

Gudenå afstrømningsanalyse

Klimatilpasning for Gudenå opland - afstrømningsforhold
og effekt af udtagning af lavbundsjord

Foreløbigt notat
11826276

April 2021

Udarbejdet for Silkeborg Kommune

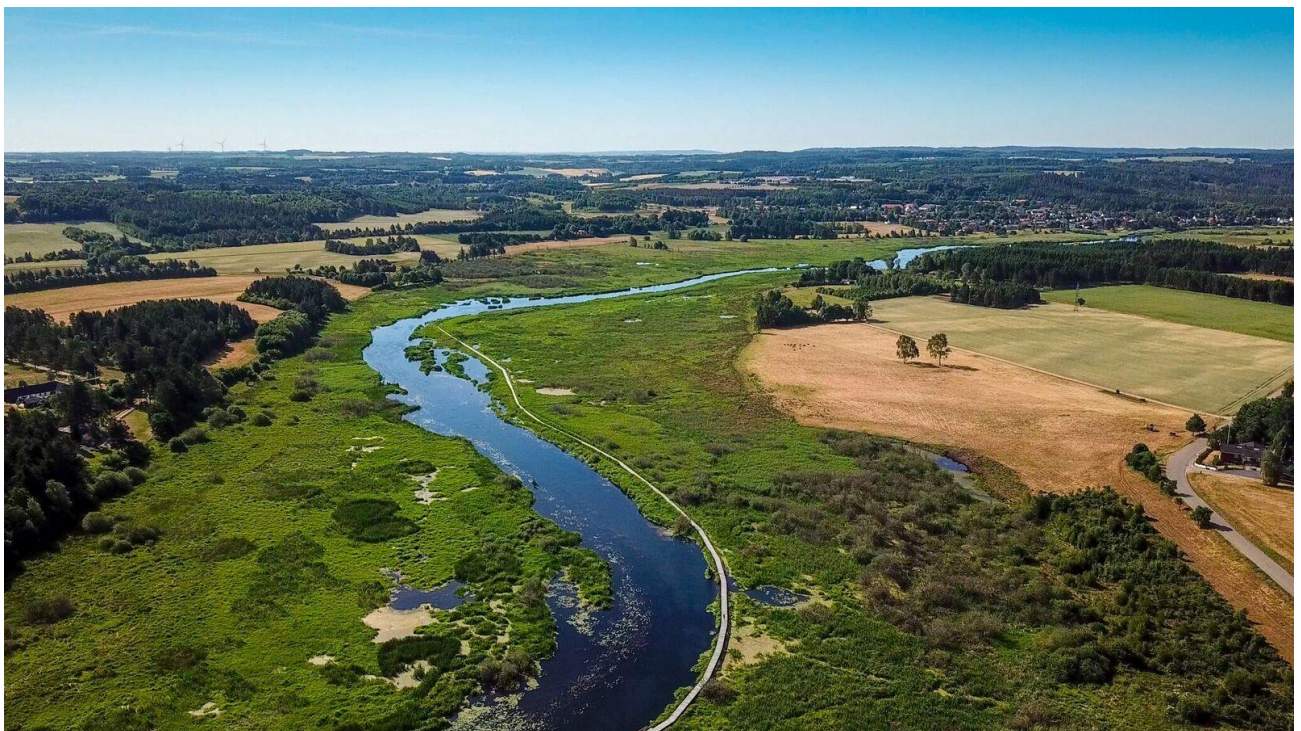


Foto : Silkeborg kommune

Indholdsfortegnelse

1	Baggrund	4
2	Formål	5
3	Forudsætninger	6
3.1	Gentagelsesperiode	6
3.2	Lavbundstema	7
4	Afstrømning ved T=20 år	10
5	Ændrede drænforhold på lavbundsarealer	15
6	Ændrede drænforhold på op til 20 % af landbrugsareal	17
7	Gjern Å case model	20
8	Sammenfatning	22

Figurer

Figur 3-1	Nedbør (mm, højre akse) og vandføring (m ³ /s, venstre akse) i Gudenå opland ved T=20 års hændelse i december 2006 – januar 2007.	6
Figur 3-2	Lavbundstema for jorder med højt organisk indhold (grøn), indenfor oplandet til Gudenå og Randers Fjord.....	8
Figur 3-3	Sammenligning af udsnit af lavbundstemaer baseret på hhv. højt organisk indhold (grøn) og historiske målebordsblade (orange).....	9
Figur 4-1	Modelberegnet drænaftstrømning i 250 m beregningsnet	11
Figur 4-2	Gudenå deloplände til opgørelse af afstrømning	13
Figur 4-3	Middelaftstrømning (m ³ /s) opgjort for historisk T=20 år hændelse	14
Figur 5-1	Reduceret afstrømning ved udtagning af lavbundsområder	16
Figur 6-1	Reduceret afstrømning ved udtagning af lavtliggende arealer op til 20 % af landbrugsarealet	19
Figur 7-1	Gjern å oplandsafgrænsning, vandløbenetværk og udstrækning af lavbundsarealer.....	20
Figur 7-2	Udsnit af Gjern Å modelopsætning vedrørende arealanvendelse	21

Tabeller

Tabel 4-1	28 deloplände indenfor Gudenå oplandet med tilhørende areal	12
-----------	---	----

1 Baggrund

Lavbundsjord og afstrømning i Gudenå opland

Der har tidligere under projektet C2C CC Gudenå været beregnet effekter af forskellige typer klimatilpasningstiltag. Arbejdet viste at muligheder for at opmagasinere/parkere yderligere vand i å, ådal og søer ved hjælp af forskellige virkemidler kan være begrænsede. I det senere arbejde med Gudenå helhedsplan har mulighederne for i stedet at tilbageholde vand længere opstrøms i oplandet været undersøgt. Det vil sige opmagasinering i deloplande til de vandløbssystemer der løber til Gudenå hovedløbet frem for i selve Gudenå dalen.

Silkeborg kommune har henvendt sig til DHI med oplæg til en opgave omkring tilstrømningsanalyse for Gudenåens opland og det overordnede potentiale for at forsinke drænaflow fra lavbundsarealer.

Resultaterne skal indgå i arbejdet med helhedsplanen for vandhåndteringen i Gudenåen. Her er fokus på at skabe en samlet, helhedsorienteret forståelse for Gudenåen som system og udarbejde et virkemiddelkatalog til mulige handlinger og afhjælpning af de identificerede udfordringer, som oversvømmelser skaber.

Til at give den bedst mulige systemforståelse af Gudenåen og oplandets betydning samt potentialet for at afhjælpe og udligne afstrømninger til Gudenåens hovedløb, ønskes en nærmere viden om afstrømningen fra Gudenåens opland til Gudenåens hovedløb.

Kortlægning af afstrømningen fra oplandet til Gudenå vil ske på baggrund af den eksisterende, kombinerede hydrologiske og hydrauliske model opstillet af DHI under C2C CC Gudenå projekt.

Modellen indeholder hele Gudenå og Randers Fjord oplandet, Gudenå hovedløb, søer samt større tilløb. I tidligere arbejde har hovedfokus været rettet mod Gudenå, og her har hovedindsats m.h.t. model været koncentreret, men i forbindelse med helhedsplanen ses på muligheden for at tilbageholde vand længere opstrøms oplandet.

