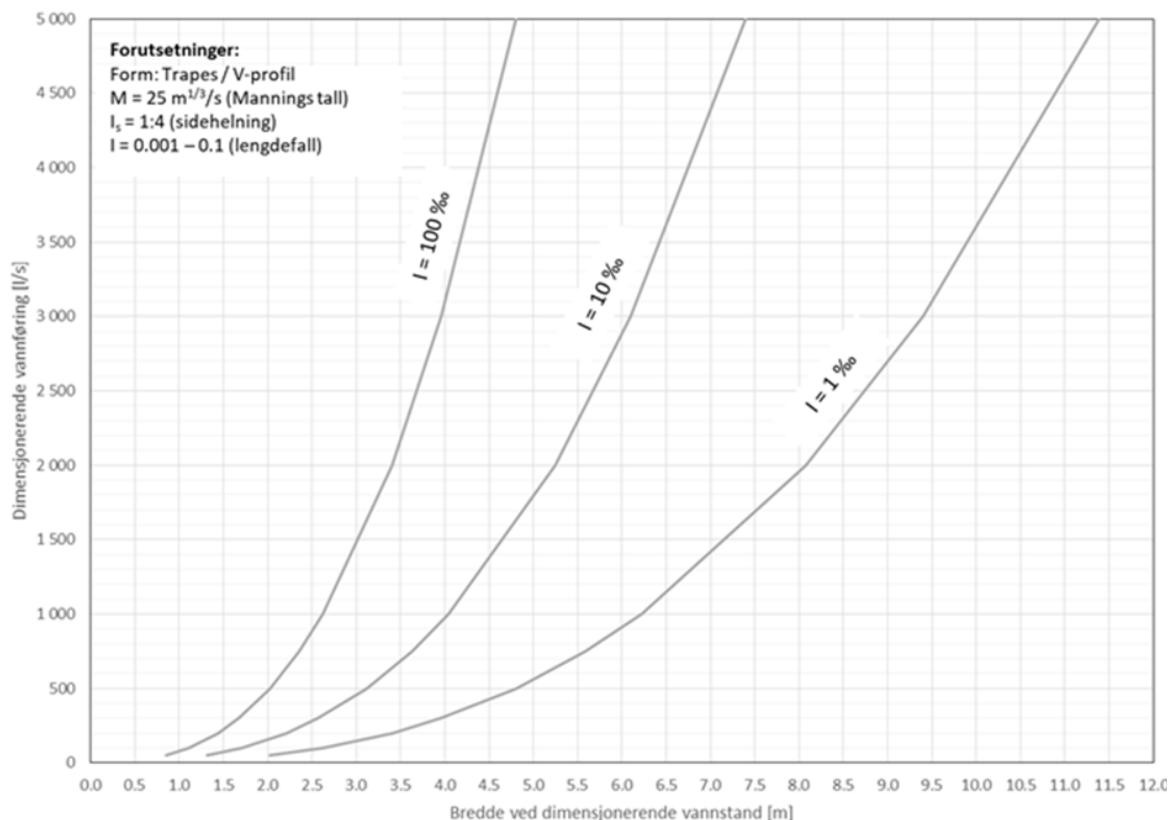


Figur 3. Vannveier og lavpunkter ved nedbørstilfelle med gjentakintervall 200 år. Fargen indikerer dybde.

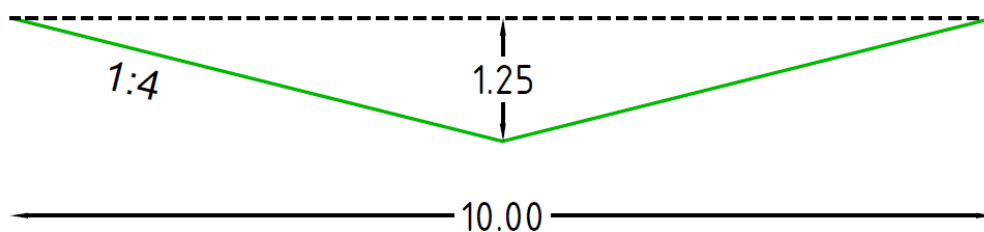


Figur 4. (Utsnitt av Fig. 3)

