

Bilag 6

Retningslinier vedr. belastningsopgørelse til søer, fjorde og kystområder

Indhold:

1	BAGGRUND OG FORMÅL	1
2	DATAGRUNDLAG	2
2.1	OPLANDSKORT	2
2.2	PUNKTKILDEDATA	3
2.3	STOFTRANSPORTDATA	3
3	DATAFORBEREDELSE, HULUDFYLDNING OG NORMALISERING	3
3.1	HULUDFYLDNING	4
3.2	NORMALISERING	4
4	BEREGNING AF KVÆLSTOF- OG FOSFORBELASTNING TIL SØER OG KYSTVANDSOMRÅDER	5
4.1	INDREGNING AF BASELINE OG YDERLIGERE INDSATS	6
4.2	FORSINKELSE I GRUNDVAND	8
4.3	SØRETENTION	9
5	BILAG	10
6	REFERENCER:	10

1 Baggrund og formål

I vandplanerne opgøres en belastning til søer, fjorde og kystvande med fosfor (P) og kvælstof (N). På baggrund heraf beskrives indsatsbehov, og der doseres virkemidler. Opgørelse af belastning, beregningsmåder, forudsætninger m.v. er gennemgået i dette notat.

Formålet med notatet er at beskrive datagrundlag samt koncept og metode for beregningerne.

Belastning opgøres for målsatte marine vandområder, søer over 5 ha og specifikt målsatte søer mellem 1 og 5 ha. Der foretages en kildeopsplitning af belastningen på bidrag fra åbent land (det samlede bidrag fra landbrug, baggrundsbidrag og bidrag fra spredt bebyggelse) og bidrag fra rensesanlæg, regnbetingede udløb, dambrug, havbrug og industri.

Der foretages følgende belastningsopgørelser:

- Statusbelastning opgjort som normaliseret belastning for perioden 2005-2009 (den belastning, der kunne forventes, såfremt vandføringen havde været lig med gennemsnitsvandføringen for perioden 1990-2009).
- Fremskreven belastning til 2015 (baseline), hvor effekt af allerede vedtagne tiltag indregnes
- Fremskreven belastning, hvor der yderligere indregnes effekt af tiltag ifølge Grøn Vækst.

Belastningsopgørelserne er foretaget for N, P og vandmængde.

2 Datagrundlag

- Opgørelserne foretages for oplande til søer og kystområder med udgangspunkt i et fælles oplandskort.
- Ved opgørelserne indgår data for udledning fra renseanlæg, regnbetingede udledninger (rbu), dambrug, industri og havbrug. Udledning fra spredt bebyggelse behandles sammen med arealbidraget.
- Belastningsopgørelserne er baseret på de opgørelser af stoftransport og vandafstrømning, der foreligger fra overvågningen.
- Kort over søers beliggenhed samt oplysninger om søernes areal og middeldybde (volumen) indgår som datagrundlag ved belastningsopgørelserne, idet der indregnes den retention, som der sker i søer.
- Vandafstrømning fra umålte oplande er datagrundlag modtaget fra DMU.
- Landbrugsarealets udbredelse er opgjort på baggrund af markblokkortet.
- Atmosfærisk deposition på lukkede kystafsnit er opgjort lokalt pecifikt til udvalgte fjorde og er data, der er leveret fra VFKG Marin (Vandplan-Faglige Koordinations Gruppe for de marine områder).
- Baggrundsbidraget for kvælstof ifølge DMU's opgørelse /1/.

2.1 Oplandskort

For de kystafsnit og søer, der opgøres belastning til, er der udarbejdet kort med topografiske oplande, hvorfra der sker afstrømning til vandområdet. I et sø- eller kystopland kan der indgå opstrøms oplande til andre søer eller til vandløbsmålestationer. Oplandstemaet er udformet således, at der ikke er overlap mellem deloplandene, der indgår i et overordnet opland – deloplande til nedstrøms søer eller kystafsnit er "differensoplande", som kun indeholder den del af oplandet, der ikke er dækket af opstrøms oplande.

For alle deloplande er afstrømningsvejen defineret ved, at det er angivet, hvilket delopland, der ligger nedstrøms og modtager vand og stof fra oplandet ovenfor. For deloplande langs kystlinien er angivet det kystafsnit, som deloplandet afvander til. Inddelingen i deloplande muliggør en distribuering af stofudledninger og er central i de kildeopsplittede belastningsopgørelser til vandplanens søer og kystvande.

Format og indhold i tabellen tilknyttet GIS temaet fremgår af nedenstående tabel.

Feltbeskrivelse for oplandskort på web-GIS

Felt	Navn	Format	Beskrivelse
1	ID_UNIQUE	Tekst	Id for hovedvandopland. Id stammer fra det nationale kort over hovedvandoplande (WEB-GIS: VPF10 - Hovedvandopland)
2	PL_OPLAND	Tekst	Navn på hovedvandopland
3	OPLANDS_ID	Flydende	Id for delopland. Hvert center har hvert sit nummersystem. Dette id skal være unikt inden for et givent hovedvandopland (dvs. inden for ID_UNIQUE)
4	NS_OPLAND	Flydende	Id for delopland nedstrøms "OPLANDS_ID"
5	Vand_mm	Flydende	Vandafstrømning angivet i mm/år
6	Status_N	Flydende	N i mg/l for åbent land bidrag (bidrag fra landbrug, baggrund og spredt bebyggelse) (afstemt efter målinger og punktkildebidrag) i status-situation
7	Status_P	Flydende	P i mg/l for åbent land bidrag (bidrag fra landbrug, baggrund og spredt bebyggelse) i status-situation
8	BL_N	Flydende	N i mg/l for åbent land bidrag i baseline-situation
9	BL_P	Flydende	P i mg/l for åbent land bidrag i baseline-situation

10	Nret_pct	Flydende	Retention for N i sø i pågældende delopland (retention for statusberegningen)
11	Pret_pct	Flydende	Retention for P i sø i pågældende delopland beregnet under forudsætning af ekstern belastning som ved status og under forudsætning af, at søen har opnået en ligevægtstilstand

2.2 Punktkildedata

Ved beregningerne af statusbelastning anvendes punktkildeoplysninger fra 2010. For spredt bebyggelse er opgørelsen dog baseret på indberetninger til Bygnings- og Boligregistret (BBR) i 2011. For dambrug og havbrug er anvendt data fra 2005 korrigeret for nedlagte anlæg.

Der foreligger GIS-temaer med angivelse af den enkelte udledning for de forskellige punktkildetyper. For hver punktkilde er beskrevet udløbsmængde af N og P (og vand for renseanlæg, rbu'er og industri) således, at udledningen kan knyttes til de specifikke deloplande.

Punktkildetemaerne indeholder desuden angivelse af udløbsmængde ved baseline til anvendelse ved opgørelse af belastning ved baseline.

2.3 Stoftransportdata

Til beregningen af kvælstof- og fosforbelastninger til vandplanen 2011 er det besluttet at anvende et gennemsnit af vandføringskorrigeret kvælstof- og fosfortransport for perioden 2005-2009. De målte kvælstof- og fosfortransporter indgår som datagrundlag for at lave belastningsopgørelserne til vandplanens søer og kystvande.

3 Dataforberedelse, huludfyldning og normalisering

Det er til vandplanen forsøgt at udnytte så meget af datagrundlaget for målte vand- og stoftransporter som muligt. Kriteriet for at medtage en måleserie som datagrundlag er, at der skal foreligge en komplet dataserie for årlige stoftransporter for perioden 2005-2009 og en komplet dataserie for årsvandføring for perioden 1990-2009. Ikke alle målestationer opfylder disse kriterier. Nogle stationer mangler kun enkelte år i dataserien. Andre stationer mangler indtil flere år. Hvor det er fundet muligt og relevant, er ukomplette dataserier blevet huludfyldt ud fra sammenhænge til referencestationer, således at disse målestationer har kunnet supplere datagrundlaget for målte transportere.

Det ses typisk, at stoftransporten korrelerer positivt med vandafstrømningen, således at der i år med en relativ stor vandafstrømning ses en relativ stor stoftransport og vice versa. For at frafiltrere denne effekt af vandafstrømningen på stoftransporten, foretages en vandføringsnormalisering af stoftransporten. Vandføringsnormaliseringen medfører, at kvælstof- og fosfortransporten i den betragtede periode (2005-2009) korrigeres til de værdier, som kunne forventes såfremt vandafstrømningen havde været lig den gennemsnitlige vandafstrømning for perioden 1990-2009.

3.1 Huludfyldning

Huludfyldning er foretaget ud fra en simpel lineær regression eller lineær multipel regression: Regressionen opstilles på månedsværdier for vandføring eller vandføringsvægtede månedskoncentrationer for kvælstof eller fosfor.

$$Y_i = a \times X_{i,1} + b \times X_{i,2} + c + residual_i \quad \text{Ligning 1}$$

, hvor Y_i = beregnet værdi for måneden i for dataserien der skal huludfyldes, $X_{i,1}$ = den første referencedataserie, $X_{i,2}$ = den anden referencedataserie, a , b , og c = parameter værdier og $residual_i$ = forskellen ml. observeret og beregnet værdi for måneden i .

Ved simpel lineær regression er der benyttet én referencestation (X_1). Ved multipel regression er der benyttet to referencestationer (X_1 og X_2).

Manual for huludfyldning og normalisering, bilag 6A beskriver værktøjet for huludfyldningen og på hvilket grundlag huludfyldningen er valideret lokalt.

3.2 Normalisering

Stoftransporten afbildet mod vandføringen vil typisk kunne beskrives ud fra følgende regressionsligning:

$$\ln(T_i) = a \times \ln(Q_i) + b + residual_i \quad , \quad \text{Ligning 2}$$

, hvor T_i = stoftransporten for året i , a og b = konstanter, Q_i = vandføringen for året i og $residual$ = residualet for regressionen. Plottet dobbeltlogaritmisk ses derfor typisk en ret linje, hvor a kan findes som hældningskoefficienten og b som skæringen med y-aksen:

Regressionen opstilles på data for perioden 2005-2009. For at regressionen skal være valid, gælder samme regler for residualet som for alle regressioner, nemlig at residualet skal være normalfordelt og tilfældigt fordelt ved forskellige beregnede værdier ud fra regressionen. Der er indlagt et kriterium om, at der ikke må ses væsentlige udviklingstendenser i residualet over den betragtede periode (2005-2009). Væsentlige udviklingstendenser i residualet over tid ville betyde, at andre faktorer end vandføringen ville have væsentlig betydning for stoftransporten, og derved ville forudsætningen for at opstille en regression mellem stoftransport og vandføring ikke være til stede. Andre faktorer kunne f. eks. være effekt af udvikling i udledning af stof fra landbrug og punktkilder.

