

Scalgo

[www.scalgo.com](http://www.scalgo.com)

[info@scalgo.com](mailto:info@scalgo.com)

+45 88772669

Aabogade 15, 8200 Aarhus N

08/05/2026

# Hydrologisk Højdemodel - Bluespot

*Beskrivelse af analysen*

**SCALGO**

Let's create space for water

## Indledning

Dette dokument beskriver datasættet "Hydrologisk Højdemodel - Bluespot". Scalgo har beregnet og leveret dette datasæt til Klimadatastyrelsen som en national analyse, der er baseret på en simpel, hændelsesbaseret screeningsmodel for fordelingen af regnvand i terrænets lavninger.

### Datagrundlag

Analysen er baseret på følgende datakilder:

- Danmarks Højdemodel (DHM) i fuld 40cm opløsning
- GeoDanmark-data
  - Bygninger
  - DHMTilpasningslag
- Landpolygon

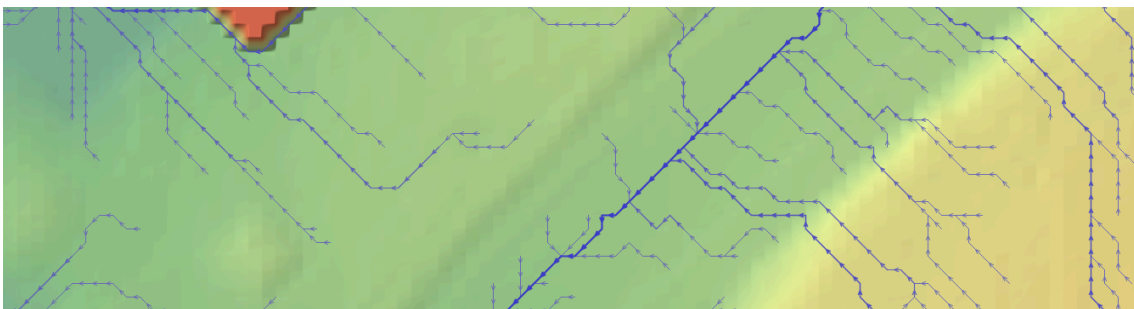
## Metode

Screeningsmodellen, som danner grundlag for analysen, beregner, hvor regnvand ender, når det følger strømningsveje i terrænet. En hændelse defineres som en enkelt regndybde (f.eks. 22 mm). Simuleringen tager ikke højde for regnhændelsens varighed, da alt vandet antages at falde samtidigt. Hændelsen er ikke spatialt varierende; den er ensartet over hele landet.

### Strømningsveje

En strømningsvej er en retningsbestemt kant, der forbinder to celler og indikerer, i hvilken retning vandet strømmer videre - uanset om det strømmer til cellen eller falder på den som nedbør. En celle kan maksimalt have en enkelt udgående strømningsvej. En strømningsvej går altid fra høj til lav kote, eller til samme kote i flade områder. Se Figur 1 for et eksempel.

Strømningsvejen defineres for de fleste celler til at være til den af cellens 8 naboceller, der giver den stejleste nedadgående kant mellem de to cellers centrum. Ved flade områder, f.eks. søer og fyldte lavninger, anvendes en heuristik til at sørge for, at vandet finder en vej over det flade område og fortsætter videre nedstrøms fra et overløbspunkt på kanten af det flade område. Celler på kanten af højdemodellen (de har en nabo, som er sat til den specielle NODATA-værdi) tildeles en strømningsvej ud over kanten. Det meste af kanten i højdemodellen er mod havet, men der er også en kant i højdemodellen ved grænsen til Tyskland.



Figur 1: Strømningsveje i nærheden af en vej (midten af figuren) oven på højdemodellen. Kun strømningsveje for celler med en strømningsvej på over 10m<sup>2</sup> er tegnet med.