2 Formål

Opgavens formål er at give overblik over afstrømning og effekt af vandtilbageholdelse på lavbundsarealer

Der ønskes med udgangspunkt i Gudenåmodellen, kortlagt hvordan afstrømningen fra hele oplandet til Gudenåen ser ud med det formål at kunne identificere særlige bidragende områder. Formålet er således at kunne målrette en eventuel indsat omkring vandforsinkelse og vandparkering for at kunne identificere, målrette og prioritere i hvilke delområder af oplandet til Gudenåen der skal kigges nærmere på. Dette notat

1. Fremstilling af bidragene fra Gudenåens opland sådan at der skabes et samlet overblik over hele oplandet til Gudenåen.
2. En konklusion på hvilke delområder der potentielt kan kigges nærmere på.
3. Effekten af at forsinke/parkere vandet i opstrøms områder ved en T=20 års hændelse.
4. Om muligt en identificering over årsagen til at delområdet spiller en større bidragende rolle og forslag til mulige handlinger.
5. En general beskrivelse af hvordan afstrømningen fra oplandet til Gudenåen til Gudenåens hovedløb fungerer som system.
6. En case-beskrivelse med Gjern å og dens opland ift. til at kigge på drænedes arealer og hvad det vil betyde for tilstrømningen og vandføring hvis drænen bliver sløjfet og der genskabes naturarealer.

3 Forudsætninger

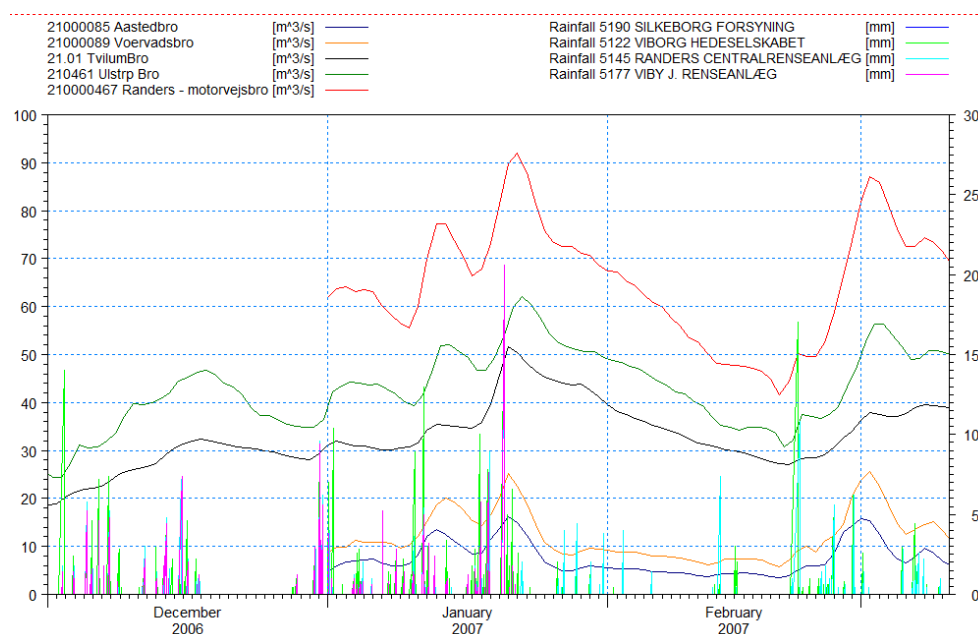
Analysen bygger på forudsætninger om valg af data- og statistik grundlag

3.1 Gentagelsesperiode

Afstrømningsforhold og effekt af klimatilpasningstiltag skal vurderes for udvalgte ekstremhændelser. Klimatilpasning sigter primært mod store vandføringshændelser defineret ved gentagelsesperioder på T=5-100 år. Der findes ikke en formuleret målsætning med hensyn til hvilke hændelser Gudenå klimatilpasningsarbejdet skal sigte imod, men det anbefales ud fra en risikovurdering ikke at sigte imod det største og sjældnere forekommende hændelser, f.eks. en T=100 års hændelse, men de lavere gentagelsesperioder. I forbindelse med opgaven blev det indledende besluttet at benytte en historisk T=20 års vandføringshændelse og tilhørende fordeling.

Figur 3-1 viser den målte nedbør for 4 klimastationer i oplandet og vandføring ved 5 Gudenå målestationer i perioden december 2006-februar 2007. Det ses at vandføringen topper omkring 21-22 januar fra opstrøms (Åstedbro) til nedstrøms (Randers) svarende til ca. en T=20 års hændelse. Det bemærkes at der efter en tør periode i december falder samlet ca. 150 mm nedbør fra 28.12.2006 frem til 24.01.2007. Det er nedbøren over oplandet der skaber afstrømning i oplandet, hvilket bidrager til de høje Gudenå vandføringer.

Den hydrologiske model for Gudenå oplandet beregner drænastrømningen som funktion af den aktuelle nedbør, jordens mætningsgrad og det terrænnære grundvandsspejl. Det er modellens resultater for den udvalgte periode der indgår i den videre analyse og effektberegning.



Figur 3-1 Nedbør (mm, højre akse) og vandføring (m³/s, venstre akse) i Gudenå opland ved T=20 års hændelse i december 2006 – januar 2007.

