



Miljøstyrelsen

Metode til vurdering af areal- og afvandringsmæssige konsekvenser af vandløbsrestaurering

DELRAPPORT 1: METODEUDVIKLING

Miljøstyrelsen

Metode til vurdering af areal- og afvandingsmæssige konsekvenser af vandløbsrestaurering

DELRAPPORT 1: METODEUDVIKLING

Rekvirent	Miljøstyrelsen, Haraldsgade 53, 2100 København Ø Peter Kaarup, Lykke Guldbrandt
------------------	--

Rådgiver	Orbicon A/S Ringstedvej 20 4000 Roskilde
-----------------	--

Projektnummer	3621700115
----------------------	------------

Projektleder	Inger Klint Jensen
---------------------	--------------------

Udarbejdet af	Klaus Schlünsen og Inger Klint Jensen
----------------------	---------------------------------------

Kvalitetssikring	Bjarne Moeslund
-------------------------	-----------------

Revisionsnr.	Version 2
---------------------	-----------

Godkendt af	Lea Bjerre Schmidt
--------------------	--------------------

Udgivet	04-09-2017
----------------	------------

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. INDLEDNING	6
2. FORUDSÆTNINGER OG BINDINGER	7
2.1. GIS-streg der viser vandområdets udstrækning	8
2.2. Karakterisering af vandområde, type af modifikation	9
2.3. Valg af virkemidler	11
2.4. Forventet vandspejlsstigning	12
2.5. Vandløbets skikkelse og hydrauliske data.....	13
3. YDERLIGERE DATAGRUNDLAG DER SKAL TILVEJEBRINGES	14
3.1. Højdemodel.....	14
3.2. Oplandsarealer	14
3.3. Afstrømningsstatistik.....	15
3.4. Valg af Manningtal	16
3.4.1 Beregning af vandstand ved sommermiddelfastrømning – valg af Manningtal	17
3.4.2 Beregning af vandstand ved medianmaksimumafstrømning, valg af Manningtal	18
4. FREMGANGSMÅDE	19
4.1. Datagrundlag – valg af skikkelse	19
4.2. Afgrænsning af vandområde i forhold til beregninger.....	19
4.2.1 Startvandspejl, nedre rand	19
4.2.2 Opstrøms påvirkning af indmeldt vandspejlsstigning	20
4.3. Klargøring af vandløbsskikkelse og evt. geokodning	21
4.3.1 Vandløb, hvor opmåling benyttes.....	21
4.3.2 Vandløb, hvor regulativ benyttes.....	22
4.3.3 Vandløb, hvor højdemodel benyttes.....	22
4.3.4 Vandområder, hvor der skal benyttes en kombination af ovenstående metoder.....	27
4.3.5 Vandområder, der består af flere vandløb	27
4.4. Vandspejlsberegninger af eksisterende forhold	28

4.5.	Vandspejlsberegninger, indmeldt vandspejlsstigning – metodebeskrivelse	28
4.5.1	Metodebeskrivelse, sommermiddelfastrømning	28
4.5.2	Metodebeskrivelse, medianmaksimumsafstrømning	29
4.5.3	Undtagelser ved rørlagte strækninger	31
4.5.4	Ved fjernelse af fysiske spærringer	31
4.6.	Afvandingstilstand ved nuværende og fremtidige forhold	32
4.7.	Udarbejdelse af Kort/GIS-filer	33
4.8.	Udarbejdelse af tabeller (sommermiddel og medianmaksimum) ..	37
4.8.1	Afvandingstilstand ved sommermiddelfastrømning	37
4.8.2	Vurdering af risiko for påvirkning af huse, tekniske anlæg m.v. ved medianmaksimumsafstrømning	39

BILAGSFORTEGNELSE

1. Opmærksomhedsliste ved prioritering af vandløbsrestaureringsprojekter.

1. INDLEDNING

Det er i den politiske aftale om udmøntning af Fødevare- og Landbrugspakken vedrørende vandløb besluttet, at kommunerne på baggrund af drøftelserne i vandrådene skal indmelde forslag til vandløb, der kandiderer til at kunne udpeges som stærkt modificerede.

Miljøstyrelsen skal herefter vurdere, om de indmeldte vandløb opfylder kriterierne for udpegnings som stærkt modificerede vandområder.

