

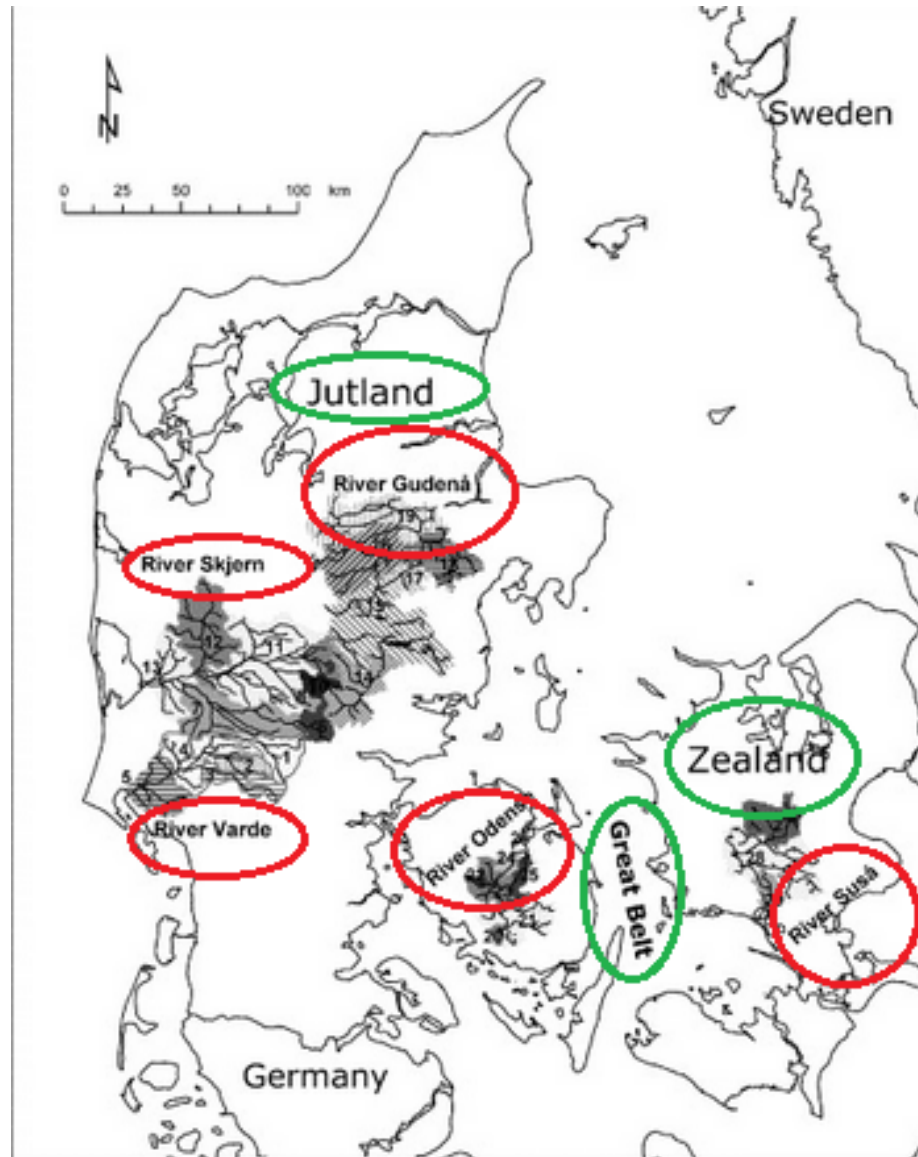
VLIV KLIMATICKÝCH ZMĚN NA PRŮTOK DÁNSKÝCH ŘEK

