



Oslo

FBP Flomvurderinger

Dok.nr.: PF-FBP0-731-RA-0002

Revisjon: 02G



OFFENTLIG

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 2 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Dokumentet er utarbeidet av



Rev.	Dato	Utgitt for	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01 G	30.09.2024	Gjennomsyn	S. Fines og A. Khan	W. Stott	G. Syversen
02 G	25.10.2024	Gjennomsyn	A. Khan	T. Skogvold	G. Syversen

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 3 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Innhold:

1.	INNLEDNING	4
1.1	Hensikt	4
1.2	Sammendrag.....	5
1.3	Konklusjon	5
2.	ENDRINGSLOGG	7
3.	METODIKK	8
3.1	Grunnlagsdata.....	8
3.2	Bearbeiding av grunnlag	8
3.2.1	Terrengmodell for eksisterende situasjon	8
3.2.2	Terrengmodell for fremtidig situasjon	8
3.2.3	Konstruksjon av syntetisk nedbørhendelse	8
3.3	Modelloppsett	9
3.3.1	Modellavgrensning og -konsept.....	9
4.	RESULTATER.....	11
4.1	Eksisterende situasjon.....	11
4.1.1	Beregnet vannstand	11
4.2	Fremtidig situasjon.....	11
4.2.1	Beregnet vannstand	11
4.2.1.1	Beregnet strømningsretning	13
4.2.2	Endringer som følge av etablering av stasjonen	14
5.	KONKLUSJON	16
	REFERANSER	17

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 4 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

1. INNLEDNING

1.1 Hensikt

I forbindelse med prosjekteringen av Fornebuporten stasjon (FBP) er det utført en hydrodynamisk flom- og avrenningsanalyse i programverktøyet MIKE+. Simuleringen hadde til hensikt å sikre at vann ikke ville renne inn i stasjonens adkomst A (inngang A og adkomst teknisk bygg) eller via røykavkast over terreng (se Figur 1-1 og Figur 1-2). Simuleringen skal også sikre at etablering av stasjonsadkomst A ikke fører til økte flomproblemer for omkringliggende områder.

Vanninntregning i T-banestasjoner under flomhendelser vurderes som alvorlig og det er lagt til grunn at T-banestasjoner skal sikres i henhold til sikkerhetsklasse F3, noe som innebærer at den største nominelle sannsynligheten for flom ikke skal overskride 1/1000, iht. TEK17 §7-2 [1]. Øvrig bebyggelse i området sorterer under sikkerhetsklasse F2, som innebærer at den største nominelle årlige sannsynligheten for flom ikke skal overskride 1/200 [1].

Det skal etableres et høybrekk i terrenget mot stasjonsinngangene og overvann skal ledes til et regnbed/lavbrekk vest på tomta.



Figur 1-1: Fornebuporten stasjonsområde og røykavkast på andre siden av Snarøyveien

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 5 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 1-2: Innganger som skal sikres mot vanninntregning ved flom. T-banestasjonens innganger A er markert med røde piler. Innganger til teknisk bygg (rømning og beredskap/avfall) er markert med gule piler [1].

1.2 Sammendrag

Det er blitt utført simulering av en nedbørhendelse med estimert gjentaksintervall tilsvarende 1000 år, med klimapåslag, i programverktøyet MIKE+ for FBP. Simuleringen viser at stasjonsinngang A, innganger til teknisk bygg og røykavkast er tilstrekkelig sikret mot vanninntregning ved store nedbørhendelser.

Grunnet mangelfullt terrengunderlag fra 2019 ved nedkjøringen til Oksenøyveien 3, ser det ut som nedkjøringen til Oksenøyveien 3 vil motta en større vannmengde etter etablering av FBP enn før utbygging. Modellen viser at nedbør fra stasjonsområdet ikke ledes til nedkjøringen. For endelig bekreftelse at adkomsten ikke gir økt flompåvirkning for Oksenøyveien 3, må tidligere terrengunderlag utbedres og det må gjøres ny flomsimulering for tidligere situasjon.

1.3 Konklusjon

Konstruksjonen som etableres i forbindelse med Fornebuporten stasjon adkomst A, både stasjonsinnganger, adkomster til teknisk bygg og røykavkast, vurderes som tilstrekkelig sikret mot vanninntregning under store nedbørhendelser. Situasjonen rundt mangelfullt terrengunderlag skal undersøkes og ny simulering for tidligere situasjon skal gjennomføres for å bekrefte at ny T-

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 6 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

banestasjon ikke gir økt flompåvirkning for omkringliggende tomter. Dersom ny simuleringen likevel viser negativ påvirkning i noen områder, vil eventuelle nødvendige tiltak innarbeides.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 7 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

2. ENDRINGSLOGG

Rev.	Rev.dato	Kapittel/side	Beskrivelse av endring
01G	30.09.2024	-	Første utgave
02G	25.10.2024	Kap. 1.2/ s.5 Kap. 1.3/ s.5 Kap. 4.2.2/ s.14 Kap. 5/ s.16	Notat oppdater med informasjon om mangelfullt terreng og vurdering av flomsituasjonen for Oksenøyveien 3