Under forudsætning af, at regressionen er fundet at være valid, er den årlige vandføringsnormaliserede stoftransport beregnet ud fra forholdet mellem regressionsværdierne, hvor hhv. middelvandføringen for 1990-2009 indgår i tælleren og den aktuelle årlige vandføring optræder i nævneren:

$$T_i' = k \times T_i \times \frac{e^{(a \times \ln(Q_{\text{middel9009}}) + b)}}{e^{(a \times \ln(Q_i) + b)}} = k \times T_i \times e^{a \times (\ln(Q_{\text{middel9009}}) - \ln(Q_i))} \quad , \quad \text{Ligning 3}$$

, hvor T_i' = den normaliserede stoftransport for året i , T_i = den aktuelle stoftransport for året i , $Q_{\text{middel9009}}$ = gennemsnitlig årlig vandføring for perioden 1990-2009, Q_i = den aktuelle vandføring for året i , a = hældningskoefficienten og b = skæringen med y-aksen i den

lineære regression $\ln(T_j) = a \times \ln(Q_j) + b$, der opstilles på data for perioden 2005-2009 (se **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), og k = en faktor, der skal korrigerer for den bias mod for lave værdier, det giver, når data tilbagetransformeres fra det logaritmiske udtryk.

Faktoren k udregnes ved hjælp af følgende udtryk:

$$k = e^{\left(\frac{\sum residual^2}{2 \times dfgree} \right)}, \quad \text{Ligning 4}$$

, hvor $dfree$ = antallet af frihedsgrader og $residual$ = residualen (forskellen mellem observeret og beregnet værdi).

Den normaliserede stoftransport for perioden 2005-2009 er efterfølgende beregnet som:

$$T' = 1/5 \times \sum T'_j, \quad \text{Ligning 5}$$

Manual for huludfyldning og normalisering, bilag 6A beskriver værktøjet for normaliseringen og på hvilket grundlag, normaliseringen er valideret lokalt.

4 Beregning af kvælstof- og fosforbelastning til søer og kystvandsområder

Beregning af belastning ved status er baseret på målinger i oplandet i det omfang, hvor der findes data. Hvor der foreligger data for stoftransport (evt. fremkommet ved huludfyldning), er der anvendt den vandføringsnormaliserede gennemsnitlige stoftransport for perioden 2005-2009.

I beregningen sker en afstemning i forhold til målt stoftransport med henblik på at beregne et åbent land-bidrag bestående af det samlede bidrag fra landbrug, baggrundsbidraget og bidraget fra spredt bebyggelse. Specielt for fosfor vil det være usikkert at adskille bidraget fra landbrug, baggrund og spredt bebyggelse, og det er derfor valgt at håndtere disse bidrag samlet i beregningerne som åbent land-bidraget. Ved afstemningen indgår udledning fra punktkilder i deloplandene, og der indregnes desuden retention fra søer (se efterfølgende).

$$T_{ud} = (\text{åbent land}_{\text{lokal}} + \text{punktkilde}_{\text{lokal}} + T_{\text{opstrøms}}) \times (1-r) + \text{aflastning}$$

hvor T_{ud} = stoftransport ud af delopland, $\text{åbent land}_{\text{lokal}}$ = åbent land-bidrag fra specifikke lokale delopland, $\text{punktkilde}_{\text{lokal}}$ = punktkildebidrag fra delopland, $T_{\text{opstrøms}}$ = tilførsel til lokale delopland fra opstrøms delopland, r = søretention (for fosfor ved søligevægt) i sø i lokale delopland (såfremt, der er tale om deloplandet til en sø, ellers er $r = 0$), aflastning = forskel mellem aktuel fosforretention og retention ved sø-ligevægt.

For både fosfor og kvælstof kan den modelberegnete ligevægtsretention i søerne for nogle søer afvige fra den faktiske. For kvælstof kan en målt massebalance for en sø i nogle tilfælde vise en anden retention. Også målinger fra stoftransportstationer, der ikke ligger umiddelbart i tilløb eller afløb, kan medvirke til at kvalificere et bud på søretentionen. Såfremt der er viden og målinger, der begrundes, at søretentionen afviger fra den modelberegnete, kan der ske en justering af søretentionen med henblik på at nå frem til et realistisk åbent land-bidrag.

Beregningen foretages ved, at der i første omgang beregnes en vand- og stofafstrømning fra oplandet, der ligger længst opstrøms i systemet. Vand og stof fra dette opland ledes til det nedstrøms opland, hvorfra der også kommer et arealbidrag og et punktkildebidrag. Såfremt der er en retention i et opland, bliver den stofmængde, der tilføres fra opstrøms oplande og fra åbent land-bidrag og punktkilder i oplandet selv, reduceret med den procentdel, som retentionen udgør. Den stofmængde, der forlader oplandet, er således summen af bidraget fra opstrøms oplande, bidraget fra eget åbent land og fra punktkilder minus eventuel retention.

Deloplande, hvor der ikke findes målte værdier af stoftransport nedstrøms, er såkaldte umålte oplande. I umålt opland er kvælstof- og fosforkoncentrationerne for åbent land-bidraget enten bestemt ud fra lokal model, ud fra koncentrationer i vandløb med tilsvarende arealanvendelse og jordbundsforhold eller evt. vurderet ud fra spredte tidligere målinger i oplandet.

Vandafstrømningen i umålte kystdeloplande er som udgangspunkt hentet fra DMU's opgørelse af vandafstrømning ud fra DK-model for perioden 1990-2009. Da DMU's opgørelser er angivet på større arealenheder end de deloplande, som der beregnes for i vandplanerne, kan DMU's beregnede vandafstrømning dog fraviges, såfremt der foreligger lokal viden på en finere geografisk skala om f.eks. nedbørs- og afstrømningsgradienter.

Beregningen foretages i første omgang for statussituationen (punktkildebidrag som beskrevet ovenfor og åbent land-bidrag som gennemsnit for 2005-2009).

Vandafstrømning og kvælstofkoncentrationer for deloplandene afstemmes således, at den beregnede vand og stofmængden ved en nedstrøms stoftransportstation passer med det målte.

For fosfor vil der ved status kunne være en aflastning af fosfor fra søer, der tidligere har modtaget større spildevandsbidrag. Aflastningen medfører, at søen tilbageholder mindre fosfor end den ville gøre, hvis den var i ligevægt (som forudsat i Vollenweider sømodellen). I ekstreme tilfælde kan der være en nettofrigivelse af fosfor fra en sø.

4.1 Indregning af baseline og yderligere indsats

Ved beregning af belastningen ved baseline indregnes effekt af allerede vedtagne tiltag og udvikling i landbruget (se bilag 6B). For landbrugsbidraget er der antaget en baselineeffekt på kvælstofbelastningen, mens fosforbelastningen fra landbruget ikke antages ændret ved baseline. Vandafstrømningen fra åbent land antages at være uændret.

På landsplan er den samlede baselineeffekt på landbrugsbelastningen i perioden fra 2005-2009 til 2015 fundet at være 2.230 tons N (til kyst). Heraf er 1.225 tons effekter af generelle tiltag på landbrugsarealet, mens de resterende ca. 1.000 tons er lokalspecifikke effekter, dels større vådområdeprojekter og andre "Miljømilliardprojekter" og dels effekter af forsinkelse i grundvand.

De generelle tiltag på kvælstofområdet indregnes som en procentvis reduktion på bidraget fra det samlede landbrugsareal. Effekten er opgjort til 2 % reduktion. På deloplandsniveau vægtes landbrugsareal og ikke-landbrugsareal og gennemsnitlig udvaskning fra landbrugs- og ikke-landbrugsareal således, at der beregnes en samlet reduktionsprocent svarende til landbrugsarealets andel ved anvendelse af følgende udtryk:

$$N_{BL_i} = Status_{N_i} \cdot \frac{a_i \cdot 53.79 + (1 - a_i) \cdot 12}{a_i \cdot 55 + (1 - a_i) \cdot 12}$$

hvor Status_N = det lokale kvælstof åbent land bidrag i kg (eller mg/l) pr. år for delopland i, a_i = lokal andel af blokareal for delopland i, og størrelsen 53.79 ud fra 55*(1-0.022)

I bilag 6B er redegjort for baggrunden for beregningerne.

For fosfor indregnes ikke nogen reduktion på landbrugsbidraget ved baseline.

For punktkilder indregnes på deloplandsniveau effekt af den reduktion, der forventes i udledning som følge af den indsats, der skal ske ifølge kommunernes spildevandsplaner. For spredt bebyggelse fratrækkes effekten af den planlagte indsats fra åbent land-bidraget (som for kvælstof inden da er reduceret som følge af indregning af den generelle indsats i landbruget).

Såfremt der indgår en indsats i form af etablering af større vådområder eller andre kvælstof- eller fosforreducerende projekter frem til 2015, indregnes effekten af disse lokalt i de deloplande, hvor de etableres.

I de oplande, hvor det er fundet relevant, indregnes forsinkelse i kvælstofrespons i vandløb som følge af forsinkelse i grundvandsdelen ligeledes lokalspecifikt – se nedenfor.

I Grøn Vækst er beskrevet en indsats, som dels er af generel karakter og hermed foretages på hele landbrugsarealet og dels en målrettet indsats, som doseres lokalt specifikt i forhold til fjorde og kystvande med et indsatsbehov. For kvælstof er der forudsat at være en generel effekt på 5.217 tons (til vandløbskant) af de anvendte virkemidler og på for fosfor en effekt på op til 160 tons.

Effekt af den generelle kvælstofindsats indregnes som en procentvis reduktion på bidraget fra det samlede landbrugsareal. Den samlede reduktion som følge af baselineeffekten og effekten af Grøn Vækst indsatsen er for kvælstof opgjort til 11,4%. På deloplandsniveau vægtes landbrugsareal og ikke-landbrugsareal og gennemsnitlig udvaskning fra landbrugs- og ikke-landbrugsareal således, at der beregnes en samlet reduktionsprocent svarende til landbrugsarealets andel ved anvendelse af følgende udtryk:

$$N_{GV_i} = Status_{N_i} \cdot \frac{a_i \cdot 48.73 + (1 - a_i) \cdot 12}{a_i \cdot 55 + (1 - a_i) \cdot 12}$$

hvor Status_N = det lokale kvælstof åbent land bidrag i kg (eller mg/l) pr. år for delopland i, a_i = lokal andel af blokareal for delopland i, og størrelsen 48,73 ud fra 55*(1-0.114) .

Effekt af den generelle fosforindsats indregnes ligeledes som en procentvis reduktion på det samlede landbrugsareal. Den samlede reduktion som følge af effekten af Grøn Vækst indsatsen er for fosfor opgjort til 12 %. På deloplandsniveau vægtes landbrugsareal og ikke-landbrugsareal og gennemsnitlig udvaskning fra landbrugs- og ikke-landbrugsareal således, at der beregnes en samlet reduktionsprocent svarende til landbrugsarealets andel ved anvendelse af følgende udtryk:

$$P_{GV_i} = Status_{P_i} \cdot \frac{a_i \cdot 0.882 + (1 - a_i) \cdot 0.5}{a_i \cdot 1 + (1 - a_i) \cdot 0.5}$$

hvor Status_P = det lokale fosfor åbent land bidrag i kg pr. år (eller i mg/l) for delopland i, a_i = lokal andel af blokareal for delopland i og størrelsen 0.882 er fremkommet som (1-0.118)

I bilag 6B er nærmere redegjort for baggrund for beregningerne.

Målrettet indsats ifølge Grøn Vækst omfatter etablering af yderligere efterafgrøder samt etablering af vådområder nedstrøms søer i oplande til følsomme kystområder. Indregning af effekterne foretages lokalt specifikt.