Sabina KOTOVÁ
Veronika KŮSOVÁ
Monika PERNICOVÁ

ÚVOD

- ◉ Průtok ovlivněn změnami srážek, potenciální evapotranspirace a teploty
- ◉ Dopady na ŽP a zemědělství
- ◉ Důležité odhady budoucích průtoků na tocích pro vstup do diskuzí týkajících se dopadů změny klim. změn
- ◉ Dopady klim. změn na průtok analyzovány v různých prostorových měřítcích a v různých dobách
- ◉ Modelování dopadů dosaženo buď přímým užitím klim. modelových dat v hydrologickém modelu anebo změnou existujících klim. dat v data očekávaná
- ◉ Výzkum proveden na povodích různých měřítek
- ◉ Projekce týkající se severozápadní Evropy obecně předpovídají vlhčí zimy a sušší léta - vzrůstá průtok v zimě a klesá v létě
- ◉ Modelová data upravená v souladu s pozorováním jsou aplikovaná do hydrologického modelu (NAM), který vytvoří průtok toku

Obr. 1: Zkoumaná povodí dánských řek



STUDO VANÁ MÍSTA

- ◉ Povodí řek umístěna v různých částech Dánska a zároveň reprezentují východo západní vzor množství srážek a evapotranspirace
- ◉ Všech 5 řek je řekami nížinnými (pod 200m n. m.) – rozložení a tání sněhu je rovnoměrné

METODY I.

- ◉ Simulace od HIRHAM založena na základě klimatického scénáře IPCC
- ◉ NAM využit pro modelování srážek – abstraktní hydrol. model - popisuje hydrol. systém 3-5 lineárními rezervoáry v sérii (v této studii použity 4 lineární rezervoáry v sérii – skladování sněhu, povrchové skladování, kořenová zóna a skladování podzemní vody)
- ◉ NAM reprezentuje každé subpovodí, jeho vstupními daty jsou srážky, evapotranspirace a teplota
- ◉ Jediným přímým užitím teploty v NAM je určení, zda srážky spadly ve formě deště nebo sněhu (0 C jako kritická hodnota)
- ◉ V NAM zahrnut model denního tání sněhu – 2 mm/den/ C – tato hodnota určuje míru roztátého sněhu a ovlivňuje rozsah velikosti proudu
- ◉ Naměřená data (T, P, Ep) ze sledovaného období 1989-2001 jsou změřena z povrchu rozloženého do sítě

METODY II.

- ⦿ Všechna data aplikována jako průměrné denní hodnoty a prostorově převedena do hodnot povodí
- ⦿ U většiny řek není možné měření po proudu, protože nejsou dostupná data z ústí řek, měří se tedy proti proudu

ÚPRAVA VSTUPNÍCH DAT

- ◉ Odhad srážek v klimatickém modelu velmi těžký a hodnoty často potřebují úpravu
- ◉ P a T z období 1961 – 1990 upraveny tak, aby odpovídaly měsíčním prům. hodnotám. Protože to jsou fixní staniční data, do celé oblasti se extrapolují pomocí Thiesenových polygonů
- ◉ Data Ep z tohoto kontrolního období nejsou dostupná, proto se upraví v souladu s naměřenými daty z 1989 – 2001
- ◉ Změna mezi scénářem Ep a kontrolním obdobím je malá (2 – 3%)
- ◉ Úprava je provedena vynásobením hodnot

NAMĚŘENÉ A VYPOČTENÉ HODNOTY

Teplota

Tab. 1: Procenta dní s průměrnou teplotou pod bodem mrazu a průměrný roční maximální sněhový úhrn u povodí 5 řek.

| River | Observed % frost days | Control % frost days | Scenario % frost days | Control snow (mm) | Scenario snow (mm) |
|--------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| River Varde | 10.3 | 13.9 | 4.6 | 38 | 13 |
| River Skjern | 8.4 | 11.7 | 3.8 | 22 | 8 |
| River Gudenå | 10.6 | 14.5 | 4.7 | 36 | 14 |
| River Odense | 8.1 | 12.1 | 3.2 | 23 | 7 |
| River Suseå | 9.6 | 13.4 | 3.9 | 23 | 7 |

