

Notat

| | | |
|--|-----------|------------|
| Data og metode for screening af vandlidende jorde og terrænnært grundvand Projekt: 7891, Vand væk fra værdifulde landbrugsjorde | Ansvarlig | libn |
| | Oprettet | 12-01-2022 |
| | Side | 1 af 7 |

Screening for vandlidende jorder og terrænnært grundvand

Indhold

| | |
|--|---|
| Kort om HIP (Hydrologisk Informations- og Prognosesystem)..... | 1 |
| Dræningsforhold i Den Nationale Vandressource Model..... | 2 |
| Anvendelse af data fra HIP | 2 |
| HIP 100x100 m: Historisk terrænnært grundvand og dets anvendelsesmuligheder | 3 |
| HIP 100x100 m: Fremskrivning af terrænnært grundvand og dets anvendelsesmuligheder | 3 |
| HIP 10x10 m: terrænnært grundvand og dets anvendelsesmuligheder | 3 |
| Mulige visualiseringer..... | 3 |
| Jordens vandindhold 100x100m | 4 |
| Muligheder for analyse ved effekten af vådere vejr. | 4 |
| Filtyper (HIP) | 4 |
| Procedure for 100x100 m screening af terrænnært grundvand | 4 |
| Procedure for 10x10 m screening screening af terrænnært grundvand..... | 5 |
| Litteratur | 5 |
| Bilag 1 | 6 |
| Bilag 2 | 7 |

Efteråret og vinteren 2019/2020 var ekstremt våde. Det betød, at mange landmænd havde store problemer med vandlidende og oversvømmede marker. Både på kyst- og vandløbsnære landbrugsjorde, men også på højbundslande hvor bl.a. afløbsløse lavninger var vandfyldte. Samtidig gjorde det våde vejr og de mange nedbørsdage, at flere landmænd havde problemer med at få høstet og efterfølgende sået vinterafgrøder. De våde og vandlidende marker har stor økonomisk betydning for landmanden. Samtidig påvirker det også landbrugets belastning på miljøet og klimaet negativt, da næringsstofudvaskningen og udledningen af lattergas øges.

I projektet Vand væk fra dyrkningsmæssigt værdifulde landbrugsjorde arbejdes på at udforme handleplaner for håndtering af problemer med vandlidende og oversvømmede marker. Som et led i dette foretages en kortlægning af omfanget og karakteren af problemerne med vandlidende eller oversvømmelsestruede landbrugsjorde. Kortlægningen udføres ved at koble eksisterende GIS-data, satellitbilleder og viden om klimaforandringerne udvikling m.m. Projektet forløber over tre år, hvor nærværende notat omhandler arbejdet med kortlægningen i år et.

Kort om HIP (Hydrologisk Informations- og Prognosesystem)

Dette notat tager udgangspunkt i potentialet for at benytte de nye offentlige hydrologiske data om terrænnære hydrologiske forhold udstillet gennem HIP, som er et nyt Hydrologisk Informations- og Prognosesystem. Data er beregnet af GEUS og udstilles af dataforsyningen.

For at kortlægge omfanget af potentielt vandlidende jorder forårsaget af terrænnært grundvand er offentligt tilgængeligt data fra HIP blevet benyttet [1]. HIP udstiller bl.a. outputdata i form af det terrænnære grundvand i Danmark, simuleret i Den Nationale Vandressource Model, også kaldet DK-modellen, som beskriver Danmarks hydrologiske kredsløb. DK-modellen er udviklet af GEUS [2], som ifm. HIP har foretaget en omfattende opdatering af modellen med fokus på beregning af dybden til det terrænnære grundvand, vandføringen i vandløb og jordens vandindhold i rodzonen [3]. GEUS har dermed været hovedaktør i udviklingen af HIP.

Data er tilgængeligt i HIP i form af det modellerede terrænnære grundvand i perioden 1/1 1990 – 31/12 2019 samt klimatiske fremskrivninger af terrænnær grundvandsstand, jordens vandindhold og vandføring. De klimatiske fremskrivninger er baseret på RCP4.5 og RCP 8.5 scenarierne, for både den nære (2041-2070) og den fjerne fremtid (2071-2100). For hvert klimascenarium er der kørt flere klimamodeller og resultatet er en median af terrænnær grundvandsstand og vandføring under hvert af de to klimascenarier. De tilgængelige data for i HIP-databasen har en opløsning på 10x10 meter og 100x100 meter for nutids-scenariet og 100x100 meter for de fremtidige klimascenarier.

