

## Indhold

Implementering af økologiske flow variable og udnyttelsesgrader  
*Seniorrådgiver Hans Jørgen Henriksen, GEUS*

Water Footprint  
Hvad er det? Hvordan kan det bruges i vandforsyningen?  
*Lektor Martin Rygaard, DTU Miljø*

Veolia Water Impact Index. Metode og eksempler på anvendelse  
*Teknologidirektør Erik Bundgaard, Krüger A/S/ Veolia*

Ferskvandspåvirkningen i sammenhæng med andre miljøindikatorer  
– livscyklusvurdering af forsyningsaktiviteter  
*ErhvervsPhD Berit Godskesen, HOFOR*

Vandbalance på lokal skala versus regional skala  
*Hydrogeolog Jan Kürstein, ALECTIA A/S*

Giber Å – påvirket og kompenseret  
*Civilingeniør Niels Cajus Pedersen, Aarhus Kommune*

Udfordringer indenfor grundvandsområdet i Region Midtjylland  
En interviewundersøgelse.  
*Chefkonsulent Rolf Johnsen, Region Midtjylland*

Til notater



## IMPLEMENTERING AF ØKOLOGISKE FLOW VARIABLE OG UDNYTTESGRADER

Seniorrådgiver Hans Jørgen Henriksen  
GEUS  
hjh@geus.dk

GEUS har for Naturstyrelsen i forbindelse med Vandområdeplaner opstillet og implementeret en ny metodik for vurdering af recipient bæredygtighed på basis af nye økologiske flow indikatorer fra Århus Universitet (Graeber et al., 2014). Desuden er der foretaget en vurdering af akvifer bæredygtighed baseret på forekomsternes udnyttelsesgrad beregnet ud fra samlet indvinding fra hver enkelt forekomst og modelberegnet grundvandsdannelse ved aktuel indvinding. Forekomster hvor udnyttelsesgraden overstiger 30 % er detailvurderet ved ekspertgennemgang.

Grundvandsindvindingens betydning for det hydrologiske regime og vandløbenes økologiske tilstand (recipient bæredygtighed) er vurderet på landsplan for smådyr (DVFI) og fisk (DFFVa). Opgørelsen er foretaget for knap 3000 ID15 deloplande og efterfølgende relateret til ca. 400 grundvandsforekomster. Vurderingen er foretaget for tre forskellige sandsynligheder for forringet tilstand (hhv 20-50 %, 50-80 % og >80%).

GEUS har videreudviklet DK model i forbindelse med implementeringen af de nye økologiske indikatorer og tilføjet 6000 km nye vandløb og andre model opdateringer (spildevandsudledning, dynamisk nedbørskorrektion, rodzoneparametre), hvorefter der er foretaget invers modelkalibrering med PEST, og gennemregnet scenarier for aktuel indvinding og nul indvinding (Henriksen et al. 2014/2015). Beregnede ændringer på indikatorer på ID15 deloplandsniveau er herefter relateret til ca. 400 grundvandsforekomster (jf. ny 3D GIS afgrænsning) og sandsynlighed for reduceret tilstand vurderet.

De nye indikatorer består af en række hydrologisk regime variable udover en stedfortræder for fysisk tilstand (Sin: slyngningsklasse, Fre1: antal hændelser/pulser pr. år over Q50, Q90/Q50 ekstremitet af low flow, Fre25: antal hændelser/pulser over Q25, Fre75: antal hændelser pr. år under Q75, BFI: baseflow index og DUR3: varighed af store afstrømningshændelser over 3x Q50). Udnyttelsesgrad for de 400 grundvandsforekomster er baseret på programmering af en algoritme (MatLab), der udtrækker resultater for oppumpning og grundvandsstrømning direkte fra MIKE SHE's resultatfiler, og opsummerer oppumpning og grundvandsdannelse (nedadrettet, horisontal og evt. opadrettet) for hver forekomst. Som tærskel værdi for den indledende screening er anvendt en max udnyttelsesgrad på 30 %.

Resultater for recipient bæredygtighed viser, at der er en væsentlig ændring i forhold til tidligere lignende studier (Henriksen et al., 2008; Henriksen og Refsgaard, 2013), hvor man har anvendt krav til ændringer i minimumsvandføringen i vandløbene, som en indikator for hvor godt smådyr og fisk trives. På et > 80 % sandsynlighedsniveau for tilstandsforringelse, kriteriet der er anvendt i vandområdeplan sammenhæng, er udpeget 1 grundvandsforekomst i Hovedstadsområdet som værende overudnyttet.

På et > 20 % sandsynlighedsniveau for tilstandsforringelse udpeges i alt ca. 100 ID15 deloplande relateret til i alt 24 grundvandsforekomster, der dækker en betydelig del af Jylland, Fyn

og Sjælland (se Figur 1). Screeningen for akvifer bæredygtighed resulterede i 20 grundvandsforekomster med en udnyttelsesgrad > 30 %. Et ekspertgennemgang af de 20 grundvandsforekomster resulterede i en klassificering af de 20 forekomster i kategorierne 'Ringe tilstand', 'God tilstand' og 'I risiko'. Et par mindre grundvandsforekomster havde ikke tilstrækkeligt datagrundlag til en nærmere vurdering. I alt 3 forekomster blev udpeget med ringe tilstand (Se Figur 1) på baggrund af gennemgang af bl.a. kemiske tilstandsvurdering og trend analyser.

