

Til: Torben Moth Iversen

Fra: Hans Jørgen Henriksen

Kopi til: JFR, ALS

Fortroligt: Nej

GEUS-NOTAT nr.: 06-VA-03-08

Dato: 17. november 2003

J.nr. GEUS: 0130-019

Emne: Hvornår slår effekten af forskellige foranstaltninger igennem i vandmiljøet

Resumé

Under antagelse af "konservativt stof" der transporteres med det nedsivende regnvand uden nedbrydning vurderes det for landet som helhed at ca. 1/3 af ændringen i belastning vil slå igennem i vandmiljøet efter ca. 5 år og 2/3 vil af ændringen vil være slået igennem efter ca. 50 år. Det skal understreges at der er tale om meget simple beregninger baseret på en god bestemmelse af vandkredsløbet og forholdet mellem drænaflow, grundvandsdannelse til øvre og dybere magasiner, hvorimod der er anvendt "slag på tasken" vurderinger af transporttider.

Denne ændring er stærkt afhængig af regionale variationer i hydrogeologi. Vurderet for større deloplande til DK-model for hhv. Sydvestjylland og Vestsjælland så viser simple beregninger ud fra DK-modellens vandbalance at der går ca. 10 år i Sydvestjylland før 1/3 af belastningen er slået igennem og ca. 60 år før 2/3 er slået igennem. For Vestsjælland vurderes 1/3 af ændringen i belastningen at være slået igennem indenfor ca. 3 år og 2/3 at være slået igennem efter ca. 6 år. Mens gennembruddet for 1/3 er ret ensartet for alle morænelersområder varierer 2/3 gennembruddet meget fra opland til opland fra mellem ca. 4 år (Fyn) til ca. 20 år (Sydøstjylland).

Forudsætningerne for ovenstående beregninger er følgende simple antagelser:

- transporttiden for drænaflow er 0-5 år (jævnt fordelt)
- transporttiden for afstrømning fra øvre magasiner er 5-50 år (jævnt fordelt)
- transporttiden for afstrømning fra dybere magasiner er 50-250 år (jævnt fordelt)

Disse antagelser er baseret på viden fra studier på mindre skala. I forhold til den tidligere vurdering fra år 2000, vurderes det i dag at transporttiden i afstrømningen fra dybere magasiner er lidt mindre end tidligere vurderet.

GEUS har en videnopbygning i gang omkring et PhD studie med fokus på oplandsmodellering af nitrat, men der forventes ikke afgørende ny viden om tidsfaktoren for nitrataflow på oplandsniveau før om et par år når dette PhD studium afsluttes. I et andet PhD studium arbejdes der med aldersdateringer for bl.a. Odense og Vårby å. Dette studium forventes afsluttet i løbet af 2004, og vil kunne give noget viden om tolkning af aldersdateringer (bl.a. CFC og tritium/helium).

Baggrund

I forbindelse med midtvejsevaluering til Vandmiljøplan II (DMU, 2000) foretog GEUS vurderinger af tidsfaktoren for hvornår effekter af Vandmiljøplanen kunne forventes at slå igennem i vandmiljøet.

GEUS's vurderinger i midtvejsevalueringsrapporten (DMU, 2000) var baseret på resultater fra to detailmodeller med DK-modellen for hhv. Svendborg og Vårby området. Begge tilfælde Østdanske lerområder, som er karakteristiske derved at en relativ stor del af nettonedbøren bidrager til relativ hurtig afstrømning (bl.a. i form af drænastrømning). Vurderingerne for disse områder viste at ankomst i afstrømning til dræn og småvandløb typisk skete efter 1-3 år, ankomst i grundvandsafstrømning til større vandløb efter 5-50 år og ankomst i oppumpning ved kildepladser efter 100-300 år.

DMU havde desuden lavet vurderinger med NAM model af hvor stor en del af den samlede afstrømning der var hurtig afstrømning og langsom afstrømning for henholdsvis sand- og lerjordsoplande.

Uddrag af disse resultater er desuden beskrevet i DMU nyt nr. 4, december 2000 "En indsats for fremtiden". Her understreges det at "Det bliver først vores børn og børnebørn der får den fulde glæde af den indsats for vandmiljøet der gøres i disse år". I en tabel i indlægget er der en smule misvisende angivet et N i forbindelse med vurderingerne af hvor lang tid der går før effekten slår igennem i hhv. dræn, grundvandsafstrømning og oppumpning ved kildepladser. Misvisende fordi tallene i GEUS's vurderinger ikke specifikt forholder sig til kvælstofproblematikken, men derimod alene omhandler et "konservativt stof" der transporteres med nettonedbøren uden nedbrydning og sorption.