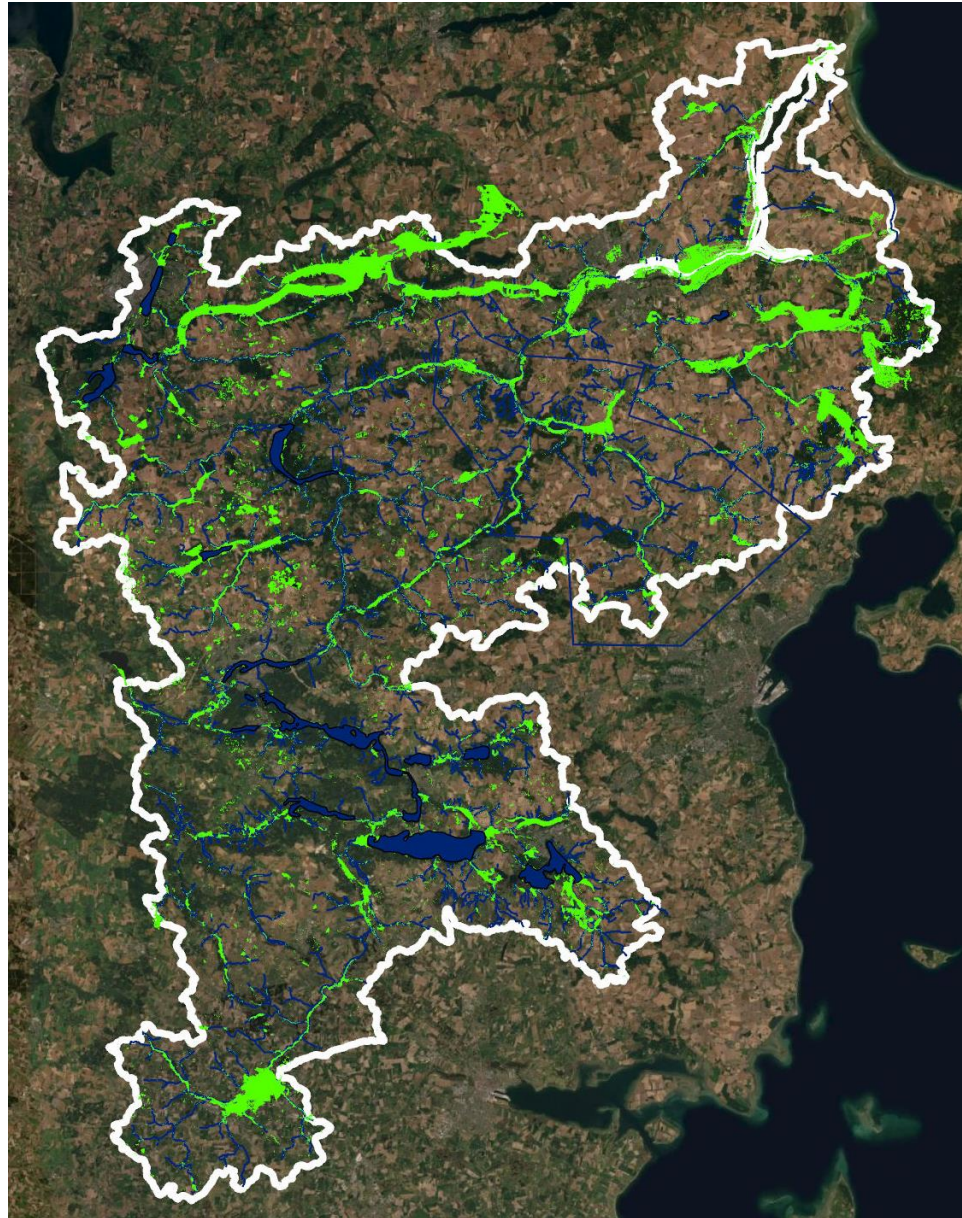
3.2 Lavbundstema

Effekten af ændrede drænforhold på lavbundsjord beregnes og i den forbindelse er det undersøgt hvilke eksisterende korttemaer der kan benyttes til formålet. Miljøstyrelsen har bekendtgjort en tilskudsordning vedrørende udtagning af lavbundsjord til reduktion af landbrugets udledning af drivhusgasser. Her refereres til nationalt kortgrundlag af lavbundsjord med højt organisk indhold svarende til et tørveindhold højere end 6 %. Dette kort er benyttet til at beregne hvor store lavbundarealer der findes fordelt over Gudenå oplandet.

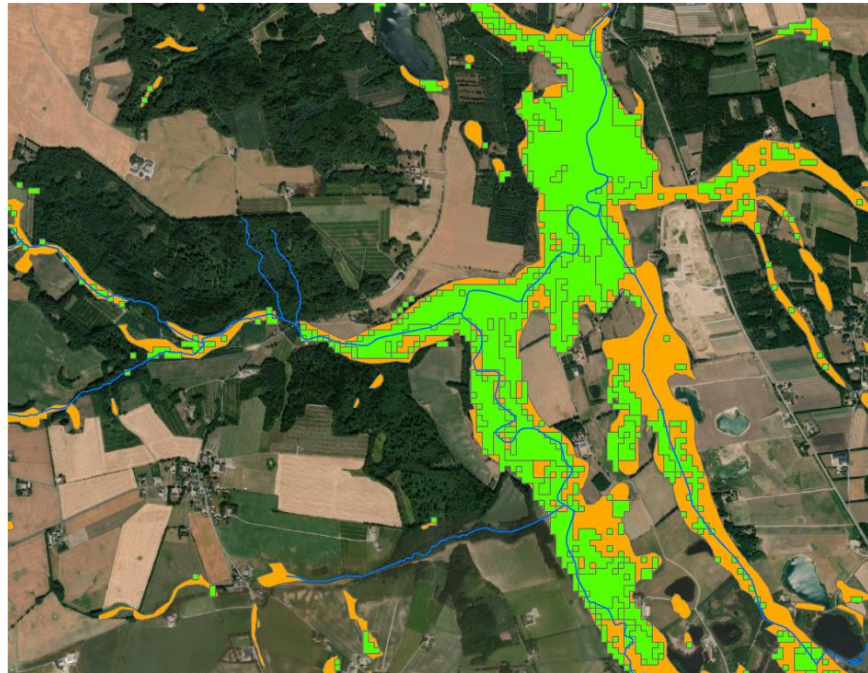
Derudover er der tidligere gennemført en lavbundsafgrænsning ud fra Kort- og Martrikelstyrelsens målebordsblade (1:20.000). Her markerer signaturer for vådbundsområder (eng-, mose- og marsksignatur) lavbundsområdernes udbredelse fra den første tredjedel af de 20. århundrede. Disse lavbundsområder har typisk større udbredelse end jorder med højt organisk indhold. Det afspejler bl.a. at der stedvist er aflejret mindre organisk materiale eller at det oprindeligt aflejrte materiale er iltet og nedbrudt, f.eks. p.gr.a. dyrkning.

Potentialet for at tilbageholde drænvand er her først og fremmest relateret til lavbundsjord. Udtagning af lavbundsjord er primært drevet af ønsket om at reducere CO₂ emission, men også reduceret udvaskning af næringsstoffer er relevant i forhold til opfyldelse af målsætningen i vandplaner. Endeligt kan der være tale om et potentiale, eller en synergi, i forhold til klimatilpasningsplaner.

Lavbundsjord med højt organisk indhold udgør 7-8 % af det samlede Gudenå oplands areal. Figur 3-2 viser de kortlagte lavbundarealer og fordelingen indenfor Gudenå oplandet er meget uensartet. De klart største sammenhængende lavbundsområder findes i Nørreå oplandet og i den nedre del af Gudenå fra Nørreås tilløb og til Randers Fjord. I den øvrige del af oplandet ses lavbundsområder hovedsageligt at være afgrænset i relativt smalle vandløbskorridorer eller fragmenteret i små og sporadiske lokale forekomster, f.eks. i forbindelse med lavninger i terrænet.



Figur 3-2 Lavbundstema for jorder med højt organisk indhold (grøn), indenfor oplandet til Gudenå og Randers Fjord



Figur 3-3 Sammenligning af udsnit af lavbundstemaer baseret på hhv. højt organisk indhold (grøn) og historiske målebordsblade (orange).

