

Foto: Villy Fink Isaksen

## Workshop 1: Regnvandshåndteri ng og byudvikling - eksempler fra Aarhus og Holstebro

*Vandløbsdage 21 Marts 2024*

*Peter Bassø Duus*

*Nicolaj Thomassen*

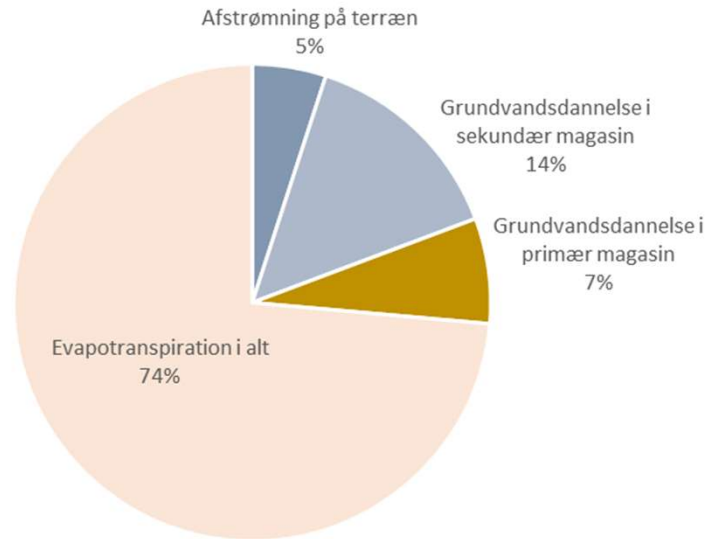
wsp



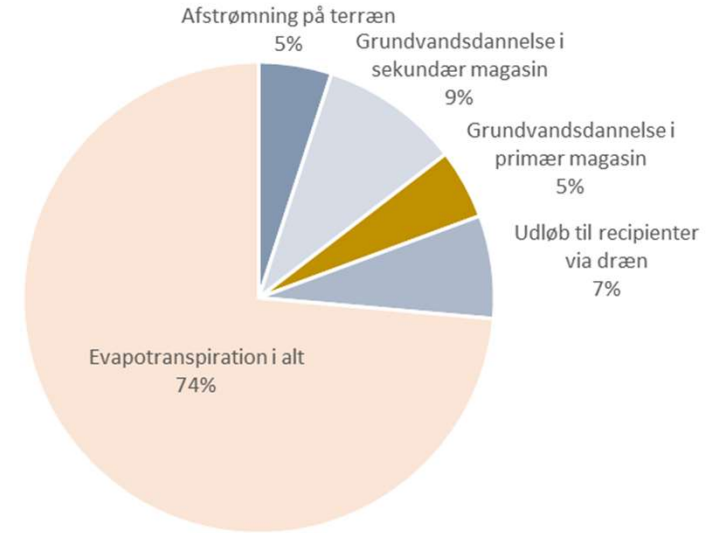
# Regnvandshåndtering spiller en rolle for vandmængden i vandløbet

## Lagkage-estimater på lerjord

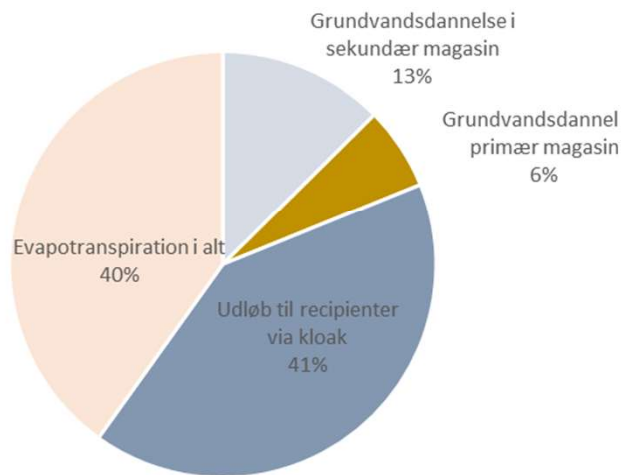
Scenarie 1 - landbrugsareal uden dræn



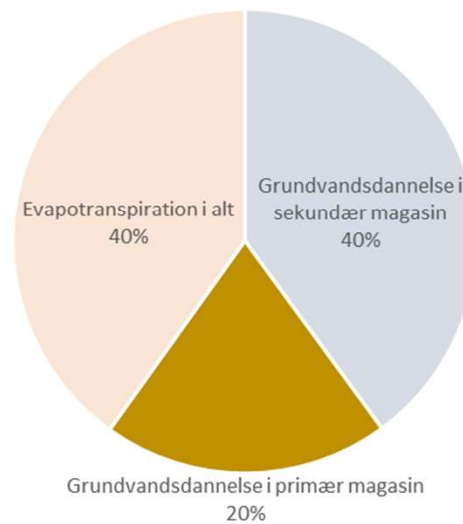
Scenarie 2 - landbrug med dræn



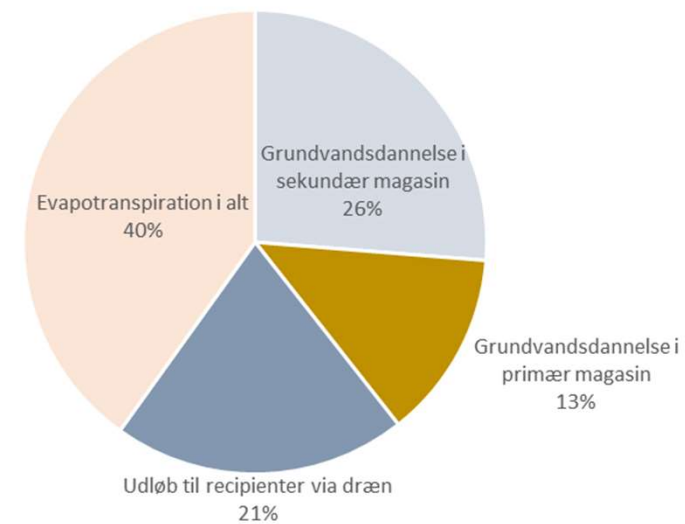
Scenarie 3 - separatkloakeret med udløb til recipient



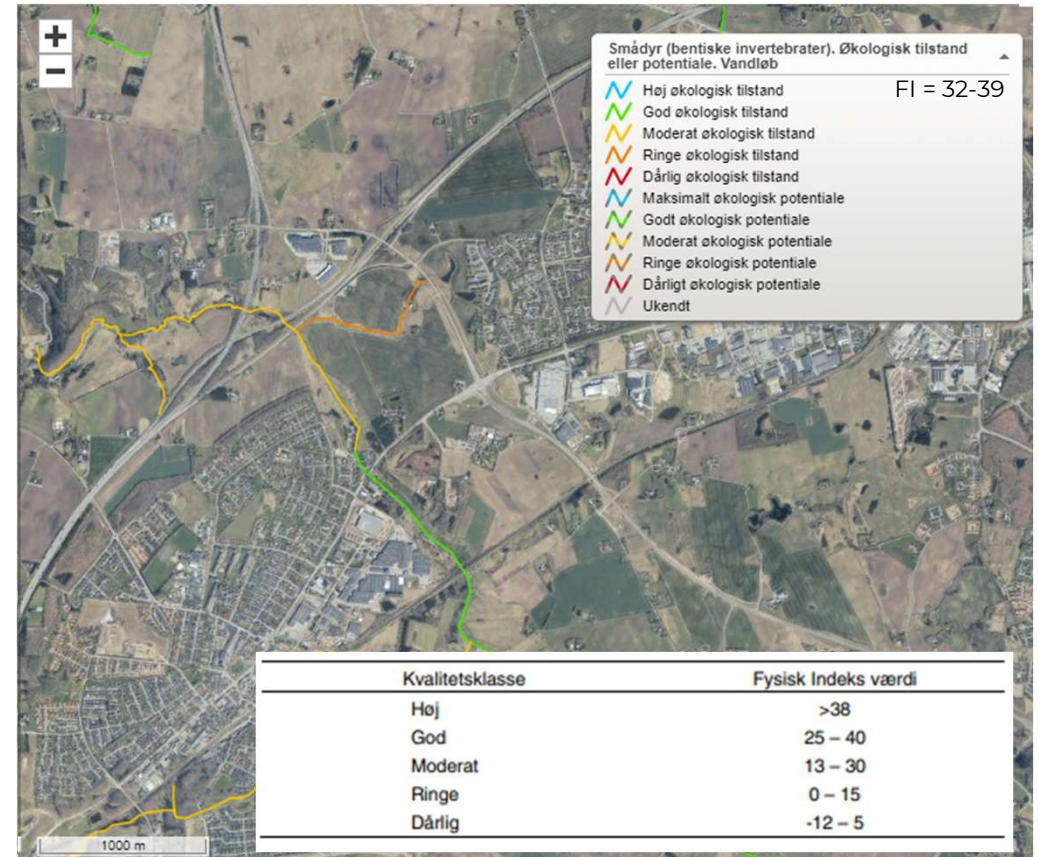
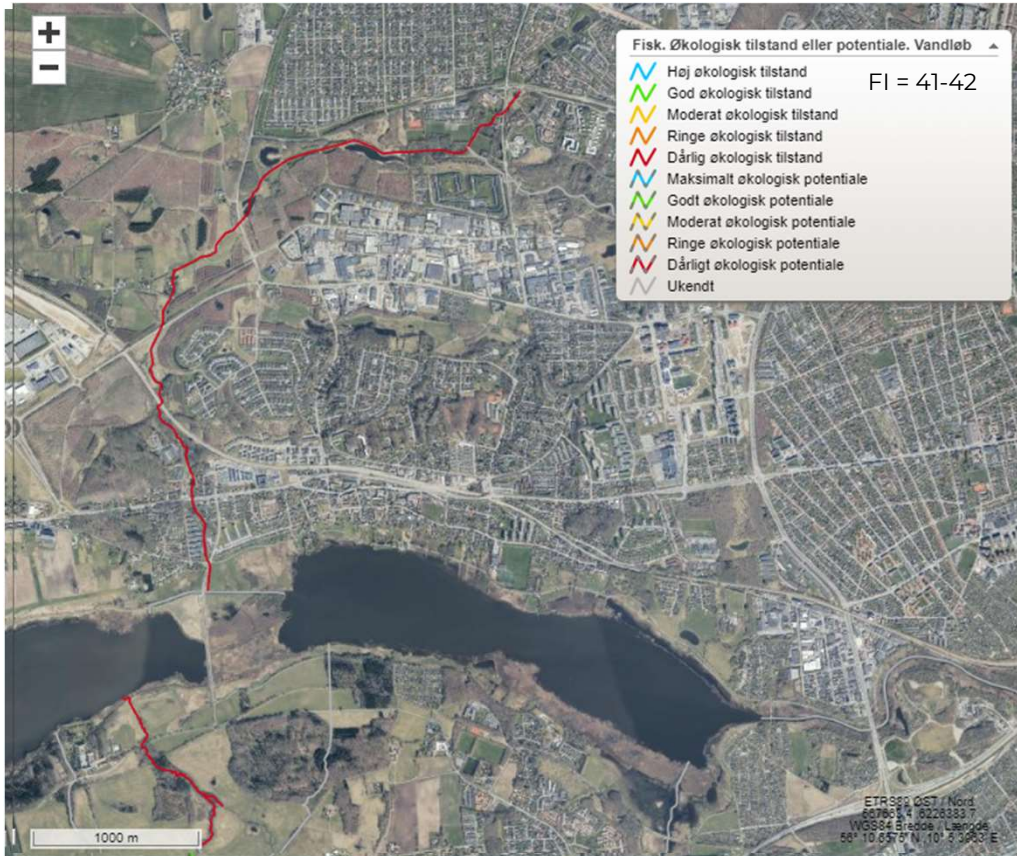
Scenarie 4 - 100 % LAR og nedsivning