For kvælstof betyder tidsfaktoren mindre fordi der for de overfladenære zoner sker en hurtig afstrømning og nye tiltag vil derfor slå igennem her, hvorimod der i de dybere magasiner sker en naturlig reduktion i reducerende miljøer, så selvom der er lang respons tid i de dybere magasiner vil nedbrydningen sikre at disse magasiner ikke vil påvirke det akvatiske miljø langt tid ud i fremtiden.

Spørgsmålet er nu om der i perioden efter 2000 og frem til i dag er fremkommet ny viden der kan supplere vurderingerne fra 2000.

Kilderne til ny viden er bl.a.:

- Igangværende undersøgelser ved GEUS bl.a. rapporteringen af DK-modellen i Ferskvandets kredsløb, som har givet ny viden om vandbalancen og forskellige afstrømningskomponenter på landsplan
- Igangværende forskning (bl.a. PhD studie om grundvandsdannelse hvor der indgår forskellige aldersdateringsmetodikker som forventes afsluttet i 2004 og et PhD studie igangsat i 2003 om nitratmodellering på stor skala)

Da de igangværende forskningsaktiviteter endnu ikke er afsluttede, er det valgt at basere betragtningerne i nærværende notat på resultater af DK-modellens vandbalance og den nye forståelse af vandkredsløbets komponenter der er fremkommet med NOVA temarapporten om Ferskvandets Kredsløb.

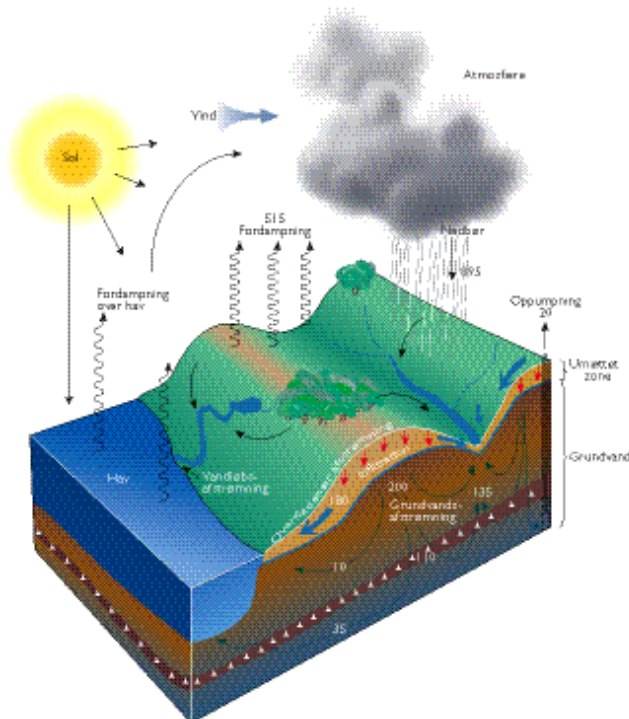
Metodik på simpel vurdering af transporttid baseret på Ferskvandets Kredsløb

I Ferskvandets kredsløb (Henriksen og Sonnenborg, 2003) er der på baggrund af DK-model opstillet vandbalancer for 10 deloplande og en vandbalance for hele landet for perioden 1991-2000. Denne vandbalance indeholder flere komponenter bla. nettonedbør, grundvandsdannelse til magasiner i forskellige dybde, afstrømning fra grundvand til vandløb, underjordisk afstrømning til hav og vandindvinding. "DK-model" repræsenterer en skala på 1x1 km og den er derfor for grov til at der med modellen kan foretages egentlige stoftransportsimuleringer. Men da tidskonstanten for hvornår en effekt vil slå igennem i vandmiljøet er stærkt afhængigt af fordelingen af afstrømning på de forskellige komponenter 1) overfladenær afstrømning og dræn, 2) afstrømning fra øvre magasiner og 3) afstrømning fra dybere magasiner, så kan man lave en stærkt forenklet vurdering af hvornår en ændring i belastningen vil slå igennem ved simple (og gennemskuelige) antagelser af transporttiden for de 3 ovennævnte hovedkomponenter.

Det er her antaget at transporttiden for disse komponenter udgør

- Overfladenær afstrømning og dræn: transporttid 0-5 år (fordelingsfunktion: jævnt fordelt)
- Afstrømning fra øvre magasiner ned til 30-50 m's dybde: transporttid 5-50 år (jævnt fordelt)
- Afstrømning fra dybere magasiner >30-50 m's dybde : transporttid 50-250 år (jævnt fordelt)

På landsplan udgør nettonedbøren i alt ca. 16 mia. m³/år svarende til 380 mm/år. Overfladenær afstrømning og dræn udgør i alt 170 mm/år. Grundvandsdannelsen til de øvre magasiner udgør 200 mm/år, heraf siver ca. 110 mm/år (4,7 mia. m³/år) videre ned til de dybe magasiner, se figur 1.

