ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

KAPACITETANALYSE AF UNDERFØRING VED HOVEDGRØFTEN SYD

INDHOLD

1	Projektbeskrivelse	1
2	Modelopsætning	2
2.1	Statusopsætning	4
2.2	Planopsætning	4
2.3	Afstrømningsscenarier	5
3	Resultater	8
4	Konklusion	10

1 Projektbeskrivelse

I forbindelse med etablering af Fælledby på Amager Fælled på Amager udvides tilkørselsvejen fra Vejlands Allé til Fælledbyen. Denne udvidelse medfører ændringer til grøften langs Vejlands Allé. Underføringen under tilkørselsvejen skal forlænges med 10 meter. Dertil rørlægges 34 meter for grøften, nedstrøms den eksisterende underføring, med en Ø1000BT ledning.

Nærværende notat fremlægger forudsætninger og resultater en den hydrauliske beregning, som undersøges om overstående ændringer påvirker vandstanden i grøften.

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A129623	

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1.1	02.04.2025	Notat	SIGN	LEOS	JFPI

2 Modelopsætning

Modellen er sat op i Mike + version 2025, som en River Network model. Grøften er modelleret umiddelbart opstrøms tilkørselsvejen til og med underføringen under Artillerivej.

Modellen er opstillet med 17 tværsnit for grøften. Tætteste ligger de i starten omkring underføring og tilkørselsvejen. Figur 1 viser modellens tværsnit markeret med rødt. Med en hvid firkant er nuværende og kommende rør og underføringerne markeret.



Figur 1: Oversigt over placeringen af grøftens tværsnit i modellen

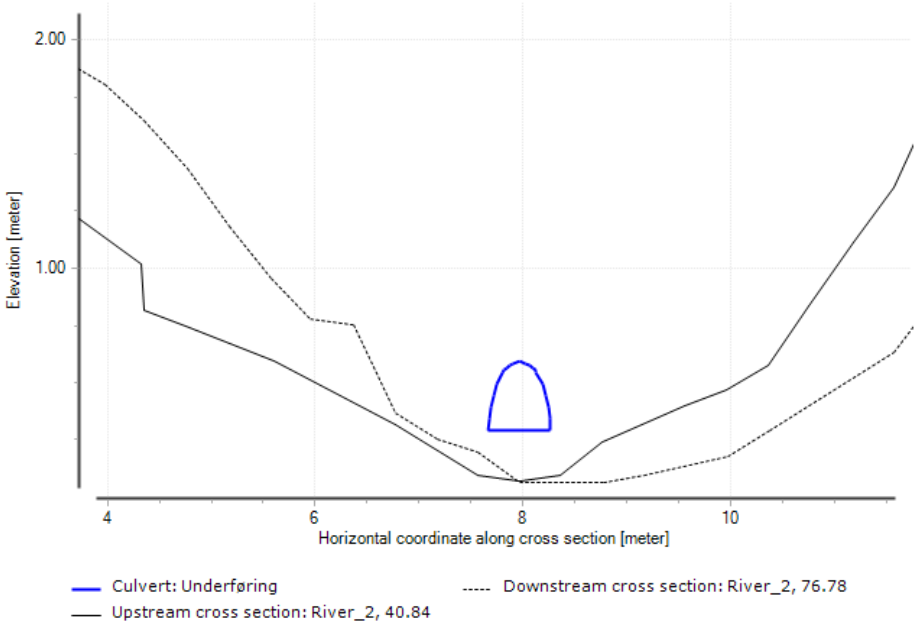
Tværsnittene er hentet fra Danmarks højdemodel via Scalgo, hvor højdemodellen for terræn er anvendt. Da højdemodellens opmålinger ikke medtager bundkoten, er denne justeret ind for hvert tværsnit ud fra ud fra modtaget billeder, Figur 2 og en modtaget LE34 opmåling af vandspejl. Ud fra billede 1 er det antaget at underføringen er halvt fyldt til daglig. Det antages at underføringen har bundkote på grøftens bund. Da underføringen er en Ø600 antages det derfor at bunden af grøften ligger 30 cm under målt vandspejl. Det er antaget af underføringen er halvfuldt med sediment.