Analysen viser, at indvindingen er bæredygtig i store dele af landet (bortset fra tre forekomster), idet nye biologiske kvalitetselementer er mindre følsomme over for ændringer i de hydrologiske forhold i vandløbene end mere simple beskrivelser baseret på minimumsvandføringen (medianminimum), som man hidtil har reguleret vandindvindingen efter. Analysen viser samtidig, at der er brug for nye undersøgelser, inden man kan konkludere, at vi kan øge vandindvindingen til vandværker eller fx markvanding i Vestjylland (Henriksen et al., 2015).

Det drejer sig bl.a. om inddragelse af klima-effekter og ikke mindst en nøjere belysning af modelusikkerheden på de nye biologiske kvalitetselementer, fordi der er stor usikkerhed forbundet med at oversætte de hydrologiske forhold i vandløbene til biologisk trivsel.

### **Litteraturhenviisning**

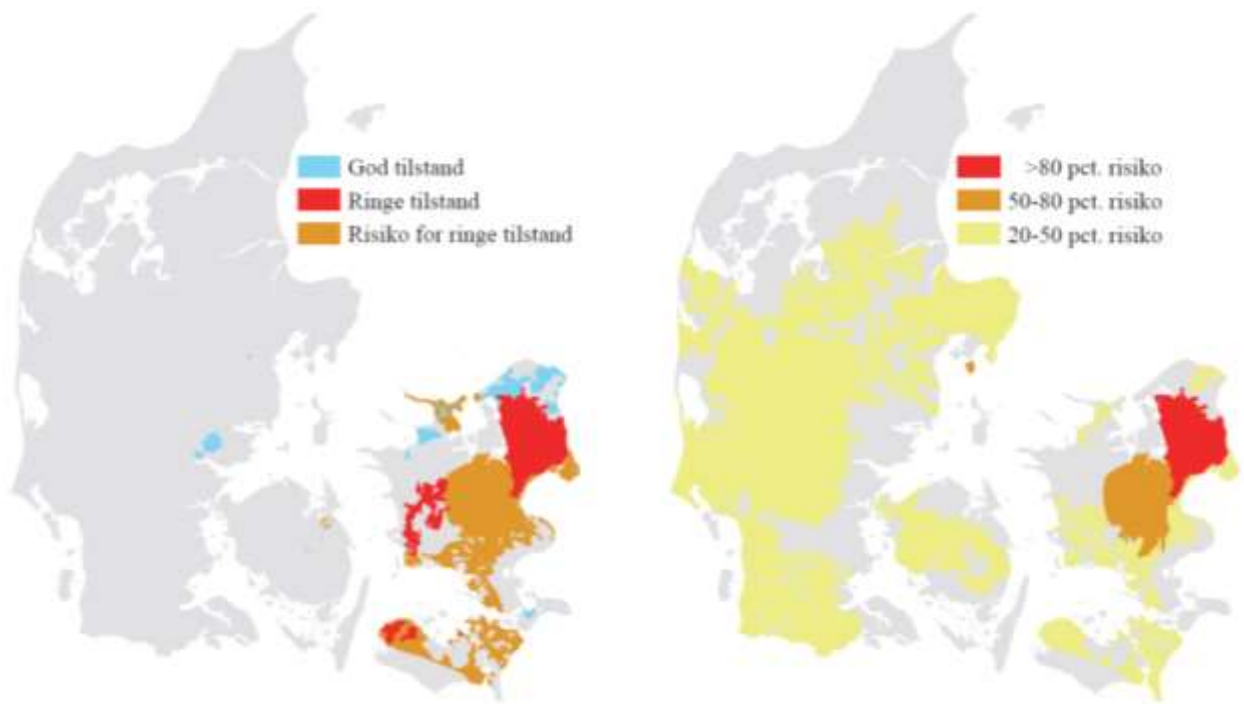
Gräber, D, Wiberg-Larsen, P, Bøgestrand J og Baattrup-Pedersen, A. (2014) Vurdering af vandindvinding på vandløbs økologiske tilstand Implementering af retningslinjer for effekten af vandindvinding i forbindelse med vandplanlægning og administration af vandforsyningsloven. Notat fra DCE. Nationalt center for miljø og energi. 27. august 2014.

Henriksen, HJ, Rasmussen, J, Olsen, M, He, X, Jørgensen, LF, Troldborg, L. 2014 Implementering af modeller til brug for vandforvaltning. Delprojekt: Effekt af vandindvinding. Konceptuel tilgang og validering samt tilstandsvurdering af grundvandsforekomster. Udarbejdet for Naturstyrelsen. GEUS rapport 2014/74.

Henriksen, HJ, Stisen, S, Troldborg, L, He, X og Jørgensen, LF. 2015. Analyse af øget indvinding til markvanding. Vandløbspåvirkning på ID15 niveau for nuværende markvanding samt 25 %, 50 % og 100 % øget markvanding. GEUS rapport 2015/29.

