



Vandets veje gennem Nørreådal

Temadag: Vandet i Nørreådal
Viborg, 30. september 2020

Kristian Vestergaard

Civilingeniør, Ph.D.

KV MiljøFormidling

Lektor ved Ingeniørhøjskolen, Århus Universitet

Kornblomstvej 13, 8680 Ry

Tlf. 41893341

kvmf@mail.dk eller kv@ase.au.dk



Kristian Vestergaard

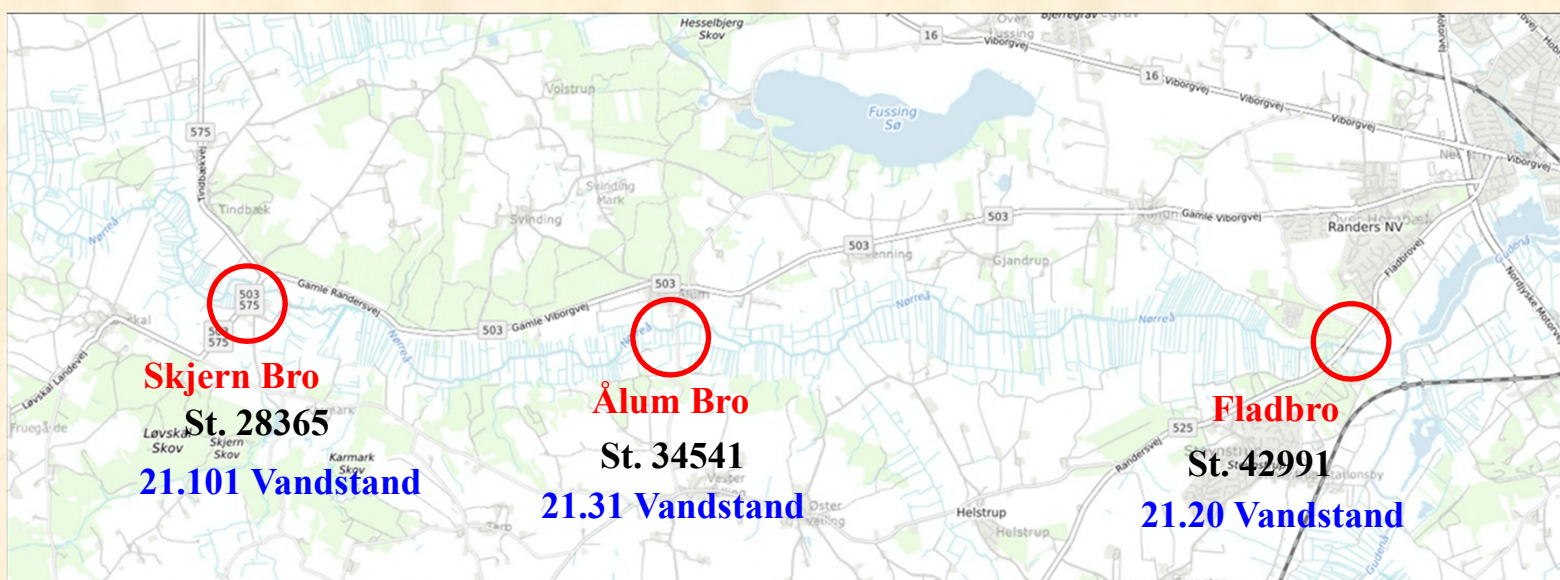
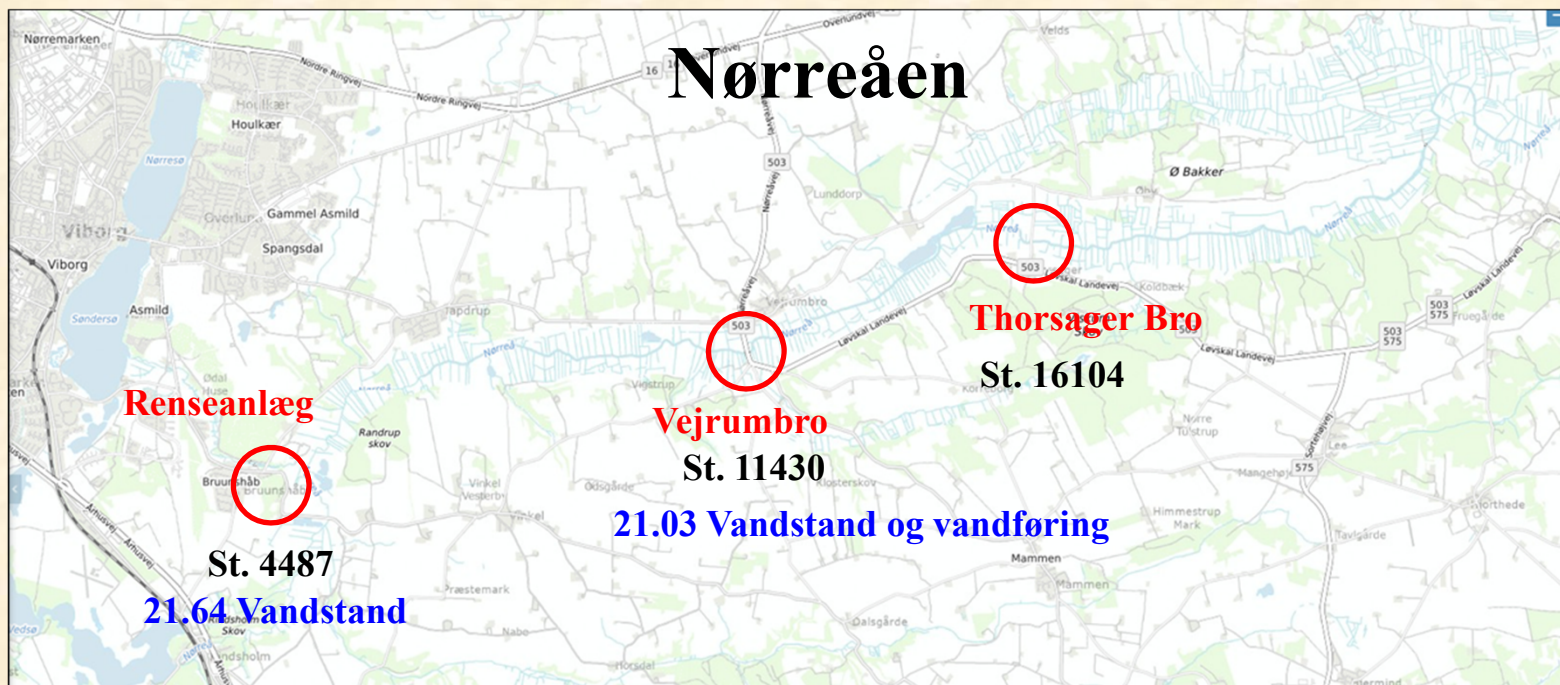


- Civilingeniør, Ph.D indenfor miljøteknik fra Aalborg Universitet
- Sergent, løjtnant, kaptajn og major af reserven i Forsvaret (1980-2007)
- Adjunkt og ekstern lektor på AAU (1988-1996)
- Kursusudvikler og kursuschef på Ferskvandscentret, Silkeborg (1993-2001)
- KV MiljøFormidling (2001-) (vidensformidling, undervisning, sagkyndig/syn-skøn)
- Ekstern lektor Ingeniørhøjskolen i Århus (2003-2011)
- Specialist i hydrauliske beregninger, Orbicon (2008-2011)
- Lektor, Aarhus Universitet, Ingeniørhøjskolen (2011-)
- Sagkyndig (suppleant) ferskvandsforhold, Miljø- og Fødevarerklagenævnet (2017-)
- **Hydrauliske beregninger – vandløb/afløbssystemer/vandforsyning mv.**
- Modelværktøjer – MOUSE, Mike Urban, **VASP, Mike 11/HYDRO**, Mike 21, **Mike Flood**, EPANET, **Scalgo**
- Ferskvandsrecipienter, specielt **vandløb, vandløbsregulativer**
- Afløbssystemer, spildevandsbehandling, vandforsyning, **klimatilpasning**
- Undervisning og videnformidling

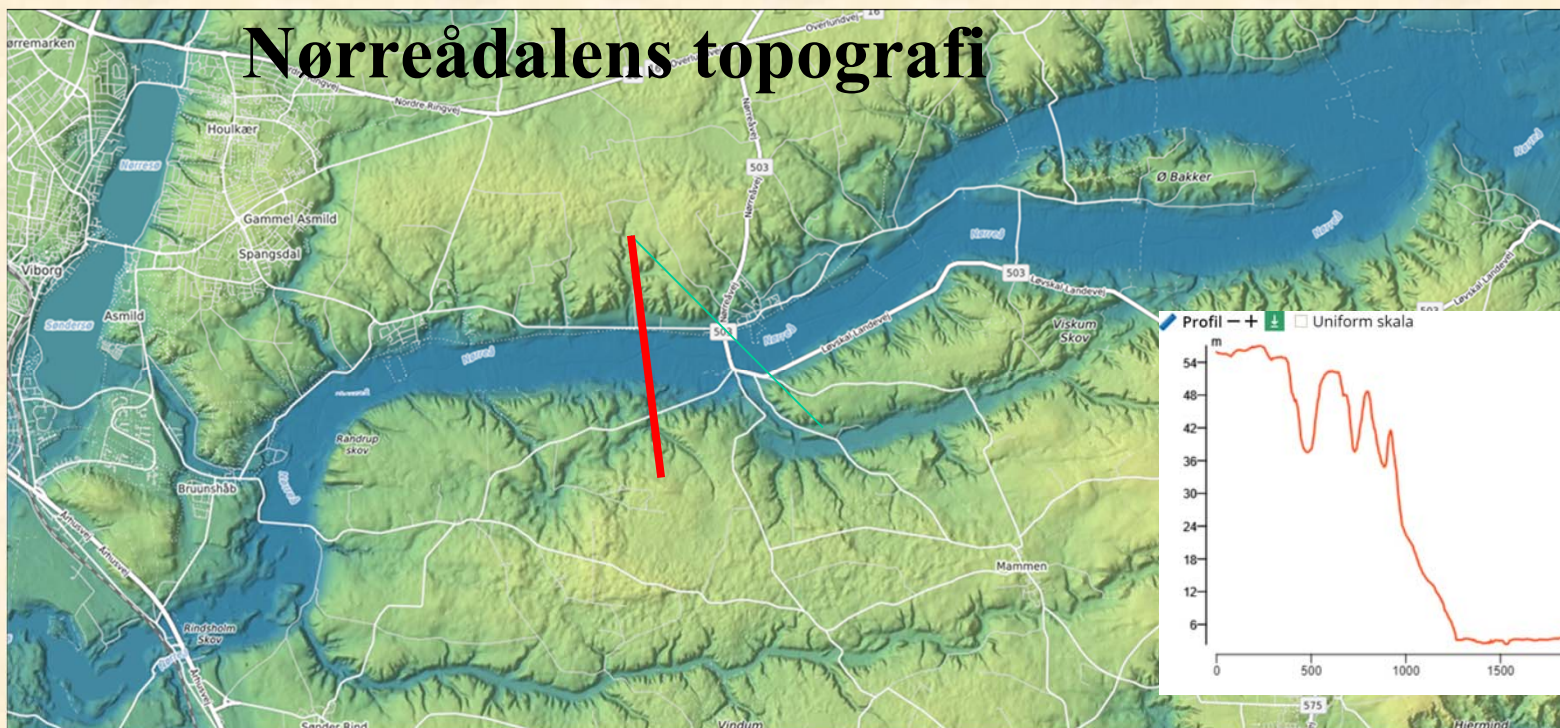
Disposition

Vandets veje gennem Nørreådal

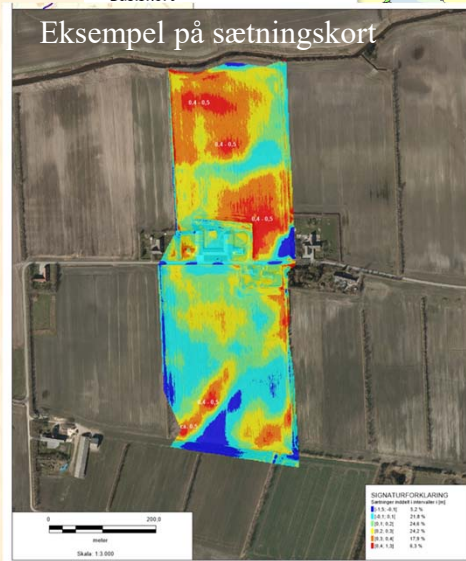
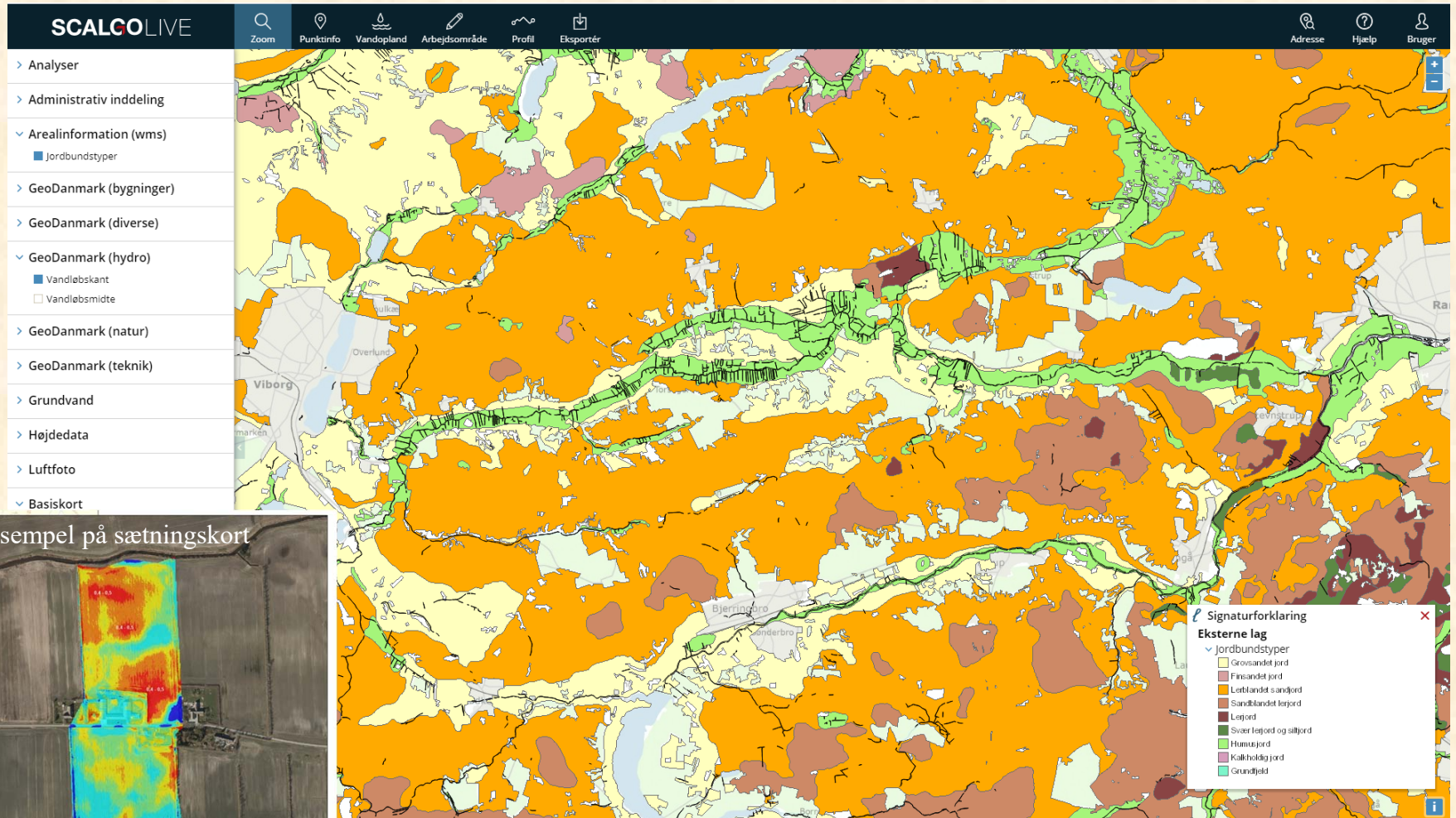
- Indledning
- Emne 1: Topografi og regulativerne
 - 10 min. fagligt indlæg efterfulgt af 10 min. til spørgsmål
- Emne 2: Afstrømning (10 + 10 min.)
- Kort pause (10 min.)
- Emne 3: Vandstandsforhold (10 + 10 min.)
- Emne 4: Konsekvensberegninger (10 + 10 min.)
- Afrunding