Basert på eksisterende terreng kan det la seg gjøre med en til to promilles lengdefall på flomvei mot nordøst. Med estimert 200-årsflom (terrengavrenning) på $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$ vil dette si at flomvei bør ha teoretisk bredde på minimum ti meter. Forutsetningene som ligger til grunn for dette er V-formet flomvei med sidehelning 1:4 og Manningtall/ruhet på 25 ($n = 0,04$). Tallene følger av Figur 5. Prinsippskisse/tverrprofil vises i Figur 6



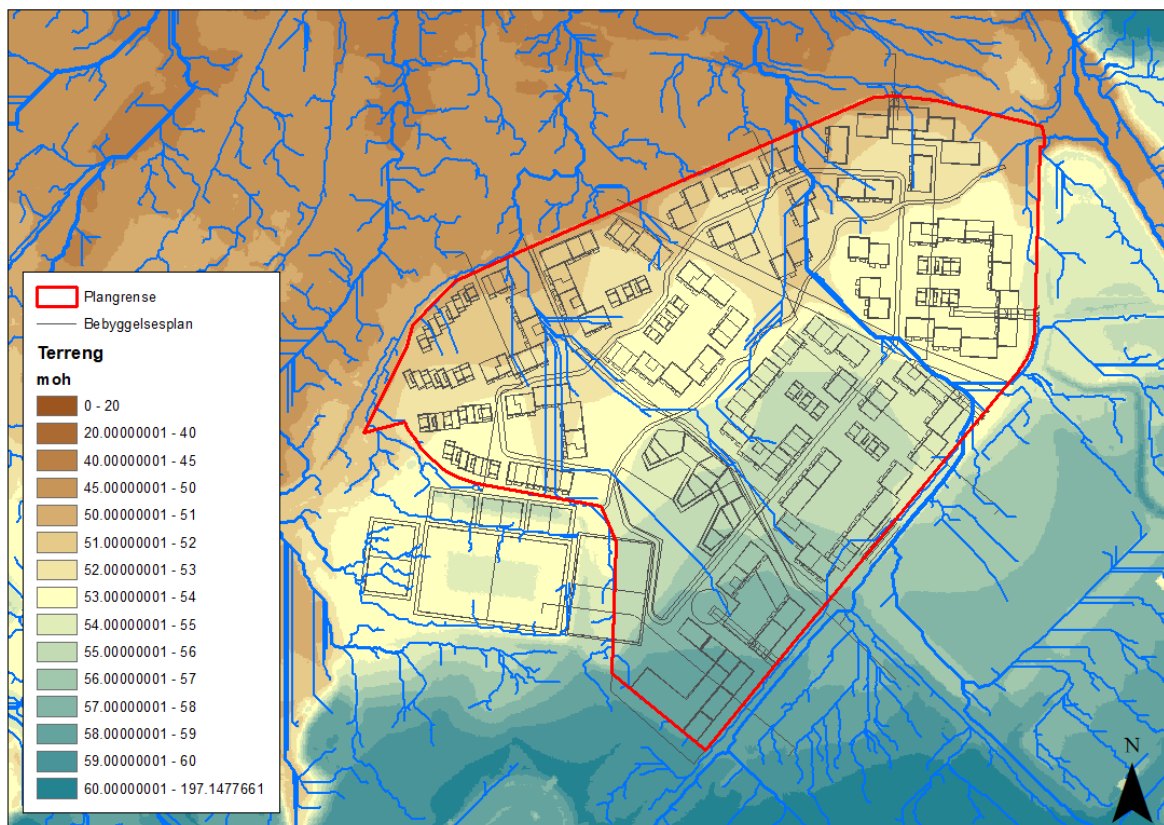
Figur 5. Diagram for estimering av bredde på trapes-/V-formet flomvei.