Dræningsforhold i Den Nationale Vandressource Model

Dræningsforholdene i DK-modellen er defineret af en differentieret drændybde samt en differentieret dræntidskonstant. Drændybden kombineres med topografisk data og varierer efter standardafvigelse i topografi indenfor et 500 meter grid. Med den rumlige variation ligger drændybden i intervallet 0 til 1,125 meter. Søer og vådområder har hhv. drændybden 0 m og 0,1 m og drændybden for skov- og landbrugsarealer er sat til 0,75 m. Dræntidskonstanten er afhængig af både arealanvendelse, topografisk variation, jordtyper og tilstedeværelsen af åbne drænsystemer. Visualiseringer af både drændybde og dræntidskonstant fremgår på side 64-66 i [4].

Anvendelse af data fra HIP

Alle data i HIP kan tilgås via hjemmesiden <https://hip.dataforsyningen.dk/>, hvor data kan downloades for hver af de 7 delmodeller eller for hele landet, alt efter de valgte data, se Tabel 2 for oversigt over delmodeller.

Tabel 1. Delmodeller i DK-model2019, landareal for hver delmodel og hovedvandoplande som delmodel dækker.

| Delmodel | Geografisk område | Areal (km ²) | Hovedvandoplande |
|----------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| DK1 | Sjælland | 7195 | 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 |
| DK2 | Lolland, Falster, Møn | 2036 | 2.5, 2.6 |
| Dk3 | Fyn | 3484 | 1.12, 1.13, 1.14, 1.15 |
| Dk4 | Sønderjylland | 7902 | 1.10, 1.11, 4.1 |
| DK5 | Midtjylland | 11551 | 1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 |
| DK6 | Nordjylland | 9943 | 1.1, 1.2, 1.3 |
| DK7 | Bornholm | 589 | 3.1 |

Tilgængelige grundvands- og vandløbsdata i HIP:

- Dybden til terrænnært grundvand – rumlig opløsning 100 m
- Dybden til terrænnært grundvand – rumlig opløsning 10 m
- Grundvandsstand – rumlig opløsning 100 m
- Vandindhold i jord – rumlig opløsning 100 m
- Vandføring i vandløb – Punktdata
- Usikkerheder på baggrund af observationsdata for dybden til terrænnært grundvand
- Usikkerheder på baggrund af observationsdata for vandføring
- Antal dage med grundvandsstand på 1 m under terræn – opløsning 100m

For modelberegningerne på terrænnært grundvand, vandindhold i jord og vandføring i vandløb på 100x100 meter er der udregnet statistiske produkter for referenceperioden (1990-2019). De tilgængelige statistiske produkter inkluderer bl.a. overskridelses percentiler (Q01-Q99) og ekstremhændelser (T02-T100). For 10x10 meter terrænmodellen er usikkerhederne på maskinlæringsmodellen ligeledes gjort tilgængelige.

Ønskes der målinger, der er foretaget på et givent område, kan de ligeledes downloades via HIP, her er det muligt at tilgå historiske målinger for grundvandsstand og vandløb (tværprofildata, vandløbsmidte og vandløbsoplande). Målinger foretaget i realtid er i øjeblikket kun havvandstande, men på sigt er det ambitionen at implementere både den terrænnære grundvandsstand og vandløbsdata. Data fra HIP kan ligeledes tilgås via en FTP-server: <ftp://ftp.kortforsyningen.dk/HIP/>.

HIP 100x100 m: Historisk terrænnært grundvand og dets anvendelsesmuligheder

Den terrænnære grundvandsmodel er trænet til at beskrive forekomsten af grundvand ned til 10 meters dybde. Data er tilgængeligt i følgende tidsintervaller for den seneste klimaperiode (1990-2019): Dag, måned, sæson og år. 100x100 meter-modellen kan uden videre kobles til de klimatiske fremskrivninger, da de har samme opløsning. Tidsserierne downloades som NETCDF4-filer, der skal konverteres før de kan implementeres i de fleste GIS-løsninger.