Henriksen HJ, Troldborg L, Højberg AL, Refsgaard JC (2008) Assessment of exploitable groundwater resources of Denmark by use of ensemble resource indicators and a numerical groundwater-surface water model. J Hydrol 348(1-2): 224-240

Henriksen, HJ. og Refsgaard, JC. (2013) Sustainable groundwater abstraction. Review report. GEUS rapport nr. 30/2013



Figur 1. Resultat af vurdering af akvifer bæredygtighed efter detailvurdering af 20 forekomster med udnyttelsesgrad over 30 % (venstre) og vurdering af recipient bæredygtighed (højre) på grundvandsforekomst niveau, ud fra relaterede ID15 oplande med reduceret økologisk tilstand.

## WATER FOOTPRINT HVAD ER DET? HVORDAN KAN DET BRUGES I VANDFORSYNINGEN?

Lektor Martin Rygaard  
DTU Institut for Vand og Miljøteknologi  
mryg@env.dtu.dk

De seneste årtier har vi oplevet et støt stigende fokus på tilgængeligheden af vand til befolkningen, industrien, landbruget og økosystemer. Organisationer og forskningsgrupper kloden rundt har udviklet forskellige metoder til opgørelse af den tilgængelige ferskvandsressource og opgørelserne publiceres løbende.

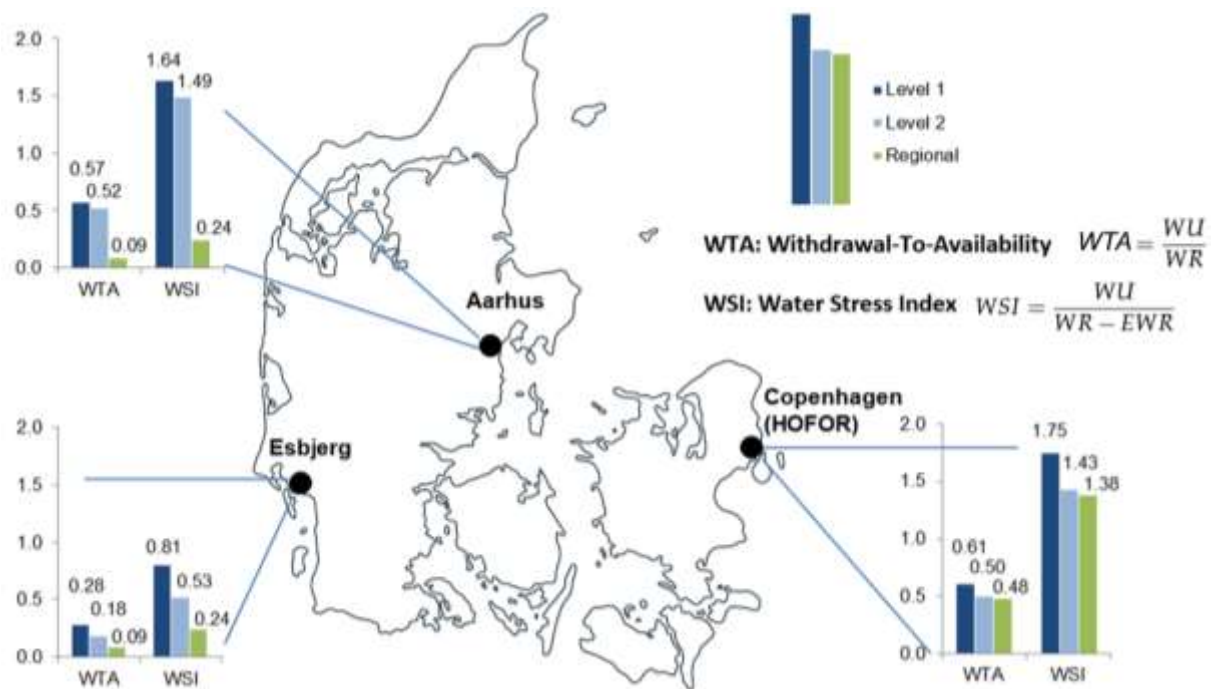
Fx har Gleeson et al. (2012) beregnet, at verdens grundvandsressourcer udnyttes 3,5 gang mere, end hvad der er bæredygtigt, og at mere end 1,7 milliarder mennesker er afhængige af overudnyttede grundvandsressourcer. Normalt viser sådanne globale opgørelser, at Danmark som helhed ikke overudnytter sin grundvandsressource, men hvad sker der, når skalaen ændres, og der ses på den enkelte vandforsynings indvinding i lokalområdet?

I denne præsentation vil jeg gennemgå forskellige metoder til opgørelse af udnyttelsesgraden af den tilgængelige ferskvandsressource med fokus på water footprint, Danmark og grundvandsressourcen. Vi har beregnet Water-to-availability (*WTA*) og Water-stress-impact (*WSI*) for forskellige oplandskalkaer:

$$WTA = \frac{WU}{WR} \text{ samt } WSI = \frac{WU}{WR - EWR}$$

hvor *WU* er vandforbruget, *WR* er den fornybare vandressource, og *EWR* er vandmængden, der er nødvendig for at opretholde de naturlige økosystemer. Størrelserne ( $\text{m}^3/\text{år}$ ) kan indhentes fra forsyningernes indvindingsplaner samt de stedsspecifikke vandplaner. *WTA* og *WSI* er enhedsløse, og hvis værdien er større end 1, er ressourcen overudnyttet, mens værdier mindre end 1 repræsenterer forskellige niveauer af vandstress fra uproblematisk (nær 0) til alvorligt (nær 1).

