

Dokumentation Søoplande

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 28. april 2015

Ane Kjeldgaard og Hans Estrup Andersen

Institut for Bioscience

Rekvirent:
Miljøstyrelsen
Antal sider: 6

Kvalitetssikring, centret:
Poul Nordemann Jensen



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000
E-mail: dce@au.dk
<http://dce.au.dk>

Indhold

Indledning	3
Inputdata	3
Sø-oplande	3
Generering af oplande til søer med afløb	4
Bemærkninger til produktet	5

Indledning

I forbindelse med projektet GIS-kort over Søoplande udført for Miljøstyrelsen i perioden 17. november til 31. januar er der dannet topografiske oplande til alle danske søer med afløb. Oplandene er genereret på basis af en digital højdemodel med GIS-programmet ArcGIS version 10.2.1. Nedenfor følger en beskrivelse af de anvendte data og procedurer samt kommentarer til produktet.

Inputdata

Højdemodel

DHyM/Rain downloadet fra <http://download.kortforsyningen.dk/>. Modellen er en hydrologisk tilpasset version af Danmarks Højdemodel 1,6 m, hvor et hydrologisk tilpasningslag er indarbejdet, sådan at overfladevandet kan strømme ind under f.eks. vejoverskæringer.

Søer

Der anvendes det sø-tema, som Geodatastyrelsen (GST) leverede til NAER i november 2014. Temaet er baseret på GeoDanmark, som er et sæt topografiske grunddata, der produceres af kommunerne og staten i fællesskab, men yderligere opdateret med søer fra kortlægningen af §3-områder. Sø-temaet indeholder 197.000 søer. Ud over information om §3-områder indeholder temaet også oplysninger om vandplaner, 2m bræmmer og de nye 7/9m randzoner.

Vandløb

Der anvendes det vandløbs-tema, som Geodatastyrelsen (GST) leverede til NAER i november 2014. Temaet er ligeledes baseret på GeoDanmark, og indeholder samme oplysninger som sø-temaet.

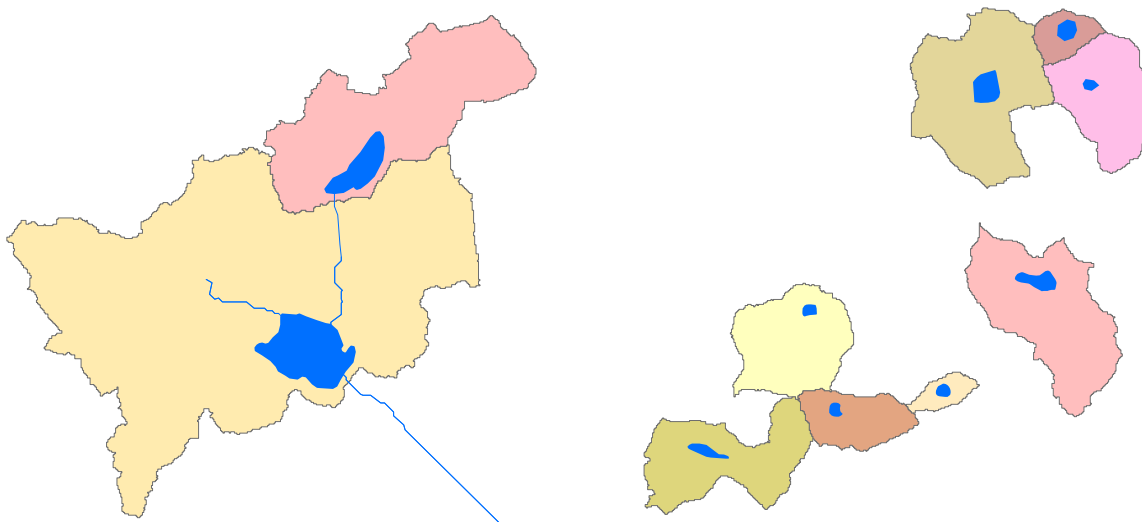
Disse tre input-temaer er ved projektets start de mest opdaterede og gennemarbejdede temaer til rådighed. Nogle af beregningsprocesserne i forbindelse med genereringen af søoplande er for tunge for GIS-programmet at foretage landsdækkende, derfor klippes højdemodellen op i 147 hydrologiske enheder, og alle de nedenstående beskrevne beregninger foretages på disse enheder.

