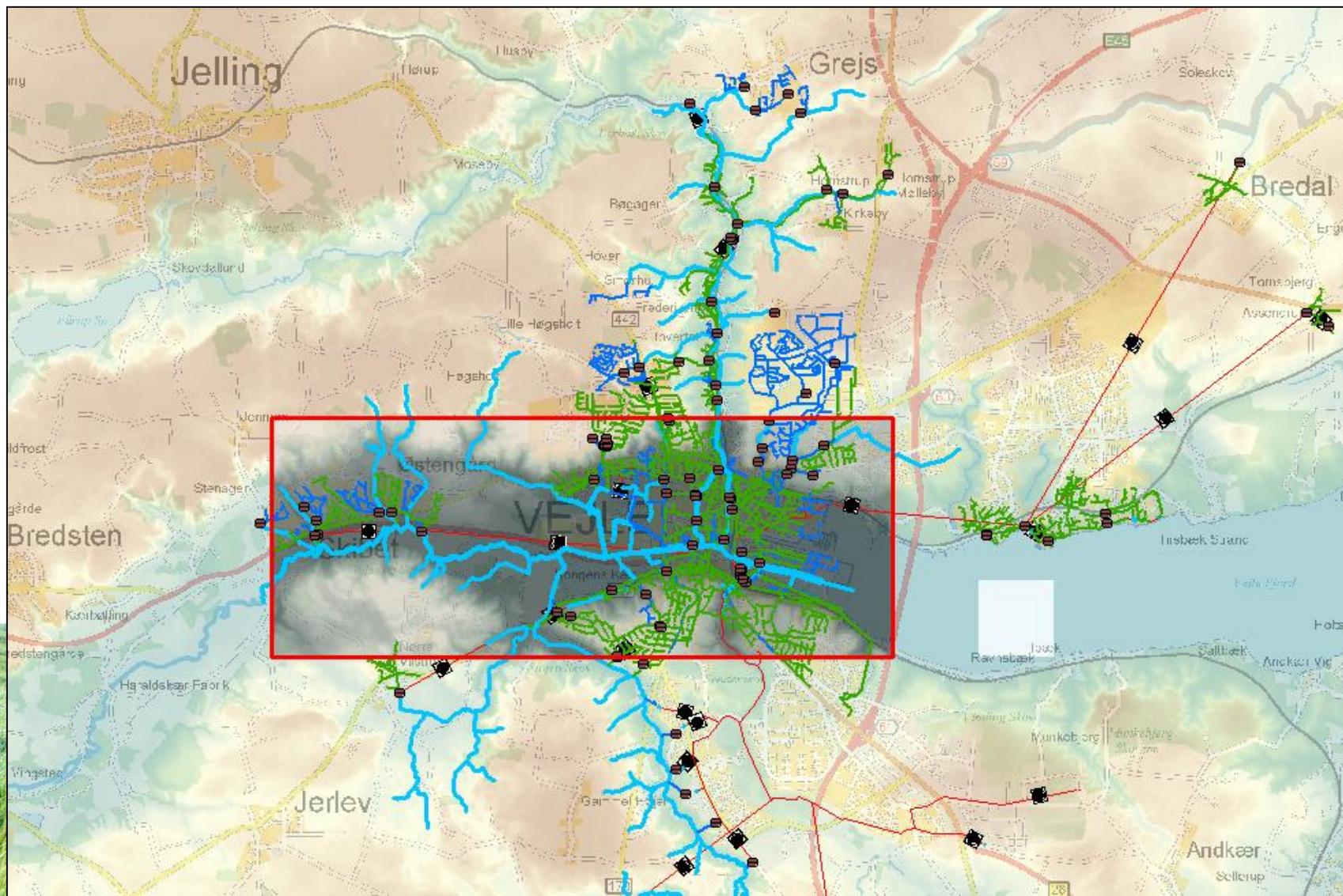




Hydrologisk modellering i afløbsmodeller



Alt var godt i 2014 - vi havde den komplette model for Vejle



Så kom der et par dobbelt-skybrud forbi...

Sted	Samlet mængde [mm]	Værste 30 minutter [mm]	Værste 60 minutter [mm]
Jelling	60.2	41**	46
Skibet	51.0	25*	39
Vejle	51.4	31**	39
Vejle PSt	51.2	27*	35
Bredballe	36.8	17*	26
Børkop	45.6	22*	25
Egtved	18.4	7	8
Give	13.4	4	7

* Skybrud jf. DMI's definition

** Dobbelt skybrud

Ok, det er nok noget med grønne, skrånede område og kraftig regn



Tilsæt bidrag fra grønne områder, graduere for hældning, og så er modellen komplet!



Men så kom den våde vinter i 2015



WINTER IS ~~COMING~~
Here



Overløbsrapporter



Vejle Spildevand A/S

Overløb fra fællessystem – afrapportering 2012

Indholdsfortegnelse

1. Målte overløb
2. Beregnede overløb
3. Status for overløb 2012
3. Vejle, Bredballe, Skibet mm.
4. Egtved
5. Børkop
6. Skærup
7. Vonge/Kollemorten
8. Give
9. Gadbjerg
10. Givskud
11. Randbøldal
12. Krav i udledningstilladelser

1. Målte overløb

I dette notat afrapporteres målinger af



Vejle Spildevand A/S

Overløb fra fællessystem – afrapportering for 2013

Indholdsfortegnelse

1. Målte overløb
2. Beregnede overløb
3. Overløb 2013
4. Vejle, Bredballe, Skibet mm.
5. Egtved
6. Ågård
7. Børkop
8. Skærup
9. Gårslev / Høll
10. Bredsten
11. Ødsted
12. Jerlev
13. Randbøldal
14. Vonge/Kollemorten
15. Give
16. Gadbjerg
17. Givskud
18. Krav i udledningstilladelser
19. Prioritering af indsats mod overløb

1. Målte overløb

I dette notat afrapporteres målinger af overløb fra i Kommune i 2013.



Vejle Spildevand A/S

Overløb fra fællessystem – afrapportering 2014

Indholdsfortegnelse

- | | |
|--|----|
| 1. Målte overløb | 1 |
| 2. Beregnede overløb | 3 |
| 3. Overløb 2014 | 4 |
| 4. Vejle, Bredballe, Skibet mm. | 4 |
| 5. Egtved | 8 |
| 6. Ågård | 8 |
| 7. Børkop | 9 |
| 8. Skærup | 9 |
| 9. Gårslev / Høll | 9 |
| 10. Bredsten | 10 |
| 11. Ødsted | 10 |
| 12. Jerlev | 10 |
| 13. Vandel | 11 |
| 14. Randbøldal | 11 |
| 15. Nørup/Ny Nørup | 11 |
| 17. Thyregod | 12 |
| 14. Vonge/Kollemorten | 12 |
| 15. Give | 12 |
| 16. Gadbjerg | 13 |
| 17. Givskud | 13 |
| 18. Krav i udledningstilladelser | 13 |
| 19. Udledningstilladelser og Vejle Spildevands 2040 plan | 16 |

1. Målte overløb

I dette notat afrapporteres målinger af overløb fra fællessystemet i Vejle Kommune i 2014.