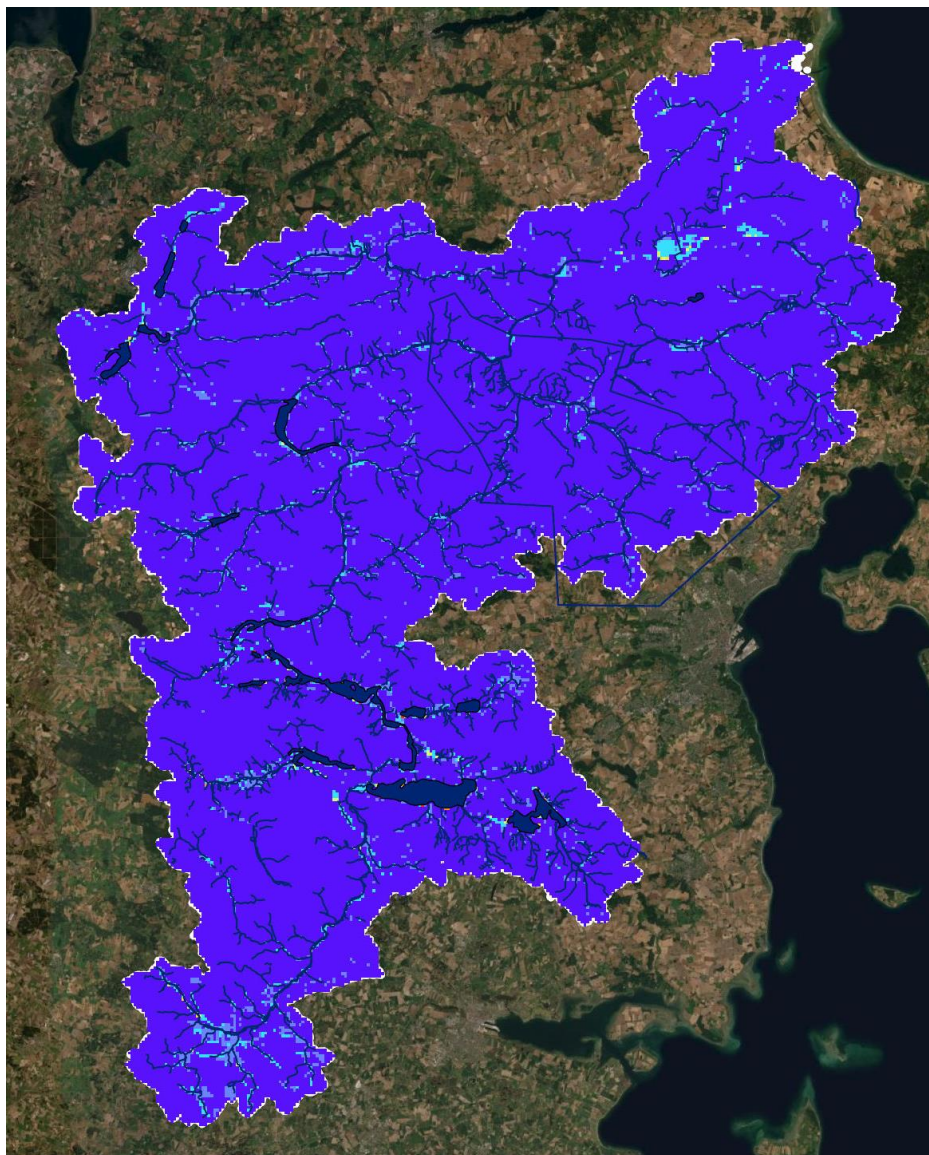
4 Afstrømning ved T=20 år

Afstrømning beskriver afledningen af vand fra alle delarealer i oplandet arealer til vandløbsnetværket

Afstrømningen sker fra grundvandet, på overfladen og via terrænnære dræn. I den forbindelse forstås dræn både som drænrørssystemer, grøfter samt mindre kanaler og mindre opstrøms vandløbsgrene. Historisk forekommer store vandføringshændelser i Gudenå i vinter-forår perioden og er forbundet med længerevarende høj nedbør. Afstrømningen er i denne situation domineret af drænafstrømningen, som giver det langt største samlede bidrag til vandføringen i vandløbssystemet.

Den dynamiske hydrologiske model beskriver drænafstrømningen som funktion af flere faktorer, herunder nedbøren på en given lokalitet, jordbundsforhold og arealanvendelse. Dræntidskonstanten beskriver hvor hurtigt afdræning fra arealer til vandløb sker, forudsat at der er mættede forhold i jorden over drænniveau. Når afdræningen reduceres eller fjernes bliver jorden vådere, grundvandsspejlet vil stå tættere på terræn og der kan forekomme vand på terræn. Derved tilbageholdes vand der ellers afstrømmer og øger vandføringen i vandløbssystemet. Det tilbageholdte vand kan forsinkes men vil på et senere tidspunkt nå vandløbet. Forsinkelsen kan mindske spidsbelastningen med hensyn til nedstrøms vandføring og vandstand.

Middelafstrømningen indenfor den valgte periode er her benyttet til opgørelse af afstrømningsbidrag. Gudenå modellen er inddelt i 250 m beregningsceller og afstrømningen beregnes for hver af disse. Figur 4-1 viser den modelberegnete drænafstrømning. Her ses stor variation, men en klar tendens til at det er langs vandløb og i ånære områder at drænafstrømningen er højest. Det skyldes at drænafstrømningen her både består af nedbør på arealet og en opadrettet grundvandsstrømning fra højere beliggende dele af oplandet. Helt lokalt kan afstrømningen være høj fra drænede lavninger hvor vandet samles fra et større omkringliggende område. Det skal understreges at modellen ikke bygger på detaljeret information om lokale drænsystemer, f.eks. drænkort, da disse er ufuldstændige og ikke eksisterer for hele Gudenå oplandet.

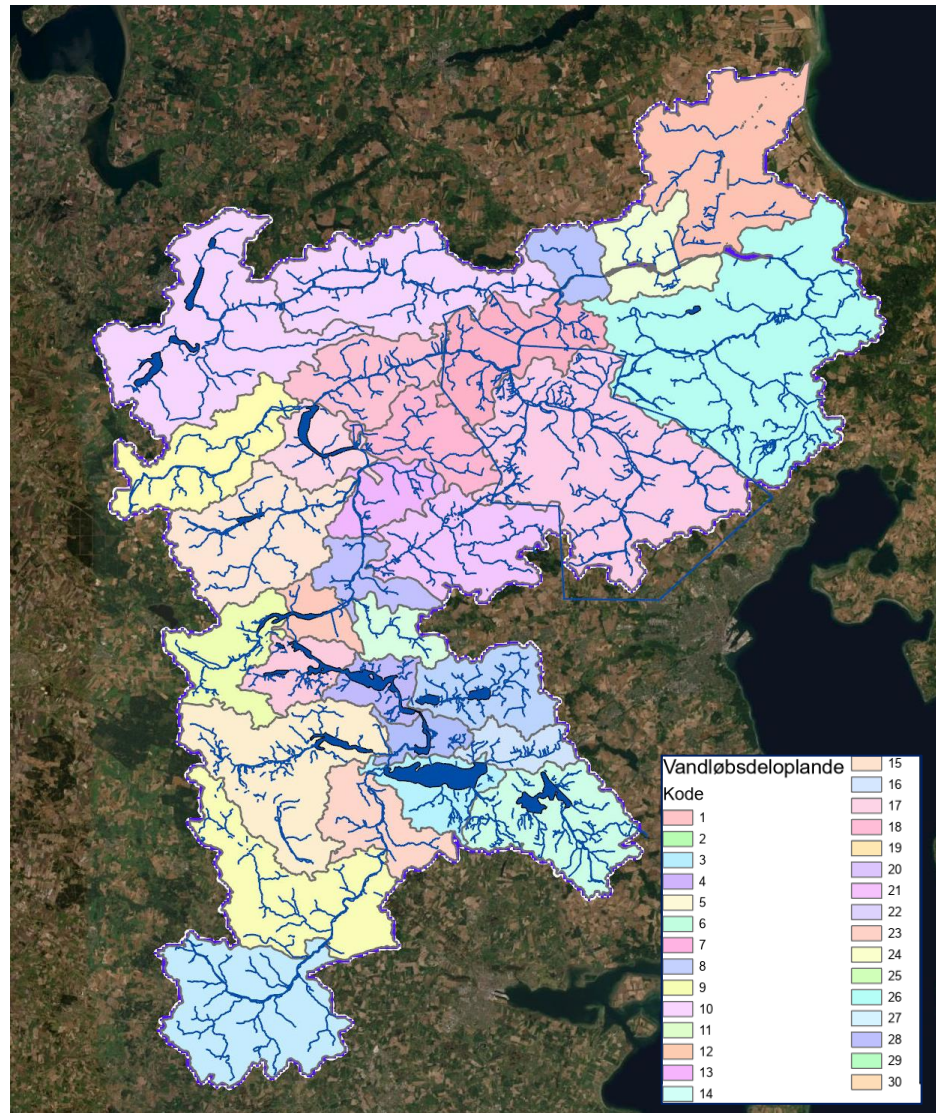


Figur 4-1 Modelberegnet drænaftømning i 250 m beregningsnet

Det er vanskeligt at få et samlet overblik over den afstrømning der genereres uden at opgøre den for større samlede arealer. Her er det valgt at underopdele Gudenå oplandet i 28 deloplande afgrænset efter topografi, dvs. vandløbsoplande. De fremgår af Tabel 4-1 og er desuden vist på Figur 4-2.