HIP 100x100 m: Fremskrivning af terrænnært grundvand og dets anvendelsesmuligheder

Den klimatiske 100x100 meter fremskrivning bygger på en 500 meter klimamodel. I HIP forefindes to klimascenarier, robustheden af fremskrivningerne afhænger af antallet af klimamodeller der er benyttet. I RCP 4.5 er der anvendt 5 modeller, hvorimod der ved RCP 8.5 er anvendt 17 klimamodeller. For begge scenarier er der kørt to tidsperioder, 2041-2070 og 2071-2100. For begge gælder det, at de bygger på resultater fra referenceperioden (1990-2019).

Gennem Machine Learning-algoritmen "Random Forest" er opløseligheden for klimafremskrivningerne forøget til 100 meter. De klimatiske fremskrivninger er kørt på både den terrænnære grundvandsstand, vandføring i vandløb og jordens vandindhold (kun 500 meter). Under klimafremskrivningen antages det, at jorden drænes optimalt i hele perioden.

HIP 10x10 m: terrænnært grundvand og dets anvendelsesmuligheder

10x10 meter modellen er trænet på 100 meter modellen til udelukkende at beskrive det terrænnære grundvand for en typisk vinter (december, januar, februar) eller sommer (juni, juli og august) baseret på den seneste klimaperiode (1991-2019). Derudover er det nære (q10) og dybe (q90) konfidensinterval tilgængeligt.

Om 10x10 meter data:

- Trænet på 100x 100 meter modellen, til udelukkende til at beskrive terrænnært grundvand. Derfor er den særligt egnet til udpegning af potentielt kritiske områder på højbundsjord.
- Data er kun tilgængelig for et repræsentativt vinter- (december, januar, februar) og sommerscenario (juni, juli og august) for perioden 1990-2019.
- Middelfejlen (gennemsnitlig afvigelse) er ca. 50 cm, medmindre den evalueres mod boringsmålinger, da er den 115 cm. En grafisk repræsentation kan ses på side 21 i [6].

Mulige visualiseringer

- Allerede lavet for testområder:
 - 100x100 terrænnært grundvand på marker (1m dybde) i marts ved hhv. en 10-års median og fremtidsscenario (10-års median+fremskrivning)
 - 10x10 terrænnært grundvand på marker (1m dybde) ved hhv. en nutids vintersituation for 30-års periode og fremtids vinterscenario (30-års median+fremskrivning)
 - Antal dage, hvor grundvandsstanden er beregnet til 1 meter under terræn.
- Grundet usikkerhed på model kan der laves en "dybdebuffer" ved at inddrage modelresultater i intervallet 1-2m under terræn, som skal visualiseres anderledes end 0-1m.

Jordens vandindhold 100x100m

Jordens vandindhold er beregnet som et volumetrisk forhold mellem volumen af vand pr. volumenenhed jord i den pågældende celle. Værdierne i modeloutputtet er derfor enhedsløse i volumenfraktioner i intervallet 0-1. Vandindholdet i rodzonen er i modellen styret af nedbør, fordampning og rodzonedybde. I de modellerede resultater af jordens vandindhold er resultaterne behæftet med større usikkerheder end de resterende outputdata. Dette grunder i en tilfældig fordeling af afgrøder (baseret på kommunalfordeling af afgrøder). Vigtigst indgår der ikke direkte målinger til validering af modellen. Grundet de store usikkerheder i dette produkt, anbefales det at disse data kun benyttes til screeninger og relative ændringer mellem våde og tørre år. Fremskrivninger af jordens vandindhold i forhold til klimascenarierne er udført ud fra samme metodik som terrænnært grundvand. Værdierne i de klimatiske fremskrivninger angiver ændringer i forhold til referenceperioden. Da DK-modellen som helhed antager en optimal dræning af celler i forhold til deres type (mark, vådområde, sø osv.) kan den benyttes som nulmodel for screening af jordens vandindhold.

Muligheder for analyse ved effekten af vådere vejr.

- Beregning af bluespot-model med variabel dybde.
 - Dybdegrænse kan sættes ved en bestemt nedbørsmængde.
 - Tager ikke højde for nedsivning (jord som glasplade).
- Sammenhold vandindhold i jorden med satellit-data for jordens vandindhold
 - Kan udpege marker med dræningsbesvær.

Filtyper (HIP)

Filerne er tilgængelige i et NetCDF-format. De kan downloades for hvert af de 7 domæneområder i DK-modellen. Tiff-filer midlet over hele måleperioden for hele landet kan ligeledes downloades fra HIP. Det er blevet benyttet til download af 10x10 m model for terrænnært grundvand i hele landet, for hele perioden. Median-værdi, 10%- og 90%percentiler er downloadet for maskinlæringsmodellen med opløselighed på 10x10 m. Der er i QGIS-modellen blevet benyttet HIP-data for terrænnært grundvand i begge opløseligheder (100x100 og 10x10).