Vejle Spildevand A/S

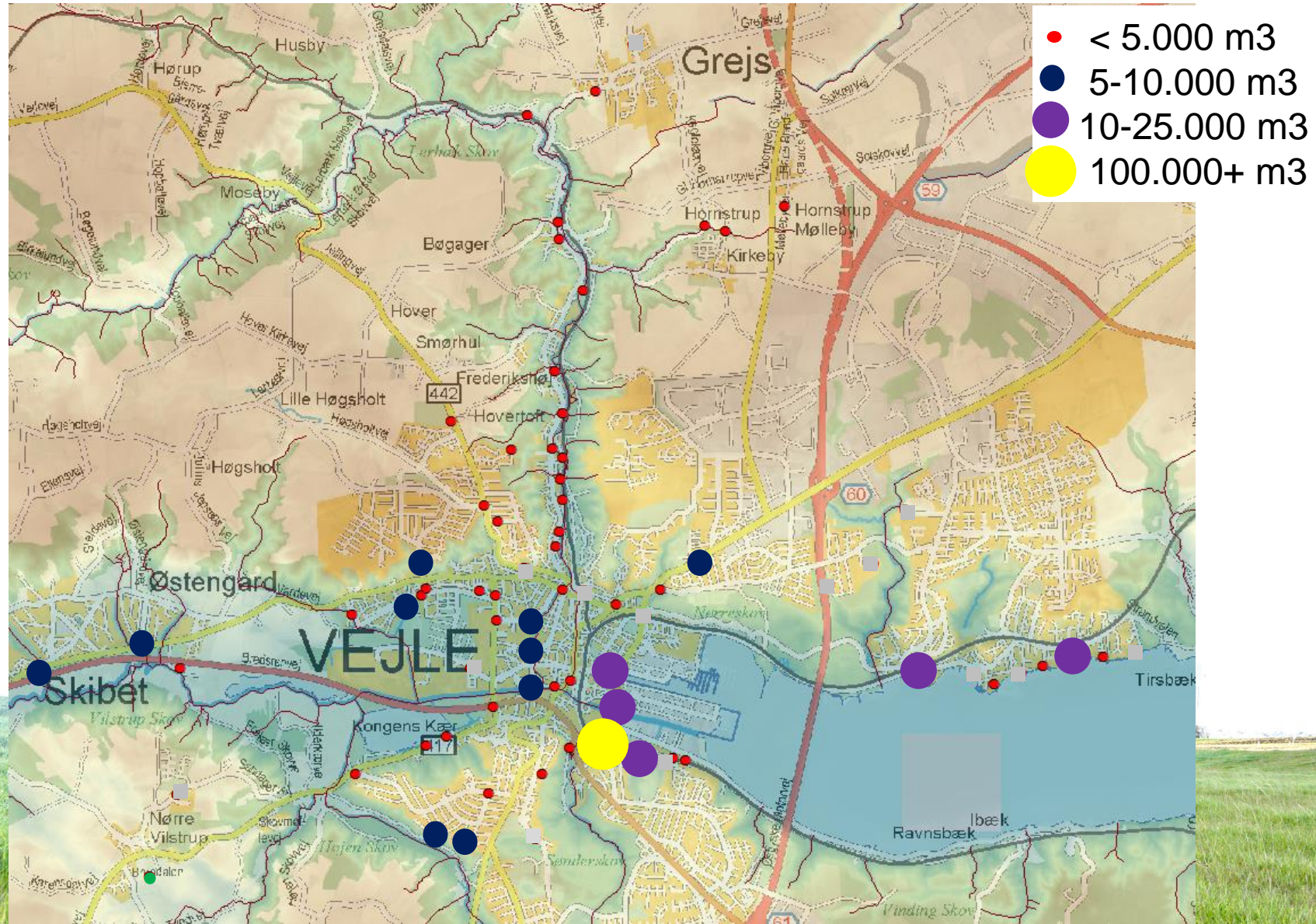
Overløb fra fællessystem – afrapportering 2015

Indholdsfortegnelse

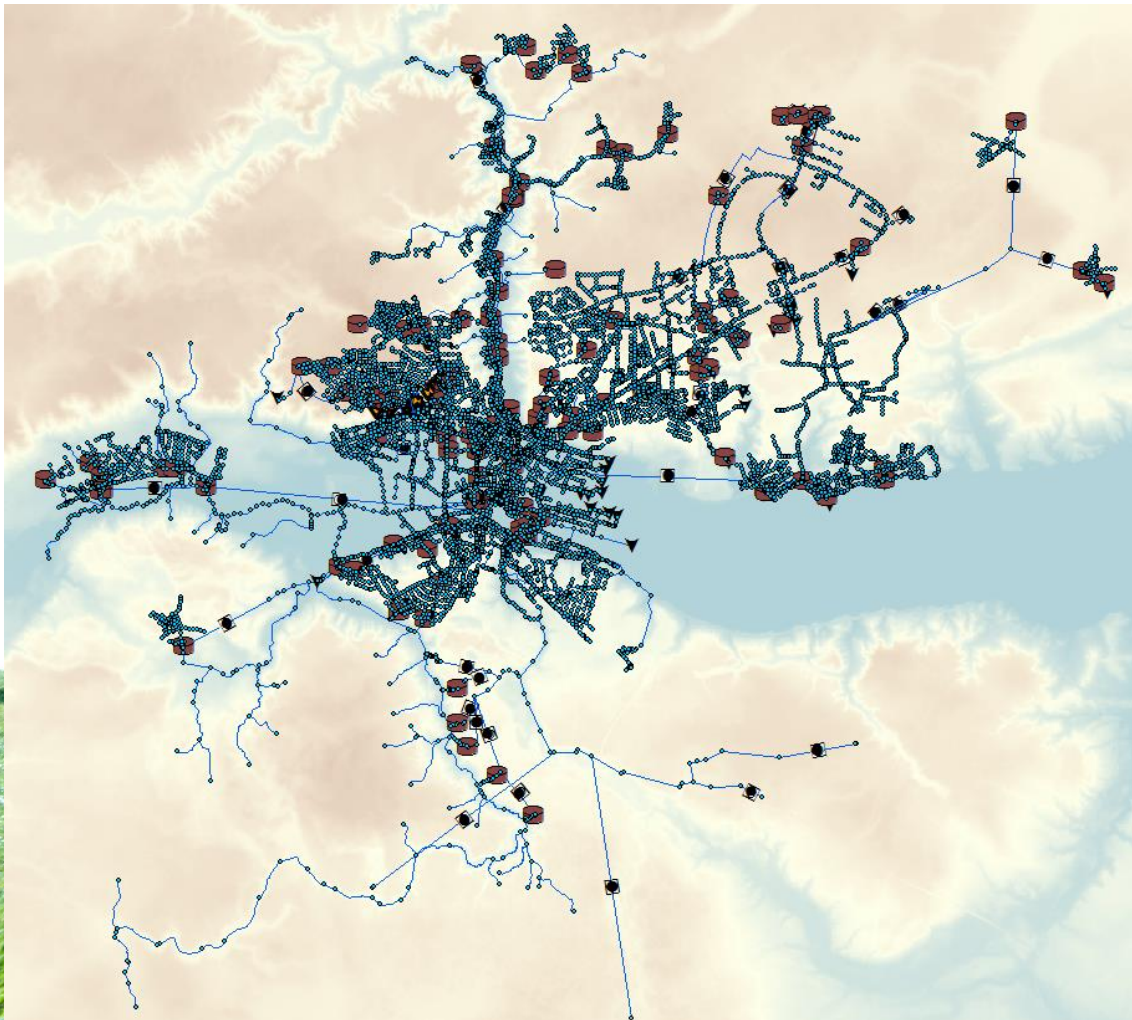
Resumé	1	
1. Målte overløb	1	
2. Beregnede overløb	3	_____
3. Overløb 2015	4	
4. Vejle, Bredballe, Skibet mm.	6	_____
5. Egtved	10	_____
6. Ågård	10	_____
7. Børkop	10	_____
8. Skærup	11	_____
9. Gårslev / Høll	11	_____
10. Bredsten	12	_____
11. Ødsted	12	_____
12. Jerlev	12	_____
13. Vandel	12	_____
14. Randbøldal	13	
15. Nørup/Ny Nørup	13	
17. Thyregod	14	
14. Vonge/Kollemorten	14	
15. Give	14	
16. Gadbjerg	15	
17. Givskud	15	
18. Krav i udledningstilladelser	15	

Resumé

Overløbsbygværker årlige mængder



Vurdering af overløbsmængder



2015

Model i alt
Målt

700.000 m³
1.400.000 m³



Model 260.000 m³
Målt 810.000 m³

December 2015



Model 45.000 m³
Målt 190.000 m³

Nedbør december 2015



SELVREGISTRERENDE NEDBØRMÅLERE

5235 VEJLE CENTRALRENSSEANLÆG

55°42'N, 09°32'E, 2m

DECEMBER 2015

Produktionsdato:
2017-03-31 09:31 UTC

Daglig registreret nedbør (mm) i tidsrummet 00:00 - 23:59.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	3.6	1.2	5.6	3.6	8.4	2.0	0.0	3.2	0.2	14.0	6.6	4.6	1.8	8.0	1.4	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Total nedbørmængde	1.2	0.8	1.2	1.6	0.2	9.0	12.2	12.0	1.6	3.0	42.8	6.6	0.0	0.0	0.0	2.6

Nedbørhændelser - Kriterium for en hændelse er 2 på hinanden følgende registreringer à 0.2 mm inden for 1 time. (Månedens 30 største hændelser vises)