Scenarie 5 - 100 % LAR og dræn

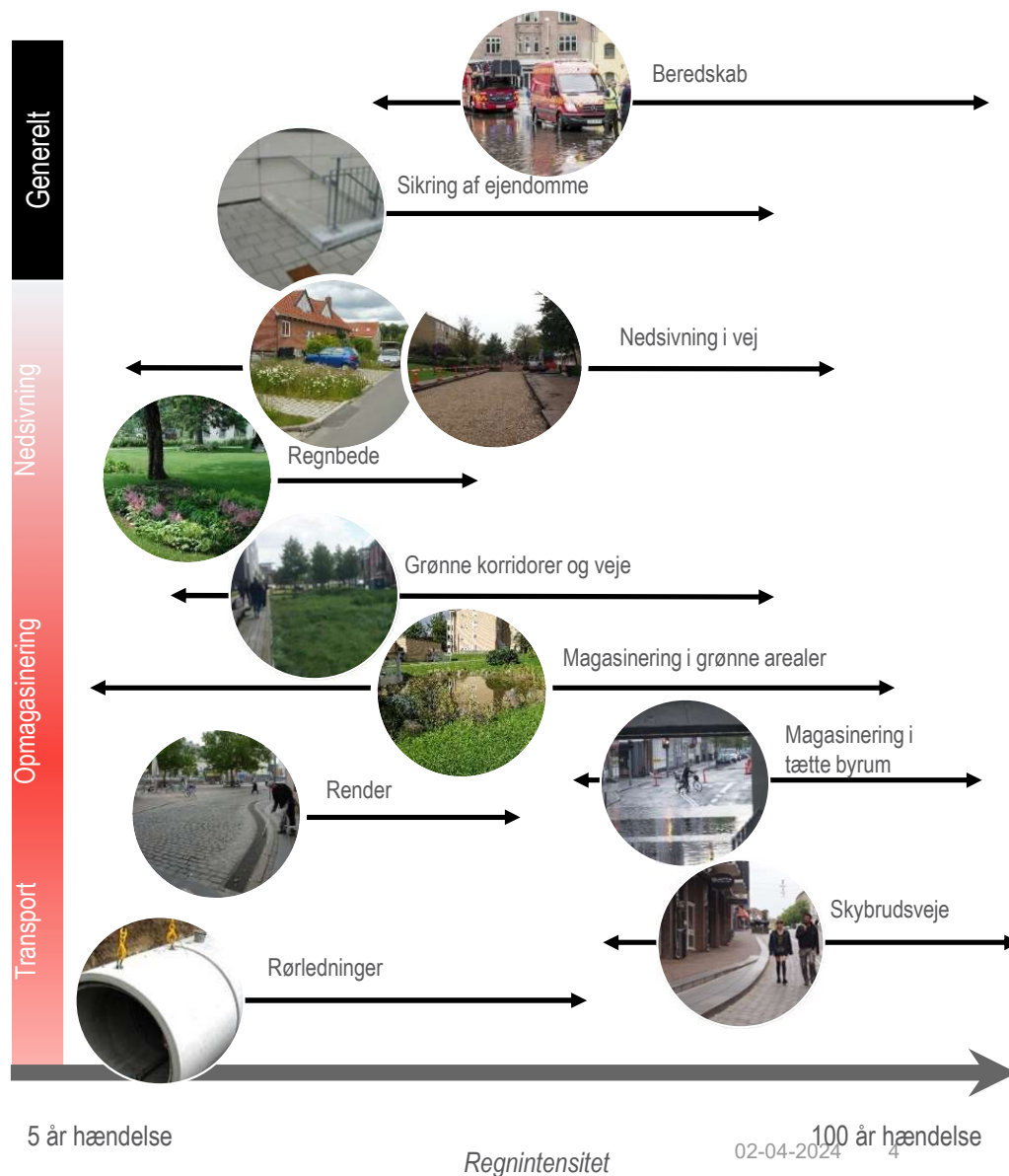


# WSP To bynære vandløb med varierende vandløbskvalitet



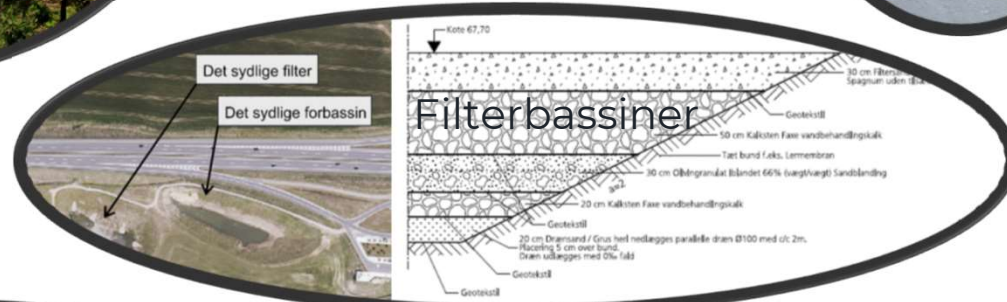
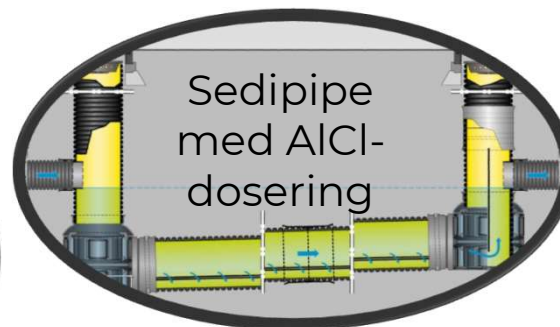
## Mange flere løsninger

- Vi har fået meget bedre forståelse over muligheder og begrænsninger med forskellige overfladeløsninger



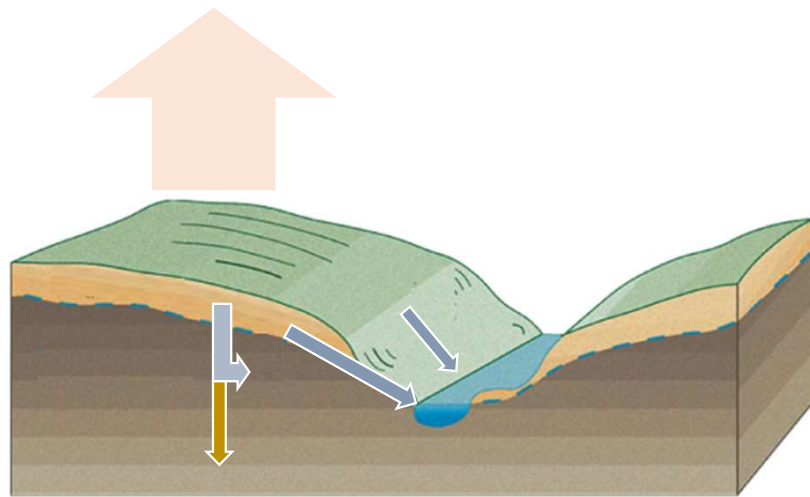
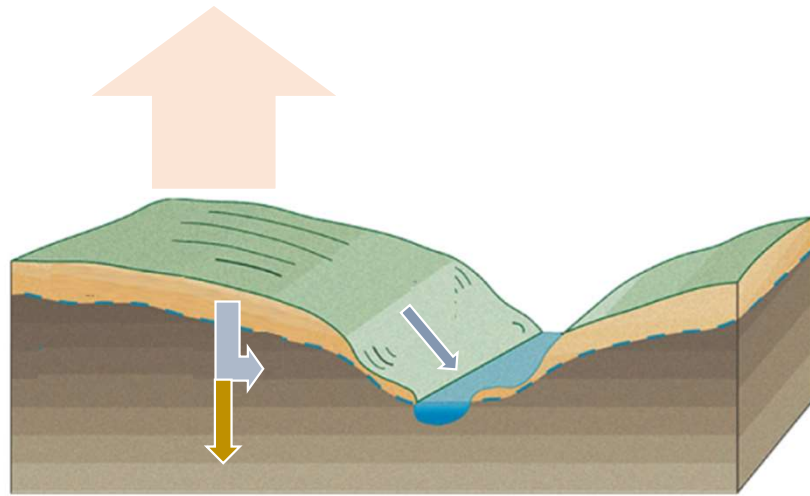
# BAT og videregående rensning