4.2 Forsinkelse i grundvand

I enkelte oplande er der fundet en stor forsinkelse mellem rodzoneudvaskningen af kvælstof og vandløbstransporten på grund af stor andel af kvælstofbærende grundvand. Det største fald i kvælstofkoncentrationerne som følge af Vandmiljøplanerne er i de fleste vandløb sket fra begyndelsen af 90'erne, mens der kun er sket et mindre fald siden 2000. I vandløb med forsinket kvælstofbærende grundvandstilstrømning vil der kunne forventes et fortsat fald i kvælstofbelastningen frem til 2015 som følge af forsinkelsen. Såfremt alt kvælstofbærende vand var fra perioden midt i 80'erne med maksimal udvaskning, ville faldet forventes at svare til det fald, der er sket i udvaskning som følge af vandmiljøplanerne (ca. 42 % fra landbrugs- + ikke-landbrugsareal fra midten af 80'erne /2/) plus effekten af øvrige tiltag (baselineeffekter: 2 % fra 2005-2009 svarende til ca. 1 % beregnet i forhold til niveauet i 80'erne). For det samlede areal kan faldet i udvaskning som følge af VMPII beregnes til i størrelsesordenen 43 % fra midten af 80'erne til 2015. Såfremt en del af det kvælstofbærende vand er yngre (eller ældre – fra før maksimal udvaskning), vil faldet være mindre.

Belastning ved baseline er den, som der vil kunne forventes, når den fulde effekt af forhandlede miljøaftaler ud over Grøn Vækst er nået frem til vandløbene – med større eller mindre forsinkelse gennem grundvandet. Hvis der er stor forsinkelse, vil baselinebelastningen eventuelt først nås efter 2015.

DMU har i /2/ vurderet, at der i oplandene til farvandsområderne Kattegat nord for bælteerne og for Nordsøen (men ikke Skagerrak) ikke forekommer en ligevægt mellem vandløbstransporterne og ændringerne i landbruget frem til 2002. Med andre ord forekommer der i disse relativt store oplande overordnet en større forsinkelse end i resten af landet.

Opgørelserne er foretaget overordnet for farvandsområderne. Opgørelser for deloplande kan afvige fra gennemsnittet for hele hovedoplandet, hvilket kan være gældende både i ovennævnte områder og i resten af landet.

En vurdering af, om der er en forsinkelse som følge af stor grundvandstransport, kan foretages på simpel vis ud fra udviklingen i den vandføringskorrigerede diffuse kvælstofafstrømning eller den vandføringsvægtede koncentration. Såfremt der ses et fald fra begyndelsen af 90'erne, er det tegn på, at den reduktion, der er sket som følge af Vandmiljøplanerne, slår hurtigt igennem i vandløbet – altså en situation, hvor man derfor må antage, at baselineniveauet kan beregnes som 2005-2009 normalniveauet minus 2 % reduktion på landsbrugsarealet.

Såfremt der ikke ses nogen nævneværdig udvikling, kan dette indikere, at en stor del af udvaskningen stammer fra perioden før midten af 80'erne med maksimal udvaskning. Hvis alt vand og kvælstof stammer fra perioden med maksimal udvaskning, ville belastningen i 2015 forventes at være 43 % mindre end i 2005-2009. Det vil dog være usandsynligt, at vandløbet ikke også indeholder en del mere overfladenær afstrømning med mindre forsinkelse. Hvis f.eks. 1/3 af den samlede kvælstoftilførsel kommer uden nævneværdig forsinkelse, vil der kun skulle indregnes en forsinkelse på de 2/3 af kvælstofafstrømningen, – svarende til et fald på omkring 30 % af 2005-2009 niveauet ($43 \% \times 2/3 + 2 \% \times 1/3$). Det vurderes, at det forventede fald frem til ligevægt mellem rodzoneudvaskning og vandløbstransport maksimalt vil udgøre 30 % - og oftest mindre.

I enkelte tilfælde kan forekomme vandløb, hvor der er en fortsat stigning i den vandføringskorrigerede kvælstofafstrømning og vandføringsvægtede koncentration. Dette er udtryk for, at en stor del af vandløbstransporten stammer fra udvaskning fra et tidspunkt før den maximale udvaskning i 80'erne. Såfremt vandløbstransporten ikke har toppet endnu i 2005-2009, vil den reduktion, der kan forventes i forhold til 2005-2009-niveauet som følge af Vandmiljøplanerne, være mindre end det maximale fald på 43 %. Som beskrevet ovenfor vil en del af det kvælstofbærende vand til vandløbene dog være mere overfladenær afstrømning med kort forsinkelse og faldet derfor mindre end det maximale på 43 %.

Den fremskrevne diffuse kvælstofbelastning er beregnet under forudsætning af, at baselineeffekterne slår fuldt igennem i vandløbene. For oplande, hvor en kvælstofbærende grundvandsdel er lang tid undervejs, kan den fulde effekt af Vandmiljøplanerne eventuelt først registreres efter 2015.

Ud fra konkrete vurderinger af udvikling i den vandføringskorrigerede kvælstofafstrømning og de vandføringsvægtede koncentrationer er der kun fundet forsinkelses effekter på kvælstofafstrømningen i dele af oplandene til Limfjorden og Mariager Fjord.

4.3 Søretention

Tilbageholdelse af kvælstof eller fosfor i søer beregnes som udgangspunkt ud fra sømodeller, hvor retentionen er afhængig af vandets opholdstid – og hermed af vandtilførslen og søgennemsnitsdybde og –areal (se afsnit 6.4.1 i Retningslinier for udarbejdelse af indsatsprogrammer). Ved en given opholdstid udgør retentionen en fast andel af den tilførte stofmængde.

For kvælstof uddrages retentionen ud fra følgende model:

$$N_{sø} = 0,23 N_{ind} Tw^{-0,27} z^{0,27} \quad (\text{Jensen m.fl. 1994})$$

Hvor $N_{sø}$ er årsmiddelkoncentrationen (mg/l), N_{ind} er vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l), Tw er middellopholdstiden (år) og z er middeldybden (m).

For fosfor uddrages (ligevægts-)retentionen ud fra Vollenweider sømodellen:

$$P_{sø} = P_{ind}/(1+Tw^{0,5}) \quad (\text{jf. Vollenweider, 1976})$$

Hvor $P_{sø}$ er årsmiddelkoncentrationen (mg/l), P_{ind} er vandføringsvægtet indløbskoncentration (mg/l), Tw er middellopholdstiden (år) og z er middeldybden (m).

5 Bilag

Bilag 6A:

Huludfyldning og normalisering for vand, kvælstof og fosfortransporter. Værktøjsmanual.

Bilag 6B:

Beregning af baseline 2015 for arealbidrag samt indregning af effekt af generelle virkemidler i Grøn Vækst i vandplanerne

6 Referencer:

/1/ Danmarks Miljøundersøgelser, afdeling for vandløbsøkologi, 2006: Ny metode til opgørelse af baggrundsbelastningen med N og P.
<http://www.dmu.dk/fileadmin/Attachments/Vejledning.doc>

/2/ Finansministeriet, Fødevareministeriet, Miljøministeriet, Skatteministeriet, Økonomi- og erhvervsministeriet, 2007: Fagligt udredningsarbejde om virkemidler i forhold til implementering af vandrammedirektivet.

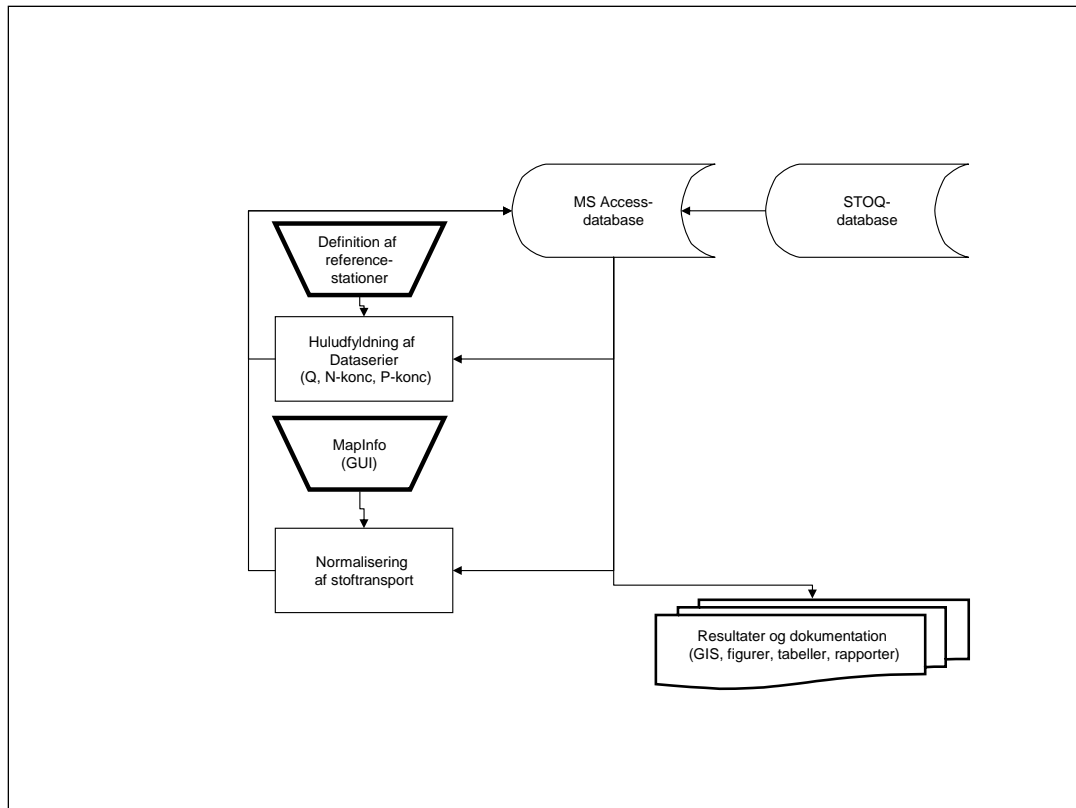
Huludfyldning og normalisering for vand, kvælstof og fosfortransporter

Værktøjsmanual

Nærværende notat udgør en manual for det fælles værktøj, der er benyttet til at udfylde huller i månedlige målte dataserier for hhv. vandføring, kvælstof- og fosfortransport og til efterfølgende at normalisere de målte kvælstof- og fosfortransporter. Huludfyldning og normalisering gælder de stoftransportstationer, der er fundet relevante at inddrage som datagrundlag for det målte opland i vandplanen. For vand er der foretaget huludfyldning således, at der for relevante stationer foreligger ubrudte månedlige dataserier for perioden 1990-2009. For fosfor og kvælstof er der foretaget huludfyldning således, at der for relevante stationer foreligger ubrudte månedlige dataserier for perioden 2005-2009.