Sø-oplande

Oplande til søer med og uden afløb defineres forskelligt. Oplande til søer med afløb er afstrømnings-oplande, hvor søen modtager vand fra det omliggende opland via vandløb og nedbør, samt evt. fra dræn og grundvand. Vandet strømmer videre ud af søen via søens afløb. Søens opland defineres som det topografiske opland fra søens afløb og opstrøms.

Oplande til søer uden afløb er lavnings-oplande, hvor søen modtager vand direkte fra nedbør, samt evt. fra grundvand og mindre drænsystemer. Af-løbsløse søer modtager kun mindre vandmængder, ellers ville der være et afløb. Søens opland defineres som den omkringliggende lavning, som ofte blot udgør et mindre areal.

Oplande til søer hhv. med og uden afløb genereres ved forskellige metoder. Her beskrives kun dannelse af oplande til søer med afløb. Første trin er derfor at bestemme, hvorvidt søen har et afløb.



Figur med henholdsvis afstrømnings-oplande til søer med afløb og lavnings-oplande til søer uden afløb.

Generering af oplande til søer med afløb

Udsøgning af søer med afløb

Vandløbs-temaet indeholder ikke information om rørlagte strækninger og vandløbene er ikke retningsbestemte. Det er derfor ikke muligt præcist at identificere, hvilke søer der har et afløb, eller hvor på søbredden afløbet findes. Bestemmelsen af, hvilke søer der har et afløb foretages ved blot at udsøge de søer, som ligger mindre end en 1 m fra en vandløbs-linie, uagtet om linien er et tilløb, et afløb eller en grøft. Afstanden 1 m er valgt for at sikre at søer ikke fravælges blot fordi der er små divergenser mellem sø- og vandløbstemaet.

For at bestemme hvor på søbredden afløbet ligger, og dermed hvorfra oplandsgenereringen skal startes, genereres virtuelle vandløb på basis af højdemodellen, det vil sige en beregning af, hvordan vandet ville afstrømme hvis kun topografien var bestemmende.

Generering af virtuelle vandløb

De virtuelle vandløb genereres ved først at fylde alle lokale lavninger i terrænet op, det sker ved at hæve koten i de celler i højdemodellen, som er helt omgivet af celler med en højere kote, sådan at vandet får mulighed for, altid at kunne strømme videre fra hver celle. Derefter bestemmes flow-retningen fra hver celle ved en flow-beregning, og endelig beregnes med en flow-accumulation, hvor mange celler hver enkelt celle modtager vand fra. Der genereres virtuelle vandløb på basis af flow-accumulationen ved at udvælge celler med et celle-bidrag over en vis størrelse. Der genereres tre sæt virtuelle vandløb ud fra en tærskelværdi på henholdsvis 1000, 5000 og 20.000 celler. Vandløbene genereret med lav tærskelværdi er mere detaljerede, men sammenfaldende med vandløbene genereret med højere tærskel.

Virtuelle afløbspunkter

De genererede virtuelle vandløb er retningsbestemte, så ved at finde skæringspunktet mellem det virtuelle vandløb og søbredden kan et virtuelt afløbspunkt fastlægges. Først findes afløbspunkter til de søer som gennemstrømmes af et 20.000-cellers vandløb, så til søer som gennemstrømmes af et

5000-cellers vandløb og endelig søer der gennemstrømmes af et 1000-cellers vandløb. Dette for at minimere antallet af virtuelle afløb pr sø. De virtuelle vandløb er genereret uden information om hvor søerne ligger i terrænet (idet lavningerne er fyldt op), derfor vil store søer i fladt terræn blive gennemstrømmet af adskillige virtuelle vandløb, hvis disse er for detaljerede.