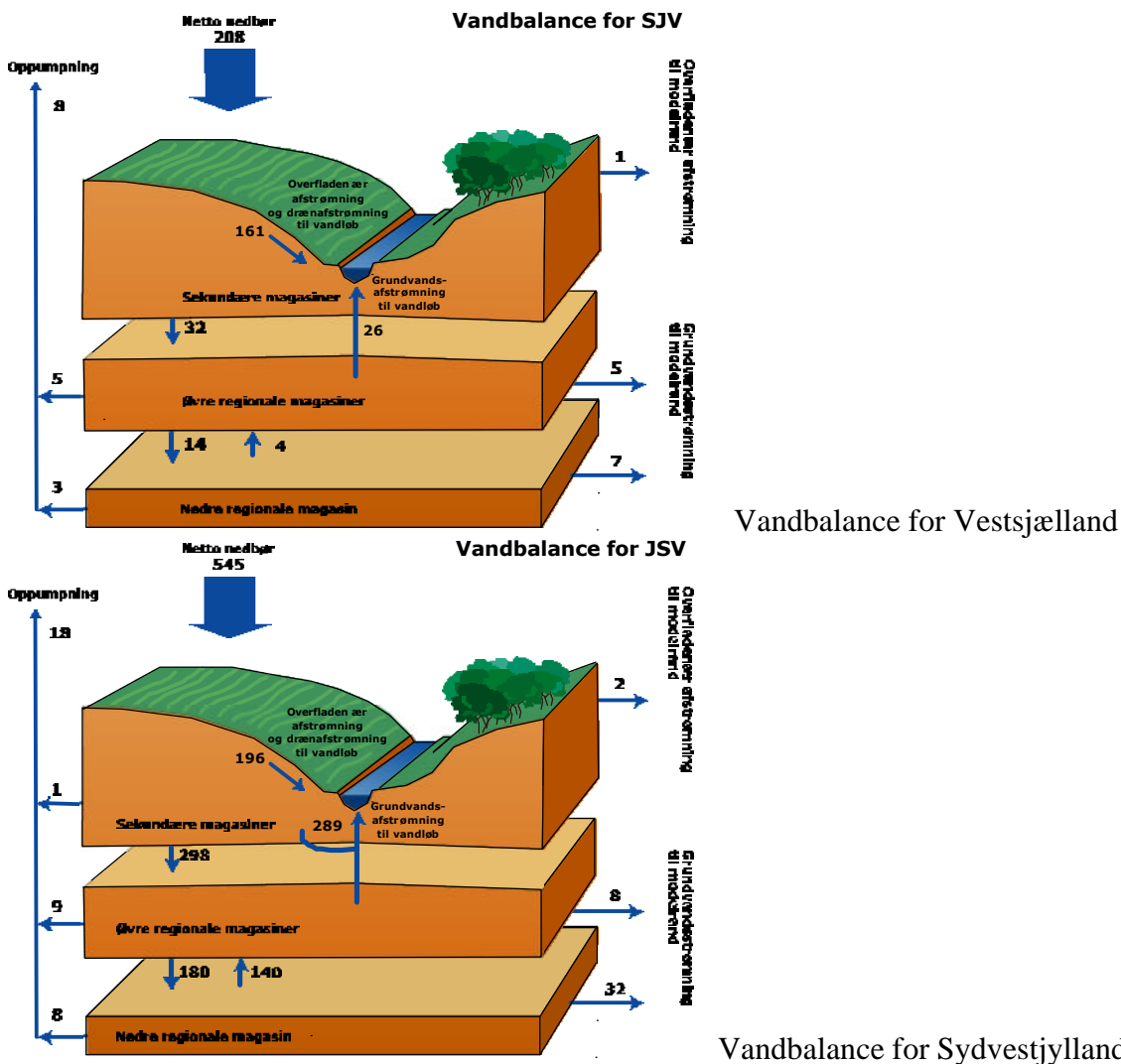


Figur 1 Vandbalance for hele landet (Kilde: Henriksen og Sonnenborg, 2003)