— Vi har fået flere metoder til videregående rensning som stadig udvikles

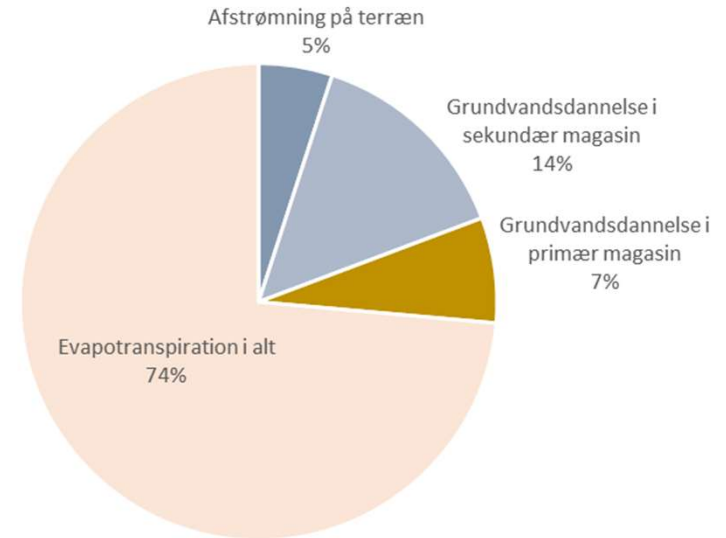




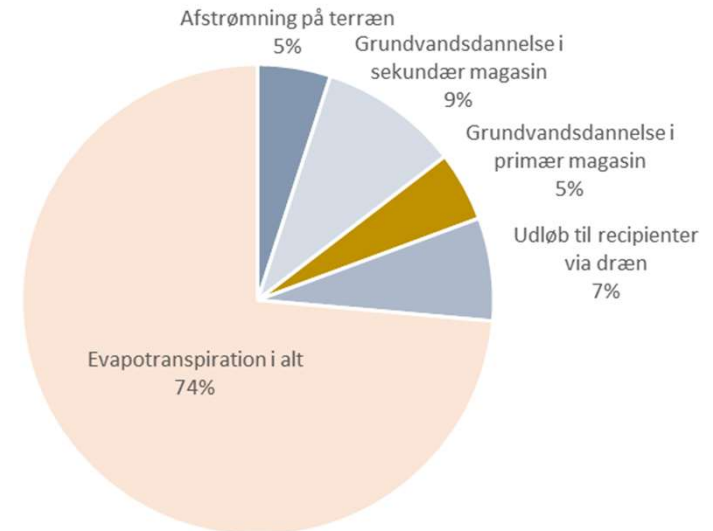
# Lagkage-estimerer på lerjord



Scenarie 1 - landbrugsareal uden dræn

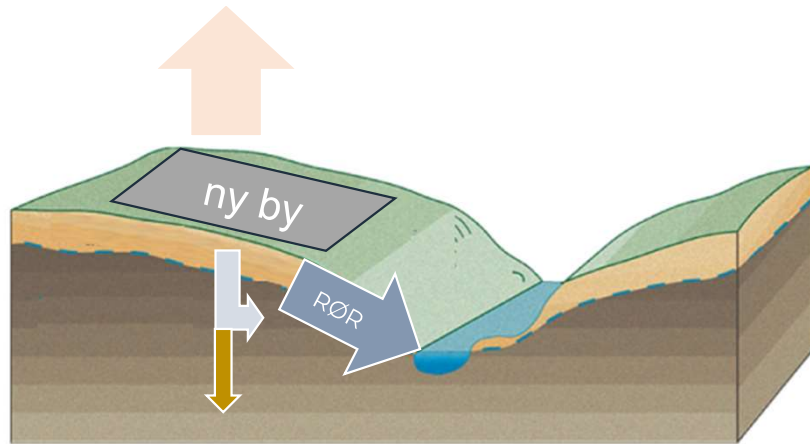
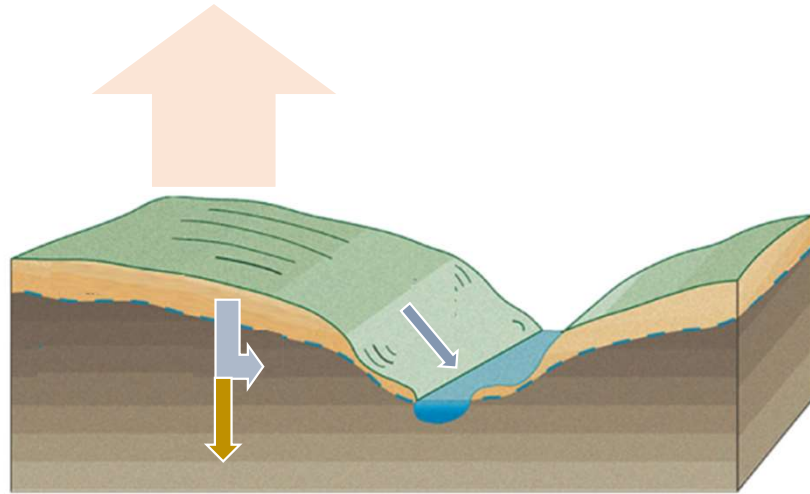


Scenarie 2 - landbrug med dræn

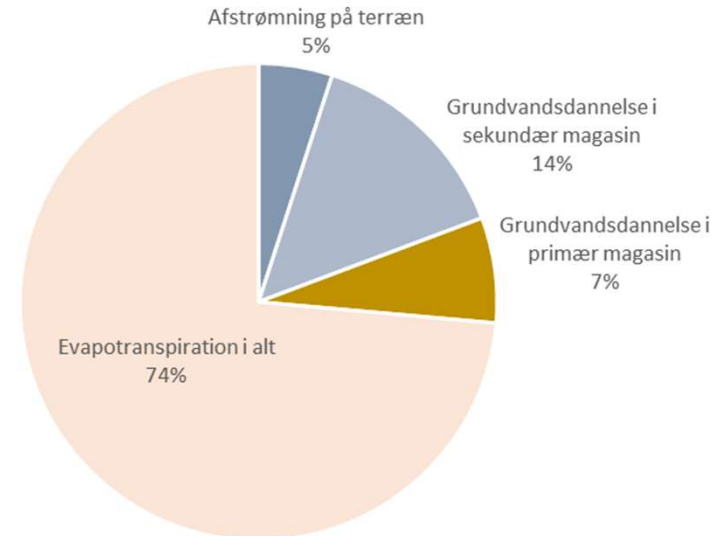




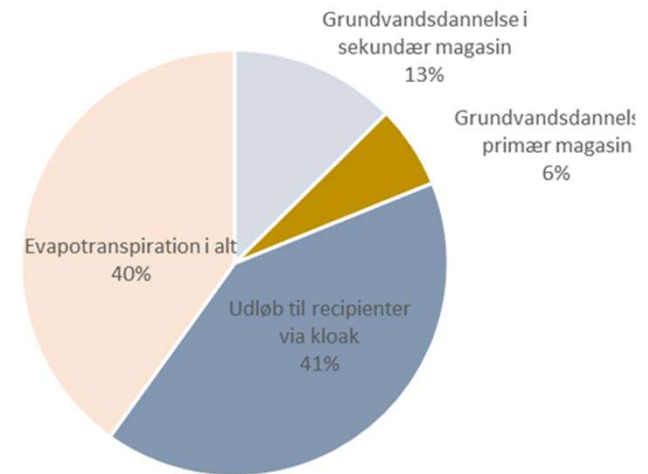
# Lagkage-estimerer på lerjord



Scenarie 1 - landbrugsareal uden dræn

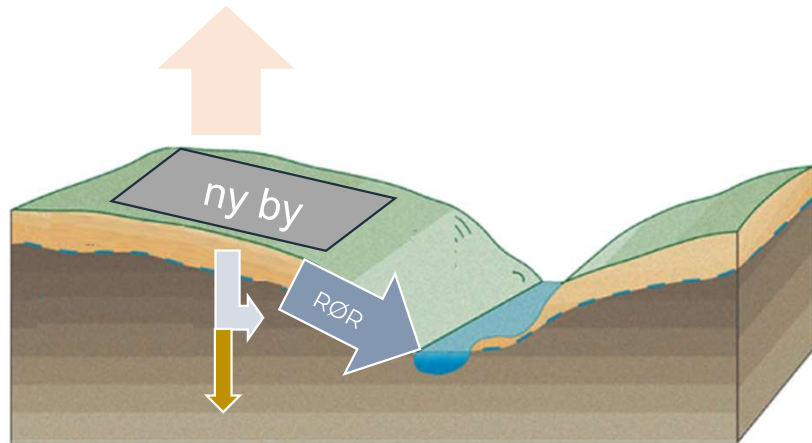
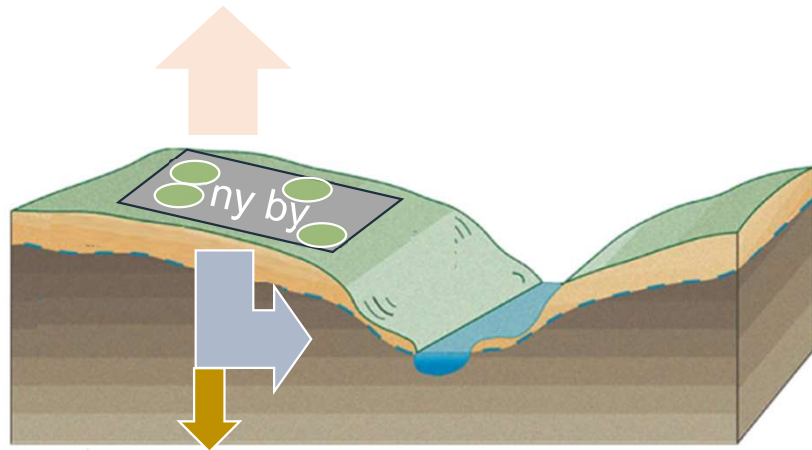


Scenarie 3 - separatkloakeret med udløb til recipient

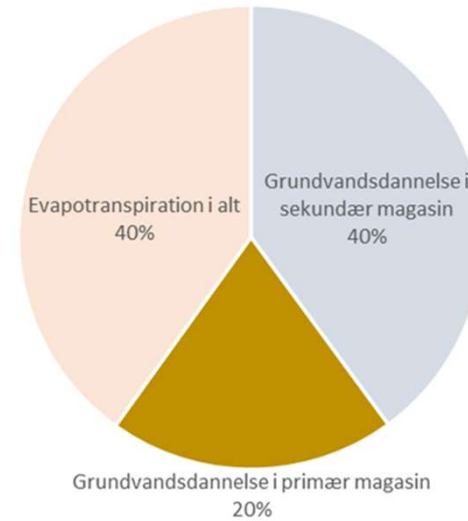




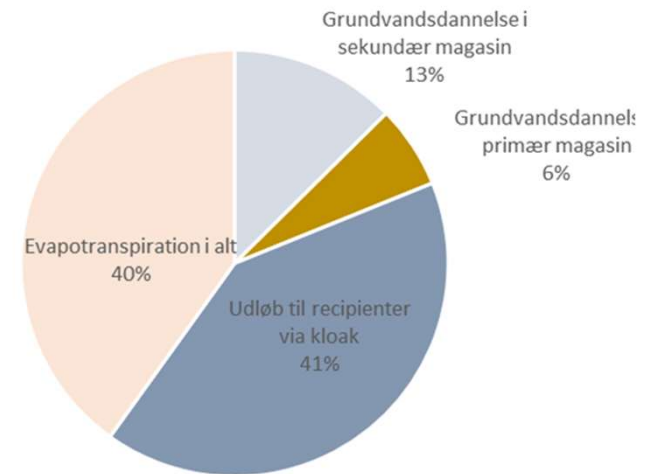
# Lagkage-estimerer på lerjord



Scenarie 4 - 100 % LAR og nedsivning



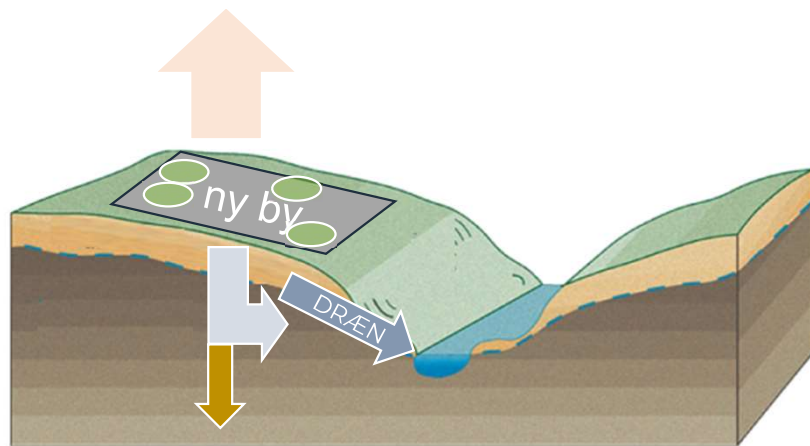
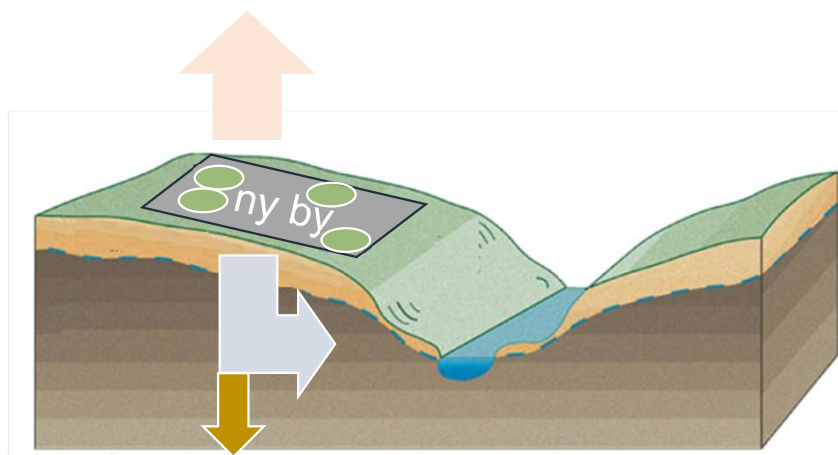
Scenarie 3 - separatkloakeret med udløb til recipient



