

Faxe Spildevand A/S

Strukturplan 2021

Opsætning af Mike Urban modeller



Projektnummer: 25.2020.09

Dato: 15. september 2021

Udfærdiget af: Jonas Jensen

Kontrolleret af: Camilla Hagbarth

Godkendt af: Torben Pørksen

Indholdsfortegnelse

Side

1	Indledning	4
2	Datagrundlag	4
3	Opstilling af model	5
3.1	Brønde	5
3.2	Ledninger	5
3.3	Overløb	6
3.4	Bassiner	6
3.5	Pumpestationer	6
3.6	Randbetingelser	6
3.7	Regnvandsoplande	7
3.8	Spildevandsbelastninger	8
3.9	Områder udgået af model	9
4	Dokumentation i modellerne	11
4.1	Netværkstype	11
4.2	Statuskoder	11
4.3	Datakilde	12
5	Beskrivelse af udvalgte modelområder	13
5.1	Dalby	13
5.2	Faxe ladeplads	14
5.3	Haslev	15
5.4	Karise	16
5.5	Rønnede	17
6	Verificering af Mike Urban model	18
6.1	Regninput	18
6.2	Sikkerhedsfaktor	18
6.3	Massebalance	19
6.4	Kapacitetskort & overløb	20
7	Flood	21
8	Vurdering	23

Bilagsliste:

Bilag A: Liste over bassiner

Bilag B: Liste over overløb

Bilag C: Liste over pumpestationer

Bilag D: Liste over udløb

Bilag E: Grovskitse af hydraulik på renseanlæg

Bilag F: Tegninger og tegningsliste

Bilag G: Mike Urban modeller og modelliste

Bilag H: Mike Urban og FLOOD Resultater og resultatliste

1 INDLEDNING

Der er i forbindelse med Strukturplan 2021 i Faxe Spildevand udarbejdet opdaterede Mike Urban modeller af byområder i Faxe kommune. Der er opstillet 5 modeller, et for hver af renselanlæggene. Modellerne er navngivet efter byområdet de er opstillet i; Dalby, Faxe og Faxe Ladeplads, Haslev, Karise og Rønnede. Der er lavet en model for et statusscenarie, hvor der er implementeret de tiltag/anlægsprojekter, som er i en fase hvor de enten er ved at blive udført eller skal påbegyndes snart. Det nærværende notat beskriver den generelle modelopsætningen for modellerne.

2 DATAGRUNDLAG

Der er benyttet adskillige datakilder i arbejdet med modelopsætningen. Modellerne er hovedsageligt opstillet ud fra Faxe Forsynings Dandas database. Derudover er der benyttet tegninger fra opmåling af bygværker.

Følgende kilder er anvendt til modelopsætning:

- Dandas database 11.11.2020
- Faxe Forsynings webkort med ledningsinformationer 11.11.2020
- Strukturplansdata af bygværker 11.11.2020
- Tegnings og CAD-materiale af planlagte områder 09.12.2020
- Oplysninger om adresser (CVR Data), 11.12.2020
- 50 højeste vandforbrug, 15.12.2020
- Forsyningens overvågningssystem (IGSS data), 12.01.2021
- Befæstet oplande matrikel fra Scalgo, 25.01.2021
- Envitronic data for overløb, 17.02.2021
- Danmarks Højdemodel med bygninger (DHM 40x40cm), 15.03.2021

3 OPSTILLING AF MODEL

De opstillede hydrauliske afløbsmodeller, er udført i Mike Urban CS version 2020, sp1, med anvendelse af koordinatsystem ETRS89, UTM32N. DVR90 anvendes som kotesystem.

Der er ved opstilling af modellerne, udført et kvalitetstjek af data fra databasen, og alle bassiner, overløb samt pumpestationer er blevet gennemgået, revideret og opdateret i forhold til bygværkstekninger og informationer leveret af Faxe Forsyning. Dette afsnit gennemgår først datagrundlag og antagelser i forbindelse med opsætning af brønde og ledninger fra databasen. Derefter beskrives opsætningen af overløb, bassiner, pumpestationer og randbetingelser. Derefter følger opsætning af oplande, spildevand og til sidst beskrives planlagte og udeladte områder i modellerne, samt specielle beregningstilpasninger.

3.1 Brønde

Placering og parametre for brønde er som udgangspunkt importeret fra databasen. Det fremgår af Tabel 1 at omkring 12 % af terrænkoterne og bundkoter er ukendte. Modellen for Haslev har flere brønde med ukendte bundkoter. Der er generelt flere brøndene der ikke har registreret en diameter i databasen, især Rønnede og Karise modellen har mange ukendte diameter. Diameter af brønde er blevet skønnet til 1 m. Der er vurderet på baggrund af datagrundlag og længdeprofil at noget data for brønde kan have fejl.

Tabel 1: Antal brønde i modellerne, samt hvor mange er vurderet grundet manglende information eller eventuelle fejl i data. Manglende data i brønd er regnet på baggrund af den højeste ukendte af bundkote, terrænkote eller diameter.

Model	Total [Antal]	Ukendt bundkote [Antal]	Ukendt terrænkote [Antal]	Ukendt diameter [Antal]	Vurderet fejl i data [Antal]	Manglende data i brønd [%]
Dalby	1222	75	105	144	11	11,8
Faxe og Faxe Ladeplads	2720	208	232	264	11	9,7
Haslev	3716	642	443	610	14	17,3
Karise	1033	112	94	471	23	45,6
Rønnede	1629	217	229	1077	22	66,1
Total	10320	1254	1103	2566	81	24,9

Ukendte bundkoter er blevet skønnet ud fra op-, nedstrømsbrønde og terrænkoter. Terrænkoter er blevet estimeret efter den digitale terrænmodel. I brønde hvor data skønnes, vil status i modellerne være ændret fra Imported til Modified i feltet <Data Source>. Ydermere vil i feltet <Description> fremgå hvad der præcis er ændret, fx "Est. BK".