Nørreådalens topografi

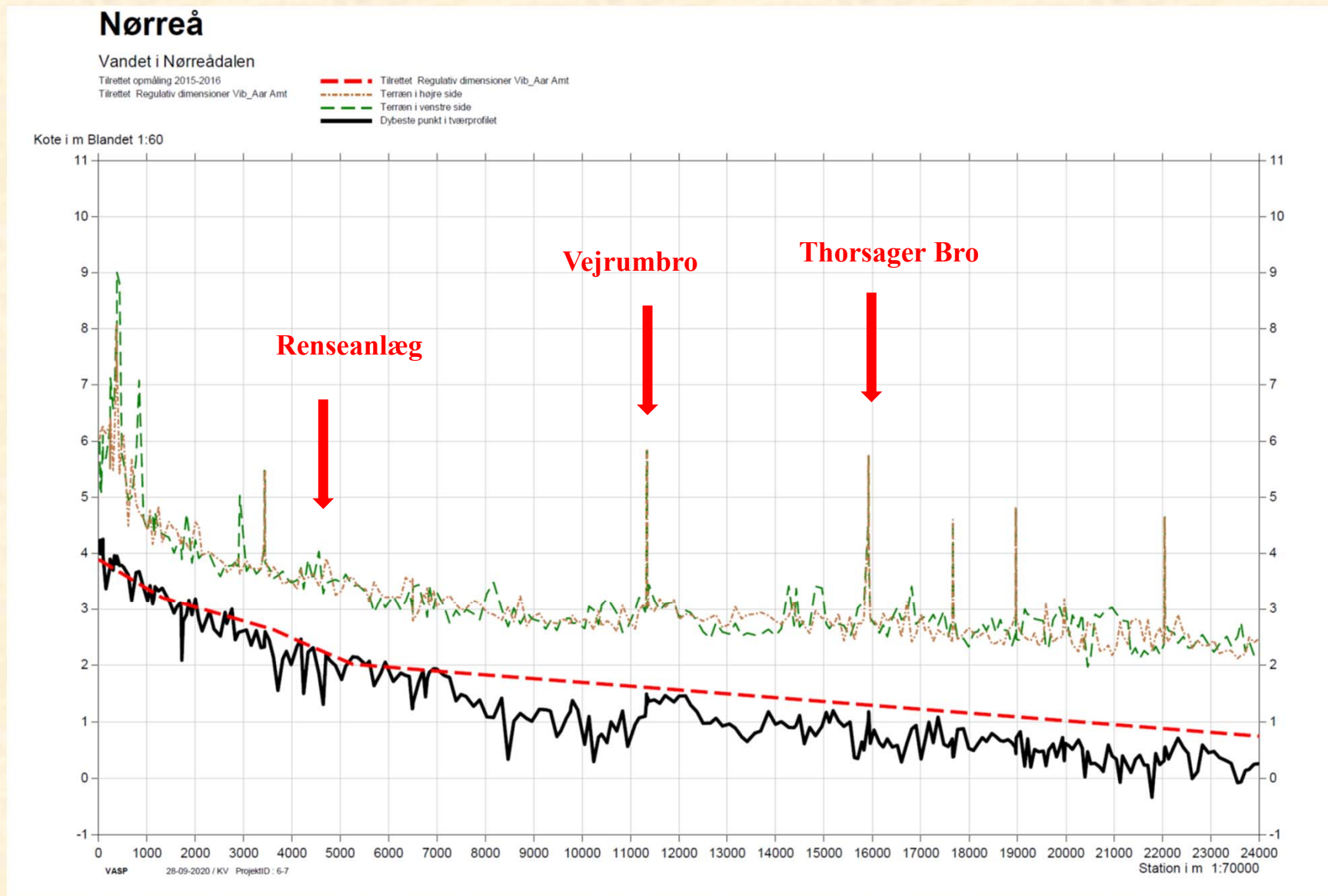


Sætninger

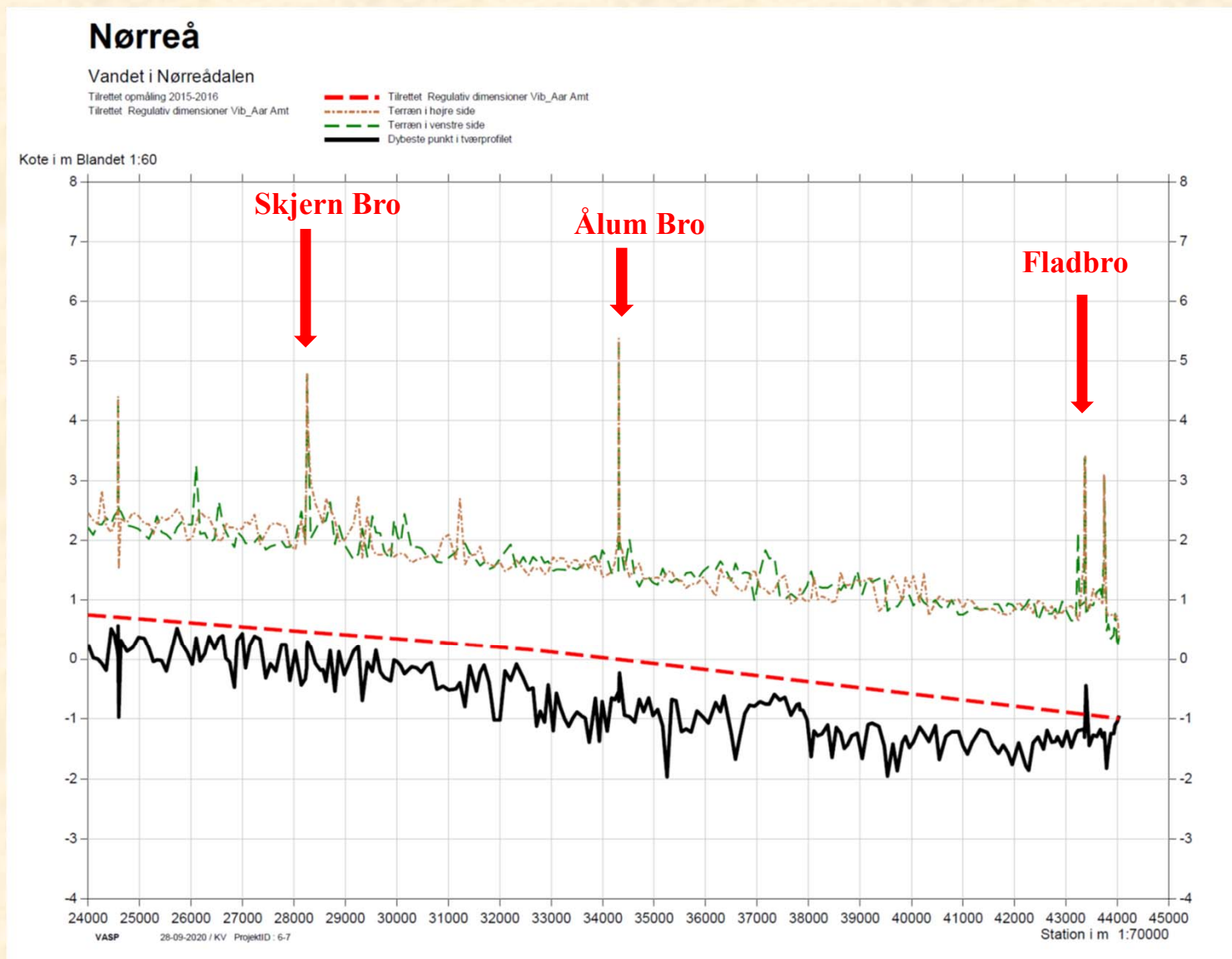


Ved dræning af humusjord er det almindeligt at se årlige sætninger på 0,5-2 cm

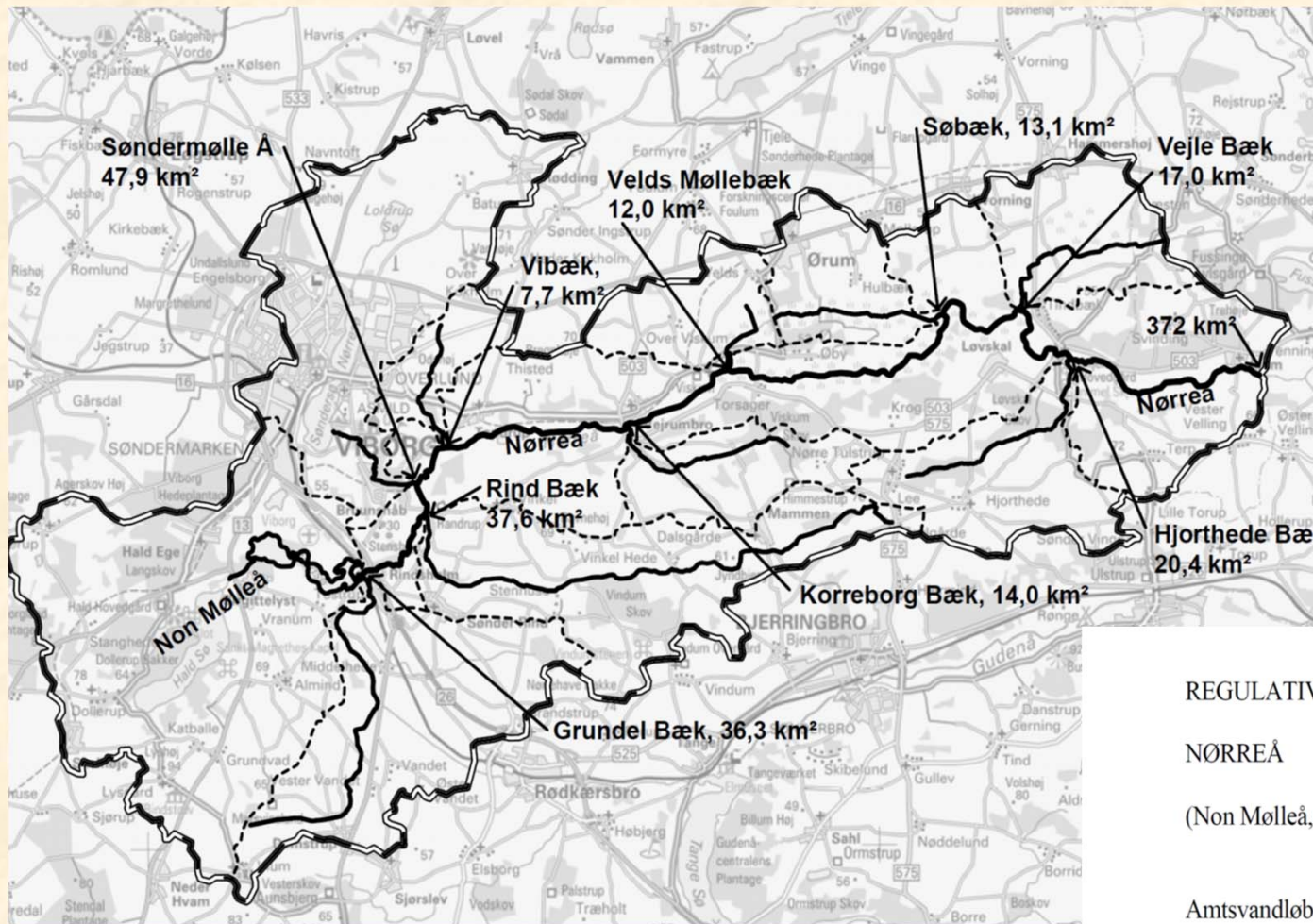
Nørreåens længdeprofil



Nørreåens længdeprofil



Regulativ Viborg Kommune (ca. til Ålum Bro)



REGULATIV FOR

NØRREÅ

(Non Mølleå, Vedsø med Spangsumd og Nørreå)

Amtsvandløb nr. 104
Viborg Amt

Amtsvandløb nr. 1
Århus Amt

2004

Regulativ Viborg Kommune (ca. til Ålum Bro)



REGULATIV FOR

NØRREÅ

(Non Mølleå, Vedso med Spangsund og Nørreå)

Amtsvandløb nr. 104
Viborg Amt

Amtsvandløb nr. 1
Århus Amt

2004

Kontrol af vandføringsevnen:

Kontrol af den teoretiske skikkelse for Non Mølleå og Nørreå, jf. afsnit 4.2, foregår i den grødefrie periode, 1. december - 1. maj, ved hjælp af pejlinger af vandløbsbunden på udvalgte strækninger, hvor vandløbsmyndigheden vurderer, at dimensionerne ikke er overholdt.

Til de anførte dimensioner for de åbne strækningers teoretiske skikkelse er tilknyttet nogle beregningsværdier, som bruges i forbindelse med kontrollen af vandløbet ved beregning af vandføringsevnen. Følgende beregningsværdier er fastlagt:

- Vandløbenes manningstal (vinter):

Non Mølleå	32
Nørreå	35
- Afstrømningsværdier:

Non Mølleå:	
Vintermiddel:	34,8 l/s/km ²
Nørreå:	
Vintermiddel:	15,6 l/s/km ²

Dimensioner

Amtsrådene har besluttet, at vedligeholdelsen af Non Mølleå st. 0 – 1.110 og Nørreå st. 0 - 35.441 skal ske på basis af vandløbets vandføringsevne, fastlagt ved en teoretisk skikkelse.

Det tilstræbes af hensyn til målsætningen, at vandløbene henligger i en tilstand med varierende bund- og dybdeforhold. Vandløbene kan således i princippet antage en vilkårlig skikkelse, blot vandføringsevnen er ligeså god som ved de anførte dimensioner.

De anførte dimensioner i omstående skemaer gælder kun for den grødefrie periode.

Nørreå

Afstand fra øvre ende m	Vandløbets bundkote cm	Bundbredde m	Fald ‰	Anlæg	Anmærkning
0	389	x	x	x	Udløb Vedso
			0,50		
1.343	321		x		Skala nr. 2
		4,00	0,25		
3.628	263		x		Skala nr. 4
			0,39		
4.244	239	x	x		Skala nr. 5
			0,37		
5.244	202	5,00	x		Skala nr. 6
7.160	189	x		1,5	Skala nr. 7
		6,00			
11.609	160	x			Skala nr. 11
		6,50	0,07		
28.363	46	x			Skjern Bro
30.214	34				Skala nr. 23
		7,00			
32.946	15		x		Skala nr. 25
			0,10		
35.441	-10	x	x	x	Udløb i Nørreå i Århus Amt

Regulativ Randers Kommune (ca. fra Ålum Bro)

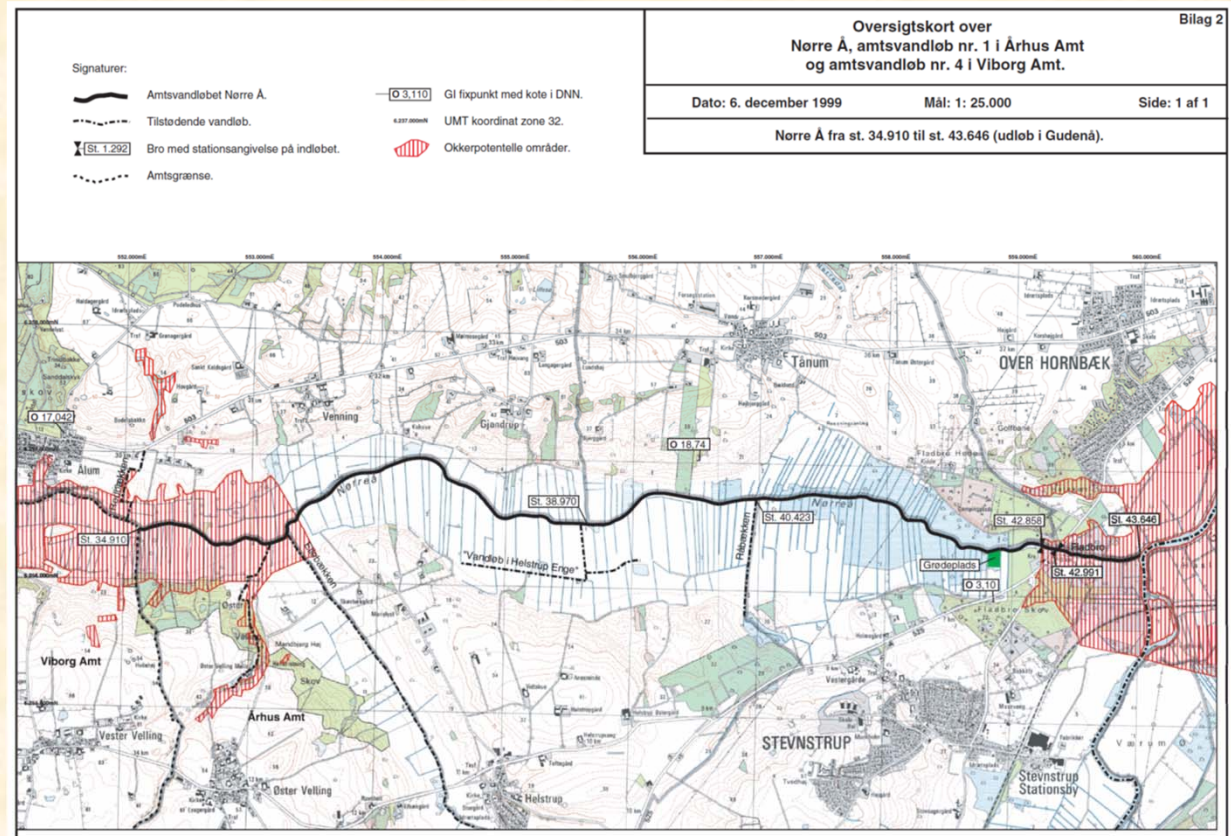


NØRRE Å
regulativ
Amtsvandløb nr. 1 i Århus Amt
beliggende i Purhus, Randers og Langå Kommuner.



ARHUS AMT
NATUR OG MILJØ

Maj 2000



Regulativ Randers Kommune (ca. fra Ålum Bro)



NØRRE Å

regulativ

Amtsvandløb nr. 1 i Århus Amt
beliggende i Purhus, Randers og Langå Kommuner.



3.3. Dimensioner.

Nørre Å's dimensioner er udtrykt ved en geometrisk skikkelse.

Den geometriske skikkelse er teoretisk, idet vandløbsprofilet kan antage en vilkårlig form, når blot tværsnitsarealet under en vilkårlig kote inden for tværprofilet ikke er mindre end det tilsvarende regulativmæssige areal.

For at sikre tværsnitsarealerne vedligeholdes vandløbet i en vejledende strømrendebredde som angivet i regulativets punkt 7.6.

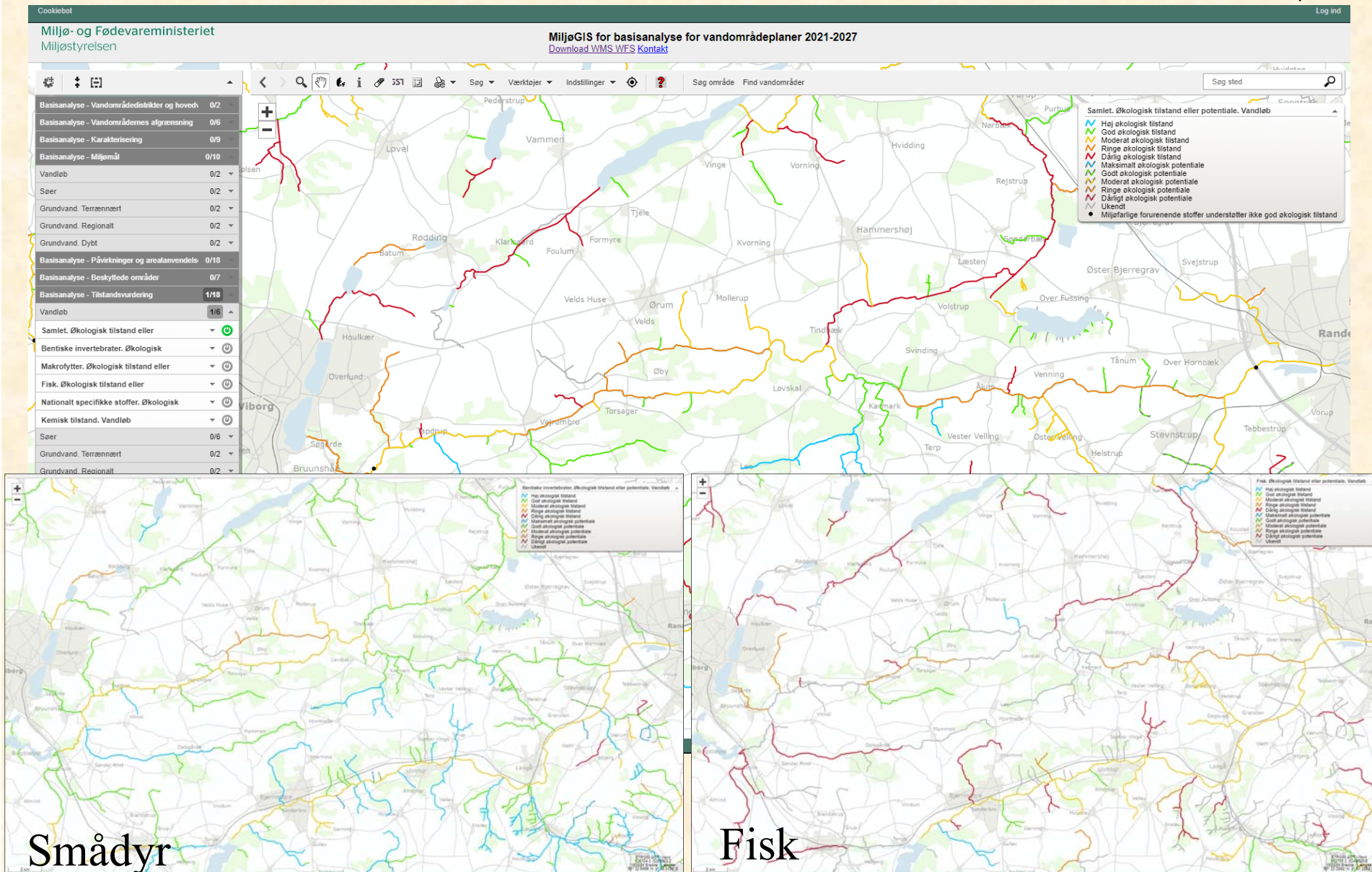
Dimensionerne fremgår af nedenstående tabel:

Station m	Middel bundkote DNN m	Bundbredde m	Anlæg	Fald ‰
34.910	-0,10	7	1,5 :1	0,1
43.646	-0,99			

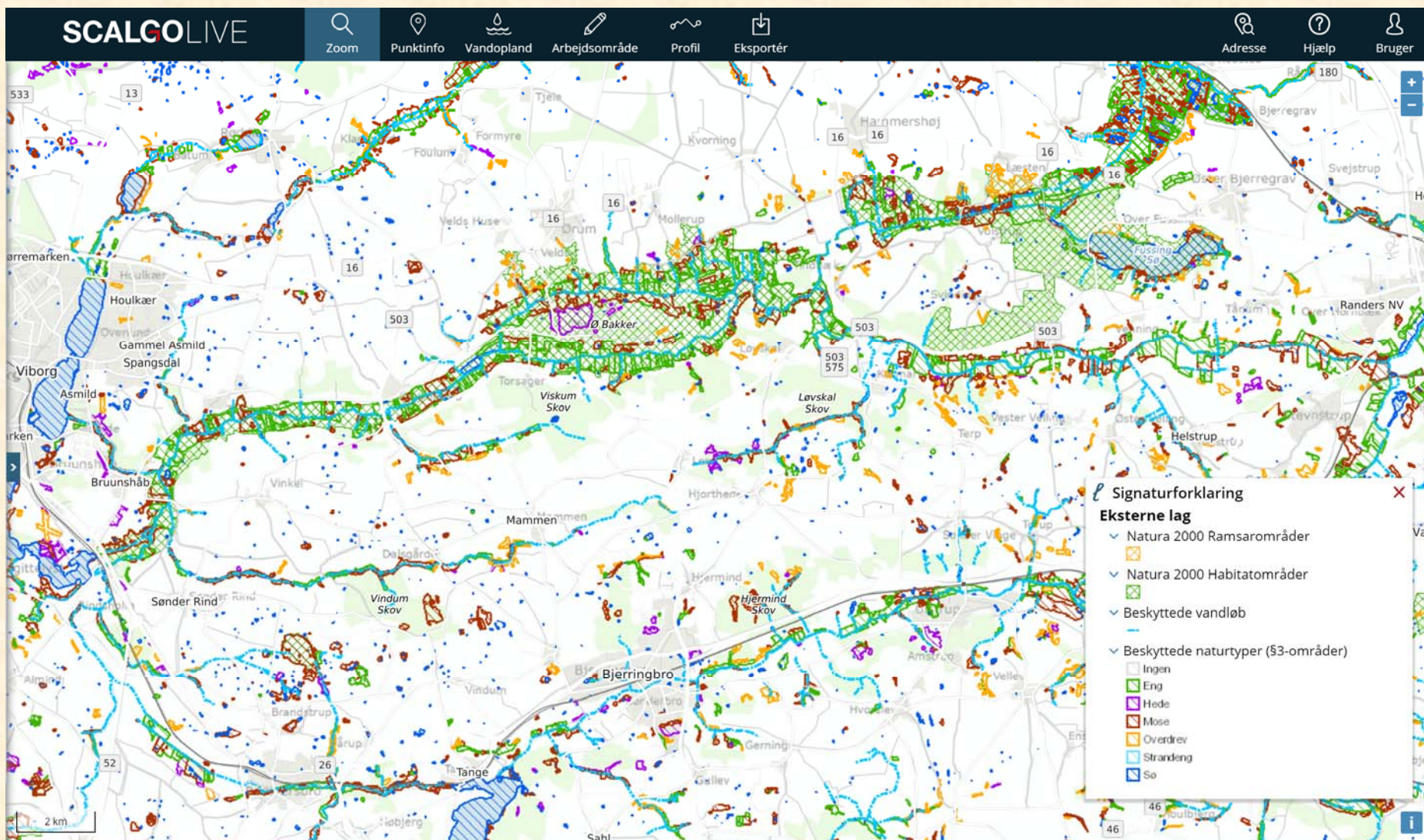
I bilag 1 - redegørelse for regulativet - er der i afsnit 3 yderligere oplysninger om forudsætningerne for vandløbets dimensioner m.v.