For at gøre oplandsgenereringen mere sikker, laves afløbspunkterne om til transekt-linier, der skærer vandløbet i afløbet. Transekt-linierne dannes automatisk ved først at beregne en buffer om vandløbet, og så at skære søens omkreds med bufferen, sådan at den stump søbred, der ligger inde i vandløbsbufferzonen, kan identificeres og anvendes som transekt-linie, når oplandet skal genereres. Der anvendes tre buffer-bredder, afhængig af søens størrelse, sådan at der dannes 10 m transekter til små søer, 20 m transekter til middelstore søer og 50 m transekter til de største søer. Hver transekt-linie har søens ident, sådan at det efterfølgende er muligt at koble det genererede opland med den rigtige sø.

Nedbrænding af søer

Før oplandsgenereringen brændes søerne en 1 m ned i højdemodellen, dette for at sikre at søens afgrænsning respekteres under oplandsgenereringen. For at sikre at søens overflade bliver helt flad i højdemodellen findes først minimums-koten i søen, så tildeles alle celler i søen denne kote minus 100 cm, og til sidst lægges den nye sænkede sø-overflade ind i højdemodellen.

Generering af oplande

Flow-retningen bestemmes igen på grundlag af højdemodellen, der nu er modificeret sådan, at alle lavninger er fyldt op og alle søer med afløb er brændt 1 m ned. På basis af flow direction-griddet genereres der oplande til alle afløbs-transekterne ved hjælp af GIS-programmets watershed funktion. De genererede oplande har ident efter transekt-linien, sådan at det er muligt at relatere oplandet til søen.

Bemærkninger til produktet

Resultat

Ved hjælp af det anvendte vandløbstema udsøges fra sø-temaet i alt 29.350 søer over 100 m² og som ikke er dambrug, som havende et afløb. Der genereres oplande til 25.069 af disse søer, hvorimod oplandsgenereringen fejler for 4286 søer. Der er forskellige årsager til at oplandsgenereringen fejler: (i) Søen kan ligge udenfor de virtuelle vandløbsnet. Hvis det er tilfældet får søen ikke defineret et afløbspunkt, og det bliver slet ikke forsøgt at generere et opland til søen. Der er 3082 tilfælde af denne type, hvor man kan konkludere at oplandet må være ret lille, da søen kun modtager vand fra mindre end 1000 celler. (ii) Søen kan ligge i et meget fladt område, hvilket gør det svært at beregne et opland på basis af højdemodellen. (iii) Søen kan ligge meget tæt på en anden sø, hvilket også ser ud til at drille oplandsgenereringen. (iv) Søen mangler opland af umiddelbart uforklarlige årsager.

De genererede oplande dækker i alt et areal på 26.054 km² ud af det totale danske areal på 43.069km².