DAG	START-STOP	VARIGHED	TOTAL-MÆNGDE	GENNEMSNIT	MIDDELINTENSITET OVER (min)											
					1	5	30	40	60	120	300					
UTC	MIN	MM	MM	MIKRO M. PR. S	ER 0.06 mm/min											
01	12:22-13:31	69	1.0	0.01	3.33	1.33	1.33	0.43	0.38	0.27						
01	21:06-23:49	163	1													
02	01:20-04:17	177	1													
03	05:28-11:00	332	3													
03	16:17-17:24	67	0													
04	03:42-06:56	194	3													
05	05:58-10:38	280	4													
05	13:36-17:02	206	3													
05	22:29-01:30	181	1													
08	01:37-01:54	17	0													
08	22:44-23:55	71	1													
10	11:35-23:19	704	14.0													
11	08:39-09:38	59	4.4													
11	17:57-18:12	15	0.8													
11	22:15-22:40	25	0.8													
12	18:59-03:08	489	6.4													
14	13:31-22:16	525	8.0													
15	03:06-03:57	51	1.2													
18	02:34-03:51	77	1.0													
19	11:56-12:45	49	1.0													
21	15:12-15:25	13	1.0													
21	18:26-21:04	158	7.0													
21	23:31-23:40	9	0.8													
22	09:36-13:14	218	3.8													
22	18:44-04:42	598	19.8													
24	18:50-19:51	61	1.6													
25	21:36-04:39	423	9.4													
26	07:02-23:21	979	36.0													
27	03:49-09:26	337	6.4													
31	10:31-12:41	130	2.6													
MÅNEDENS STØRSTE MIDDELINTENSITETER:					16.67	7.00	5.00	3.22	2.27	1.75	1.19	1.10	0.87			

* = Fejl, + = Hændelsen kan være afbrudt af de angivne tidsintervalgrænser

Model A er nok ikke altid nok

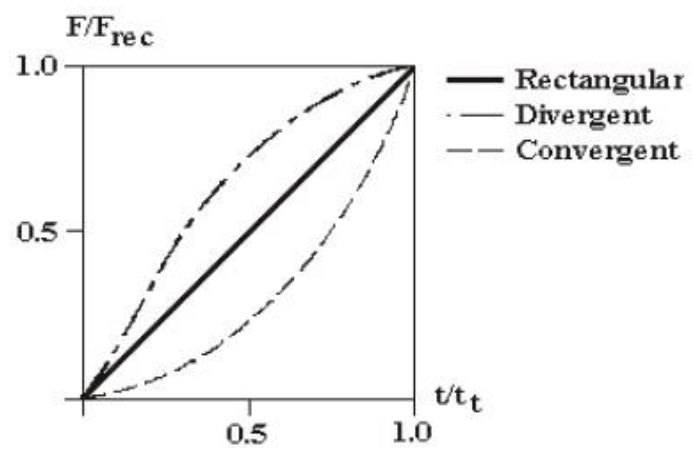
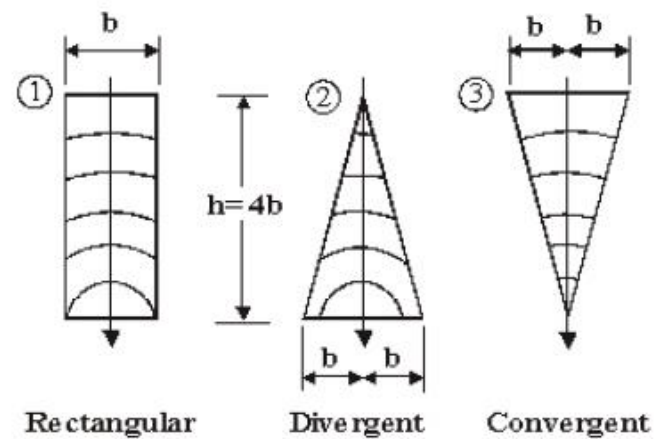
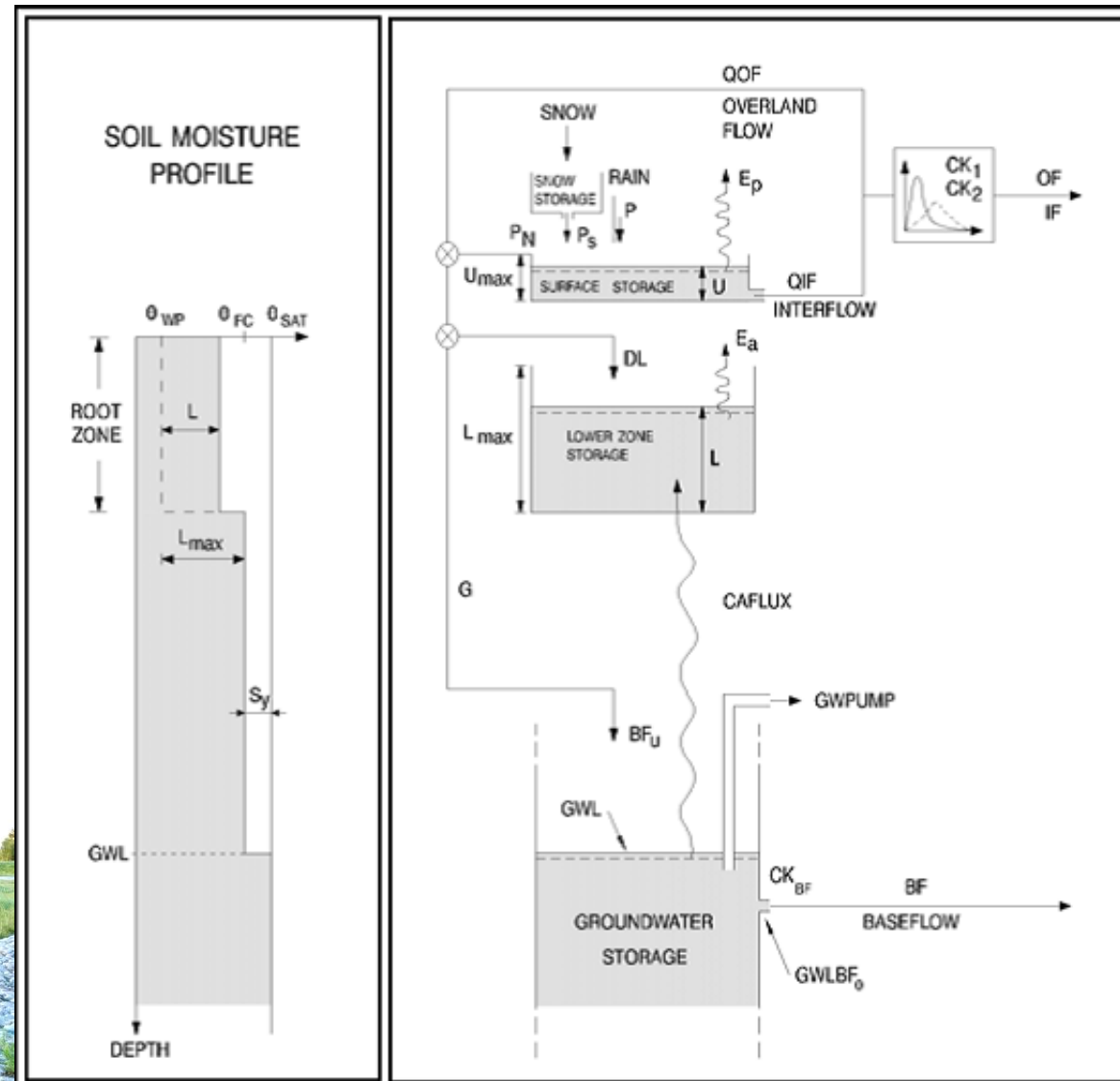
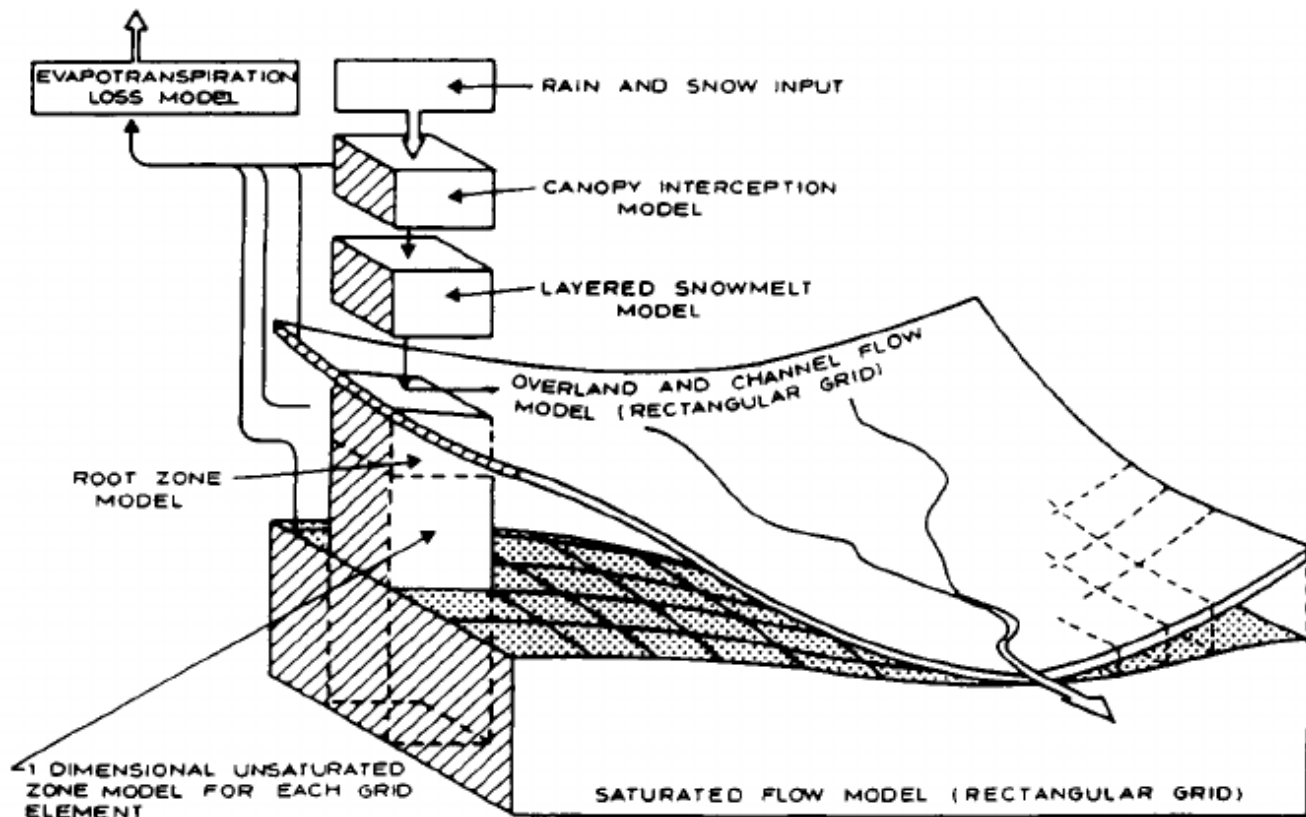