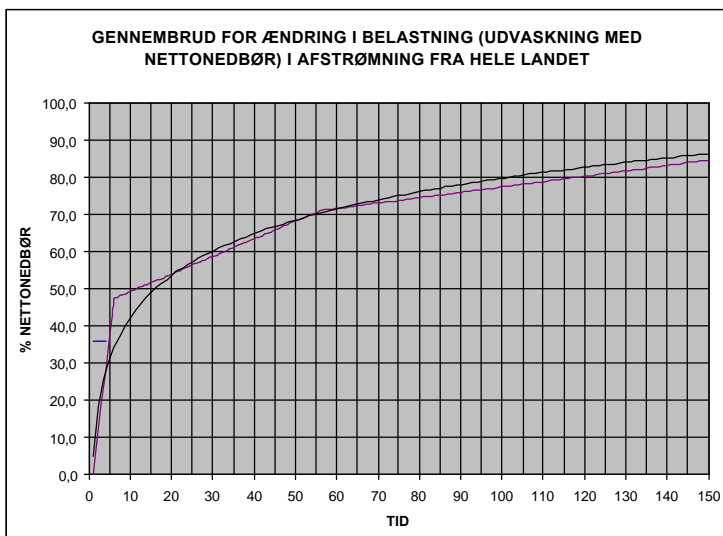
Opdelingen på øvre og dybere magasiner er defineret som en dybde på ca. 30-50 m (typisk beliggende i toppen eller lidt dybere end overgangen fra oxideret til reduceret zone). Vandbalancer for samtlige 10 deloplande fremgår af rapporten. Deloplandene udgør 4000-6000 km² og repræsenterer dermed gennemsnitsværdier (der kan være stor variation fra opland til opland). Det er valgt nedenfor at præsentere resultater fra hele landet, Vestsjælland og Sydvestjylland. Resultaterne for Vestsjælland repræsenterer således et område med typisk moræneler og begrænset grundvandsdannelse til de dybere grundvandsmagasiner (relativ hurtig transporttid til overfladevand). Resultaterne for Sydvestjylland repræsenterer et sandet opland med relativ stor transporttid til overfladevand på grund af en betydelig nedsivning til både det øvre og det dybere grundvand og en mere begrænset overfladenær afstrømning og drænastrømning.

Resultater

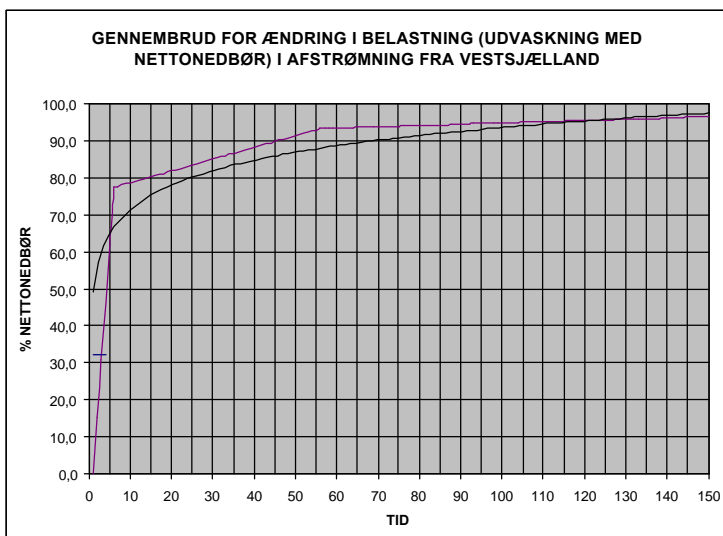
I nedenstående figur 2 er resultaterne for vandbalancen vist for Vestsjælland og Sydvestjylland, mens beregnede transporttider er vist i figur 3 (vist tilnærmet med logaritmisk kurve).



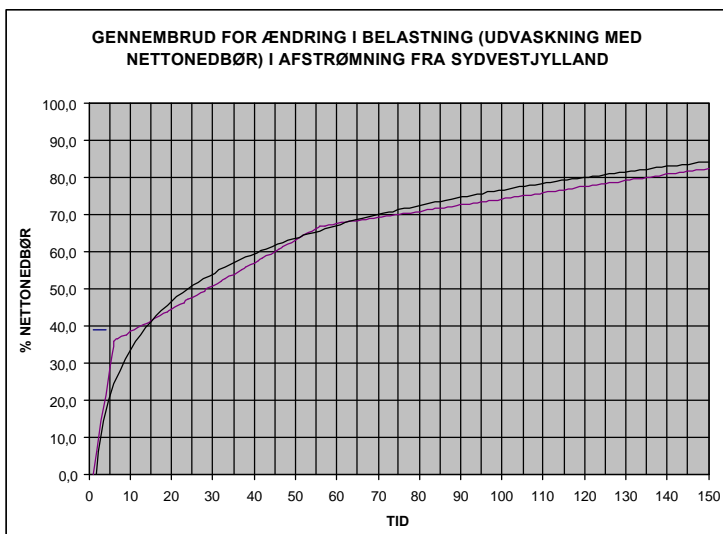
Figur 2 Vandbalancer for Vestsjælland og Sydvestjylland



hele landet



Vestjylland



Sydvestjylland

Figur 3 Simple beregninger af transporttider (% gennembrud for konservativt stof) for hele landet, Vestjylland og SV Jylland. Tid er i år. Logaritmisk udglatning.

