Oslo

Flomvurderinger for mulighetsstudie av konsekvenser ved senking av stasjonsoppgang A - Fornebu Stasjon og Base

Dok.nr.: PF-P-610-RB-0001
Revisjon: 01G



Dokumentet er utarbeidet av

Rev.	Dato	Utgitt for	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01G	17.09.2021	Gjennomsyn	Sunniva Fines	William Stott	Hilde Hystad

Innhold:

1 INNLEDNING 4

1.1 Hensikt 4
1.2 Sammendrag 4
1.3 Konklusjon 5

2 ENDRINGSLOGG 5

3 FLOMVEIER FØR UTBYGGING (EKSISTERENDE SITUASJON) 5

4 ALTERNATIVE TERRENGUTFORMINGER I MULIGHETSSTUDIEN 6

4.1 Alternativ 1: Kombinasjon av oppstuving og lavbrekk i bygulv 6
4.2 Alternativ 2: Senket areal/kanal 7
4.3 Alternativ 3: Senke stasjonsoppgang 50 cm 8

5 METODIKK 9

5.1 Grunnlagsdata 9
5.2 Terreng og bearbeiding 10
5.3 Regnhendelse 13
5.4 Mike Zero – modellen 14

6 RESULTATER 15

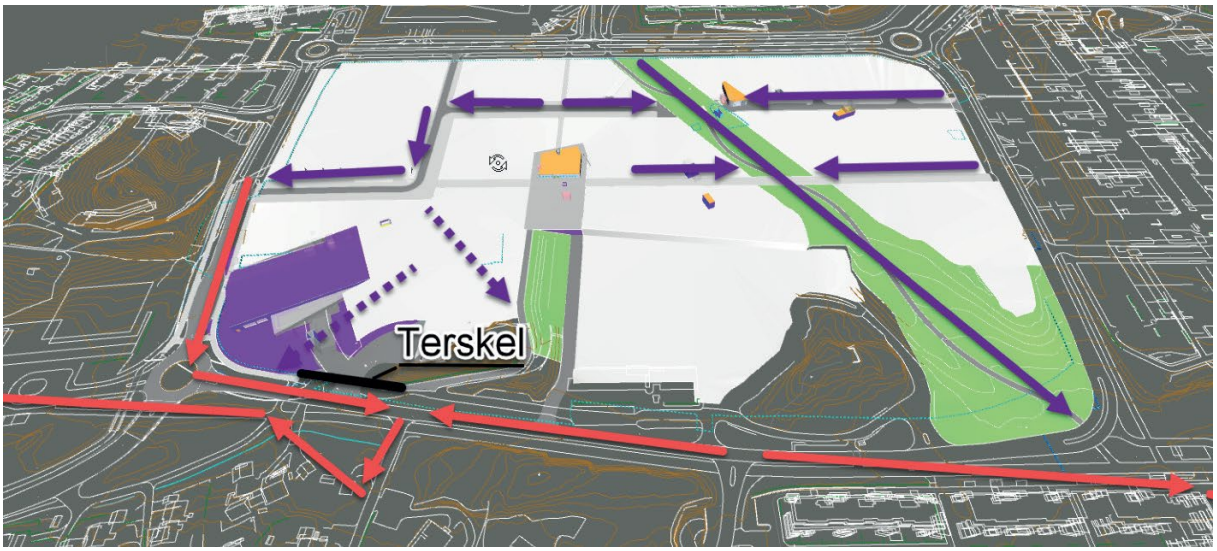
6.1 Alternativ 1 16
6.2 Alternativ 2 18
6.3 Alternativ 3 20

7 KONKLUSJON 22

1 INNLEDNING

1.1 Hensikt

I forbindelse med prosjektering Fornebu Stasjon og Base er det tidligere blitt utført to flomsimuleringer av overvannssitasjonen under en ekstremhendelse som har blitt lagt til grunn for prosjektering av Allmenningen og stasjonsoppgang A (se Figur 1 og Figur 2).



Figur 1: Figur fra FOB sin VA-plan fra 2019. Flomveier og avrennening etter utbygging.

Felles plan ved Rambøll har i juni 2021 stilt følgende spørsmål ved FOBs planer:

1. At stasjonsoppgang A ligger høyere enn Snarøyveien der denne treffer Allmenningen, og at det vanskeliggjør en flomvei forbi denne, kombinert med et universielt bygulv.

2. At tidligere skisser og mellomfase-løsninger fra FOB viser et park-aktig preg, og ikke en urban situasjon med harde dekker.

For å svare ut bekymringer Bærum kommune eventuelt måtte ha vedrørende kotehøyde +13,60 for stasjonsadkomst A bestilte Fornebuetaten et *mulighetsstudie av konsekvenser ved senking av stasjonsoppgang A*. Studien belyser hvordan Fornebubanen ser for seg at en trygg og funksjonell flomvei kan gå igjennom Almenneningen (tidligere kalt grøntdraget) i endelig situasjon og presenterer tre ulike mulige utforminger av Allmenningen som kan ivareta disse hensynene. Denne rapporten beskriver flomsimuleringene som ble utført for å verifisere denne mulighetsstudien.

1.2 Sammendrag

Det ble gjennomført flomsimuleringer i form av en ren overflatemodell på tre ulike terrengutforminger utarbeidet av LARK. I to av alternativene ble kotehøyden på stasjonshøyden opprettholdt på 13.60 moh og flomvannet på sørsiden av stasjonensinngangen ble i det ene alternativet ledet i et lavbrekk i gategulvet og i det andre alternativet i en kanal igjennom Allmenningen. I det tredje alternativet ble kotehøyden på stasjonsinngangene senket til 13.10 moh

og flomvannet ble ledet forbi sørsiden av stasjonsinngangen i et lavbrekk i gategulvet. For de to første alternativene hadde vannspeilet på fribord ift. den sørlige stasjonsinngangen på hhv. 310 og 260 mm. Vannspeilet i flomveien som går nord for stasjonsinngangen ble beregnet til å stå oppunder koten på stasjonsinngangen, med et fribord på 40 mm. For det tredje alternativet hadde beregnet vannspeil for den sørlige inngangen et fribord på bare 40 mm og for den nordlige inngangen sto vannet 20 mm over koten på stasjonsinngangen.

1.3 Konklusjon

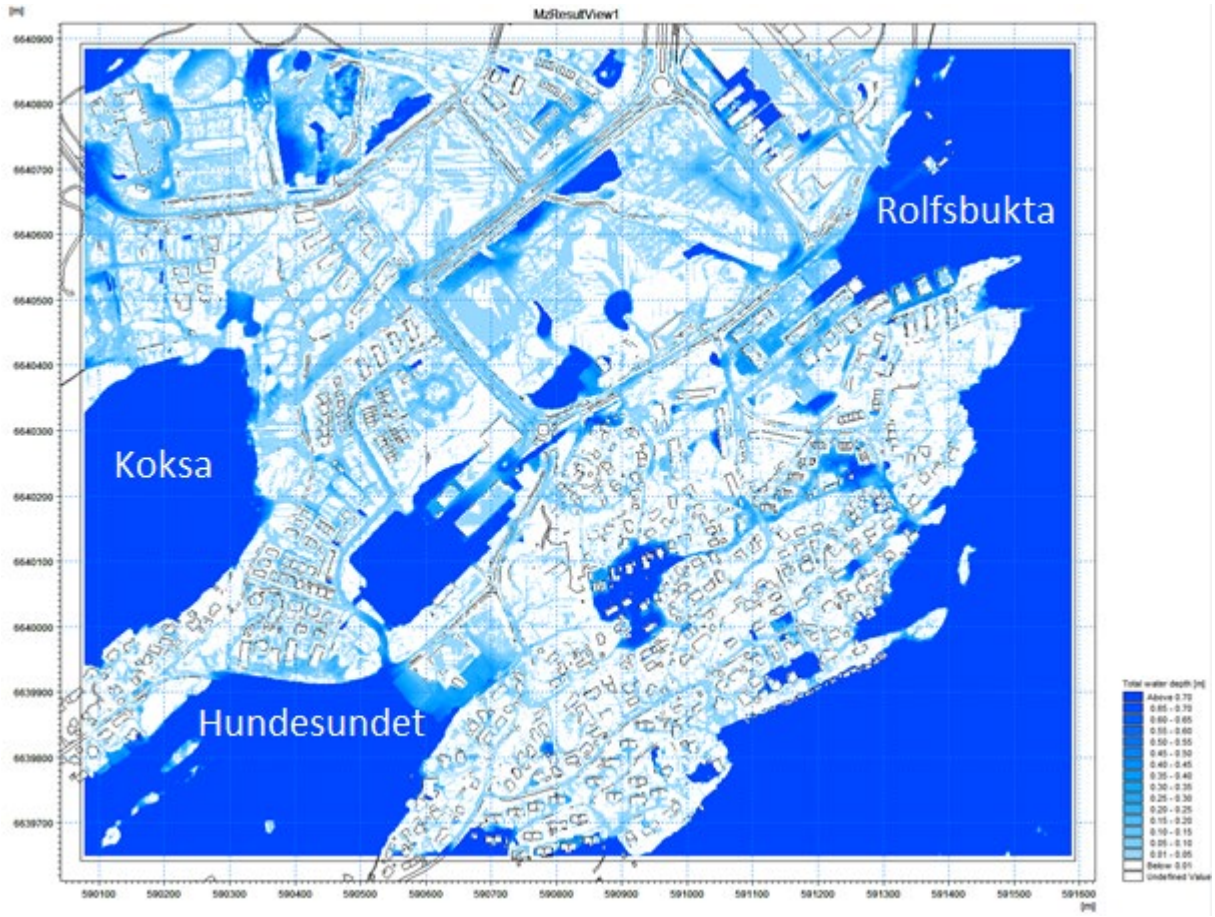
Både alternativ 1 og 2 vurderes som akseptable med tanke på flomsikring av den sørlige inngangen. Det vurderes som hensiktsmessig å gjøre tilpasninger for minske risikoen for at flomvann strømmer inn i den nordlige inngangen ved store regnhendelser. Alternativ 3 vurderes som ikke tilfredsstillende med tanke på flomsikring.