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 8 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

3. METODIKK

3.1 Grunnlagsdata

En oversikt over grunnlagsdata som ble hentet inn kan finnes i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Grunnlagsdata hentet inn

Grunnlag	Format	Koordinatsystem	Kilde
Nedbørfelt med utløp i Holtekilen	Shape	NTM10	Scalgo Live [3]
Nasjonal høydemodell	DTM1	UTM33	Høydedata [4]
Prosjektet terreng for stasjonsområdet	3d dwg	NTM10	Fra LARK i FOB
FKB data	Shape	NTM10	Geodata sin uttrekkserver [5]
IVF-kurve for Bygdøy målestasjon i mm	Excel	-	Norsk Klimaservicesenter [6]

3.2 Bearbeiding av grunnlag

3.2.1 Terrengmodell for eksisterende situasjon

Den nasjonale høydemodellen ble transformert fra UTM33 til NTM10 i ArcGIS. Terrenget ble hevet med 2 m der hvor det fantes eksisterende bygninger. Terrenget ble lagt inn i MIKE+ som et *rectangular grid* med oppløsning på 1x1 m.

3.2.2 Terrengmodell for fremtidig situasjon

Terrengmodell for prosjektert terreng ble transformert til en rasterfil med 1x1 m oppløsning i ArcGIS og ble deretter sammenstilt med terrengmodellen for eksisterende situasjon. Terrenget ble hevet med 2 m der hvor det skal etableres stasjonsbygninger, koter for stasjonsinngangen er gitt i landskapsplanen, se tegning PF-FBP0-731-XB-0001 [7]. Risten på røykavkastet er prosjektert inn på 16,3 moh, men toppen av røykavkastet ble lagt inn på kote 17, slik at det ville være mulig å beregne nødvendig heving om overvann skulle oversvømme denne konstruksjonen. Terrenget ble lagt inn i MIKE+ som et *rectangular grid* med oppløsning på 1x1 m.

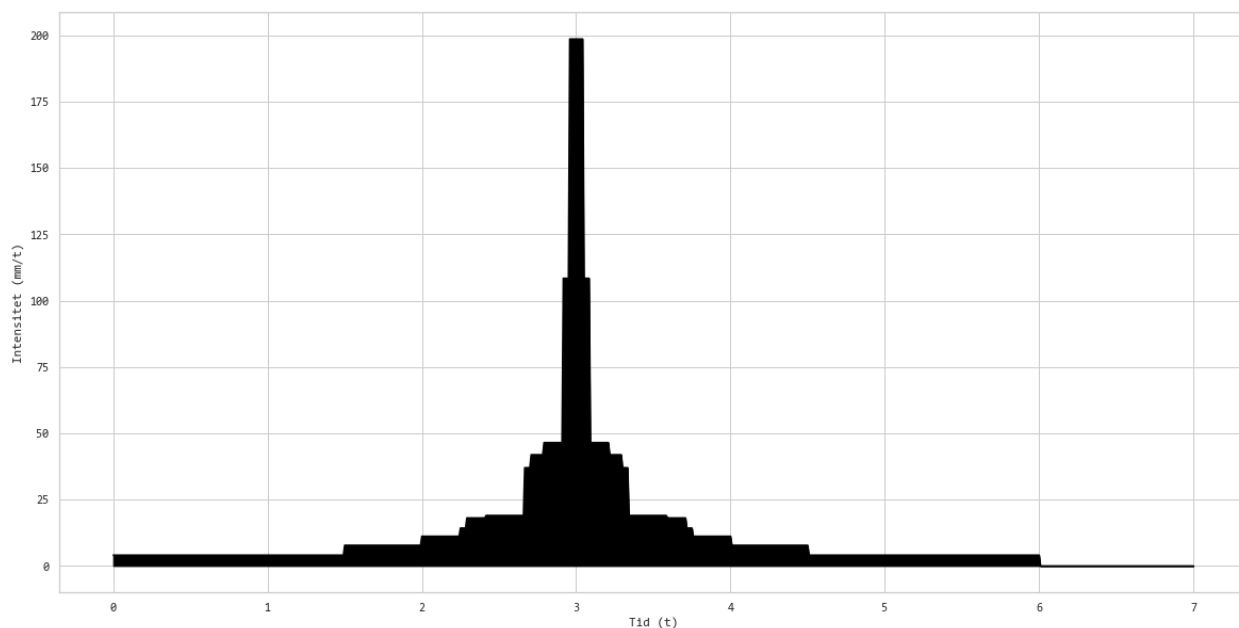
3.2.3 Konstruksjon av syntetisk nedbørhendelse