Figure 2.2 The three pre-defined time/area curves available in MOUSE

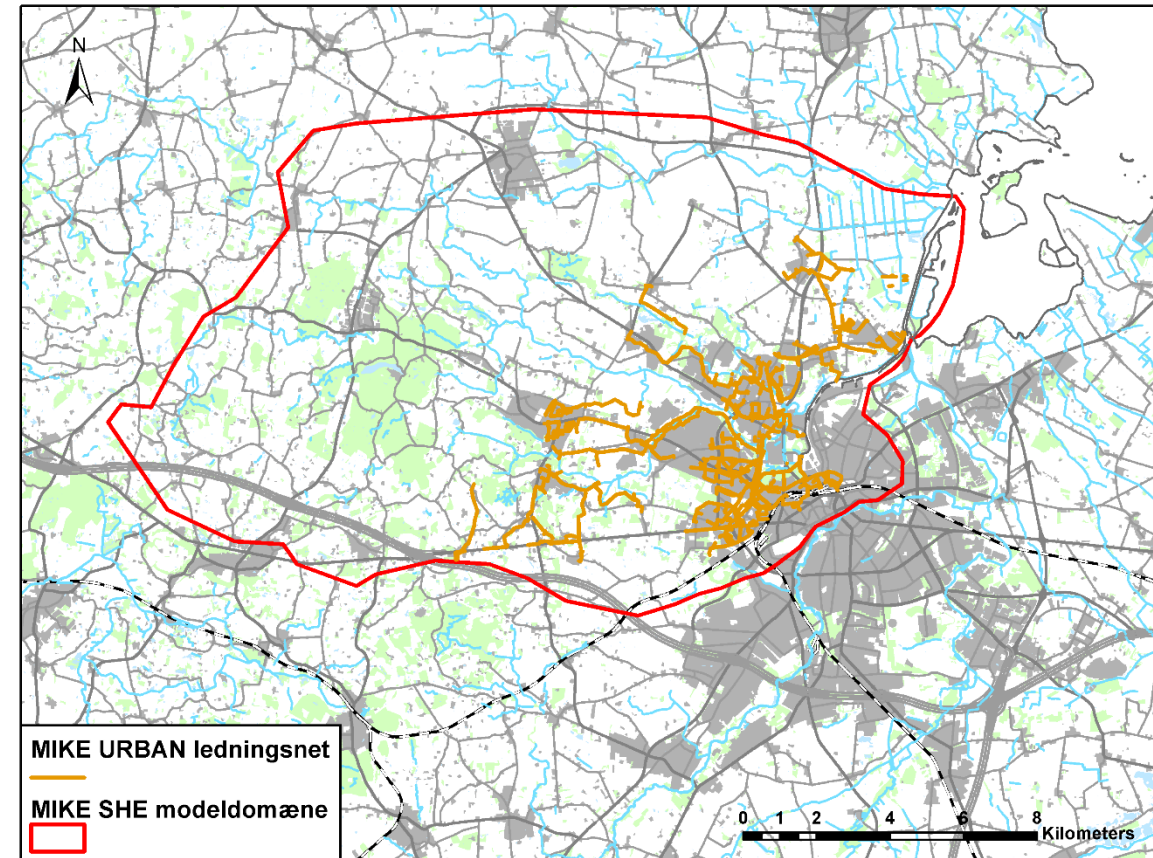
Udbygning med MIKE SHE eller måske RDII (NAM)?



Modellering af urban afstrømning under ekstrem vinternedbør i Odense

Store nedbørsmængder førte i dec. 2015 til afløbsmæssige problemer i Odense by. Problemerne skyldtes ikke en enkelt ekstrem regn hændelse, men at der i tiden op til var faldet en større mængde nedbør. Derved var centrale bassiner fyldt op, jorden vandmættet og vandstanden i åerne omkring Odense høj. Hændelsen og tiden op til forsøges modelleret ved en koblet MIKE URBAN og MIKE SHE model.

Koblingen til MIKE SHE sker for at kunne inkludere effekten af stigende vandspejl i undergrunden.