2 ENDRINGSLOGG

Rev.	Rev.dato	Kapittel/side	Beskrivelse av endring
01G	17.09.2021		Første utgave

3 FLOMVEIER FØR UTBYGGING (EKSISTERENDE SITUASJON)

Tidligere utført overvannssimulering på eksisterende terreng viser at hovedflomveien over utbyggingsområdet gikk nord for Allmenningen og deretter rant ut i Rolfsbukta. Videre renner det meste av overvannet som drenerer ut i Snarøyveien ned i Koksa. Flomvannet fra sørenden av utbyggingsområdet drenerer ut i Hundesundet.



Figur 2: Beregnet vannstand for flomtoppen ved modellering av eksisterende situasjon. Regnhendelsen som ble lagt inn i modellen hadde 24 timers varighet, 200 års gjentaksintervall og en klimafaktor på 1,4.

4 ALTERNATIVE TERRENGUTFORMINGER I MULIGHETSSTUDIEN

De ulike alternativene for utforming av Allmenningen presenteres kort nedenfor. Løsningene er beskrevet mer utdypende i *Flomstudie Allmenningen, som er et vedlegg til rapporten Mulighetsstudie av konsekvenser ved senking av stasjonsoppgang A.*

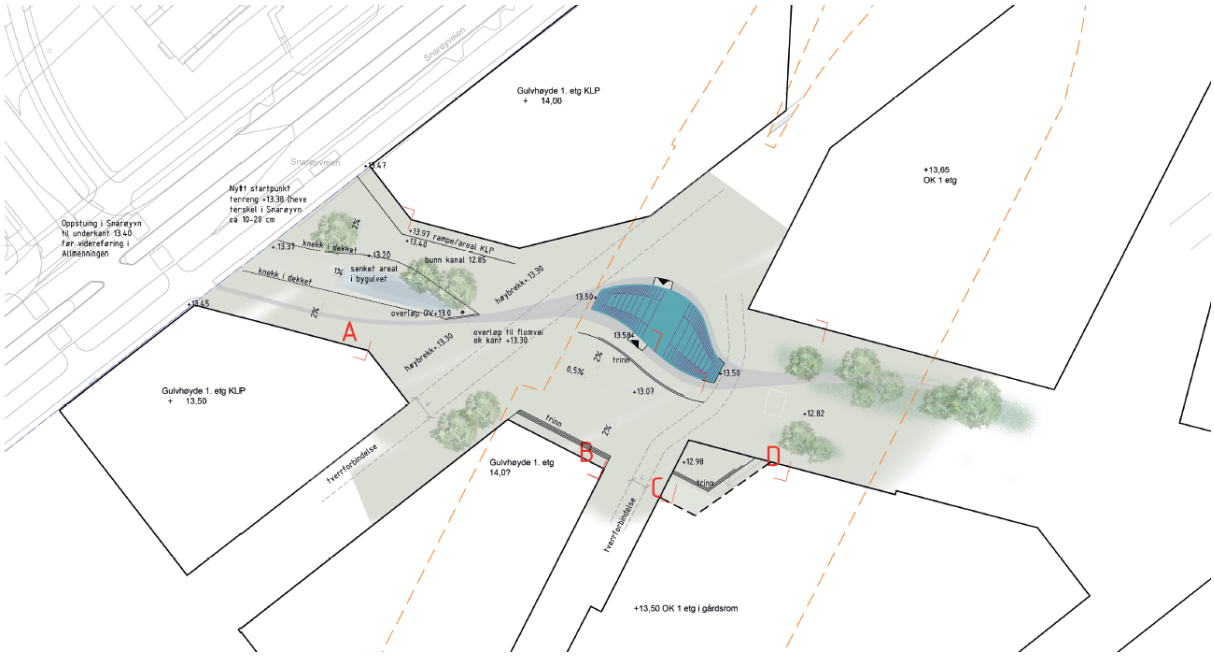
4.1 Alternativ 1: Kombinasjon av oppstuving og lavbrekk i bygulv

Løsningen innebærer oppstuving av flomvann i Snarøyveien og øvre del av Allmenningen, til en terskel satt på kote +13,30. Deretter vil flomvannet fortsette i et lavbrekk i gategulvet. Følgende prinsipper er lagt til grunn:

- Heving lokalt i Snarøyveien (ca. 20 cm), for å oppnå en terskel som gjør at vannet finner veien ned til Almenneningen.
- Stasjonsoppgangen er uendret
- OK gulv på bygg vis a vis stasjonsoppgangen er satt til +14,0.

- Fasade Selvaag er trukket tilbake ved snitt C. Greper er lagt inn for å få flomvannet forbu, men åpner samtidig opp byrommet rundt stasjonen og gir bedre plass for trafikkflyt på tvers.

Løsningen er tegnet inn med trinn fra stasjonsoppgang ned til togarealet i front. I tillegg er det UU-tilkomst fra ramper på sidene. Overbygningen over dekkene er relativt uendret.



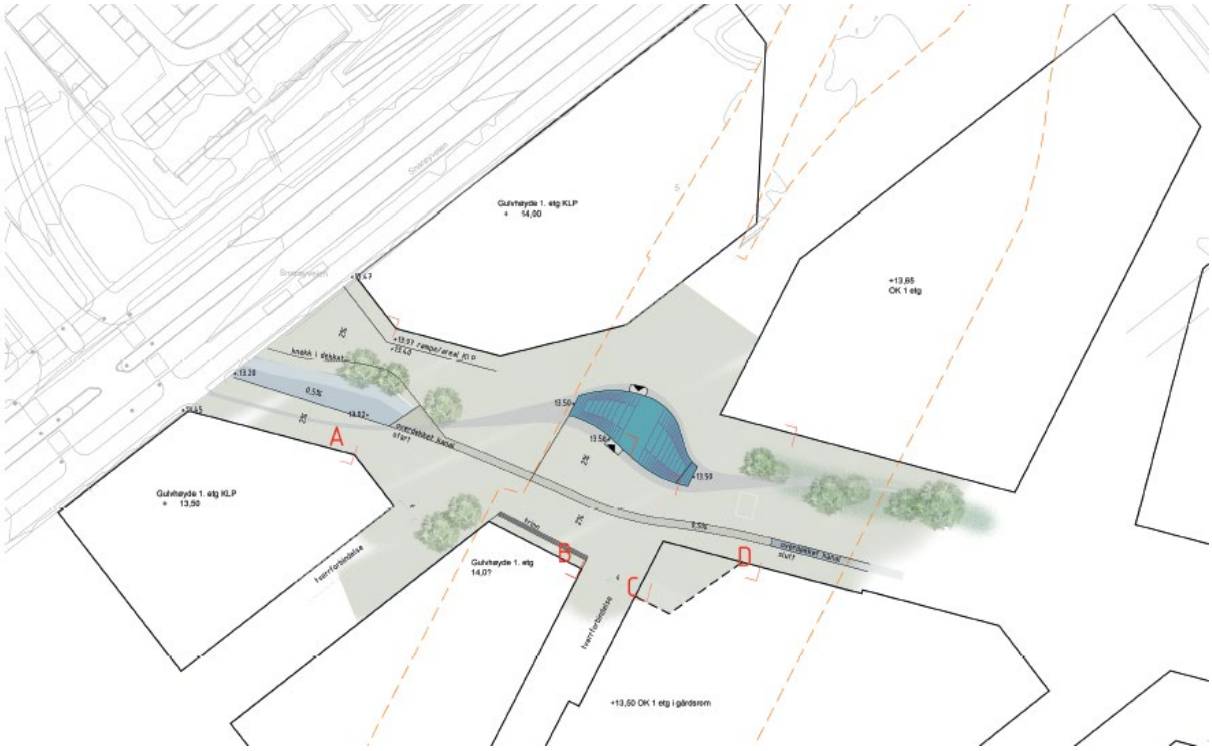
Figur 3: Illustrasjonsplan, alternativ 1.

4.2 Alternativ 2: Senket areal/kanal

Løsningen leder flomvannet i et senket areal/kanal igjennom Allmenningen som vekselsvis er lukket og åpen. Følgende prinsipper er lagt til grunn:

- Stasjonsoppgang A er uendret
- Høyder i Snarøyveien er uendret
- OK på gulv vis a vis stasjonsoppgangen er satt til kote +14,0
- Fasade Selvaag er trukket tilbake ved snitt C. Greper er lagt inn for å få flomvannet forbu, men åpner samtidig opp byrommet rundt stasjonen og gir bedre plass for trafikkflyt på tvers.

Overbygningen over dekkene er relativt uendret.



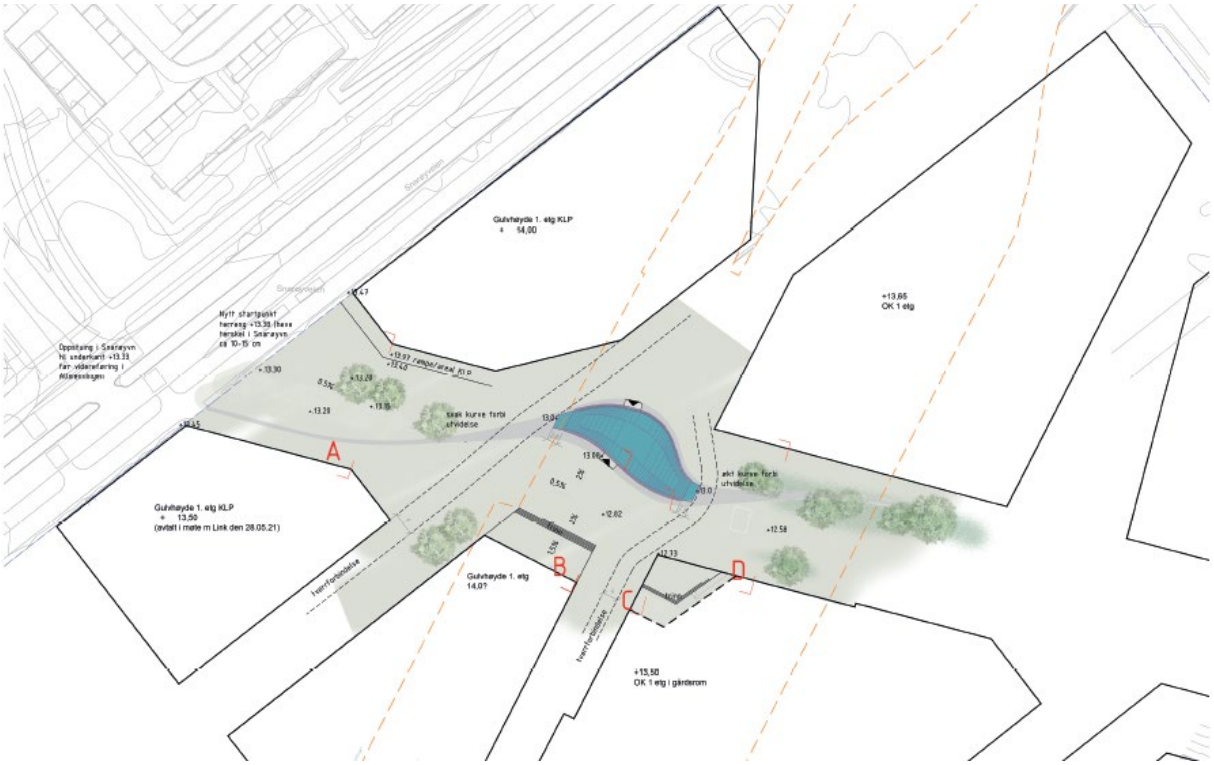
Figur 4: Illustrasjonsplan, alternativ 2.