IVF-kurver fra Bygdøy målestasjon ble brukt som grunnlag for beregning av nedbørhendelsen. T-banestasjoner vurderes som samfunnskritisk infrastruktur. Det er derfor valgt å legge til grunn at øvrige nominelle sannsynlighet for flom ikke skal overskride 1/1000, iht. TEK17 §7-2 [1]. Siden det ikke foreligger statistiske måledata for regnhendelser med 1000 års gjentaksintervall (T1000), ble nedbørshendelsen konstruert med utgangspunkt i en regnhendelse med 200 års gjentaksintervall (T200). På grunn av klimaendringer er det allerede knyttet stor usikkerhet til gyldigheten av statistiske måleserier på nedbørdata. Ved å estimere gjentaksintervaller hvor det ikke en gang foreligger noe konkret statistisk underlag å ta utgangspunkt i, medfører dette nødvendigvis at usikkerheten øker.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 9 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Det ble valgt å konstruere en syntetisk nedbørhendelse med varighet på 6 timer. Konsentrasjonstiden til stasjonsområdet er estimert til ca. 10 minutter. Konsentrasjonstiden om overvannet skal renne hele veien ned til Holtekilen er estimert til 20 – 30 minutter. Nedbørhendelsen ble konstruert som et symmetrisk blokkhyetogram. I et symmetrisk blokkhyetogram vil alle nedbørhendelser med statistisk varighet lavere enn den totale varigheten være inkludert i den konstruerte hendelsen. Siden varigheten på nedbørhendelsen er så mye høyere enn estimert konsentrasjonstid, ble det vurdert slik at det ikke var nødvendig å simulere ytterligere varigheter.

Ledningsnett for overvann ble ikke lagt inn i modellen. Hvor stor kapasitet som finnes i overvannsnettets er usikkert, men det vurderes som sannsynlig at de er dimensjonert for å ta unna avrenning fra nedbørhendelser med gjentakintervall på minst ti år (T10). For å ta hensyn til drenering i ledningsnettets, ble det trukket ifra et volum tilsvarende en nedbørhendelse med fem års gjentakintervall (T5). Dette vurderes som konservativt. Ifølge Norsk Klimaservicesenter sin klimaprofil for Oslo og Akershus, skal det legges til 30 % klimapåslag for kraftig nedbør med varighet ≥ 3 -24 timer [6]. Volumet i nedbørhendelsen ble dermed beregnet ved $(T200 * 1,3 * 1,1) - T5$ og var på 90 mm.



Figur 3-1: Nedbørhendelsen som ble simulert.

3.3 Modelloppsett

3.3.1 Modellavgrensning og -konsept

Det ble generert et nedbørfelt med utløp i Holtekilen. I tillegg til avrenningsfeltet, ble modellområdet utvidet i området rundt Holtekilen for å sikre at vann ikke ville stuve seg opp og renne andre veier ut av området under simuleringen. Nedbørfeltet består hovedsakelig av bebyggelse og veier, men det er også mye grøntarealer. Områdets løsmasser består ifølge NGU's løsmassekart av

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 10 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

forvittringsmateriale med lav infiltrasjonskapasitet, marine avsetninger med middels infiltrasjonskapasitet og fyllmasser med ukjent infiltrasjonskapasitet [8]. Det ble generert en enkel infiltrasjonsmodell, hvor det ble lagt inn en konstant infiltrasjonskapasitet på 25 mm/t i alle grøntområder, mens infiltrasjonskapasiteten på øvrige områder ble satt til 0. Ifølge studier av infiltrasjonskapasitet i urbane områder, ligger mettet hydraulisk ledningsevne generelt på mellom 36 – 600 mm/t [9, 10]. Infiltrasjonskapasitet på 25 mm/t er derfor lavere enn hva man generelt kan forvente i urbane områder. Undergangen som går under Snarøyveien ved stasjonsområdet ble lagt inn som en kulvert med dimensjon 2x2,5 m. Det ble også lagt inn en stikkrenne helt nederst ved Holtekilen som drenerer vann under Ekern/Oksenøyveien. Utover dette ble det ikke lagt inn ledninger i modellen. Drenering via kommunalt ledningsnett ble som beskrevet i kapittel 3.2.3 hensyntatt ved volumjustering av hyetogrammet. Initialt havnivå ved simuleringstart ble satt til 1,05 m, som tilsvarer et års stormflo ifølge Kartverket [11].