Figur 6. Tverrprofil/prinsippskisse av V-formet flomvei med bredde 10 m

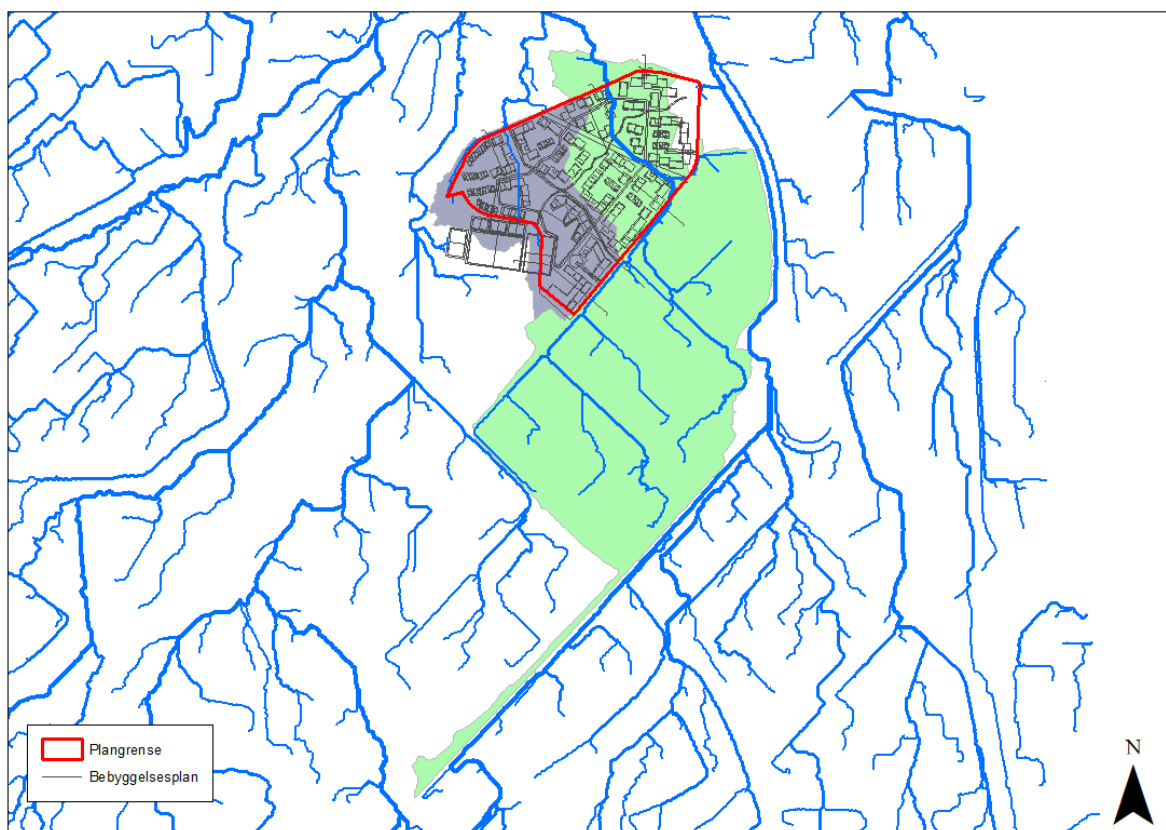
2.2. Fremtidig situasjon

For fremtidig situasjon tas det utgangspunkt i terregutkast fra SLA (LARK) oversendt 18/6-18. Det er gjort tilsvarende beregninger som for eksisterende situasjon. For dette terrenget blir dreneringslinjene som vist i Figur 7