Bilaget indeholder endvidere et længdeprofil for vandløbet hvor regulativmæssig middelbund, opmålt bund, samt højre og venstre brink er indtegnet.

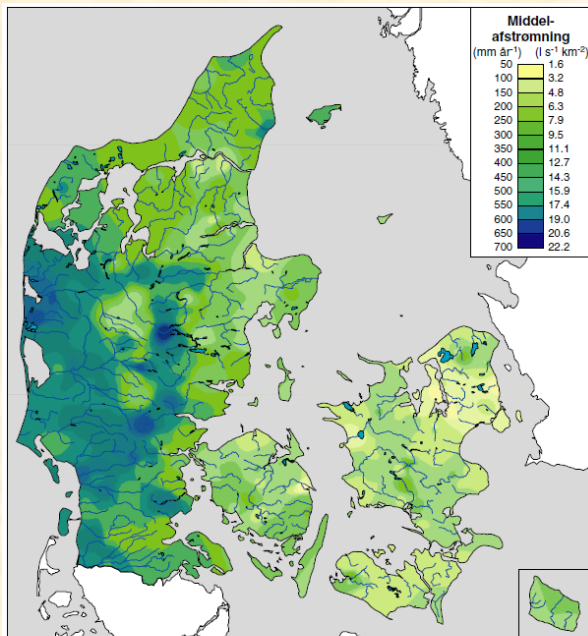
Vandplaner - Basisanalyse 2021-2027



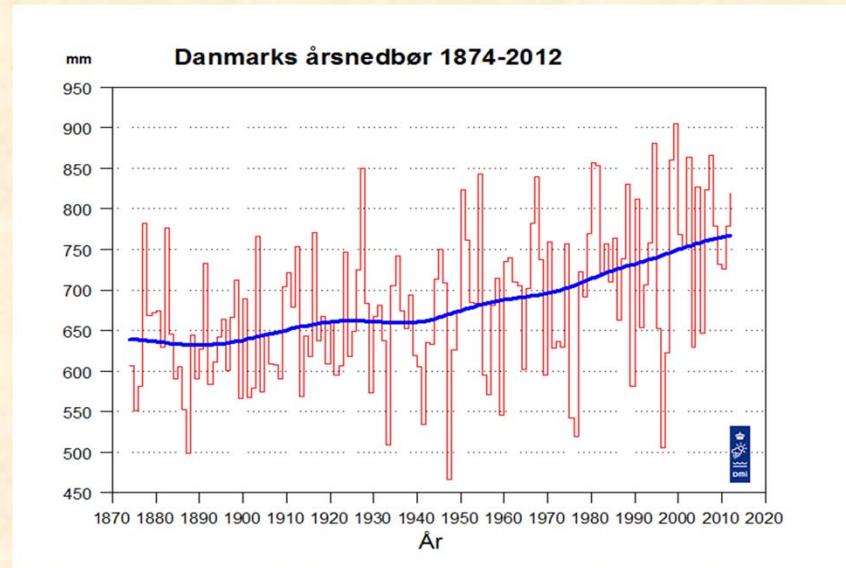
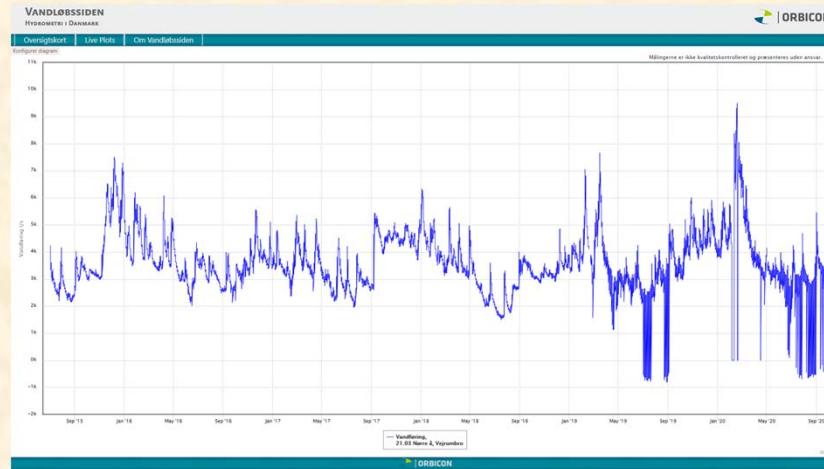
Naturbeskyttelse



2: Afstrømning

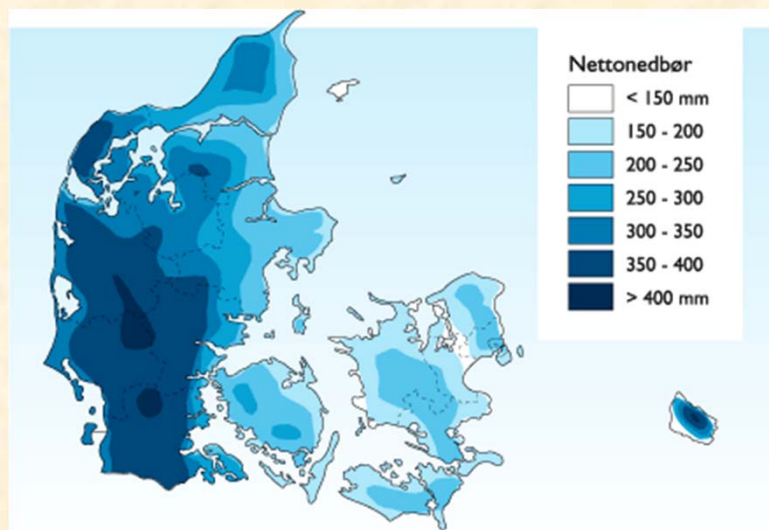


B. Mid delafstrømning
 Årsmiddelafstrømning for perioden 1971 - 98. Data fra 243 målestationer, der er angivet i bilag 1.
 K ortet giver et regionalt billede af middelafstrømningens mængde og geografiske variationer.
 F or de ca. 45 % af landet, der ikke er dækket af målestationer, er kortlægningen usikker, og der er lokale forhold, der ikk e er indarbejdet i kortlægningen. Specielt for de kystnære områder og de mindre søer er kortlægningen usikker.
 K ortet bør således ikke anvendes til afslæsning af lokale værdier for middelafstrømning (j. 6.1).





Hvor kommer vandet fra?



Her ser man nettonedbøren i Danmark, målt i mm og vist med blå farve.

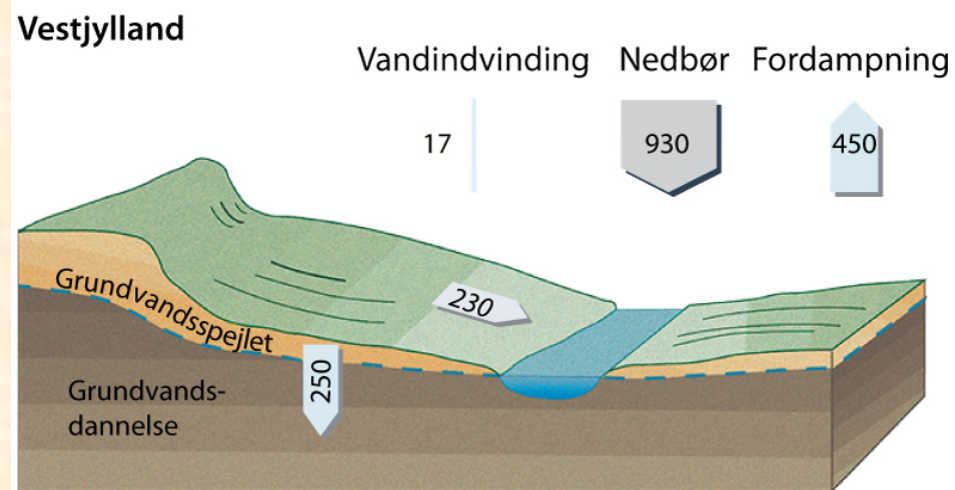
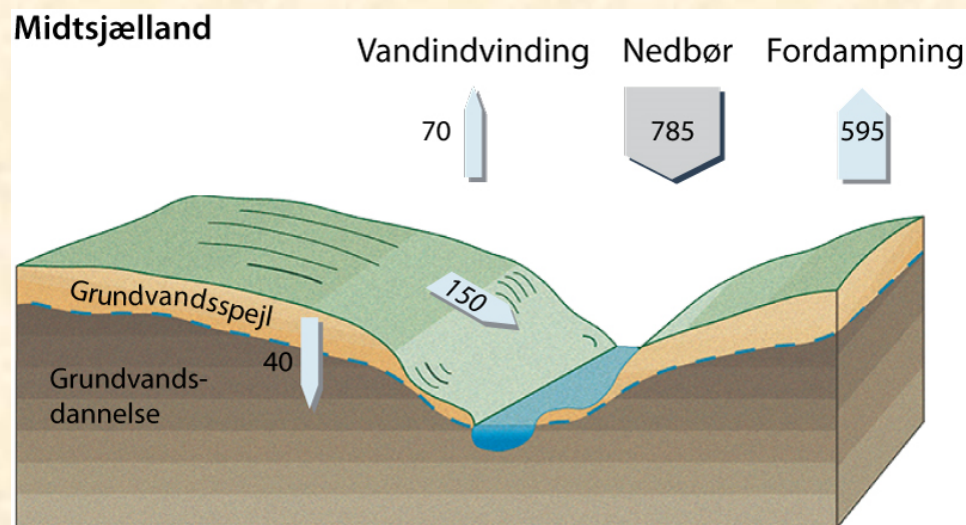
Nettonedbøren er nedbøren minus fordampningen

Kilde: Geologi, Nyt fra GEUS - Nr 2/1997

afstrømning i vandløb =
nedbørsoverskud

Figurer fra www.geus.dk d. 15/11 2016

”Vandets kredsløb – viden om grundvand”



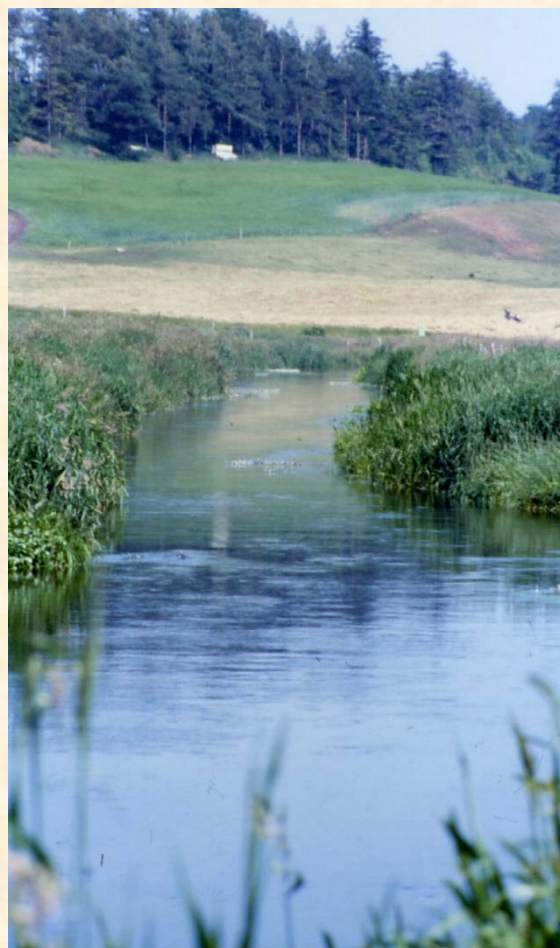
Hvor kommer vandet fra i Nørreåen?



