

Fact sheet: TargetEconN – modellering af omkostningseffektive reduktioner af kvælstoftilførslen til Limfjorden



dNmark
research alliance

Resume

TargetEconN modellen er en integreret økonomisk og biofysisk omkostningsminimeringsmodel der minimerer omkostningerne for et helt vandopland ved implementering af forskellige kvælstof (N) tiltag til opnåelse af et kvælstofmål i det specifikke vandopland. Modellen er kalibreret til oplandet tilhørende Limfjorden. TargetEconN er en rumlig model der gør det muligt at finde den optimale geografiske placering af forskellige N tiltag ud fra en observeret heterogenitet i omkostninger, N effekt ved implementering af de forskellige N tiltag og potentialet for implementering på forskellige markblokke. Derudover inddrages også N retention estimeret på deloplads niveau. N retentionen angiver mængden af N der kan tilbageholdes i overfladevand og grundvand. Modellen giver derved den optimale rumlige fordeling af N tiltag i oplandet til Limfjorden samt udbredelsen af hvert N tiltag til opnåelse af den mest omkostningseffektive løsning. Resultatet kan anvendes til at sammenligne med resultater fra implementering af forskellige økonomiske incitamenter som for eksempel N kvoter, for at teste hvor tæt på en velfærdsøkonomisk løsning de økonomiske incitamenter kommer. Resultaterne fra TargetEconN indikerer, at der er store forskelle i omkostningseffektivitet ved sammenligning af den målrettede regulering med uniform regulering. Ved at anvende den målrettede regulering er det muligt at fordele N indsatsen og derved reducere reduktionsomkostningerne. Vi foreslår at rumlige velfærdsøkonomiske modeller kan blive anvendt som retningslinje for optimale løsninger i en målrettet regulering.

TargetEconN modellen

TargetEconN minimerer omkostningerne ved opnåelse af et specificeret N reduktionsmål for et vandområde. Minimeringsproblemet er løst som et heltalsproblem modelleret i GAMS 24.3 (CPLEX 12). Modellen er som nævnt kalibreret til Limfjordens opland, men kan løses for hele Danmark. Det skal dog nævnes, at modellen løser problemet på hovedopladsniveau da N reduktionsmålene er defineret herfor.

Det formelle optimeringsproblem, givet i ligning 1, minimerer de samlede omkostninger, V , ved opnåelse af et specificeret N mål, T , som defineret i ligning 2.

$$\min_{x_{ik}} V = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K COST_{ik}(x_{ik}), \text{ hvor } x_{ik} \in \{0,1\}. \quad (\text{Ligning 1})$$

Målfunktionen, $COST_{ik}$, beregner omkostningerne ved at implementere forskellige N tiltag, $k \in \{1,2,\dots,K\}$, på markblokkene, $i \in \{1,2,\dots,I\}$. Kontrolvariablen, x_{ik} , er binær og repræsenterer valget af N tiltag k på markblok i (Ligning 3).

$$\sum_{i=1}^I \left((1 - RET_S) \sum_{k \in ks} E_{ik} POT_{ik} x_{ik} + (1 - RET_T) \sum_{k \in kt} E_{ik} POT_{ik} x_{ik} \right) \geq T \quad (\text{Ligning 2})$$

Det samlede N mål, T, modellen skal opfylde i det specifikke vandområde, beregnes ud fra effekten, E_{ik} , fra forskellige N tiltag, implementeret på specifikke arealer, POT_{ik} , og ganget med N retentionen, RET . N retentionen er karakteriseret ved totalretentionen, RET_T , der kan inddrages i grundvandsretention og overfladevandsretention. For N tiltagene randzoner og vådområder, benævnt k_s , antages det, at der kun er en overfladevandsretention, RET_s , for gruppen af N tiltag hvor totalretentionen er anvendt.

TargetEconN er restrikeret til kun at implementere et N tiltag per markblok som defineret i ligning 3.

$$\sum_{k=1}^K x_{ik} \leq 1 \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, I\}.$$

(Ligning 3)

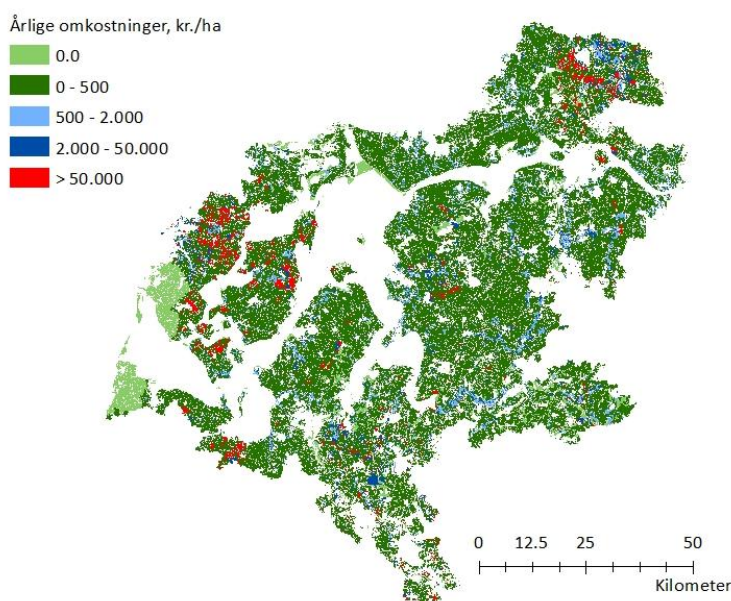
Data

Model input: Limfjordens opland består af 56,619 markblokke med data specificeret for hver. For hver af 12 forskellige N tiltag består data input af potentialet for implementering af tiltaget i hektar, effekt i kg N/ha og omkostninger ved implementering af tiltaget i kr./ha. Retention er givet i procent og tilgængelig for 90 delvandsoplade.

Nuværende begrænsninger: Modellen tager ikke højde for ændringer i N retention ved implementering af N tiltag langs med vandsystemet. Derudover, giver data kun mulighed for at løse minimeringsproblemet som et binært modelsystem, med kun maksimum et tiltag implementeret per markblok, da man ikke kender effekten af at implementere to eller flere N tiltag på samme markblok.

Resultater

Modellen viser, at opnåelse af Vandrammedirektivets mål for Limfjorden på 4.165 ton med mulighed for implementering af 12 forskellige N tiltag, giver en gennemsnitlig omkostning på 52 kr./kg N. Implementering af en 10% reduktion i N kvoten i hele Limfjordens opland kan reducere N tabet til Limfjorden med 810 ton til en gennemsnitlig omkostning på 58 kr./kg N. Ved at give mulighed for målrettet implementering af 12 forskellige N tiltag, kan dette N mål opnås til en signifikant reduceret gennemsnitlig omkostning på 13 kr./kg N. Modellens rumlige opsætning giver mulighed for at kortlægge den omkostningseffektive løsning. Fordelingen af de årlige omkostninger i kr./ha ved opnåelse af et N mål på 4.165 ton for Limfjorden (figur 1), viser effekten af at inkludere heterogenitet i retention, omkostninger og jordtype.



Figur 1: Målrettet regulering ved målsætning på 4.165 ton

Mere information

Line Block Hansen
lbh@envs.au.dk

Mette Termansen
mter@envs.au.dk

Hans Estrup Andersen
hea@bios.au.dk

Berit Hasler
bh@envs.au.dk

Maria Konrad
mthk@envs.au.dk

www.dnmark.org