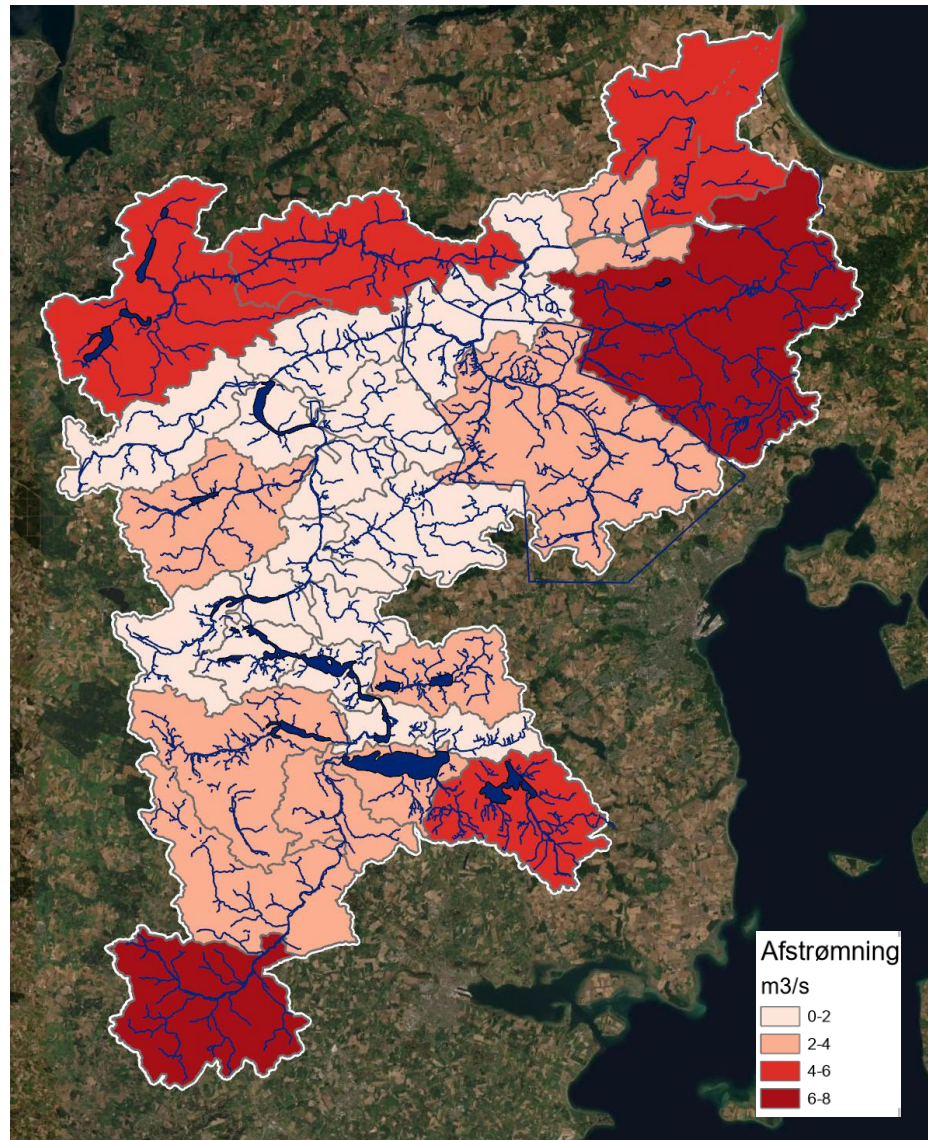
Tabel 4-1 28 deloplande indenfor Gudenå oplandet med tilhørende areal

KODE	Opland	Area(km ²)
1	Gudenå, Tinnel - Uldum	173
2	Gudenå, Uldum - Vestbirk, Mattrup Å	157
3	Gudenå, Vestbirk-Mossø	70
4	Skanderborg Sø, tåning Å, tilløb Mossø	122
5	Illerup å, tilløb Mossø	35
6	Mossø	58
7	Salten Å, Gudenå tilløb v. Gl. Ry	174
8	Gudenå, Mossø-Ry	28
9	Knud å, Guden tilløb v. Ry	78
10	Gudenå, Ry-Julsø	38
11	Gudenå, Julsø-Brassø	47
12	Funder Å, tilløb Silkeborg Langsø	76
13	Gudenå, Brassø - Resenbro, Silkeborg	32
14	Linå, tilløb Gudenå v. Resenbro	36
15	Gjern Å, Gudenå tilløb, Sminge Sø	116
16	Gudenå, Resenbro-Tvilum	45
17	Alling Å, Guden tilløb ved Kongensbro	140
18	Gudenå, Tvilum - Tange Sø	49
19	Borre Å - Gjelå, tilløb Tange Sø	71
20	Tange Å, tilløb Tange sø	107
21	Tange Sø	52
22	Gudenå, Tange Sø - Ulstrup	84
23	Lilleå, tilløb til Gudenå, Langå	306
24	Gudenå, Ulstrup-Nørre Å tilløb	105
25	Nørre Å, Viborg-Vejrumbro	230
26	Nørre Å, Vejrumbro - Fladbro	170
27	Gudenå, Nørre Å tilløb- Randers Bro	38
28	Randers - Uggelhuse	69



Figur 4-2 Gudenå deloplande til opgørelse af afstrømning

For T=20 år hændelsen simuleres middelaflstrømningen som vist på kortet, Figur 4-3. Her er middelaflstrømningen summeret indenfor deloplande og giver værdier imellem 0,4-7,2 m³/s. Fordelingen afspejler bl.a. oplandsareal for hvert delopland, nedbørens fordeling over oplandet for den pågældende hændelse, jordtyper og arealanvendelse. I et klimatilpasningsperspektiv er det hensigtsmæssigt at tilbageholde størst mulige vandmængder så langt opstrøms som muligt for at mindske potentiel oversvømmelse nedstrøms her for. For strækningen fra Tinnets Krat til Mossø bidrager afstrømningen fra Uldum Kær og Skanderborg sø mest. Andre store bidrag fra Nørreå og oplandene længst nedstrøms langs Randers Fjord har mindre potential i klimatilpasningen da det er begrænsede nedstrøms områder der kan tilgodeses ved at tilbageholde afstrømningen herfra. Ser man på afstrømningen pr. areal (m³/s/km²) udjævnes forskellene, men de højeste værdier findes i oplandets øvre del, fra Uldum Kær til Ry/Julsø.