Figur 2: Modtaget billeder af grøften. Underføringen ses på billedet 1. billederne er taget i februar 2025.

Den eksisterende underføring under Artillerivej og den nye rørlægning i vandløbet er sat ind i modellen som cirkulære culvert koblet til tværsnittene i bunden af grøften. De er begge antaget at være fuldløbende rør.

Underføringen ved tilkørselsvejen er antaget at være halvfyldt med sediment både i status og i plan. Det er modellere ved at simulere underføringen med et halvcirkelprofil, som vist på Figur 3. Det er gjort for at illustrere, at der kun kan strømme vand igennem halvdelen af røret.



Figur 3: Visualisering af tværsnit af underføring fra Mike+

Der er sat en konstant vandstand i vandløbet på 0,3 m. Der regnes med fire forskellige konstante vandtilførsler, da vandføringen i grøften varierer som følge af varierende regn, tilstrømmende grundvand og vandstand i Københavns Havn.

Manning i vandløbet er sat til M = 10 $m^{(1/3)}$ /s. Det er sat på baggrund af modtaget billeder af vandløbet, der viser at der er meget grøde i vandløbet. Manning i rørunderføringerne er sat til n = 0,016 s / $m^{(1/3)}$ svarende til M = 60 $m^{(1/3)}$/s.

Enkelttab i ind og udløb antagelses at være det samme for både status og plan. Enkelttab værdierne er sat til default i modellen.

Der køres en 4 dage lang simulering for at sikre at vandføringen er stabiliseret. Modellen er kørt som en steady-state model, uden et regninput

2.1 Statusopsætning

Underføringen under tilkørselsvejen er en 28 m. lang Ø600 ledning. Underføringen under Artillerivej er en 50 m. lang Ø900 ledning. Placering af disse kan ses på Figur 4.



Figur 4: Oversigt over eksisterende forhold for grøften

2.2 Planopsætning

Under planscenariet bruges samme som status model, men med to ændringer:

- Underføringen under tilkørselsvejen forlænges med 10 m. fra 28 m. til 38 m.
- 34 meter af vandløbet rørlægges med en ø1000BT ledning.

Placeringen af disse ses på Figur 5.