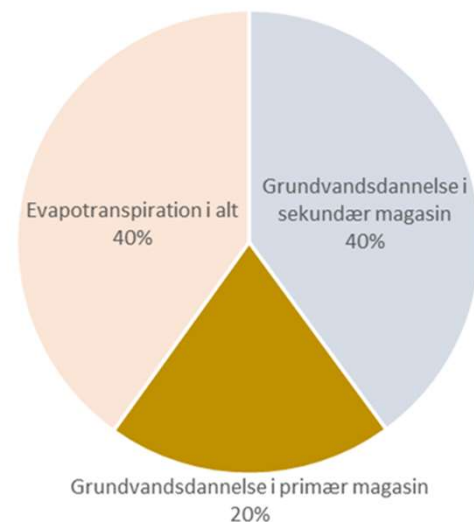




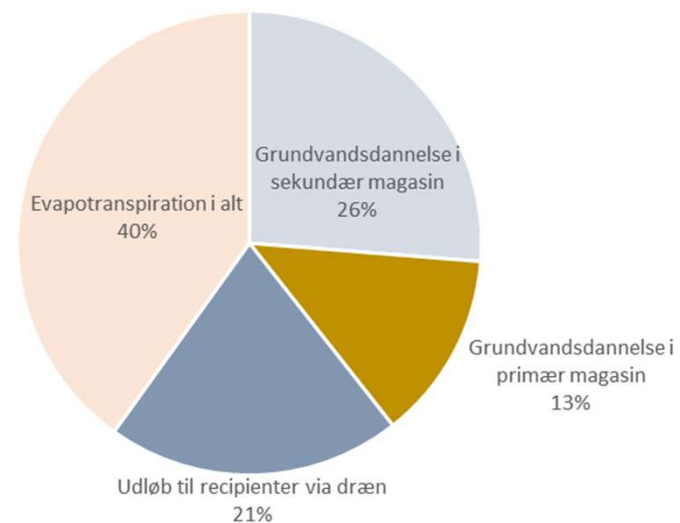
# Lagkage-estimerer på lerjord



Scenarie 4 - 100 % LAR og nedsivning



Scenarie 5 - 100 % LAR og dræn

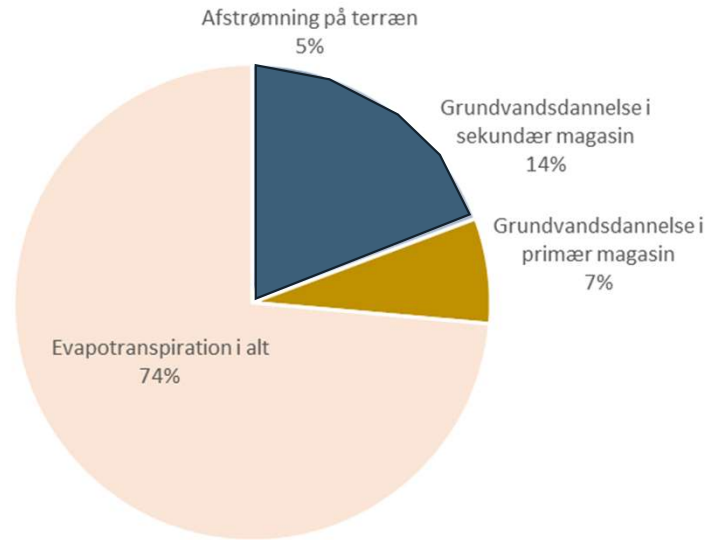




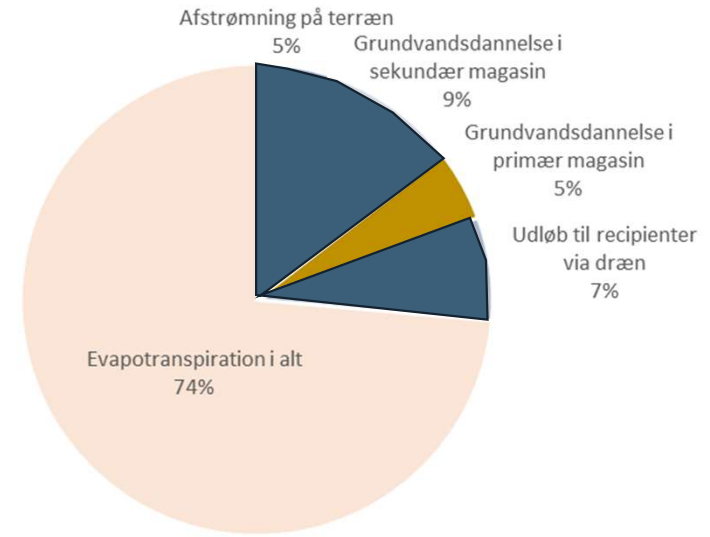
# Regnvandshåndtering spiller en rolle for vandmængden i vandløbet

## Lagkage-estimater på lerjord

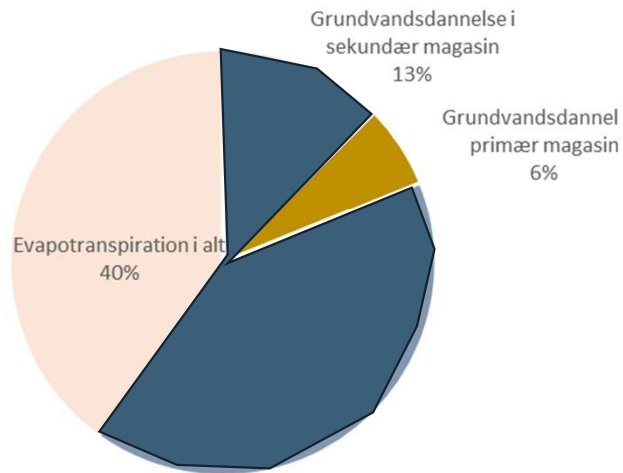
Scenarie 1 - landbrugsareal uden dræn



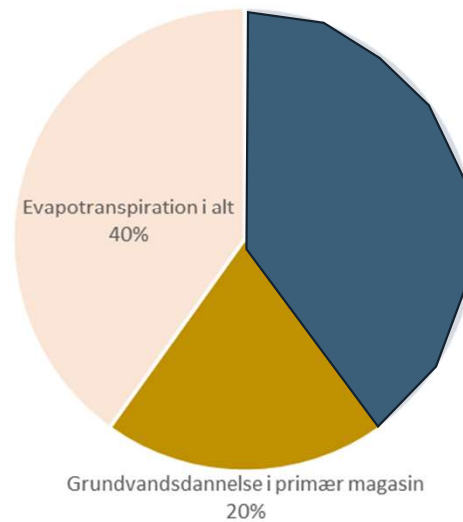
Scenarie 2 - landbrug med dræn



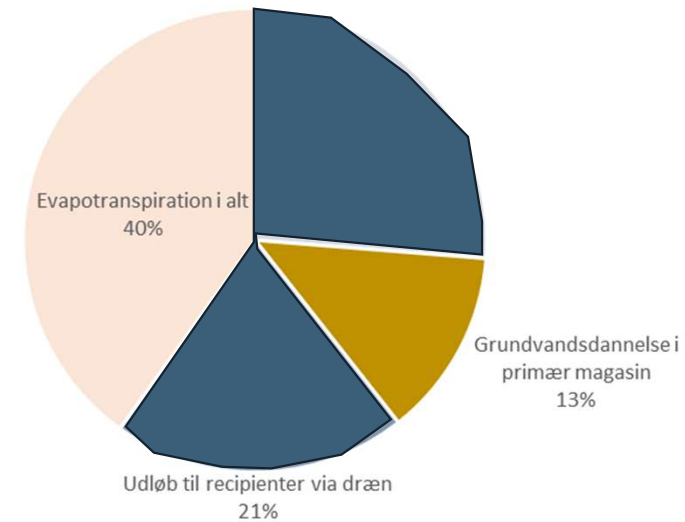
Scenarie 3 - separatkloakeret med udløb til recipient



Scenarie 4 - 100 % LAR og nedsivning



Scenarie 5 - 100 % LAR og dræn



## Ilt og temperatur

Variabel	Vejledende kravværdier for vandløbsvand		
	Høj	God	Moderat (God for Blødbunds vandløb)
Økologisk tilstand:			
Total NHx-N (mg/l)** (ved 20 0C og pH 7,5-8,0)*	≤ 1*	≤ 1*	≤ 1*
Fri NH3-N (mg/l) *	≤ 0,025*	≤ 0,025*	≤ 0,025*
BI5 (mg/l)	< 1,4	< 1,8	< 2,5
Opløst jern (Fe 2+) (mg/l)	< 0,2	< 0,2	< 0,5
Ilt (mg/l) 50 % af tiden	≥ 9*	≥ 7 - 9*	≥ 7*
Ilt (mg/l) døgnminimum	≥ 6*	≥ 4 - 6*	≥ 4*
Ilt (%)	> 70 % (jan-april 80 %)	> 70 % (jan-april 80 %)	> 50 %
pH *	6-9*	6-9*	6-9*
Temperatur (0C): *			
sommer	≤ 21,5*	≤ 21,5 - 28*	≤ 25 (28)*
vinter	≤ 10*	≤ 10*	≤ 10*
Max temp. ændring ved udledning (0C)	1	1 (1,5 - 3) *	3*
Total restchlor (mg/l HOCl)		≤ 0,005*	≤ 0,005*

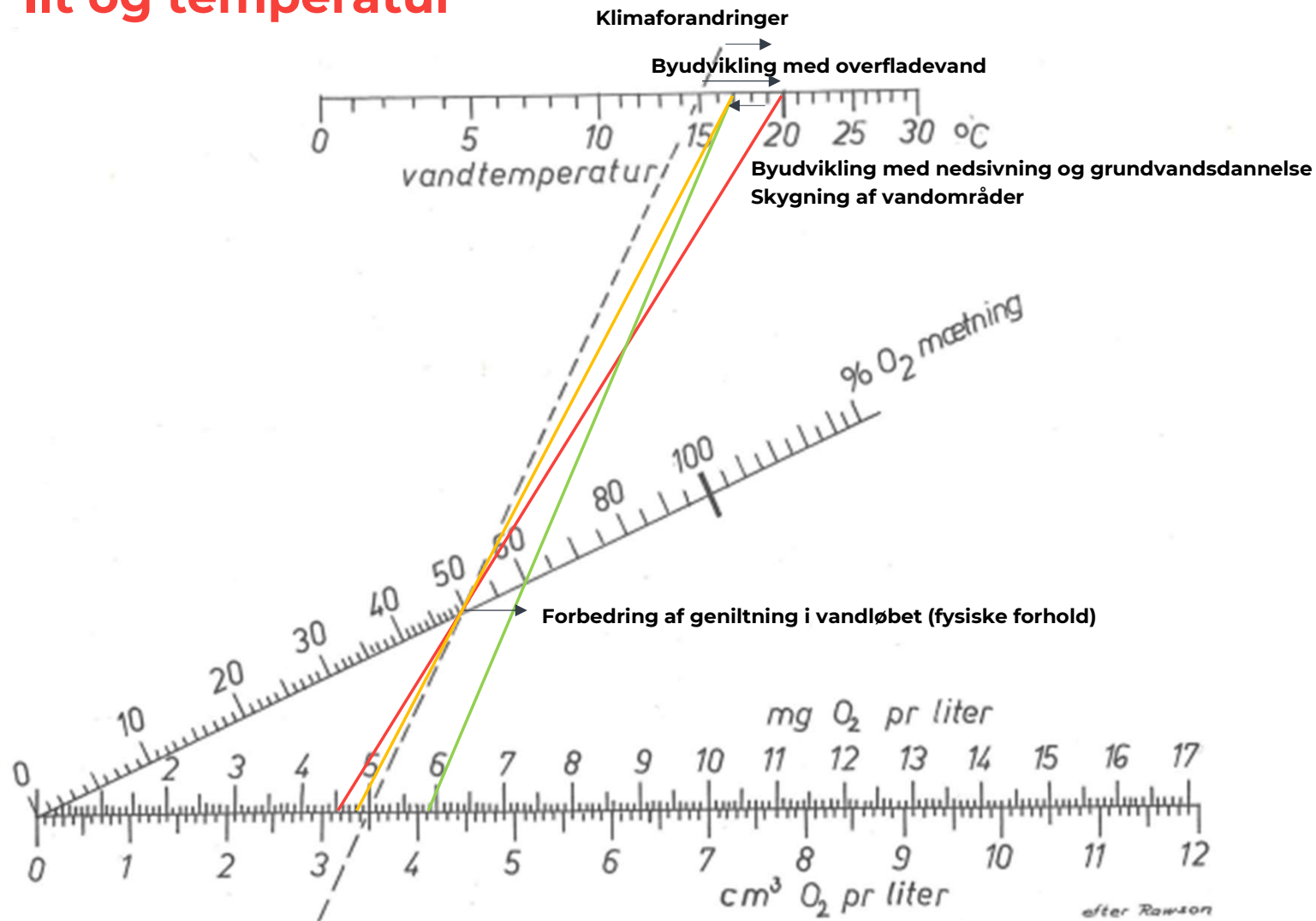
Figur 2.1. Oversigt over fysisk-kemiske parametre til støtte for de biologiske kvalitetselementer (tabel fra: Naturstyrelsen 2011/2014, bilag 7, p. 261). \*) angiver at grænseværdien er baseret på EU's fiskevandsdirektiv (dog ikke længere gældende).