Vi har benyttet metoden til at beregne presset på grundvandsressourcen for tre danske vandforsyninger (Hybel et al. 2015). Resultaterne viser ikke overraskende den største udnyttelsesgrad, når der fokuseres alene på den lokale grundvandsforekomst, der er direkte påvirket af vandforsyningens indvinding (Level 1). Udnyttelsesgraden falder, når skalaen udvides til vandplansoplande (level 2) samt den regionale skala (Figur 1). Det er bemærkelsesværdigt, at vores opgørelse, der følger metoder, som er identiske med internationale opgørelser (fx Gleeson et al. 2012), viser en overudnyttelse ( $WSI > 1$ ) for både København og Aarhus, når opgørelsen foretages på mindre skalaer.



Figur 1. Opgørelse af udnyttelsesgraden for tre danske vandforsyninger på varierende geografiske skalaer: Level 1 - den påvirkede grundvandsforekomst, Level 2 – det lokale vandplansopland, samt regional opgørelse (henholdsvis Jylland og Sjælland). Figur efter (Hybel et al. 2015).

Da der ikke findes nogen universelle retningslinjer for valg af skala ved opgørelse af ferskvandspåvirkningen, viser vores resultater mulighed for både fejlfortolkning og flertydige konklusioner, hvis ikke det gøres tydeligt, hvordan opgørelsen er afgrænset, og det kan være vanskeligt at sammenligne opgørelser på tværs studier.

## Litteratur

Gleeson, T. et al., 2012. Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature*, 488(7410), pp.197–200. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22874965> [Accessed August 6, 2013].

Hybel, A.-M., Godskesen, B. & Rygaard, M., 2015. Selection of spatial scale for assessing impacts of groundwater-based water supply on freshwater resources. *Journal of environmental management*, 160, pp.90–7. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479715300992> [Accessed September 12, 2015].

# VEOLIA WATER IMPACT INDEX METODER OG EKSEMPLER PÅ ANVENDELSE

Teknologidirektør Erik Bundgaard  
Krüger A/S  
eb@kruger.dk

## Baggrund

Carbon footprint beregning har været veletableret i en del år. Dette gælder i langt mindre grad, når det drejer sig om at kvantificere vandforbruget, der sker i forbindelse med vores forretningsaktiviteter, produktioner og tjenesteydelser. Veolia Vand har i 2010 udviklet Water Impact Index (WIIX), som en indikator, der muliggør en samlet vurdering af virkningen af menneskelig aktivitet på vandressourcerne. Da vand, kulstof og økonomi bliver mere sammenflettet, er hensigten at komme med et værktøj, der er baseret på bæredygtighed og kan bruges i en beslutningsproces.

Udvikling og brug af WIIX er et middel til at opnå "Vandeffektivitet", hvor Vandeffektivitet kan defineres, som det at behandle og forbruge vand på en miljømæssig bæredygtig måde. Vandeffektivitet er også at behandle brugt vand til genbrug eller udledning med de nødvendige hygiejniske og vandkvalitetsmæssige parametre på en forsvarlig måde uden at forringe eller ødelægge det eksisterende vandmiljø.

## Metode

Water Impact Index udvider den eksisterende volumen-baserede måling af vandudnyttelse ved at indarbejde flere faktorer, såsom volumen, ressource stress og vandkvalitet. WIIX kvantificerer påvirkningen af menneskelig aktivitet på vandressourcerne og giver en metode til at fastlægge positive og negative konsekvenser af, hvordan vandressourcerne forvaltes. Det nye værktøj giver yderligere parametre, der er nødvendige for at træffe informerede valg om effektiv vandforvaltning, og en bedre forståelse af hvordan vandressourcer og menneskelige aktiviteter kan styres til at udligne vores kollektive miljøpåvirkning.

Opnåelse af dette kræver kendskab til samfundets tekniske produktionsapparat, kombineret med de teknologiske muligheder der er inden for vandbesparelser, - genbrug og -rensning.

I WIIX bruges følgende parametre:

- Volumen af vand, der bruges
  - Vand, der indvindes
  - Vand frigivet
- Vand kvalitet
  - Vand, der indvindes
  - Vand frigivet
- Lokal hydrologiske sammenhæng
  - Ferskvands knaphed/tilgængelighed
  - Resource type





Water Impact Index viser hvilken reduktion, der er sket i den tilgængelige vandressource ved en given aktivitet. WII gør det således muligt at vurdere, hvorledes andre forbrugere af vandet (både mennesker og økosystemet) potentielt bliver frataget fra denne ressource. Enheden udtrykkes i "m<sup>3</sup> – Water Impact Index - equivalent"

### Resultater

WII er universalt, men tager i høj grad hensyn til de lokale forhold.

Vandeffektivitet består ikke kun i at bruge så lidt vand som muligt og gøre det brugte vand så rent som muligt. Det er i lige så høj grad nødvendigt at se på det ressourceforbrug, der er for at opnå dette:

Udstyr, Energi, Vand og Kemikalier. – og hvilken kvalitet og mængde af vand man rent faktisk har brug for. Dvs. den løsning, der er den bedste på én lokalitet, er ikke nødvendigvis den bedste et andet sted i verden.