4.3 Alternativ 3: Senke stasjonsoppgang 50 cm

Løsningen leder flomvannet forbi bebyggelsen i et lavbrekk i bygulvet. Følgende prinsipper er lagt til grunn:

- Inngangen til stasjonsoppgang A senkes 50 cm.
- Heving lokalt i Snarøyveien (ca 15 cm) for å oppnå en terskel som gjør at vannet finner veien ned til Allmenningen.
- OK gulv på bygg vis a vis stasjonsoppgangen er satt til +14,0
- Fasade Selvaag er trukket tilbake ved snitt C. Greper er lagt inn for å få flomvannet forbu, men åpner samtidig opp byrommet rundt stasjonen og gir bedre plass for trafikkflyt på tvers.

Senkningen av stasjonsoppgangen gir et større fotavtrykk og utvidelsen går utenfor formålsgrensen og inn i traseer for kommunikasjon på tvers. Større høydeforskjeller mellom stasjon og motstående bygg vil kreve en trinnløsning mot Reisetorget. Overbygningen over dekkene reduseres.



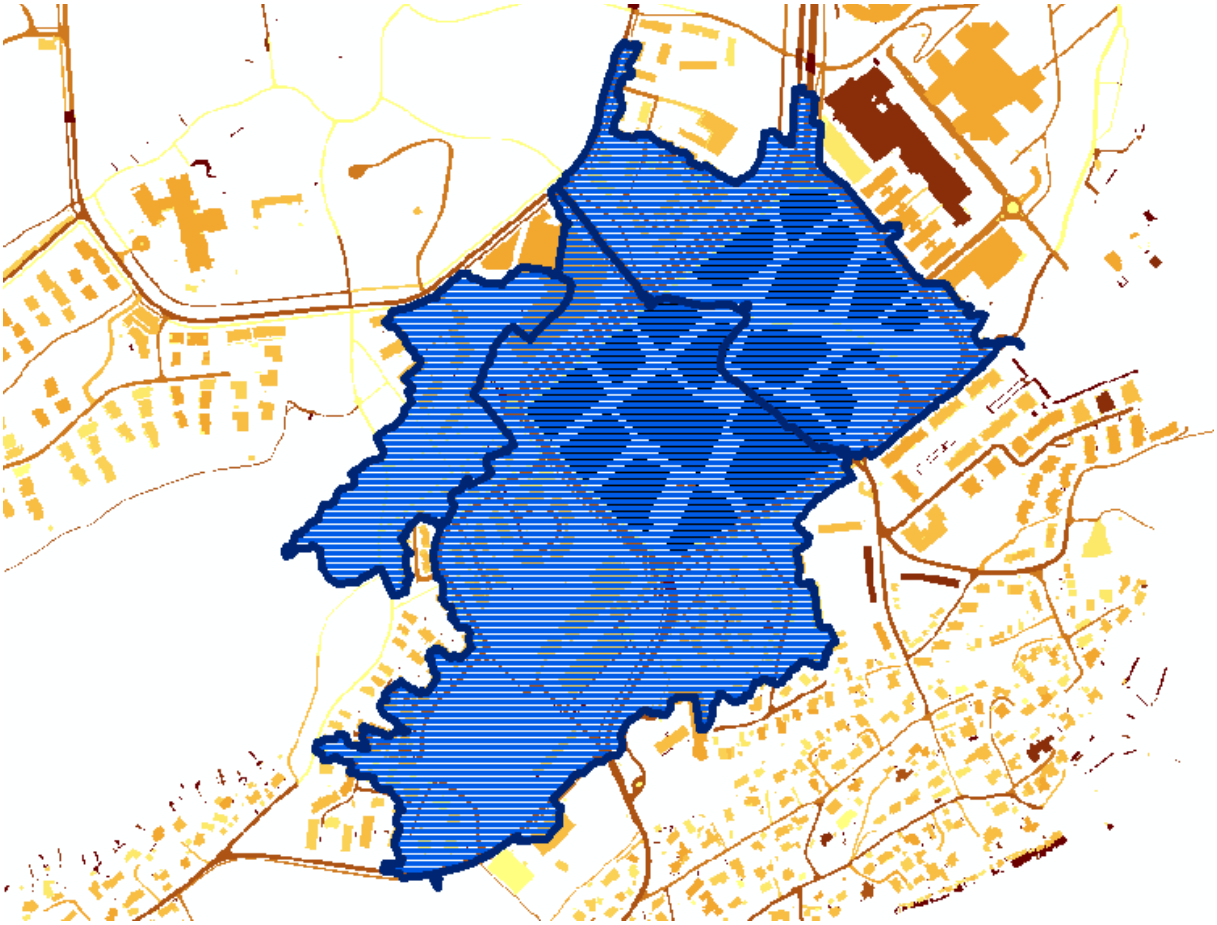
Figur 5: Illustrrasjonsplan, alternativ 3.

5 METODIKK

5.1 Grunnlagsdata

Følgende data ble hentet inn som grunnlag for flommodellen:

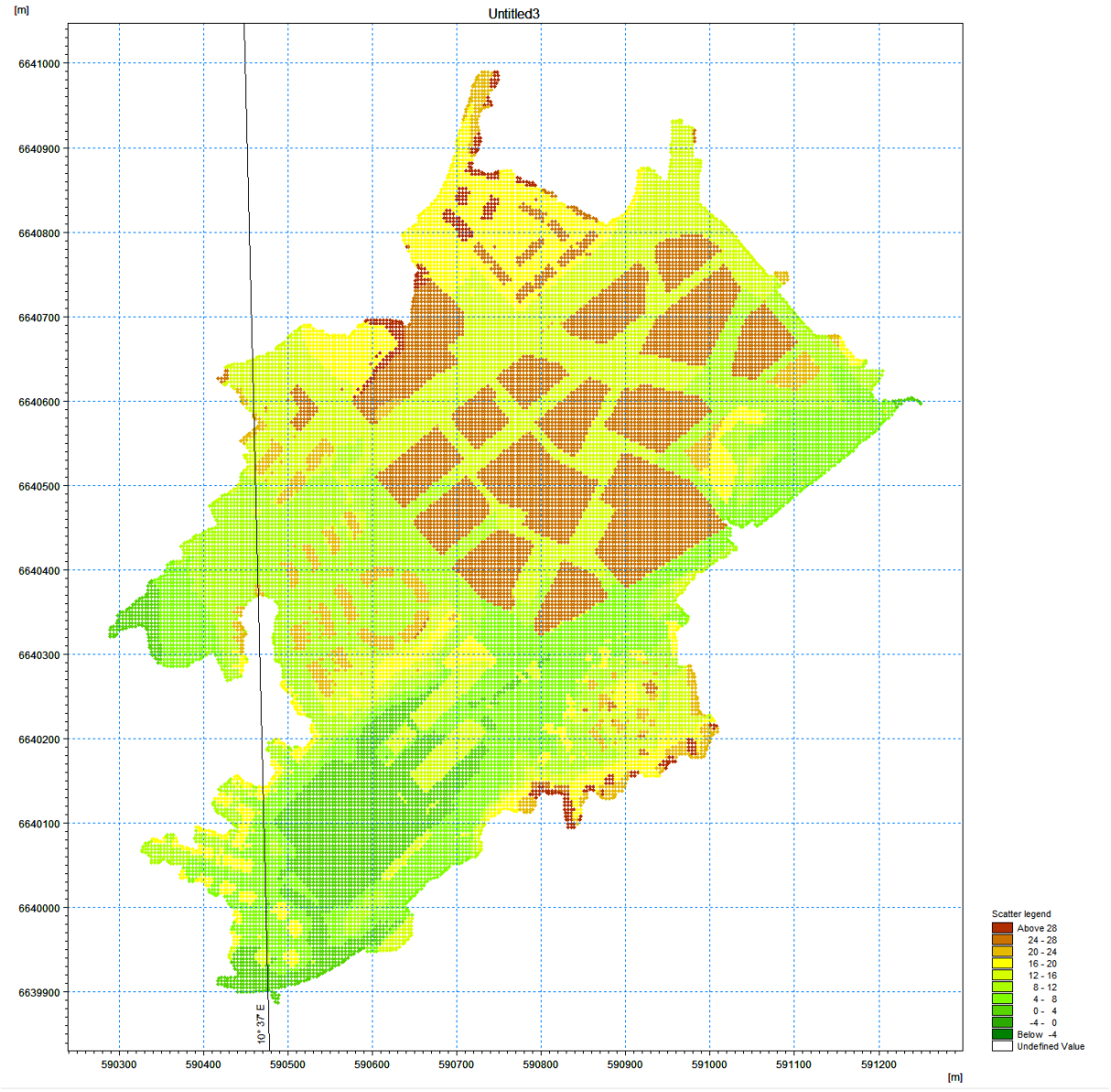
- Høydedata for eksisterende terreng ble lastet ned fra hoydedata.no i form av utsnitt fra den nasjonale høydemodellen i 1x1 m oppløsning.
- Shapefiler for eksisterende bygg og veier ble lastet ned fra Geodata sin uttrekksserver.
- Shapefiler for nedbørfelt ble generert og lastet ned fra nettjenesten Scalgo. Det ble besluttet å inkludere alle nedbørfelt som drenerer anleggsområdet for å også kunne verifisere at prinsippene fra VA-planen imøtekommes i den nåværende planen for utbyggingsområdet som helhet (se Figur 6).
- IVF-kurver for Bygdøy målestasjon ble lastet ned fra Norsk Klimaservicesenter sine nettsider (klimaservicesenter.no).
- Verdier for stormflo med ett års gjentaksintervall ble hentet inn fra Kartverket sine nettsider (kartverket.no).