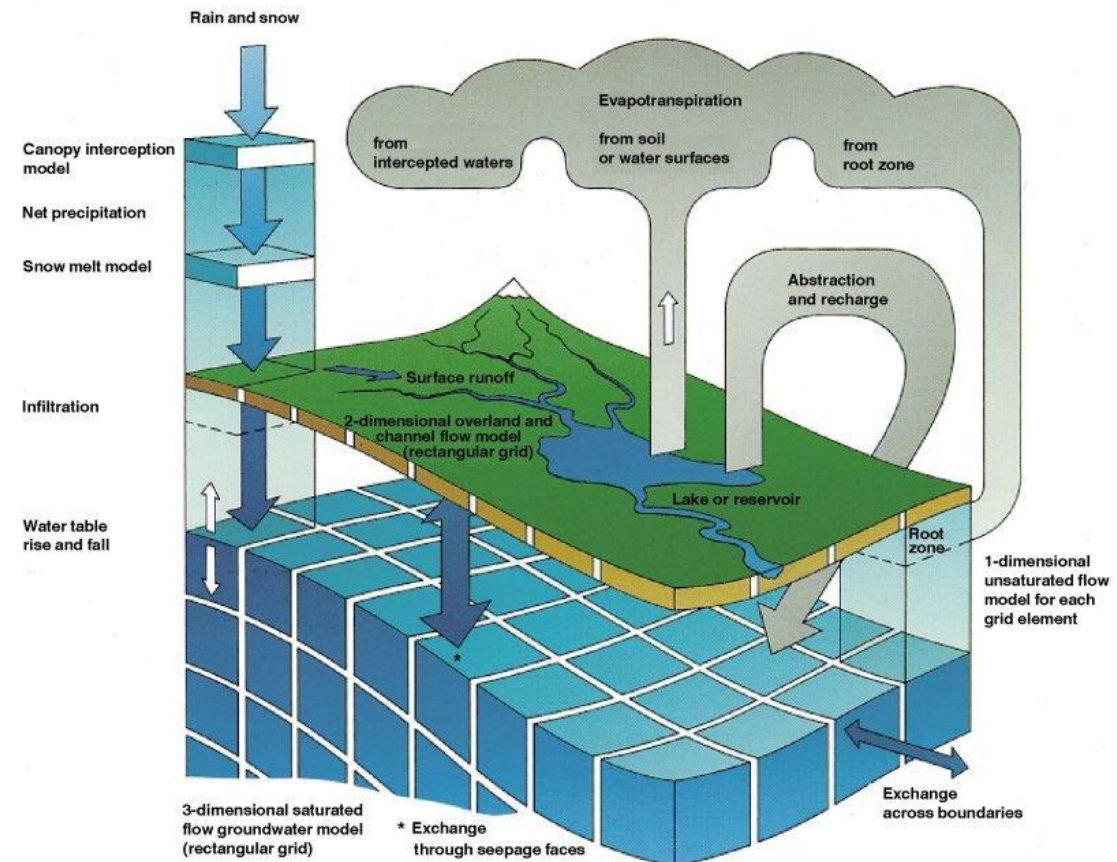


Kobling af MIKE Urban og MIKE SHE/MIKE 11

MIKE SHE kan simulere hele det hydrologiske kredsløb. Den anvendte model anvender således data for fx klima, arealanvendelse, geologi og indvindinger for at kunne foretage beregninger af vandstrømningen i vandløb, umættet og mættet zone.

MIKE SHE modellen er inddelt i horisontale beregningsceller på 100 x 100 m og en række vertikale beregningslag.

Ved at koble de to modelsystemer forventes det at kunne modellere indsivning af grundvand til kloak og afstrømning fra mættede grønne arealer.



Opsætning af koblet MIKE URBAN / MIKE SHE MODEL

Til opsætning af kobling kræves:

- Opsat MIKE URBAN model.
- Kalibreret MIKE SHE model, dvs. at fx simulerede og observerede grundvandspotentialer skal passe pænt overens.
- Definition af hvor der skal ske udveksling mellem MIKE URBAN og MIKE SHE
- Der kan defineres forskellig slags udveksling til MIKE URBAN links og manholes

Udvekslingen mellem MIKE URBAN og MIKE SHE beregnes ud fra forskellen mellem grundvandsniveau i MIKE SHE og beliggenhed og vandstand i ledningsnettet i MIKE URBAN. Overstiger grundvandsniveauet således vandstanden i ledningsnettet sker der indstrømning til MIKE URBAN.

Koblet MIKE URBAN / MIKE SHE MODEL

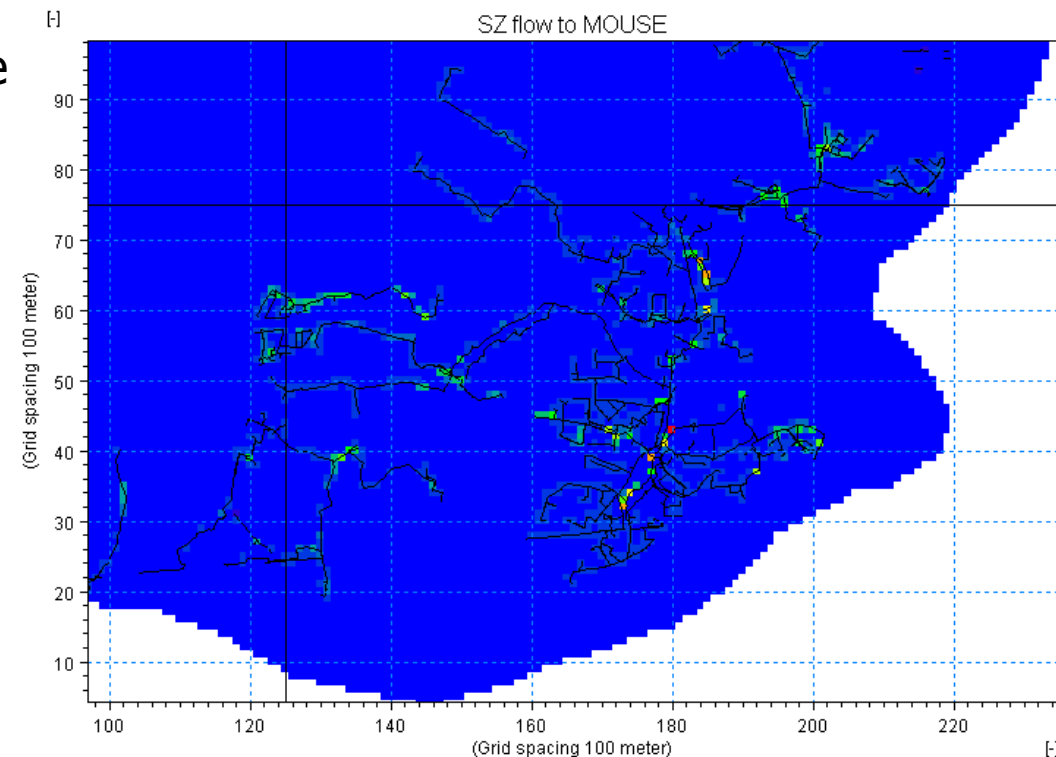
Der er kørt indledende kørsler med den koblede model, der kobler brønde i MIKE URBAN med MIKE SHE. Modellen viser udveksling af vand de ønskede steder, men mængden der udveksles mellem modellerne er for lille.

Der gennemføres i øjeblikket sensitivitsanalyser af enkelte parametre for at forstå deres betydning for vandudvekslingen og derigennem forbedre udvekslingen.