Nedbrænding af vandløb til forbedring af oplandsberegningen

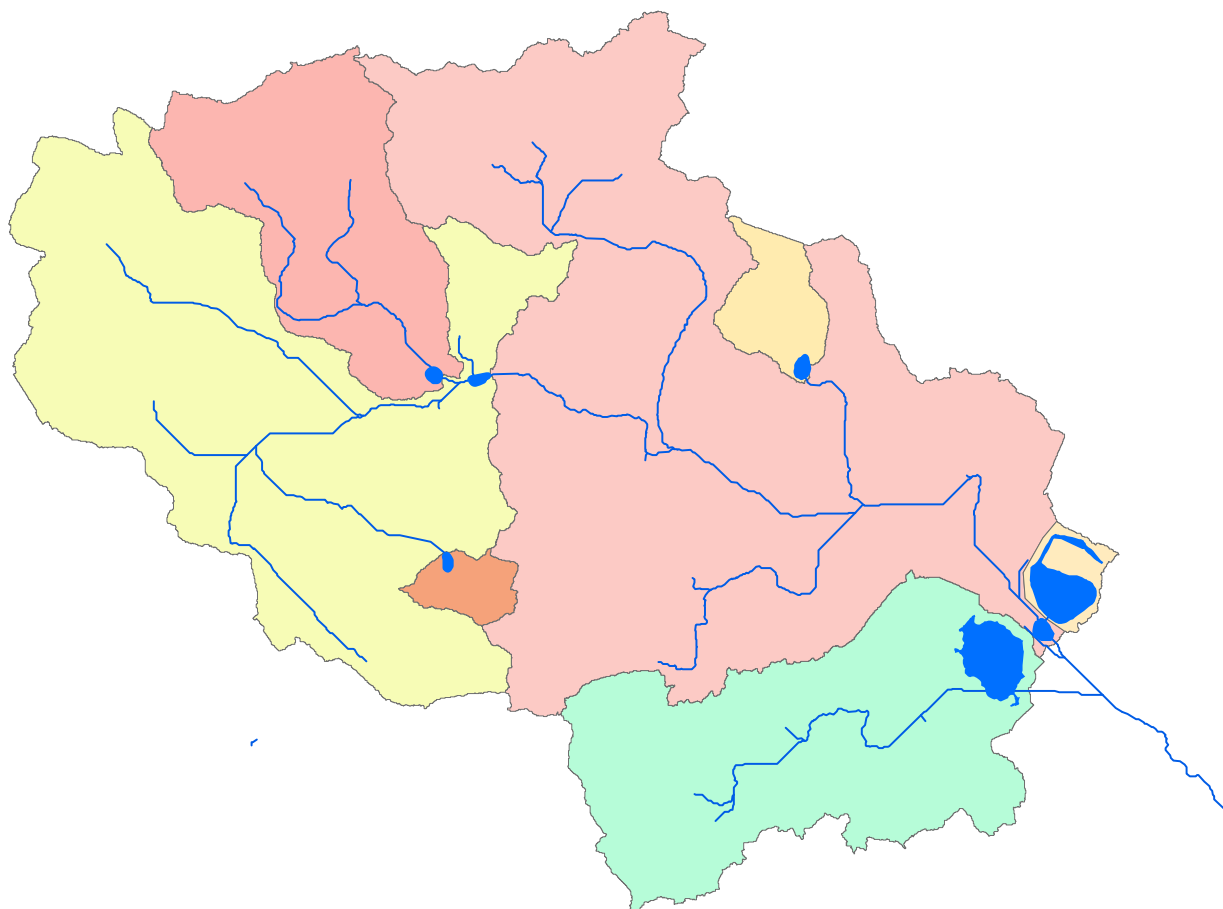
Som beskrevet er sø-oplandene genereret uden input af et vandløbstema. Det har forgæves været forsøgt at nedbrænde forskellige vandløb i højdemodellen, sådan at disse kunne indgå i oplandsberegningen, dels ovenstående NAER-vandløbstema, dels vandløbsnettet fra DCE's oplandsdatabase.

NAER-vandløbene er ikke sammenhængende i netværk, idet der mangler oplysninger om rørlagte vandløb og dræn, så temaet indeholder derfor mange separate vandløbsstumper, som ligger spredt i terrænet. Disse kommer efter nedbrænding til at fungere som lavninger, hvorfra vandet ikke kan strømme af og oplandsgenereringen fejler.

Vandløbene fra DCE's oplandsdatabase ligger som sammenhængende vandløbsnet, men vandløbene er så groft digitaliserede og forældede, at højdemodellen skal modificeres til ukendelighed for at få vandløbene til at passe, desuden er vandløbsnettet så overordnet at det kun fanger et fåtal af søerne.

Samling af deloplande

Hvis der er flere søer i samme vandløbssystem ligger oplandene som deloplande af hinanden, dvs. at oplandet til den nederste sø i systemet er lig søens eget opland plus de øvrige oplande opstrøms søen. Ved hjælp af traceberegninger på de virtuelle vandløbs-netværk vil det være muligt at udsøge og samle deloplandene til søernes totaloplande.



Figur med deloplande, der evt kan samles til totaloplande. De gul-røde oplande kan samles til et totalopland til søen længst nede i vandløbssystemet. Det grønne opland skal holdes udenfor, da det afstrømmer en anden vandløbsgren.