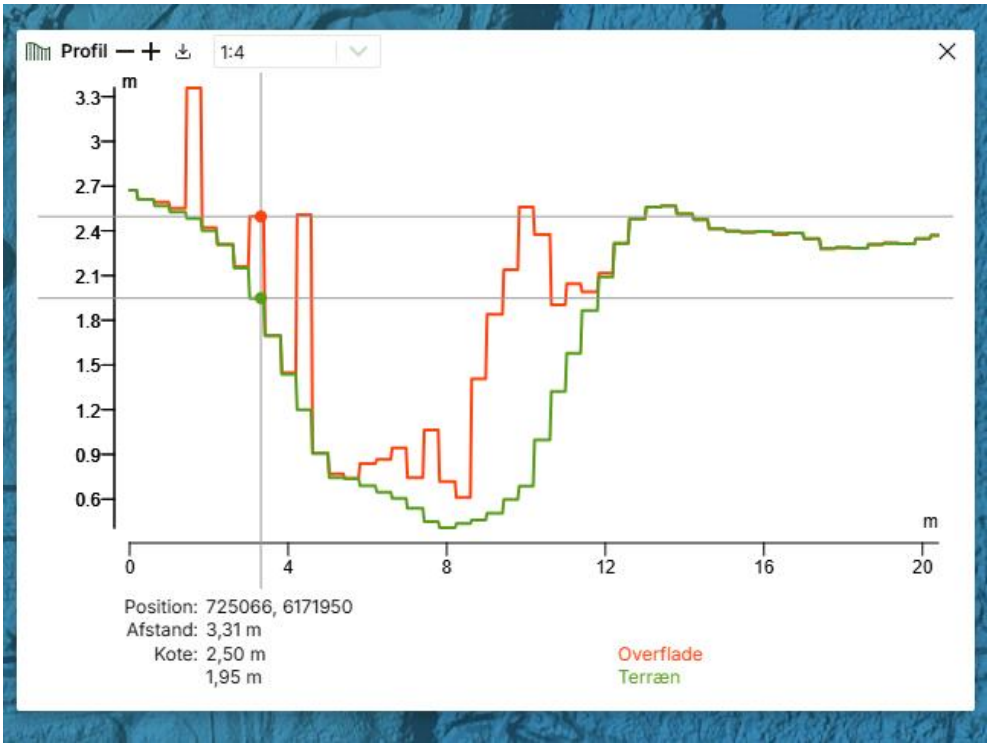


Figur 5: Oversigt over fremtidige forhold for grøften og placeringen af ny Ø1000 rør

2.3 Afstrømningsscenarier

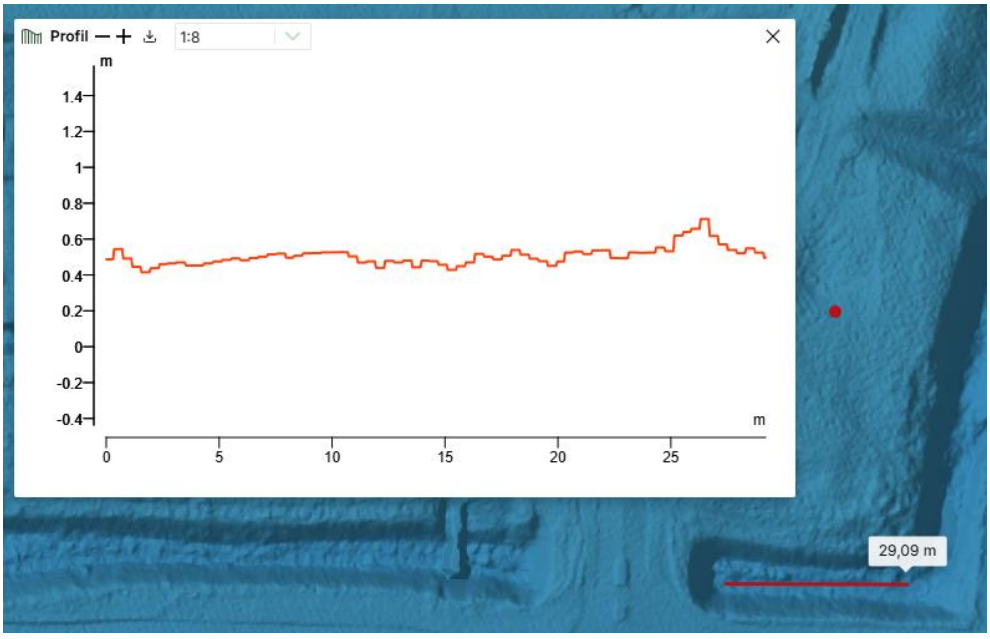
Afstrømningsscenarier i den steady-state hydrauliske analyse, er defineret på baggrund af forskellige forventelige vandstande i grøften, og dækker et meget bredt afstrømningsmønster.

Maksimale vandføring ved vanddybder på mellem 0,2-1,2 m er beregnet ved brug af manningformlen. Da grøftens tværsnit er meget rektangulært, er det beregnet ud fra konservativ betragtning med en bundbredde på 4 m. Dette understøttes af tværsnittet vist i nedenstående figur, som er taget lige opstrøms fra ø600 røret.



Figur 6: Tværsnittet af grøften opstrøms ø600 rørunderføringen taget fra Scalgo, baseret på Danmarks Højdemodel. Rødt tværsnit viser overfladen og grønt viser terræn