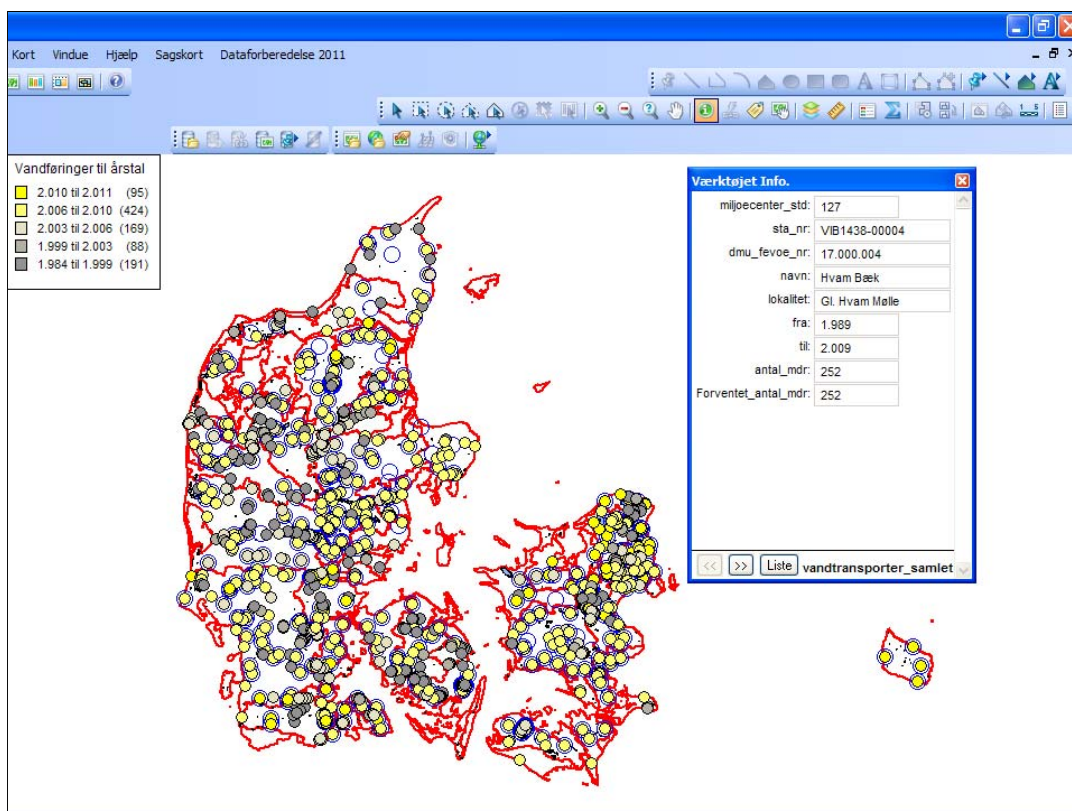
Den efterfølgende normalisering består i at korrigere de ubrudte stoftransportserier for perioden 2005-2009 til det niveau, der ville have været, såfremt vandafstrømningen havde været lig med et gennemsnit for perioden 1990-2009.

Værktøjet er udarbejdet i MapInfo, Excel og R, som alle er programmer, der er indeholdt i miljøministeriets programpakke.

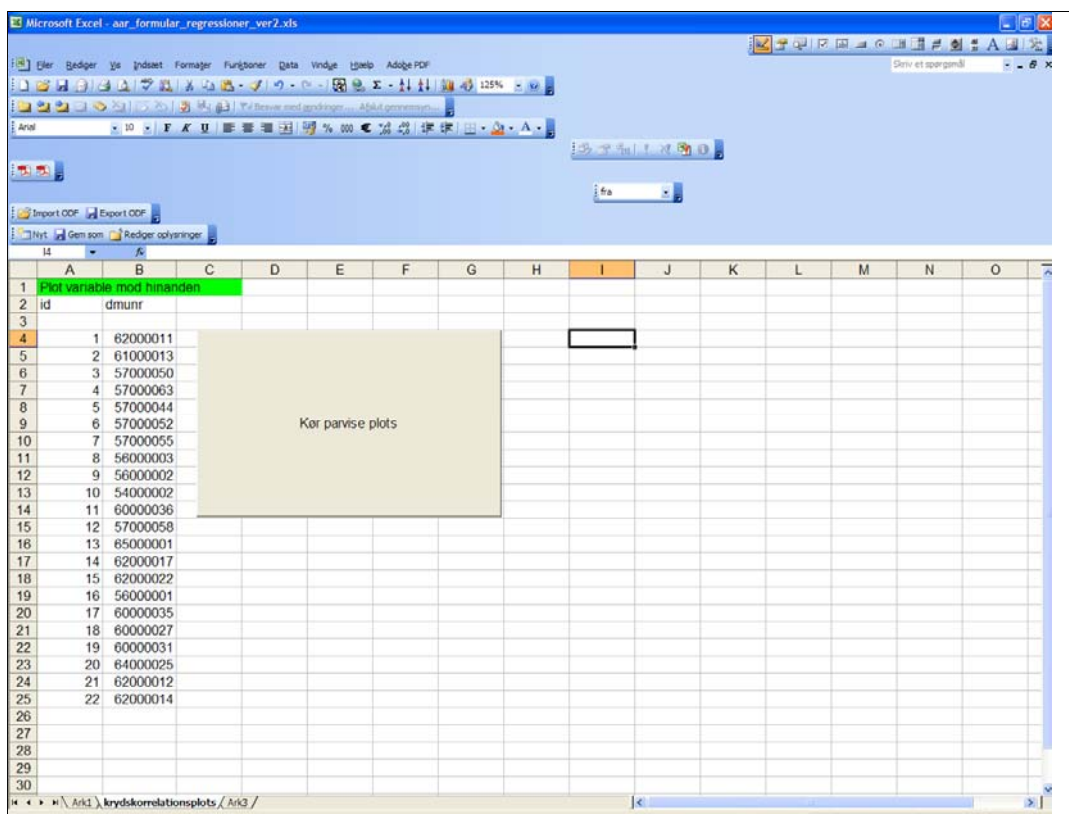


Huludfyldning og normalisering. Oversigt over dataflow.

Månedlige dataserier for vandføring, kvælstof- og fosfortransporter hentes ned fra STOQ-databasen og lagres lokalt i Access-database. Første "loop" i dataforberedelsen består i at lave huludfyldning for hhv. vandføring, og vandføringsvægtede koncentrationer af kvælstof og fosfor. Dette laves ud fra en EXCEL-GUI, hvor station, der skal huludfyldes, og referencestationer indtastes i et Excel-regneark. Når samtlige relevante stationer er udfyldte, så fortsættes til næste "loop", som består i at normalisere stoftransporterne. Dette laves ud fra en MapInfo-GUI, hvor der normaliseres for samtlige stationer for hhv. fosfor og kvælstof. Denne normalisering omfatter også en beregning af middelværdi for vand for perioden 1990-2009 samt en middelværdi for de normaliserede (og rå) stoftransporter for perioden 2005-2009.



Dataudtræk. Der er foretaget et udtræk af dataserier for hhv. vand, kvælstof og fosfortransporter fra STOQ-databasen. Disse udtræk er tematiseret i MapInfo. Herover ses et eksempel på en tematisering for vand. Der er tematiseret efter hvor nye målinger, der foreligger for den enkelte målestation. Jo mere gul stationen er, desto nyere data foreligger. Den bagvedliggende tabel viser oplysninger om stationens nummer, navn og lokalitet, samt perioden, der ligger data i, hvor mange måneder, der ligger data for og det antal måneder der kunne forventes såfremt dataserien ville være komplet (uden huller) indenfor dataperioden. Tematiseringen giver et overblik over datagrundlaget. Tilsvarende tematiseringer er lavet for kvælstof og fosfortransporter.

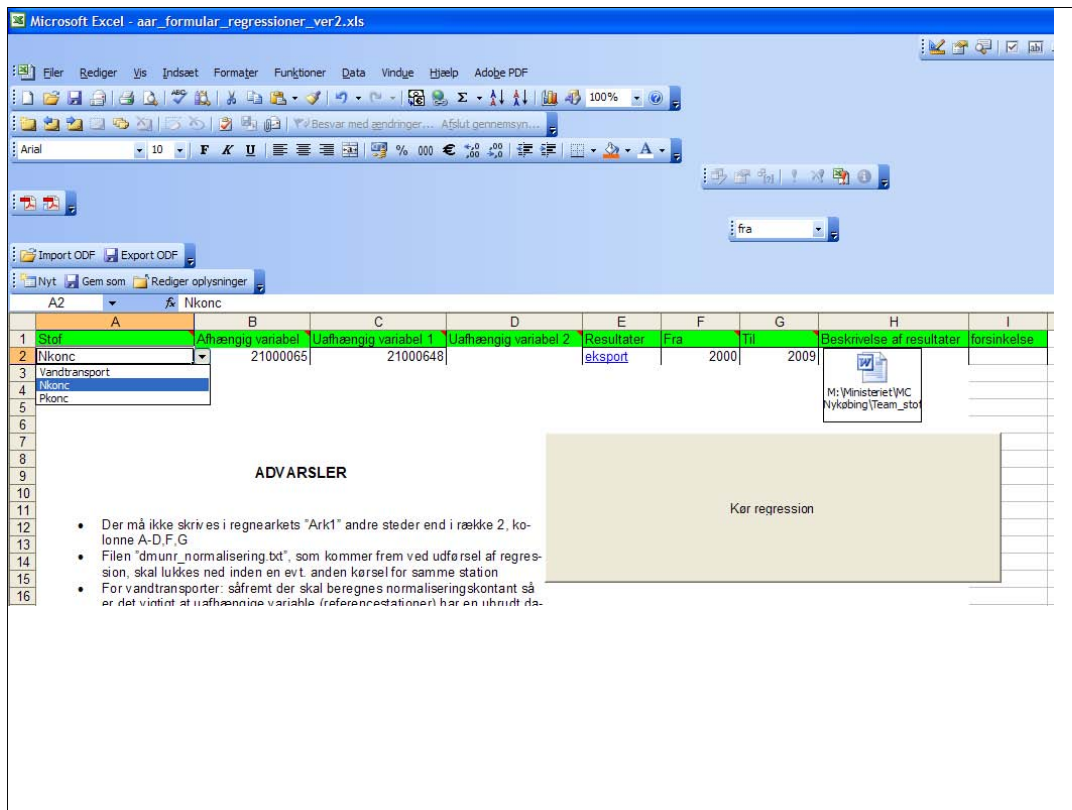


Huludfyldning. Værktøjets brugerflade består af et Excel-regneark med to faneblade: "Ark1" & "krydskorrelationsplots". Herover er vist fanebladet "krydskorrelationsplots", hvor der kan indtastes et vilkårligt antal stationer, for hvilke, deres dataserier (vandføring, kvælstofkoncentration, fosforkoncentration) skal plottes mod hinanden. Stationerne indtastes i kolonnen "dmunr", hvor stationens DMU nr indtastes. Når det antal stationer, der ønskes, er indtastet, trykkes der på knappen "Kør parvise plots", hvorefter der genereres parvise plots (se næste side).

På denne basis kan kandidater til referencestationer udpeges, idet egnede kandidater vil ligge tæt på en ret linje med den afhængige station.