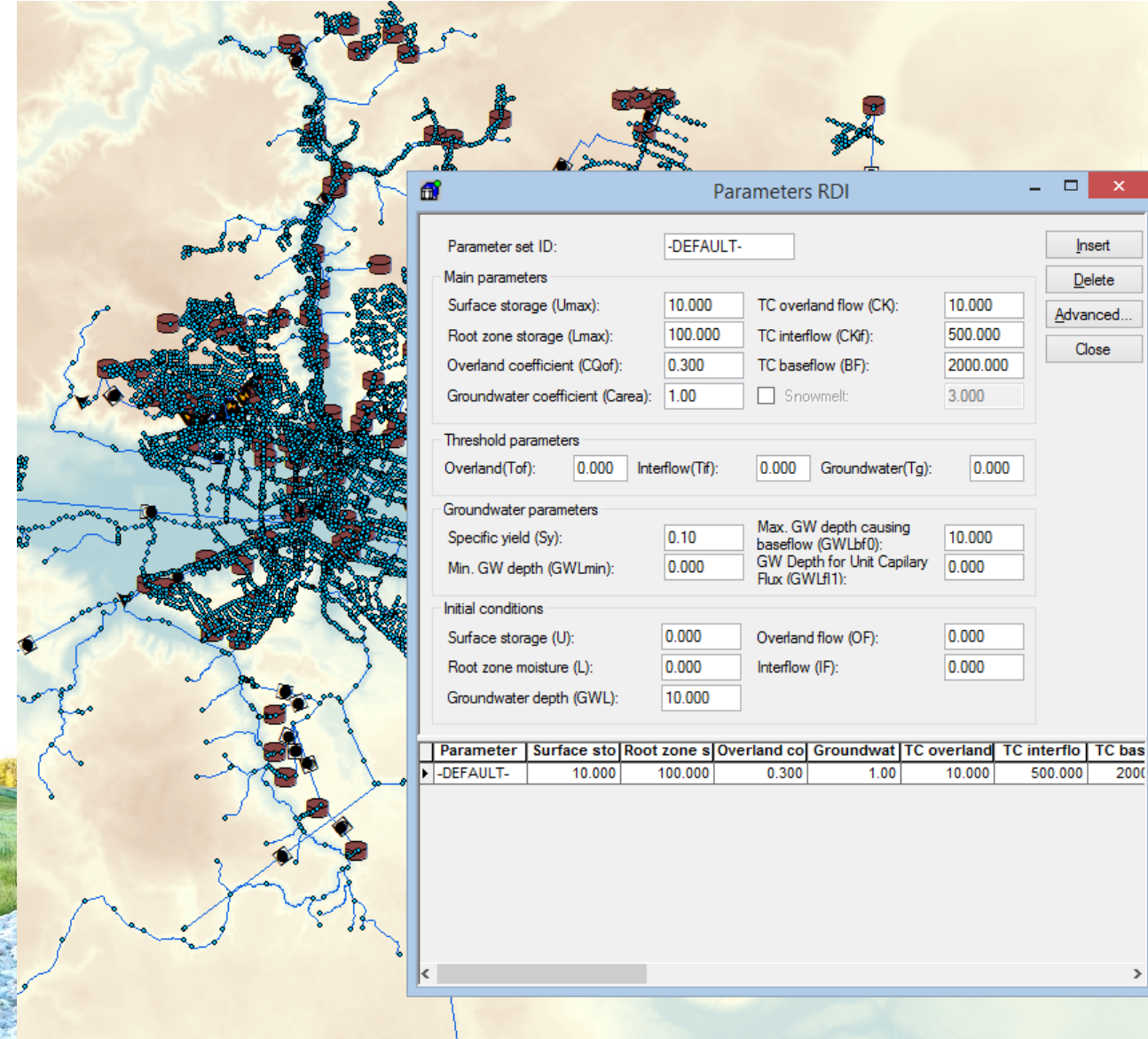
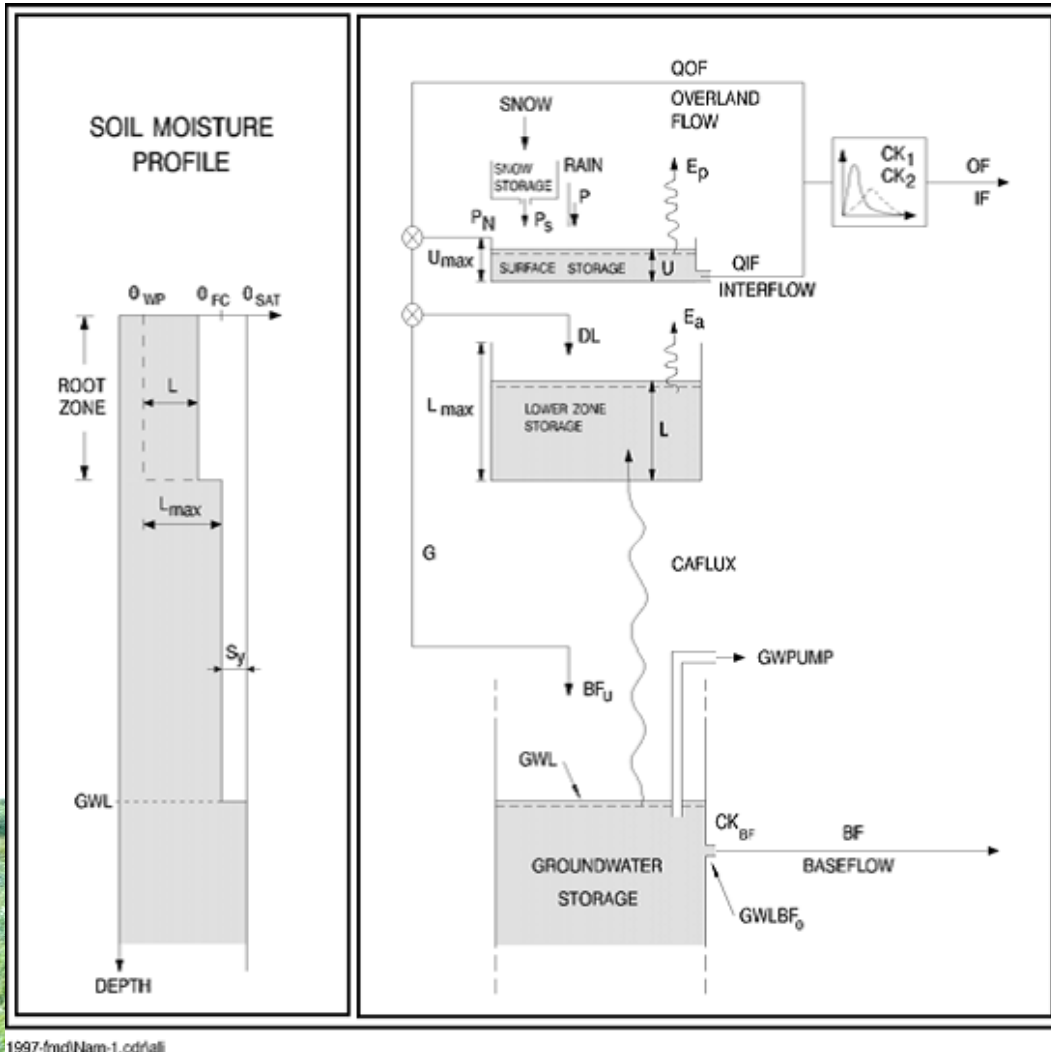
Dernæst er det planen, yderligere at koble modellerne ved grønne arealer for at få større udveksling.

Ved opsætningen af modellerne er det godt at overveje, hvor gode data for fx klima og befæstelse der er anvendt, og hvilke tidsskridt modellerne køres med.

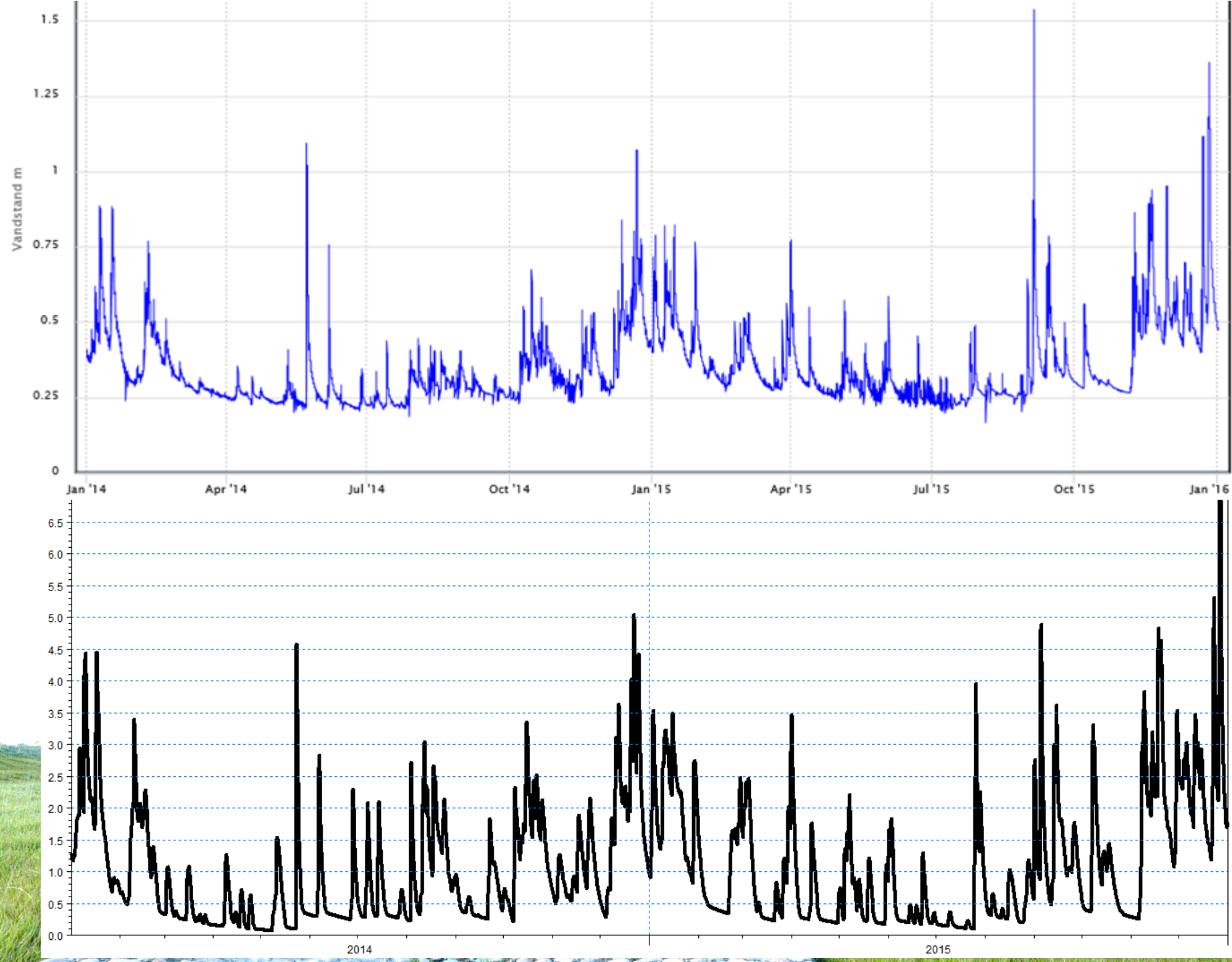
Erfaringerne kan forhåbentlig bruges til bedre simulering af fx fremtidige klimaeffekter og implementering af LAR-løsninger i byområder.