3.2 Ledninger

Hovedledninger er ligesom for brøndene importeret fra databasen. Modellerne indeholder ikke de ledninger, der i databasen er angivet som stikledninger. Hovedledningerne er godt beskrevet i forhold til deres diameter, vist i Tabel 2. Der var flest ukendte diameter ved Haslev.

Tabel 2: Antal ledninger i modellerne og hvor mange ledninger der ikke kendes dimensioner for.

Model	Total [Antal]	Ukendt diameter [Antal]	Manglende data [%]
Dalby	1203	2	0,2
Faxe og Faxe Ladeplads	2704	44	1,6
Haslev	3720	113	3,0
Karise	1008	6	0,6
Rønnede	1609	20	1,2
Total	10244	185	1,8

Der er blevet rettet i materialetype fra beton til plast, hvis dimensionen ikke var velafrundet, da det forventes det skyldes en strømpeføring og der er antaget samme modstand som for plast. Derudover er plastledninger med dimensioner, hvor det vurderes at være en ydre diameter, blevet ændret til indre diameter. I ledninger hvor data skønnes eller opsætning ændres, vil status i Modellerne være ændret fra *Imported* til *Modified* i feltet <Data Source>. Ydermere vil i feltet <Description> fremgå hvad der præcis er ændret, fx "Est. Dia". Nye ledninger vil stå som *Inserted* og forudsætningerne vil ligeledes fremgå af de andre felter.

3.3 Overløb

Der er benyttet tegninger, hvor dette er oplyst, ellers er der blevet skønnet. De overløb der er blevet skønnet er vurderet til overløbskote ved topkote af indløbsrør i reguleringsbygværket. Der er nogle modeller hvor de fleste bygværker er indmålt. Generelt blev ca. halvdelen af bygværkerne opmålt og tegnet i 2016. Bilag B viser en oversigt over bygværker i modellen.

3.4 Bassiner

I bilag A er en liste over bassiner i modellerne. Bassiner er blevet gennemgået og opstillet ud fra udleveret tegningsmateriale for bassinkonstruktioner, samt en terrænanalyse på de åbne bassiner, hvor der manglede tegningsmateriale.

3.5 Pumpestationer

Oversigt over pumpestationer fremgår af Bilag C. Styring for de fleste spildevandspumper er vurderet på baggrund af start og stopkoter oplyst i IGSS. Hvor der er målt flow er pumpeydelsen indsat på baggrund af data ellers er det vurderet på baggrund af trykledningens diameter og en ønsket driftshastighed på 1 m/s.

3.6 Randbetingelser

3.6.1 Udløb

Alle udløb er til vandløb. Der er antaget frit udløb for alle udløb, da vandstanden i vandløbet kan variere og det er ikke vurderet hvor den er i forhold til hvert enkelt udløb. Der er nogle udløb med ukendte bund og terrænkoter, hvilket er vurderet på baggrund af højdemodel.

3.6.2 Renseanlæg

Renseanlæggene er opstillet i modellen, som skitseret på Bilag E, renseanlæggene er opstillet i samarbejde med Faxe Forsyning ud fra oplysninger om indløbskapaciteter og eventuelle udligningsbassiner til at hjælpe med den hydrauliske belastning. Der er udligningsbassiner for 4 af de 5 renseanlæg. Renseanlæggene for Faxe og Haslev er hydraulisk lidt mere kompliceret end de andre renseanlæg i forhold til udligningsbassinerne og et UASB-anlæg på Faxe Renseanlæg. Derudover er der et nedlagt renseanlæg i Faxe Ladeplads, der fungerer som en afskærende pumpestation op til Faxe renseanlæg, hvor vandet bliver rensat.

Tabel 3: Renseanlæggenes hydrauliske kapacitet og volumen for udligningsbassiner

Model	Hydraulisk kapacitet [m ³ /t]	Udligningsbassin volumen [m ³]
Dalby	300	-
Faxe	850	3500
Haslev	1000	3425
Karise	500	1250
Rønnede	300	1000

3.7 Regnvandsoplade

Oplandsafgrænsningen i Mike Urban er defineret ud fra matrikelkortet. Kloakoplade i gældende spildevandsplan 2016-2021 er anvendt til at afgrænse matrikler, der er tilsluttet afløbssystemet. Vejoplandene er i matrikelkortet større polygoner, disse polygoner er blevet splittet op i mindre dele i forhold til brøndes placering på vejen ved brug af "Catchment delineation wizard" i Mike Urban. Både vej- og matrikeloplande er knyttet til brønde ved at anvende "Connection wizard" i Mike Urban, herefter er koblingerne manuelt gennemgået og eventuelle fundne fejkoblinger er blevet flyttet.

3.7.1 Befæstelsesgrad

Befæstelsesgraden er hentet fra Scalgos befæstelseskort på matrikelniveau. Befæstelseskortet er baseret på en teknik lavet ved "Machine Learning" med opløsning på 20 cm. Kortet er lavet på data fra 2014-2016 og opdeler områderne i tre kategorier; permeabelt, impermeabelt og søer¹. Der er med baggrund i disse data beregnet befæstelsesgrader for matriklerne, som er importeret i modellen. Større grønne områder der ligger indenfor et kloakopland er bibeholdt i modellen, men har fået en befæstelsesgrad på 0, så de ikke bidrager til afstrømning.

Modellen er herefter verificeret med simulering med kendte hændelser og registreret overløb, og en del områder er befæstelsesgraden reduceret med op til 25% grundet at der blev simuleret for meget vand på terræn og i overløb. Modelverificering beskrives nærmere i kapitel 6.

¹ Scalgo dokumentation "Imperviousness", juli 2020

Tabel 4: Opgivelse af befæstelsesgrad, totale og befæstet oplandsstørrelser i modellerne, hvor de grønne områder ikke er medregnet i det totale og befæstet opland.