Tabel 2.1. Oversigt over den relative betydning af forskellige fysisk-kemiske parametre tilknyttet regnvandsbetingede udledninger for de biologiske kvalitetselementer samt arter/naturtyper. Jo flere +'er des større betydning.

Type af påvirkning	Planter	Makroinvertebrater	Fisk
Hydraulisk påvirkning	+	+	+
Temperatur	(+)	(+)	(+)
Ilt	(+)	+++	+++
BI5		++	++
NH <sub>3</sub> -N		++	+++
PO <sub>4</sub> -P	+		
MFS og tungmetaller		+	+



## Ilt og temperatur



## Vandmængder

Traditionelle krav til vandmængder:

Maksimal reduktion af medianminimum for:

Vandløb med målsætningen god økologisk tilstand (DVFI = 5):

10 %

Vandløb med målsætningen godt økologisk potentiale (DVFI = 4):

25 %

TABEL 26.4 Oversigt over vandløb i kortlægningsområdet med tilstand, målsætning og krav til max påvirkningen af medianminimum samt eksisterende påvirkning heraf, jf. vandplanerne (Miljøministeriet, Naturstyrelsen 2013b, Miljøministeriet, Naturstyrelsen 2013c)

Vandløbsnavn	Beskrivelse	DVFI		Økologisk tilstand		Medianminimum	
		Nuværende tilst.	Miljø-mål	Nuværende tilst.	Miljø-mål	Max påvirk. (pct.)	Påvirk. (pct.)
Nældevads Å 32L	N for Nørreballe	3	5	Ringe	God	10	17
Nældevads Å 32L	Syd for Nørreballe	4	4	God	God	25	16
KVL 9,0	Tilløb til Maribo Sødersø	2	5	Dårlig	God	10	-9
AVL,29L	Tilløb til Maribo Sødersø	*	4	Ukendt	God	25	8
TT Røgbølle Sø,11,1	Tilløb til Røgbølle Sø	*	5	Ukendt	God	25	-9
Holebyløbet 38L	I den sydlige del af kortlægningsområdet	1	5	Dårlig	God	10	23
Kirkenorsløbet 39L	I den sydlige del af kortlægningsområdet	3	5	Ringe	God	10	48
T.T.AVL 43L,24,3	tt. LAMBO FARVAND i den sydlige del af kortlægningsområdet	4	5	Moderat	God	10	0
TT Maribo Nørresø 51	Løber gennem Lysemose til Nørresø	*	4	Ukendt	God	10	-9
TT Nældevads Å 35	Tilløb til Nældevads Å fra vest	*	4	Ukendt	God	10	-9

Fra VVM-redegørelse af Femern Bælt-projekt kapitel 26 s. 1505 - 1575

Note: \* Tilstand kan ikke bestemmes på grund af manglende data

# Vandmængders betydning

« Vand Web

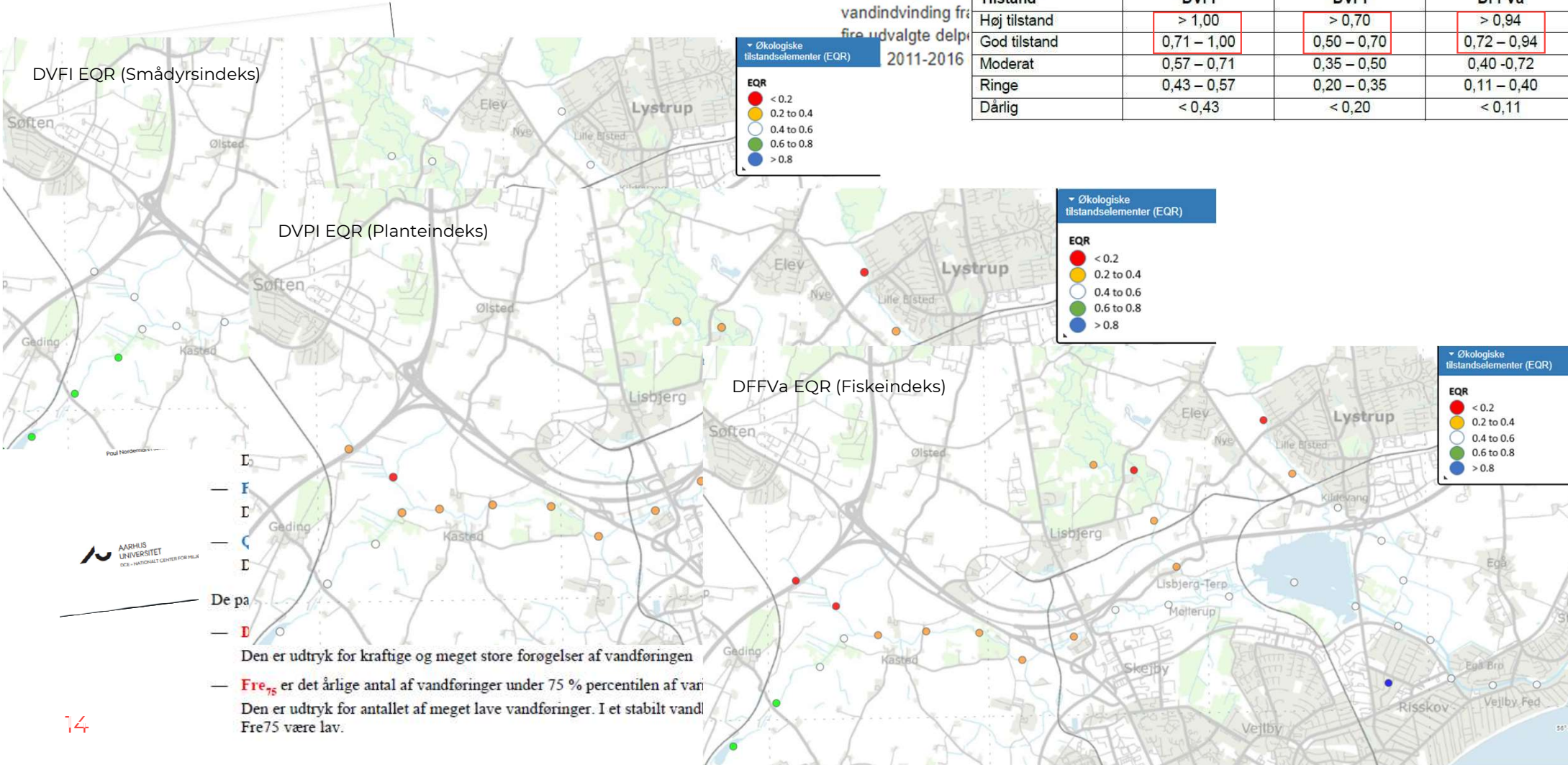
Økologiske tilstandselementer (EQR)

Periode: Period: 2011 - 2016

Scenarie: Historisk

Landsdækkende VandWeb database baseret på DK model simulerede karakteristiske hydrologiske regime variable og økologisk flow indikatorer med og uden vandindvinding fra fire udvalgte delpe

Tilstand	DVFI	DVPI	DFFVa
Høj tilstand	> 1,00	> 0,70	> 0,94
God tilstand	0,71 – 1,00	0,50 – 0,70	0,72 – 0,94
Moderat	0,57 – 0,71	0,35 – 0,50	0,40 – 0,72
Ringe	0,43 – 0,57	0,20 – 0,35	0,11 – 0,40
Dårlig	< 0,43	< 0,20	< 0,11



Den er udtryk for kraftige og meget store forøgelse af vandføringen

— **Fre<sub>75</sub>** er det årlige antal af vandføringer under 75 % percentilen af vari

Den er udtryk for antallet af meget lave vandføringer. I et stabilt vand Fre<sub>75</sub> være lav.

# Økologisk tilstand i Egå-systemet



# Vandmængder, vandføringsmønster og vandløbsbiologi

Vurdering af effekt på vandløbs økologisk implementering af retningslinjer i se med vandplanlægning og ad

$$DVPI_{EQR} = 0,546 + 0,020 \cdot Fre_{25} - 0,019 \cdot Dur_3 - 0,025 \cdot Fre_{75}$$

$$DVFI_{EQR} = 0,217 + 0,103 \cdot Sin + 0,020 \cdot Q_{90} \cdot Fre_1$$

$$DFFVa_{EQR} = 0,811 \cdot BFI + 0,058 \cdot Sin + 0,050 \cdot Fre_{25} - 0,319 - 0,0413 \cdot Fre_{75}$$

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og

Daniel Grøber, Peter Wiberg-Larsen, Jøtt Institut for Bioscience

Relevante Naturstyrelsen Artikel nr. 27

Faglig kommentering Naturstyrelsen Kvalitetsskilling, centret Poul Hardemann Jensen

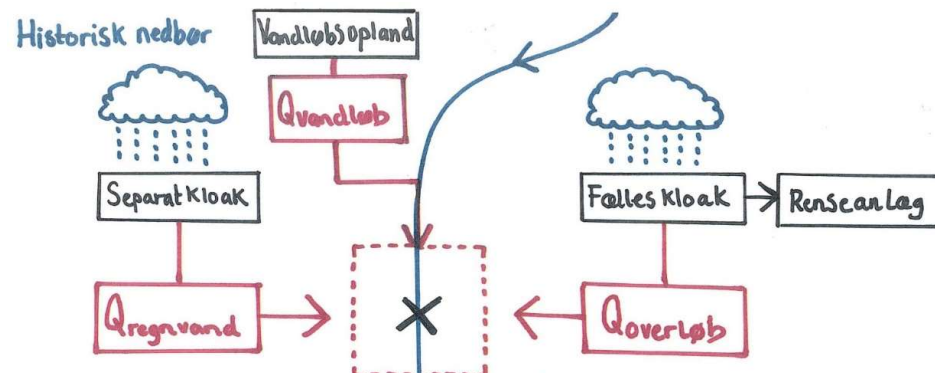
AARHUS UNIVERSITET DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ

De parametre, der påvirker vandløbsbiologien positivt:

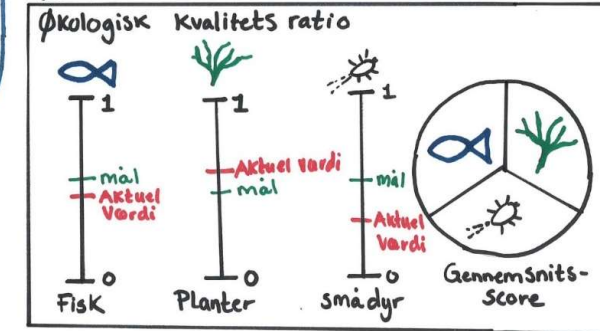
- Sin er slyngningsgraden. Den er et udtryk for de fysiske forhold i vandløbet.
- BFI er baseflow-indekset. Den er udtryk for stabiliteten af vandføringen i et vandløb.
- Fre<sub>1</sub> er det årlige antal af vandføringer over medianen. Den er udtryk for antallet af svage forøgelser af vandføringen.
- Fre<sub>25</sub> er det årlige antal af vandføringer over 25 % percentilen af varighedskurven. Den er et udtryk for relativt beskedne forøgelser af vandføringen
- Q<sub>90</sub> er vandføringen under 90 % percentilen divideret med medianvandføringen. Den er udtryk for stabil høj vandføring. En lav Q<sub>90</sub> er udtryk for meget lave vandføringer.