Overfladeafstrømning

Drænsystemer

Grundvand

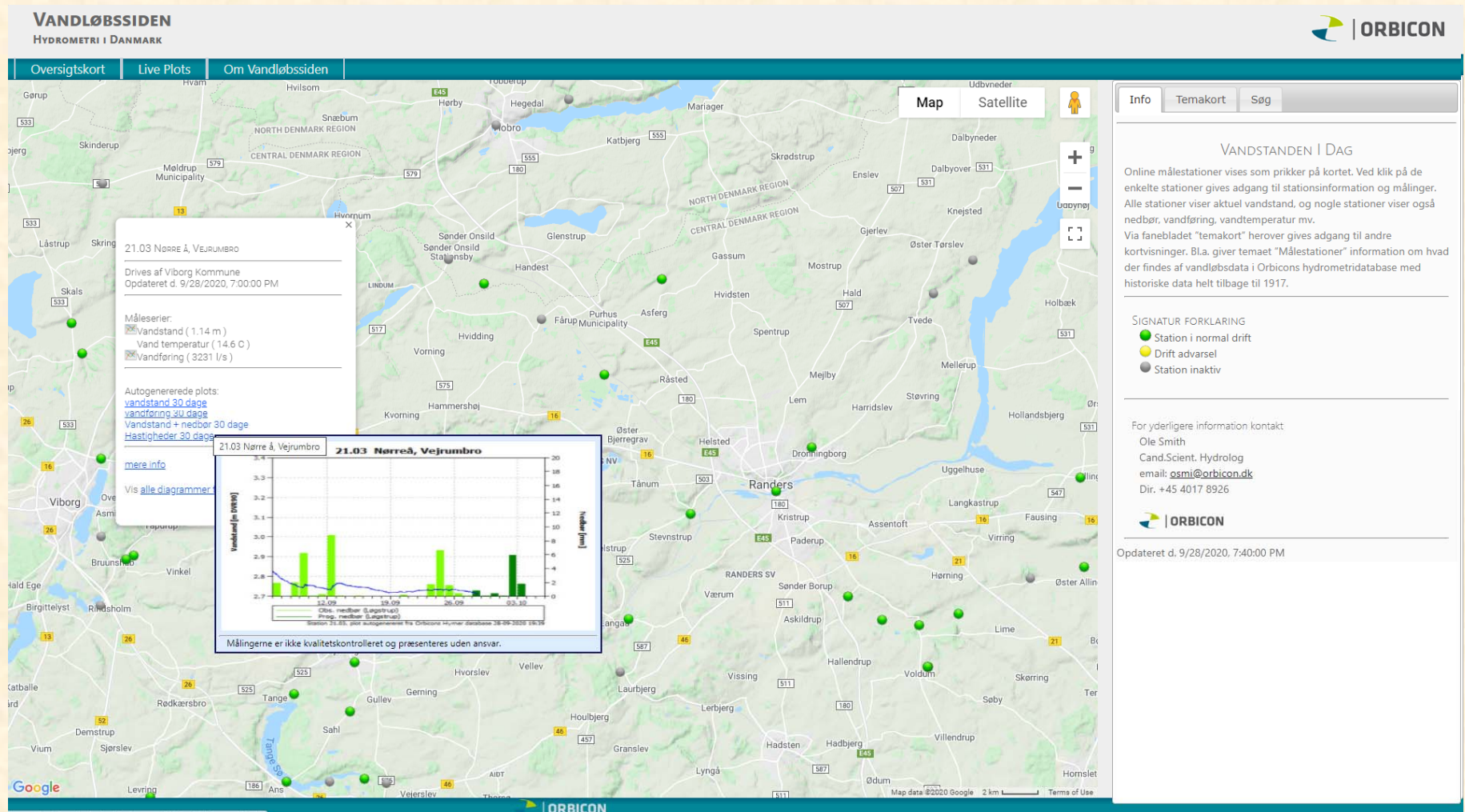


Overløb/uforsinket

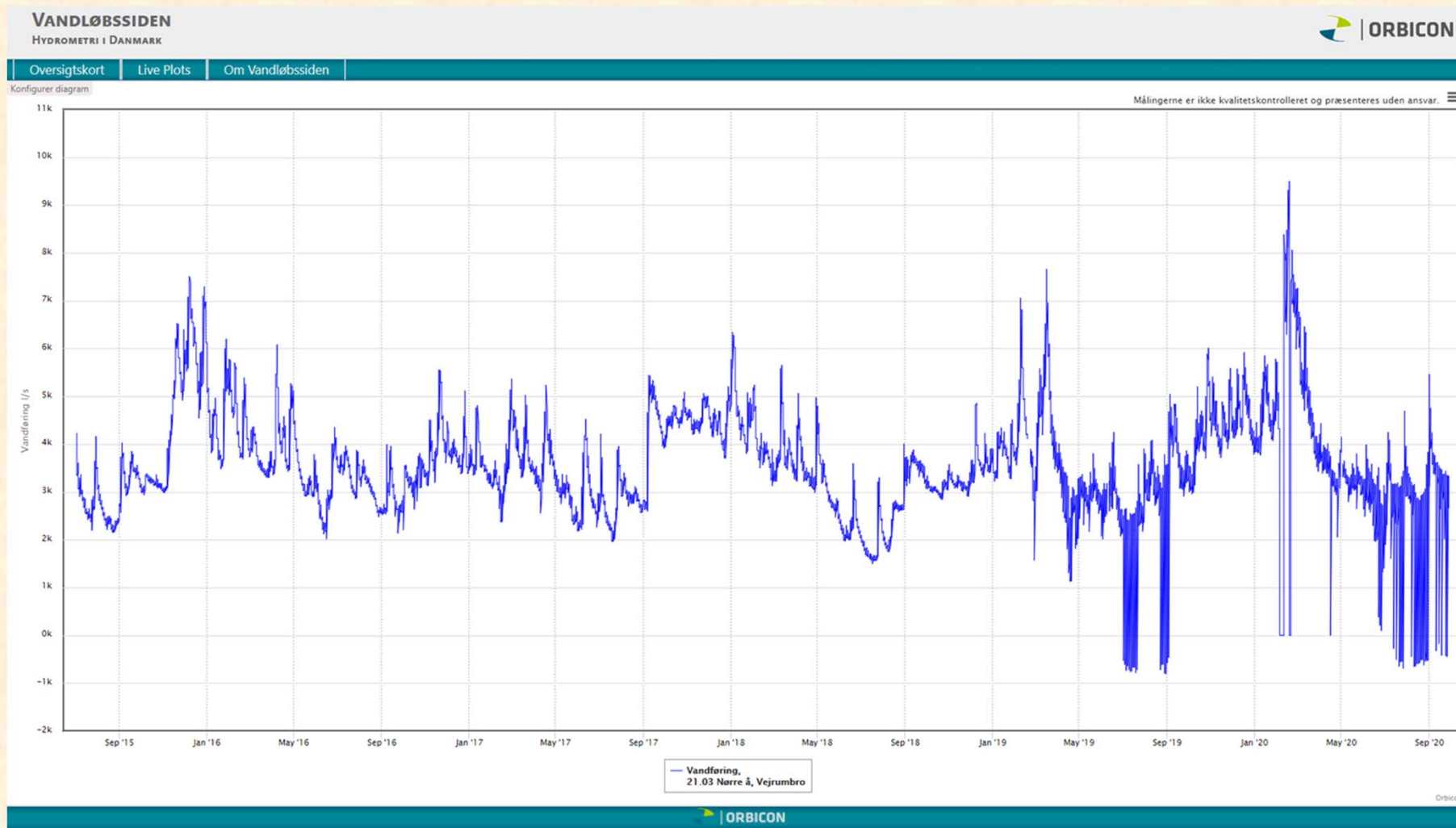
Regnvandsbassin

Renseanlæg

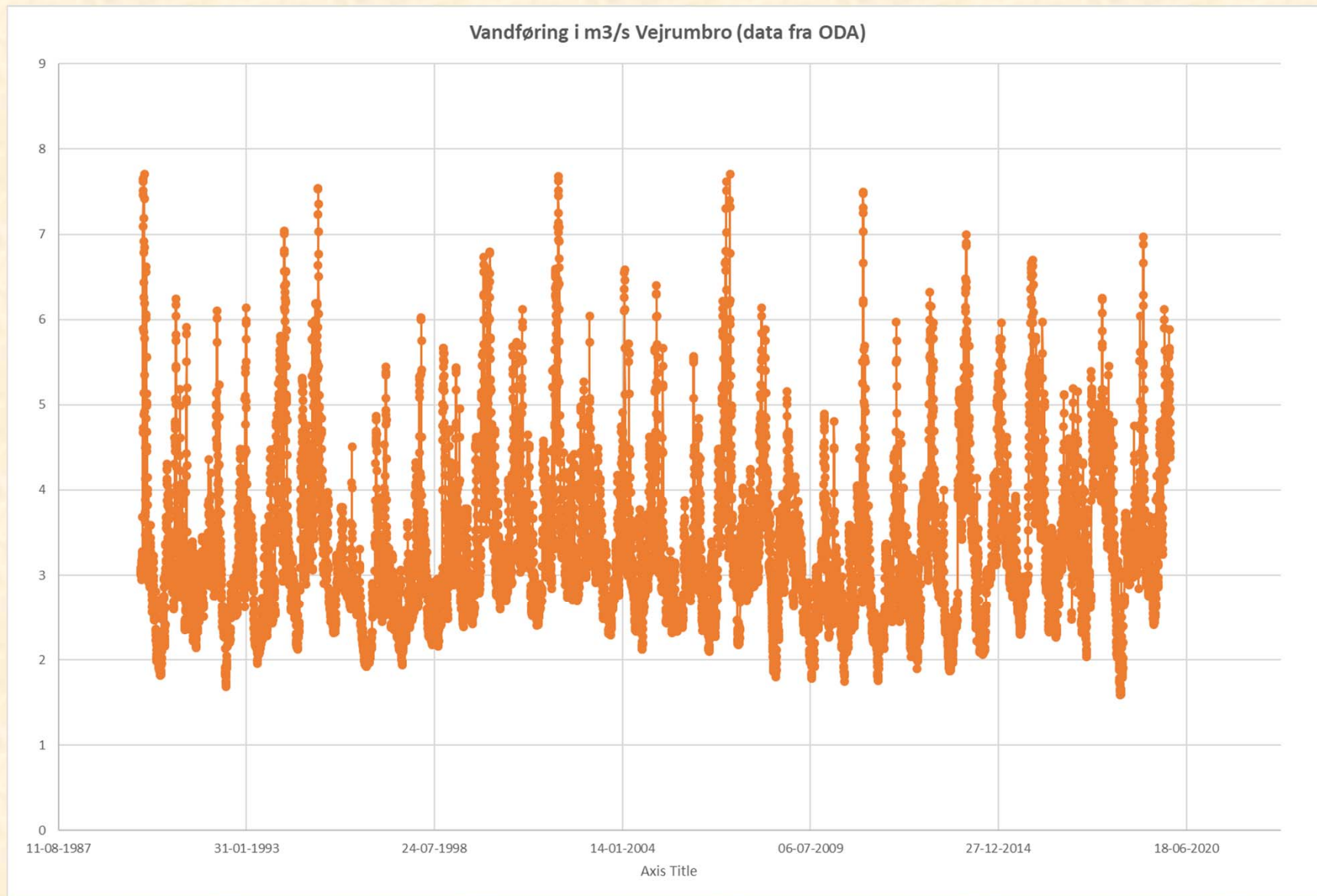
Hydrometriske målestationer (www.hydrometri.dk)



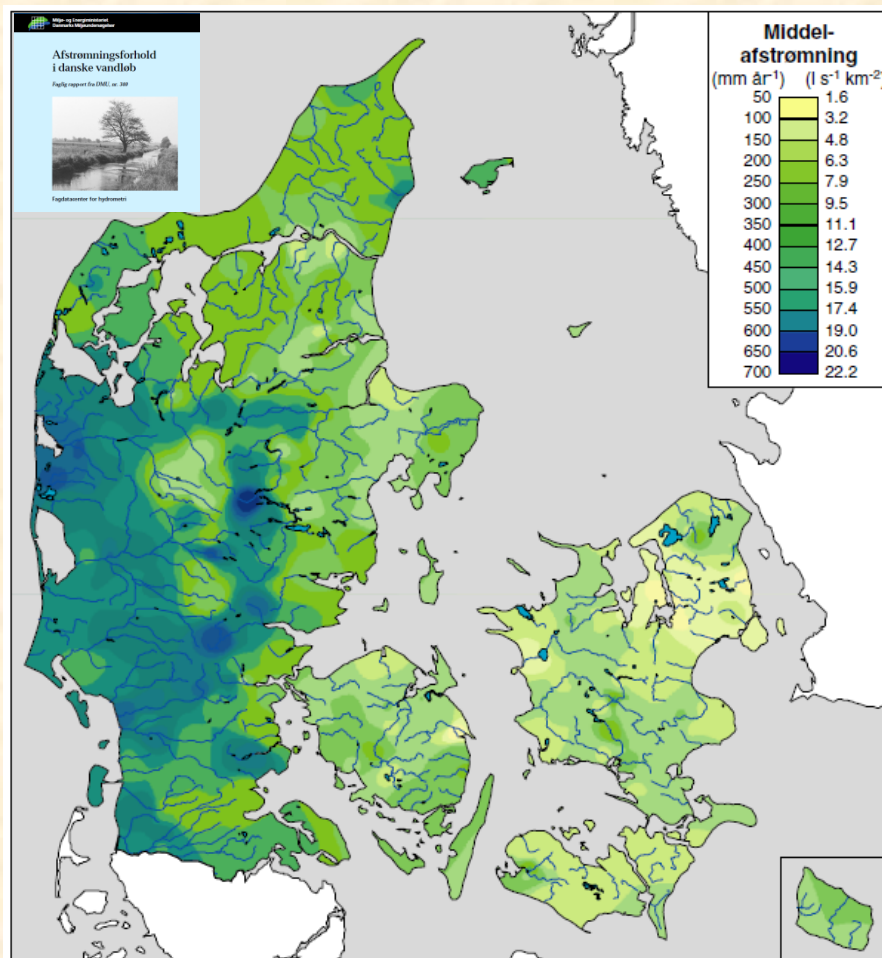
Vandføring ved Vejrumbro



Vandføring

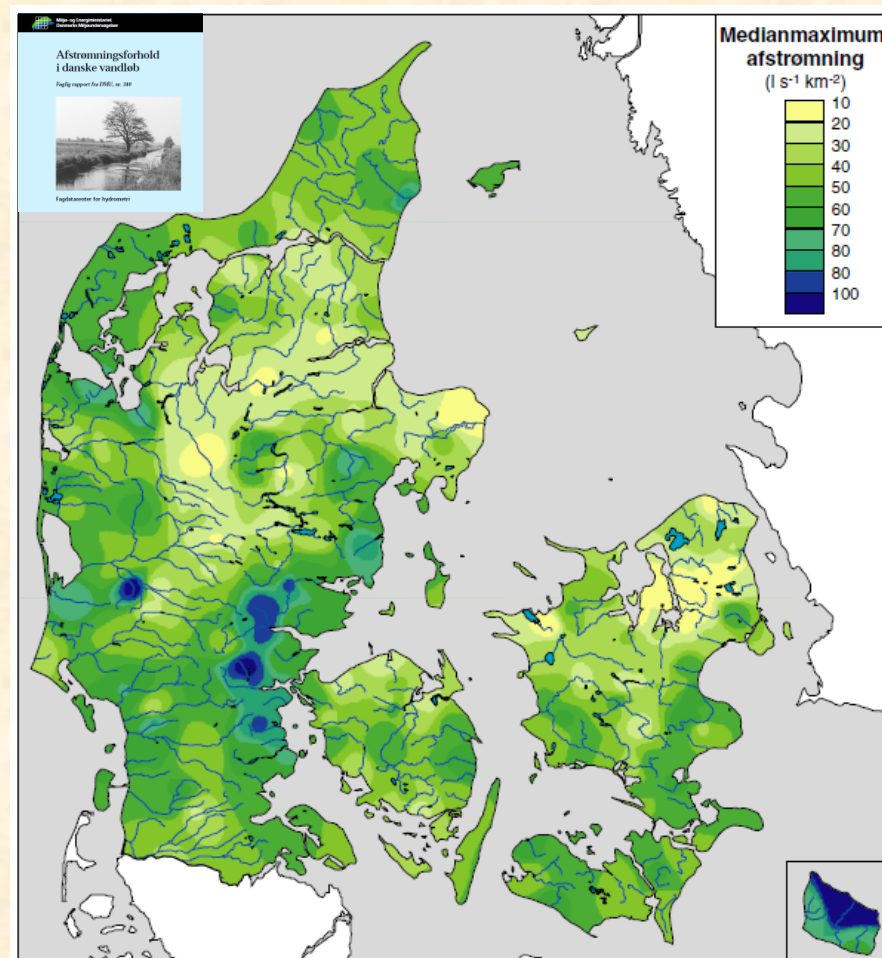


Vandløbsafstrømning – årsmiddel og median max.



B. Mid delafstrømning

Årsmiddelfafstrømning for perioden 1971 - 98. Data fra 243 målestationer, der er angivet i bilag 1. K ortet giver et regionalt billede af middelfafstrømningens mængde og geografiske variationer. For de ca. 45 % af landet, der ikke er dækket af målestationer, er kortlægningen usikker, og der er lokale forhold, der ikke er indarbejdet i kortlægningen. Specielt for de kystnære områder og de mindre øer er kortlægningen usikker. K ortet bør således ikke anvendes til aflæsning af lokale værdier for middelfafstrømning (jf. 6.1).

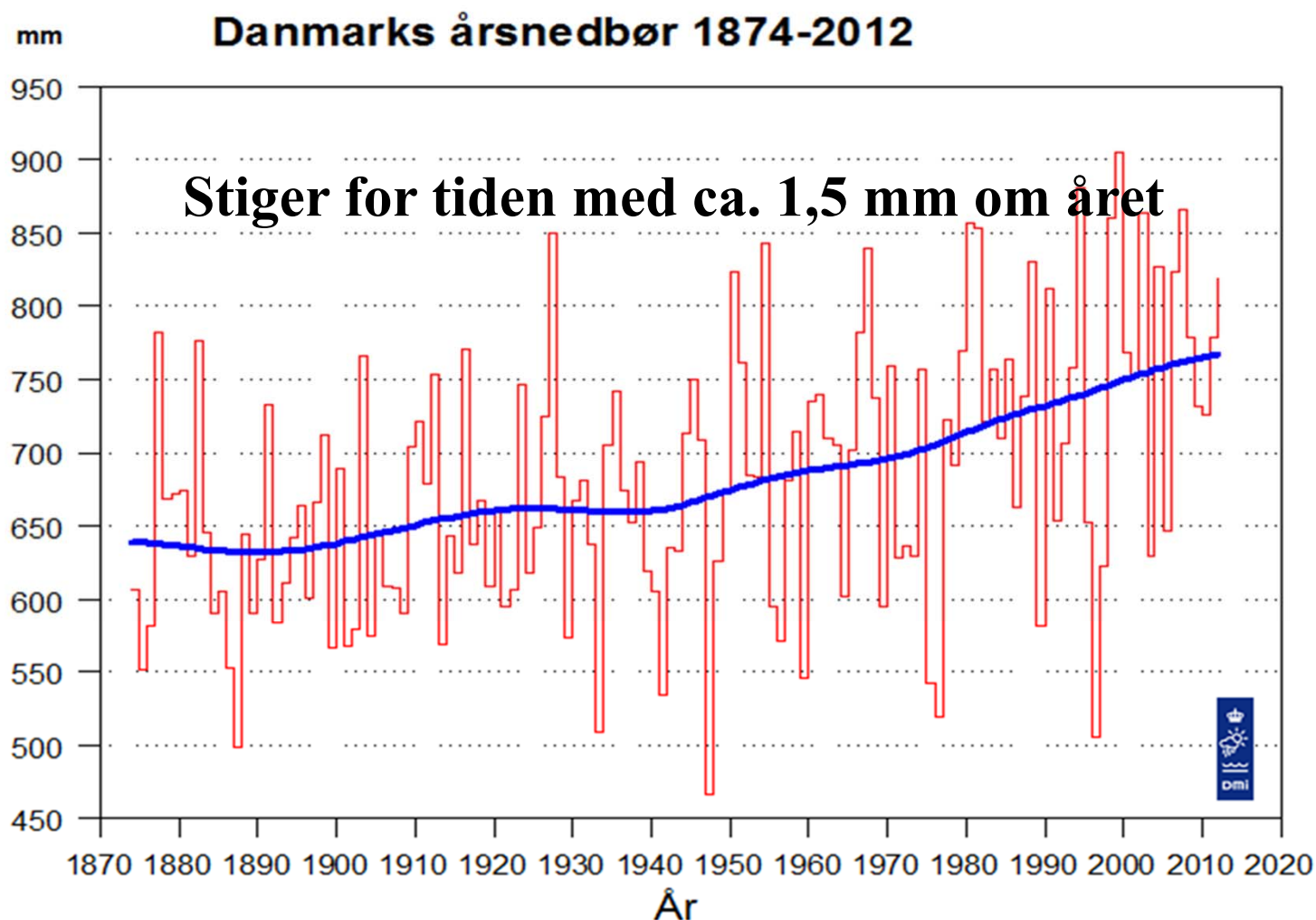


D. Medianmaksimumafstrømning

Medianmaksimumafstrømning for perioden 1971 - 98. Data fra 243 målestationer, der er angivet i bilag 1. K ortet giver et regionalt billede af medianmaksimumafstrømningens mængde og geografiske variationer. For de ca. 45 % af landet, der ikke er dækket af målestationer, er kortlægningen usikker, og der er lokale forhold, der ikke er indarbejdet i kortlægningen. Specielt for de kystnære områder og de mindre øer er kortlægningen usikker. K ortet bør således ikke anvendes til aflæsning af lokale værdier for medianmaksimumafstrømning (jf. 6.1).



Klimaudvikling – nedbør landsgennemsnit



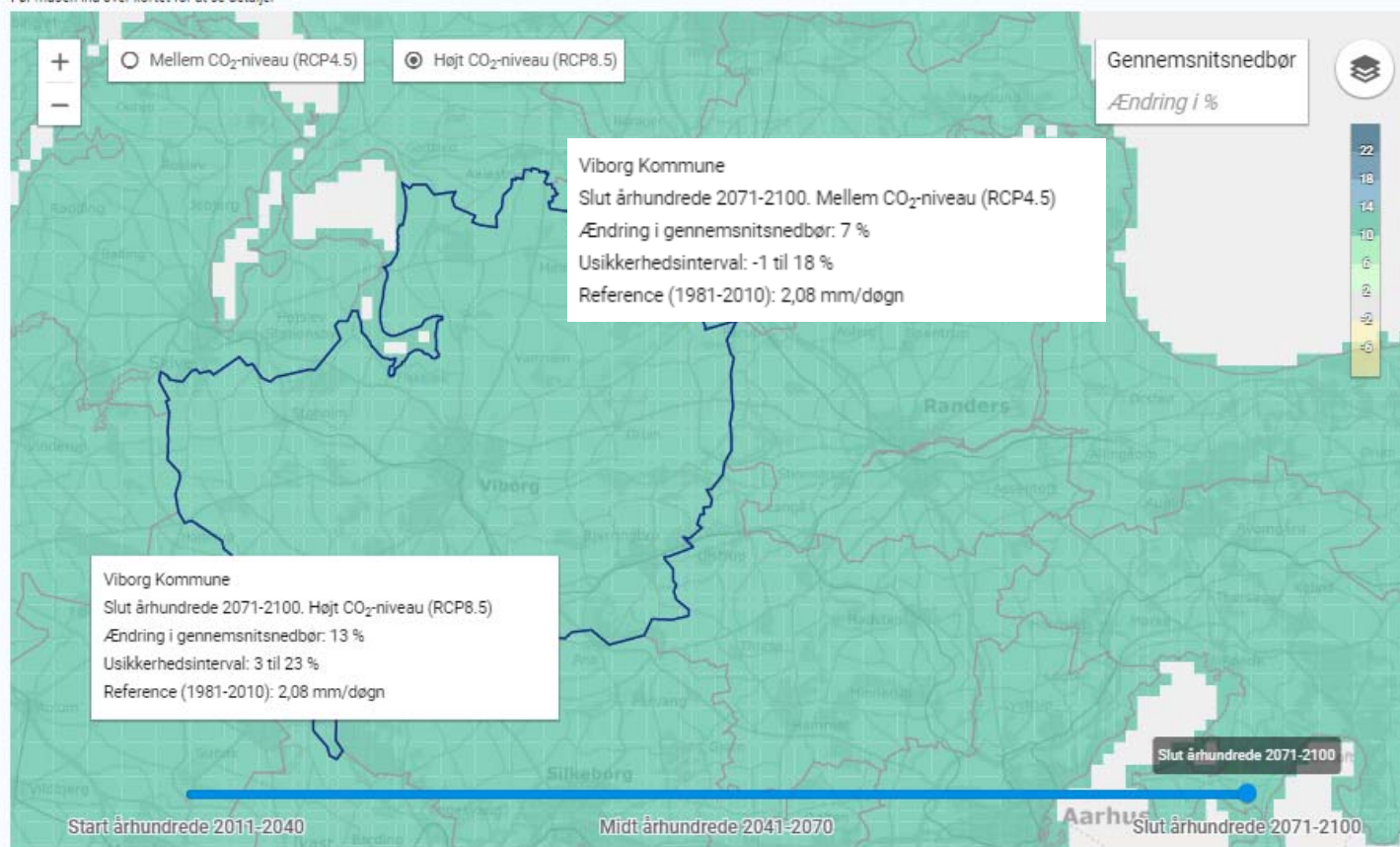


Klimavariabel: Kortinddeling: Område: Årstid: Visning af værdierne:

Nedbør for hele året i Viborg Kommune

Ændring i nedbør i Viborg Kommune i forhold til referenceperioden 1981-2010

Før musen ind over kortet for at se detaljer



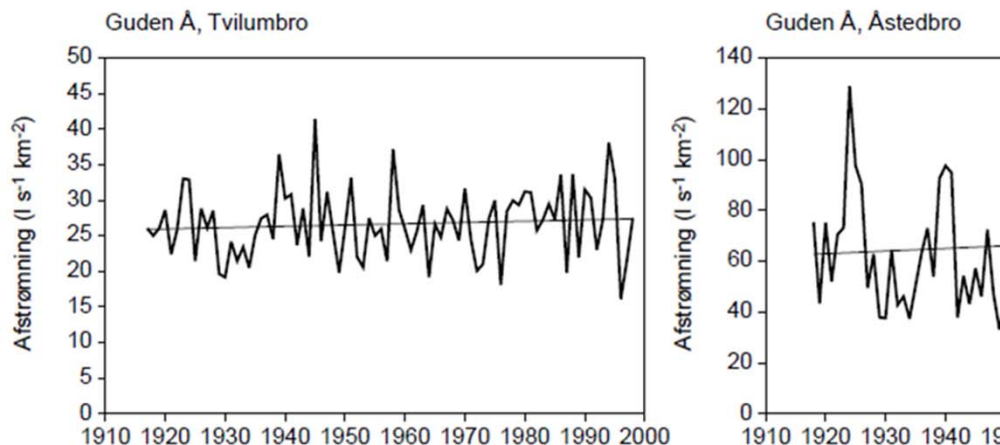
Version: v2020a, hentet 28. september 2020

Baggrundskort © Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering

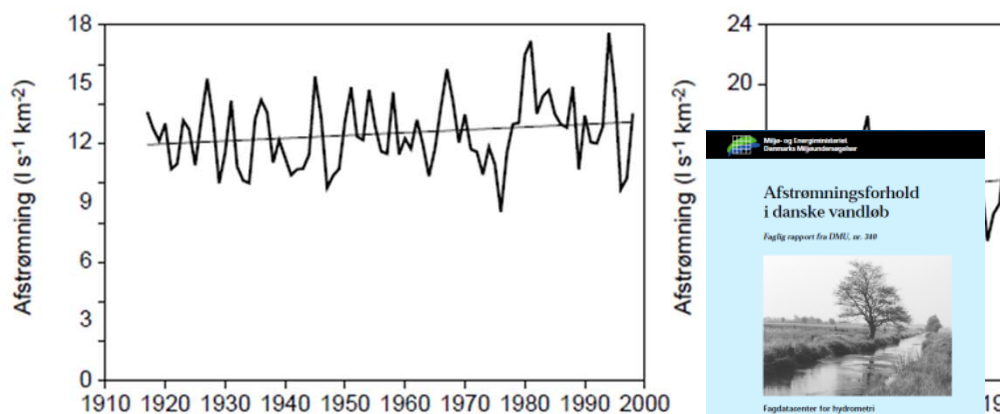


Fremtidig afstrømning

Årsmaksimumafstrømning

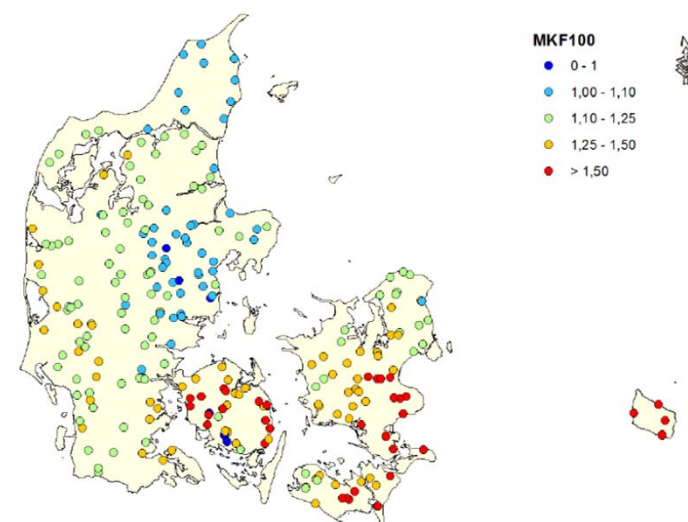


Årsmiddelafstrømning



Klimaeffekter på hydrologi og afstrømning - klimaekstremvandføring

Hans Jørgen Henriksen, Martin Olsen og Lars Trolborg, GEUS.