For lokale minima i højdemodellen findes der ikke en nedadgående kant til naboceller, og lokale minima tildeles derfor ikke en strømningsvej. Disse celler udgør derfor bunden af en lavning, hvorfra strømmende vand ikke kan komme videre. En celles opland er mængden af celler, hvorfra man kan nå cellen ved at følge nedadgående strømningsveje. Oplandet for en lavning er oplandet for den celle der udgør bunden af lavningen.

## Tilpasningslaget

DHMTilpasningslag fra GeoDanmark bruges til at øge antallet af mulige strømningsveje. Dette gøres for at sikre at vandet kan strømme korrekt under broer og lignende, som ellers ligner barrierer i højdemodellen. Se et eksempel i Figur 2.

Tilpasningslaget behandles med Scalgos standardmetode, som er nært beslægtet med metoden fra GeoDanmark specifikationen (v6.0.2). Mange af tilpasningerne behandles som fiktive rørforbindelser og kan her skabe strømningsveje mellem to celler, som ikke er naboceller i højdemodellen, dog stadig ikke i retning mod højere koter dvs. en fiktiv rørforbindelse kan ikke anvendes som strømningsvej for en given celle, hvis forbindelsens endepunkt har højere kote end cellen selv. Hvis en celle har en eller flere fiktive mulige rørforbindelser vælges den stejleste af disse som strømningsvej, i stedet for en evt strømningsvej til en nabocelle.



Figur 2: Højdemodel med tilpasninger. Tilpasningerne er vist i rødt. Der er tre tilpasninger fra DHMHestesko (vist som halvåbne kasser), samt to tilpasninger fra DHMLinje (vist som linjesegmenter).

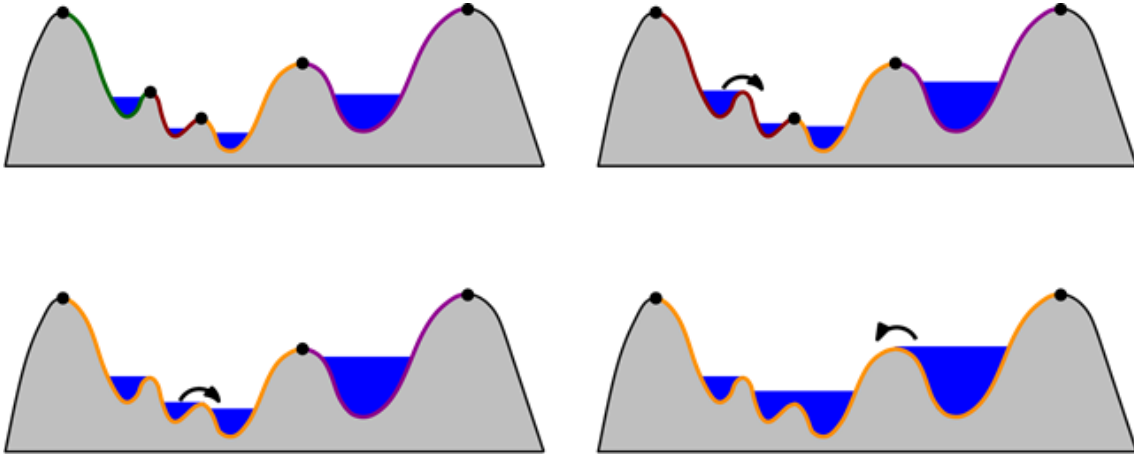
Visse tilpasninger skal anvendes til at ændre højdemodellen og ikke som fiktive rørforbindelser, se GeoDanmark specifikationen for mere information om dette. Disse tilpasninger håndteres i forberedelsen af højdemodellen som beskrives til sidst i dette dokument.

## Simuleringen

Analysen kan forstås som en simulering på det netværk der defineres af strømningsvejene. Først omsættes regnhændelsen til en volumen per celle, ved at gange regndybden med cellens areal. Herefter følges vandet nedstrøms langs strømningsvejene. På vejen kan vandet ramme bunden af en lavning, dvs en celle uden en nedadgående strømningsvej. Simuleringen beregner lavningens volumen, samt hvor meget vand der rammer den. Hvis lavningen fyldes op tilbageholdes vand svarende til lavningens volumen, og det overskydende fortsætter herefter videre nedstrøms fra lavningens overløbspunkt. Se Figur 3.

