

NOTAT

Til: Brøset Utvikling AS

Att.: Diana van der Meer, Trond Arne Bonslet

Kopi: Ryan W. Murray

Fra: Christian Almestad

DHI ref.: 13801238

Prosjekt: Brøset, rådgivning modellering vannforsyning og overvann

Dato: 15.06.2021

Emne: Resultater overvannsberegninger

1 Innledning

DHI er engasjert av Brøset Utvikling AS for å utføre modellering av vannforsyning og overvann for et nytt boligfelt på Brøset i Trondheim.

Dette notatet beskriver beregning av nødvendig fordrøyningsvolum iht. kommunens VA-norm som kreves for utbygging av Brøset nord og sør. Det er også vurdert om utbyggingen ligger utsatt til for overvann og flom i Leangenbekken. Resultatene er basert på foreløpige plantegninger for utbyggingen, og må derfor bekreftes / oppdateres etter hvert som designet skrider frem. Ledninger er ennå ikke designet eller dimensjonert.

2 Dimensjoneringskriterier

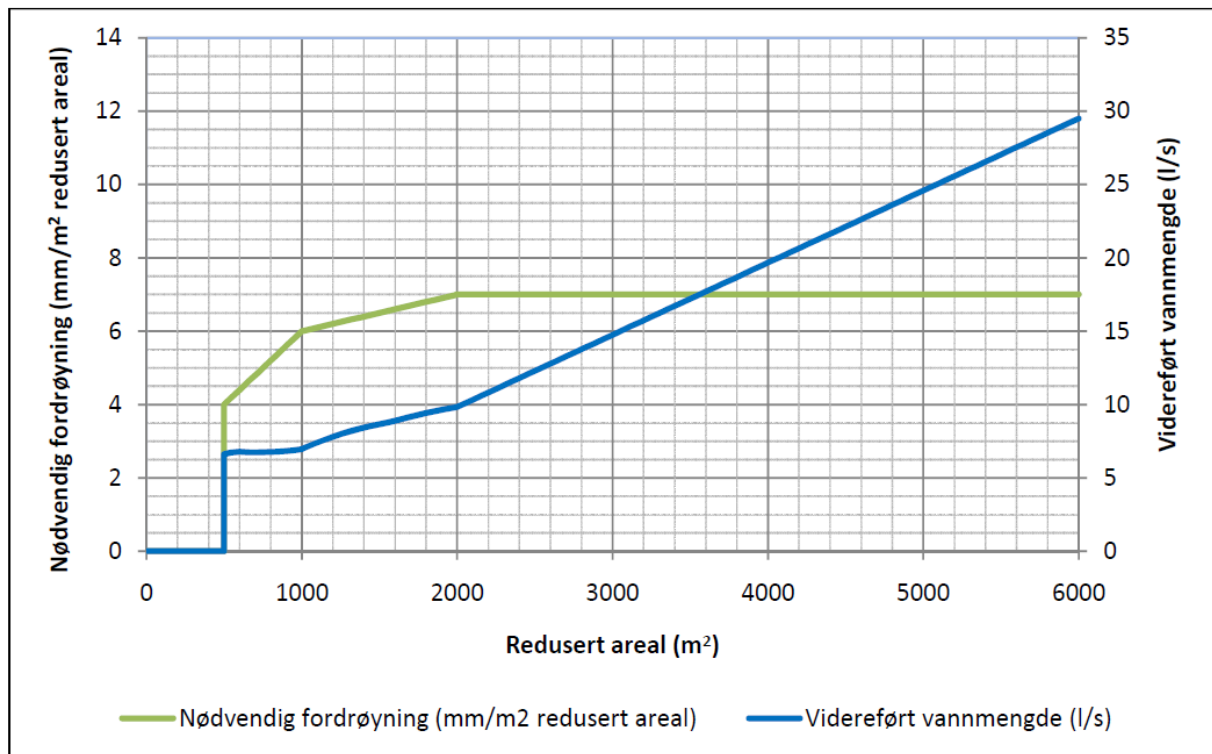
2.1 Trondheim kommunes VA-norm

Som grunnlag for beregningene ble det benyttet Trondheims VA-norm: «Beregning av overvannsmengde – Dimensjonering av ledning og fordrøyningsvolum», sist revidert 03.02.2020.