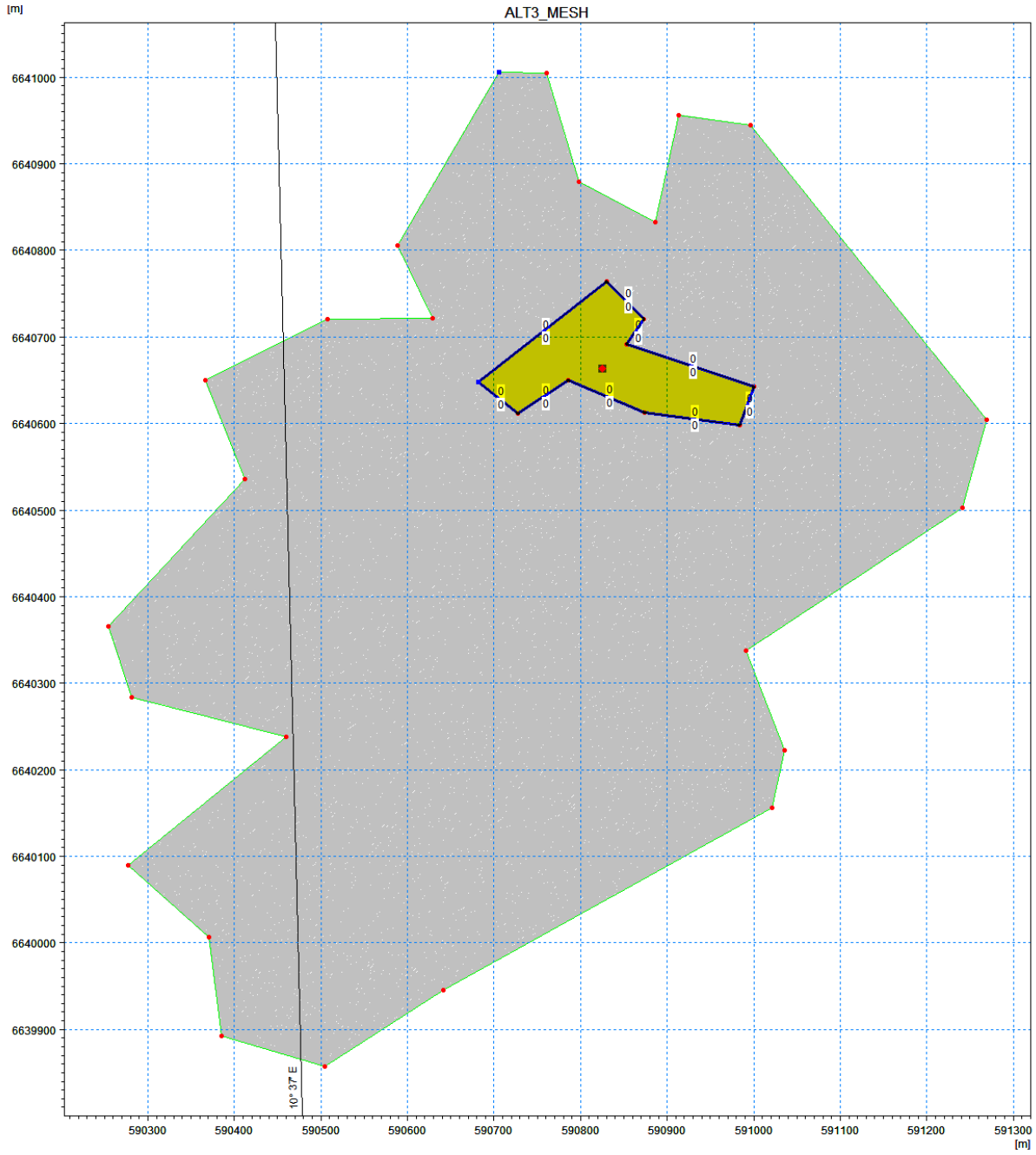
Figur 6: Avgrensningen til de tre nedbørfeltene som dannet grensen for simuleringen.

5.2 Terreng og bearbeiding

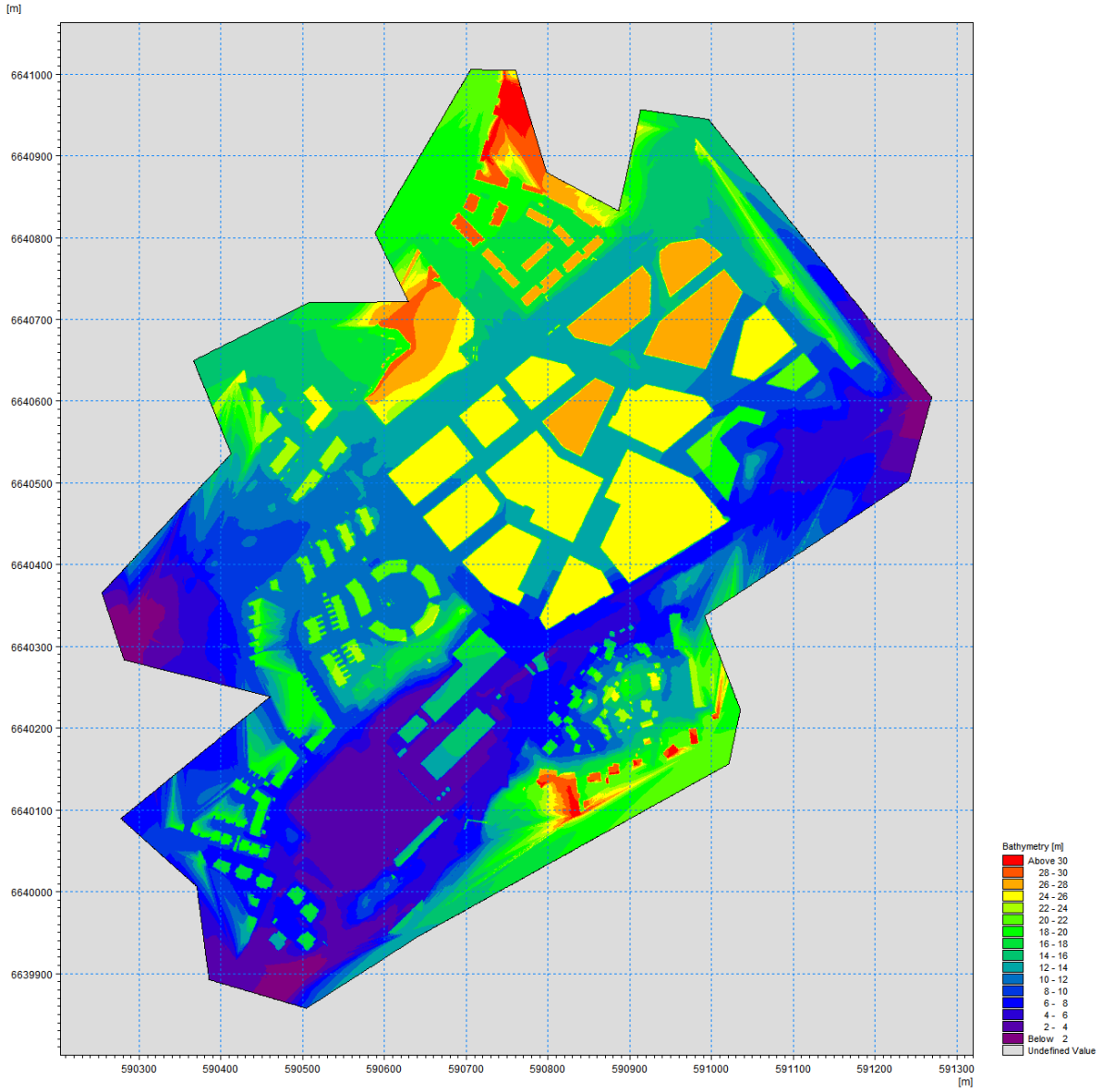
Terrengmodellene for de tre ulike alternativene ble sammenstil med den eksisterende terrengmodellen i GIS. I Mike ble terrengmodellene bearbeidet videre i form av oppretting av et flexible mesh som delt inn området i to ulike områder med ulik oppløsning. Stasjonsområdet/øvre del av Allmenningen og deler av Snarøyveien ble triangulert med en maks oppløsning på 0,5 m^2, mens det for resten av området ble generert triangulering med en oppløsning på 2 m^2. Alle eksisterende og planlagte bygg ble hevet 10 m over bakken.



Figur 7: Avgrensning av simuleringsområdet, her vist for alternativ 3.



Figur 8: Grenser som viser områdeinndeling etter oppløsning på trianguleringen. Det grå området er triangulert med en maks oppløsning på 2m², mens det gule orådet er triangulert med en maks oppløsning på 0,5 m². Her vist for alternativ 3.