De parametre, der påvirker vandløbsbiologien negativt:

- Dur<sub>3</sub> er antallet af dage med mere end 3 x medianvandføringen. Den er udtryk for kraftige og meget store forøgelser af vandføringen
- Fre<sub>75</sub> er det årlige antal af vandføringer under 75 % percentilen af varighedskurven. Den er udtryk for antallet af meget lave vandføringer. I et stabilt vandløb vil Fre<sub>75</sub> være lav.



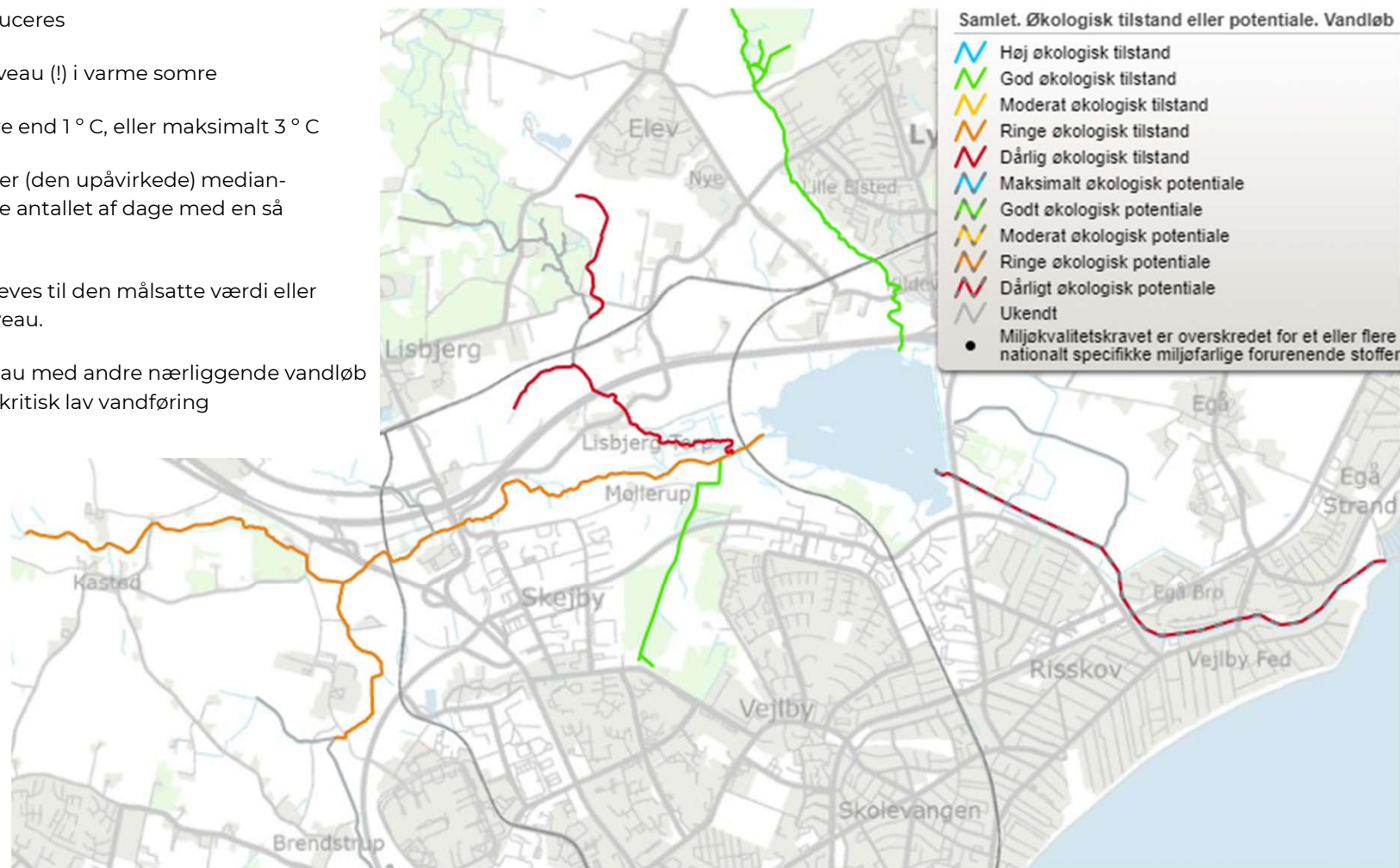
Observationspunkt  
Resultat:





Kan byudvikling og valg af vandhåndtering medvirke til:

- 1) At vandtemperaturen ikke overstiger 21,5 ° C i varme somre eller antallet af dage med temperatur over dette niveau reduceres
- 2) At vandtemperaturen sænkes til optimalt niveau (!) i varme somre
- 3) At vandtemperaturen ikke ændres med mere end 1 ° C, eller maksimalt 3 ° C
- 4) Vandføringen ikke falder mere end 10 % under (den upåvirkede) median-minimum vandføring i tørre år. Eller reducere antallet af dage med en så lav vandføring
- 5) At EQR-værdien for DVFI, DVPI og DFFVø hæves til den målsatte værdi eller som minimum fastholdes på nuværende niveau.
- 6) At værdierne af BFI og FRE<sub>75</sub> bringes på niveau med andre nærliggende vandløb i god økologisk tilstand i tørkeperioder med kritisk lav vandføring



# Udpegning af sårbare vandløb

Aarhus Kommunes kortlægning af risiko for sommerudtørring

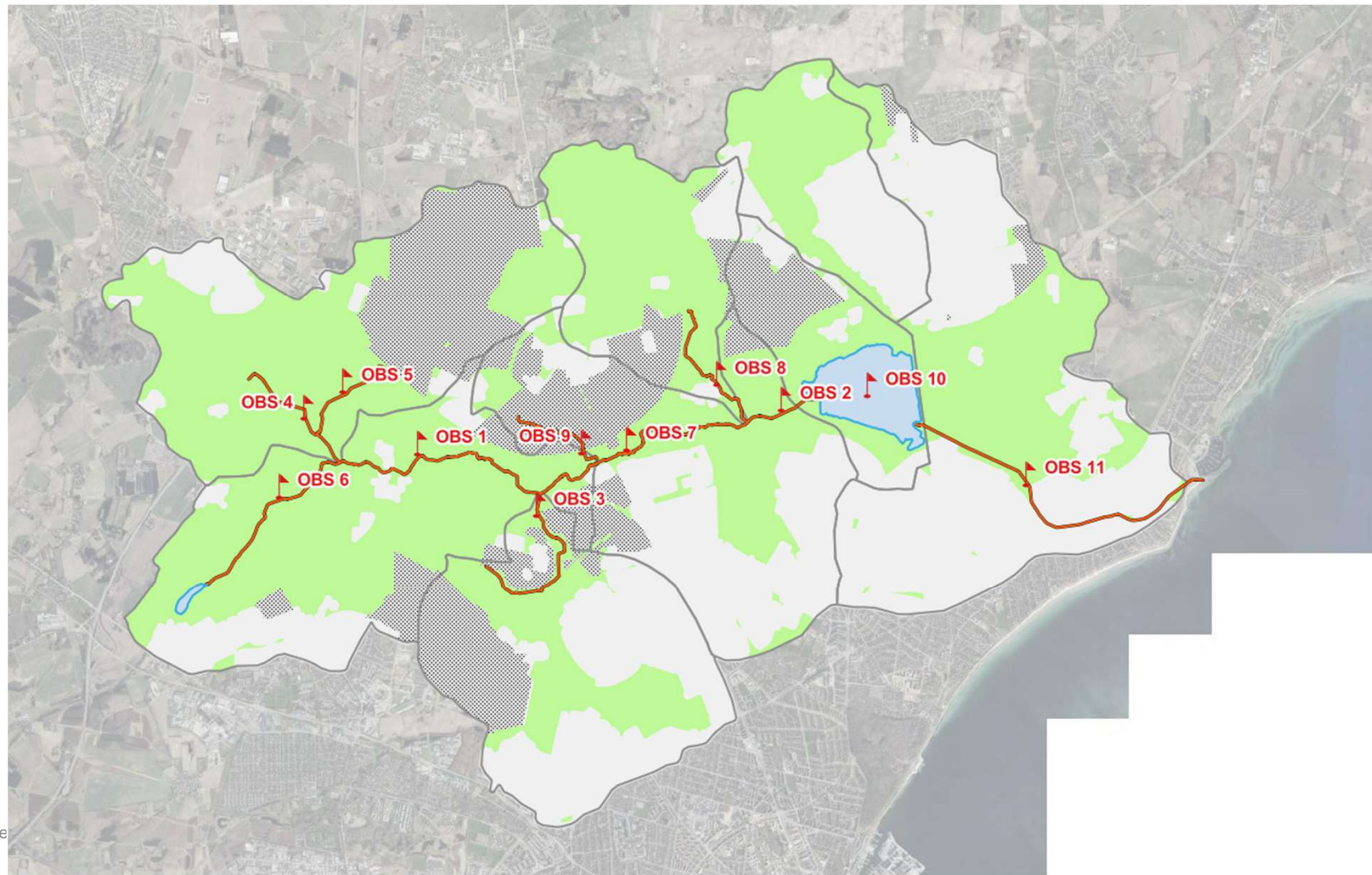
Sker ved synkronmålinger i juni 2023 i vandløb i prioriteret rækkefølge efter:

1. Er der direkte kontakt med grundvandsforekomsten
2. Er der indirekte kontakt med grundvandsforekomsten
3. Er der andre indvindingssager
4. Er der planlagt væsentlig byudvikling
5. Andre forhold – f.x. kontinuerlig udledning m.m.