Model	Total opland [Ha]	Befæstet opland [Ha]	Befæstelsesgrad [%]
Dalby	140,1	52,3	37,3%
Faxe og Faxe Ladeplads	463,1	168,9	36,5%
Haslev	724,0	281,7	38,9%
Karise	177,4	60,1	33,9%
Rønnede	207,7	80,7	38,9%
Total	1712,3	643,7	37,59%

3.7.2 Afstrømningstid

Koncentrationstiden er den tid det tager for vandet at komme fra fjerneste punkt i det tilknyttede opland til afløbssystemet. Der anvendes en default afstrømningstid for by oplande på 7 min og for grønne oplande på 14 min.

Angående reduktionsfaktor og initialtab, regnes der med følgende værdier:

- Reduktionsfaktor: 0,9
- Initialtab: 0,6 mm default og 25 mm for grønne arealer

3.8 Spildevandsbelastninger

Spildevandsbelastning er opstillet som loads, hvor hver adresse er fundet ved data fra CVR. I fx etageboliger er der samlet et punkt, som har oplysninger om antal boligenheder. Spildevandsbelastninger er knyttet til brønde ved at anvende "Connection wizard" i Mike Urban, herefter er koblingerne gennemgået som ved regnvandsoplandene. Spildevandsbelastning er opstillet som angivet på Tabel 5.

Tabel 5: Spildevandsbelastning pr. boligenhed og virksomhed

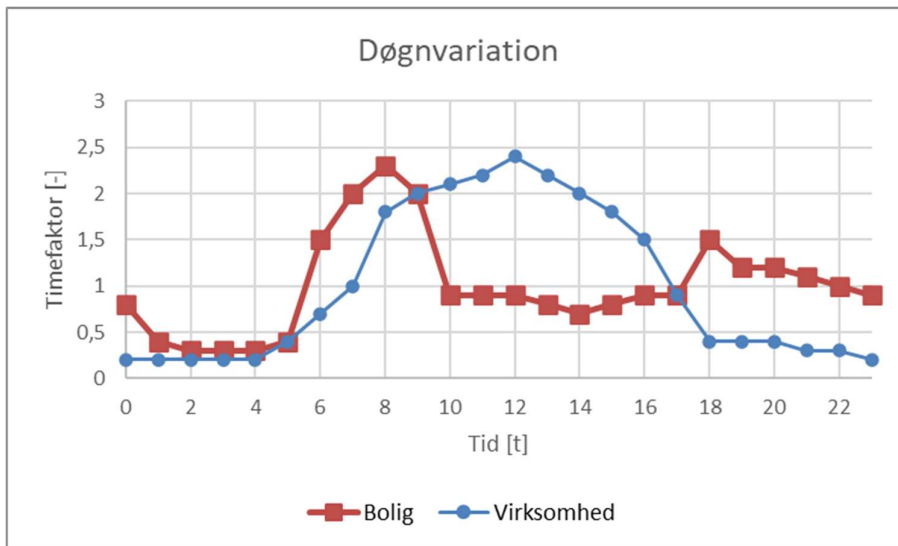
Enhed	Belastning pr. enhed [PE]	Spildevandsmængde [l/d/PE]
Bolig	2,5	150
Virksomhed	1	375

De 50 største virksomheder i Faxe Kommune har fået en individuel vurdering af vandføring på baggrund af deres vandforbrug.

Det er vurderet at et spildevandspunkt er en virksomhed, hvis det ligger i et erhvervsområde. Der er indsat forskellig døgnvariation for boliger og virksomheder. Døgnvariation kan ses på

Figur 1.

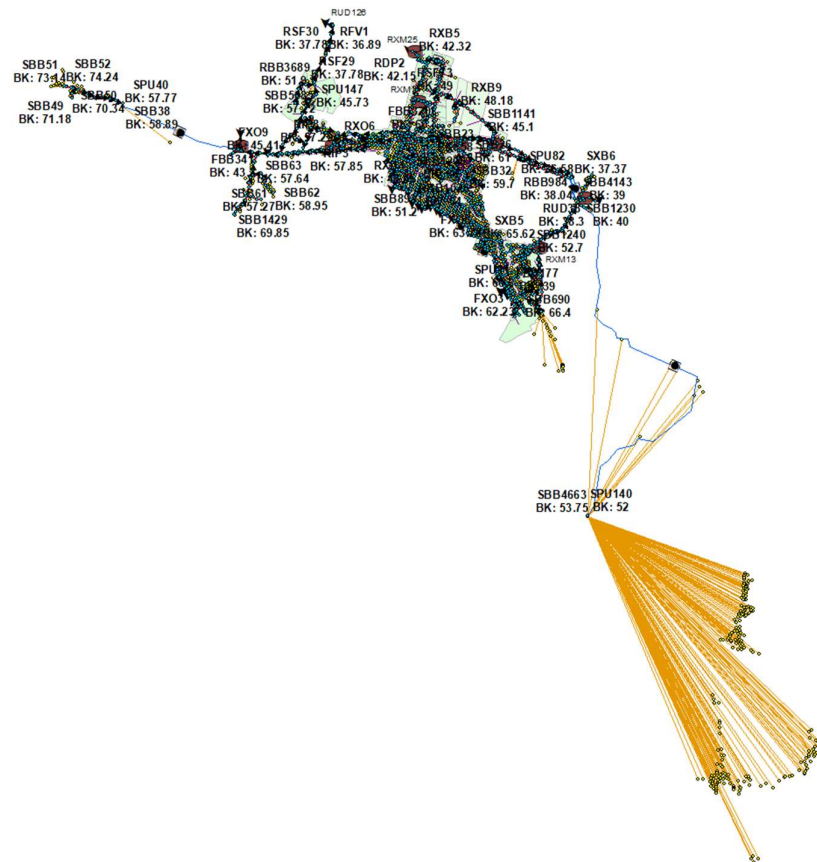
Figur 1: Døgnvariation for boliger og virksomheder.



3.9 Områder udgået af model

Spildevandssystemet er blevet simplificeret, så ledningsstrækninger for spildevandskloakerede småbyer ikke er medtaget, men er koblet sammen i et punkt nær ved byen. På Figur 2 er et eksempel der tydeligt viser at der er mange spildevandspunkter som samles i hhv. den sydlige og vestlige del af Rønnede.