Af konkrete eksempler kan nævnes:

- Vandforbrug/distribution:
- Genbrug af vand fra ressourcegenvinding.
- Brug af vand med lavere kvalitet til specielle formål.
- Behandling af vand (regnvand, spildevand) for genbrug til rekreative formål

### Perspektivering

Krævede teknologier:

Monitering (sensorer og databehandling) af vandkvalitet, fysisk/kemiske/biologisk),

Monitering af vandforbrug, (lækager, spild)

Modellering af vandforbrug og regulering af produktion: Oplagring og distribution vs. smart grid muligheder)

Separations teknologier i industrien: inddampning/destillation, filtrering/membraner.

Hygiejniserings: Desinfektions udstyr og monitoringsudstyr.

Infiltration af grundvand og regnvand i kloaksystemer, (= spild af potentielle rentvandsressourcer?)

Formindsket forurening af råvands-kilder/recipenter med spildevand (overløbsvand behandling)

MEN, vi mangler stadig at sætte rigtig pris på vand. Vand bliver i dag betragtet som en positiv eksternalitet, ikke ved sin sande værdi. Derfor er udviklet begrebet "True cost of water", som et økonomisk beslutningsværktøj.

# FERSKVANDSPÅVIRKNING I SAMMENHÆNG MED ANDRE MILJØINDIKATORER – LIVSCYKLUSVURDERING AF FORSYNINGSAKTIVITETER

ErhvervsPhD Berit Godskesen  
HOFOR  
bego@hofor.dk

## Baggrund og formål

Livscyklusvurdering (LCA) er et omfattende og dominerende beslutningsstøtteværktøj til miljøevaluering, der er i stand til at evaluere miljøpåvirkningen af produkter eller systemer fra vugge til grav. Anvendelsen af LCA rækker over mange områder og for nyligt også vandsystemer (Godskesen *et al.*, 2011). En mangel i standard LCA-værktøjet i dag er, at det ikke omfatter påvirkningen af indvinding af ferskvand - f.eks. grundvandsindvindingen. Derfor indeholder arbejdet også videreudvikling af en eksisterende metode til at evaluere påvirkningen af grundvandsindvindingen og integration i standard LCA'en.

Det primære formål i denne præsentation, er at vise anvendeligheden og styrken i at anvende LCA inklusiv ferskvandspåvirkning til at vurdere miljøpåvirkningen af vandsystemer gennem 2 aktuelle problemstillinger: 1) en sammenligning af vandforsyning i dag med 4 alternative vandforsyningsteknologier, der kan opfylde vandplanerne; og 2) sekundavandsforsyning af den nye bydel Nordhavn.

## Metode, teknik,

Problemstilling 1: LCA blev anvendt til at sammenligne miljøpåvirkningen af Københavns vandforsyning, som den er i dag med 4 cases, som er relevante i forbindelse med planlægning af den fremtidige vandforsyning. De 4 cases var:

- Regnvandsopsamling fra et kvarter i indre by med rensning af vejvand i dobbeltporøst filter og efterfølgende UV-behandling af både tag- og vejvand. Vandet betragtedes anvendt til toiletskyl og tøjvask,
- Kompenserende foranstaltninger hvor vandløb med lav sommervandføring tilførtes sø- eller grundvand for at opfylde betingelserne i Vandrammedirektivet,
- Etablering af nye kildepladser 20 km længere væk fra byen i forhold til i dag, og
- Afsaltning af havvand

Systemerne omfattede hovedprocesserne: a) vandindtag, b) vandbehandling, c) distribution samt d) transport og behandling af spildevand. Udover rørmaterialer og energiforbrug til distribution omfattede denne proces også effekterne i husholdningen af det blødere vand. De 4 cases leverer vand af forskellige hårdheder, og for at de er sammenlignelige inddrages disse effekter (Godskesen *et al.*, 2012).

En eksisterende metode (Lévová & Hauschild, 2011) til opgørelse af ferskvandsindvindings påvirkning på regional skala blev i dette arbejde videreudviklet til at kunne indgå i LCA'en som en miljøpåvirkningskategori på de lokale grundvandsoplande, som berøres af indvindingen til København.

Problemstilling 2: I et arbejde med at vurdere bæredygtigheden af 4 koncepter til alternativ vandforsyning i en nyetableret bydel i Nordhavn (Rygaard *et al.*, 2013 & 2014) blev LCA (inkl. ferskvandspåvirkning, se ovenfor) anvendt til miljøevaluering af disse samt vandforsy-

ningen som i dag (K0). De 4 koncepter var:

- K1: Forurenet lokalt grundvand,
- K2: Afsaltet havvand (sekundavand),
- K3: Afsaltet havvand (drikkevandskvalitet),
- K4: Recirkulering af gråt vand

## Resultater

I den første problemstilling viste standard LCA'en, at regnvandsopsamling er den mest miljøvenlige teknologi efterfulgt af de cases, som anvender grundvand som ressource. Den mindst favorable case er afsaltning af havvand. Ved at inddrage påvirkningen af grundvandsindvindingen i standard LCA'en ændres rækkefølgen af de relevante cases delvist sådan at regnvandsopsamling og afsaltning af havvand er mere fordelagtige sammenlignet med de grundvandsbaserede cases. I den anden problemstilling fandt vi, at når ferskvandspåvirkning er inddraget i standard LCA'en har afsaltet havvand den laveste miljøpåvirkning, mens den højeste påvirkning findes hos de grundvandsbaserede koncepter.