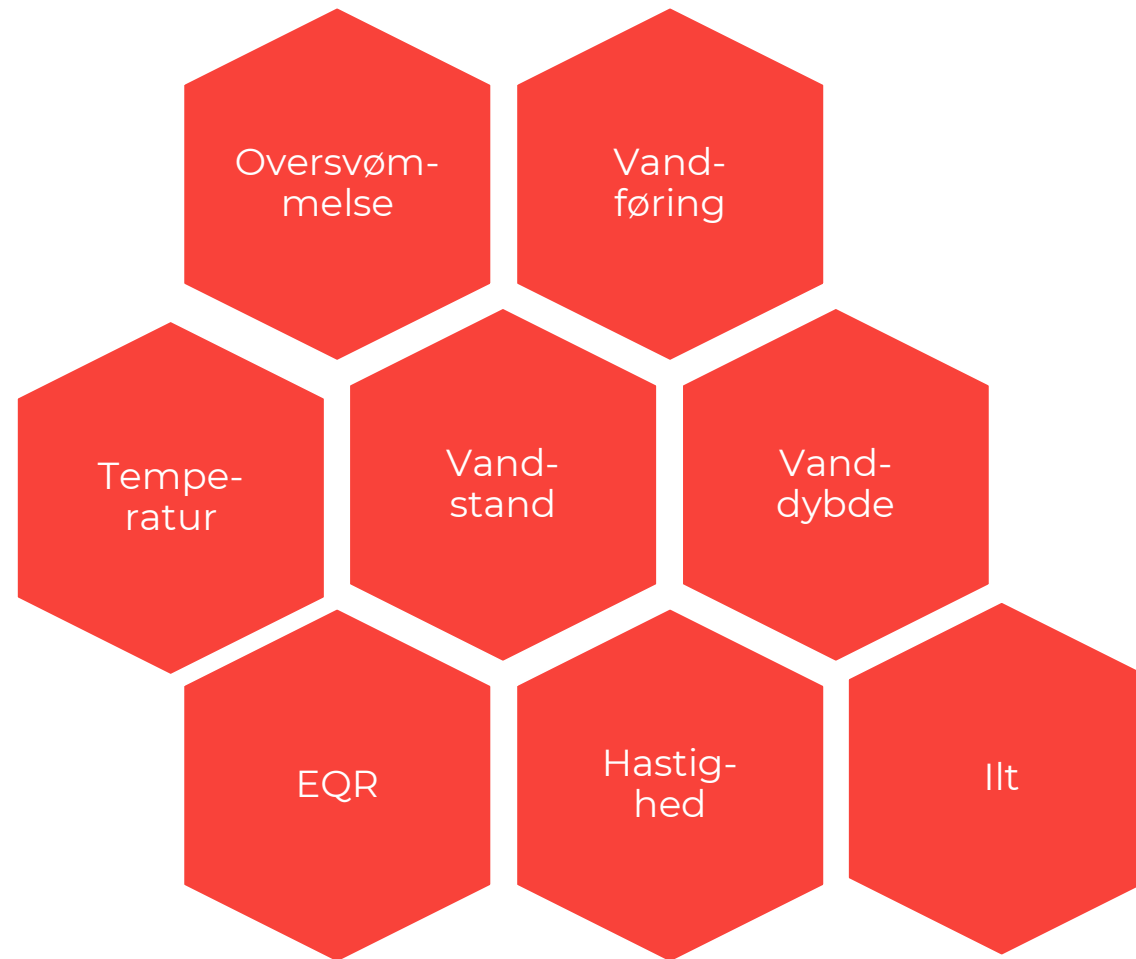
	Kriterie 1	Yderligere kriterier		
Vandløb	Hydraulisk kontakt jf. vvm	Andre indvindingssager	Byudvikling	Andet
<b>Giber Å-systemet, overordnet alle tilløb med fokus på de oplyste, men ikke hovedløb</b>				
	Ingen			
	Indirekte			
	Indirekte			
	Ingen/Indirekte			
	Indirekte, direkte			
<b>Udløb i bugt</b>				
Hjortshøj Bæk		x	x	
Skæring Bæk		x	x	
Havskov Bæk		x		
<b>Egå systemet</b>				
Lisbjerg Bæk systemet - alle tilløb og hovedløb				
Lisbjerg Bæk	Direkte			
Lisbjerg Bæk	Direkte			
Lisbjerg Bæk SØ for Lisbjerg			x	
Vandløb fra Ravnbakke	Indirekte			
VI NV for Lisbjerg Bro	Direkte		x	
Ellebæk (obs på vandværk)	Indirekte?	x		
Bæk i Virup Skov	Indirekte			
<b>Århus Å-systemet</b>				
Gungdy Bæk	Direkte		x	
Årslev Bæk	Direkte		x	
<b>Tilløb til Årslev Engso</b>				
Madses Bæk		x		
Blåhøj Bæk vandområde o6078 (nedstrøms vand)	Indirekte	x		
Voldbækken			x	
Bøgeskov Bæk	Indirekte		x	
Kildebæk	Indirekte	x		
<b>Lilleå-systemet</b>				
Sogneskelgrøften	Direkte	x	x	
<b>Sydlig</b>				
VI. fra Ravnholt	Indirekte	x		
Fiskbæk				x

# Regnvandshåndtering på større vandoplande Egåen, Aarhus

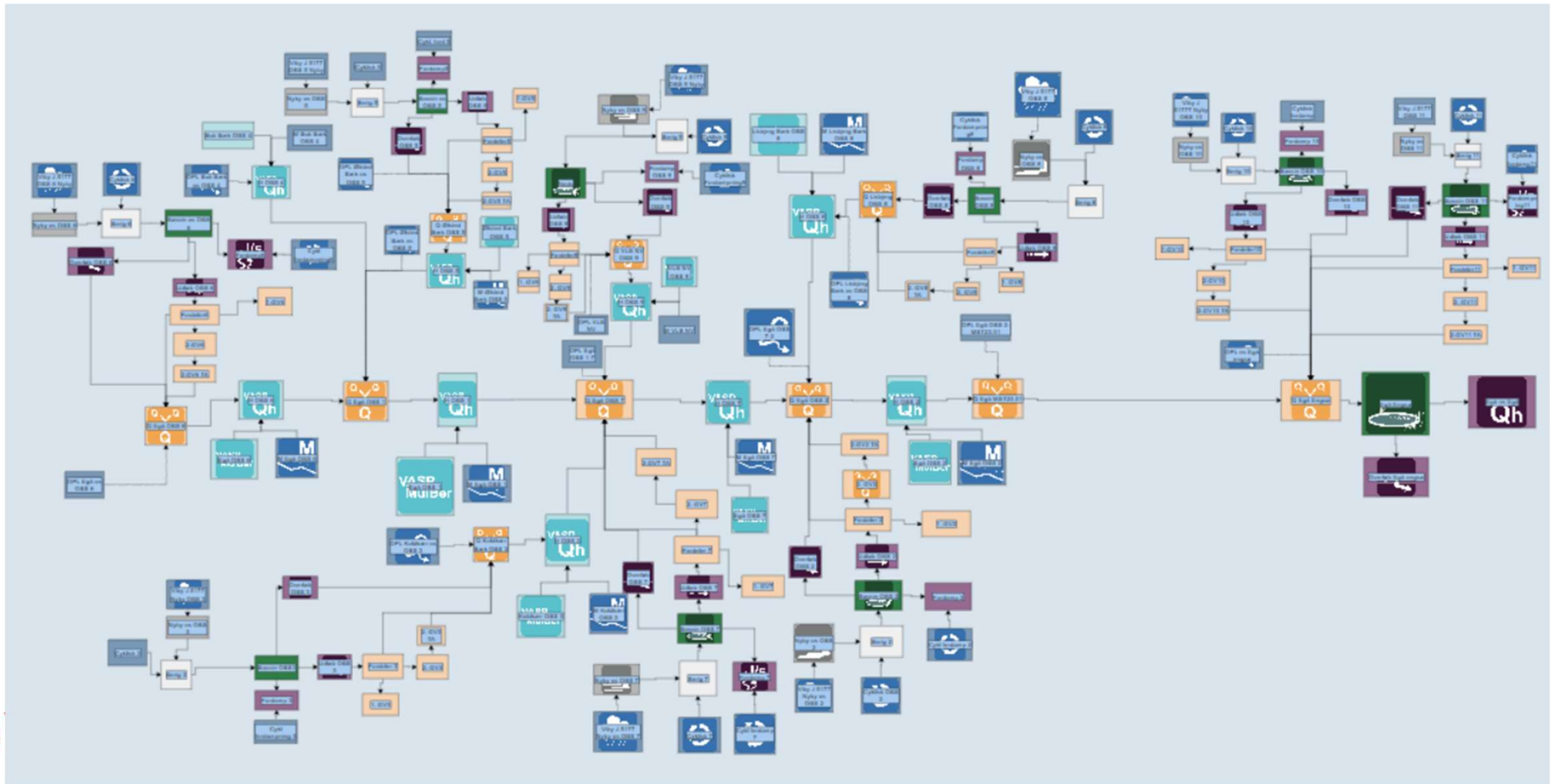
-  Ekst. By
-  Åben land
-  Ny by



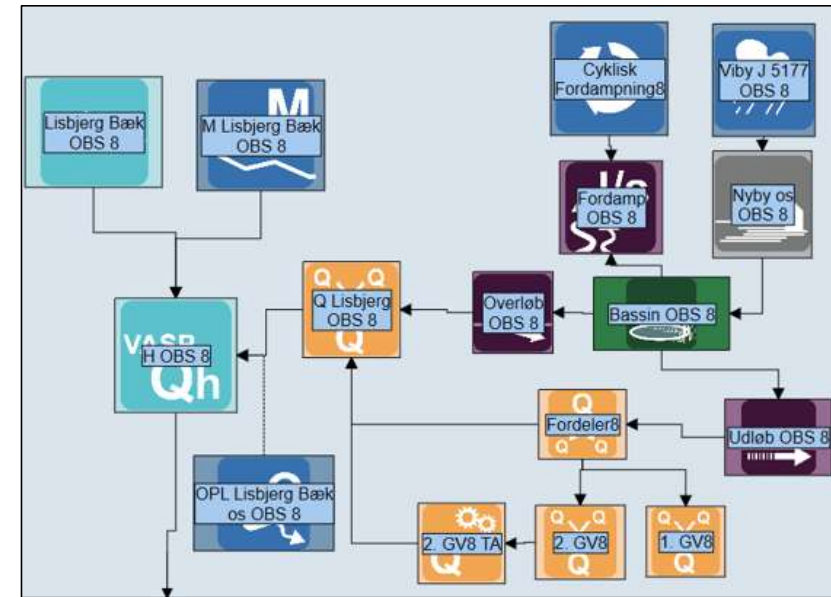
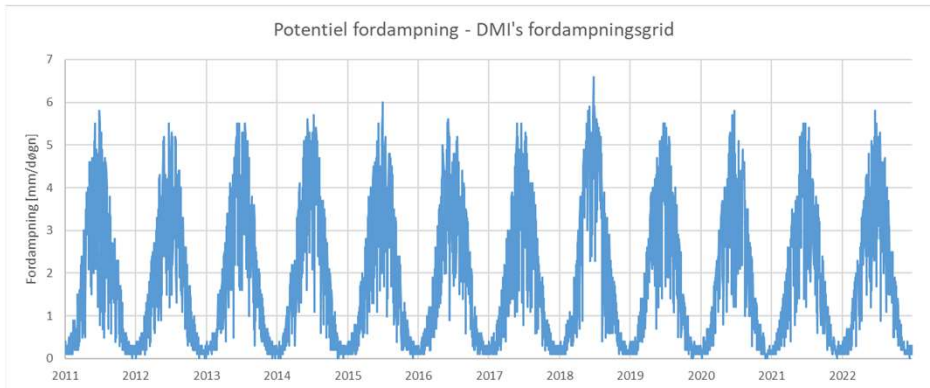
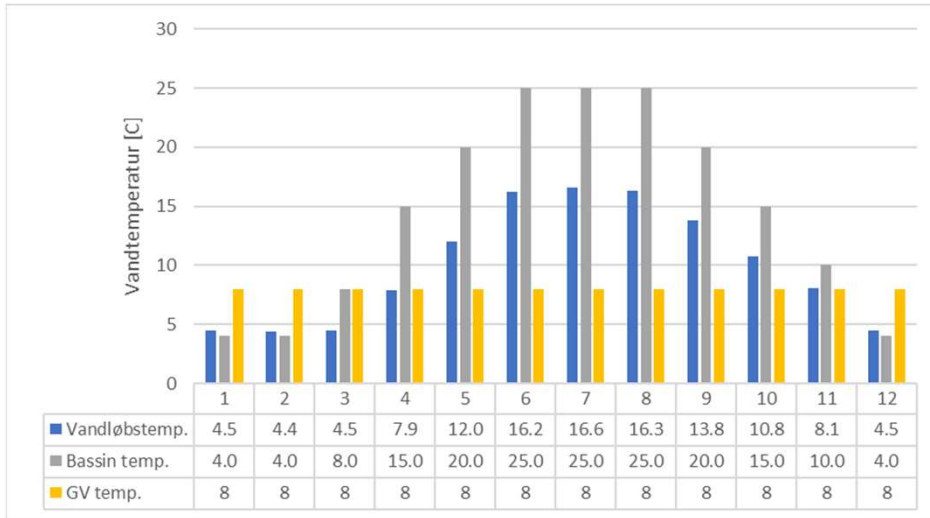
# Regnvandshåndtering på større vandoplande Egåen, Aarhus