Simuleringen giver et resultat hvor alt nedbør enten er fordelt i lavninger eller løbet ud over kanten af højdemodellen. Simuleringen tildeler hver lavning et vandvolumen og markerer alle lavningens celler som oversvømmede hvis de ligger under den pågældende vandvolumen.

Bemærk at lavninger er et hierarkisk begreb; der kan være lavninger inde i lavninger. Dette er vist i eksemplet i Figur 3. Simuleringen sørger for at vælge det rigtige overløbspunkt under hensyntagen til dette hierarki.



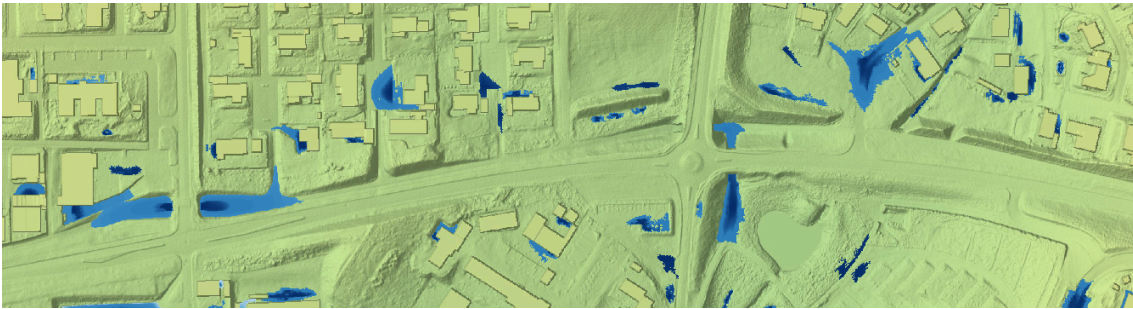
Figur 3. Illustration viser hvordan simuleringen fylder lavningerne op. Farverne på højdemodellen viser lavningernes opland. Når en lavning er fyldt, bidrager dens opland til den næste lavning nedstrøms.

## Det endelige bluespot-kort

I ovenstående beskrev vi en simulering for en enkelt regnhændelse. Bluespot-kortet angiver (i meter) for hver celle i en lavning den mindste regnhændelse hvor ovenstående simulering resulterer i at cellen er oversvømmet. Celler uden for lavninger sættes til NODATA. Se et eksempel i Figur 4.

Med andre ord: hvis der står 22 mm (eller rettere 0,022 m) i en celle i analysen, er cellen ikke oversvømmet ved 21 mm (eller 21,99 mm) regn, men den er oversvømmet ved 22 mm - og ved alle hændelser større end 22 mm. Bunden af lavninger har dermed lavere værdier end toppen, da bunden bliver oversvømmet ved de mindste hændelser, hvorimod det kræver større hændelser for at lavningerne bliver helt fyldt.

Dette skaber et generelt resultat, hvor de potentielt oversvømmede områder for en given hændelse nemt kan produceres ved kun at kigge på celler med en værdi under hændelsen.



Figur 4. Et udsnit fra blue-spot kortet (blå celler) oven på højdemodellen. De mørke celler oversvømmes ved en lav regnmængde, de lysere har højere værdier og oversvømmes først ved større regnhændelser.

### Bemærkninger

Simuleringen er beregnet til screening. Den indeholder ikke en tidslig dimension; vandet løber direkte og uden forsinkelse hen til dets endelige destination. Derfor simuleres der ikke en kapacitetsbegrænsning på f.eks. de fiktive rørforbindelser. Modellen indeholder ikke information om kloakker eller jordtyper; alt vandet strømmer på overfladen. Der er ikke fordampning, grundvand eller andre fysiske processer i simuleringen.