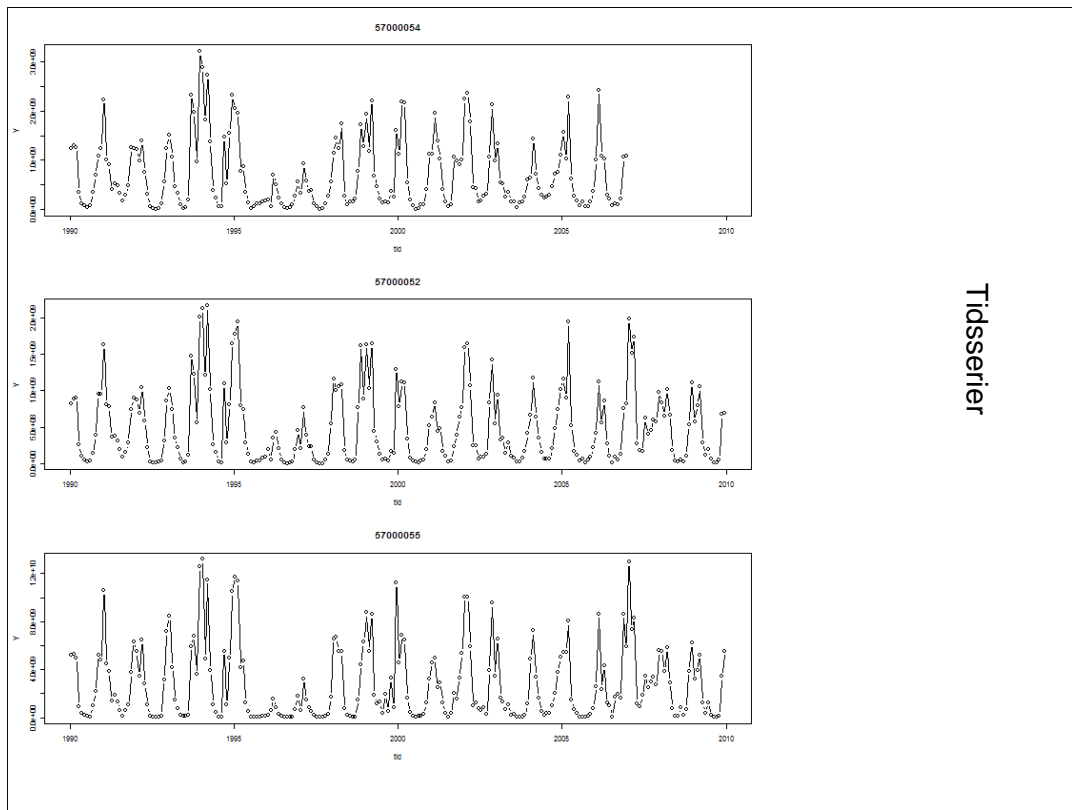
Huludfyldning. De parvise plots vises i en matrice. Den afhængige variabel er her defineret som en række og de uafhængige variable er defineret som kolonne. Eks.: hvis det f. eks. ønskes at se hvordan station 54000002 "afhænger" af station 56000001, så ses dette i det parvise plot i række 1 kolonne 2. På næste side beskrives, hvordan periode, der defineres at skulle ligge til grund for de parvise plots, vælges.



Huludfyldning. Efter screeningen (ud fra matricen med parvise plots) af egnede kandidater som referencestationer, bladres videre til "Ark1", hvor det defineres hvilken variabel (vandføring, kvælstof- eller fosforkoncentration), der skal laves huludfyldning for. Stationen, der skal laves huludfyldning for, indtastes i feltet "afhængig variabel", og der kan indtastes op til to uafhængige (referencestationer) variable, der således udgør referencestationerne for huludfyldningen. I hhv. feltet "Fra" og "Til" indtastes det årstal huludfyldningen skal løbe hhv. fra og til.

Når disse oplysninger er indtastet, så laves automatisk en huludfyldning, når der trykkes "Kør", ligesom der genereres en række output (tabeller og figurer) som dokumentation for huludfyldningen (se næste side). På basis af disse output kan det statistiske belæg for den udførte huludfyldning (simpel/multipel lineær regression) vurderes. Hvis det statistiske belæg er utilstrækkeligt, så kan der forsøges med andre referencestationer.

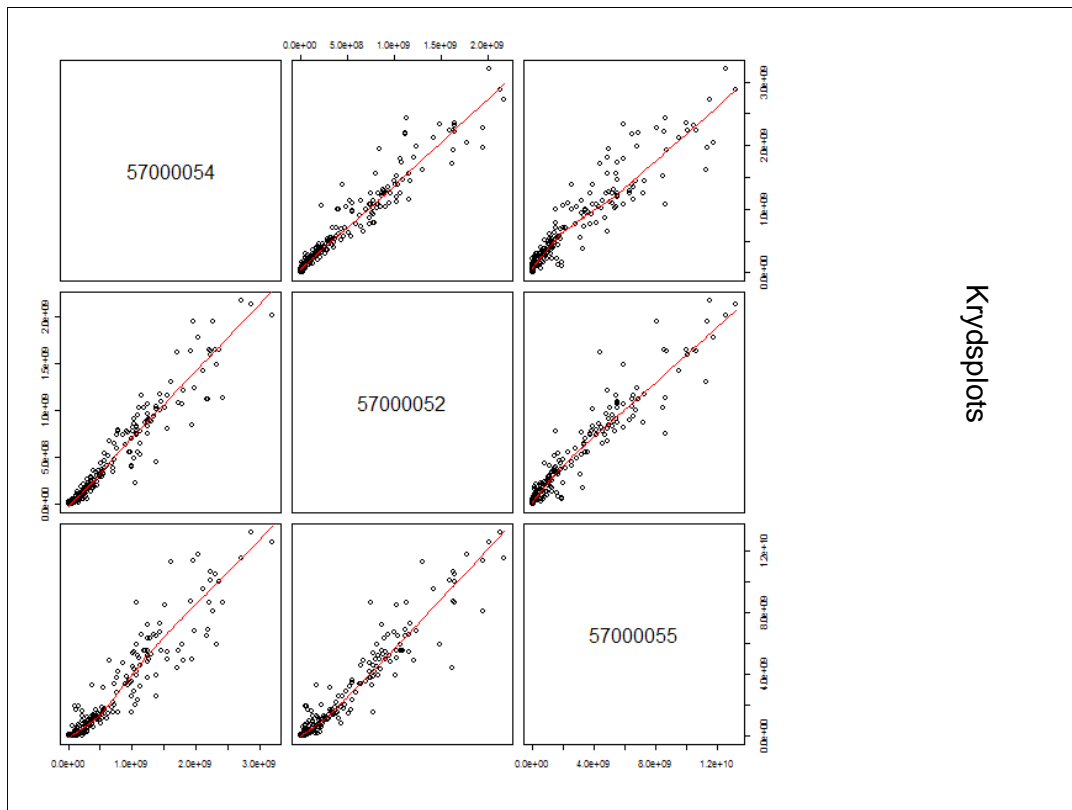
Den huludfyldte dataserie lægges automatisk i MS-Access databasen.



Tidsserier

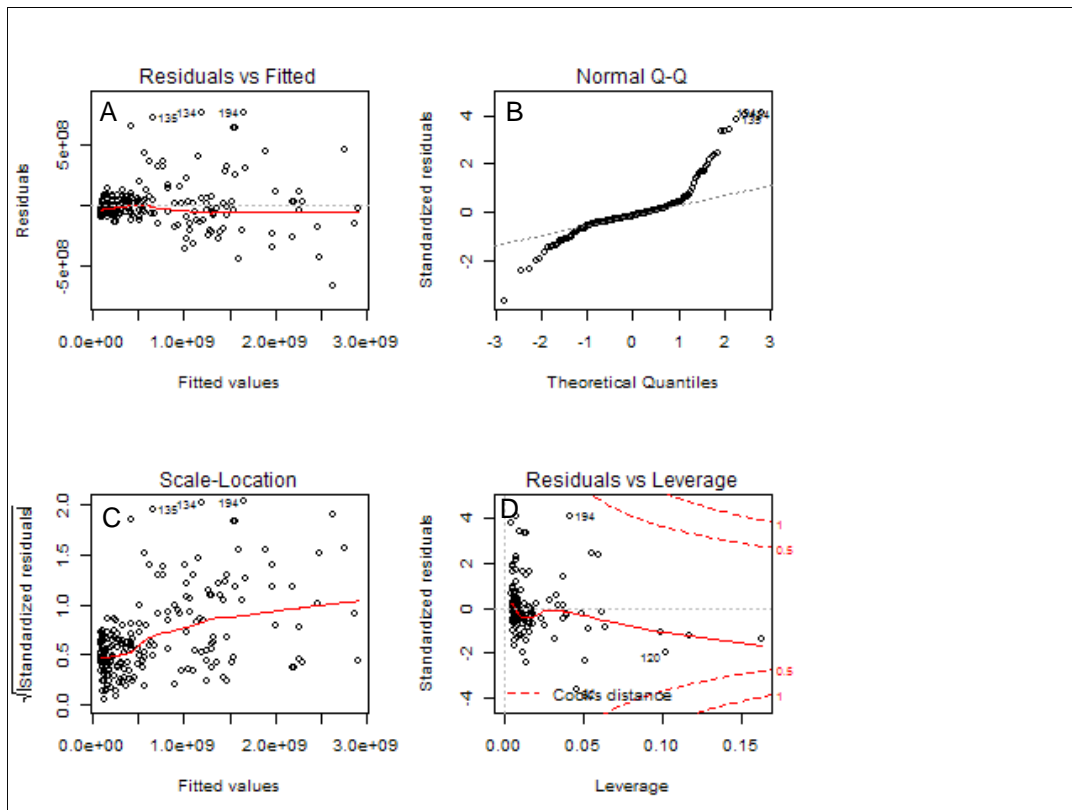
Huludfyldning-output-statistisk belæg. Der genereres automatisk en række plots ved kørsel af huludfyldningen. Ét af plotsene er plot af dataserie for hhv. afhængig variabel (øverst), 1. uafhængige variabel (midt) og 2. uafhængige variabel (nederst).

I det givne eksempel ses, at der skal laves huludfyldning for perioden 2008-2009 for station 57000054 ud fra to uafhængige stationer (57000052 & 57000055).



Krydsplots

Huludfyldning-output-statistisk belæg. Parvise plots af dataserie for hhv. afhængig variabel (øverst), 1. uafhængige variabel (midt) og 2. uafhængige variabel (nederst). Dette plot genereres automatisk og udgør i praksis et zoom af de parvise plots genereret under screening.