Procedure for 100x100 m screening af terrænnært grundvand

- NetCDF-filen splittes op, således at hver enkelt tidsenhed i filen bliver en selvstændig raster. Her benyttes et plugin til QGIS der hedder OTB. I dette plugin er en funktion der splitter et multibåndsraster eller NetCDF-fil til enkelte rasterfiler med fortløbende nummerering. NB. Dette trin er allerede gjort for hele Jylland og skal derfor ikke gentages.
- En nummereringsoversigt over alle filer findes i excel-arket "*Oversigt filnavne.xlsx*".
- Alle ".TIFF"-filer kan findes i følgende mappe:
"*T:\2021\160_PlanteMiljoelInno\7891_PAF_Vand_væk_værdifulde_landbrugsjorder_RILA\01_Arbejdsmappe\AP1\GIS TIL RITA\HIP*"
- Alternativt kan analysen laves i R ved eksempelvis at benytte fig. pakker "Raster", "sf" og "ncdf4". Udviklingen af dette script er dog ikke lavet, men vil kunne håndtere NETCD4-filerne uden behov for konvertering. Dette kan ligeledes muliggøre tidsserier for hver pixel.
- Dernæst åbnes QGIS-modellen "*Shape Mean & Median 10 years Phreatic and future.model3*".
- En vektorfil med de ønskede marker indlæses i feltet "*Mask vector*".
- Rasterfilen med fremtidige ændringer i grundvandsstanden indlæses i feltet "*Near future phreatic Raster*".
- Månedsværdierne for marts måned udvælges fra den sidste 10-årige periode og indsættes under "*Raster 1-10*".
- I feltet "*Threshold*" sættes grænseværiden for analysen i meter under terræn. Grænsen er som standard sat til 1 meters dybde. Spændet i 0-99 meters dybde, altså fra 0 til -99. Dette felt accepterer kun heltal.
- I feltet "*Distance to groundwater*" angives placeringen af den vektorfil, der vil være outputtet af modellen.

Procedure for 10x10 m screening screening af terrænnært grundvand

Filer der skal benyttes:

- 10x10 m raster-fil med medianværdier for vinterhalvåret.
- Shapefil med de udvalgte marker
- Raster-fil med fremtidsscenarier for samme sæson
- Alle ".TIFF"-filer kan findes i følgende mappe:
["L:\Plante&MiljoeInno\02 Aktiviteter\9933 Gødskning generelt\60 GIS i rådgivningen\000000 GIS\TerraennaertGrundvand\TIFF"](#)

Kør QGIS-modellen "10x10model phreatic.model3"

- En vektorfil med de ønskede marker indlæses i feltet "*Mask vector*".
- Rasterfilen med fremtidige ændringer i grundvandsstanden indlæses i feltet "*Future Raster*"
- Den ønskede 10x10 m-raster indlæses i feltet "*Input Raster*"
- I feltet "*Threshold*" sættes grænseværiden for analysen i meter under terræn. Grænsen er som standard sat til 1 meters dybde. Spændet i 0-99 meters dybde, altså fra 0 til -99. Dette felt accepterer kun heltal.
- I feltet "*OutputVector*" angives placeringen af den vektorfil, der vil være outputtet af modellen.

Ønskes en mere detaljeret gennemgang af de to QGIS-modeller, da henvises til powerpoint præsentationen "*QGIS modelforklaring*". Powerpoint og alle QGIS-modeller kan findes i denne mappe:

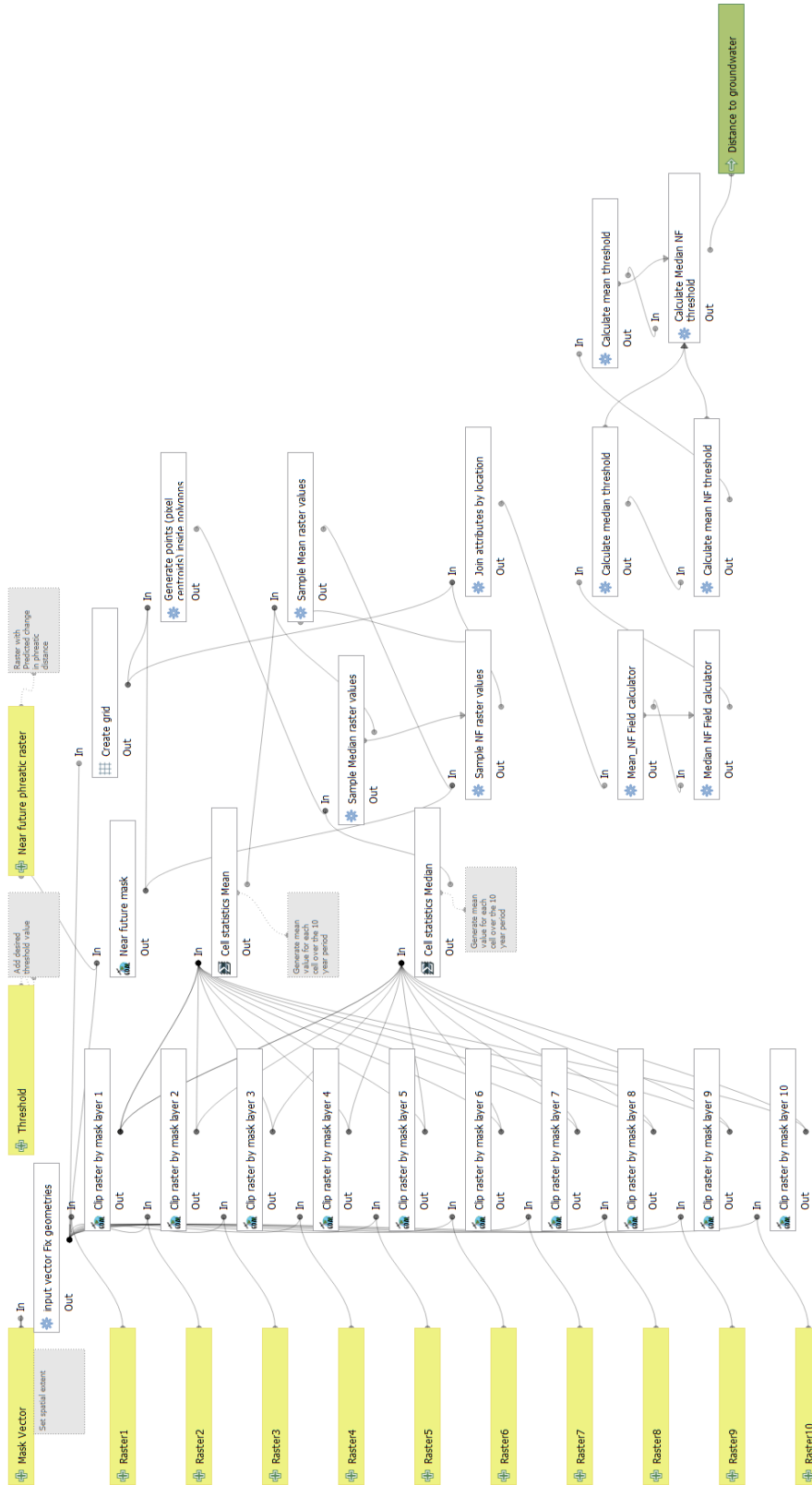
["T:\2021\160 PlanteMiljoeInno\7891 PAF Vand væk værdifulde landbrugsjorder RILA\01 Arbejdsmappe\AP1\Kortlægning af vand på marker\Model QGIS"](#)

Litteratur

- [1] Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, "HIP," 2021. <https://hip.dataforsyningen.dk/> (accessed May 12, 2021).
- [2] GEUS, "Vandmodel." <https://vandmodel.dk/> (accessed Aug. 25, 2021).
- [3] Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, "Dokumentation," 2021. <https://hip.dataforsyningen.dk/docs> (accessed Aug. 25, 2021).
- [4] H. J. Henriksen *et al.*, "Sammenfatningsrapport vedr. modelleverancer til Hydrologisk Informations- og Prognosesystem," vol. 5, 2020, [Online]. Available: https://sdfe.dk/media/2920328/hip4plus_sammenfatningsrapport_v23feb.pdf

Bilag 1

100x100 m-modellen, som den ser ud i QGIS Graphical modeller.



Bilag 2

10x10 m-modellen, som den ser ud i QGIS Graphical modeller.