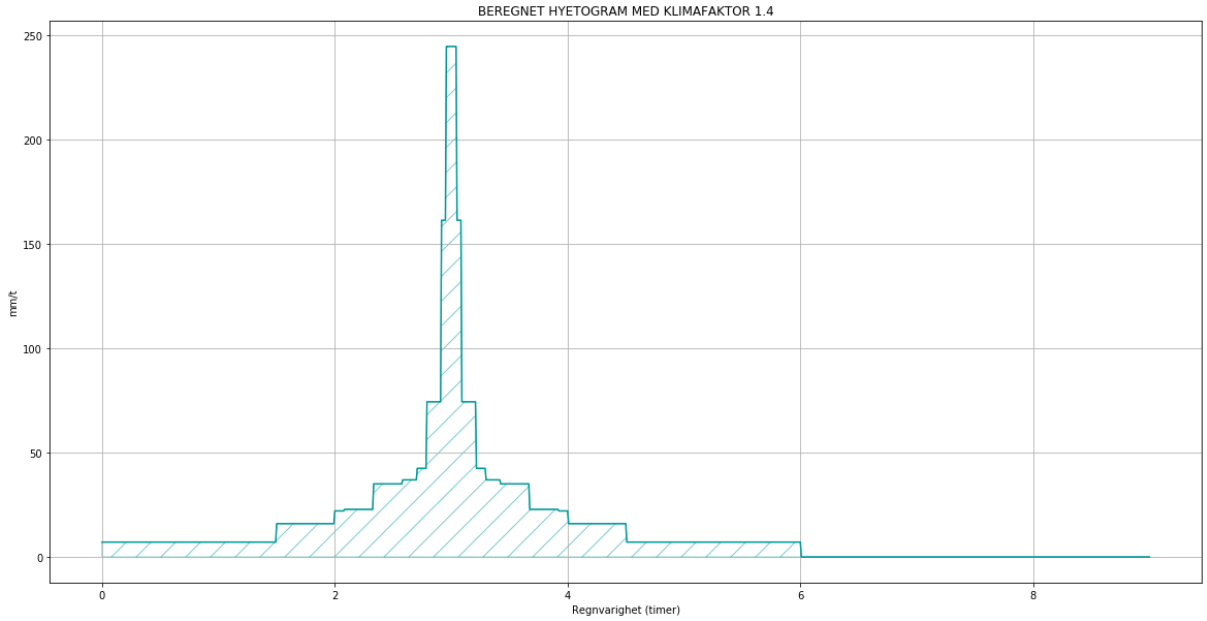


Figur 9: Interpolation mesh for alternativ 3, slik det ble lagt inn i modellen.

5.3 Regnhendelse

Iht. TEK 17 §7-2, sorterer samfunnskritisk infrastruktur som T-banestasjoner under sikkerhetsklasse F3. Dette medfører at største nominelle årlige sannsynlighet for flom ikke skal være større enn 1/1000. Siden det ikke foreligger meteorologiske data for 1000 års gjentaksintervall, har nedbørsmodellen blitt konstruert med utgangspunkt i en regnhendelse med 200 års gjentaksintervall med påslag av en klimafaktor på 1,4. Dette vil i realiteten være konservativt sammenlignet med en potensiell 1000 års hendelse, men vurderes som et bedre alternativ enn å ekstrapolere statistiske data. Grunnlaget for nedbørsmodellen var måledata fra Bygdøy. Regnhendelsen ble konstruert som et symmetrisk blokkhyetogram med 6 timers varighet. Som vist i Figur 10 inntreffer regnhendelsens

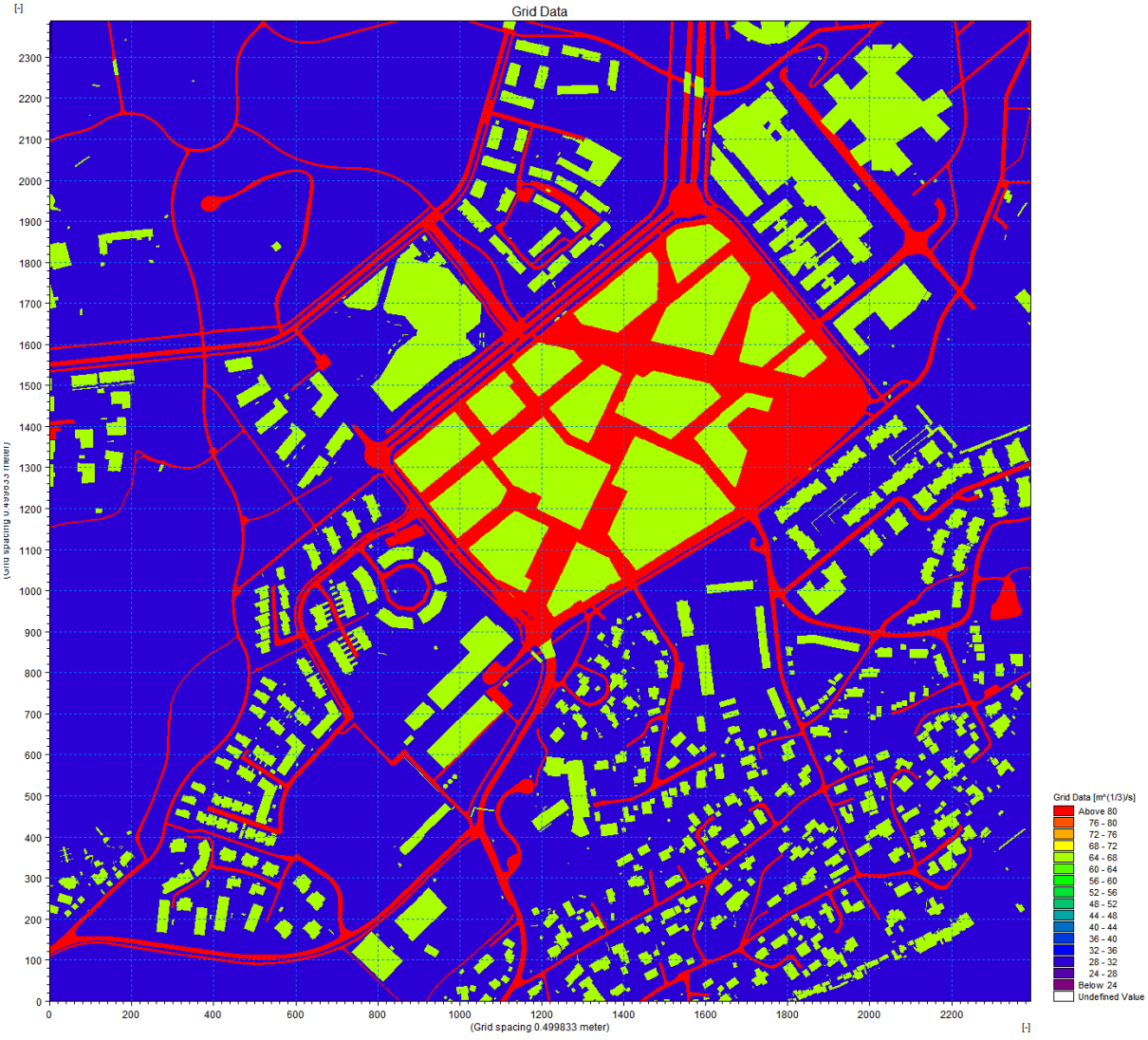
mest intensive nedbør kl. 03:00.



Figur 10: Hyetogram, nedbørshendelse 200 år returntervall, 6 timer varighet, klimafaktor 1,4.

5.4 Mike Zero – modellen

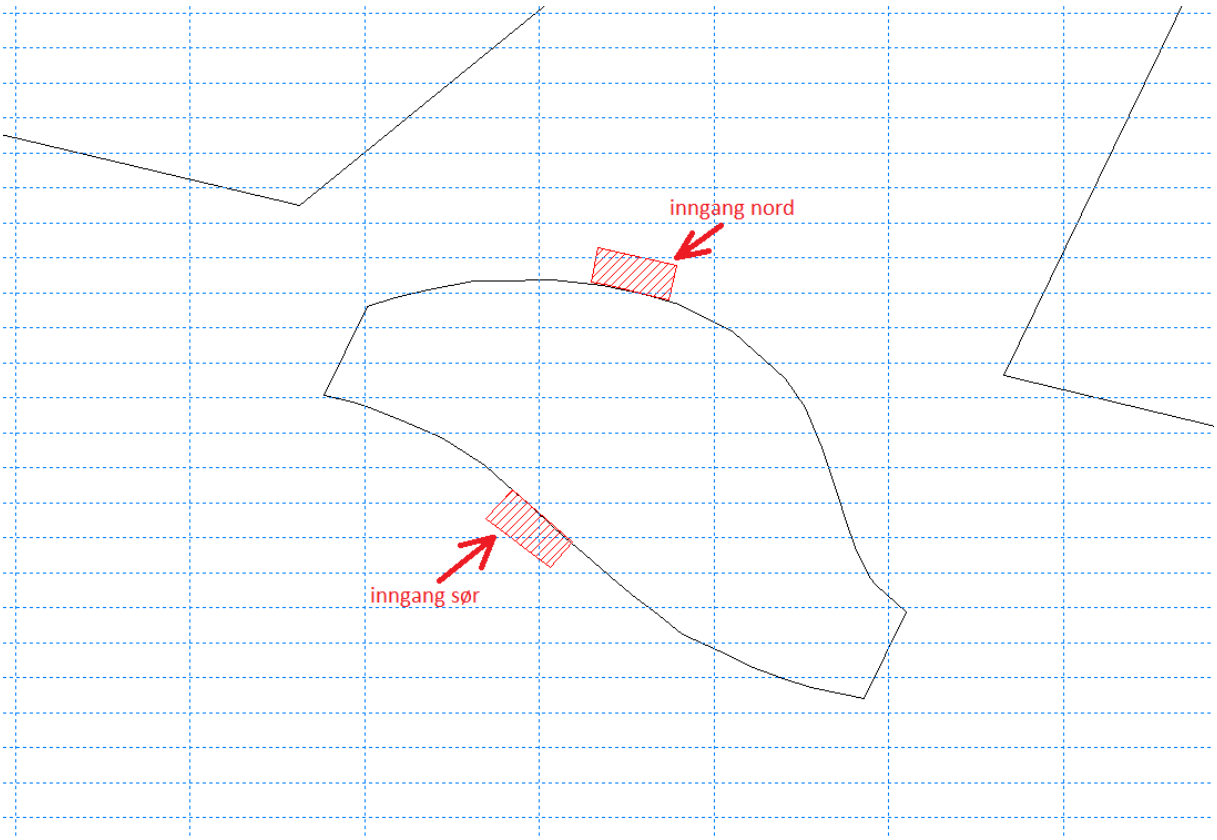
Modellen ble konstruert som en ren overflatemodell uten ledningsnett og infiltrasjon var ikke inkludert i modellen. Mannings friksjonskoeffesient ble satt til M = 65 for veiarealer, M = 30 utenfor vei, etter retningslinjer gitt i Bærum kommunes overvannsveileder for utbygger.



Figur 11: Verdier for Mannings M slik de ble lagt inn i modellen.