RDII (NAM) inkl. fordampning




Målt vandstand vs. RDII (NAM)

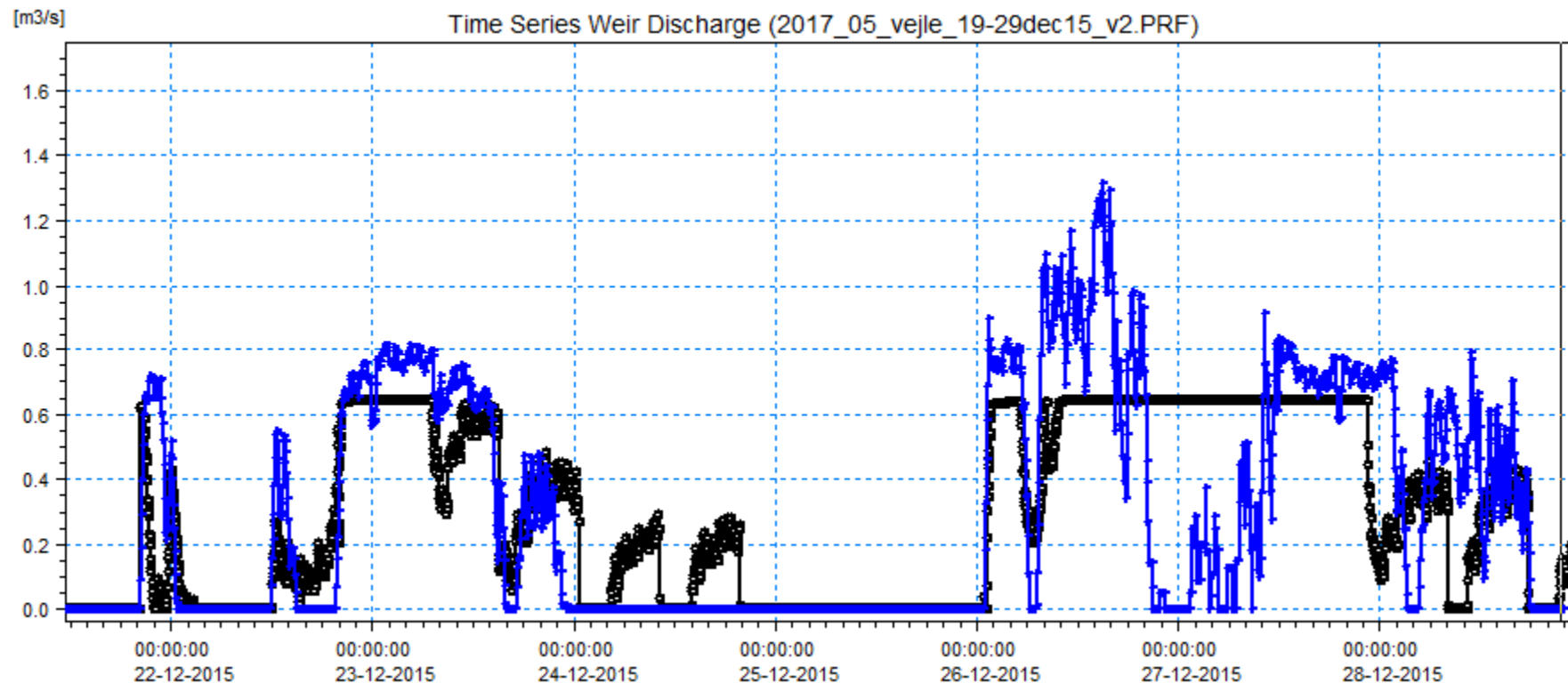


Vandføring i overløb – målt vs. MIKE URBAN inkl. RDII

Målt : 190.000 m³ 

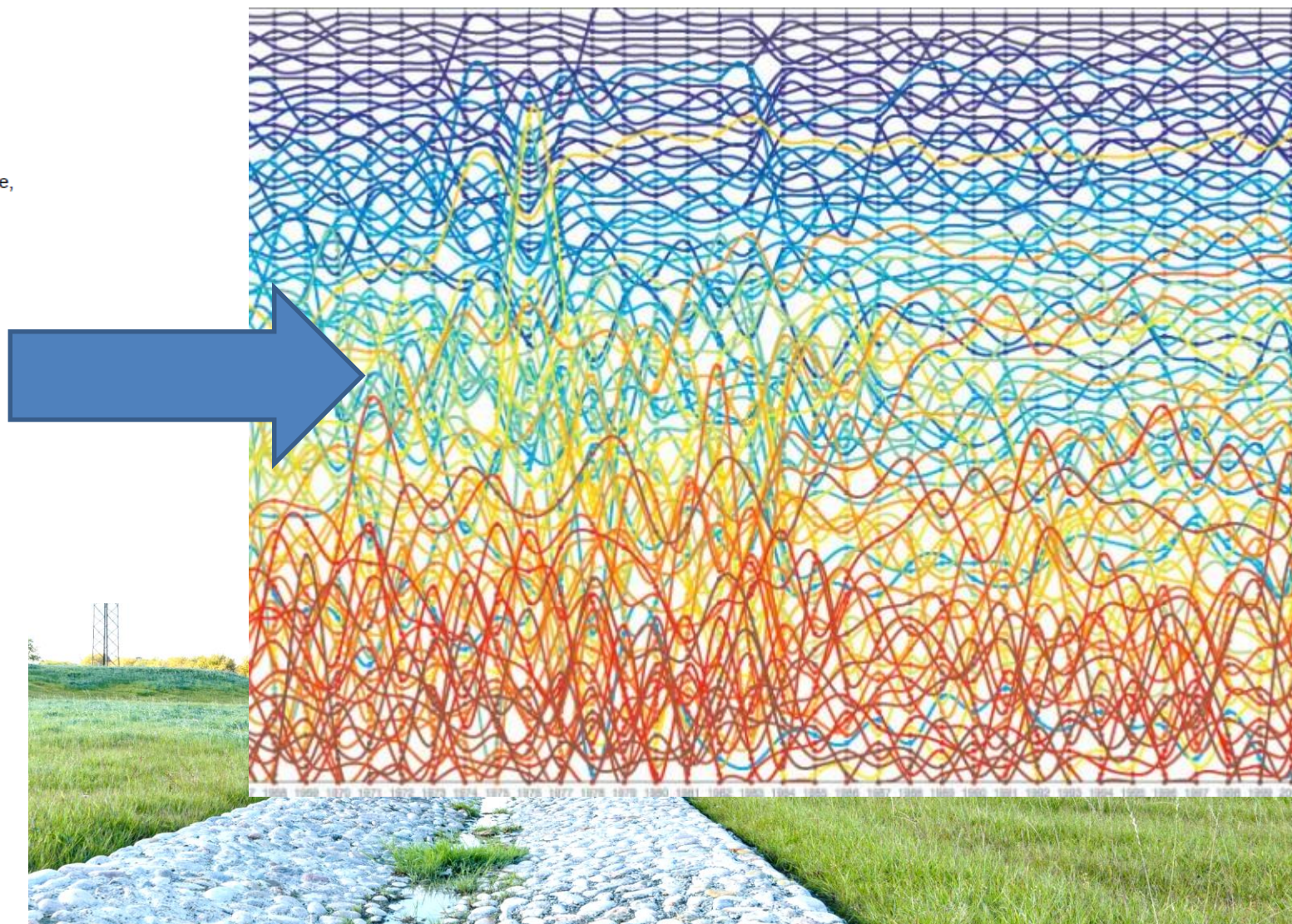
MIKE URBAN uden RDII: 45.000 m³

MIKE URBAN med RDII: 187.000 m³ 



Det er mange parametre at kalibrere på i et NAM opland

BF	baseflow, (mm/hour)
C_{area}	relative size of the underground catchment
$CAFLUX$	capillary flux, (mm/day)
CK_1, CK_2	time constants in linear reservoirs for routing of interflow and overland flow, (hours)
CK_{BF}	time constant, baseflow, (hours)
CK_{IF}	time constant, interflow, (hours)
CK_{OF}	time constant, overland flow, (hours)
CQ_{OF}	overland flow coefficient (-)
C_{me}	snow melting "degree-day" parameter, (mm/day/°C)
C_{fr}	"degree-day" factor for transition from water to ice (mm ² /day/°C)
dL	proportion of infiltrating water added to the lower zone storage, (mm/hour)
dt	calculation time step
E_a	actual evapotranspiration, (mm/hour)
E_p	potential evapo-transpiration, (mm/hour)
G	proportion of infiltrating water added to groundwater storage, (mm/hour)
GWL	groundwater depth, (m)
$GWLBF_0$	maximum groundwater depth causing baseflow, (m)
$GWLFL_1$	groundwater depth at unit capillary flux, (m)
IF	interflow, (mm/hour)
L	actual moisture content in lower zone storage, (mm)
L_{max}	max. moisture content in lower zone storage, (mm)
L_{init}	initial moisture content in lower zone storage, (mm)
OF	overland flow, (mm/hour)
OF_{min}	minimum overland flow for non-linear dynamic routing, (0.4 mm/hour)
P_n	net excess rainfall, (mm/hour)
P_s	excess rainfall from snow storage, (mm/hour)
q_{me}	transition "speed" snow->water, (mm/hour)
q_{fr}	transition "speed" water->snow, (mm/hour)
S_y	specific yield of groundwater reservoir
T	actual temperature (°C)
T_{mf}	reversal temperature (~0°C)
T_G	threshold value, groundwater recharge (-)
T_{IF}	threshold value, interflow (-)
T_{OF}	threshold value, overland flow (-)
U	surface storage, (mm)
U_{max}	maximum surface storage, (mm)
U_{init}	initial surface storage, (mm)
V_{fr}	snow storage, (mm)
V_{lq}	liquid phase in the snow storage, (mm)
β	coefficient in dynamic routing of overland flow



Der findes et autocalibreringsværktøj, men kun til MIKE 11



liver.sim11

Models | Input | Simulation | Results | Start

Input Files