Overvann fra eiendommen av nye prosjekter skal fordøyas for å unngå kapasitetsproblemer i Trondheims ledningsnettverk. Kommunens VA-norm spesifiserer minimumskrav til volum og maksimal videreført vannmengde, som hovedsakelig er basert på areal og avrenningskoeffisient. Brøset-utbyggingen ligger utenfor områdene med forhøyde krav, så den vanlige standarden gjelder. I tillegg gjelder krav for separatsystem, siden overvannet skal tilknyttes til et nytt separatsystem.

Figur 2-1 viser gjeldene krav i kommunens VA-norm for separatsystemer.

s



Figur 2-1: Nødvendig fordrøyning og krav til videreført vannmengde

Redusert areal er totalt areal (A) multiplisert ved av avrenningskoeffisient (C). Redusert areal for nord- og sør-utbyggingen på Brøset ligger utenfor verdiene i figuren. For å finne verdiene for Brøset ble kurvene i Figur 2-1 lineært ekstrapolert. Tolkning av kravene er oppsummert i tabell 1. Beregningsgrunnlaget for en avrenningskoeffisientene på 0,63 er beskrevet senere i notatet.

Tabell 2-1: Beregnet krav til minimumsvolum og videreført vannmengde

Nedbørsfelt	Areal (ha)	Avrenningskoeffisient C	C x A (m ²)	Minimumsvolum (m ³)	Maksimal vannføring (m ³ /s)
Nord Brøset	12,2	0,63	76 100	533	0,147
Sør Brøset	23,3	0,63	145 700	1020	0,282

De reelle volumene og videreført vannmengde fra eiendommen må beregnes for 20-årsregn med en sikkerhetsfaktor på 1,2. Disse må tilfredsstillere kravene i Tabell 2-1.

2.2 Byggeteknisk forskrift (TEK17)

Utbyggingen på Brøset må tilfredsstillere kravene i TEK 17 § 7-2 om sikkerhet mot flom og stormflo. Bygningene som planlegges på Brøset er boliger, hvilket tilhører sikkerhetsklasse 2. Bygninger i sikkerhetsklasse 2 skal sikres mot en flom med returperiode på 200 år. I tillegg skal effekt av klimaendringer også vurderes.

Leangenbekken renner igjennom Brøset og har en forgreining i øst og vest. Forgreiningene samles ved Tungaveien rett nord for Brøset. Store deler Leangenbekken er lagt i rør. I forbindelse med utbyggingen på Brøset er det planlagt å åpne den vestre forgreiningen av Leangenbekken. Ny bebyggelse må sikres mot overvann fra nedbør og flom fra Leangenbekken.

3 Overvannsberegninger

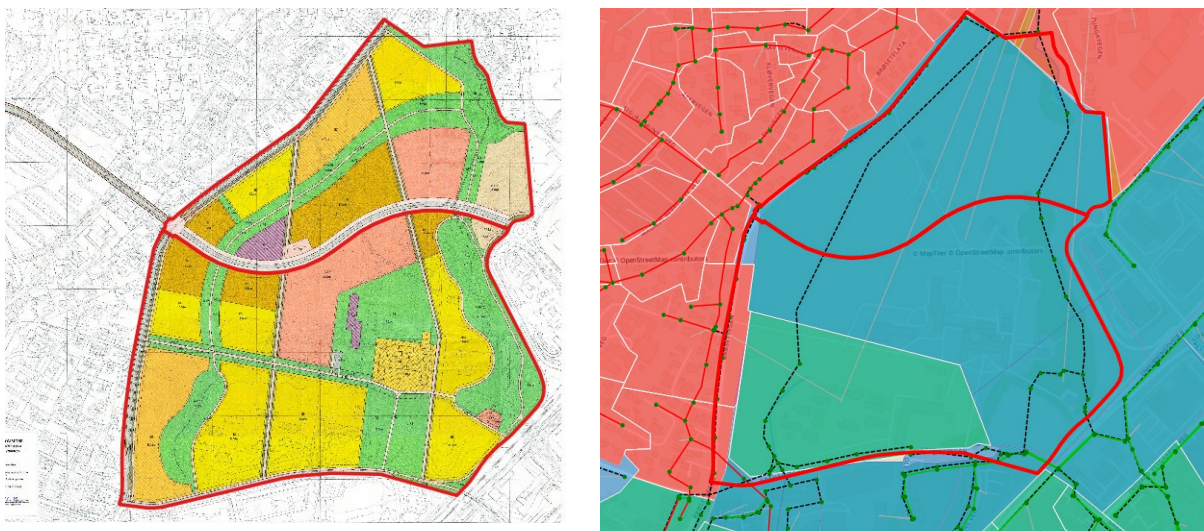
Beregningene er utført med Trondheim kommunes eksisterende modell av avløpsnettet i programvaren MIKE+ som ble sist kalibrert i 2018. Modellen ble oppdatert i 2021 i forbindelse med pågående flom- og overvannsstudie for Strindheim/Lade/Leangen.