Figur 2: Spildevandsbelastninger kobling I Mike Urban modellen eksempel fra Rønnede modellen.



4 DOKUMENTATION I MODELLERNE

For at optimere det fremtidige arbejde med modellerne, er der tilføjet beskrivelser til de forskellige elementer i selve modellerne. F.eks. er der tilføjet en kategori og datakilde til alle brønde. Det er samtidig ønsket, at denne dokumentation videreføres ved fremtidige modelopdateringer.

4.1 Netværkstype

Modellerne opstilles med en række forskellige netværkstyper, som skal adskille de forskellige kloakeringssystemer fra hinanden. Der anvendes følgende netværkstyper, som angivet i Tabel 6.

Tabel 6: Tabellen angiver netværkstyper til inddeling af systemet

Kode	MU-tekst	Bruges til
1	Wastewater	Faxe Forsynings Spildevandssystemer
2	Storm Water	Faxe Forsynings Regnvandssystem
3	Combined	Faxe Forsynings Fællessystem
4	Draen	Drænsystem
5	Vejafvanding	Kommunal vejafvanding (ikke en del af Faxe modellerne)
6	Vandløb	Vandløb, både kommunale og spildevandstekniske (ikke en del af Faxe modellerne)
7	Privat ledningssystem	

4.2 Statuskoder

Modellerne opsættes med en række statuskoder, som dokumenterer datagrundlaget. Overordnet statuskode indsættes i *Element_S*, denne suppleres med en beskrivelse i *description*, hvis fx bundkote eller terrænkote ændres i forhold til databasen. Der anvendes følgende statuskoder, som angivet i Tabel 7:

Tabel 7: Tabellen angiver statuskoder til dokumentation for data.

Kode	MU-tekst	Bruges til
1	Model	-
2	GIS	-
3	Imported	Overordnet i <i>Element_S</i> for at indikere at elementet er uændret ift. Import fra Dandas.
4	Inserted	Overordnet i <i>Element_S</i> for at indikere at elementet er manuelt indsat og ikke findes i databasen, fx ifm. Bygværker og bassiner.
5	Modified	Overordnet i <i>Element_S</i> for at indikere at element er ændret i forhold til Dandas.
6	Calibrated	-
7	Verified	-
8	Erroneous	-
9	Unknown	-
10	Other	-

4.3 Datakilde

Feltet datasource angiver elementets oprindelse. Modellerne er som udgangspunkt importeret fra Dandas, herefter er der suppleret med input fra de tidligere modeller, tegninger, aftaler samt planlagte projekter. Derudover er der under opstilling af modellerne blevet indsat flere fiktive elementer, der kræves for at modellerne kan beregne. Oversigt over de forskellige kilder fremgår af Tabel 8.

Tabel 8: Oversigt over kilder

Datasource	Beskrivelse
Dandas_202011	Element importeres fra Dandas i november 2020
Tegning_Dato	Element er lavet på baggrund af tegninger, fx overløb, bassin o.ln.
Aftale_Dato	Element justeret på baggrund af aftale med Faxe Forsyning
Mail_Dato	Element justeret på baggrund af mailkorrespondance
Fiktiv_Dato	Elementet er fiktivt i forbindelse med modelopsætning

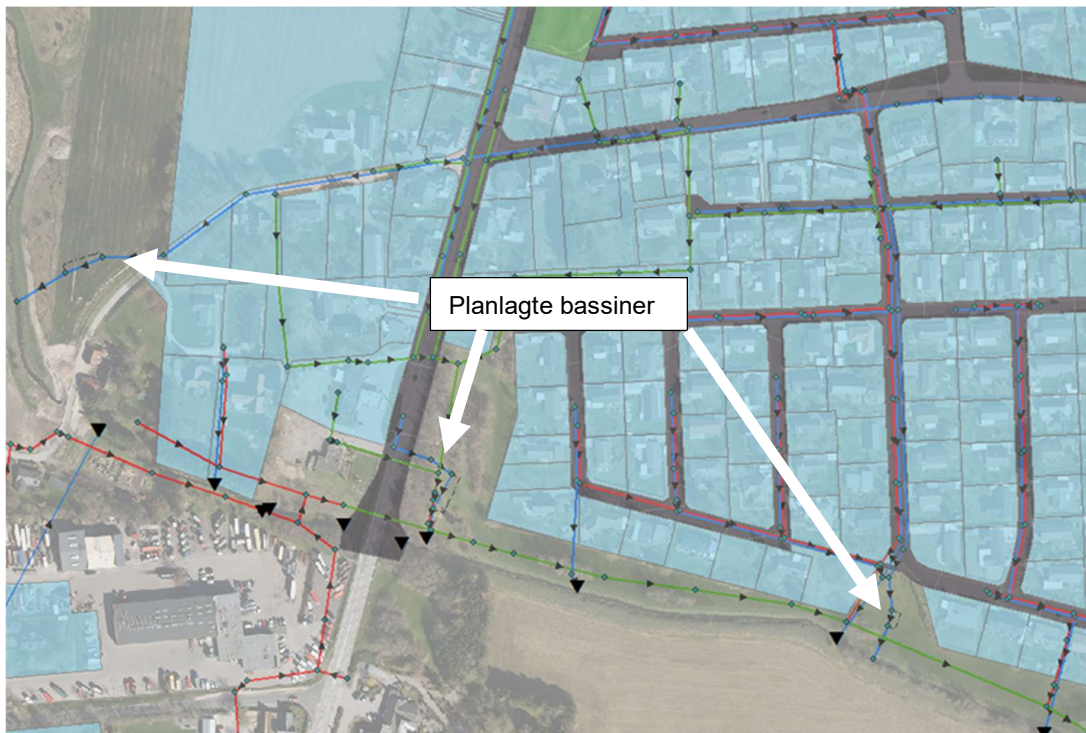
5 BESKRIVELSE AF UDVALGTE MODELOMRÅDER

Antagelser omkring opstilling af udvalgte modelområder er beskrevet nærmere i nærværende afsnit.