Figur 7. Dreneringslinjer for nytt terregutkast

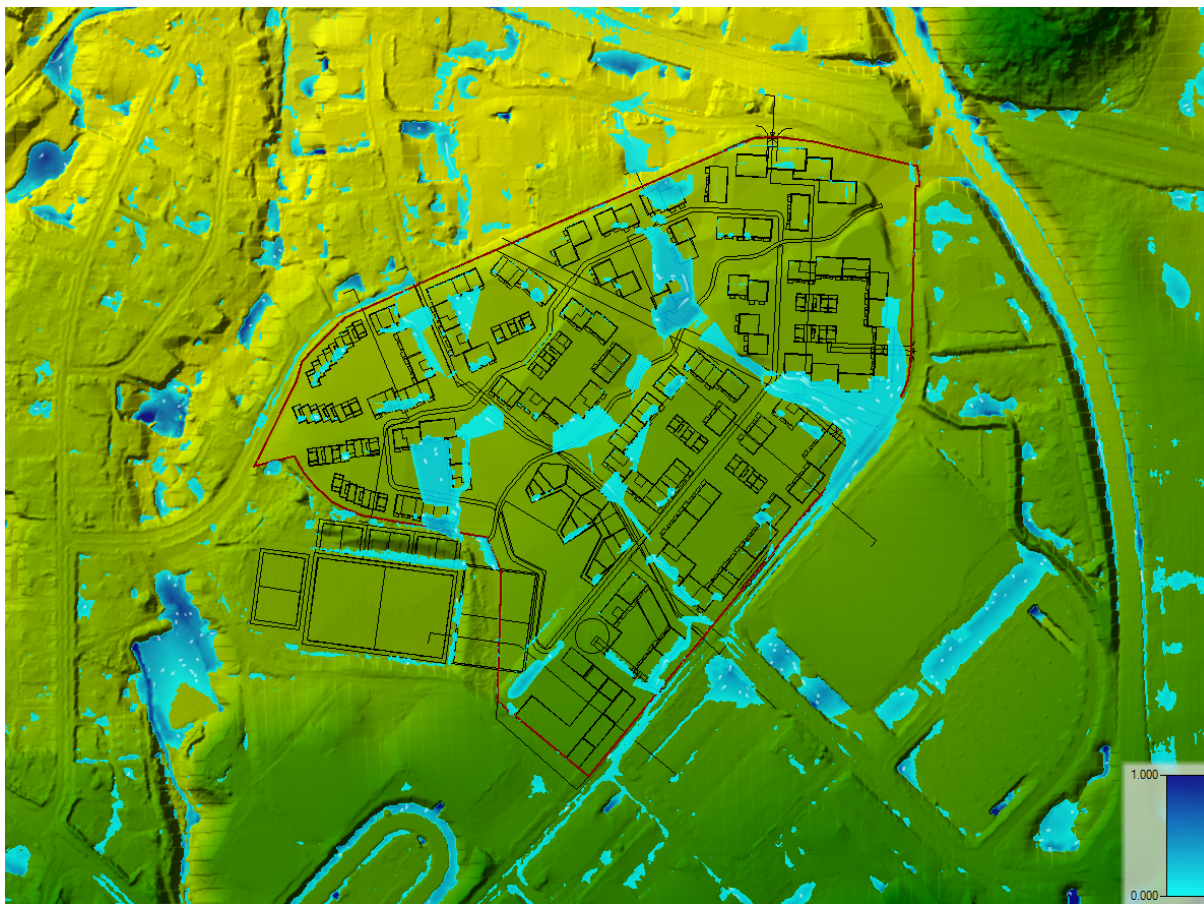
Analysen viser at det med dette terrenget danner seg to hovedflomveier mot nord/nordvest. Den østre av disse har et tilrenningsareal/nedbørsfelt på ca. 34 ha, mens vestre flomvei har et felt på ca. 10 ha. Det understrekes at de reelle nedbørfeltene kan være forskjellige fra dette, da denne terrenganalysen ikke tar høyde for alle forhold som påvirker vannveiene. Feltene vises i Figur 8.



Figur 8. Beregnede nedbørfelt med nytt terreng. Det blir to hovedfelt, der østre flomvei har det største feltet (grønt) med ca. 34 ha. Vestre felt blir på ca. 10 ha.

Det er også kjørt tilsvarende 2D-avrenningsberegning som for eksisterende terreng. Avrenningsmodellen gir omkring $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ vann inn mot planområdet for et 200-årsregn, altså noenlunde samme mengder som i eksisterende situasjon. Beregningen er relativt grovmasket men kan gi god indikasjon på hva som blir hovedvannveier og lavpunkter i en ekstrem situasjon. Dybdeplott (for dybder over 5 cm) vises i Figur 9. Resultatet ser ut til å bekrefte at østre flomvei vil transportere mest vann gjennom området. Bygg er ikke tatt med i terrengmodellen.