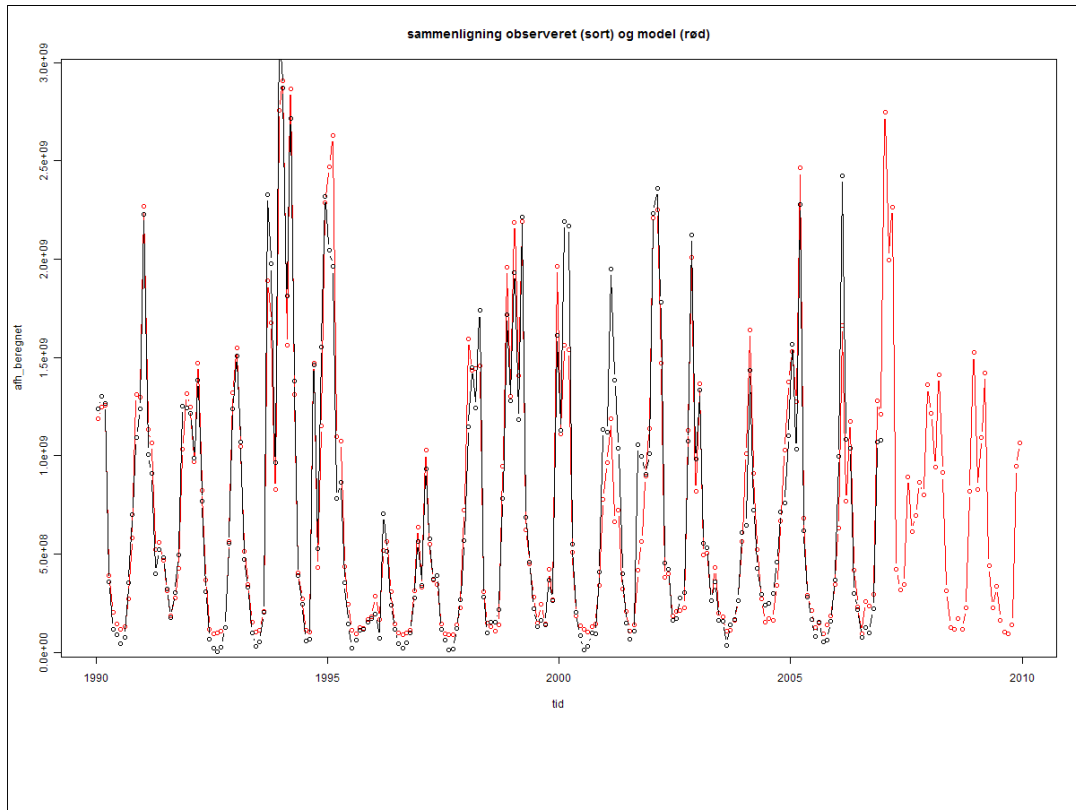
Huludfyldning-output-statistisk belæg. Tjek af model (multipel regression).

A: residualer (beregnet minus observeret) som funktion af beregnet værdi. Residualer skal ideelt være tilfældigt forfælte.

B: Standardiserede residualer som funktion af de teoretiske fraktiler. Normalfordelte residualer vil ligge på en ret linje.

C: Standardiserede residualer som funktion af beregnet værdi.

D: Standardiserede residualer som funktion af "Leverage". Stiplede konturlinjer viser der hvor datapunktet får tildelt en meget stor betydning for regressionen (datapunktet der overskrider konturlinjen vil trække relativt meget i regressionen).



Huludfyldning-output-statistisk belæg. Plot af observeret vandføring (sort) og beregnet (rød) vandføring ud fra regressionen.

```
[[1]]
      tidspunkt  dmunr middel_0509 middel_90_09 forhold_9009_0509 fra
1 2011-05-24 14:27:51 57000054 8732208 8549256 0.9790486 1990
  til regression_1_3[, 2] regression_1_3[, 3]
1 2009 57000052 57000055
```

```
[[2]]
```

```
Call:
lm(formula = regression_1_3[, 1] ~ regression_1_3[, 2] + regression_1_3[,
3])
```

```
Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-669422377 -73243850 -27628989 31762168 764350342
```

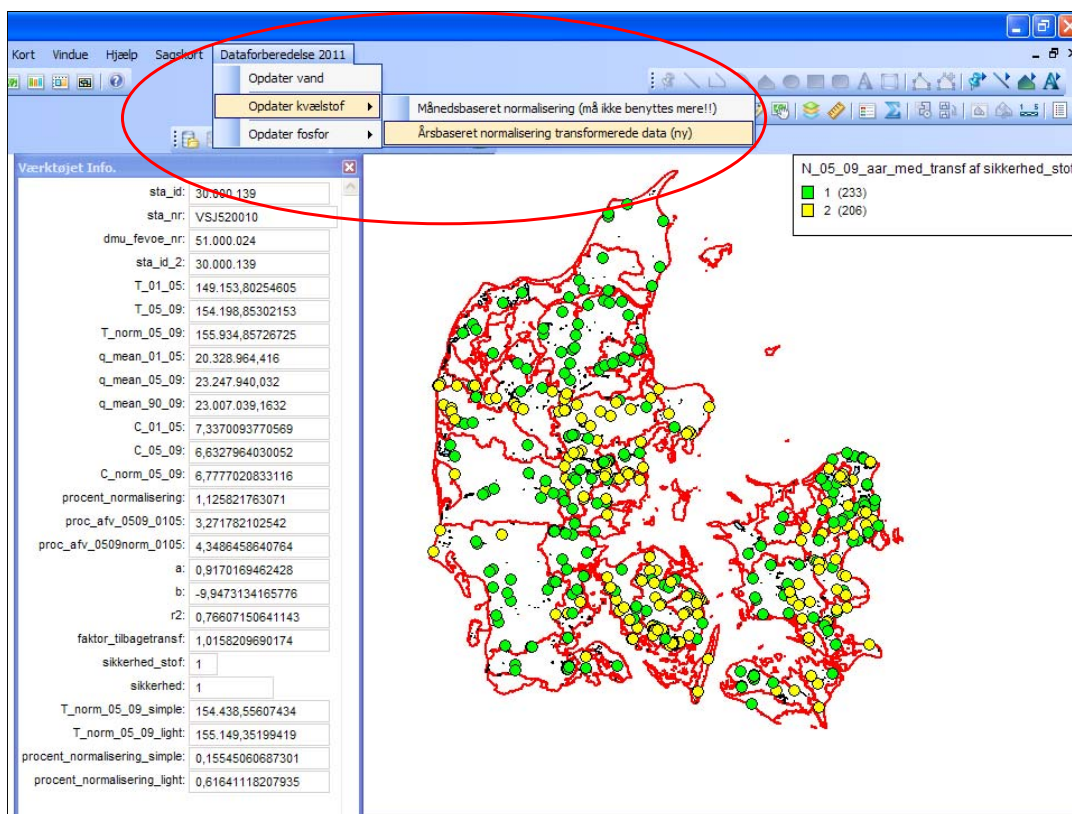
```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  8.526e+07  1.803e+07  4.728 4.25e-06 ***
regression_1_3[, 2] 1.019e+00  8.583e-02  11.868 < 2e-16 ***
regression_1_3[, 3] 4.953e-02  1.420e-02   3.489 0.000596 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 188100000 on 201 degrees of freedom
(36 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.9273, Adjusted R-squared: 0.9266
F-statistic: 1282 on 2 and 201 DF, p-value: < 2.2e-16
```

Huludfyldning-output-statistisk belæg. Dokumentation for regressionen.

tid	57000054	57000052	57000055	afh_beregnet	udfyldt_serie
15-01-1990	1237420800	827089920	5236004160	1187050005	1237420800
15-02-1990	1302166800	887378991.4	5262364800	1249765537	1302166800
15-03-1990	1266347520	905610240	5005126080	1255595640	1266347520
15-04-1990	359251200	254741760	964742400	392520377.7	359251200
15-05-1990	115439040	98832960	356762880	203601840.5	115439040
15-06-1990	90720000	50552640	179107200	145625232.8	90720000
15-07-1990	46872000	26706240	135527040	119177105.2	46872000
15-08-1990	75798720	40193280	79280640	130129218.8	75798720
15-09-1990	355104000	136987200	1002326400	274437889.7	355104000
15-10-1990	703080000	384402240	2161200960	583847824.1	703080000
15-11-1990	1090972800	953363520	5198256000	1313801792	1090972800
15-12-1990	1239831360	957389760	4790586240	1297712475	1239831360
15-01-1991	2229768000	1627084800	10610481600	2268097125	2229768000
15-02-1991	1008782640	813919628.6	4475206800	1135955297	1008782640
15-03-1991	908781120	776390400	3842700480	1066402556	908781120

Huludfyldning-output-statistisk belæg. Tabel med dataserier for afhængig variabel (2.kolonne), 1. og 2. uafhængige variabel (3. og 4. kolonne), beregnet dataserie for den afhængige variabel og den huludfyldte dataserie for den afhængige variabel. Såfremt der foreligger en observeret værdi for den afhængige dataserie, benyttes denne i den videre databehandling og normaliseringsberegning, ellers benyttes den beregnede.



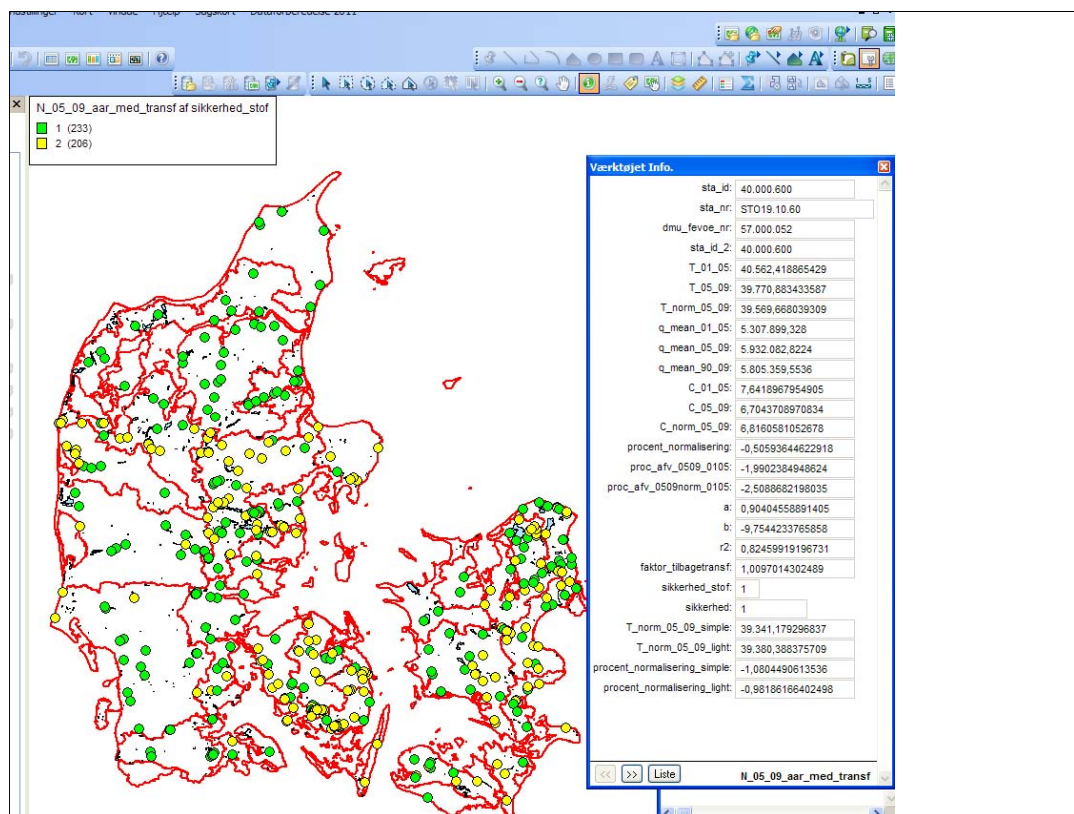
Normalisering og beregning af middelværdier

Brugerfladen til normalisering består i en menu i MapInfo.

Normaliseringsberegningen foretages efter huludfyldningen er gennemført, idet der kun laves normalisering på ikke-brudte dataserier (vand: 1990-2009; stof : 2005-2009). For f. eks. at normalisere kvælstof vælges "Opdater kvælstof" efterfulgt at et valg af "Årsbaseret normalisering transformerede data (ny)".