5.1 Dalby

I den sydvestlige af Dalby er der et lille område som er fælleskloakeret, men planlagt til at blive separatkloakeret. Derfor er der i modellen lavet separering og lavet 3 bassiner ved forventede placering, vist på Figur 3, og derfor er hele Dalby separatkloakeret. Bassinerne er antaget størrelse på baggrund af opland og forventet udledning med 1 l/s/ha.

Figur 3: Placering af planlagte bassiner i Modellen for Dalby.



5.2 Faxe ladeplads

Der er i byen Faxe Ladeplads et område, som er planlagt separatkloakeret og overløb FXO34 nedlagt, vist på Figur 4. Dette område er separatkloakeret i modellen.

Figur 4: Placering af FXO34 der planlægges nedlagt og markeret med hvid er ledninger, som er ændret fra fælles- til regnvandssystem i Faxe Ladeplads.

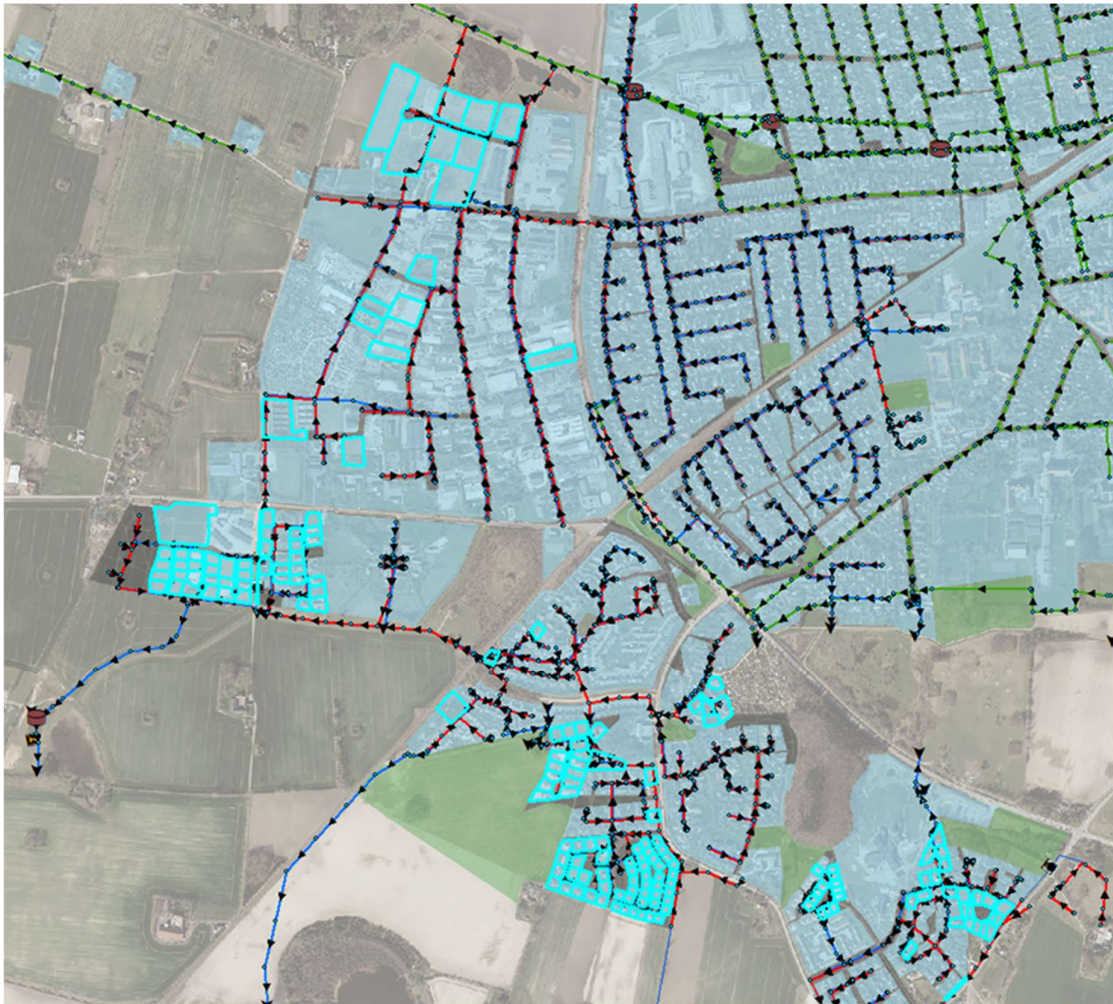


5.3 Haslev

En af de mest kritiske pumper i Haslev er FPU14, som er antaget at have pumpedydelse på 75 l/s på baggrund af vurdering fra Faxe Forsynings driftsafdeling. I forbindelse med denne pumpestation har fællessystemet rørbassiner for at reducere overløbsmængderne.

Der var i den vestlige og sydlige del af Haslev en del grunde hvor befæstelsesgraden var under 5 %. Grunden vist på Figur 5 vurderet til at få en befæstelsesgrad på 40%, da det er et område, som senere er blevet bebygget og der stadig bygges.

Figur 5: Markeret oplande i sydvest Haslev hvor de er vurderet til at få en befæstelsesgrad omkring 40%, da der er bebygget og bygges i området.