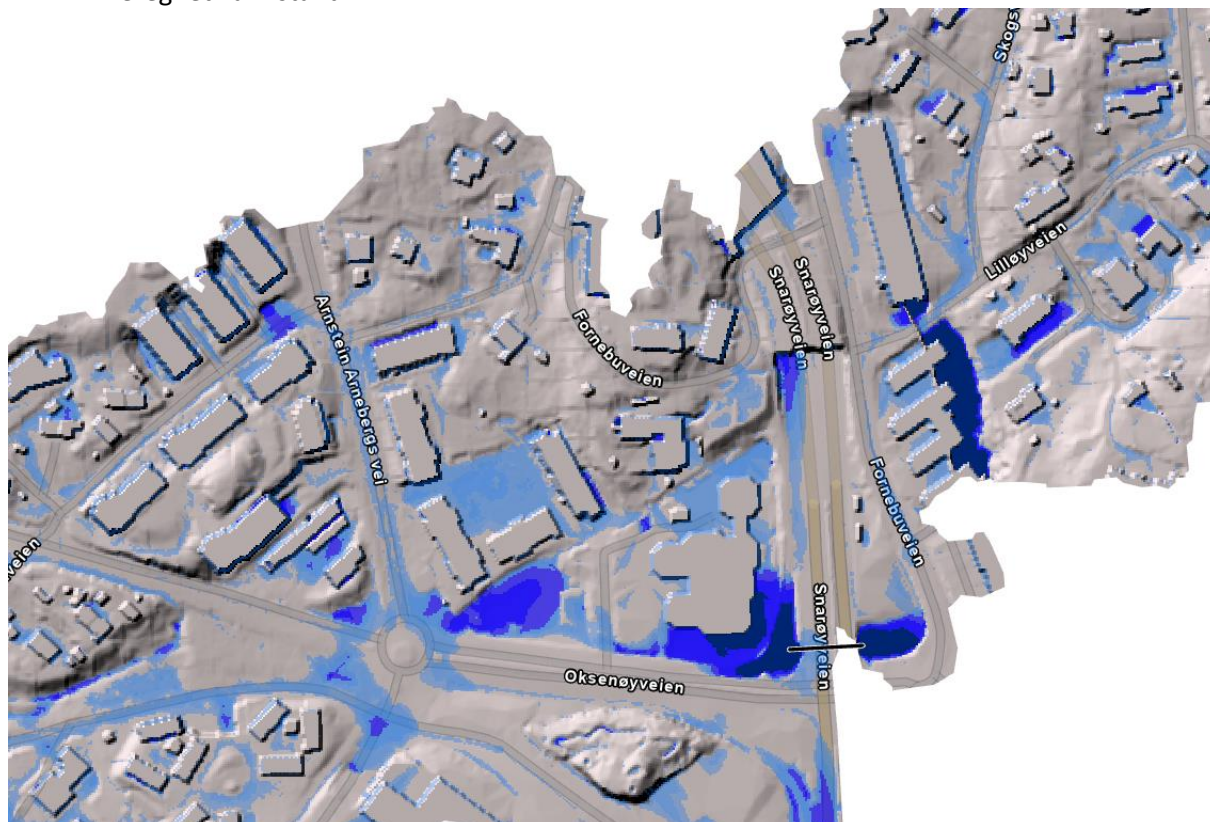
Figur 3-2: Modellområdets avgrensning; nedbørfelt med utløp i Holtekilen i tillegg til området skravert med rødt.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 11 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