Diskussion

Af de simple beregninger ud fra DK-modellens vandbalance og de logaritmisk tilnærmede gennembrudskurver for et konservativt stof fremgår det at der går ca. 10 år i Sydvestjylland før 1/3 af belastningen er slået igennem og ca. 60 år før 2/3 er slået igennem. For Vestsjælland vurderes 1/3 af ændringen i belastningen at være slået igennem indenfor ca. 3 år og 2/3 at være slået igennem efter ca. 6 år. Mens gennembruddet for 1/3 er ret ensartet for alle morænelersområder varierer 2/3 gennembruddet meget fra opland til opland fra mellem ca. 4 år (Fyn) til ca. 20 år (Sydøstjylland).

Der er stor usikkerhed på de beregnede "antal år" ved f.eks. 2/3 gennembrud, men pointen er her at der er meget markant forskel fra opland til opland (f.eks. fra Vestsjælland til Sydvestjylland), afhængigt af hvor stor en del af nettonedbøren der siver ned gennem de øvre og dybere magasiner og dermed indgår i den del af kredsløbet, der har stor opholdstid. I lerområder er denne andel meget begrænset hvorved gennembruddet samlet set bliver relativt hurtigt (4-20 år for 2/3 af gennembruddet).

Der er anvendt en meget simpel metodik hvor der er lavet stærkt forenkede betragtninger af transporttiden. I forhold til vurderinger fra år 2000 er det kun opholdstiden i de dybere magasiner som i nærværende vurdering er reduceret noget i forhold til tidligere skøn. Opholdstiden vurderes her til 55-250 år.

Modellering fra Vårby og Svendborg fra år 2000 angav en 10 % fraktil på 35-80 år og en 50 % fraktil på 100-250 år for ankomst ved kildepladser og denne er formentlig rimelig repræsentativ for afstrømningen til vandløb fra dybere magasiner, og svarer meget godt til det skønnede interval på 55-250 år. En lille del af den dybe afstrømning er længere tid undervejs (det ser vi bort fra i nærværende beregning).

Afstrømningen fra grundvand og ankomsten til større vandløb i notatet fra 2000 (DMU, 2000) på 12-15 år (50 % fraktil) er lidt hurtigere end skønnet af gennembrudstiden fra de øvre magasiner (5-55 år). Her skal det dog præciseres at man ikke umiddelbart kan sammenligne ankomst i grundvandsafstrømning til større vandløb med den her beregnede transporttid gennem øvre magasiner. Intervallet på 5-55 år underbygges af aldersdateringer med CFC fra grundvandsovervågningen hvor man i nitratholdige filtre typisk finder aldre på 10-55 år.

Drænafstrømningen i notatet fra 2000 indeholder en sammeblending af afstrømning fra dræn med kort opholdstid og drænafstrømning i form af grundvand fra grundvandsmagasiner, og har derfor en større spredning end vurdering i nærværende simple beregninger. Gennemsnitsopholdstiden på 0-5 år er dog rimelig fornuftig idet der også vil være en vis forsinkelse i rodzonen og umættet zone.

Det er ikke muligt at validere disse simple gennemsnitsbetragtninger over % - vis gennembrud ud fra aldersdateringer. Dertil kommer at der i praksis er en række usikkerheder på aldersdateringer, som der i øjeblikket fokuseres på i forbindelse med et PhD studie (resultater foreligger endnu ikke).

Nærværende betragtninger gælder kun for et konservativt stof (ingen sorption eller nedbrydning). Der er i 2003 igangsat et PhD studie der kigger på kvælstoftransport på oplandsbasis. Resultater herfra kan tidligst foreligge i løbet af et par år.

Referencer

DMU (2000) Vandmiljøplan II Midtvejsevaluering. DMU. December 2000.

Henriksen, H.J. og Sonnenborg, A. (2003) Ferskvandets Kredsløb. NOVA temarapport. Maj 2003.
www.vandmodel.dk.

Iversen, T.M. (2000) En indsats for fremtiden. Landbrugets kvælstofregnskab. DMU nyt nr. 4, December 2000.