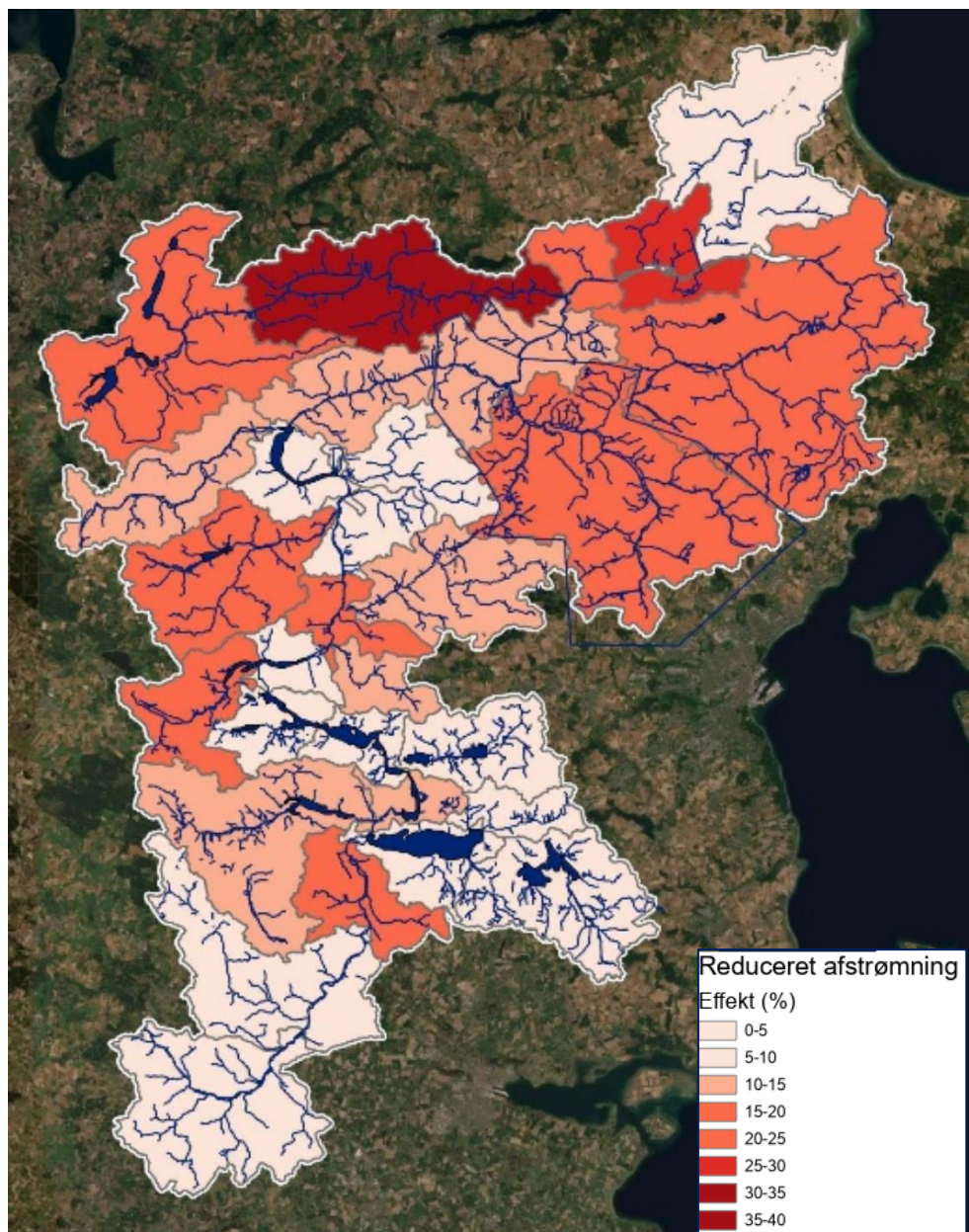
Figur 4-3 Middelaflstrømning (m³/s) opgjort for historisk T=20 år hændelse

5 Ændrede drænforhold på lavbundsarealer

Lavbundarealer er typisk beliggende i ådale eller lavninger, f.eks. omkring søer, hvor grundvandsspejlet står tæt på terræn. De dækker over flere typer arealanvendelse, herunder både intensiv og ekstensiv landbrugsdrift. Lavbundsarealerne er forudsat drænede i den hydrologiske model for Gudenå. Projekter vedrørende udtagning af lavbundsarealer indebærer ofte at dræn fjernes, blokeres eller reduceres. Hvor lavbundsarealer med højt organisk indhold optræder ændres drænforhold så vandet ikke afledes men kan opmagasineres i jordmatrice og på terræn. Det er netop hensigten med gøre lavbundsområder våde og reducere afbrænding af organisk stof og sætninger.

Dræn holder grundvandsspejlet og vandindholdet i jordmatricen nede for at sikre egnede dyrkningsforhold i rodzonen. Når dræn sløjfes vil vandindholdet stige generelt og ved en periode med meget nedbør kan jordens bufferkapacitet blive opbrugt. Det indebærer at jordprofilet mættes og der kan optræde vand på terræn. Hvis der i denne situation falder yderligere nedbør vil der ikke være nogen tilbageholdelse og stort set al nedbør vil afhængig af terrænforhold bidrage til oversvømmelse, til f.eks lavninger, eller afstrømning til vandløbsnetværket. Er området ikke drænet vil afstrømningen forsinkes da infiltration og afstrømning via grundvand er langsom set i forhold til vandafledning via dræn. Forsinket afstrømning og reduceret nedstrøms maksimal vandføring kan indebære længerevarende forhøjet vandstand.

I modelberegningen er de ændrede drænforhold introduceret før T=20 år hændelsen for at grundvandsspejl og jordens vandindhold kan indstille sig.



Figur 5-1 Reduceret afstrømning ved udtagning af lavbundsområder

Figur 5-1 viser hvor stor en del af afstrømningen der kan forsinkes ved udtagning af lavbundsarealer. Det betyder at afstrømningen udskydes til efter perioden omkring T=20 år hændelsen. Som det fremgår er effekten størst hvor andelen af lavbundsarealer er høj, f.eks. Nørreå oplandet og strækningen nedstrøms Nørreås tilløb til Gudenå. Længst opstrøms i oplandet er effekten mindre end 5 % hvilket skyldes at lavbundsarealerne er begrænsede. I en klimatilpasningssammenhæng er fordelingen imellem lavbund i henholdsvis opstrøms og nedstrøms del af oplandet u hensigtsmæssig da vandparkering på lavbundsarealer dermed fortrinsvis har effekt på en begrænset nedstrøms strækning af Gudenå.

Den procentvise reduktion i afstrømning er opgjort for hvert delopland der bidrager, men det er ikke udtryk for en tilsvarende reduktion i vandføring af flere årsager. Vandføringen er et produkt af mange tidsforskudte afstrømningsbidrag og udligningen over det samlede sø- og vandløbssystem. Derfor vil reduktion i maksimal Gudenå vandføring være betydelig mindre end hvad gælder for de enkelte afstrømningsbidrag. Da effekten vil variere langs