3.1 Grunnlagsdata

Modellen har blitt oppdatert basert på tegninger fra Structor.

3.2 Endringer i nedbørfelt

Utbyggingen på Brøset vil føre til endringer i arealbruk og økt avrenning som følge av en betydelig økt andel tette flater.



Figur 3-1: Sammenlikning av grensene til eiendommen og nedbørfelt i avløpsmodellen

For å beregne avrenningen fra eiendommene (iht. Trondheims krav), var nødvendig å endre opprinnelige nedbørfelt i avløpsmodellen. Nedbørsfeltets nordspiss ble utvidet for å følge grensen. Alle andre nedbørfelt matchet grensen passende for dette analysenivået. Den nordre utbyggingen består av ett nedbørfelt, mens den i sør består av tre.

I dag er andelen tette flater for den nordre og søndre delen av Brøset ca. 9% og 16%. Den planlagte utbyggingen i nord består av 45% tette flater (se Figur 3-2). For den søndre delen eksisterer det ingen tegninger ennå så for beregningene ble det antatt lik andel tette flater som i nord. Ved å bruke en avrenningskoeffisient på 0,9 for tetteflater 0,4 for permeable flater, ble det beregnet en arealvektet gjennomsnittlig avrenningskoeffisient på 0,63.



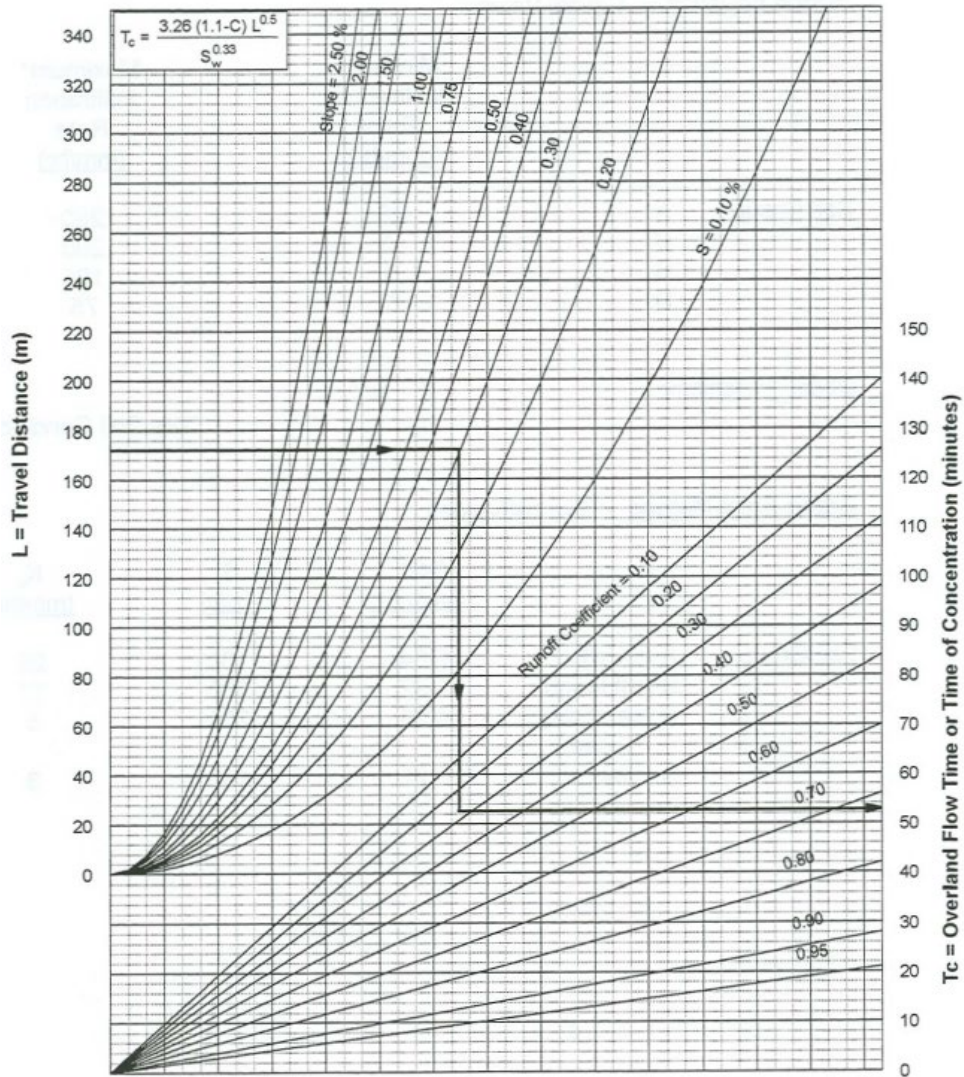
Figur 3-2: Tette flater for utbygging i nord