Klimafaktorer for 100 års max årsafstrømning for 2021-2050 versus 1961-1990 (middel af våd, median og tør klimamodel)

Naturstyrelsen

GEUS - FASE 1 - 15 FEBRUAR 2013

Kan man formindske afstrømningen?



Afstrømningen i et vandløb består primært af nedbørsoverskuddet

Dette kan formindskes ved:

- Formindske nedbøren (det er vist svært på den korte bane)
- Forøge fordampningen
 - Langsommere afstrømning i oplandet
 - Vådere områder
 - Større frie vandflader
 - Mere vandkrævende beplantning



Derudover kan man flytte afstrømningen til andet vandløb/opland

- Omløb i nyt vandløbstracé
- Pumpning over vandskel
- ?



Kan man udjævne/forsinke afstrømningen?



- Forøge afstrømningstiden – færre dræn, mere nedsivning
- Forøge jordens magasineringssevne (?)
- Vådområder ol.
- Vandparkering, drosling
- Øge strømningsmodstanden i vandløbet
- Regnvandsbassiner og LAR
- ?



Gudenåens vandføring



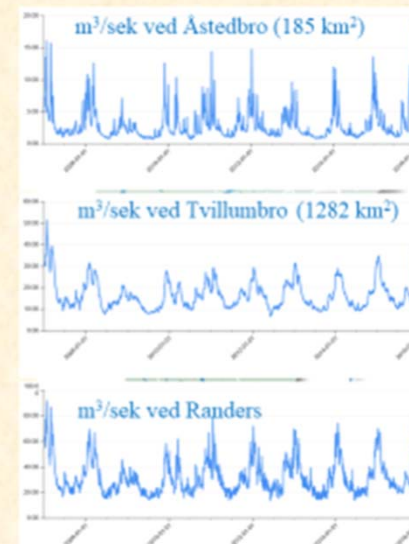
Afstrømningsværdier:

Åstedbro:

- Oplandsareal 185 km²
- Medianminimum 4,6 l/s km²
- Årsmiddel 13,8 l/s km²
- Medianmaximum 65 l/s km²

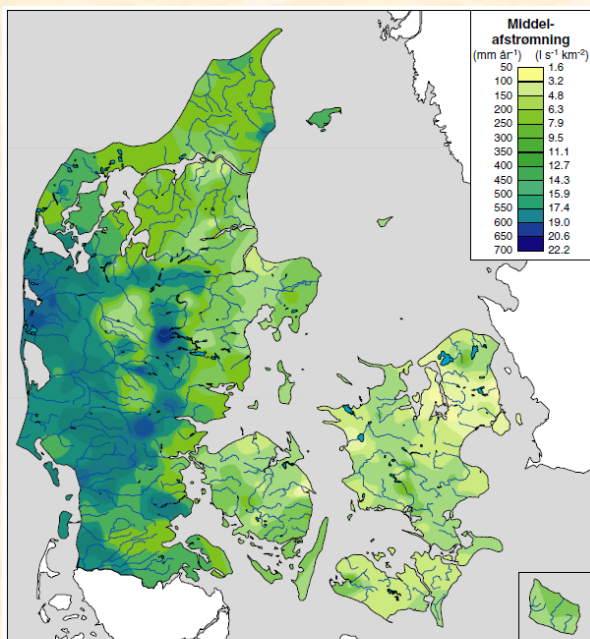
Tvilumbro:

- Oplandsareal 1282 km²
- Medianminimum 6,0 l/s km²
- Årsmiddel 12,5 l/s km²
- Medianmaximum 26 l/s km²

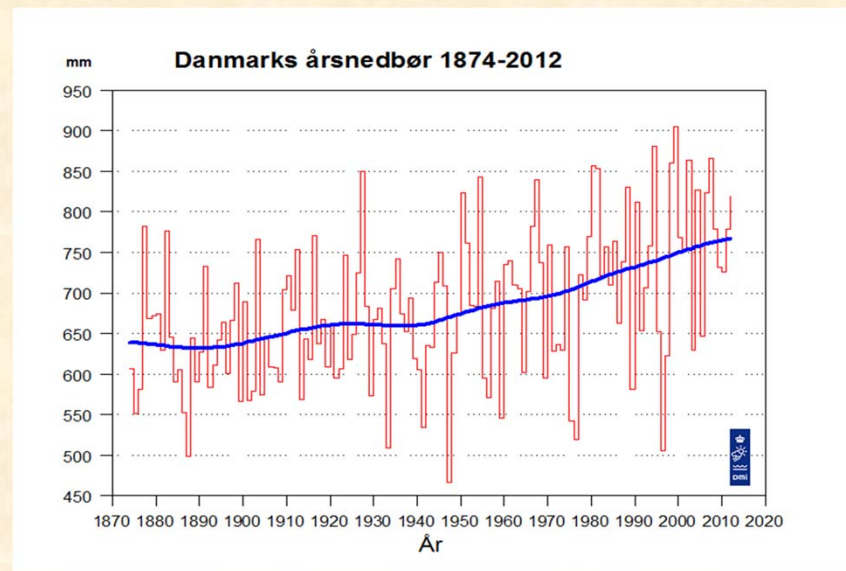
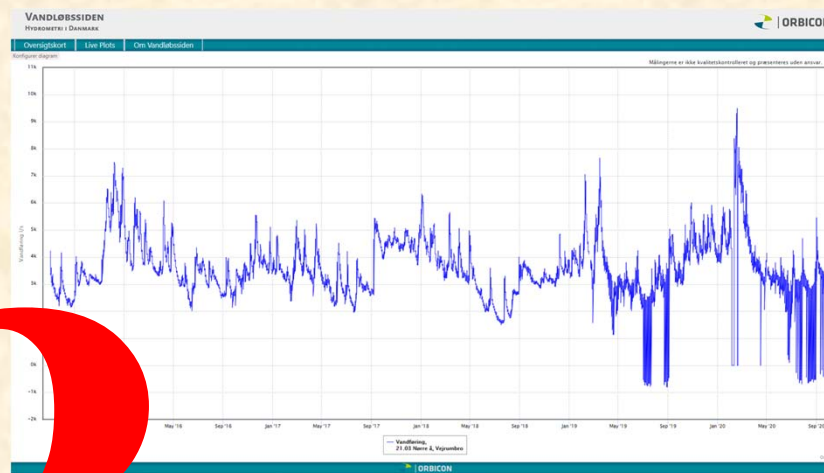




2: Afstrømning - spørgsmål



B. Mid delafstrømning
Årsmiddelafstrømning for perioden 1971 - 98. Data fra 243 målestationer, der er angivet i bilag 1.
K ortet giver et regionalt billede af middelafstrømningens mængde og geografiske variationer.
F or de ca. 45 % af landet, der ikke er dækket af målestationer, er kortlægningen usikker, og der er lokale forhold, der ikk e er indarbejdet i kortlægningen. Specielt for de kystnære områder og de mindre søer er kortlægningen usikker.
K ortet bør således ikke anvendes til afmåling af lokale værdier for middelafstrømning (jf. 6.1).

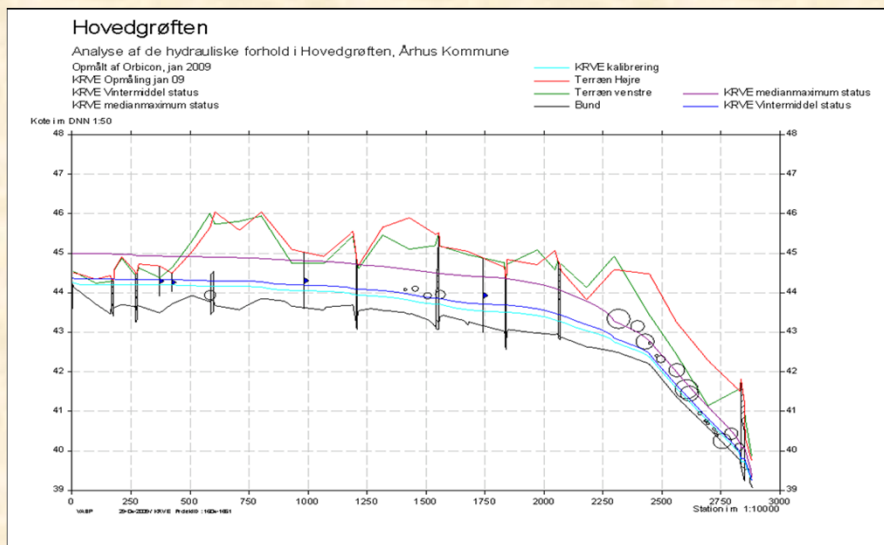
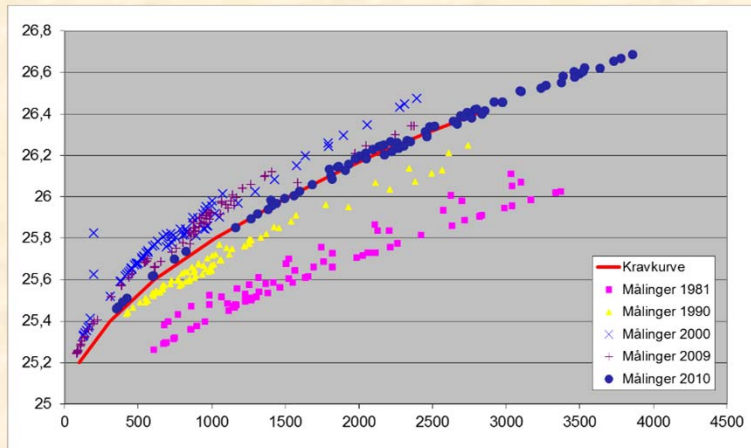


PAUSE – 10 minutter

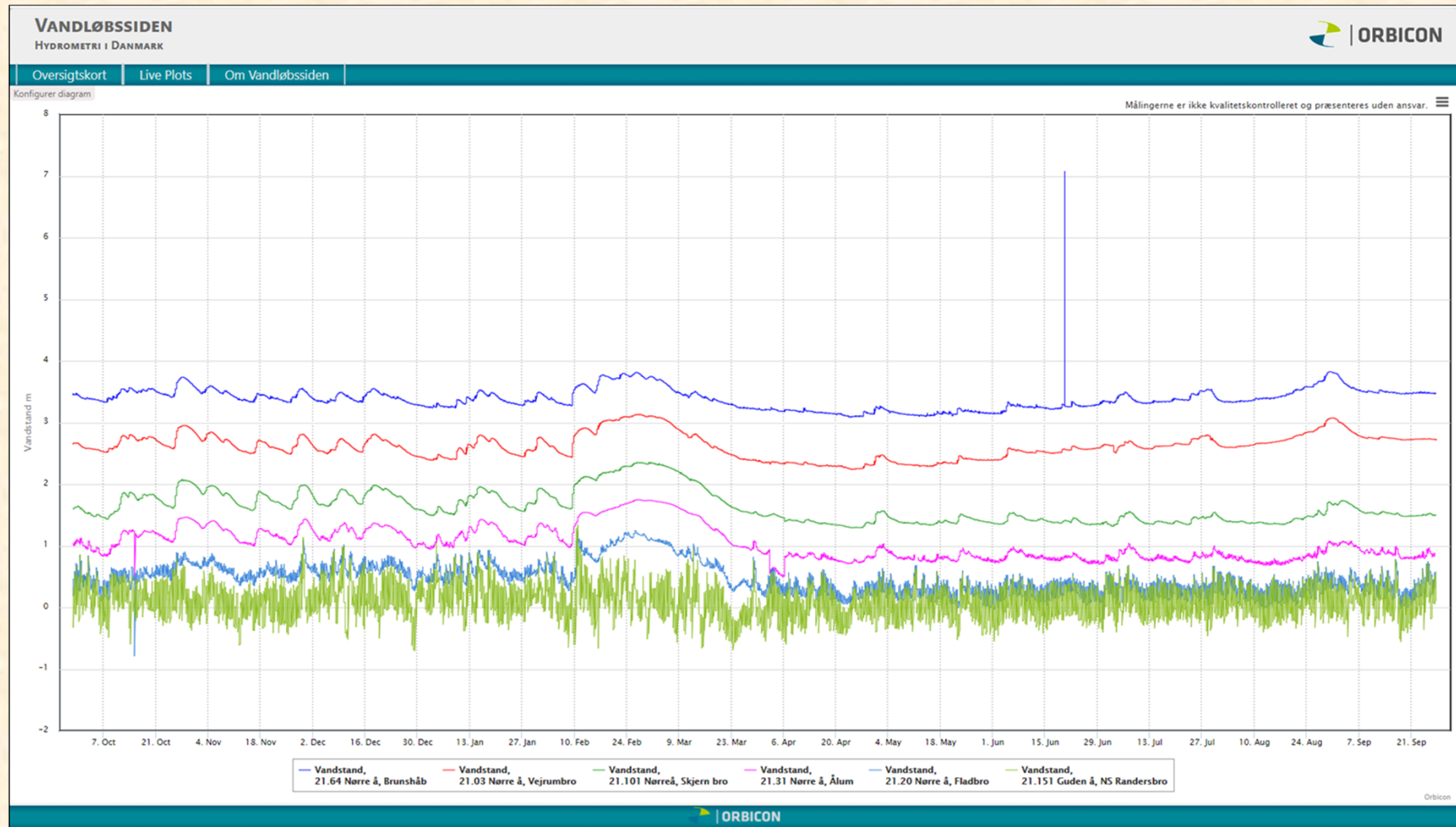


Svostrup Kro ved Silkeborg
22. februar 2020
Foto: Frederikke Vestergaard

3: Vandstandsforhold og grødeskæring



Vandstandsmålinger fra målestationer



Hvad bestemmer vandstanden?



Vandstanden på en given lokalitet afhænger af:

- Afstrømningen/vandføringen
- Vandløbets geometriske profil og fald
- Strømningsmodstanden (ruhed, geometrisk variation, grøde...)
- Eventuelle flaskehalse (tilbagestuvning)

Manningformlen:

$$Q = M * A * R^{2/3} * I_0^{1/2}$$

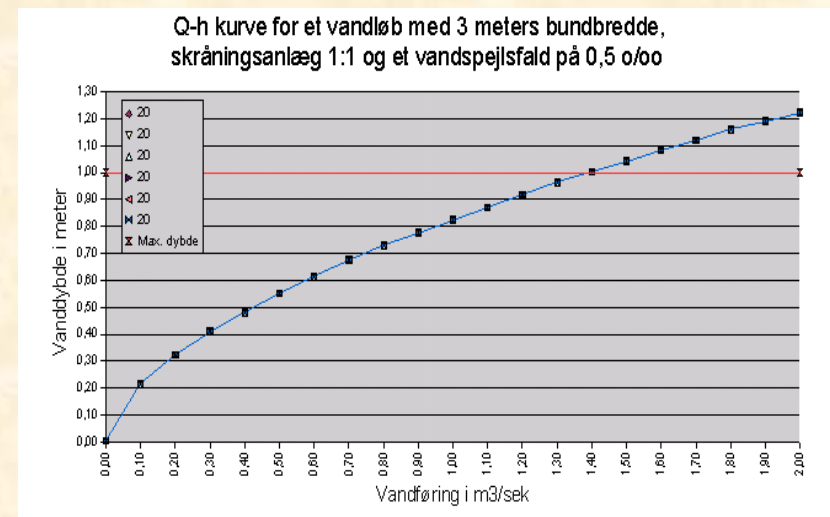
Q: Vandføring (kubikmeter per sekund)

A: Tværsnitsareal (kvadratmeter)

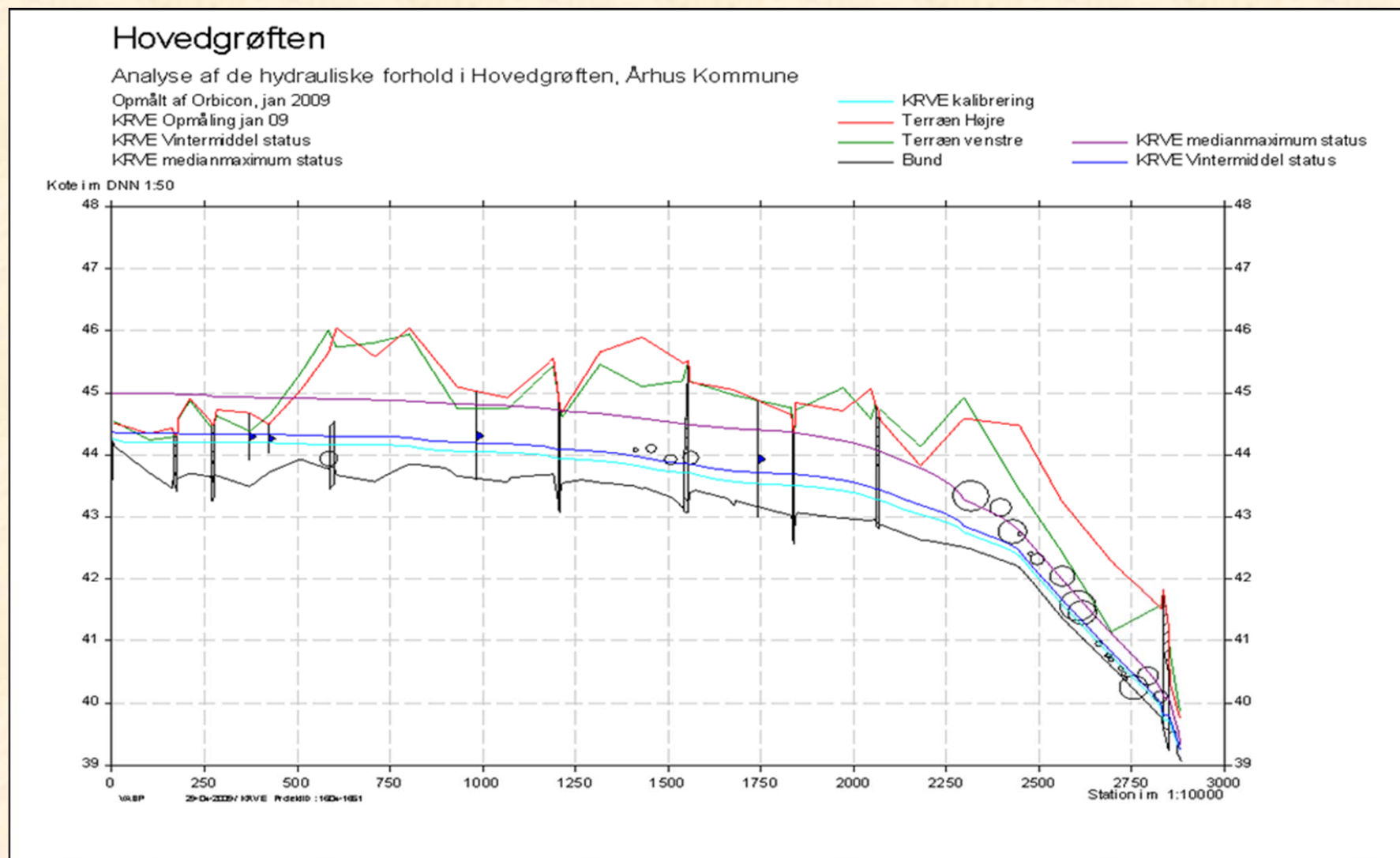
R: Hydraulisk radius (meter)