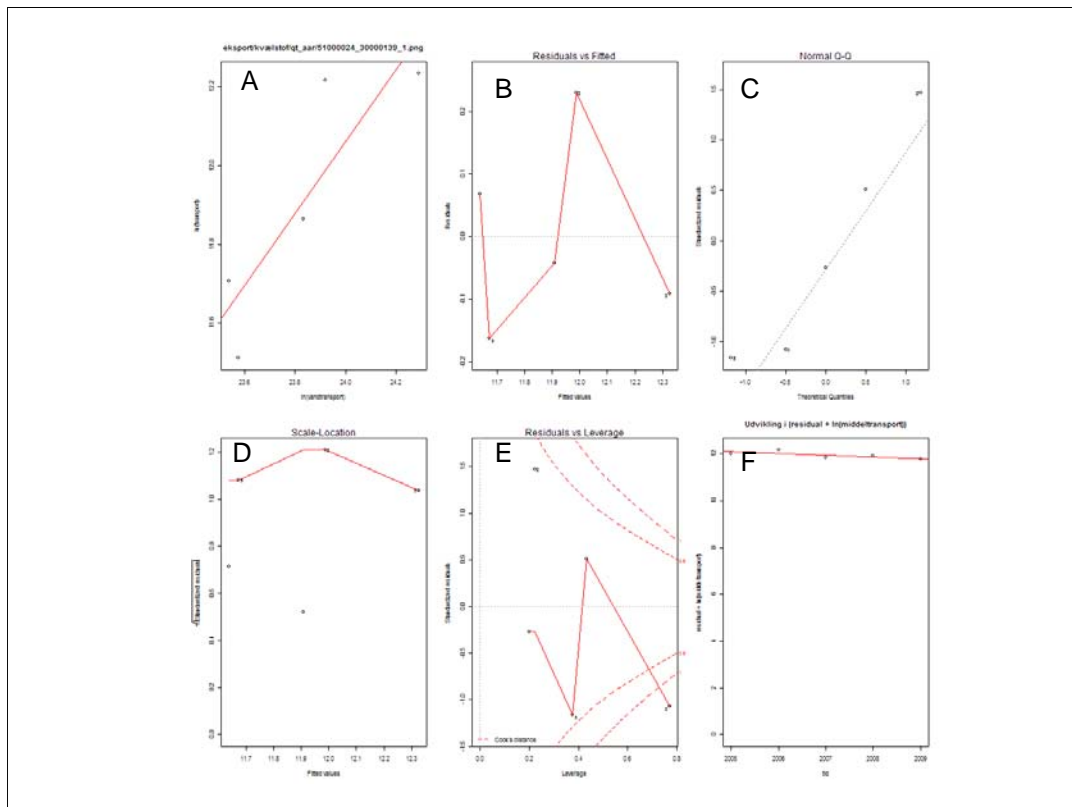
Der beregnes efterfølgende normaliserede kvælstoftransporter, middelværdi for normaliseret og rå årstransporter og disse værdier lægges i en fælles database. Når der gennemføres en kørsel, så opdateres værdier for samtlige af stationerne.

Ud over at værdierne lægges i en fælles database, så genereres en række plots, der viser oplysninger om det statistiske belæg for at kunne normalisere.



Normalisering – plot – output – statistisk belæg.

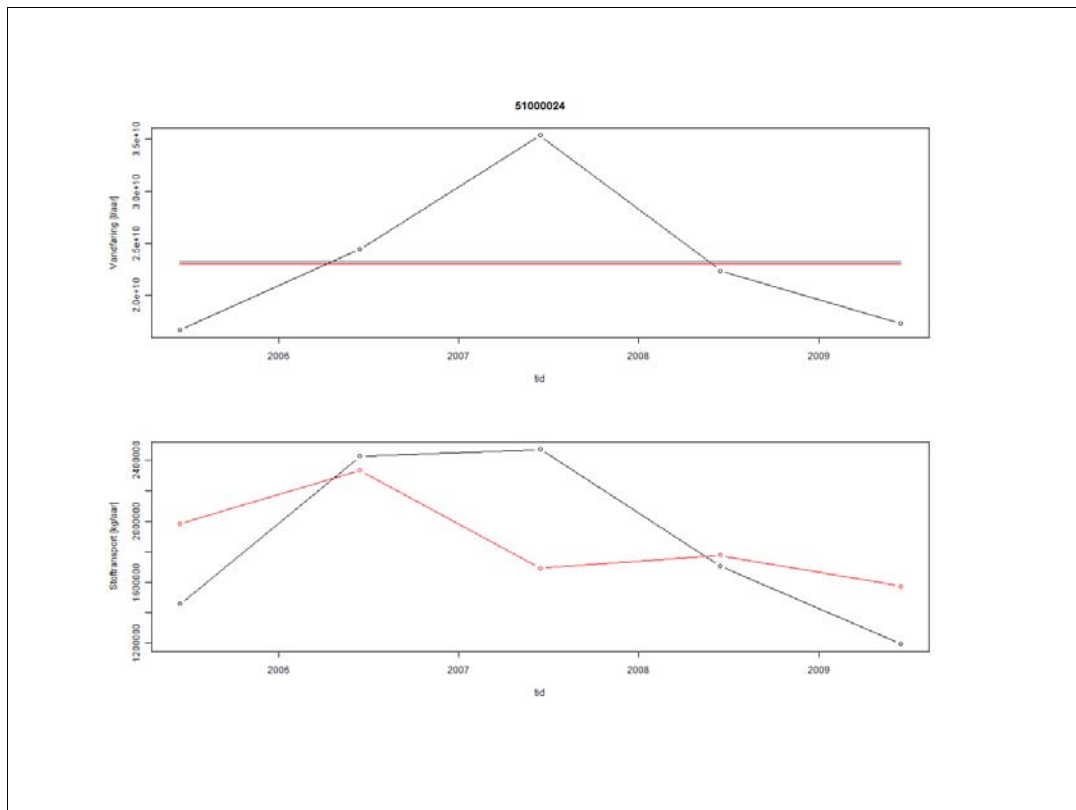
I forbindelse med normaliseringen tilføjes/opdateres resultaterne i en fælles database. En række af de outputs, der genereres er vist for kvælstof ovenfor. T_norm_05_09 = middelværdi af normaliseret transport for perioden 2005-2009, T_05_09 = rå middelværdi for stoftransport for perioden 2005-2009, q_mean_90_09 = middelværdi for vandføring for perioden 1990-2009, a og b = konstanter og r2 = regressionskoefficienten, faktor_tilbagetransf = tilbagetransformationsfaktoren (k) i regressionen ml. ln(stoftransport) og ln(vandføring)



Normalisering – plot – output – statistisk belæg.

Det statistiske belæg for normaliseringen kan vurderes ud fra ovenstående plot.

- A) $\ln(\text{stoftransport})$ plottet mod $\ln(\text{vandføring})$ med regressionslinje. Punkterne skal ideelt set ligge på ret linje.
- B) Residualer for regressionen udført i A) plottet mod regressionsværdierne. Punkterne skal ideelt set ligge tilfældigt.
- C) Standardiserede residualer plottet mod de teoretiske fraktiler ved normalfordeling. Ret linje viser normalfordeling.
- D) Kvadratroden af de standardiserede residualer plottet mod regressionsværdierne. Punkterne skal ideelt set ligge tilfældigt.
- E) Standardiserede residualer plottet mod "leverage". Overskridelse af "cooks" afstand viser at datapunkt trækker relativt meget i regressionen. Punkterne skal ideelt set ligge indenfor isolinjerne for Cooks afstand.
- F) udvikling i "residual", beregnet som residual + $\ln(\text{middel stoftransport for perioden 2005-2009})$, plottet mod årene fra 2005-2009. punkterne skal ideelt set ligge på en vandret linje.



Normalisering – plot – output – statistisk belæg.

Øverst: plot af årsvandføring. Rød linje = middelværdi for 2005-2009. Sort linje = middelværdi for 1990-2009.

Nederst: plot af årsmidler og normaliserede årsmidler.

Aarhus vand
 J.nr.
 Ref.
 Januar 2012

Beregning af baseline 2015 for arealbidrag samt indregning af effekt af generelle virkemidler i Grøn Vækst i vandplanerne

Ved opgørelse af kvælstofbelastningen ved baseline indgår forventede miljøeffekter af nedenstående Tabel 1:

Virkemidler i andre ordninger	N-effekt, tons N/år
VMP III	670
Slæt i stedet for afgræsning	555
I alt uden miljømilliard og forsinkelse	1225
Forsinkelse af VMP II mv. effekt	360
Miljømilliard-projekter (SVNI)	649
I alt	2233

Tabel 1: Baselineeffekter beregnet i forhold til udledning til vandløbskant.

Ved opgørelse af kvælstofbelastning ved baseline indgår effekten af naturgenopretningsprojekter, herunder miljømilliardprojekter, og af forsinkelseseffekter i de konkrete oplande. Tilsvarende for fosfor indgår effekt af miljømilliard i de konkrete oplande, hvor indsatsen sker. Effekten af den øvrige indsats er beregnet som en gennemsnitlig generel reduktion for landbrugsarealet – se efterfølgende.

I Grøn Vækst indgår der en række virkemidler af generel karakter, som er rettet mod det samlede landbrugsarealet, se Tabel 2.

Virkemiddel af generel karakter	N-effekt, tons N/år	P-effekt, tons P/år
Neutralisering af kvælstofeffekt ved byudvikling m.v.	1.008	
Ingen jordbearbejdning i efteråret	739	1
Forbud mod pløjning af fodergræsmarker i visse perioder	230	
Efterafgrøder i stedet for vintergrønne marker	690	
Randzoner	2.550	160
I alt	5.217	160

Tabel 2: Effekter af virkemidler af generel karakter, der indgår i Grøn Vækst. Effekt beskrevet i forhold til vandløbskant.

Effekt af baseline og Grøn Vækst i forhold til landbrugsbidraget

Den generelle indsats, der er angivet i absolutte størrelser ovenfor, kan omregnes til en procentvis reduktion i forhold til bidraget fra landbrugsarealet.

Indsatsen vil kun virke på den del af arealbidraget, der kommer fra landbrugsarealet, mens den del, der kommer fra ikke-landbrugsareal, ikke vil blive berørt.

For at nå frem til en gennemsnitlig reduktionsprocent til anvendelse på bidraget fra landbrugsarealet, skal i første omgang beregnes følgende:

- Det samlede arealbidrag (bidrag fra både landbrugs- og ikke-landbrugsareal) for hele Danmark
- Fordeling af det samlede arealbidrag mellem bidrag fra landbrugsareal og bidrag fra ikke-landbrugsareal.

Herefter kan effekt af de generelle tiltag, der indregnes i hhv. baseline og i Grøn Vækst, beregnes som procentvis reduktion i forhold til bidraget fra landbrugsarealet.

Kvælstof

Det samlede arealbidrag:

I beregningerne af belastning til havområderne er der, med henblik på at begrænse effekten af den klimatiske variation, anvendt et gennemsnitligt vandføringsnormaliseret arealbidrag for årene 2005-2009. Et gennemsnitligt arealbidrag for denne periode antages at svare til det niveau, der blev opnået ved VMP III midtvejsevalueringen (udvikling til og med 2007). For punktkilder er som udgangspunkt anvendt opgørelser for 2010.

Den samlede vandføringsnormaliserede tilførsel til havområder for 2005-2009 er i vandplanerne opgjort til 60.950 tons N.

Den samlede udledning fra punktkilder til ferskvand og hav er angivet i tabel 3.