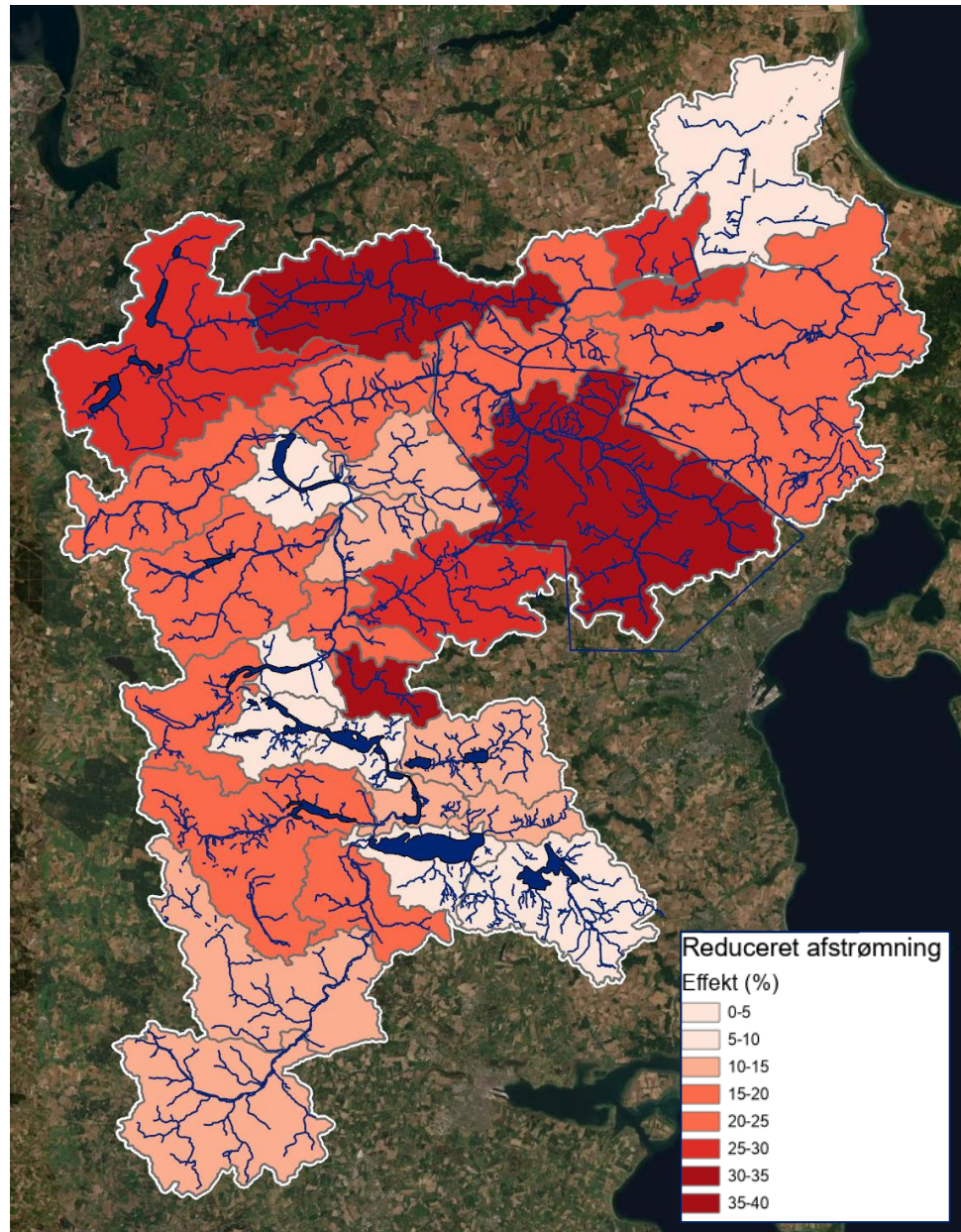
Gudenå er der ved stikprøver fundet reduktion i maksimal vandføring i opstrøms del (Tørring-Silkeborg) på mellem 2 og 11 %. For nedstrøms del (Silkeborg-Randers) er fundet værdier i intervallet 1-6 %. Generelt gælder at effekten på maksimal vandstand vil være endnu lavere.

6 Ændrede drænforhold på op til 20 % af landbrugsareal

Udgangspunktet for beregning af effekten af udtagning af lavbundsjord er at lavbundsjord med højt organisk indhold udgør 7-8 % af Gudenå oplandet og har en meget uensartet fordeling imellem deloplande. Derfor er det ønsket undersøgt om effekten kan forstærkes ved også at inddrage landbrugsjord langs vandløb. Her er det forudsat at der i deloplande, ud over lavbundsjord, kan udtages yderligere lavtliggende arealer op til samlet 20 % af landbrugsarealet. Det skal belyse potentialet for tilbageholdelse af drænvand hvor der findes en stor andel landbrugsjord, men en lav andel af lavbundsjord med højt organisk indhold.

Effekten af at ændre drænforhold og tilbageholde vand fremgår af Figur 6-1. Effekten øges især i deloplande hvor andelen af lavbundsjord er lav, men andelen af landbrugsjord høj. Det gælder bl.a. deloplandene til Lilleå, Alling Å, Linå, Gjern Å og Tange Å.

Deloplande, hvor den øgede effekt af at ændre drænforhold yderligere på lavtliggende landbrugsarealer, er mindst omfatter deloplande hvor lavbundsarealet i forvejen er højt, bl.a. Nørreå. Desuden skal det bemærkes at der særligt i området omkring Søhøjlandet syd for Silkeborg er en meget stor andel af naturområder og tilsvarende en relativ lille andel af lavbunds- og landbrugsområder. Her er effekten lav da dræneforholdene er stort set uændrede.



Figur 6-1 Reduceret afstrømning ved udtagning af lavtliggende arealer op til 20 % af landbrugsarealet

7 Gjern Å case model

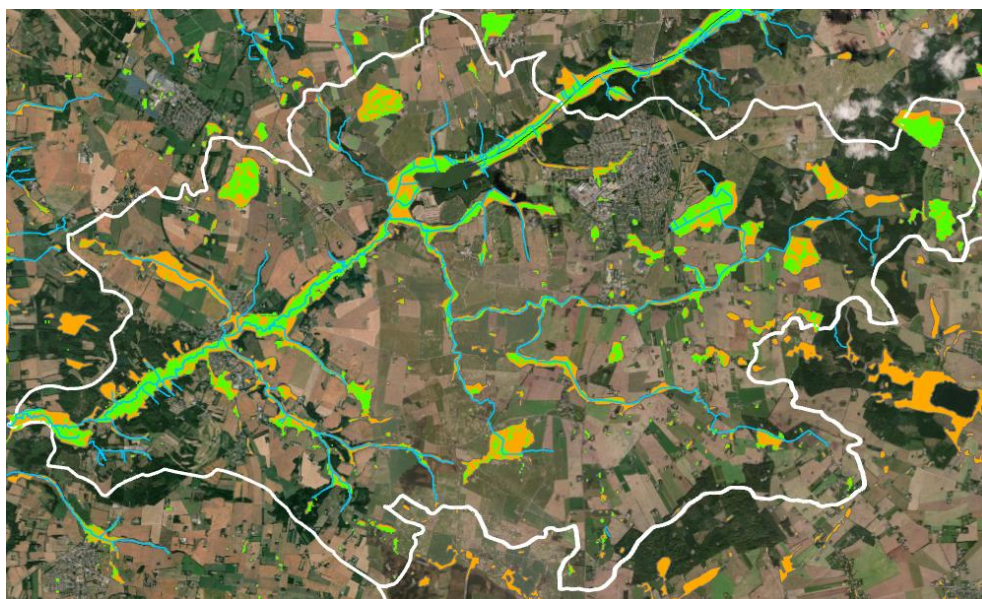
Potentialet for klimatilpasning langs Gudenå ved ændret arealanvendelse og ændring i drænforhold skal ses på stor skala og i helhed. Det er imidlertid nødvendigt at arbejde på et mere detaljeret niveau når det gælder de enkelte deloplande. Det giver bedre mulighed for effektberegning, risikovurdering og planlægning på konkrete arealer.

For at belyse hvordan der kan arbejdes med en mere lokal analyse og i større detalje er det valgt at opstille en case model – i dette tilfælde for Gjern å oplandet. Gjern å er Natura 2000 område hvor flere vandløbs- og naturgenopretningsprojekter er gennemført.