6 RESULTATER

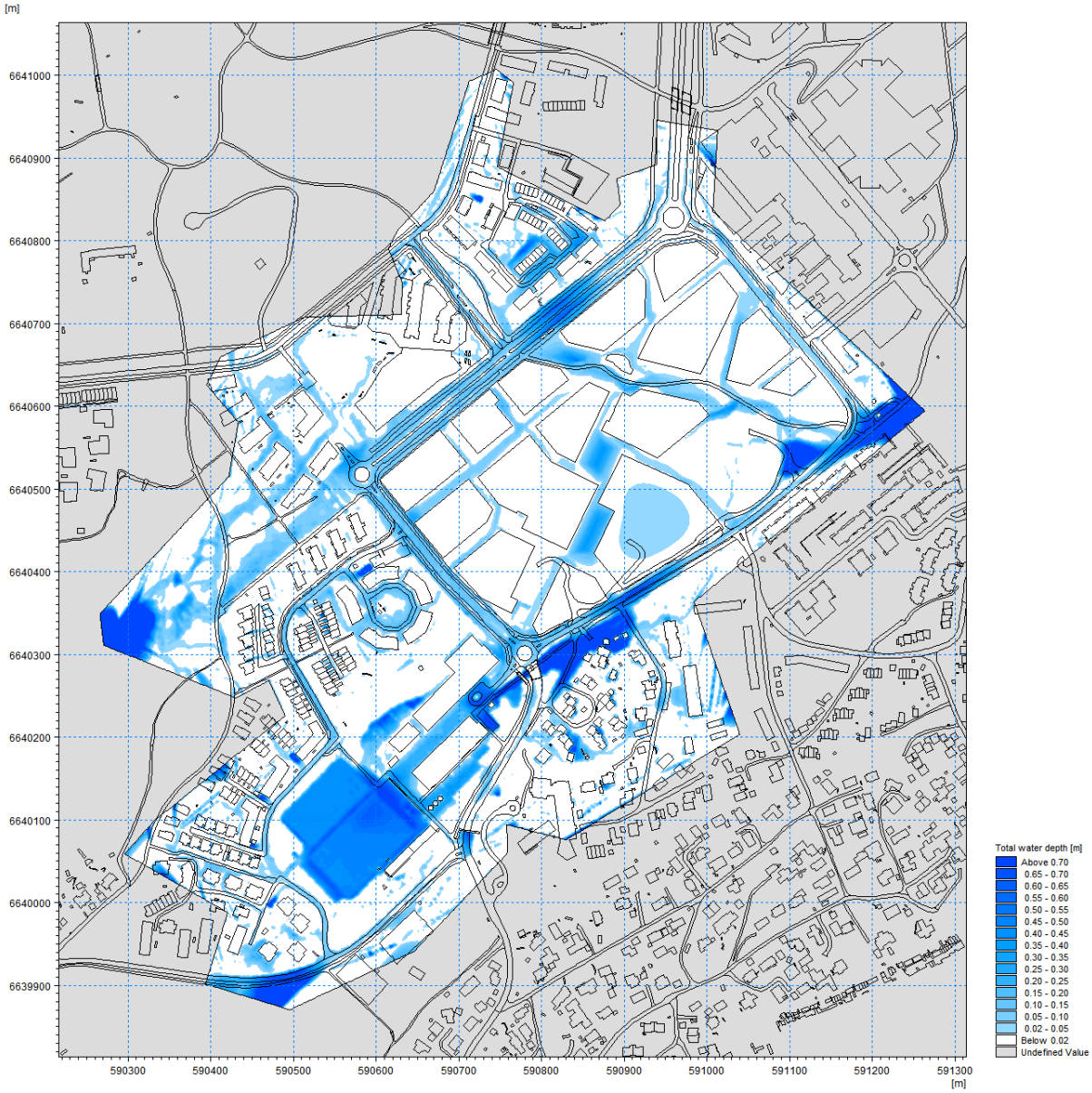
Tidspunkt for maks avrenning inntrådte på samme tidspunkt for alle de tre alternativene, kl 03:05. Det ble avlest verdier for vanndybde ved dette tidspunktet i et punkt som befant seg i vannveiene i nærheten av de to stasjonsinngangene. Terrenghøyden for disse punktene ble også avlest og kotehøyden for vannspeilet kl 03:05 ble deretter beregnet. Siden parameteren *wetting depth* i modellen var satt til 0.01 m, må vanndybder til og med denne verdien vurderes som neglisjerbare.



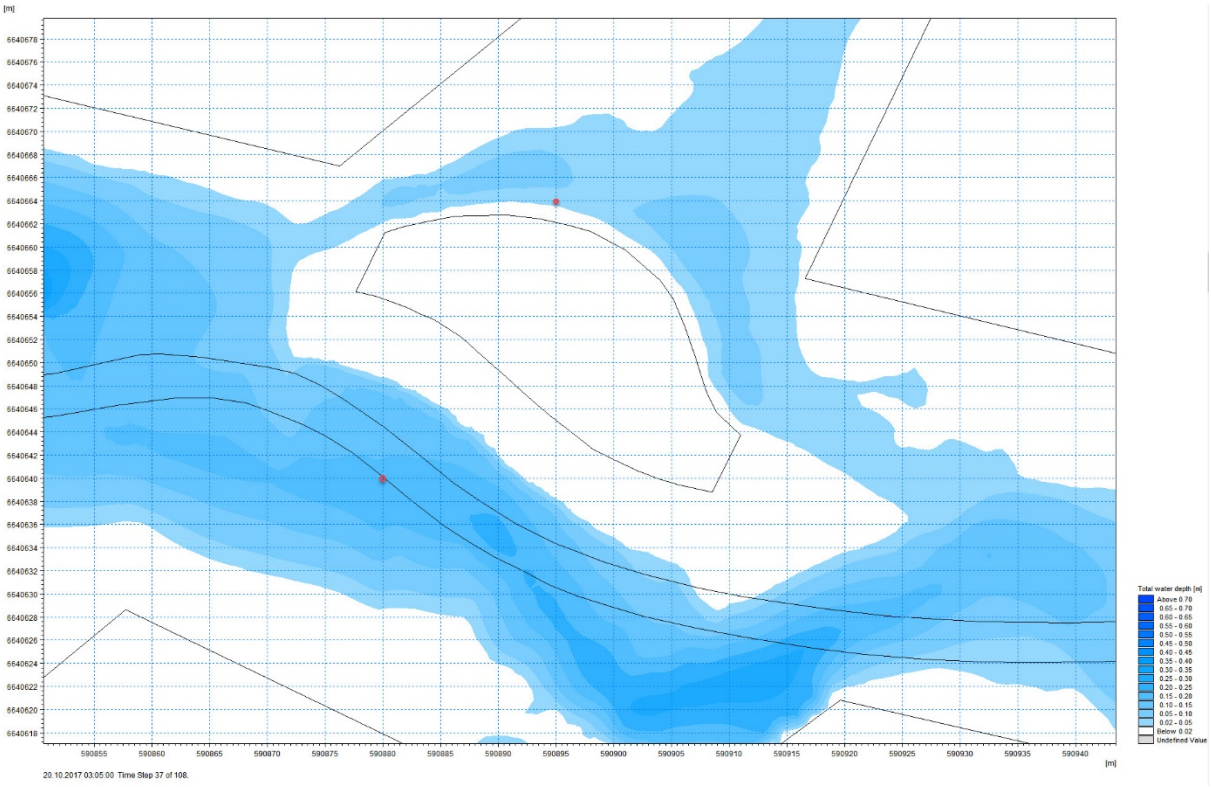
Figur 12: Omriss av stasjonsinngang A. Inngangene til stasjonen er her markert med rød skravur.

6.1 Alternativ 1

Figur 13 viser beregnet vanndybde for alternativ 1 ved flomtoppen kl 03:05. Vannspeilet i vannveiene som går forbi stasjonen på sør og nordsiden er beregnet til hhv. 13.29 moh og 13.56 moh. Kotehøyden for begge stasjonsinngangene ligger på 13.60 moh. For inngangen på sørsiden er det dermed et beregnet fribord på 310 mm. Når det gjelder inngangen på nordsiden står vannspeilet oppunder inngangspartiet, med et fribord på 40 mm. I Figur 13 kan man se at dette skyldes at deler av vannvolumet som tidligere gikk i den gamle flomveien på nordsiden av tomten (Figur 2) nå vil ledes rett mot det nordlige inngangspartiet.