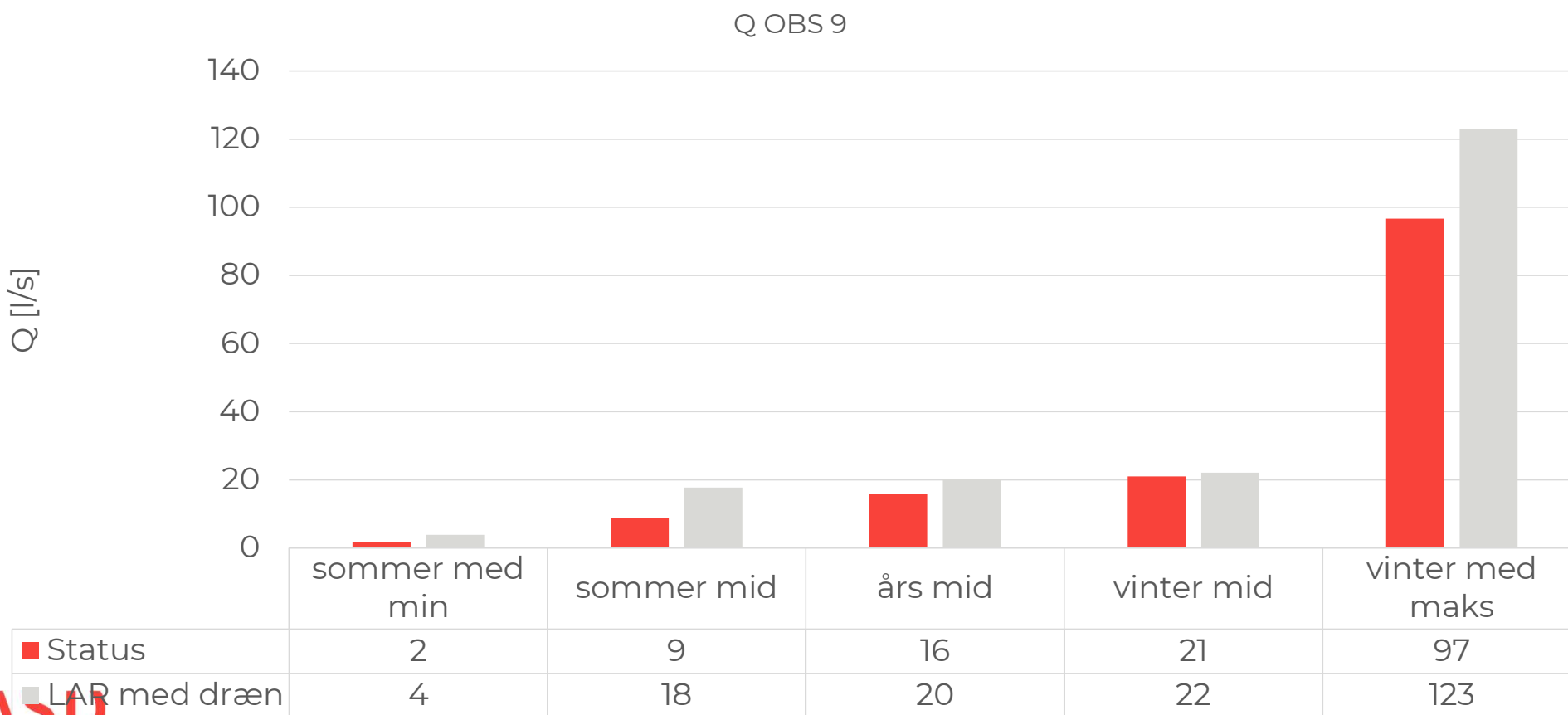
# Regnvandshåndtering på større vandoplande Egåen, Aarhus – SUMBA-model



# Regnvandshåndtering på større vandoplande Egåen, Aarhus – SUMBA-model

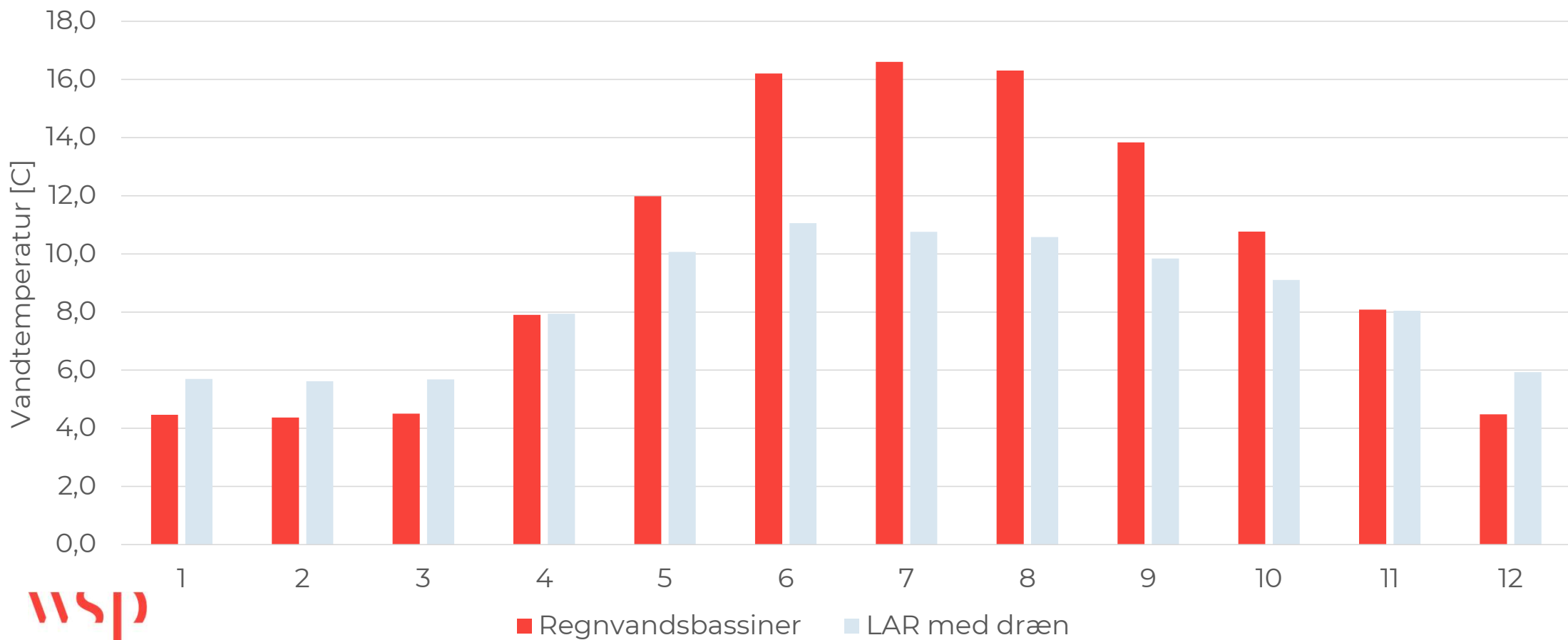


# Regnvandshåndtering på større vandoplande Egåen, Aarhus – SUMBA-model - vandføringer



# Regnvandshåndtering på større vandoplande Egåen, Aarhus – SUMBA-model - temperatur

OBS 9





# Lægård Bæk: Scenarie 0 – vandhåndtering i byen



## Faktaboks

Regnvandshåndteringen gennemføres i byen, hvor der anlægges bassiner og LAR-anlæg. Hverken lystanlægget eller Lægård Bæk ændres.

Økonomi: 23 - 34 millioner med åbne bassiner/  
LAR-anlæg.  
114 - 159 millioner med lukkede bassiner

Hydrauliske konsekvenser: Påvirkning fra overløb og uforsinkede udledninger ophøre. Stadig oversvømmelser fra oplandsafstrømning

Miljømæssige konsekvenser: Rensning til BAT-niveau  
Ophør med erosion forårsaget af udledninger

Bæredygtighed: Jord, der graves op i forbindelse med etableringen af bassinerne, vil sandsynligvis skulle deponeres udenfor byen. Gravearbejdet og navnlig transporten, vil medføre en væsentlig CO<sub>2</sub>-produktion og vil derfor tælle negativt i en vurdering af tiltagets bæredygtighed.

## Lægård Bæk: Scenarie 1 – anvendelse af lystanlægget



### Faktaboks

Regnvandshåndteringen gennemføres i lystanlægget. Søerne oprensnes og vandløbet får en anden form. Overskudsjord indbygges lokalt.

Økonomi: 3 -5 mill. til oprensning af søer og modifikation af anlæg og vandløb

Hydrauliske konsekvenser: Hvis det alene er søerne, der oprensnes, så svarer det til scenarie 0. Hvis vandløbet også ændres, vil øvrige oversvømmelser reduceres

Miljømæssige konsekvenser: som scenarie 0, med mindre vandløbet også restaureres. I så fald væsentlig miljømæssig gevinst

Bæredygtighed: Da eksisterende volumen bruges og overskudsjord indbygges, er CO<sub>2</sub>-aftrykket væsentligt lavere end scenarie 0

## Lægård Bæk: Scenarie 2 – den tekniske løsning



### Faktaboks

Regnvandet renses i lystanlæggets søer, men herfra føres det i et Ø1200 rør ned til Storåen. Lægård Bæk berøres ikke.

Økonomi: 4 - 5 millioner til rørledning  
Hvis søer ikke anvendes, så rensning skal ske i byen yderligere: 7 -10 mill.

Hydrauliske konsekvenser: Meget lig scenarie 0, men nu helt uden belastning af Lægård Bæk. Pånær ved ekstremregn.

Miljømæssige konsekvenser: Den stof- og temperaturmæssige belastning fjernes. Men Lægård Bæks robusthed forbedres ikke.

Bæredygtighed: Etableringen af et stort opstuvningsvolumen undgås, hvilket er positivt. Et stort rør ned gennem byen er tilgængæld belastende.

## Lægård Bæk: Scenarie 3 – tilbageholdelse i oplandet