Iht. Trondheims VA-norm kan konsentrasjonstid kan beregnes med formler. Det ble brukt «Airport Method» som vist i Figur 3-3. Beregninger ble utført for dagens situasjon og fremtidig situasjon etter utbygging for sammenlikning. En sammenlikning av de beregnede konsentrasjonstidene med den kalibrerte modellen er vist i Tabell 3-1. Merk at kopling av nedbørfelt til ledningsnett ble endret slik at de slippes ut nærmere Brøset i stedet for lengre nedstrøms, noe som påvirker konsentrasjonstidene (se Figur 3-4).

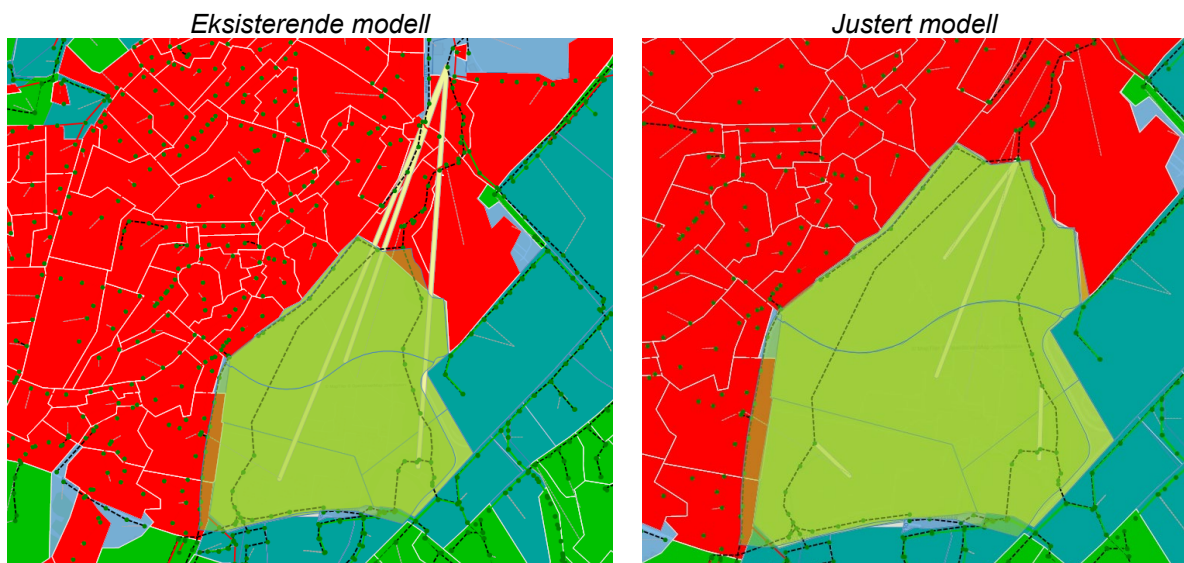
Tabell 3-1: Sammenlikning av konsentrasjonstider før og etter utbygging

Nedbørfelt	Areal (ha)	T_k eksisterende modell (min)	T_k eksisterende beregnet (min)	T_k utbygget beregnet (min)
Nord Brøset	10.6	N/A **	36	26
Sør Brøset 1	12.5	N/A **	41	30
Sør Brøset 2	8.0	74	31	24
Sør Brøset 3	4.2	65	28	21

** Nord Brøset og Sør Brøset 1 var ett nedbørfelt i den eksisterende modellen som hadde T_k på 26 min.



Figur 3-3: «Airport Method» for konsentrasjonstid beregning (Ministry of Transportation Ontario 1997)