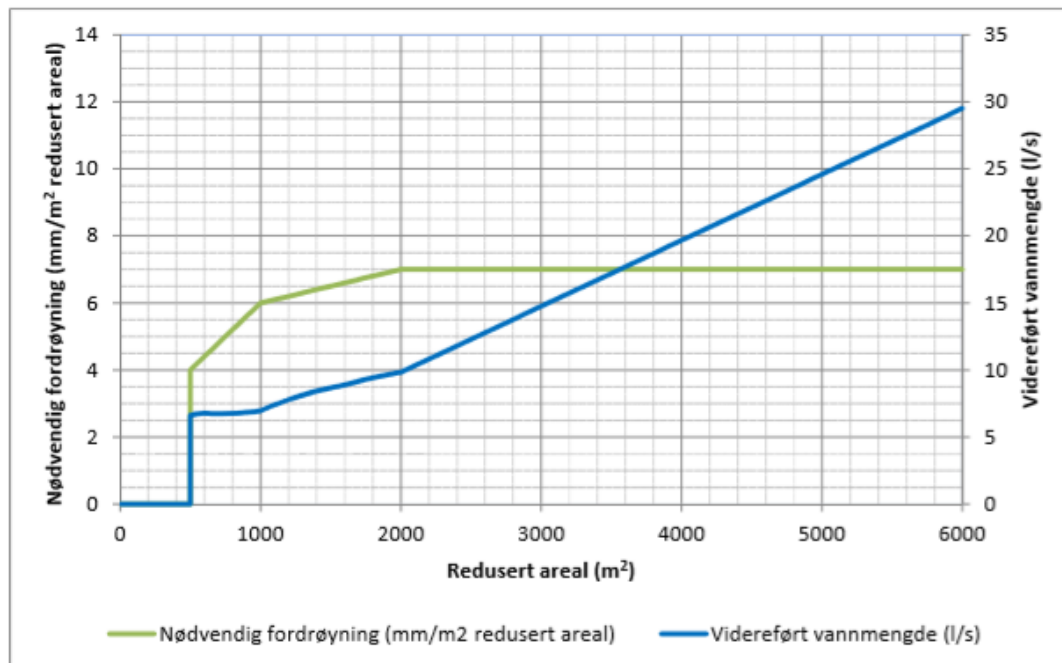
For denne vannmengden vil en flomvei med samme forutsetninger som i kapittel 2.1 bli ca. 11 m bred, jfr. Figur 5. Flomvei(er) bør avsettes i reguleringsplan og beskrives i planbeskrivelsen.



Figur 9. Avrenningsberegning med terreng fra 18/6-18. Kun dybder over 5 cm vises

3. NØDVENDIG FORDRØYNINGSVOLUM

Planområdet er på ca. 12,9 ha (129 100 m²). For eksisterende situasjon med travbane er avrenningskoeffisient C satt til 0,66. Med en konsentrasjonstid på 5 min, 20-års nedbørsintensitet på 188,2 l/s/ha (Voll-Moholt-Tyholt) og klimafaktor 1,2 blir dagens avrenning fra planområdet 1,91 m³/s.



Figur 10. Trondheim kommunes minimumskrav til fordrøyning og maks videreført vannmengde

I henhold til kommunens VA-norm, vedlegg 5 vil minimum fordrøyningsvolum for en tomt av denne størrelsen bli 7 mm/m² redusert areal, forutsatt at kurven kan ekstrapoleres for areal over 6000 m² (Figur 10). (Redusert areal er fremtidig avrenningskoeffisient multiplisert med areal). Da fremtidig arealfordeling ikke er endelig fastlagt skisseres nødvendig fordrøyningsvolum for ulike C-faktorer. En C-verdi på 0,3 tilsvarer et skogsområde. Det legges til grunn at fremtidig C-faktor ikke blir større enn eksisterende. Ved lik C-faktor som dagens vil minimum fordrøyningsvolum bli ca. 600 m³.