Network

Cross-sections

Boundary data

RR Parameters

HD Parameters

AD Parameters

ECDLab Param.

ST Parameters

FF Parameters

DA Parameters

Ice Parameters

HD Results

RR Results

liver.RR11 - Modified

Catchments | NAM | UHM | SMAP | Urban | FEH | DRIFT | Timeseries

Hydrological Timeseries for Selected Catchment

Data type	Weighted timeseries	
Rainfall	<input checked="" type="checkbox"/>	LIVE
Evaporation	<input type="checkbox"/>	EVA
(Observed discharge)	<input type="checkbox"/>	QOB

Mean Area Weighting

Weighted average | Distribution in time

Browse	Total	
Station No.	1	
Filename	liverrain.dfs0	Liv
Item	Liver rain	liv
1. Combination	0.75	0.5
2. Combination	0	0
3. Combination	0	0
4. Combination	0	0
5. Combination	0	0

Catchment - MAW Overview

Data type: Rainfall | Type

Station No.	1
Catchm. Item	Liver rain
1	LIVER 0.5

liver.RR11 - Modified

Catchments | NAM | UHM | SMAP | Urban | FEH | DRIFT | Timeseries

Surface-Rootzone | Ground Water | Snow Melt | Irrigation | Initial Conditions | Autocalibration

Include autocalibration

Calibration Parameters

Parameter	Fit	Initial Value	Lower Bound	Upper Bound
Umax	<input checked="" type="checkbox"/>	16.6	10	20
Lmax	<input checked="" type="checkbox"/>	152	100	300
CQOF	<input checked="" type="checkbox"/>	0.371	0.1	1
CKIF	<input checked="" type="checkbox"/>	909.9	200	1000
CK1.2	<input checked="" type="checkbox"/>	21.2	10	50
TOF	<input checked="" type="checkbox"/>	0.472	0	0.99
TIF	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0535	0	0.99
TG	<input checked="" type="checkbox"/>	0.315	0	0.99
CKBF	<input checked="" type="checkbox"/>	1027	1000	4000

Objective Function

Overall Water Balance

Overall Root Mean Square Error

Peak flow RMSE

Low flow RMSE

Maximum number of evaluations: 2000

Peak flow > 0

Low flow < 0

liver.sim11

Models | Input | Simulation | Results | Start

Validation status

- Run Parameters
- RR parameters

Validate

MIKE 11 Classic

MIKE 1D

Validation messages

2017-05-10 16:47:26: Si

100% Calibrating

0.0060

0.1689

0.1319

0.0664

0.0826

0.0083

0.0168

0.0081

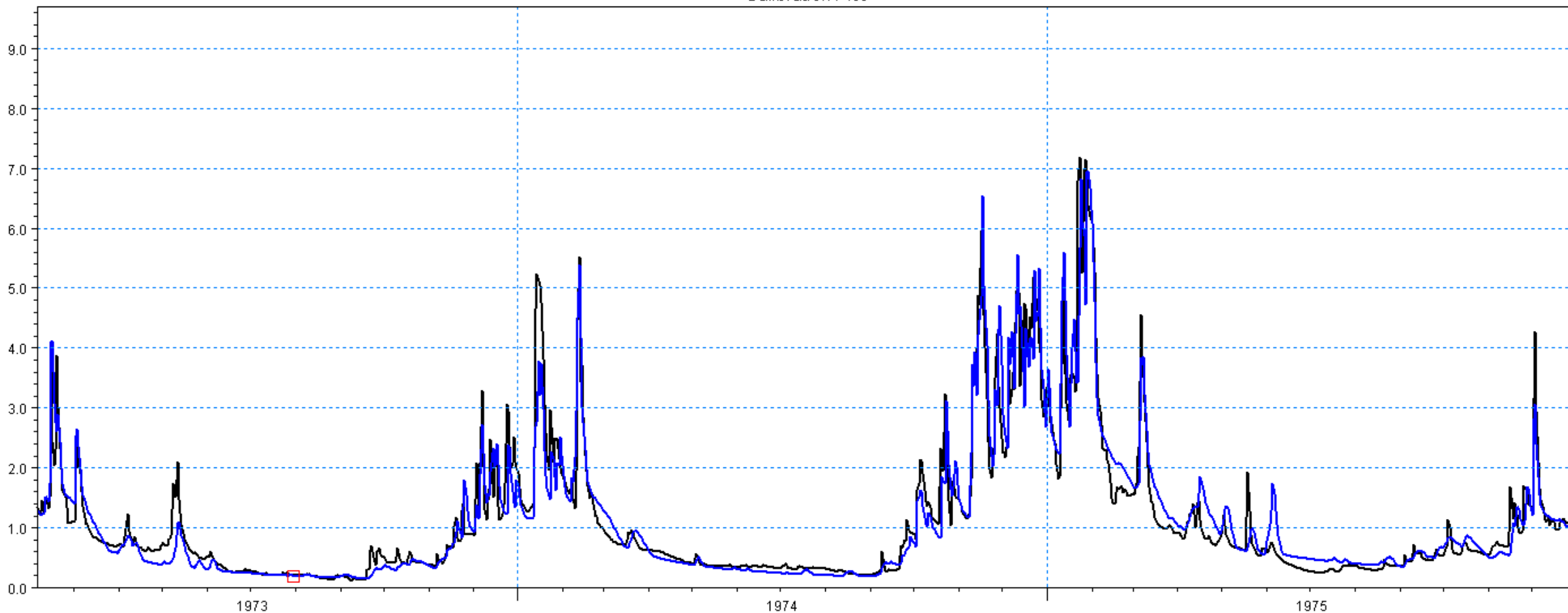
0.0337



til MIKE URBAN?



Calibration Plot



Erfaringer



MIKE SHE kan være en mulighed, men kræver licens og ekspertise

RDII/NAM er svær at kalibrere, men kan give gode resultater, især med autocalibrering



Spørgsmål?