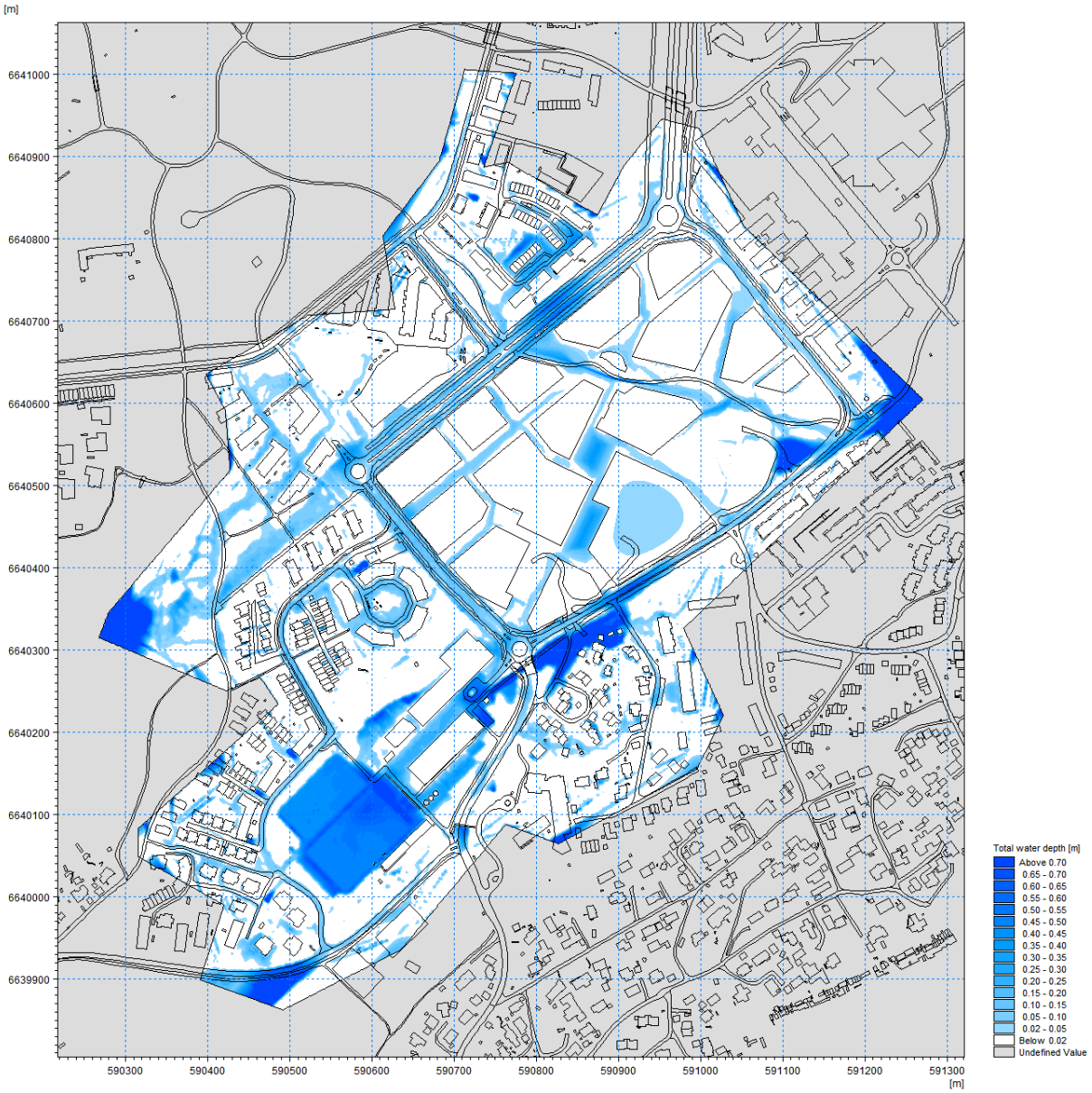
Figur 13: Beregnede vannduybder ved flomtoppen kl 03:05, alternativ 1.



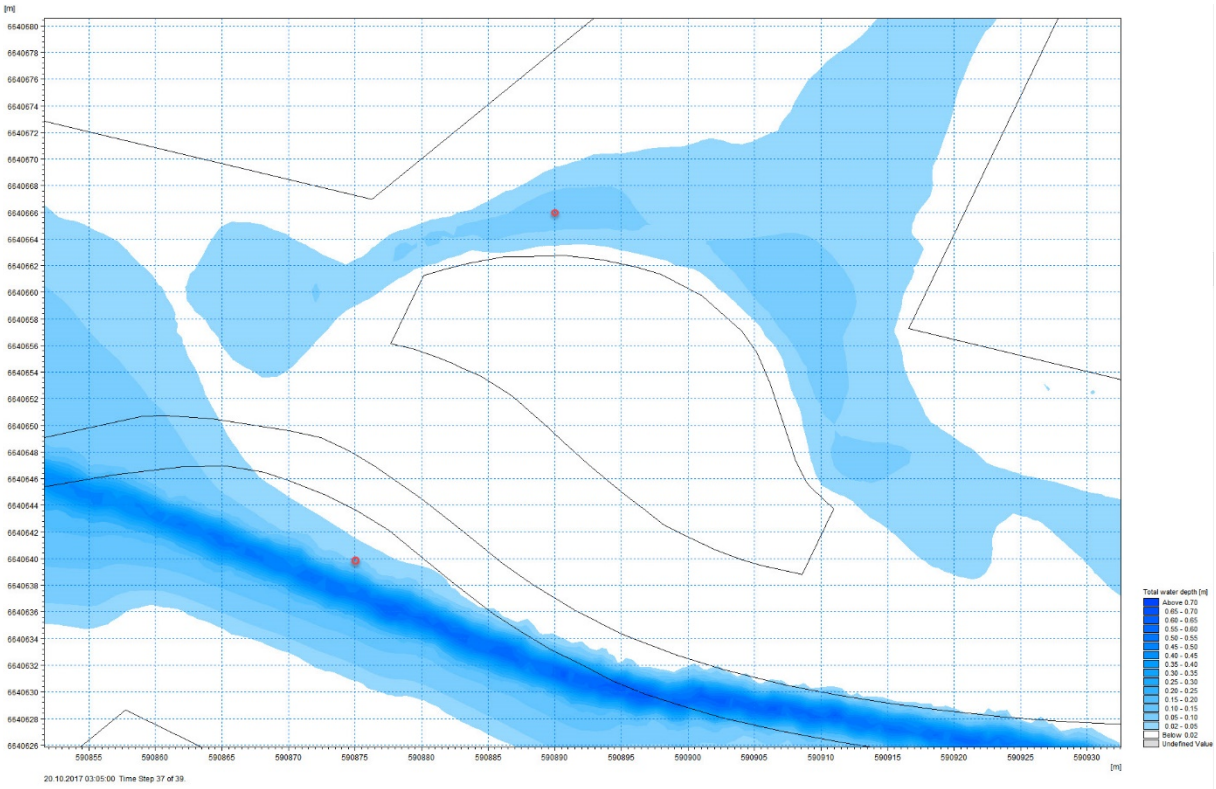
Figur 14: Utsnitt av stasjonsområdet ved flomtoppen, kl 03:05. Punkter hvor vannspeilet er beregnet er markert med røde sirkler.

6.2 Alternativ 2

Figur 15 viser beregnet vanndybde for alternativ 2 ved flomtoppen kl 03:05. Vannspeilet i vannveiene som går forbi stasjonen på sør og nordsiden er beregnet til hhv. 13.34 moh og 13.56 moh (se Figur 16). Kotehøyden for begge stasjonsinngangene ligger på 13.60 moh. For inngangen på sørsiden er det dermed beregnet et fribord på 260 mm. For inngangen på nordsiden står vannspeilet derimot oppunder inngangshøyden, med et fribord på 40 mm.



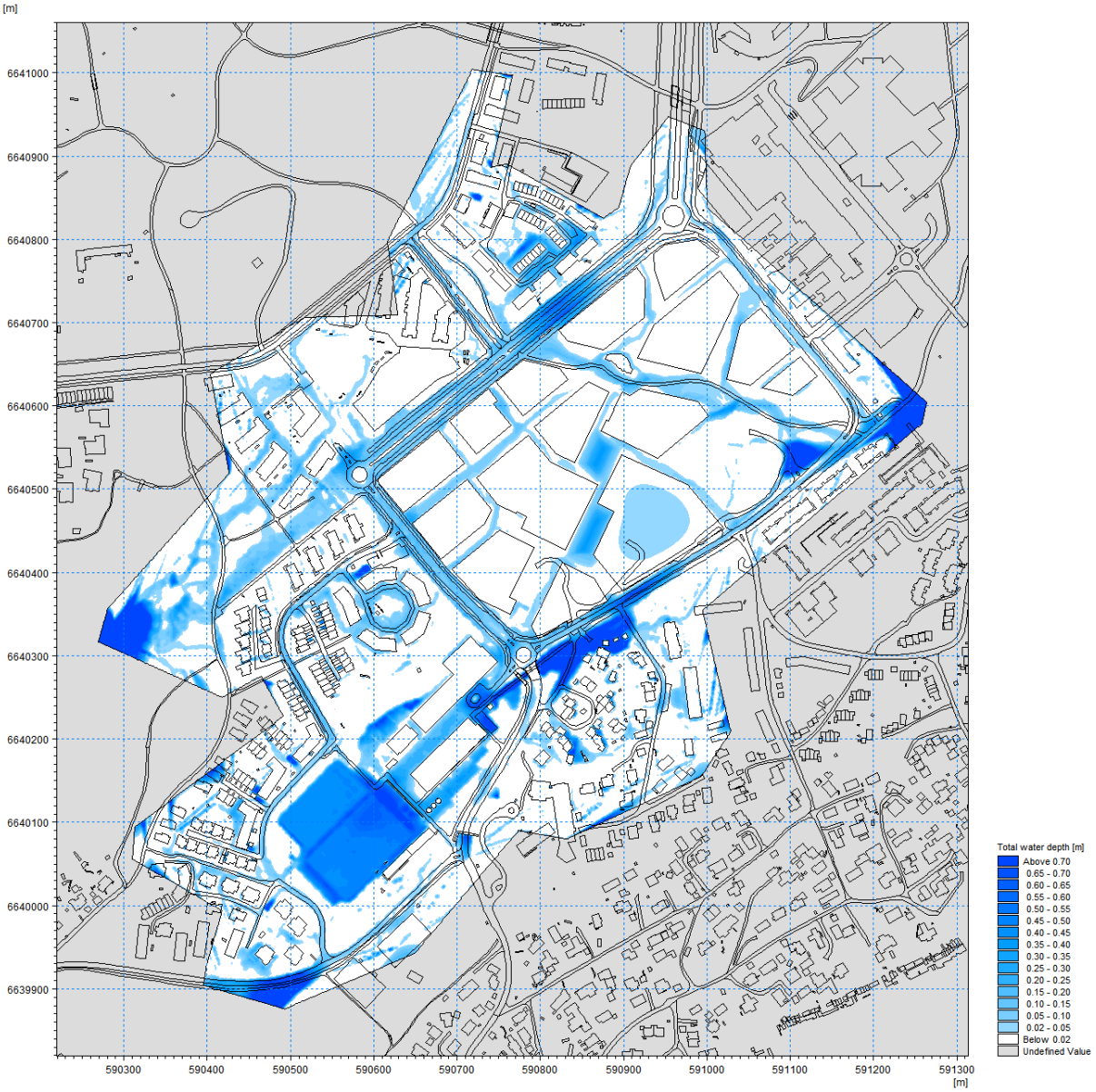
Figur 15: Beregnede vanndybder ved flomtoppen kl 03:05, alternativ 2