Vores erfaringer med at anvende LCA på vandsystemer er, at vi opnår et resultat indeholdende de væsentlige miljøparametre, såsom drivhuseffekt, næringsstofberigelse, forsurening og smogdannelse. Vi erfarede også, at det er vigtigt at inddrage parameteren ferskvandspåvirkning, for at få et fuldt beslutningsstøttegrundlag for miljøpåvirkningen af de udvalgte cases samt gøre dem sammenlignelige.

## Konklusion og perspektivering

Vi fandt at LCA er et godt værktøj til at miljøevaluere vandsystemer, da det inddrager de væsentligste miljøparametre, og at det er et stærkt redskab til beslutningsstøtte. Vi håber at LCA i fremtiden vil blive anvendt endnu mere på vandområdet til at kvantificere miljøpåvirkningen af et eventuelt valg f.eks. mellem forskellige teknologier. På denne måde sikrer vi at miljø indgår som beslutningsstøtte.

## Litteraturhenviisning

- Godskesen B., Hauschild M. Z., Rygaard M., Zambrano K. C. & Albrechtsen H. J. (2012). Life cycle assessment of central softening of very hard drinking water. *Journal of environmental management*. **105**, 83-89.
- Godskesen B., Hauschild M. Z., Rygaard M., Zambrano K. C. & Albrechtsen H. J. (2013). Life-cycle and freshwater withdrawal impact assessment of water supply technologies. *Water Research*. **47**, 2363-2374.
- Godskesen B., Zambrano K. C., Trautner A., Johansen N. B., Godskesen B., Rygaard M., Albrechtsen H. J., Johansen N. B., Thiesson L., Andersen L., Clauson-Kaas J., Neidel T. L., Andersen L., Clauson-Kaas J., Neidel T. L. & Kløverpris N. H. (2011). Life cycle assessment of three water systems in Copenhagen-a management tool of the future. *Water Science & Technology*. **63**(3), 565-572.
- Lévová T. & Hauschild M. Z. (2011). Assessing the impacts of industrial water use in life cycle assessment. *CIRP annals*. **60**(1), 29-32.
- Rygaard M. et al. (2013). Sekundavand i Nordhavn – en forundersøgelse til strategi for alternativ vandleverance. DTU Miljø. Rapport (IP12) fra Innovationsnetværket Vand i Byer, klimatilpasning og innovation.
- Rygaard, M., Godskesen, B., Jørgensen, C., Hoffmann, B., 2014. Holistic assessment of a secondary water supply for a new development in Copenhagen, Denmark. *Sci. Total Environ.* 497-498C, 430–439.

## VANDBALANCE PÅ LOKAL VERSUS REGIONAL SKALA

Hydrogeolog Jan Kürstein  
ALECTIA A/S  
jnku@alectia.com

### Baggrund og formål

Når den bæredygtige indvinding skal opgøres er vandbalancen essentiel. Vandbalancen kan opgøres på større eller mindre skala, f.eks. for et grundvandsmagasin eller en grundvandsforekomst. Vandbalancen og den bæredygtige indvinding kan godt variere indenfor en grundvandsforekomst og dette er især vigtig for kommunerne der administrerer vandressourcen.

I Danmark opereres især med 4 indikatorer for bæredygtig indvinding /1/ der både relaterer til påvirkningen af selve grundvandsmagasinet (Safe yield) samt i forhold til relaterede økosystemer. Indikatorerne er især operationelle på større skala, på grundvandsmagasin niveau eller grundvandsforekomst. Men kommunerne kan derudover have et behov for at vurdere den bæredygtige indvinding på mere lokalt niveau – og hvordan fungerer disse indikatorer når man går ned på lokalt niveau.

### Metode, teknik

Med baggrund i Helsingør Kommunes integrerede hydrologiske model er analyseret regionale og lokale vandbalancer, påvirkning af vandløb samt påvirkning af grundvandspotentialet i området. Området er opdelt i tre underområder på baggrund af indvindings- og potentialeforhold. De enkelte delområder sammenholdes med anerkendte indikatorer for bæredygtig indvinding /1/ der primært er anvendt på større skala.

Bæredygtighedsindikatorerne sammenlignes med lokale kemiske parametre helt ned på borningsniveau ved et vandværk for at vurdere om der er sammenhæng mellem bæredygtighedsindikatorerne og de lokale grundvandskvalitetsmæssige forhold.

Resultaterne fra Helsingør suppleres med data fra Greve området, hvor der gennem mange år har været en intensiv udnyttelse af grundvandet.

### Resultater

Ifølge vandbalancer og øvrige resultater overholdes alle bæredygtigheds indikatorer i Helsingør området som helhed. Dog indvindes der i et større delområde over 50 % af grundvandsdannelsen til grundvandsmagasinet (kalken). Det lokale vandværk har som følge af indvindingen et forhøjet indhold af NVOG i mange af borerne men har derudover en fin vandkvalitet på trods af nærhed til havet og den simulerede påvirkning af økosystemer er forholdsvis begrænset og primært relateret til de nedre dele af vandløbssystemerne.