I_0 : Vandspejlshældning (meter per meter)

M: Manningtallet ("mærkelig enhed" – kubikrod af meter per sekund)

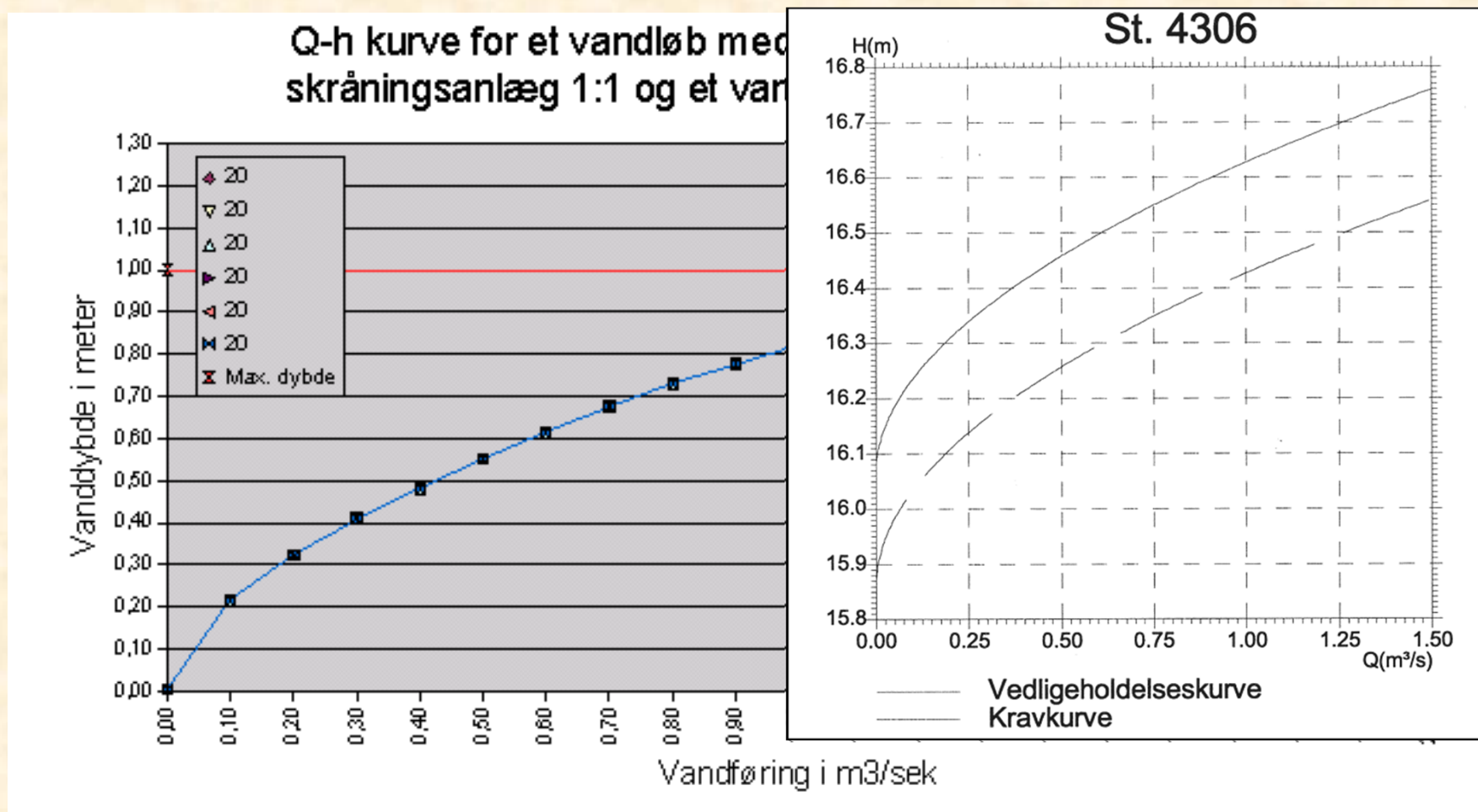


Vandspejlsforløb – programmer som VASP, Mike 11, Mike Hydro River

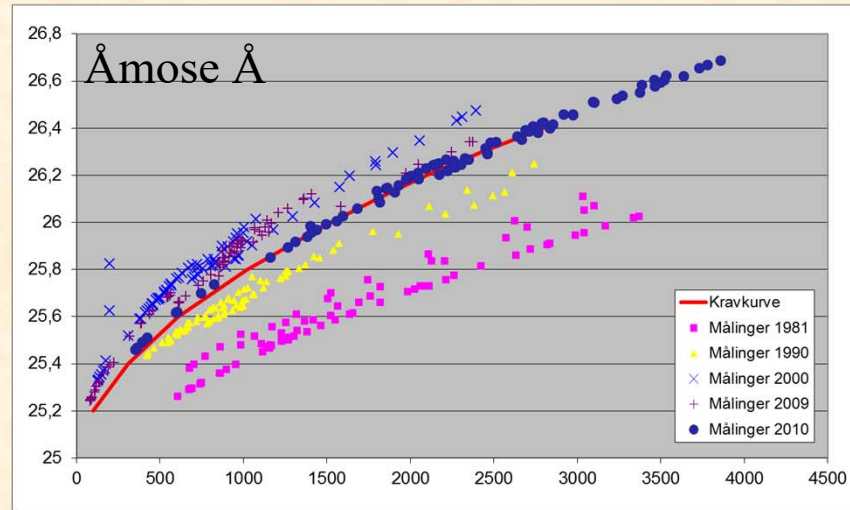




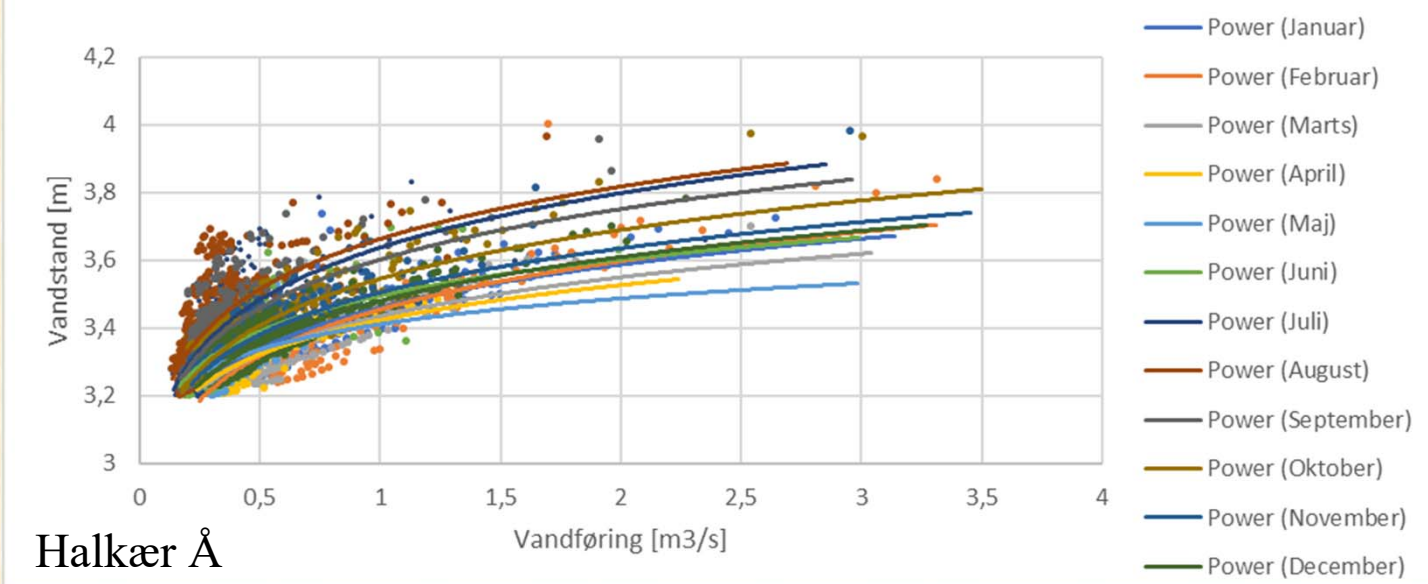
Vandføringsevnen: Sammenhæng mellem vandstand og vandføring



Vandføringsevne



Q-H kurver ved varierende modstand over årene 1988-2007

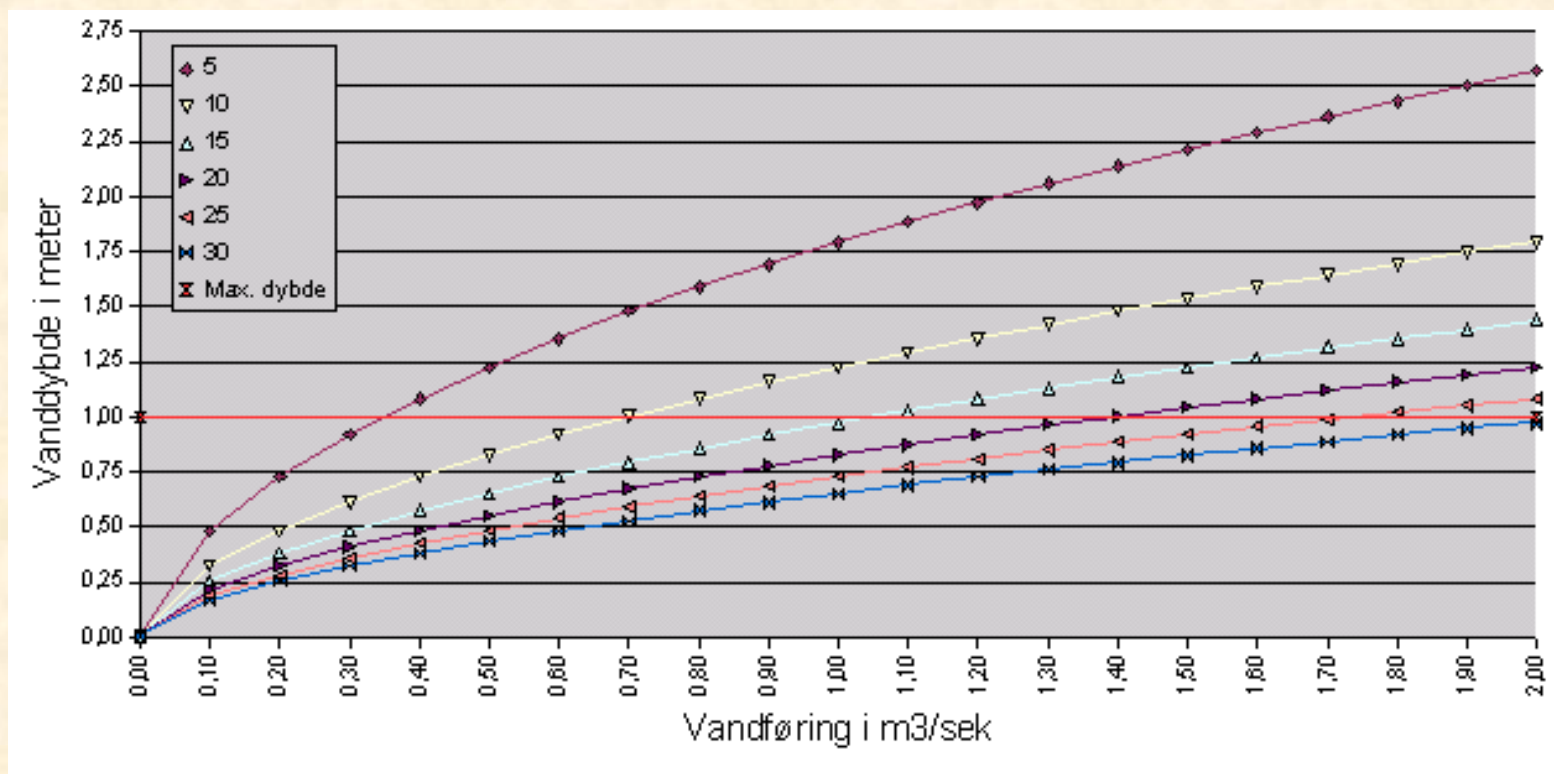


Kan man forøge vandføringsevnen?



Man kan presse Q-h kurven "nedad" på følgende principielle måder:

- Gøre tværsnitsarealet større (større geometrisk profil, dobbeltprofil)
- Forøge vandspejlshældningen (kun realistisk meget lokalt dvs. omfordele fald)
- Formindske strømningsmodstanden (grødeskæring, udretning, fjerne objekter)
- Fjerne flaskehalse (indsnævringer, bro/rørgennemløb, opstemninger, sluser)



Grødeskæringsbestemmelserne - Viborg



Fra 01.01.2006 til og 01.01.2011 sker en gradvis reduktion i vedligeholdelsens omfang efter nedenstående plan:

År 2011 og fremefter gennemføres grønnskæringen i de bredder som er angivet i nedenstående skema.

Strækning, station	2006	2007	2008	2009	2010	2011 og derefter
0 - 4.244	6.4	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0
4.244 – 7.160	6.7	6.4	6.0	5.7	5.3	5.0
7.160 – 11.609	8.4	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0
11.609 – 28.363	10.5	9.7	8.9	8.1	7.3	6.5
28.363 – 35.441	9.8	9.3	8.7	8.1	7.6	7.0

Strømrødbredder, angivet i meter, år 2010 og fremefter.

Fra år 2006 gennemføres heller ikke længere skæring af de dele af vandløbets skråningsanlæg, som ligger under vandspejlet. Den strømrødbredde som er beskrevet i kolonnen år 2006, svarer til den gennemsnitlige skårne bredde som er foretaget i vandløbet i henhold til de opmålinger, som ligger til grund for nærværende regulativ. Den årlige angivne formindskelse af grønnskæringens bredde svarer til en forholdsmæssig jævn reduktion hvert år, indtil den regulativmæssige bundbredde opnås i år 2011.

I samme periode gennemføres samtidig en reduktion i antallet af skæringer, som gennemføres på de enkelte delstrækninger i henhold til efterfølgende skemaer:

REGULATIV FOR

NØRREÅ

(Non Mølleå, Vedsø med Spangsum og Nørreå)

Amtsvandløb nr. 104
Viborg Amt

Amtsvandløb nr. 1
Århus Amt

2004

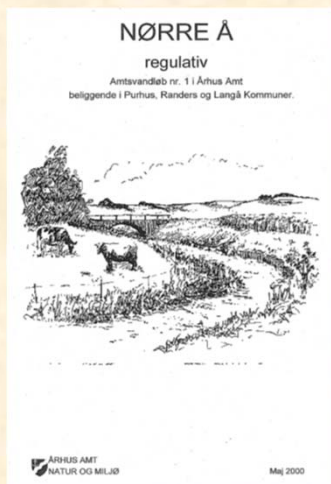
Fra og med 01.01.2011 udføres grønnskæring 3 gange årligt i Nørreå, nemlig i perioderne: 15. juni - 15. juli, 15. juli - 15. august og 15. august - 15. september.

Grøden kan skæres ved hjælp af grønnskæringsbåde.

Grønnskæringen skal udføres, så grønnsken fjernes i vandløbets naturlige strømrønde, der (normalt) kan genfindes som den dybe del af vandløbets tværprofil, der slynger sig fra side til side ned gennem vandløbet, hvorimod den grønne, der vokser uden for strømrønden, sædvanligvis de samme steder hvor vandløbet aflejrer banker, efterlades. Grønnskæring kan udføres som delte strømrønder (1-flere strømrønder), der efterlader grønne øer i vandløbet og/eller langs bredderne.

Den grønne, der skæres, skal så vidt muligt skæres i bund.

Grødeskæringsbestemmelserne - Randers



7.6 Amtet har besluttet, at vandløbet skal vedligeholdes sådan, at vandløbets fysiske tilstand er i overensstemmelse med de krav, som målsætningen stiller hertil. I konsekvens heraf skal vandløbet vedligeholdes efter følgende bestemmelser:

Generelt for vandløbet.

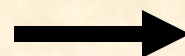
1. Vedligeholdelsen udføres således, at der opnås størst mulig variation i vandløbet.
2. Vedligeholdelsen foretages i en naturlig slynget strømrende, hvor grøde, grene og lignende, der kan hindre vandets frie løb væsentligt, fjernes. Den vejledende strømrendebredde er 11 m.
3. Vedligeholdelse udføres med grødeskæremaskiner.
4. Afskåret frit drivende grøde opsamles på matr. nr. 6g Stevnstrup By, Grensten. Matriklen er beliggende umiddelbart ovenfor Fladbro. Afskåret frit drivende grøde nedstrøms grødepladsen opsamles ikke.

Vejledning i vedligeholdelse Nørre Å, kommunevandløb i Randers - og Favrskov Kommune.		
Dato d. 1. april 2008	Mål: 1:30.000	Side 1 af 1
Nørre Å fra station 34.910 til st. 43.646 (udløb i Gudenå).		
Generelt for vandløbet		
Vandløbet er målsat som laksefiskevand (B2) på hele strækningen.		
Vedligeholdelsen udføres således, at der opnås størst mulig variation i vandløbet.		
Den vejledende strømrendebredde er maksimalt 11 m og skal tilpasses strømrende bredden opstrøms på overgangsstrækningen.		
Vedligeholdelsen udføres i en naturlig slynget strømrende, hvor grøde, grene og lignende, der kan hindre vandets frie løb væsentligt, fjernes.		
Grødeskæringen skal udføres, så grøden fjernes i vandløbets naturlige strømrende, der (normalt) kan genfindes som den dybe del af vandløbets tværprofil, der slynger sig fra side til side ned gennem vandløbet, hvorimod den grøde, der vokser uden for strømrenden, sædvanligvis de samme steder hvor vandløbet aflejrer banker, efterlades.		
Grødeskæring kan udføres som delte strømrender (1-flere strømrender), der efterlader grødeøer i vandløbet og / eller langs bredderne.		
Den grøde, der skæres, skal så vidt muligt skæres i bund.		
Bredvegetation må kun skæres, hvor vandløbsmyndigheden finder, at der er behov for skæring af hensyn til de afvandingmæssige interesser eller hensynet til brinkernes stabilitet.		
Skæringen udføres som hovedregel ved sidste skæring.		
Vedligeholdelsen udføres med grødeskæringsbåde / maskiner.		
Afskåret, frit drivende grøde opsamles på matr. nr. 6g Stevnstrup By, Grensten. Matriklen er beliggende umiddelbart ovenfor Fladbro.		
Afskåret frit drivende grøde nedstrøms grødepladsen opsamles ikke.		
Strandet grøde fjernes fra vandløbet i forbindelse med den almindelige vedligeholdelse.		
Der skæres grøde 5 gange i perioden fra 1. juni til 30. september		
Synsdatoerne fastsættes i forening med Viborg Kommune og meddeles senere.		