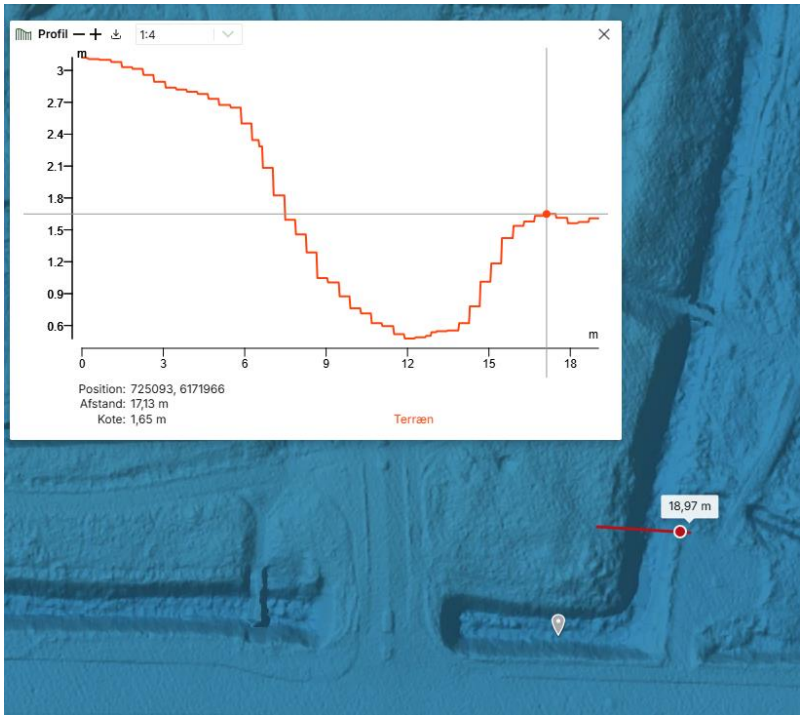
Hældningen på grøften er meget ujævn. Ud fra Danmarks højdemodel er en hældningsgradient derfor vurderet til at være 0,01‰.



Figur 7: Længdeprofil af grøften lige opstrøms ø600 rørunderføringen taget fra Scalgo, baseret på Danmarks Højdemodel

Den maksimale vanddybde i grøften er baseret på opstrøms forhold i den sydlige grøft. Her ses det jf. grøfteprofilen at der maksimalt kan stuve 1 m op i grøften, så derfor vurderes det at det samme er gældende ved ø600 røret, da vandtilførslen til

rørunderføringen sker via denne grøft. Det bemærkes desuden at grøfteprofilet i den sydlige grøft er mindre end i Hovedgrøften syd, og dermed er en vandstand på 1 m opstrøms rørunderføringen meget konservativ.



Figur 8: Tværsnittet af den sydlige grøft opstrøms ø600 rørunderføringen taget fra Scalgo, baseret på Danmarks Højdemodel

For at bestemme de forskellige mulige vandføringer, er der udover den maksimale vandstand, også beregnet vandføringer ved hhv. 20, 30, 40 og 60 cm vandstand.

Resultater er vist i nedenstående tabel.

Tabel 1: Beregning af vandføring i Hovedgrøften Syd opstrøms ø600 underføring ved forskellige vandstande i grøften

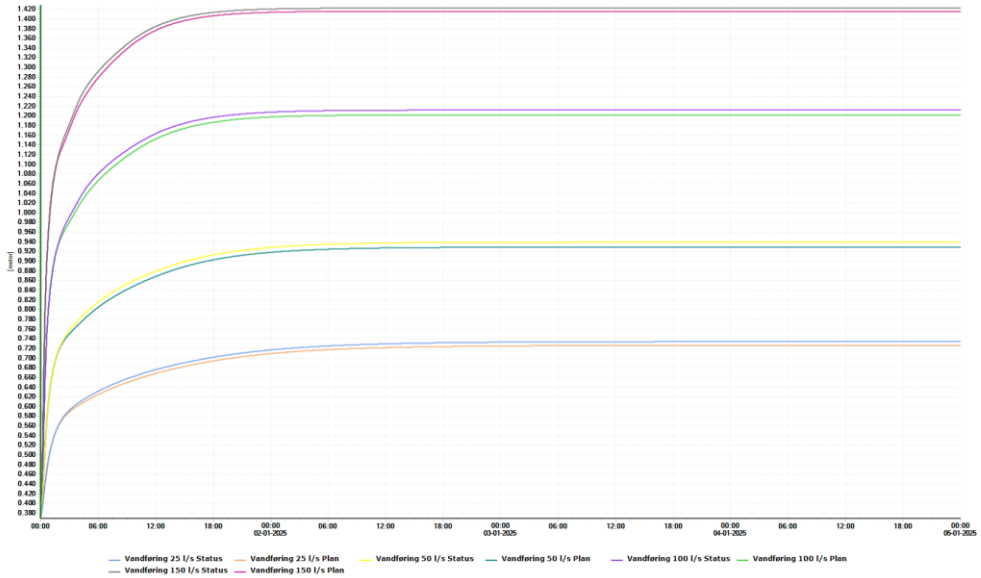
Calculation no:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Bottom width in m	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Manning number $m^{1/3}/sec$	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Average bottom slope in o/oo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Water depth in m	0,2	0,3	0,4	0,6	1
Calculated cross section area in m^2	0,80	1,20	1,60	2,40	4,00
Calculated wet perimeter in m	4,40	4,60	4,80	5,20	6,00
Calculated hydraulic radius in m	0,18	0,26	0,33	0,46	0,67
Calculated flow (discharge) in m^3/sec	0,008	0,015	0,024	0,045	0,097