Srážky

- Průměrný nárůst pro všechna povodí- 6,9 %
768 na 822 mm/rok
- Maximum- dílčí povodí Tarphange Bro (11 %)
- Minimum- dílčí povodí Lindved (4,2 %)

Evapotranspirace

E_p

- Průměrný nárůst pro všechna povodí- 1,6 - 3,0 %
506 mm/rok na 518 mm/rok

Průtok

- Nárůst průměrně o 12 %

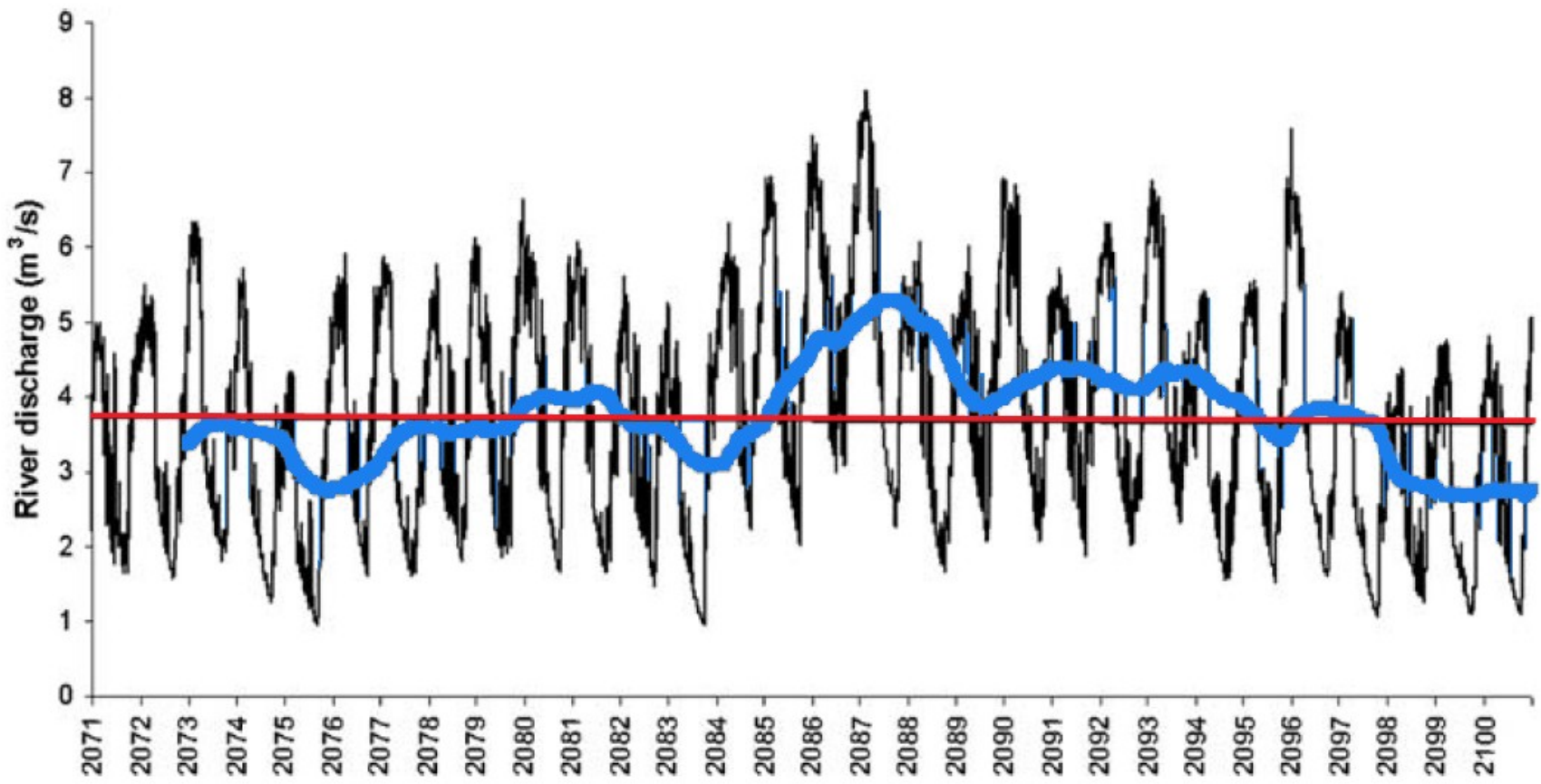
Tab. 2: Hodnoty průměrných ročních průtoků pro jednotlivá povodí- srovnání zjištěných, kontrolních a scénářových dat.