4. RESULTATER

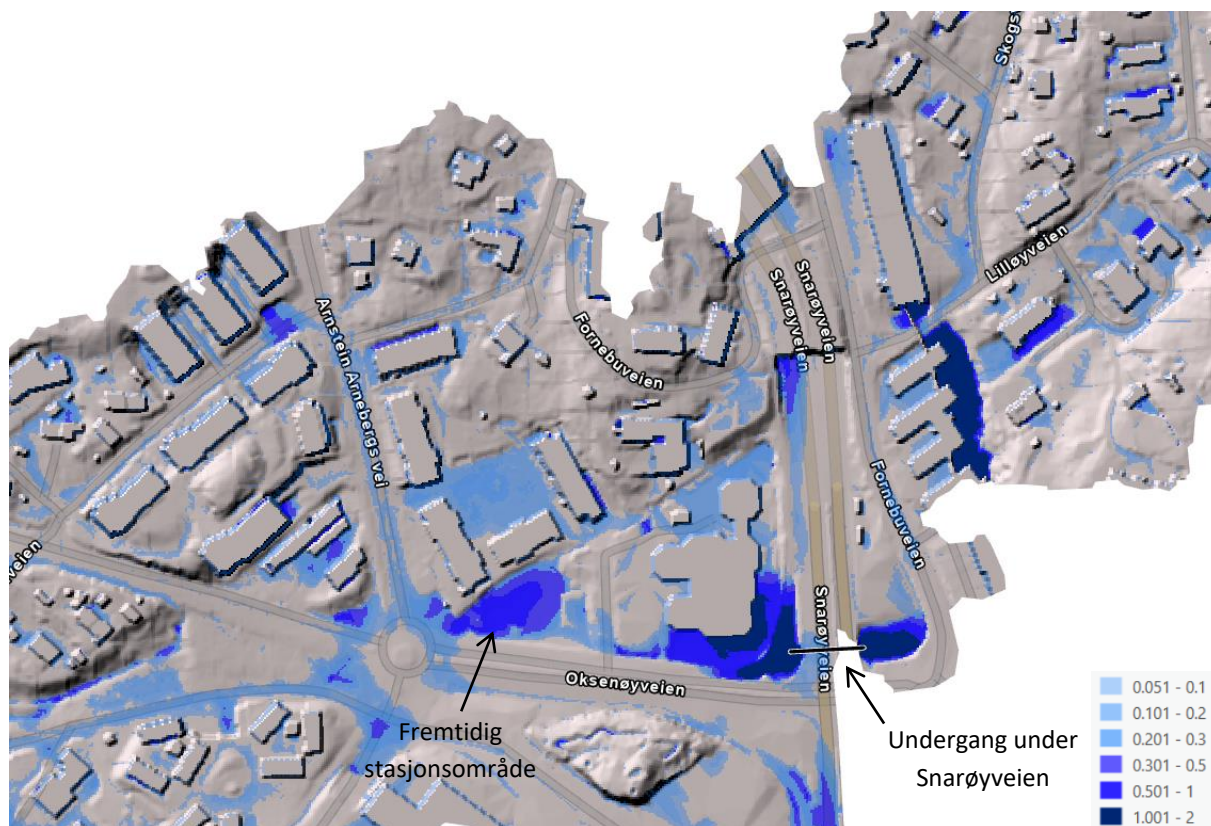
4.1 Tidligere situasjon

4.1.1 Beregnet vannstand



Figur 4-1 viser maksimalt beregnet vanddyb når den syntetiske nedbørhendelsen simuleres på terrenget slik det var i 2019, før utbyggingen av Fornebuporten stasjon startet. Det som skal bli stasjonsområdet, utgjorde den gangen en nedsenkning i terrenget, som under den simulerte hendelsen fylles opp med vann. Det samler seg også mye vann på begge sider av undergangen under Snarøyveien vest for stasjonsområdet, der hvor røykavkastet skal etableres.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 12 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



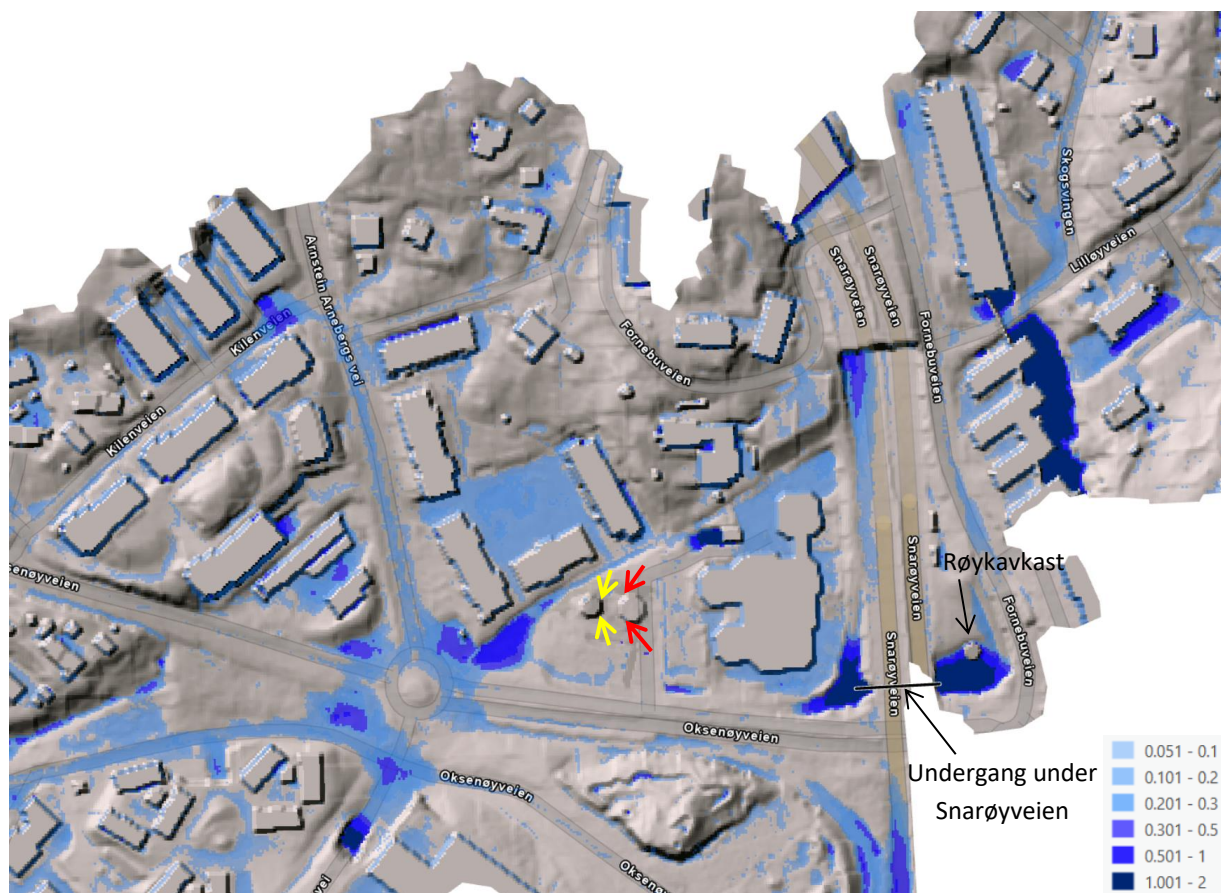
Figur 4-1: Maksimalt beregnet vanddyb når den syntetiske nedbørhendelsen simuleres på terrenget slik det var før utbyggingen av stasjonen startet (2019).