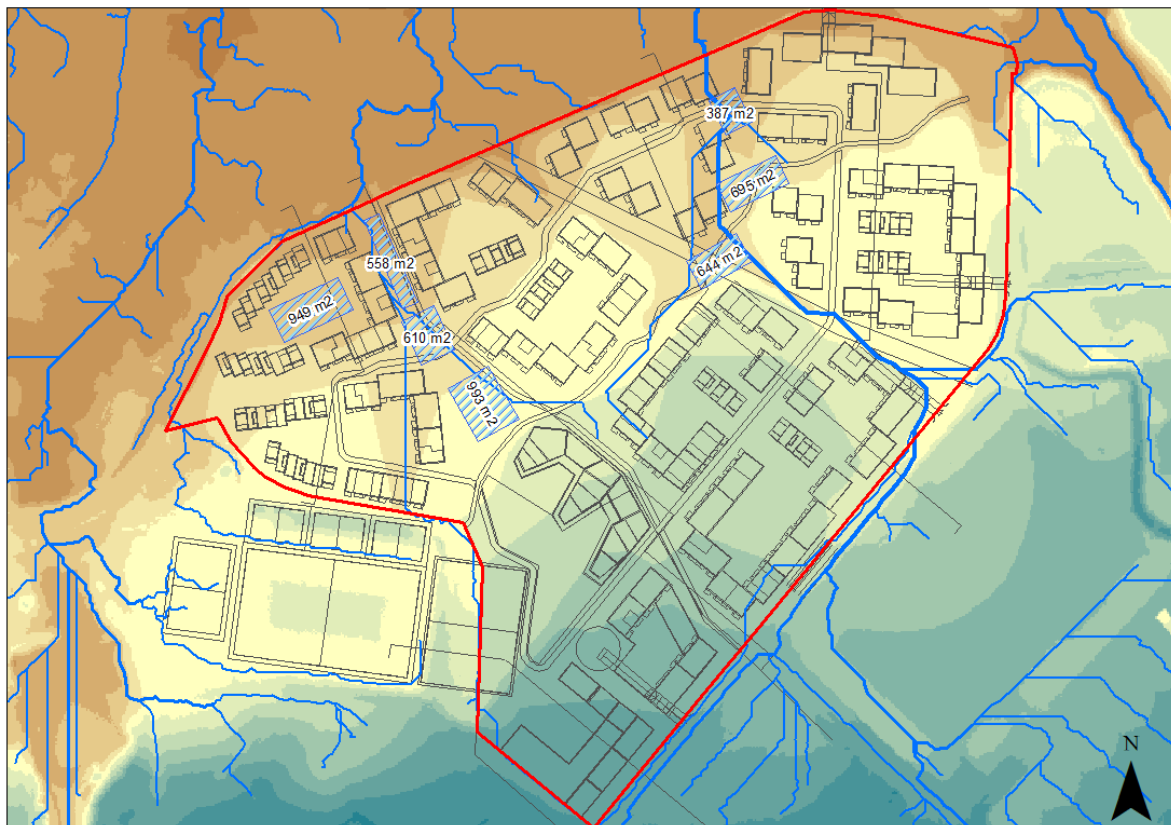
Ut fra siste forslag til bebyggelsesstruktur vil C-verdien for området etter utbygging ligge omkring 0,56. Dette forutsetter C = 0,9 for alle bygg/takflater, og C = på 0,4 for alt øvrig areal. Med vegareal inkludert vil C-verdien trolig bli ca. 0,6. Dette gir i så fall et minimum nødvendig fordrøyningsvolum på **542 m³**.

Tabell 1. Minimum fordrøyningsvolum for ulike fremtidige C-verdier

Avrenningskoeffisient (utbygd areal)	Redusert areal (m²)	Minimum fordrøyningsvolum (m³)
0.3	38730	271
0.4	51640	361
0.5	64550	452
0.6	77460	542
0.66	85206	596
0.7	90370	633
0.8	103280	723

Når endelig arealdisponering for planområdet er satt (og ny C-verdi beregnet), er minimum nødvendig fordrøyningsvolum for et 20-årsregn i fremtidens klima gitt av Tabell 1. Fordrøyningsvolumet kan etableres i form av åpne dammer, underjordisk lukket magasin/kassetter, eller en kombinasjon. Fordrøyningen må ha overløp til flomveien(e) slik at overskuddsvann i ekstremisituasjoner (>20 år) har en trygg avrenningsvei på overflaten. Maksimal videreført vannmengde fra fordrøyning til kommunal overvannsledning er satt til **155 l/s**, basert på ekstrapolering av tabell i VA-normens vedlegg 5 for redusert areal tilsvarende ca. **77 460 m²**.

Figur 11 illustrerer mulige plasseringer for fordrøyning, og hvilket areal disse utgjør. Forutsatt en meters dybde tilsvarer dette volum i m³.



Figur 11. Mulige plasseringer av fordrøyning, med nye dreneringslinjer

4. USIKKERHET I BEREKNINGENE

Beregningene og datagrunnlaget som ligger til grunn for resultatene er beheftet med usikkerhet. De viktigste usikkerhetsfaktorene er listet under:

- Usikkerhet/unøyaktighet i terrenggrunnlag - kan medføre feil i beregnede avrenningsveier, nedbørsfelt og avrenningsmengder. Reell 200-årsflomvannmengde kan være større.
- Ledningsnett er ikke inkludert i avrenningsanalyse – kan medføre at vann som i realiteten transporteres i ledninger på tvers av de beregnede nedbørsfeltgrensene ikke inkluderes, hvilket kan resultere i feil beregnet vannmengde til reguleringsområdet. Å skulle tatt med ledningsnett ville riktignok blitt for omfattende.
- Usikkerhet i estimat av C-faktor. Dette vil påvirke beregnet redusert areal, minimum fordrøyningsvolum og maks videreført vannmengde. Størst usikkerhet knytter seg til beregning av fremtidig C-faktor.