| River | Sub catchment /Gauging station | Observed m ³ /s (mm/y) | Control (m ³ /s) (mm/y) | Scenario (m ³ /s) (mm/y) | Δ% obs – control | Δ% control – scenario |
|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------|--------------------------|
| River Varde | River Grindsted at Egbro | 2.84 (448) | 3.36 (530) | 3.70 (584) | 18 | 10 |
| | River Ansager at Lavborg Bro | 2.03 (489) | 2.26 (544) | 2.50 (602) | 11 | 11 |
| | River Holme at Hostrup | 2.26 (492) | 2.36 (514) | 2.61 (568) | 4 | 11 |
| | Vagtborg | 12.02 (467) | 12.79 (497) | 14.14 (550) | 6 | 11 |
| | Tarphage Bro ^a | 16.10 (467) | 16.57 (481) | 18.60 (539) | 3 | 12 |
| River Skjern | River Omme at Farre | 0.92 (259) | 1.16 (327) | 1.25 (352) | 26 | 8 |
| | River Omme at Sønderskov | 8.49 (438) | 8.85 (456) | 9.89 (510) | 4 | 12 |
| | River Brande at Hesselbjerge | 0.42 (282) | 0.48 (322) | 0.52 (349) | 14 | 7 |
| | River Holtum at Hygild | 1.19 (321) | 1.30 (351) | 1.40 (378) | 9 | 7 |
| | Tykskov | 1.57 (604) | 1.62 (623) | 1.81 (697) | 3 | 12 |
| | Allergaarde ^b | 15.80 (473) | 15.11 (452) | 17.25 (516) | -4 | 14 |
| | Gjaldbæk | 23.10 (470) | 23.25 (473) | 26.55 (541) | 1 | 14 |
| | River Mouth ^a | 36.60 (486) | 35.24 (467) | 40.12 (532) | -4 | 14 |
| | | | | | | |
| River Gudenå | Voervads Bro | 5.04 (422) | 5.09 (426) | 5.65 (473) | 1 | 11 |
| | Tvilum Bro ^b | 16.47 (405) | 15.72 (387) | 17.65 (434) | -5 | 12 |
| | Ulstrup Bro | 22.24 (392) | 20.83 (367) | 23.37 (412) | -6 | 12 |
| | River Gjern at Smingevad Bro | 1.05 (291) | 1.15 (318) | 1.30 (360) | 10 | 13 |
| | River Hadsten Lilleå at Løjstrup ff | 2.65 (278) | 2.74 (287) | 3.02 (317) | 3 | 10 |
| | Bridge highway A10 | 31.49 (342) | 33.11 (360) | 37.10 (403) | 5 | 12 |
| River Odense | Out flow Lake Arreskov | 0.18 (189) | 0.13 (137) | 0.15 (158) | -28 | 15 |
| | Nørre Broby ^b | 2.96 (309) | 2.69 (281) | 3.05 (319) | -9 | 13 |
| | River Holmehave bæk | 0.26 (256) | 0.25 (247) | 0.29 (286) | -4 | 16 |
| | Bellinge | 4.47 (290) | 4.07 (264) | 4.65 (301) | -9 | 14 |
| | Down stream Ejby Sluse | 5.44 (320) | 4.95 (291) | 5.63 (331) | -9 | 14 |
| | River Lindved | 0.45 (218) | 0.34 (165) | 0.39 (189) | -24 | 15 |
| | River Mouth ^a | 6.50 (329) | 5.47 (277) | 6.23 (315) | -16 | 14 |