4.2 Fremtidig situasjon

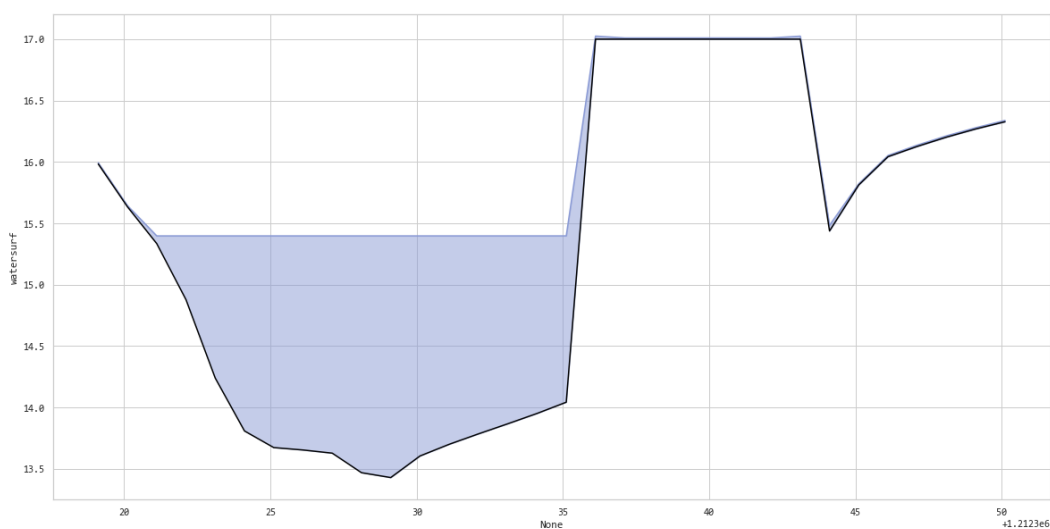
4.2.1 Beregnet vannstand

Figur 4-2 viser maksimalt beregnet vanddyb når den syntetiske nedbørhendelsen simuleres på fremtidig planlagt terreng. Stasjonsområdet er hevet opp i forhold til eksisterende situasjon, og overvann samles mer konsentrert i regnbedet vest på tomte, for koter se landskapsplan PF-FBP0-731-XB-0001 [7]. Stasjonsinngangene og innganger til teknisk bygg, ligger på et høybrekk i terrenget, og er ifølge modellen ikke utsatt for vanninntrenging under den simulerte hendelsen. Det samler seg fremdeles vann på begge sider av undergangen under Snarøyveien. Figur 4-3 viser maksimalt beregnet vannstand i lavpunktet ved røykavkastet. Det er beregnet til 15,4 moh. Rista på røykavkastet har en prosjektert høyde på 16,3 moh. Dette vurderes som tilstrekkelig.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 13 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 4-2: Maksimalt beregnet vanddyb når den syntetiske nedbørhendelsen simuleres på prosjektert terreng for Fornebuporten stasjon. T-banestasjonens innganger er markert med røde piler. Innganger til teknisk bygg (rømning og beredskap/avfall) er markert med gule piler.