Resultatet illustrerer, at indikatorerne er et godt udgangspunkt til at vurdere den bæredygtige indvinding i området, og hvor der kan forekomme vandkvalitetsmæssige problemer, men også, at der kan indvindes bæredygtigt mere end 30 % af grundvandsdannelsen i dele af området. Magasinet er iøvrigt en del af en grundvandsforekomst, der er karakteriseret som værende i dårlig kvantitativ tilstand /2/.

I Greve området er indvindingen også intensiv og vandbalancen for området viser da også en samlet indvinding på over 50 % af grundvandsdannelsen. Ved at opgøre vandbalancen på mindre områder (deloplande til vandløb) findes en fin sammenhæng mellem størrelsen og variationen af indvindingsprocenten i området og hvor der er vandkvalitetsmæssige problemer, f.eks. problemer med forhøjet indhold af nikkel samt stor vandløbspåvirkning.

### **Konklusion og perspektivering**

Konklusionen er, at lokale vandbalancer og bæredygtighedskriterierne er et godt udgangspunkt til at vurdere den bæredygtige indvinding på mere lokal skala. Hvor langt man kan gå ned i skala afhænger af de lokale hydrogeologiske forhold.

Størrelsen af den fraktion af grundvandsdannelsen der kan indvindes er dog forskellig og kan kun estimeres ved en nærmere vurdering af de hydrogeologiske forhold.

### **Litteraturhenviisning**

/1/Hans Jørgen Henriksen & Jens Christian Refsgaard 2013: Sustainable groundwater abstraction. Review report, GEUS.

/2/ Naturstyrelsen: Vandplan Øresund 2010-2015

## GIBER Å – PÅVIRKET OG KOMPENSERET

Civilingeniør Niels Cajus Pedersen  
Aarhus Kommune  
ncp@aarhus.dk

### Baggrund og formål

Som Danmarks andenstørste kommune rent befolkningsmæssigt har Aarhus Kommune en intens indvinding af grundvand til drikkevandsforsyning. Indvindingen sker i stort set hele det åbne land i kommunen og har som en af konsekvenserne, at grundvandspotentialer sænkes, og at tilstrømningen af grundvand til blandt andet vandløb mindskes. I denne case beskrives, hvordan vandføringen i et af de store vandløb i kommunen, Giber Å, sikres, samtidigt med at indvindingen af grundvand fastholdes.

### Case – Giber Å

Siden indvindingen af grundvand på Århus Vand A/S kildeplads ved Bederværket begyndte i 1966, har der været betydelige sænkninger af grundvandsstanden i det primære grundvandsmagasin. Udstrømningen af grundvand til Giber Å er påvirket af indvindingen, men det er usikkert, hvor meget og på hvilke strækninger af åen.

Vandføringen i åen består i sommerperioderne i høj grad af tilledning af rensset spildevand fra tre mindre renseanlæg. I enkelte perioder bliver der suppleret med grundvand fra en kompensationsboring for at opfylde det tidligere Århus Amts krav om, at der som minimum skulle være en vandføring på 45 l/sek ved en målestation ved Fulden.

I spildevandsplan 2013-16 planlægges med en centralisering af renseanlæggene i kommunen, for at driften kan effektiviseres. De tre mindre renseanlæg skal derfor lukkes og der etableres afskærende ledninger til et centralt renseanlæg i Viby i Aarhus. Bidraget til vandføringen i Giber Å fra de tre renseanlæg fjernes således og vandføringen vil om sommeren ikke kunne leve op til kravene.

I forarbejderne til spildevandsplan 2013-16 blev hele situationen om vandindvindingen og vandføringen i Giber Å derfor genovervejet. Vurderet ud fra dimensioneringer af de gamle vandmøller har Aarhus Kommune vurderet, at der tidligere har været en minimumsvandføring på ca 100 l/sek. Beregninger viste desuden, at vandføringen burde være ca 150 l/sek, hvis vanddybden skulle være tilstrækkelig til, at der kunne opbygges en fiskebestand i Giber Å.

Forskellige løsningsmodeller i forhold til at opnå den ønskede vandføring blev vurderet, herunder reduktion eller flytning af vandindvindingen, opmagasinering af regnvand i store bassiner med efterfølgende udledning til vandløbet, tilbagepumpning af rensset spildevand fra Viby renseanlæg i Aarhus, tilledning af afskrevet grundvand fra en gammel kildeplads i den sydlige del af Aarhus og ophør af dræning i oplandet.

Sammenfattende vurderedes den bedste løsning at være, at der i forbindelse med den afskærende ledning til de tre mindre renseanlæg blev etableret en returledning fra Viby renseanlæg, således at der kunne tilbagepumpes rensset spildevand fra renseanlægget. Denne løsning kunne sikre en stabil og tilstrækkelig stor vandføring i Giber Å.

Løsningen lever op til Vandplanens målsætning til vandføringen i Giber Å og til kommunens krav om tilstrækkeligt vand til fiskebestanden i vandløbet. Der kan populært sagt skrues op for hanen, hvis der mangler vand i vandløbet.