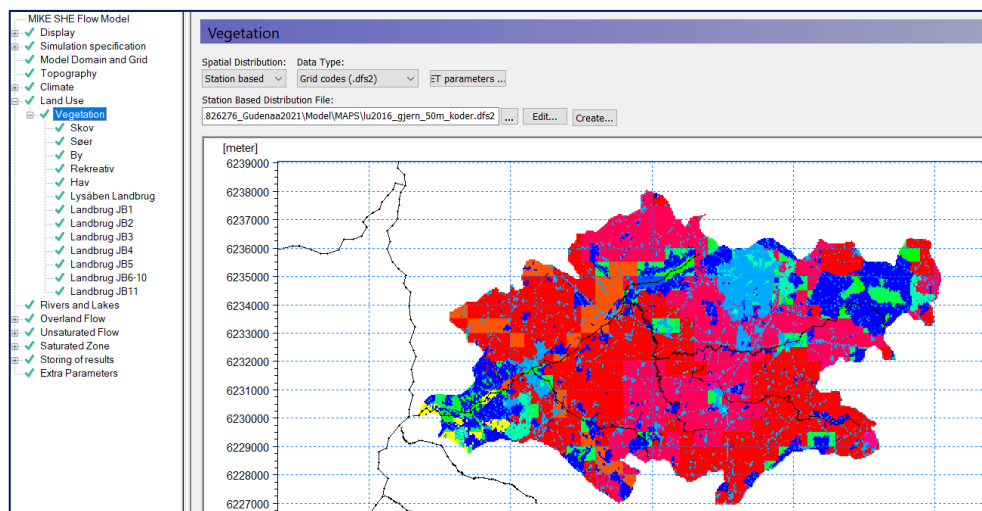
Gjern Å case modellen er udarbejdet på grundlag af de overordnede Gudenå model men med følgende ændringer:

- 1) Mere detaljeret vandløbsnetværk. Foruden Gjern Å er Dalby Bæk, Gelbæk, Begtrup Bæk og Voldby Bæk inkluderet.
- 2) Højere opløsning af beregningsnettet der er forfinet fra 250 m til 50 m
- 3) Modifieret arealanvendelse, fleres klasser indført jævnfør BaseMap arealanvendelseskort (DCE 2017)

Figur 7-1 viser Gjern Å oplandets udstrækning (ca. 116 km²), vandløbsnetværk og kortlagte lavbundsområder i forhold til hhv. højt organisk indhold og målebordsblade. Lavbundsområder findes primært langs Gjern Å og spredte våd- og moseområder i opstrøms del af oplandet.



Figur 7-1 Gjern å oplandsafgrænsning, vandløbenetværk og udstrækning af lavbundsarealer.



Figur 7-2 Udsnit af Gjern Å modelopsætning vedrørende arealanvendelse

I lighed med modellen for det fulde Gudenå opland er der for den mere detaljerede Gjern Å model udført en beregning af effekten af udtagning af lavbundsjord i forhold til forsinkelse af drænastrømning. Den mere detaljerede model tillader at lavbundsområdernes udstrækning bedre kan repræsenteres og drænastrømningen langs vandløbsgrene kan beskrives i større detalje. Gjern Å modellen er ikke særskilt kalibreret og vandføringsmålinger fra Sminge Bro dækker ikke T=20 år hændelsen fra 2006-2007.

Der er med Gjern Å modellen beregnet effekt af at udtage lavbundsarealer jf. begge lavbundstemaer vist i Figur 7-1. De udgør tilsammen 6-7 % af deloplundsarealet og ca. 12 % af afstrømningen kan forsinkes ved at tilbageholde drænastrømning. Den simulerede maksimale vandføring i Gjern Å umiddelbart udløbet til Sminge sø reduceres på grund af forsinket afstrømning fra 6,80 m³/s til 6,69 m³/s, hvilket er ganske beskedent.

8 Sammenfatning

Ved hjælp af den integrerede hydrologiske model for Gudenå oplandet er afstrømningen beregnet for en T=20 år hændelse med henblik på at kortlægge afstrømningsbidrag indenfor oplandet. Resultater viser at middelfafstrømningen i perioden omkring hændelsen (28.12.2006-24.01.2007) varierer imellem 0,4 og 7,2 m³/s for 28 deloplande til Gudenå. Det skal understreges at variationen dækker over flere faktorer, bl.a. deloplandenes arealer og nedbørsfordelingen. Ser man på afstrømning pr. arealenhed ligger strækningen fra Uldum Kær til Julsø forholdsvis højt.

Udtagning af lavbundsarealer er aktuelt af hensyn til at nedbringe CO₂-emission og næringsstofudvaskning. Her undersøges det om udtagningen kan gavne, eller potentiel være et prioriteret virkemiddel, med hensyn til klimatilpasning af Gudenå. Miljøstyrelsen har kortlagt lavbundsarealer med højt organisk indhold og de udgør ca. 7-8 % af Gudenå oplandets areal. De største sammenhængende arealer findes i vandløbskorridorer i nedstrøms del af oplandet, bl.a. Nørreå oplandet og strækningen fra Nørreås tilløb til Randers.

Der er gennemført en modelberegning hvor al lavbundsjord med højt organisk forudsættes udtaget. Derved forsinkes afdræningen af arealerne og den samlede afstrømning fra deloplande til Gudenå. Det betyder samtidig at jordens mætning, grundvandsspejlet og oversvømmelsesrisikoen øges i de respektive deloplande. Under en længerevarende regnhændelse vil jordprofilen mættes, bufferkapaciteten opbruges og der vil stå vand på terræn hvorfra den langsomt bortledes eller infiltrerer. Afstrømningen reduceres ikke permanent, men forsinkes, og det er undersøgt hvor stor en procentdel af afstrømningen der kan udskydes til perioden efter T=20 år hændelsen, hvor vandføringen i Gudenå er faldende. 1-36 % af afstrømningen kan forsinkes for deloplande. Effekten er mindst i deloplande i Søhøjlandet umiddelbart opstrøms for Silkeborg og størst i Nørreå samt Gudenå nedstrøms Nørreå tilløb.

Overordnet indikerer resultaterne at potentialet for klimatilpasning ved udtagning af lavbundsjord kan være begrænset da det samlede lavbundsareal i Gudenå oplandet dels er begrænset og dels er koncentreret nedstrøms. Forsinket afstrømning fra deloplande vil kun gavne Gudenå strækningen nedenfor pågældende tilløb. Særligt i nogle af deloplandene er det muligt at øge effekten ved at inddrage lavtliggende arealer der enten kan være lavbundslande kortlagt ud fra målebordsblade (evt. med lavere organisk indhold) eller landbrugsjord der ikke er klassificeret som lavbund. Det er illustreret ved modelberegning med yderligere udtagning op til 20 % af landbrugsarealet indenfor deloplande. Det ændrer ikke på yderpunkterne i effektintervallet (1-36 %), men i deloplande med stor andel af landbrugsjord, så som Lilleå, Alling Å, Linå, Gjærn Å og Tange Å, øges effekten.

Modelberegningerne er forbundet med usikkerhed og modellen bygger ikke på en detaljeret lokal beskrivelse af drænforhold, men resultaterne peger dog på at udtagning af jord skal bruges i stort omfang for, som enkeltstående virkemiddel, at kunne reducere oversvømmelsesrisikoen langs Gudenå for den valgte T=20 års hændelse. Det vil kræve udtagning af arealer der er større end de samlede kortlagte lavbundslande, med højt organisk indhold. Udtagning af lavbundsland med henblik på f.eks. CO₂ reduktion vil dog have en positiv synergi i forhold til klimatilpasning.

Som det gælder for en række potentielle virkemidler til klimatilpasning er det forbundet med midlertidig opmagasinering (parkering) og evnen til bedst at

udnytte denne bufferkapacitet netop i tidsrummet hvor ekstreme vandføring optræder. Ved langvarig høje vandføring vil effekten af opmagasinering på maksimal vandføring og maksimal vandstand mindskes. Analysen er her gennemført for en historisk T=20 år hændelse, men effektiviteten er afhængig af gentagelsesperiode, nedbørens fordeling over Gudenå oplandet og varigheden.