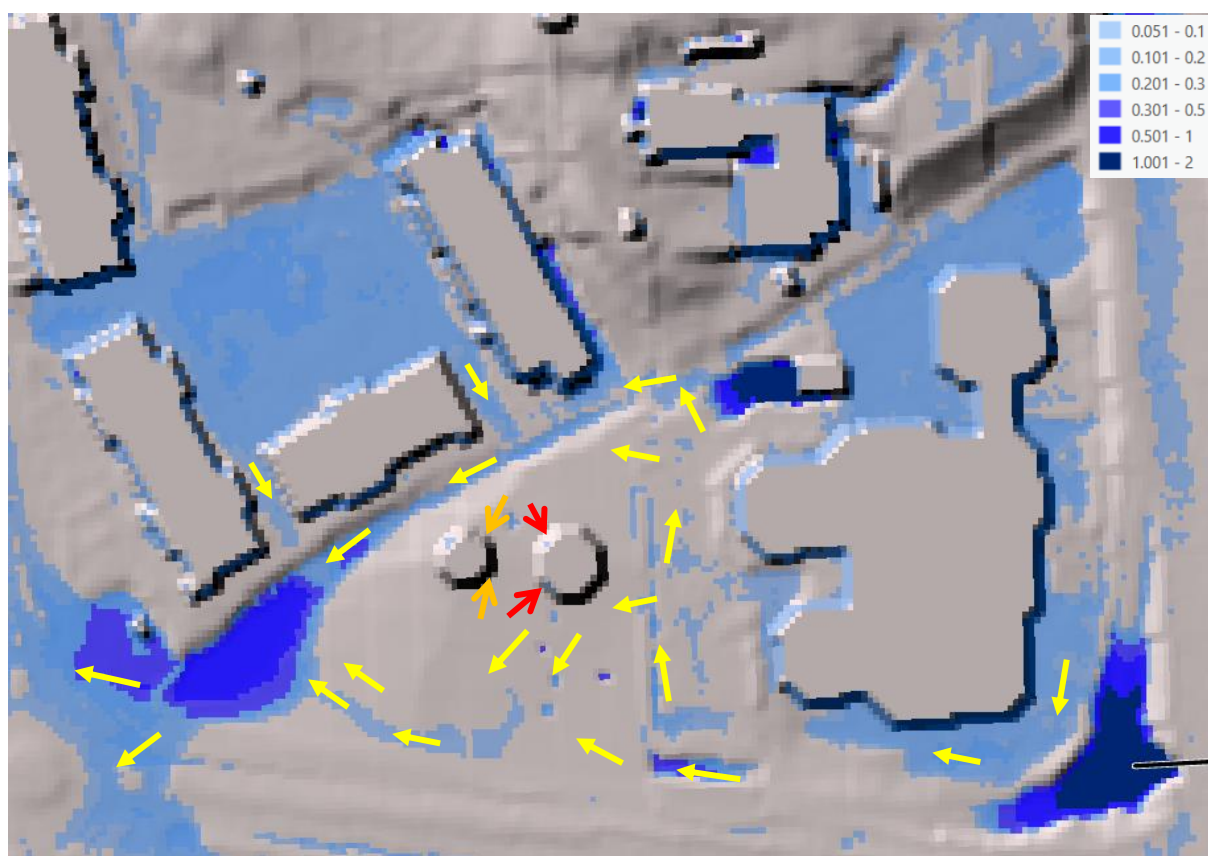
Figur 4-3: Maks beregnet vannstand ved røykavkastet. Topp røykavkast ble lagt inn i modellen med en høyde på 17 moh. Prosjektert høyde på rista er 16,3 moh. Høyeste vannstand ved røykavkastet er beregnet til 15,4 moh. På grunn av

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 14 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

oppløsning av modellen, og fordi vannstand beregnet i sentrum av hver celle, ser det ut som at vannet står skrått opp mot kanten av røykavkastet. Dette er ikke reelt.

4.2.1.1 Beregnet strømningsretning

Beregnet strømningsretning for overvann på stasjonsområdet er vist i Figur 4-4. Av figuren kan man se at vannet renner vekk fra stasjonsinngangene.

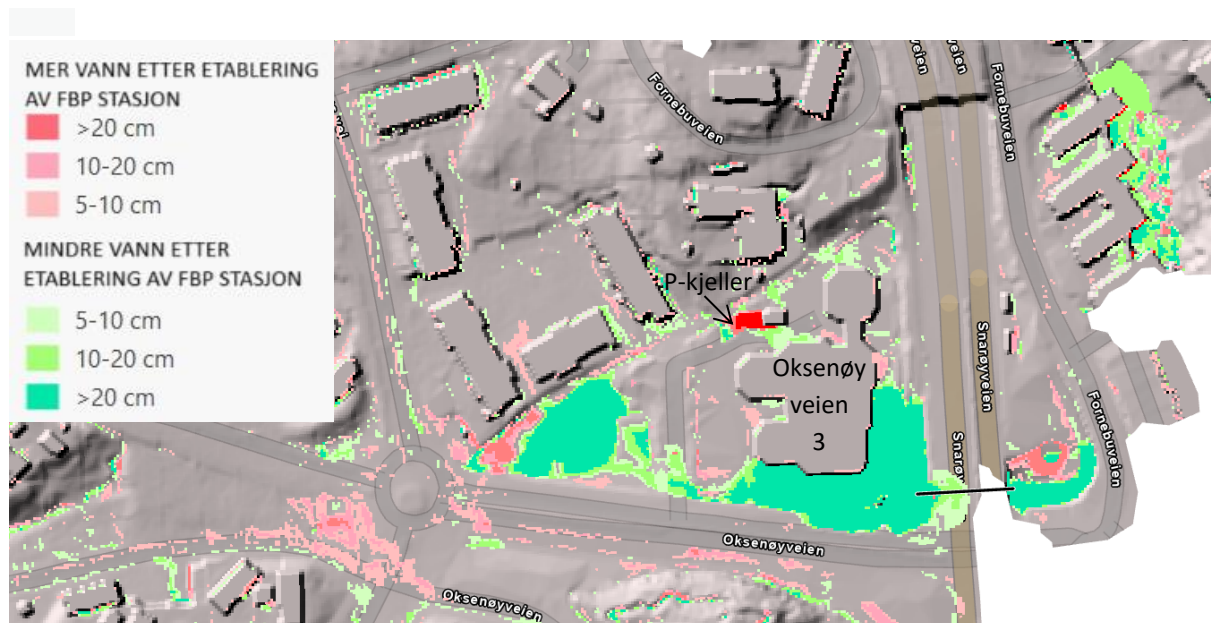


Figur 4-4: Beregnet strømningsretning vises med gule piler. Blå områder viser maks beregnet vanddyp på stasjonsområdet. Inngangene til t-banestasjonen er markert med røde piler. Innganger til teknisk bygg (rømning og beredskap/avfall) er markert med oransje piler.