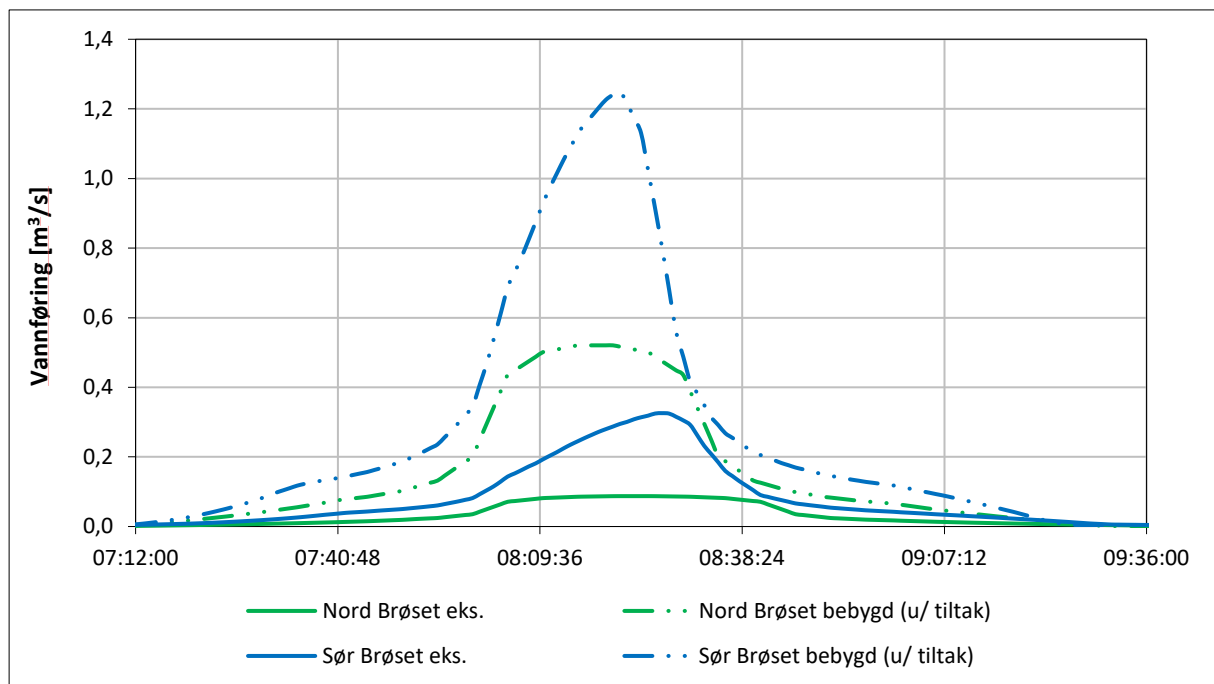
Figur 3-4: Kobling av nedbørfelt og ledningsnett i avløpsmodellen

3.3 Nødvendig fordrøyingsvolum

For å beregne nødvendig fordrøyingsvolum ble det utført tre separate beregninger:

1. Dagens situasjon før utbygging
2. Utbygget uten fordrøyning
3. Utbygget med fordrøyning

Figur 3-5 viser hvordan avrenningen fra eiendommene endres med utbyggelsen uten fordrøyning. Man kan se at utbyggingen fører til en betydelig økning, hvilket skyldes økningen av tette flater. For å unngå kapasitetsproblemer i nedstrøms avløpsnett er det behov for fordrøyning.