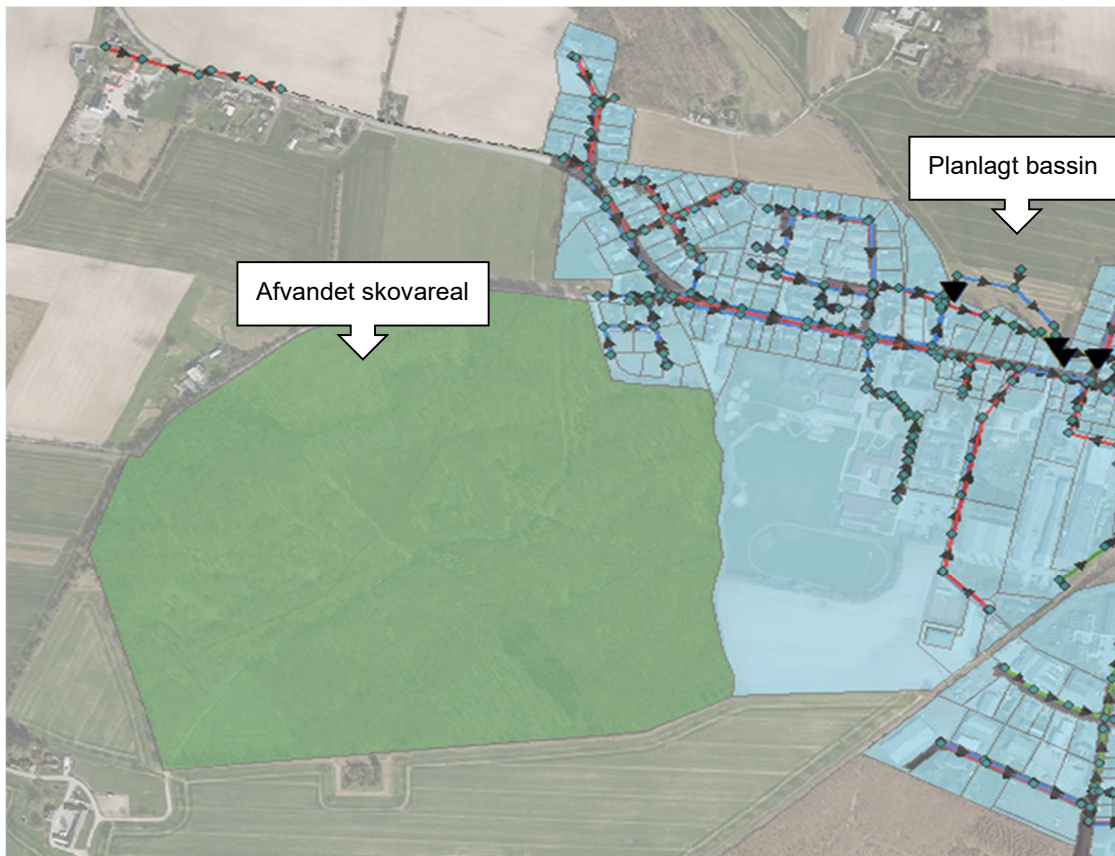


5.4 Karise

I den vestlige del af Karise er der planlagt en separatkloakering. Ledningerne er etableret, men der mangler, at blive lavet et bassin hvor regnvandet skal kobles på for at blive forsinket inden det bliver udledt til vandløbet.

Vest for byområdet er der et ca. 38 ha skovareal som afleder vand til ledning med udløb i Stevns Å. Med baggrund i data fra Trykkevælde Å er der vurderet en årsmiddel på 3 l/s, som er antaget bidrager hele tiden til fra det grønne areal. Derudover er der antaget en befæstelsesgrad på 2 %, hvilket svarer til ca. 0,8 ha befæstet opland.

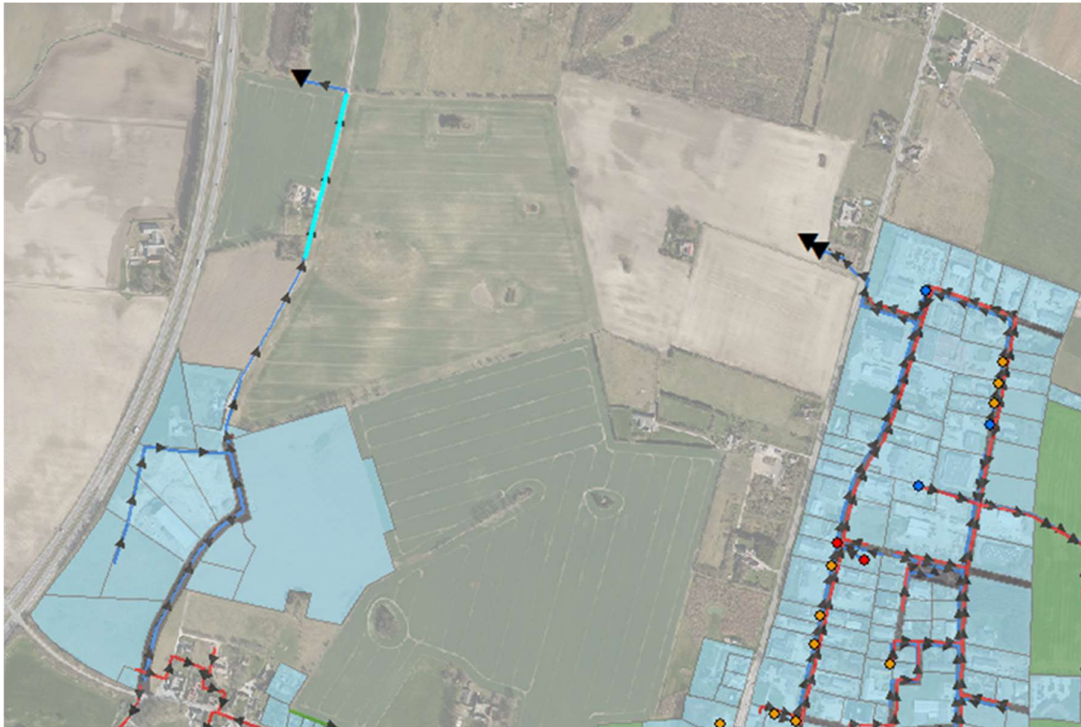
Figur 6: Vestlige del af Karise, hvor der er planlagt separatkloakering med bassin til forsinkelse af udløbet. Vest for byområdet er der et skovareal som afleder vand til ledning med udløb i Stevns Å.



5.5 Rønnede

I Rønnede er der et rørbassin, som består af nedsivningskassetter. Derfor indsat nedsivning svarende til at 24 mm kan nedsive på 4 timer², svarende til hydraulisk ledningsevne på $1,67 \cdot 10^{-6}$ m/s. Strækningen er den nordvestlige del markeret på Figur 7. Udløbet er et overløb fra kassetterne.