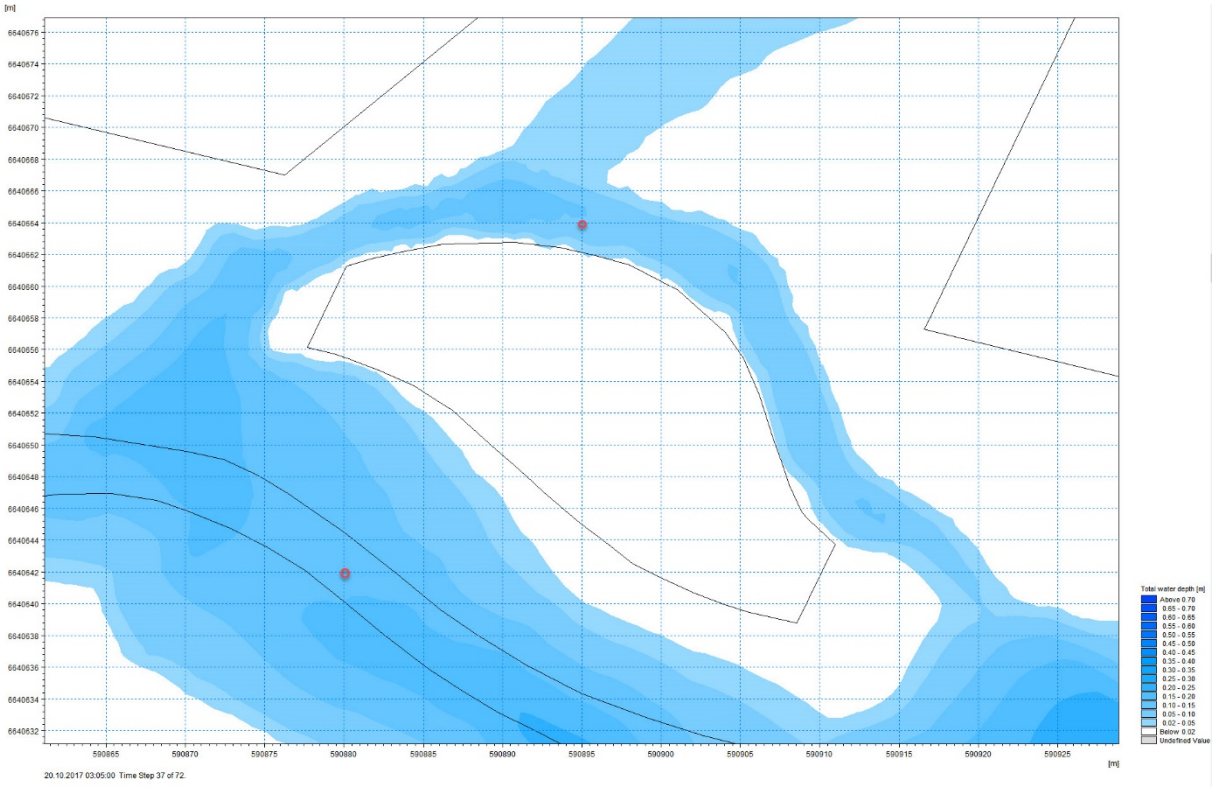
Figur 16: Utsnitt av stasjonsområdet ved flomtoppen, kl 03:05. Punkter hvor vannspeilet er beregnet er markert med røde sirkler.

6.3 Alternativ 3

Figur 17 viser beregnet vanndybde for alternativ 3 ved flomtoppen kl 03:05. Vannspeilet i vannveiene som går forbi stasjonen på sør og nordsiden er beregnet til hhv. 13.06 moh og 13.12 moh (se Figur 18). Kotehøyden for begge stasjonsinngangene ligger på 13.10 moh. For den sørlige inngangen står dermed vannspeilet bare 40 mm under koten på inngangen.For den nordlige inngangen er vannspeilet beregnet til å stå på 20 mm over inngangshøyden.



Figur 17: Beregnede vanndybder ved flomtoppen kl 03:05, alternativ 3

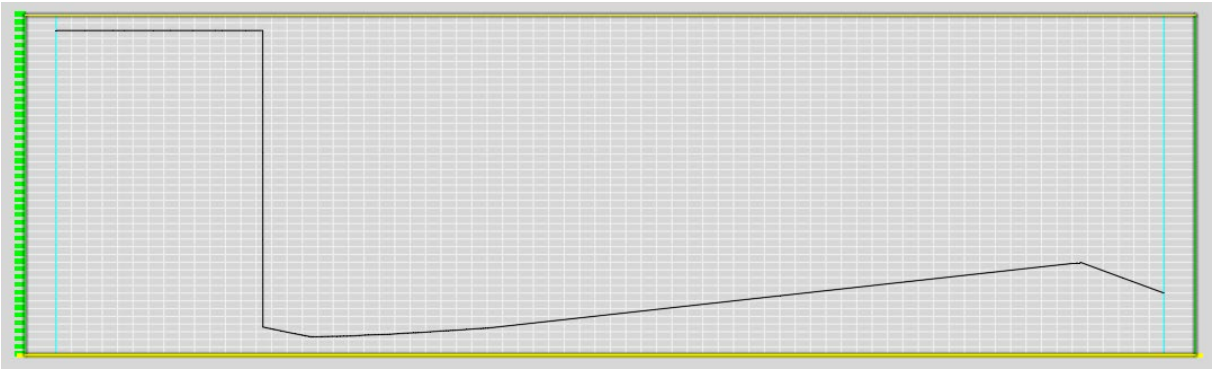


Figur 18: Utsnitt av stasjonsområdet ved flomtoppen, kl 03:05. Punkter hvor vannspeilet er beregnet er markert med røde sirkler.

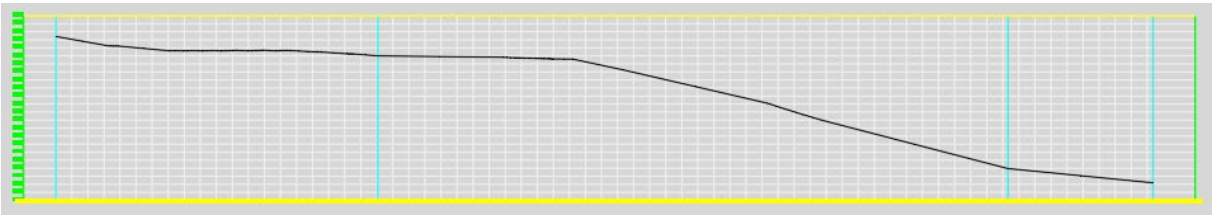
7 KONKLUSJON

For alternativ 1 og 2 var maks vanndyp ved stasjonsinngang sør akseptabel med tanke på flomsikring. For den nordlige inngangen står vannspeilet oppunder koten på inngangspartiet for begge alternativene. Fribordet som er beregnet regnes som mindre enn hva som kan forventes av nøyaktighet i en simulering. Modellen er riktignok konservativ, da overvannsnett og infiltrasjon ikke er lagt inn. Det bør allikevel tas høyde for at det nordlige inngangspartiet kan være utsatt for flom og det anbefales at det gjøres en vurdering vedrørende om det bør gjøres tiltak for å få gi en mer optimal hydraulisk utforming. Som man kan se av Figur 19 heller terrenget på nordsiden ned mot stasjonsinngangen og Figur 20 viser at helningen i tverretningen er relativt flat utenfor inngangen før den blir brattere ned mot Allmenningen. Terrengutformingen i dette området for alternativ 2 er mer eller mindre tilsvarende. Oppstuvingen av vann kan trolig reduseres vesentlig ved at helningsforholdene i området rundt den nordlige stasjonsinngangen justeres. Et alternativt tiltak som kan vurderes vil være å legge inn terskler.

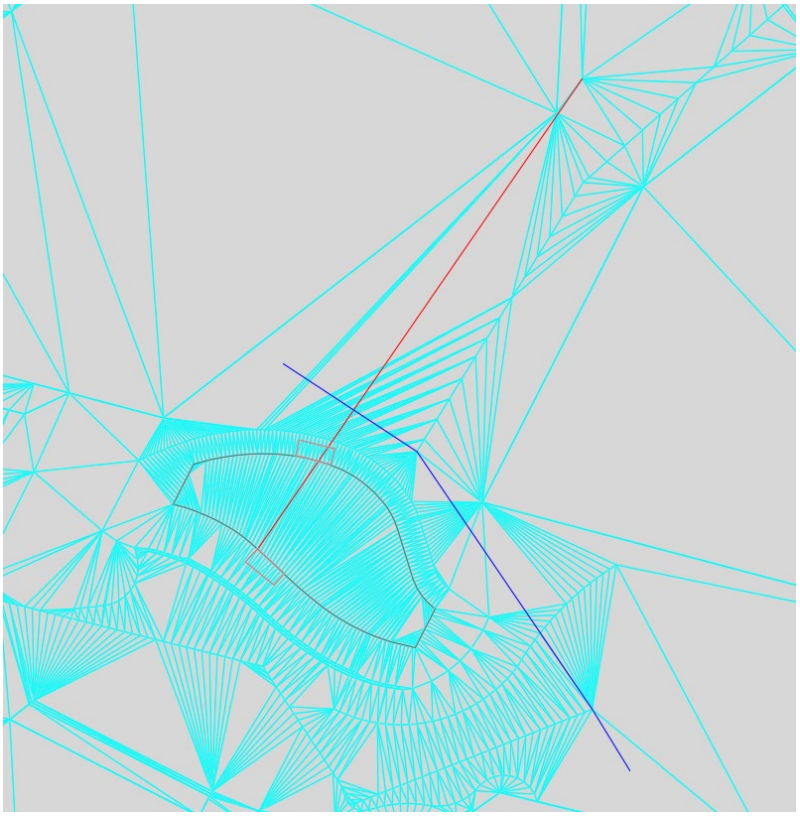
Siden vannspeilet står over koten på stasjonshøyden ved den nordlige inngangen for alternativ 3, vuderes dette som det dårligste alternativet med tanke på flomsikring. Alternativ 1 vurderes som den beste løsningen, siden det er dette alternativet som gir det største fribordet i forhold til koten på det sørlige inngangspartiet.



Figur 19: Profil av terrengutformingen utenfor den nordlige stasjonsinngangen fra terrengmodellen fra alternativ 1.Profillinja vises med rød linje i Figur 21.



Figur 20: Profil av terrengutformingen utenfor den nordlige stasjonsinngangen fra terrengmodellen for alternativ 1. Profillinja vises med blå linje i Figur 21.



Figur 21: Utstrekning til profil i Figur 19 vises med rød linje, utstrekning til profil i Figur 20 vises med blå linje. Terrengmodell for alternativ 1.