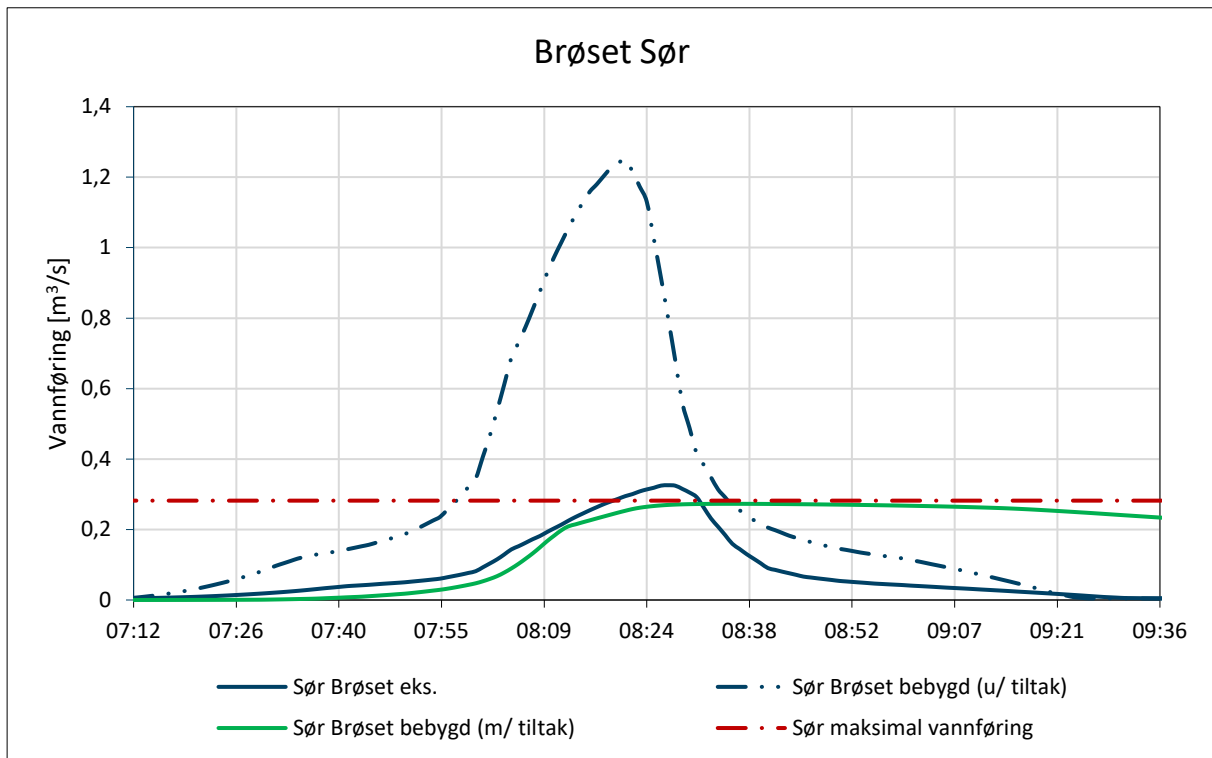
Figur 3-5: Effekt av utbygging på avrenning (uten fordrøyning)

For å beregne nødvendig fordrøyingsvolum ble det benyttet beregnede krav til minimumsvolum og videreført vannmengde i Tabell 2-1. De fleste av verdien i Tabell 3-2 kommer fra Tabell 2-1, men maksimal videreført vannmengde er begrenset til eksisterende vannføring for nedbørfeltet.

Tabell 3-2: Grunnlag for beregning av nødvendig fordrøyingsvolum

Nedbørfelt	Areal (ha)	Minimumsvolum (m ³)	Maksimal vannføring (l/s)	Eks. vannføring (l/s)	Valgt maksimal vannføring (l/s)
Nord Brøset	12,2	533	147,0	87,0	87,0
Sør Brøset	23,3	1020	282,0	326,0	282,0

Modellen av utbyggingen er forenklet med et basseng for nord og sør da formålet er beregne det totale nødvendige volumet for utbyggingen. Ved utslippene til bassengene er det lagt inn en regulator modellen. Modelloppsettet er vist i Figur 3-6.



Figur 3-8: Avrenningen før og etter utbygging med og uten fordrøyning for Brøset sør