Figur 7: Nordvest for Rønnede er markeret ledninger (hvide) som er nedsivningskassetter.



² Scalgo nedsivningsevne

6 VERIFICERING AF MIKE URBAN MODEL

I dette afsnit beskrives forudsætninger for verificering af modellerne. Verificeringen bygger på massebalance, sammenligning med registreret overløb og opstuvning i brønde.

6.1 Regninput

Der udføres en kapacitetsberegning med CDS regn, for dels at vurdere massebalancen og stabilitet af modellerne, men samtidig også kapaciteten i rør og brønde. Der er udført beregninger med de dimensionsgivende hændelser, som er funktionskrav på 5 års og 10 års CDS regn for stuvning til terræn. Begge regnserier er sat op i forhold til Tabel 9. Der anvendt varierende sikkerhedsfaktor ift. gentagelsesperiode og hydrologisk reduktionsfaktor er 0,9. Regnen er generet ud fra lokalitet på SVK-station for Næstved Renseanlæg.

Tabel 9: Parameter input til CDS regn

Parameter	Værdi
Gentagelsesperiode [år]	Variierende
Årsmiddelnedbør [mm]	636
X koordinat UTM32	6121674,1
Y koordinat UTM32	673598,4
Sikkerhedsfaktor	Variierende ifht. gentagelsesperiode
Varighed [min]	240
Tidsskridt [min]	10
Asymmetri koefficient	0,5

For LTS-beregningerne benyttes SVK-station: 5925 Næstved Centralrenseanlæg, da det er den nærmeste station med en periode over 30 år nedbørsdata. Stationen har været i gang fra 1979-2021 og haft samlet nedbrudsperiode på ca. 2,7 år. Derved er der samlet ca. 39 års regndata. Grundet lange perioder med nedbrud i 2009 og 2010 er disse år ikke medtaget når laves statistisk vurdering af årsmiddeld.

6.2 Sikkerhedsfaktor

Der vil for regn og fællessystemet blive undersøgt opstuvning i brønde i forhold til deres funktionskrav for gentagelsesperiode på hhv. 5 og 10 år. Ved oversvømmelseskort undersøges funktionskrav og gentagelsesperioder på 20, 50 og 100 år. Der er vurderet forskellige klimafaktorer afhængig af gentagelsesperioden på baggrund af en lineær interpolation. Der er antaget en planlægningsperiode på 50 år. Generelt er der vurderet en lav statistisk usikkerhed på 5 %, da det generelle billede af modellerne er, at der simuleres mere vand end der bliver målt. De vurderede sikkerhedsfaktorer kan ses af

Tabel 10. Modellen har altså tendens til at overvurdere vandmængderne.

Tabel 10: Sikkerhedsfaktorer for CDS-regn forskellige gentagelsesperioder og for LTS regnserie

Gentagelsesperiode	Statistisk usikkerhed	Klimaforandring	Samlet sikkerhedsfaktor
5 år	1,05	1,12	1,17
10 år	1,05	1,15	1,21
20 år	1,05	1,16	1,22
50 år	1,05	1,17	1,23
100 år	1,05	1,2	1,26
LTS*	1,05	1,0	1,05

*Vedrørende LTS så anbefales det at udføre beregningerne uden klimafaktor, da en historisk regnserie indeholder forskellige gentagelsesperioder. En klimafaktor vil derfor ikke være repræsentativ for hele regnserien.

6.3 Massebalance

Der er udført en massebalance på beregningen for funktionskrav i Tabel 11, her vises fordelingen af input og udløb i modellerne. Beregningen er kørt for de 4 timer regnen varer. Der er generelt i modellerne en lille afvigelse på under 0,5% i massebalancen, som er ubetydelig i forhold til de totale vandmængder.

Tabel 11: Massebalance i modellerne ved en 5/10års CDS-regn.

Model	Massebalance mellem vandføring ind, ud og volumen i system [m ³]	Den relative forskel for massebalancen [%]
Dalby	-37	-0,2
Faxe	-87	-0,2
Haslev	-353	-0,4
Karise	-16	-0,1
Rønnede	-63	-0,3

6.4 Kapacitetskort & overløb

I forbindelse med validering af de modellerne blev der lavet længdeprofiler af nogle udvalgte strækninger for at se om fald og størrelser passede med forventningerne. Derudover blev der lavet et opstuvningskort for at se om modellen havde kapacitetsproblemer, vist i bilag F. Generelt var billedet, at der var flere brønde med kapacitetsproblemer især for de opstrøms strækninger hvor rørdimensionerne ikke var store. Små ledninger vil ofte have kapacitetsproblemer i Mike Urban også uden de nødvendigvis opleves i virkeligheden.

I forbindelse med validering af de opstillede afløbsmodeller for hhv. Haslev, Karise, Rønnede og Faxe og Faxe Ladeplads er der lavet en sammenligning af de målte overløbsmængder fra Envitronic, udleveret af Faxe Forsyning, og de simulerede overløbsmængder i 2020. Simulering af afløbsmodellerne bliver udført med regndata fra regnmåleren på Faxe Renseanlæg. Resultaterne blev især benyttet til at undersøge om overløbstidspunkterne var sammenfaldende. Der var flere af overløbene hvor overløbet var sammenfaldene men mængderne var ofte større i modellen.

Opstuvningskort, længdeprofiler og overløb blev gennemgået med Faxe forsyning og der blev generelt vurderet, at der skulle laves reduktion af befæstelsesgraderne med op til 25 % i nogle områder i forhold til de importerede befæstelsesgrader fra Scalgo.

Da de beregnede overløbsmængder i Envitronic er behæftet med en del usikkerhed, da det er vanskeligt at omregne niveau til en vandmængde, blev der ved verificering ikke justeret til 1 til 1 med det målte. Der blev fokuseret på at simulere overløb ved de samme regnhændelser, hvor der blev registreret et overløb, men accepteret en afvigelse i mængderne.