### **Konklusion og perspektivering**

Med den valgte løsning med tilledning af rensede spildevand til Giber Å sikres en tilstrækkelig vandføring i åen samtidigt med, at indvindingen af grundvand kan opretholdes. I en tætbeholdt kommune som Aarhus er prioriteringen af drikkevandsforsyningen vigtig og samlet ses opnået et godt kompromis mellem de forskellige hensyn, som skal varetages.

## **UDFORDRINGER OG MULIGHEDER INDENFOR GRUNDVANDS- OMRÅDET I REGION MIDTJYLLAND - EN INTERVIEWUNDERSØGELSE**

Chefkonsulent Rolf Johnsen  
Region Midtjylland  
rolf.johnsen@ru.rm.dk

Region Midtjylland har i samarbejde med COWI kortlagt og analyseret udfordringer, problemstillinger og muligheder, som er de væsentligste i forbindelse med at udnytte og beskytte grundvandsressourcen.

Der blev gennemført 22 interviews/samtaler med vandaktører fra bl.a., forsyninger, kommuner, universiteter, virksomheder, organisationer (f.eks. DANVA, DI, DN, KL, SEGES), EU og Regionen.

Rammen om samtalerne var emner som vandkvalitet, vandkvantitet, målsætninger for vandforbruget, myndighedshåndteringen, klimatilpasning, trusler og bekymringer samt de største udfordringer, perspektiver og muligheder.

Som opfølgning på interviews er der afholdt en arbejdsworkshop med alle de involverede, hvor der er udarbejdet overordnede hovedbudskaber og fokuspunkter for de ovenstående emner.

Undersøgelsen giver et godt overblik over de væsentligste udfordringer vi står med i Regionen og Danmark i forhold til grundvandsressourcen. Dette set ud fra et bredt perspektiv repræsenteret af de vigtigste interessenter i og omkring området.

På baggrund af interviews og workshop er der opstillet forslag til fremadrettede handlinger og aktiviteter for de 3 hovedfokusområder: Byudvikling, Landbrugsudvikling og Industriudvikling.

### **Baggrund og formål**

Regionsrådet i Region Midtjylland har igangsat arbejdet med at udarbejde en Vækst- og Udviklingsstrategi for perioden 2015-2030. Den politisk funderede strategi skal sikre udvikling for samfund og erhverv samtidig med, at den skal sikre sammenhængen mellem bl.a. vækstpartnerskabsaftaler, regeringens vækstplaner og kommunale strategier. I forbindelse med Vækst- og Udviklingsstrategien er der behov for at undersøge hvilke udfordringer, problemstillinger og muligheder, som er de væsentligste i forbindelse med at udnytte og beskytte grundvandsressourcen.

### **Metode, teknik,**

Der er gennemført en række semistrukturerede interviews. Spørgerammen indeholdt følgende temaer:

- Vandkvalitet
- Vandkvantitet
- Målsætninger for vandforbruget



- Myndighedshåndteringen
- Klimatilpasning
- Trusler og bekymringer
- De største udfordringer, perspektiver og muligheder

Der er desuden blev der afholdt en workshop for at kvalificere interview'ene. Workshopen indeholdt oplæg og fortsatte med gruppediskussioner i 2 grupper med ca. 10 personer i hver gruppe under 3 temaer: byudvikling, landbrug og industri. Workshopen afsluttes med en opsummering af workshoppens resultater, herunder hvilke fremadrettede forslag og ideer, der var blevet foreslået.

## **Resultater**

Indenfor de foruddefinerede temaer er der trukket følgende overskrifter ud:

Vandkvantitet: "Der er vand nok men med en ulige fordeling". Dele af det østjyske bybånd er udfordret i forhold til at være selvforsynende med nok rent grundvand. Nogen steder er der for meget terrænnært grundvand.

Vandkvalitet: "Vandkvalitetsproblemer er til stede, men kan løses" Problemstofferne er typisk pesticider fra punktkilder og anden anvendelse

Myndigheder og forvaltning: "Der er udfordringer" Særligt fremhæves grundvandsbeskyttelse kontra byudvikling og anden anvendelse.

Byudvikling: "Der er udfordringer, evt. også begrænsninger for byudviklingen". De ændrede flyttemønstre giver større pres på ressourcen ved byerne.

Landbrugsudvikling: "Der er en evt. konflikt, og brug for sammentænkning omkring grundvandsbeskyttelse og landsbrugsudviklingen" Det er vigtigt at bygge bro mellem miljøhensyn og erhvervets behov.

Industriudvikling: "Der er et potentiale for at øge vandressourceeffektivitet". Der er plads til øget fokus på vandforbrug i virksomhederne.

Klimaudvikling: "Klimaudviklingen påvirker det hydrauliske kredsløb"

## **Konklusion og perspektivering**

I forbindelse med undersøgelsen er der peget på en række projekter der er brug for fremadrettet til at håndtere en række af de ovenfor nævnte udfordringer:

Byudvikling: Intelligent og integreret håndtering af vandet i den helhedsorienterede planlægnings- og projekteringsproces ved byudvikling

Landbrugsudvikling: Etablering af partnerskaber om vækst og blå-grønne løsninger i landbruget

Industriudvikling: Vandeffektiviseringer som konkurrenceparameter for vandinnovative virksomheder og deres leverandører