## Forbehandling af højdemodellen

Den rå højdemodel behandles inden simuleringen køres for at skabe et godt datagrundlag for analysen:

### Små lavninger

Modellen simplificeres ved at fylde alle lavninger med en volumen på under én kubikmeter op. Dette gøres for at reducere støj i resultatet, da lavninger under denne størrelse anses for at være ubetydelige i analysen.

### Bygninger

Vi bruger GeoDanmarks bygningslag til at rejse bygningerne i højdemodellen. Dette gøres for at undgå, at strømningsvejene går igennem bygningerne. Bygningerne rejses med fladt tag, og nedbør på taget distribueres via den generelle metode til strømningsveje på flade områder.

### Landpolygon

For at forbedre det visuelle udtryk ved havet klippes højdemodellen med et landpolygon inden beregningen. Dette sikrer, at der ikke kommer strømningsveje og bluespots ude i havet hvor højdemodellen ikke altid er sat til NODATA. Landpolygonet leveres af KDS som et input til analysen.

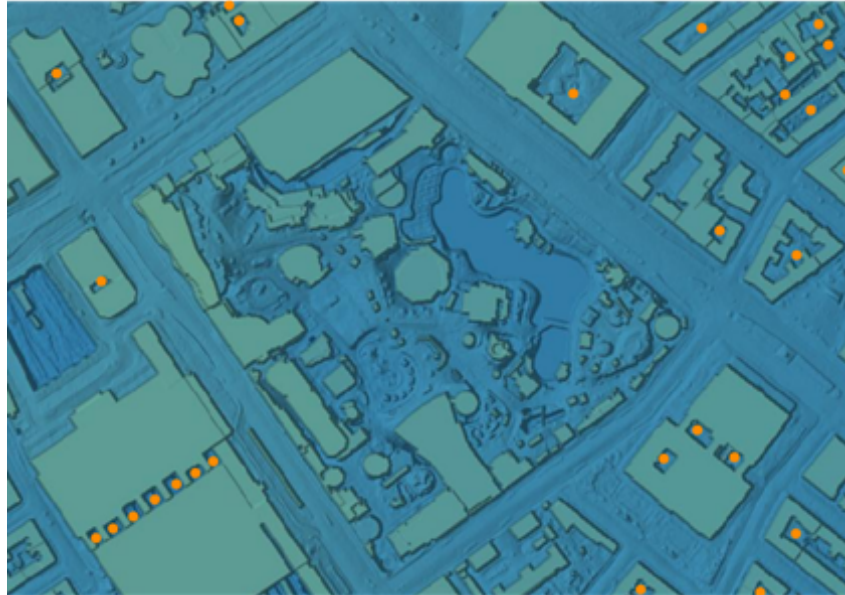
### Hydrologiske tilpasninger

Som nævnt tidligere skal nogle af tilpasningerne fra det hydrologiske tilpasningslag introduceres direkte i højdemodellen; dette gøres også som en del af forbehandlingen af højdemodellen.

### Baggårde

Bluespots i baggårde bliver frasortet. Baggårde defineres som områder omringet af bygning(er) hvor der ikke er nogen hydrologiske tilpasninger til at føre vand ud af baggården.

Disse områder omringet af bygninger detekteres ved hjælp af GeoDanmarks bygningslag. I Figur 5 er der markeret, hvordan sådanne lukkede områder ser ud i en tæt by; bemærk at disse områder opstår både ved et hul i et enkelt bygningspolygon eller som en konsekvens af flere tætliggende bygninger, der tilsammen danner en ring.



Figur 5. DHM med bygninger hævet med 10 meter over terræn. Områderne i terrænet, der er helt omringet af bygning, er markeret med et orange punkt.

I simuleringen sættes højdemodellen til NODATA i baggårde, så vand, der falder i baggårde eller flyder fra bygningstage og ind i baggårde, forsvinder, og bluespot-kortet ikke indeholder nogle oversvømmede celler i baggårde.