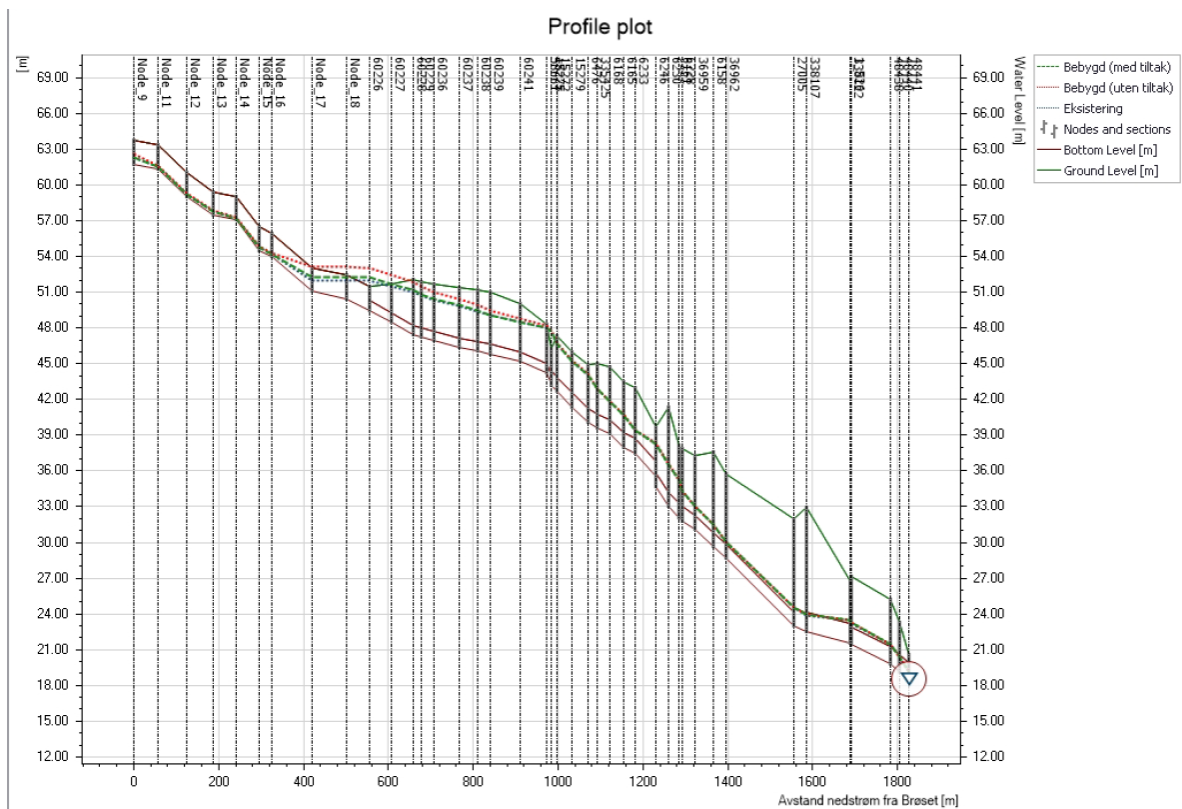
Figur 3-7 og Figur 3-8 viser avrenningen for nord og sør før og etter utbygging med og uten fordrøyning.

Merk at dette er en forenklet beregning. I virkeligheten vil fordrøyningen på eiendommene fordeles på flere bassenger. Siden dette er en forenklet beregning anbefales det å legge til en sikkerhetsfaktor på 1,1 på de beregnede fordrøyningsvolumene. Beregningene kan raffineres etter hvert som designet blir mer detaljert. Resultatene er foreløpige og må bekreftes / oppdateres etter hvert som designet skrider frem. Ledninger er ennå ikke designet eller dimensjonert.

Tabell 3-3: Beregnet nødvendig fordrøyningsvolum for utbygging nord og sør på Brøset

Nedbørfelt	Areal (ha)	Maksimal vannføring (l/s)	Fordrøyningsvolum (m ³)	Fordrøyningsvolum + 10% (m ³)
Nord Brøset	12,2	87,0	930,0	1030,0
Sør Brøset	23,3	282,0	1510,0	1660,0