4.2.2 Endringer som følge av etablering av stasjonen

Figur 4-5 viser beregnet differanse mellom maksimal vannstand før og etter etablering av Fornebuporten stasjon. Generelt vil det samle seg mindre vann på stasjonsområdet pga. terrengheving. Det er også endringer i maksimal beregnet vannstand øst for stasjonsområdet, der røykavkastet skal etableres.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 15 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 4-5: Beregnet differanse mellom maksimal vannstand før og etter etablering av Fornebuporten stasjon. Områder hvor maksimal beregnet vannstand er mer enn 5 cm lavere ved fremtidig situasjon vises med grønt. Områder hvor maksimal beregnet vannstand er mer enn 5 cm høyere ved fremtidig situasjon vises med rødt.

Utført simulering er for større nedbørshendelser enn omkringliggende bebyggelse skal sikkes for. Boligsameiet Arnebergs hage i nordøst vil ikke i vesentlig grad bli påvirket av etablering av Fornebuporten stasjon. Det vil samle seg mindre vann på sørsiden av Oksenøyveien 3. Simuleringen viser også at det vil samles mer vann i nedkjøring på nordsiden av Oksenøyveien 3. Av Figur 4-1 er det tydelig at terrengunderlaget fra 2019 er mangelfull for nedkjøringen til Oksenøyveien 3, og mindre detaljert enn det oppdaterte terrenggrunnlaget i samme området simulert for fremtidig situasjon, vist på Figur 4-2. Med det oppdaterte terrenggrunnlaget vises det en oppstuvning av vann ved nedkjøringen, som vist på Figur 4-5. Nedkjøringen til Oksenøyveien 3 har vært til stede siden 2004 ifølge historiske kart [12]. Nord og sør for nedkjøringen er det mur slik at eventuelt flomvann kun vil renne inn fra vest, se Figur 4-6. En flomhendelse for tidligere og ny situasjon for nedkjøringen bør være lik, da terrenget foran nedkjøringen er uendret. I begge situasjoner vil nedkjøringen, for en nedbørshendelse med 1000-års gjentaksintervann, med stor sannsynlighet oppstå en oppstuvning av vann i dette området. Modellen viser ikke forbindelse med avrenning fra stasjonsområdet og oppstrøms nedbørsfelt, så det sannsynlig at nedkjøringen kun er påvirket av avrenning fra egen tomt. For å verifisere dette må det utføres ny flomsimulering for tidligere situasjon, med utbedret terreng for nedkjøringen til Oksenøyveien 3.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 16 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 4-6: Nedkjøring Oksenøyveien 3 tatt 17.10.24. Området vil ikke bli berørt ved bygging av ny stasjonsadkomst A

5. KONKLUSJON

Det vurderes ikke som nødvendig å gjøre ytterligere tiltak for å hindre Fornebuporten stasjon mot vanninntregning ved store nedbørhendelser. Stasjonsinnganger, adkomst til teknisk bygg og røykavkast vurderes som tilstrekkelig sikret.

Ny simulering for tidligere situasjon, med mer detaljert terreng for nedkjøringen, må gjennomføres for å bekrefte at ny stasjon ikke vil gi økt flompåvirkning for Oksenøyveien 3. Dersom noen avvik av betydning mellom de to flomsituasjonene skulle vise seg å være aktuelle vil tiltak innarbeides.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-FBP0-731-RA-0002
FBP Flomvurderinger		Revisjon: 02G
		Dato: 25.10.2024
		Side: 17 av 17
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

REFERANSER

- [1] TEK17, <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- [2] Samordningsmodell K6 FBP, <https://explorer.novorender.com/a84373fc6cce4ca8852ab19c2511ee77>
- [3] Scalgo Live, scalgo.com/live/Norway
- [4] Høydedata, hoydedata.no
- [5] Geodata sin uttrekkserver
- [6] Norsk Klimaservicesenter, klimaservicesenter.no
- [7] PF-FBP0-070-XB-0001; *Landskapsplan Utomhus planforslag*
- [8] NGU, ngu.no
- [9] NVE (2022) *Automaatiserte infiltrasjonsmålinger i tettsteder: Sammendrag av målinger gjennomført av NVE i Oslo og Bergen 2020*. NVE Rapport nr. 5/2022. NVE.
- [10] Seip, Ulrik Berg Arup (2022). *Prediksjon av mettet infiltrasjonsevne ved bruk av fjernmåling og nevrale nett*. Masteroppgave, Universitet i Oslo (UiO).
- [11] Kartverket, kartverket.no/til-sjos/se-havniva
- [12] 1881.no, https://kart.1881.no/?_gl=1*1oi8m8n*_ga*MjA3MTM3MTQ3MC4xNzE2Mjk4ODc1*_ga_60EFTS75DG*MTcyOTcwNTk3MC4xMi4wLjE3Mjk3MDU5NzAuNjAuMC4w