På baggrund af ovenstående tabel er der valgt at beregne vandstande i status og plan scenariet for vandføringer på hhv. 25 l/s, 50 l/s og 100 l/s. Der er desuden valgt at lave en ekstra beregning på 150 l/s, for at vurdere følsomheden af beregningerne ved høje vandføringer.

3 Resultater

Modellen er kørt som status og plan og herunder vises resultaterne sammen. Modellen er kørt med 4 forskellige vandføringer 25 l/s, 50 l/s,100 l/s og 150 l/s.

Figur 9 viser vandstanden opstrøms underføringen ved tilkørselsvejen både status og plan for de fire simuleret vandføringer.



Figur 9: Vandstand opstrøms underføringen ved tilkørselsvejen ved de fire simuleret vandføringer for både status og plan.

Figuren viser, at vandstanden påvirkes en smule af forlængelsen af underføringen under tilkørselsvejen. Ved alle simuleret vandføringer sker et mindre fald i vandstand. Tabel 2 viser forskellen i vandstand opstrøms den forlængede underføring for de fire vandføringer. Vandstanden varierer alt efter vandføringen og er lavest ved størst vandføring på 150 l/s og højest ved en vandføring på 50 l/s.

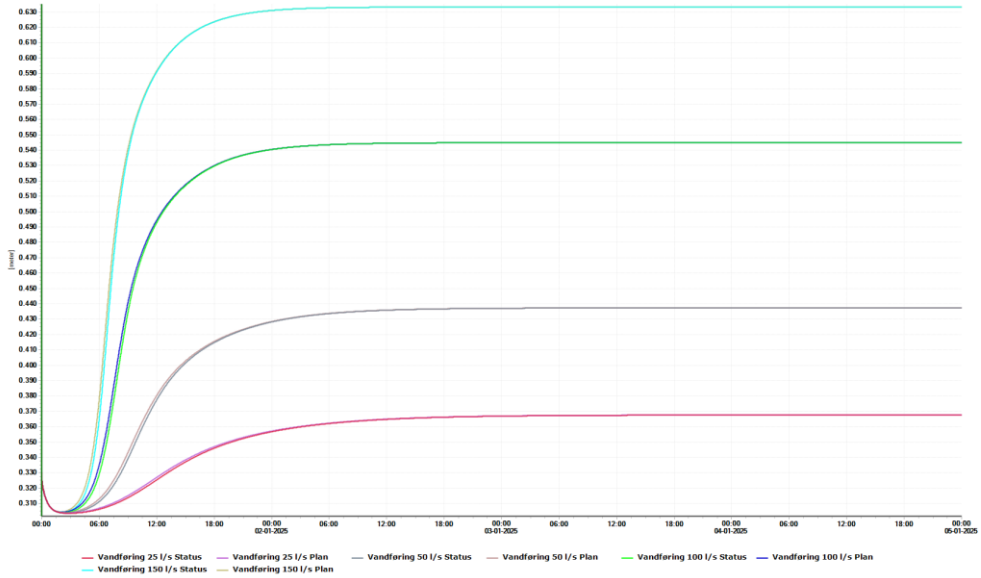
Tabel 2: Forskellen i vandstand mellem status og plan ved de fire simuleret vandføringer.