Tab. 3: Průměrné měsíční hodnoty kontrolní a scénářové pro srážky, potenciální a skutečnou evapotranspiraci a průtok.

| Observation | Control | | | | Scenario | | | |
|---------------|-----------------------------|-----------|------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------------|------------------------|
| | Q m ³ /s (mm) | P (mm) | E _p (mm) | E _a (mm) | Q m ³ /s (mm) | P (mm) | E _p (mm) | E _a (mm) |
| January | 21.9 (46) | 61 | 4 | 2 | 26.6 (56) | 92 | 4 | 3 |
| February | 21.7 (41) | 42 | 8 | 4 | 27.9 (53) | 52 | 8 | 6 |
| March | 21.5 (45) | 48 | 24 | 14 | 26.4 (55) | 53 | 22 | 20 |
| April | 18.7 (38) | 41 | 48 | 41 | 20.7 (42) | 34 | 49 | 45 |
| May | 14.9 (31) | 49 | 85 | 72 | 17.3 (36) | 58 | 85 | 71 |
| June | 12.4 (25) | 56 | 90 | 70 | 14.2 (29) | 51 | 91 | 67 |
| July | 10.7 (22) | 67 | 98 | 67 | 11.7 (24) | 59 | 102 | 66 |
| August | 9.6 (20) | 66 | 80 | 57 | 9.7 (20) | 40 | 90 | 49 |
| September | 9.7 (20) | 73 | 39 | 32 | 8.5 (17) | 47 | 42 | 27 |
| October | 12.1 (25) | 77 | 16 | 14 | 10.6 (22) | 98 | 14 | 13 |
| November | 16.4 (33) | 83 | 4 | 4 | 16.2 (33) | 96 | 4 | 4 |
| December | 19.3 (40) | 70 | 2 | 1 | 22.5 (47) | 102 | 2 | 2 |
| Annual values | 15.7 (386) | 733 | 498 | 379 | 17.6 (433) | 783 | 513 | 373 |

Obr. 2: Průtoky řeky Varde ve stanici Egbro River Grindsted pro scénářové období (2071-2100).



pozn.: červeně- třicetiletý trend, modře- dvouletý klouzavý průměr

EXTRÉMNI UDÁLOSTI

- ⊙ V zájmu jsou vysoké i nízké hodnoty průtoků (vysychání malých vodních toků).
- ⊙ Jednotlivá dílčí povodí se nedají porovnávat.
- ⊙ Největší nárůst na jílovitých a písčitých půdách.
- ⊙ Stoleté povodně jsou dalším ukazatelem průtoků řek, často používaných k hodnocení rizik.

HISTORICKÉ TRENDY ŘÍČNÍCH PRŮTOKŮ

- Nárůst o 12% ve středním ročním průtoku je považován za mírný.
- Zvýšené vodní stavy se vyskytovaly v zimních a jarních měsících.
- Nejmenší v letních a podzimních.

EFEKTY

- ◉ Větší množství srážek, vyšší střední roční průtok
- ◉ Můžou způsobit povodně -> zemědělství, obydlené oblasti
- ◉ Zvýšená eroze x regulace dánských řek
- ◉ Antropogenní činnost -> zalesnění vs. zastavění

ZÁVĚR

- ◉ Modelování HIRHAM RCM
- ◉ Průtok dánských řek se zvyšuje v souvislosti s vlhčím klimatem.
- ◉ Větší kolísavost průtoků na jílovitých půdách.
- ◉ Očekává se zvyšování extrémů.

ZDROJ

- ◎ **(Journal of Hydrology):** Thodsen, H. (2007): *The influence of climate change on stream flow in Danish rivers.* ScienceDirect.

DĚKUJEME ZA POZORNOST