Generelt simulerede modellen i de fleste overløb en større mængde end der blev målt, men på grund af usikkerhed med målingerne blev befæstelsesgraden i oplandet ikke justeret yderligere. Da det også var ønsket at fastholde befæstelsesgraden i et kloakolandene på et typisk niveau for den type opland. Under verificering blev befæstelsesgraderne justeret generelt, hvilket betyder at vejarealer og matrikler blev justeret med samme procentvise regulering. Der er ikke fastholdt en høj befæstelsesgrad på veje og justeret på matrikelniveau, det skal man være opmærksom på, hvis der for eksempel skal dimensioneres og etableres et 2-strengt regnvandssystem.

7 FLOOD

På baggrund af Mike Urban modellerne er der opstillet FLOOD model. De er lavet i deres egne modeller, da det kan være nødvendigt at lave nogle rettelser for at kunne få FLOOD til at simulere. Navngivning af modeller kan ses af bilag G. De typiske former for rettelser er fjernelse af bassinvolumen i Mike model, justering af terræn, rettelser af koter eller ændret placering af brønde, så de ikke ligger under en bygning som er 10m hævet over omkringliggende terræn. Der er lavet en ekstra model for FLOOD på grund af beregningstid og størrelse af terrænmodel, så 6 modeller for bydelene Dalby, Faxe, Faxe Ladeplads, Haslev, Karise og Rønnede. De 6 modeller har nogle modelspecifikke parametre for at sikre stabilitet af modelberegninger, vist i Tabel 12.

Tabel 12: Modelspecifik parametre

Model	Tidsstep for terrænberegninger [s]	Qdh faktor [m]	Terræ ændring
Dalby	0,5	0,01	-
Faxe	0,5	0,01	-
Faxe Ladeplads	0,5	0,02	-
Haslev	0,25	0,02	+
Karise	0,25	0,01	+
Rønnede	0,5	0,01	-

Terrænmodellerne er lavet på baggrund af Danmarks højdemodel, for Haslev er der blevet lavet beskæring i terrænet ved Suså gennem Bækvej og Vestre Ringvej. Derved kan vandet løbe mod laguneanlægget. Terrænmodellen er lavet med cellestørrelse på 1 m for at sikre fornuftig simuleringstid og acceptabel skalering af resultater. I forhold til kobling mellem brønde og terrænmodel er der benyttet 2 terrænceller og maksimal vandføring ud af brønden på 1 m³/s for at sikre at der ikke sker for stor ustabilitet for kobling mellem rør- og terrænmodellerne. De generelle parametre er vist i Tabel 13.

Tabel 13: Generelle parametre benyttet for alle FLOOD modellerne

Parameter	Værdi
Model cellestørrelse [m]	1
Kobling af celler mellem brønde og terrænmodel	2
Maks. vandføring mellem brønde og terrænmodel [m ³ /s]	1

Resultater er vist i bilag F. Der vises på tegningerne kun oversvømmelse over 10 cm, da de mindre oversvømmelser i løbet af en regnhændelse vil være naturligt og noget der hurtigt forsvinder igen. På baggrund af oversvømmelseskortene er der størst udbredelse i Haslev, derfor er der risiko for, at der kunne opstå problemer med oversvømmelse i områder af Haslev. En af de mest kritiske steder i Haslev er vist på

Figur 8. Der er risiko for høje vandstande nær ved bygninger i denne del af byen. Haslev er den model, hvor stor del af modellen er fælleskloakeret områder, og ca. 49 % af ledningerne er Ø250 eller mindre. Det forventes derfor også at Mike Urban vil til en vis grad overvurdere problemet, men afløbssystemet vil være underdimensioneret til en klimafremskrevet regnhændelse.

Figur 8: En af de mest kritiske områder i Haslev. Til venstre er oversvømmelse ved funktionskrav på 5/10 år (tegning 41). Til højre er oversvømmelseskort ved 100 års hændelse.



8 VURDERING

Datagrundlaget i modellerne opsummeres i nærværende afsnit og det anbefales hvordan modellerne og datagrundlaget kan forbedres, samt om der er nogle forhold man skal være opmærksom på i det videre arbejde med modellerne.

Generelt er de fleste bygværker godt beskrevet. Der er en stor del af bygværkerne der opmålt og tegnet i 2016. Datagrundlaget for eksisterende bassiner var mangelfuldt, så de fleste bassiner er skønnet på baggrund Danmarks højdemodel. Der var tegninger for planlagte bassiner og nogle af de bassiner der var lavet for nyligt. Datagrundlaget for bassiner kunne forbedres ved opmåling og information om koter for overløb og vandspejl, udledningstype og udledningsstørrelse.

Datagrundlaget for pumpestationer har været varierende, men i IGSS var der start og stop højder for mange af pumperne og koterne er derfor estimeret på baggrund af bundkote af pumpestation. Der var nogle af pumperne der havde vandføringsdata, hvilket blev benyttet til vurdering af pumpeydelse. Til forbedring kunne der udføres pumpe-test af pumper hvor ydelse er estimeret, så det kan indarbejdes i modellerne.

Der er ca. 12 % af brønde, der mangler hhv. bund- og terrænkoter og ca. 24 % mangler diameter. Ledninger er der kun ca. 2% der manglede diameter. Der er enkelte områder, hvor der er skønnet koter på flere brønde, samt flere ledninger der ud fra koterne i Dandas ligger med bagfald. Disse koter kan opmåles for at forbedre datagrundlaget, men det er så få steder, at det ikke vurderes som kritisk.

Modellerne blev verificeret ved at sammenligne simulerede overløb med registrerede overløb for 2020, samt sammenlignet simuleret stuvning til terræn med oplevet ved en kendt hændelse. På baggrund af verificeringen vurderes det at modellen har en tendens til at overestimere vandmængderne. Det anbefales, at der forud for detailprojektering foretages en mere detaljeret kalibrering af modellerne eller anvendes en lav sikkerhedsfaktor for ikke at risikere overdimensionering.