Vandføring [l/s]	**Ændring i vandstand opstrøms underføring fra status til plan [cm]**
150	-0,6
100	-1,0
50	-1,1

25	-0,8

Resultatet viser, at underføringen kan føre alle testet vandføringer. Vandstanden falder en smule, da modstanden i grøften bliver lavere. Da underføringen fører mere vand videre.

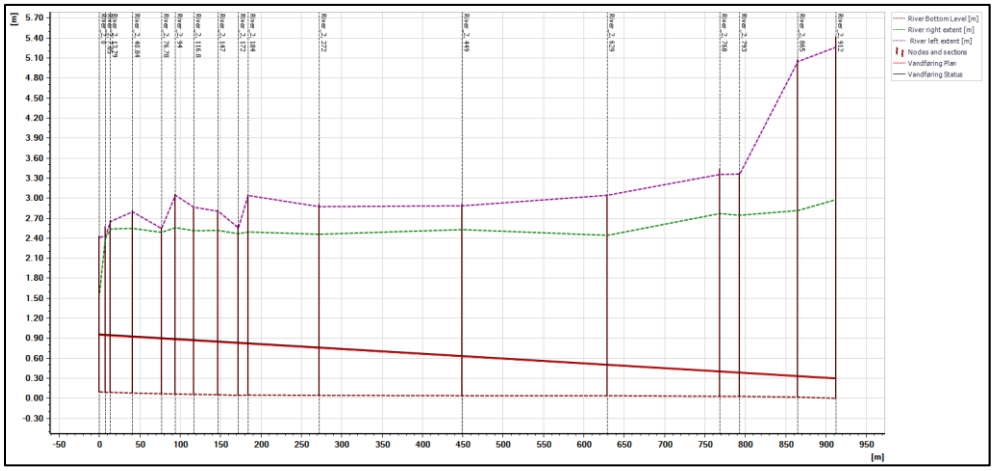
Efter underføringen, ved tilkørselsvejen, stabiliseres vandstanden og nede ved Artillerivej ses der ikke en forskel på status og plan. Figur 10 viser vandstanden i underføringen ved Artillerivej for både status og plan for de fire vandføringer. Her ses det at der ingen forskel er for vandstanden.



Figur 10: Vandstand i underføringen under Artillerivej ved de tre simuleret vandføringer for både status og plan.

Figur 11 viser, vandstand i hele grøften for både status og både for 50 l/s. Her ses at vandstanden i status lægger en anelse højere opstrøms og ned gennem grøften

stabilisere vandstanden sig, så der inden forskel er på status og plan.



Figur 11: Længdeprofil over maximal vandstand i grøften fra start til slut for både Status og Plan scenarie ved en simuleret vandstand på 50 l/s

4 Konklusion

Modellen er kørt som både status og plan model, hvor plan modellen inkluderer forlængelsen af ø600 røret under adgangsvejen og det nye ø1000 rør under den kommende shunt. Modellen er kørt med 4 forskellige vandføringer 25 l/s, 50 l/s,100 l/s og 150 l/s. Vandføringerne er repræsentative for hvilke vandføringer der beregnes i grøften, ved forskellige vandstande. Ved alle disse vandføringer ses det at vandstanden falder en lille smule opstrøms ø600 røret, som følge af rørlægningen. Det mindre fald i vandstanden i plan situationen skyldes at der er mindre modstand i de rørlagte stræk end der er i grøftetværsnittet. Faldet i vandstanden er beregnet til 0,8 cm for en vandføring på 25 l/s og 1,0 cm på en vandføring på 100 l/s. Faldet i vandstanden vurderes til at være uvæsentlig. Rørlægningen af grøften, ændrer dermed ikke grøftens vandføring.