	N	P
Renseanlæg	3560	397,0
Dambrug	864	69,3
RBU	778	194,3
Havbrug	353	33,9
Industri	338	23,1
I alt	5893	717,6

Tabel 3. Kvælstof- og fosforudledning i tons fra punktkilder til ferskvand og hav i 2010. For havbrug og dambrug dog data fra 2005, men korrigeret for nedlagte anlæg. Der er ikke indregnet retention.

Det er valgt at lade bidraget fra spredt bebyggelse indgå sammen med arealbidraget i et bidrag fra det åbne land. Det samlede bidrag fra det åbne land (både landbrugs- og ikke-landbrugsareal) før retention kan beregnes ud fra oplysninger om vandafstrømning og kvælstofkoncentration i deloplande (oplysninger fra det oplandskort, der ligger til grund for belastningsopgørelserne til vandplanerne). Vandafstrømning og koncentrationer for åbent land-bidraget i deloplandskortet er fremkommet ved, at den beregnede stoftransport inklusive bidrag fra punktkilder og eventuel retention i søer er afstemt i forhold til målt stoftransport, hvor der har været stoftransportmålestationer.

Åbent land-bidrag eksklusiv retention for både landbrugs- og ikke-landbrugsareal er på baggrund af oplysningerne i deloplandskortet opgjort til 62.199 tons N.

Beregning af bidraget fra landbrugsarealet

Den gennemsnitlige landbrugsudvaskning (VMPIII midtvejsevaluering) svarer til 55 kg N/ha fra rodzonen – hvis udvaskningen beregnes i forhold til markblokarealet. Gennemsnitlig udvaskning fra ikke-landbrugsareal antages at være 12 kg N/ha. Markblokarealet udgør 68 % af det samlede areal (blokkort 2008). Med udgangspunkt i dette kan beregnes, hvor stor en andel bidraget fra landbrugsarealet udgør af det samlede arealbidrag:

$$((55 \text{ kg N/ha} \times 0,68) / ((55 \text{ kg N/ha} \times 0,68) + (12 \text{ kg N/ha} \times 0,32))) \times 100\% = 90,7\%$$

Bidraget fra landbrugsareal udgør således 90,7 % af det samlede arealbidrag svarende til ca. 56.414 tons N.

Effekt af baseline og af generelle virkemidler på bidraget fra landbrugsarealet

Effekten af generelle baselinetiltag (VMPIII og slæt i stedet for afgræsning) på landbrugsbidraget udgør 1.225 tons N. Effekten beregnet i forhold til bidraget fra landbrugsarealet er således:

$$(1225 / 56414) \times 100\% \sim 2,2 \%$$

Ifølge Grøn Vækst udgør effekten af generelle virkemidler 5.217 tons. Effekten af disse generelle virkemidler beregnet i forhold til bidraget fra landbrugsarealet udgør således:

$$(5217 / 56414) \times 100\% \sim 9,2 \%$$

Samlet set medfører effekten af baseline samt yderligere generelle virkemidler ifølge Grøn Vækst således en reduktion i bidraget fra landbrugsarealet på 11,4 % i forhold til 2005-2009 belastningen.

Indregning af generelle effekter på deloplande

Den reduktion, der skyldes generel regulering, vil kun indvirke på bidraget fra landbrugsarealet, mens bidrag fra ikke-landbrugsareal vil være uændret.

Under antagelse af gennemsnitlig udvaskning på 55 kg N/ha fra landbrugsareal og 12 kg N/ha fra ikke-landbrugsareal samt 2,2 % reduktion i bidraget fra landbrugsareal ved baseline, kan åbent land-bidrag ved baseline beregnes for hvert delopland ud fra det lokale kvælstofarealbidrag ($Status_N$) og lokal markblokarealandel (a) ved anvendelse af følgende udtryk:

$$N_BL_i = Status_N_i \cdot \frac{a_i \cdot 53.79 + (1 - a_i) \cdot 12}{a_i \cdot 55 + (1 - a_i) \cdot 12}$$

hvor $Status_N$ = det lokale kvælstof åbent land-bidrag i kg (eller mg/l) pr. år for delopland i , a_i = lokal andel af markblokareal for delopland i og størrelsen 53.79 er beregnet som $55 \cdot (1 - 0.022)$

Tilsvarende kan beregnes åbent land-bidrag efter generelle virkemidler ved at antage, at udvaskningen fra landbrugsarealet reduceres fra 55 kg N/ha til $55 \cdot (1 - 0.114)$ kg/ha = 48,73 kg N/ha:

$$N_GV_i = Status_N_i \cdot \frac{a_i \cdot 48.73 + (1 - a_i) \cdot 12}{a_i \cdot 55 + (1 - a_i) \cdot 12}$$

Beregningen af effekt er skaleret alene ud fra landbrugsarealets andel i et opland, idet der ikke har foreligget et tilstrækkeligt datagrundlag til at lave en mere oplandsspecifik beregning. På landsplan vil den samlede indsats stemme, men der vil være en vis usikkerhed på deloplandsniveau, som skyldes forskel i virkningsgrad af forskellige virkemidler afhængig af landbrugsforhold og forskelle i jordbundsforhold, dyrkningspraksis m.v.

Fosfor

Det samlede arealbidrag:

Fosforbelastningen er opgjort som gennemsnit for årene 2005 til 2009 med henblik på at begrænse effekten af klimatisk betingede variationer. Som udgangspunkt for at beregne et samlet arealbidrag fra Danmark er anvendt de årlige opgørelser ifølge Danmarks Miljøundersøgelser, DMU (nu Aarhus Universitet). En vandføringsnormaliseret tilførsel til hav for perioden 2005-2009 baseret på DMU's opgørelser er beregnet til 2.368 tons P (se Tabel 4).

Der foreligger ikke en opgørelse af aktuel retention i søerne for denne periode. I 2001-2005 blev retentionen beregnet til mellem 10 og 50 tons P, gennemsnitligt 30 tons. I de efterfølgende beregninger er anvendt en retention på 30 tons P.

	Tons P
Tilførsel til hav	2368
Punktkilder	-718
Retention	30
Arealbidrag, både landbrug og ikke-landbrug	1680

Tabel 4. Samlet arealbidrag af fosfor for landbrugs- og ikke-landbrugsareal beregnet ud fra samlet tilførsel 2005-2009 normaliseret minus punktkilder plus retention. Tilførsel til hav er baseret på DMU's opgørelser for perioden. Udledninger fra punktkilder er ifølge datagrundlaget for vandplanerne, se tabel 3.

Det er valgt at lade bidraget fra spredt bebyggelse indgå som en del af det samlede arealbidrag. Dette skyldes, at der er stor usikkerhed på en opsplitning af bidraget fra spredt bebyggelse og det egentlige arealbidrag. I konkrete oplande vil der i nogle tilfælde beregnes urealistisk lave eller endog negative arealbidrag, såfremt man forsøger at opsplitte mellem bidraget fra spredt bebyggelse og det egentlige arealbidrag.

Det samlede arealbidrag (normaliseret gennemsnit for 2005-2009) for Danmark er opgjort til 1.680 tons P (tabel 3)

Beregning af bidraget fra landbrugsarealet

Det samlede arealbidrag består af et bidrag fra landbrugsareal og et bidrag fra ikke-landbrugsareal. Landbrugsarealet udgør ca. 68 % (areal af blokke i markblokkortet 2008) af Danmarks 43.000 km².

Bidraget fra landbrugsarealet er større end bidraget fra ikke-landbrugsareal. I tabel 5 er vist arealbidrag og vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration som målt i en række typeoplände i forbindelse med den nationale overvågning.

	Naturvandløb	Landbrug uden punktkilder	Naturvandløb	Landbrug uden punktkilder	DMU-rapport
	mg P/l	mg P/l	Kg P/ha	Kg P/ha	
2001	0,05	0,12	0,08	0,32	422
2002	0,05	0,13	0,11	0,45	470
2003	0,05	0,10	0,06	0,17	516
2004	0,05	0,12	0,06	0,33	554
2005	0,05		0,07		642
2006	0,05	0,09	0,07	0,25	642
2007	0,05	0,10		0,38	
2008	0,06	0,10		0,23	764
2009	0,06	0,11		0,32	804

Tabel 5. Vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration og arealkoefficient som målt i typeoplände i det nationale overvågningsprogram.

Naturvandløb er vandløb i oplande, som kun i meget begrænset omfang har landbrug. Oplande med landbrug og uden punktkilder vil overvejende have landbrug, men en del af oplandet (typisk 20 – 40 %) kan være ikke-landbrugsareal.

Det ses af tabel 5, at den vandføringsvægtede koncentration af fosfor for naturvandløb typisk ligger på det halve eller lidt mindre end for vandløb i oplande med landbrug. Arealcoefficenten er typisk 1/3 til 1/4 af arealkoefficenten i vandløb i oplande med landbrug. Den større forskel på arealkoefficenterne skyldes, at vandafstrømningen generelt er mindre i de som regel meget små naturoplande. Forskellen i arealkoefficent vil således ikke kunne overføres til at gælde for større oplande uden landbrug.

En samlet vurdering ud fra koncentrationer og arealbidrag og med hensyntagen til, at oplande med landbrug og uden punktkilder også indeholder ikke-landbrugsareal er, at bidraget fra landbrugsareal er omkring dobbelt så stort som bidraget fra ikke-landbrugsareal.

Ud fra denne antagelse kan arealbidraget på landsplan således fordeles på arealbidrag fra landbrugsareal og fra ikke-landbrugsareal. Der kan udregnes en arealkoefficent, A, som svarer til arealbidraget (kg/ha) fra landbrugsarealet:

$$1680 \text{ tons} = (0,68 \times 4300000 \text{ ha} \times A) + (0,32 \times 4300000 \text{ ha} \times 0,5 A) \Rightarrow$$

$$A = 0,465 \text{ kg P/ha.}$$

På ”rent” landbrugsareal beregnes arealbidraget således til 0,465 kg P/ha og på ikke-landbrugsareal det halve.

På landsplan betyder dette, at det samlede arealbidrag fra landbrugsarealet er 0,465 kg P/ha x 4300000 ha x 0,68 = 1359660 kg P = 1360 tons P

Arealbidraget fra ikke-landbrugsareal er 0,465 kg P/ha x 0,5 x 4300000 ha x 0,32 = 319920 kg P ~ ca. 320 tons.

Effekt af generelle virkemidler på bidraget fra landbrugsarealet

Ifølge Grøn Vækst udgør effekten af generelle virkemidler 160 tons P. Effekten af disse generelle virkemidler beregnet i forhold til bidraget fra landbrugsarealet udgør således:

$$(160 / 1360) \times 100\% \sim 11,8 \%$$

Det lokale åbent land-bidrag for Grøn Vækst beregnes pr. delopland ud fra lokalt fosfor åbent land-bidrag (Status_P) og lokal markblokarealandel (a) ud fra følgende udtryk:

$$P_{GV_i} = Status_P_i \cdot \frac{a_i \cdot 0.882 + (1 - a_i) \cdot 0.5}{a_i \cdot 1 + (1 - a_i) \cdot 0.5}$$

hvor Status_P = det lokale fosfor åbent land-bidrag i kg pr. år (eller i mg/l) for delopland i, a_i = lokal andel af blokareal for delopland i og størrelsen 0.882 er fremkommet som (1-0.118)