Strømrendeskæring – bredde - effekt



25 %



50 %



50 %



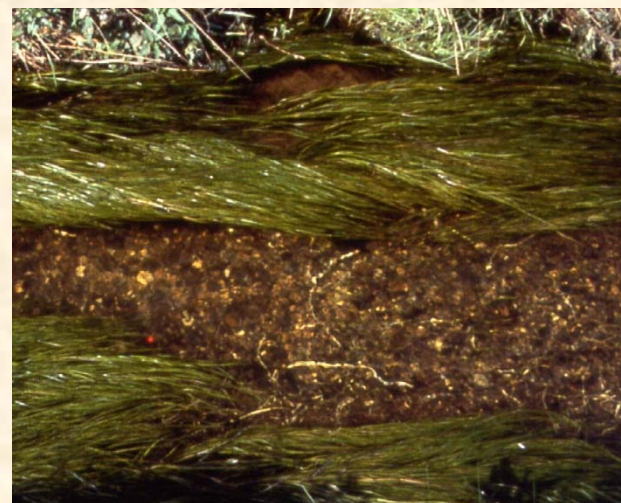
80 %



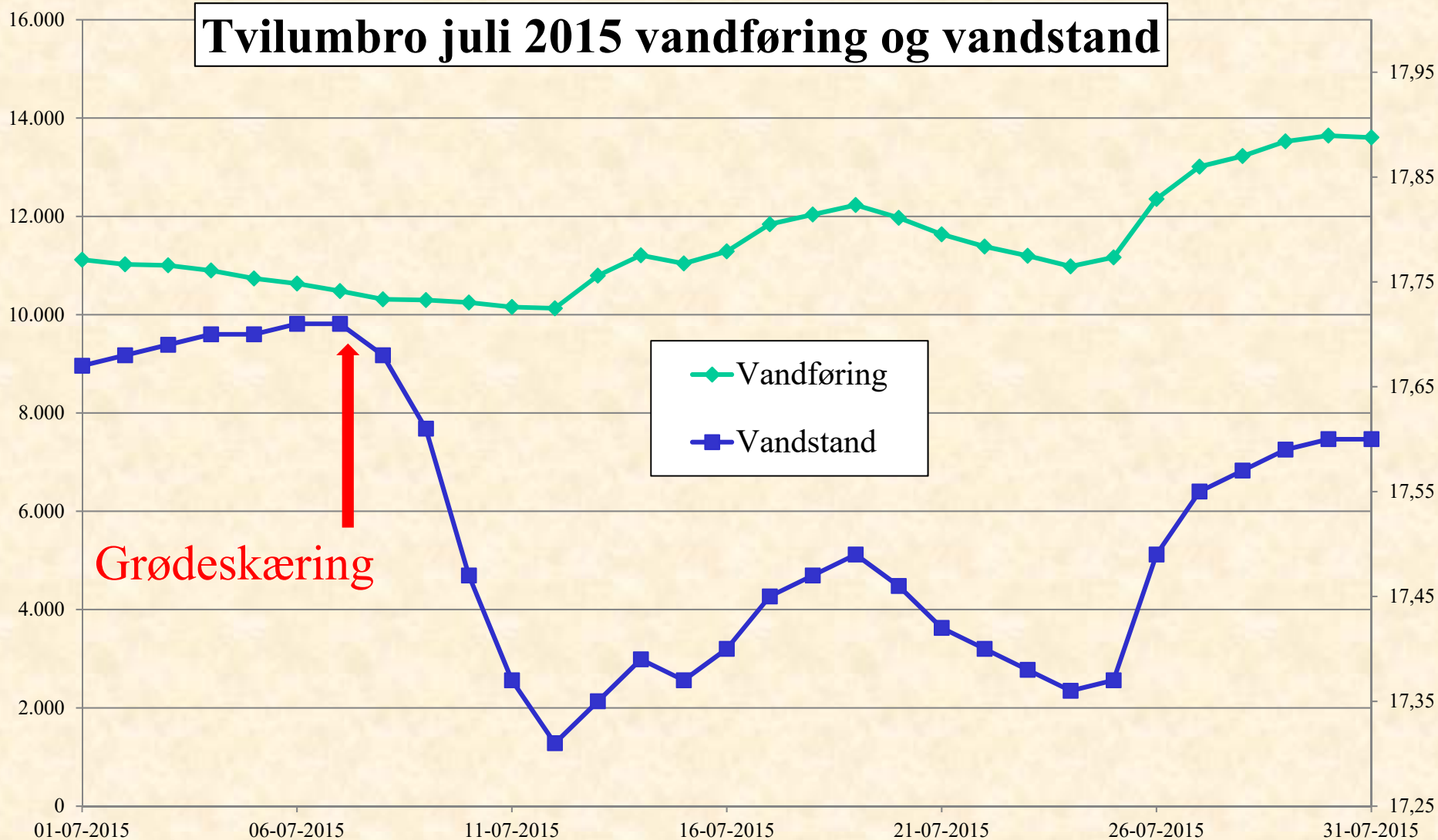
100 %



100 %



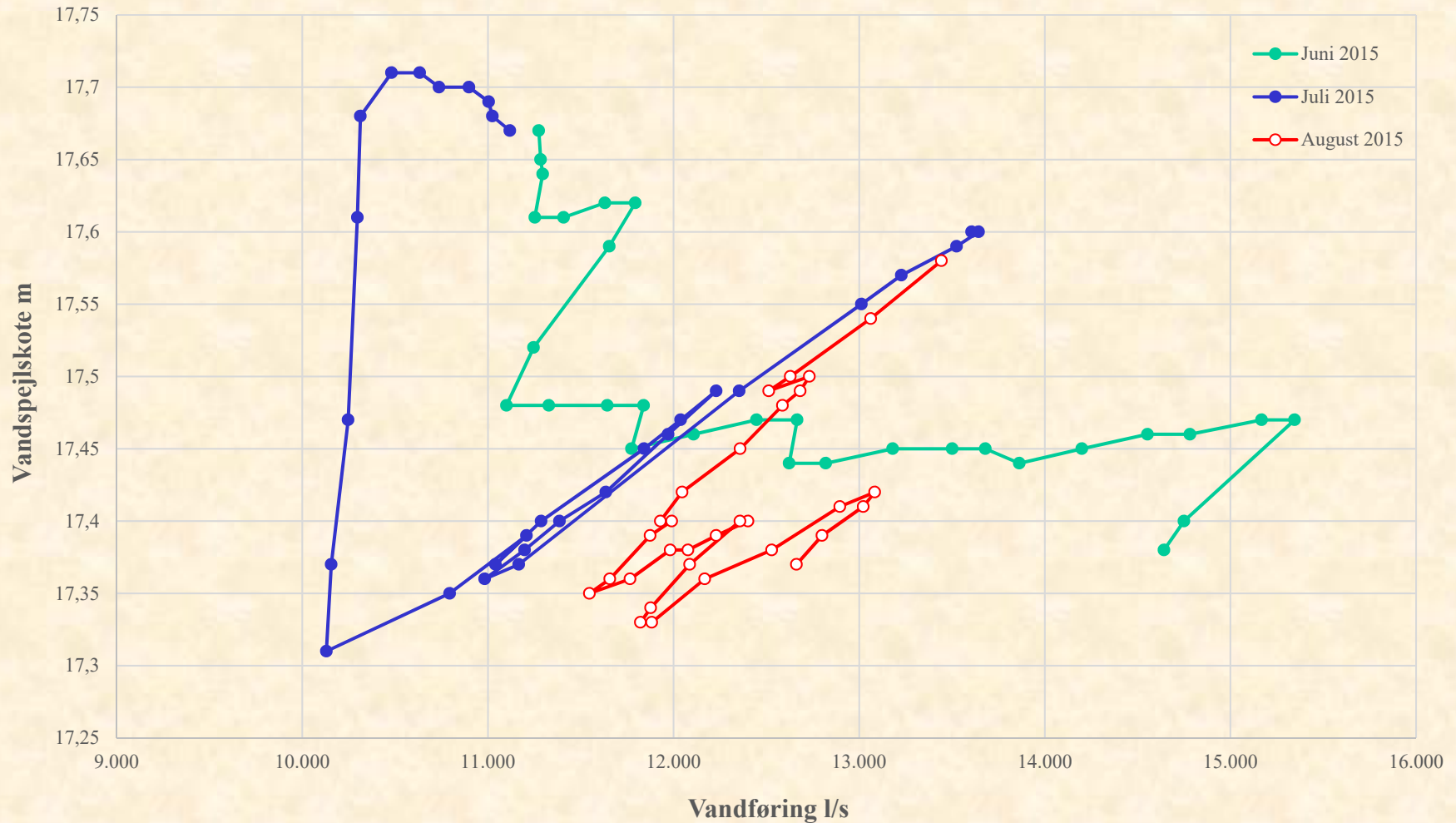
Grødeskæring



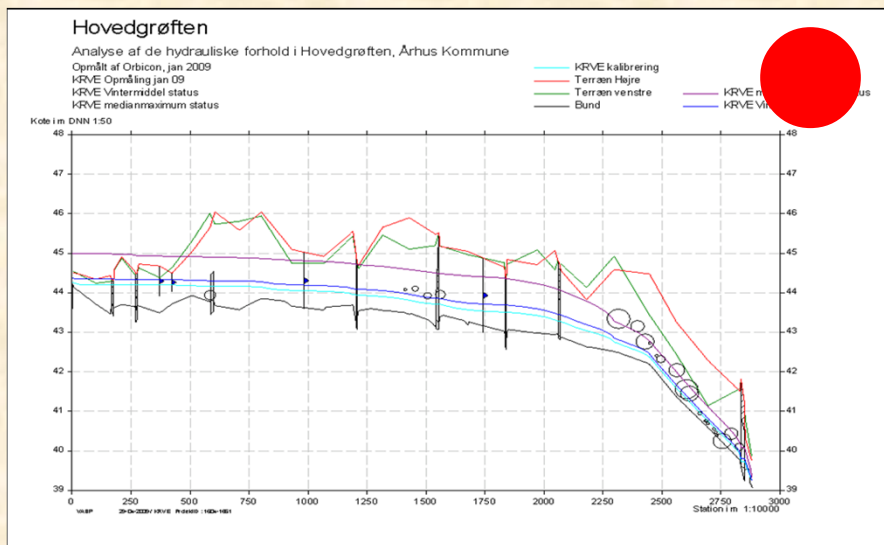
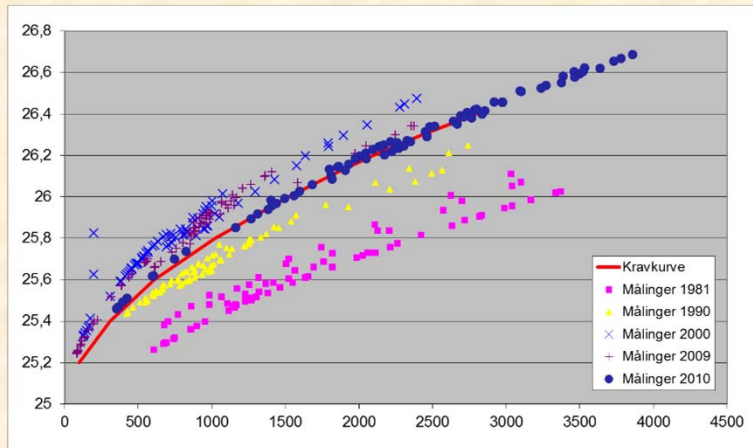
Vandføringsevnen ved Tvilumbro



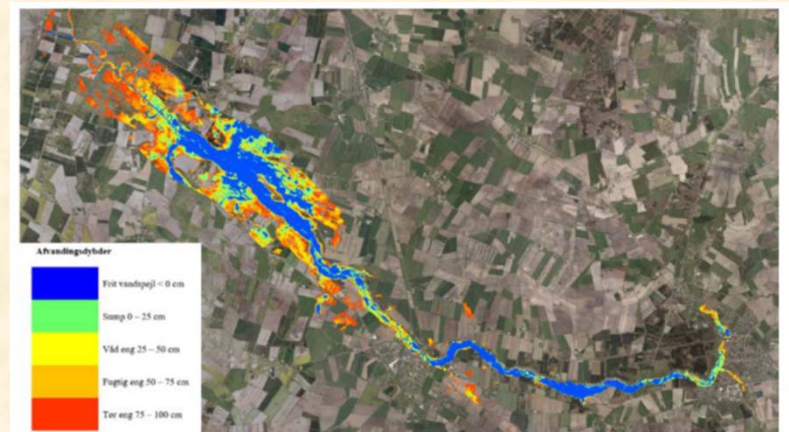
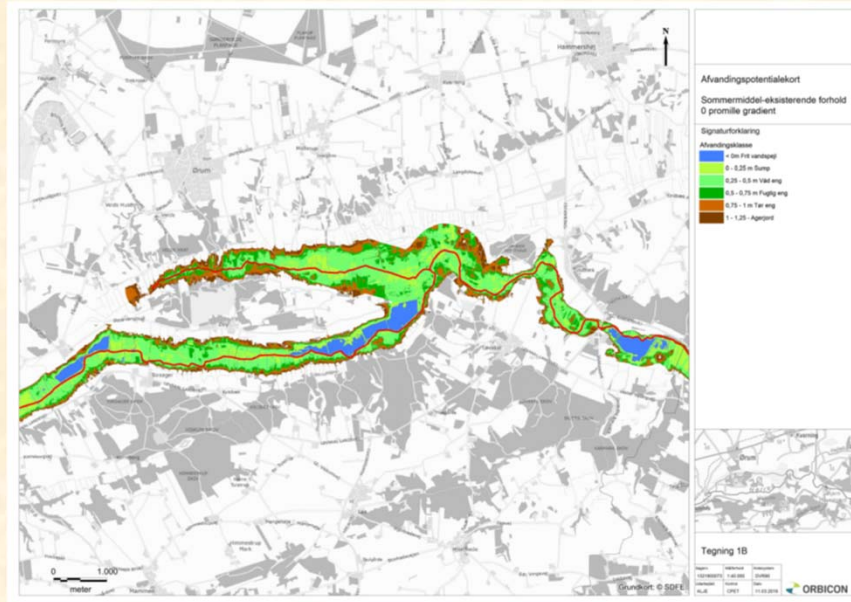
Vandføringsevne Tvilumbro sommer 2015



3: Vandstandsforhold og grødeskæring - spørgsmål



4: Konsekvensberegninger



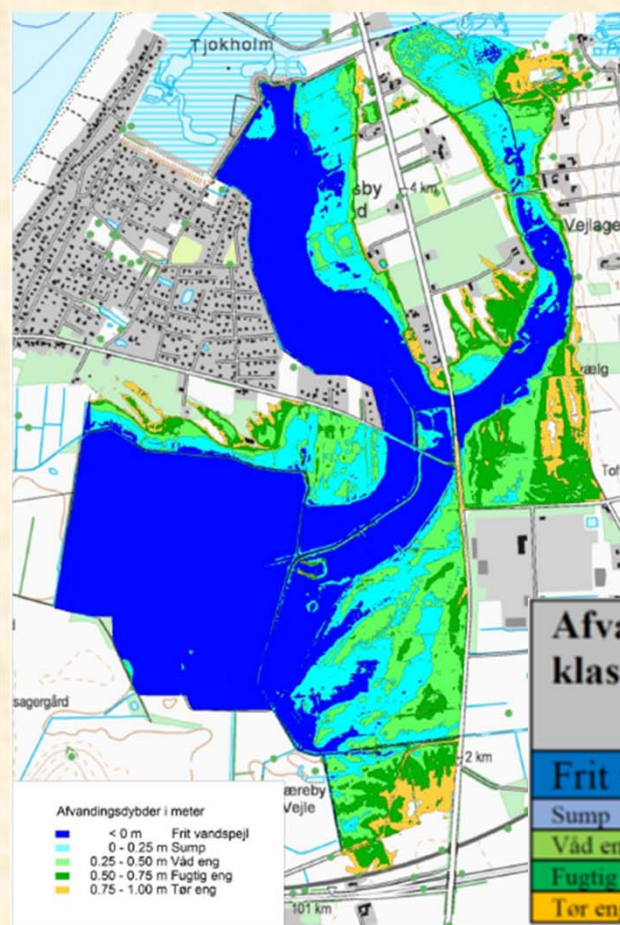
Figur 19: Oversvømmelseskort (Medianmaks). Kilde: Mapinfo på baggrund af beregninger i VASP maj 2018



Konsekvensanalyser

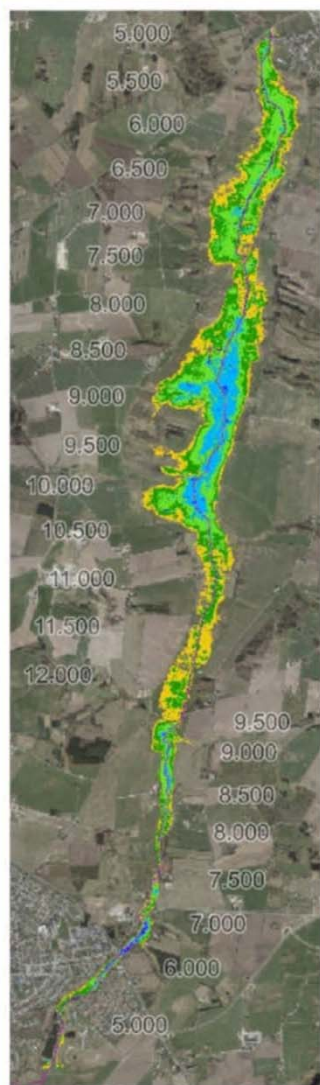
Produktet er oftest et kort der viser afstanden mellem terrænoverfladen og den vandmættede zone/grundvandsspejlet.

Konsekvenskort/afvandingskort/afvandingspotentialekort/fugtighedkort

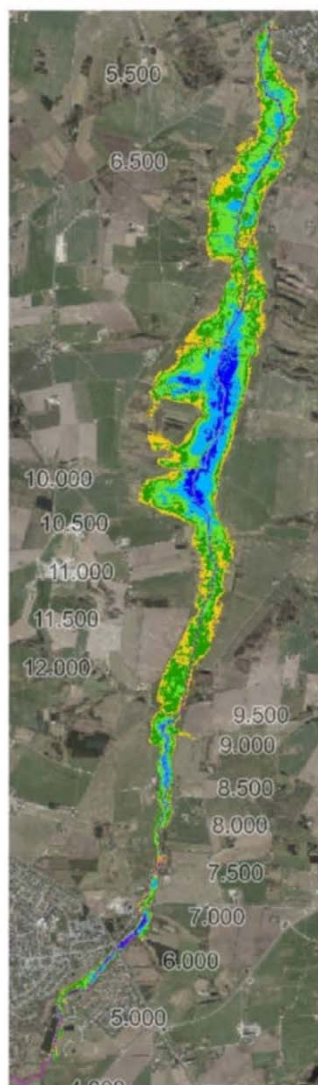




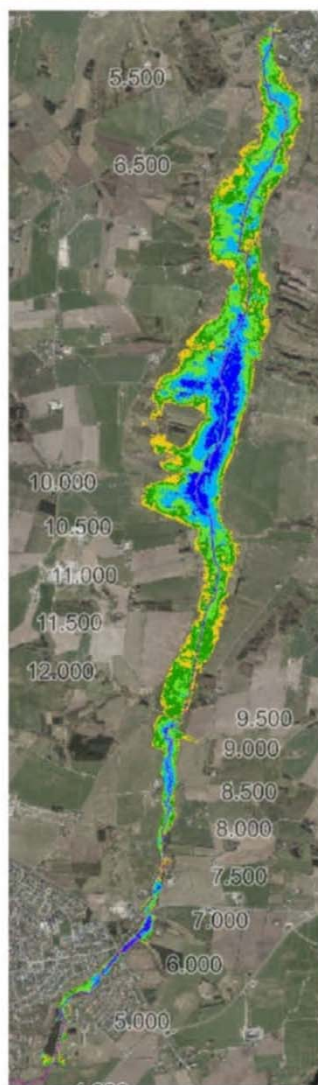
Konsekvensanalyse ved stigende afstrømning



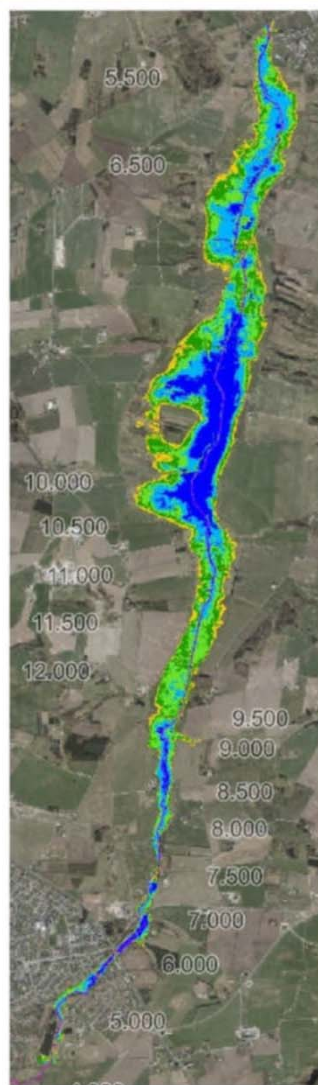
Sommermiddel + 0.5m³/s
Spredt grødevækst



Sommermiddel + 0.5m³/s
Tæt grødevækst



Sommermiddel + 1m³/s
Spredt grødevækst



Sommermiddel + 1m³/s
Tæt grødevækst

Semesterprojekt 4, semester Miljøteknik – Aarhus Universitet
Analyse og forbedring af Halkær Å-systemet
 Undersøgelse, analyse og forslag til tiltag til reduktion af overvandsniveau og forbedring af den økologiske tilstand i Halkær Å-systemet i Egtåsmønstrets Kommune
 Hovedrapport

Denne rapport og de tilhørende bilag er udarbejdet af:

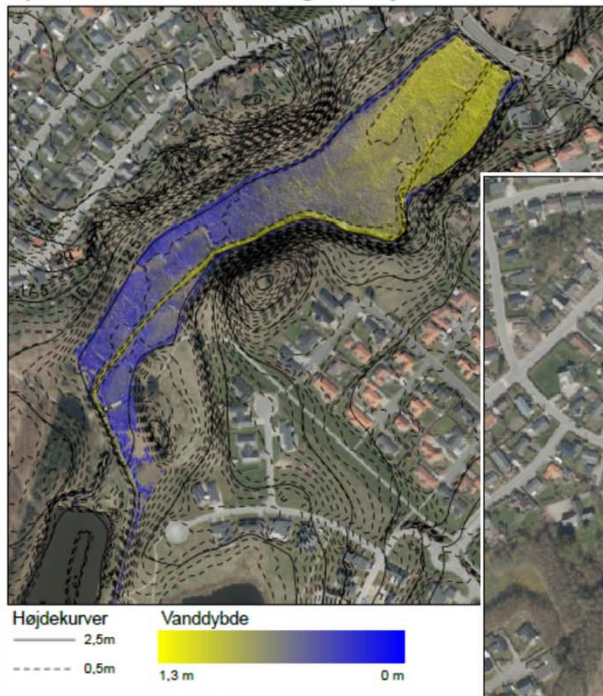
Mikkel Wetzer Myhnd	201807549	<i>Mikkel Wetzer Myhnd</i>
Anders Mandrup de Ruybokall	201807507	<i>Anders Mandrup de Ruybokall</i>
Lasse Skov Duv Nilsen	201805438	<i>Lasse Skov Duv Nilsen</i>
Jens Holthmann	201809151	<i>Jens Holthmann</i>

Afvandings-klasse	Afvandings-dybde
Frit vandspejl	(≥0 cm)
Sump	(0-25 cm)
Våd eng	(25-50 cm)
Fugtig eng	(50-75 cm)
Tor eng	(75-100 cm)

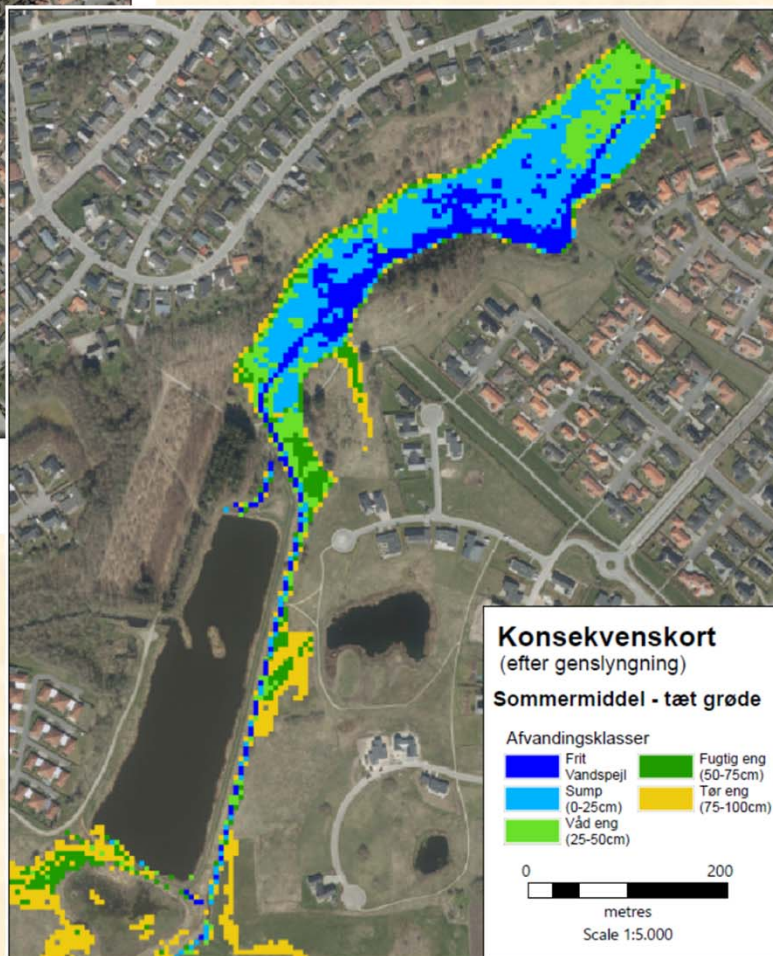
Konsekvensanalyse ved restaurering/genslyngning



Opstuvet område ved Hans Egedes Vej

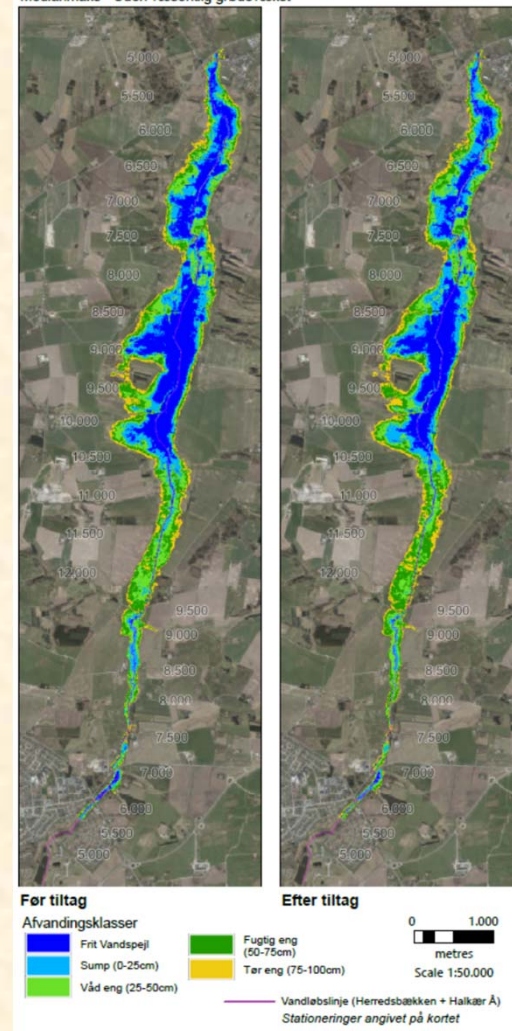


Lokalt, opstrøms
og nedstrøms



Oversvømmelseskort - Konsekvenskort af genslyngningen

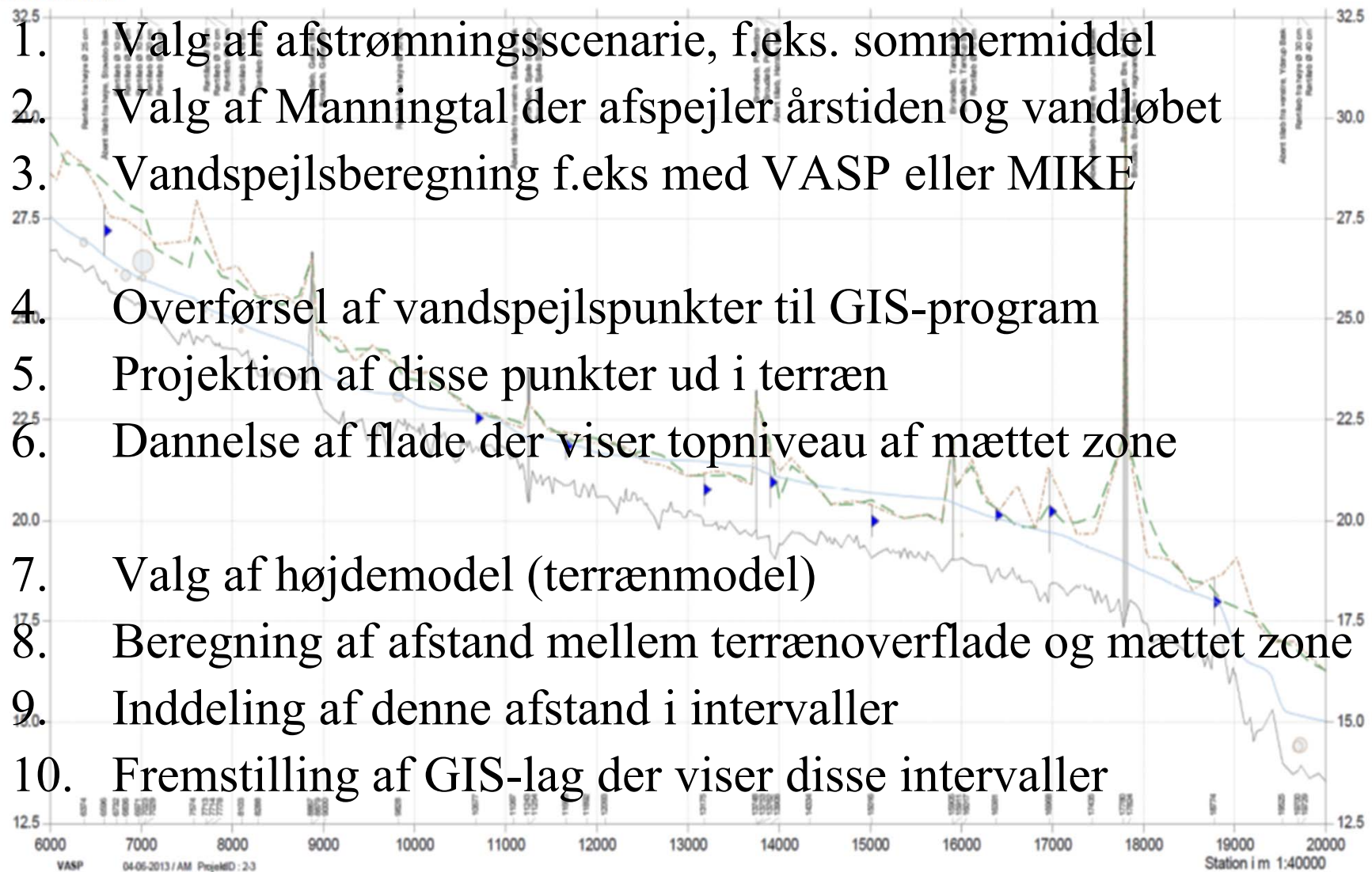
Medianmaks - Uden væsentlig grødevækst



Hvordan fremstilles et konsekvenskort?



Kote i m DV/R90 1:100



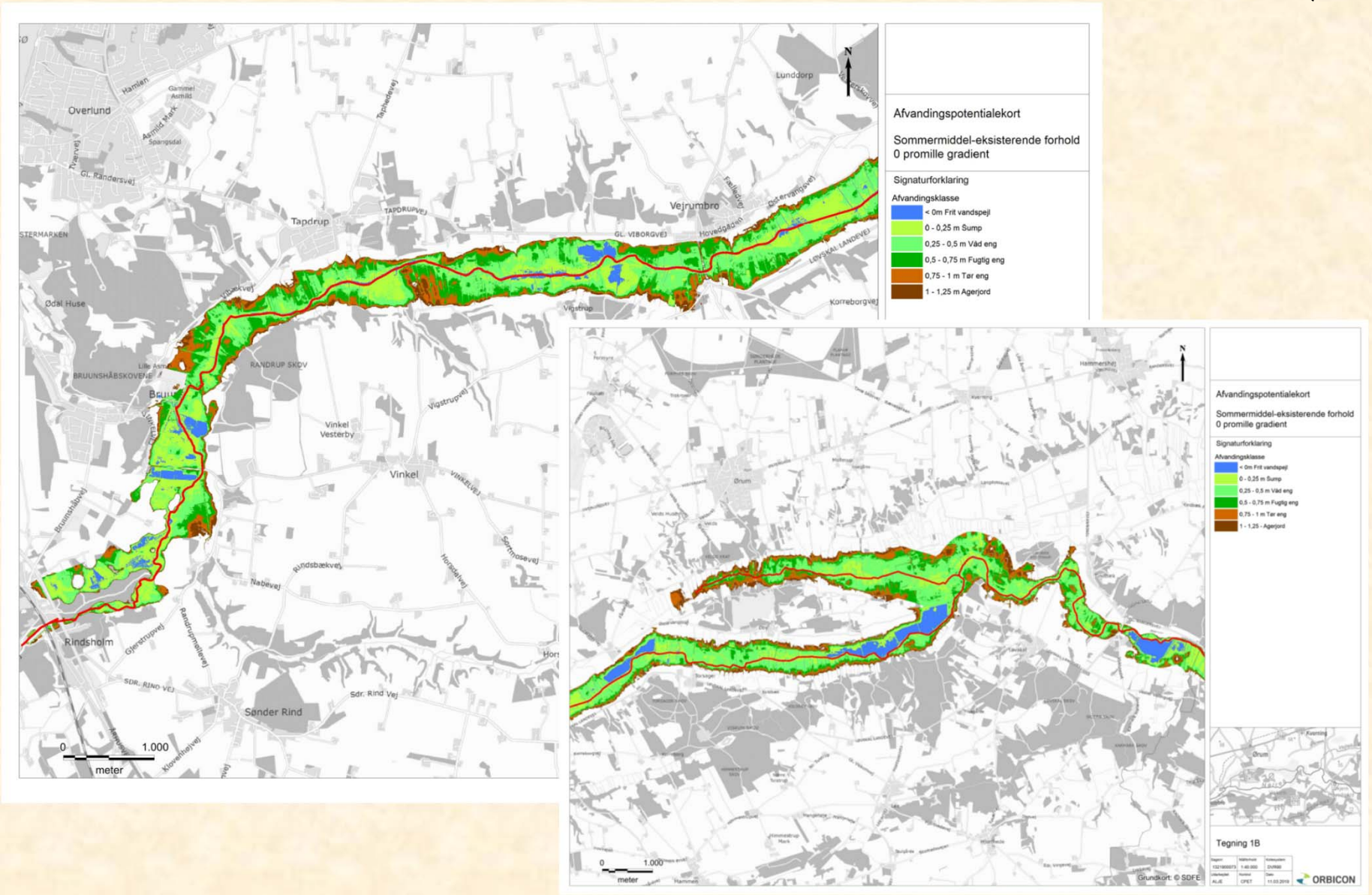
Kalibrering af afvandingskort til virkeligheden



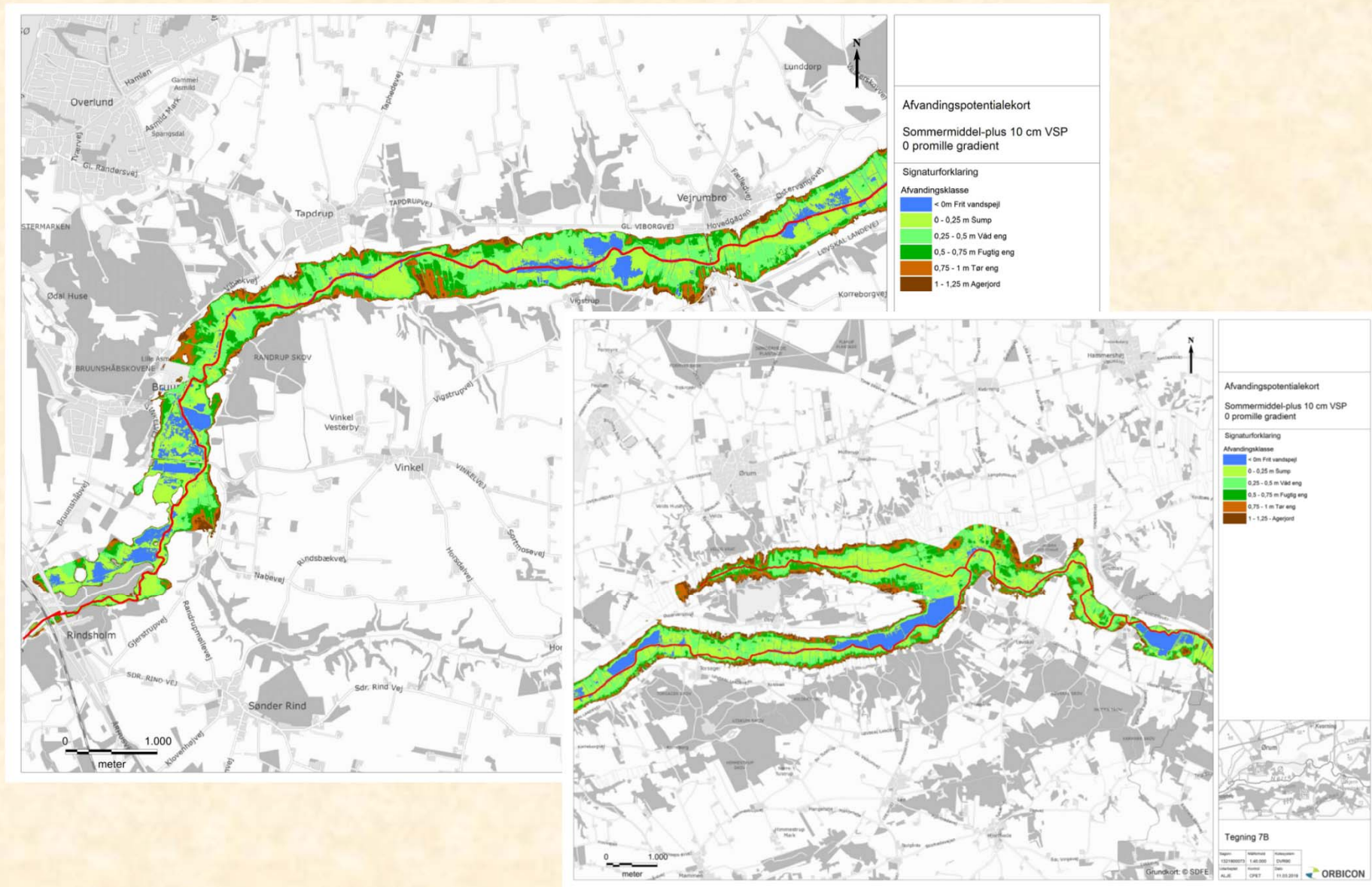
Kongeaen okt 2019
Foto modtaget fra
Poul Erik Nielsen
Stutteri Bøgely
Gredstedbro



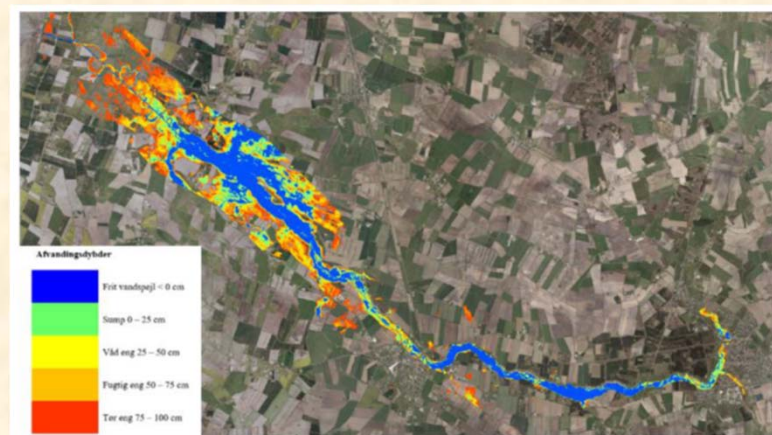
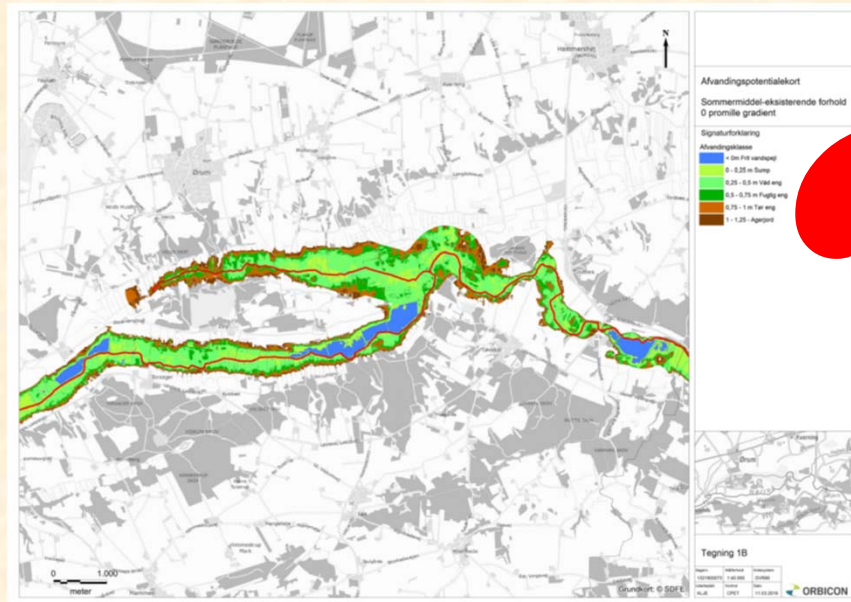
Afvandingspotentialekort ved sommermiddel



Afvandingspotentialekort ved sommermiddel + 10 cm



4: Konsekvensberegninger - spørgsmål



Figur 19: Oversvømmelseskort (Medianmaks). Kilde: Mapinfo på baggrund af beregninger i VASP maj 2018

Afrunding

Vandets veje gennem Nørreådalens

- Emne 1: Topografi og regulativerne
- Emne 2: Afstrømning
- Emne 3: Vandstandsforhold og grødeskæring
- Emne 4: Konsekvensberegninger