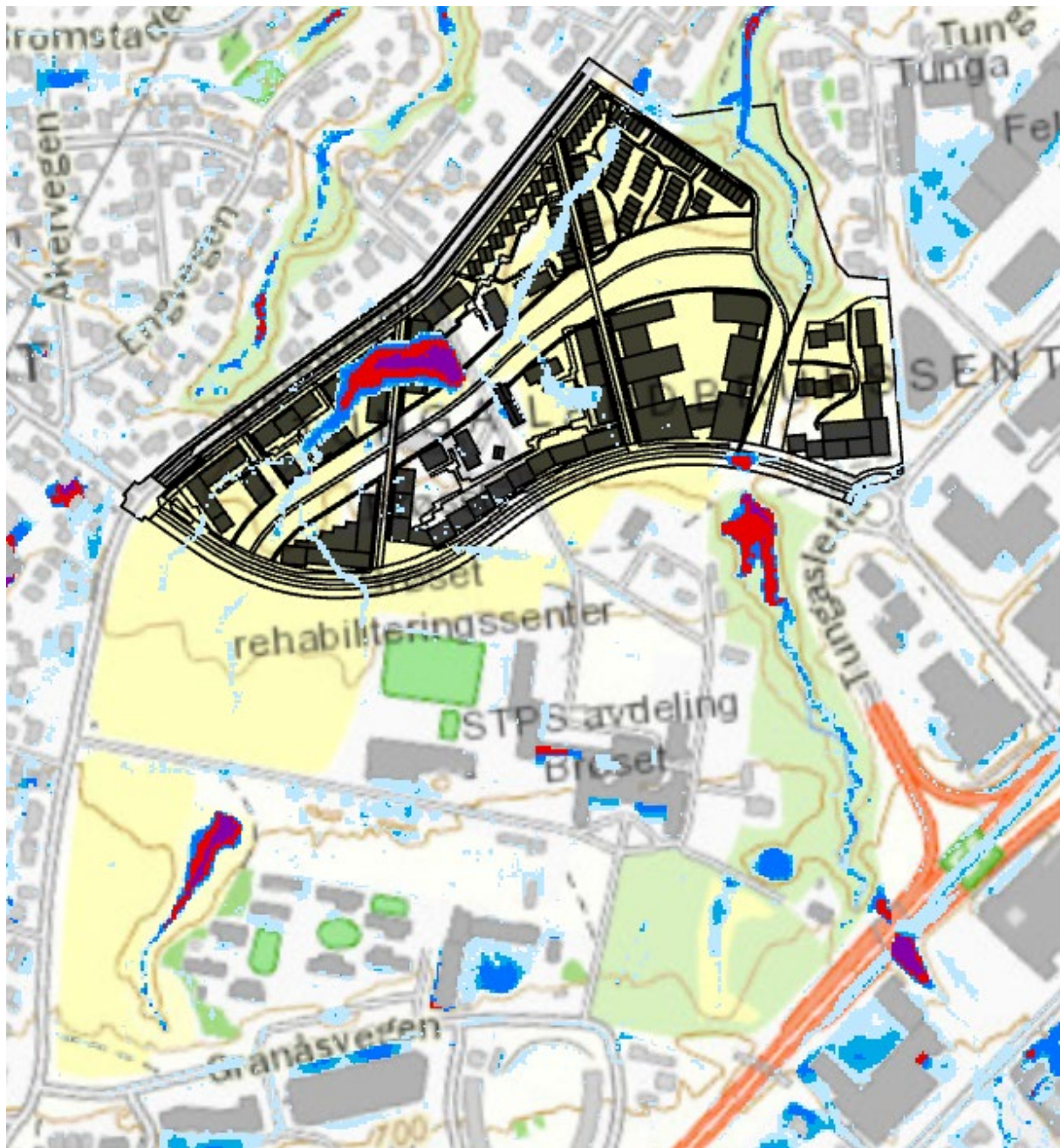
Figur 3-9 viser et lengdeprofil av ledningsnettets fra Brøset nord til utløpet i Leangenbekken med vannivåer for dagens situasjon og utbygging både med og uten tiltak. Den røde linjen viser at vannstanden vil øke betydelig uten fordrøyning. Den grønne stiplede linjen viser at utbygging med fordrøyning skaper minimale endringer sammenlignet med dagens situasjon.



Figur 3-9: Effekt på vannstand i Leangenbekken fra utbygging av Nord- og Sør-Brøset med og uten tiltak.

3.4 Overvann og flom

For å vurdere om utbyggingen ligger utsatt til for overvann og flom er det utført simulering med koblet modell av ledningsnett og overflate i 2D i MIKE+. Det ble utført simulering av 200-årsnedbør med klimapåslag og kun sett på dagens situasjon siden det per dags dato ikke foreligger noe geometri på bekkeåpningen. Resultatene i Figur 3-10 viser betydelige oversvømmelser langs begge forgreninger av Leangenbekken på Brøset og at utbyggingen ligger utsatt til. Oversvømmelsene vil endres som følge av utbyggingen på Brøset, bekkeåpningen og bygging av fordrøyningsbassengene. Bekkeåpningen vil kunne være positivt for håndtering av flommer på Brøset hvis prosjektert med god hydraulisk utforming.



Figur 3-10: Resultater 200-årsnedbør med klimapåslag for dagens situasjon sammenliknet med planlagt utbygging på Brøset nord.

4 Vannføringer i Leangenbekken

Leangenbekken ved nordenden av Brøset har et nedbørfelt med areal på ca. 2,2 km² og den vestre forgreningen utgjør 1,2 km². Nedbørfeltet består for det meste av urbane områder, noe dyrket mark og innslag av skog. For å estimere middel- og lavvannføring er NVE webapplikasjon NEVINA benyttet. NEVINA oppgir en normalavrenning på 15,2 l/s/km², alminnelig lavvannføring på 5,4 l/s/km² og 5-persentil om sommeren på 3,1 l/s/km². Dette gir en middelvannføring på 18,6 l/s, lavvannføring på 6,5 l/s og 5-persentil om sommeren på 3,7 l/s for den vestre forgreningen på Brøset.

NEVINA er ikke godt egnet for urbane nedbørfelt og det er derfor knyttet betydelig usikkerhet til verdiene. For detaljprosjektering av bekkeåpningen vest på Brøset må det utføres mer detaljerte analyser.