Miljøstyrelsen har til brug ved vurderingen af, om de indmeldte vandløb opfylder kriterierne for udpegnings som stærkt modificerede vandområder ønsket at få udarbejdet en metode til standardiseret vurdering af, hvordan givne vandspejlshævninger i forbindelse med benyttelse af ét eller flere virkemidler kan forventes at påvirke afvandingstilstanden og arealanvendelsen omkring vandløbene.

Miljøstyrelsen ønsker med denne metodebeskrivelse at kunne vurdere de overordnede afvandingsmæssige konsekvenser af de foreslåede vandløbstiltag. For hvert vandområde skal metoden kunne gennemføres på 10-15 timer for et vandområde der består af en fortløbende vandløbsstrækning, hvilket vurderes at være realistisk for denne metodebeskrivelse.

Metoden skal kunne give retvisende vurderinger af de afvandingsmæssige konsekvenser omkring vandløb, hvor skikkelsen er kendt (der findes opmålingsdata og/eller et regulativ), samt omkring vandløb, hvor der hverken findes opmålingsdata eller et regulativ. For denne sidste gruppe af vandløb skal data fra den nyeste højdemodel (2015) inddrages og anvendes som grundlag for konstruktion af de profildata, der er nødvendige for at kunne foretage vandspejlsberegninger.

Denne rapport indeholder en beskrivelse af de foreslåede metoder til at vurdere de overordnede afvandingsmæssige konsekvenser af givne vandspejlsstigninger i både vandløb med kendt og vandløb med ikke-kendt skikkelse.

Miljøstyrelsen har forud for implementering af metoderne ønsket en validering, det vil sige en analyse af metodernes egnethed til at give retvisende information om de afvandingsmæssige konsekvenser af indsatser til forbedring af den fysiske vandløbskvalitet. I forlængelse af metodeudviklingen er de foreslåede metoders egnethed og begrænsninger derfor analyseret, og resultaterne af denne validering er beskrevet i *Delrapport 2, Validering af metode til vurdering af de afvandingsmæssige konsekvenser af vandløbsrestaurering*.

2. FORUDSÆTNINGER OG BINDINGER

I forbindelse med det arbejde, som kommuner og vandråd skal udføre med sigte på indmelding af forslag til vandløb, der kandiderer til udpegning som stærkt modificerede, forventes det, at Miljøstyrelsen modtager en række specificerede oplysninger om de indmeldte vandområder, som beskrevet i Tabel 1. Disse oplysninger ligger til grund for metodebeskrivelsen.

Tabel 1: Oplysninger om vandområder der forventes at blive indmeldt af de respektive kommuner.

Karakterisering af vandområder mht. fysiske forhold og type af fysisk modifikation.

Der angives en af følgende typer af modifikationer:

1. Fikseret
2. Rørlagt
3. Inddiget
4. Påvirket af opstemningsanlæg
5. Påvirket af pumpestation
6. Nedgravet tværsnitsprofil
7. Uddybet
8. Udrettet
9. Evt. andre modifikationer der betyder, at målopfyldelse kræver fysiske forbedringer

Modifikationens betydning for vandføring, kontinuitet, breddevariation, bundforhold mv

- Indledningsvis vurdering af, hvorvidt vandområdet er modificeret i en sådan grad, at målopfyldelse under de nuværende forhold er usandsynlig
- Angivelse af hvilken del af hydromorfologien, der er påvirket i en sådan grad, at den er den primære årsag til manglende målopfyldelse

De nyttige formål, jf. §9 i lov om vandplanlægning, som modifikationen opfylder

- Der skal angives det formål, som i sin tid begrundede modifikationen
- Evt. yderligere nyttige formål, som måtte have indfundet sig

Vurdering af hvilke virkemidler, der vil kunne sikre målopfyldelse i vandområdet

- Angive den procentuelle andel af vandområdet, som skal omfattes af indsats ved benyttelse af ét eller flere virkemidler, hvis god økologisk tilstand skal kunne opnås
- Der vælges et eller flere kendte virkemidler med henblik på målopfyldelse på alle kvalitetselementer, jf. det tidligere vandrådsarbejde

Oplysninger der kan danne baggrund for vurdering af påvirkning af vandløbsnære arealer

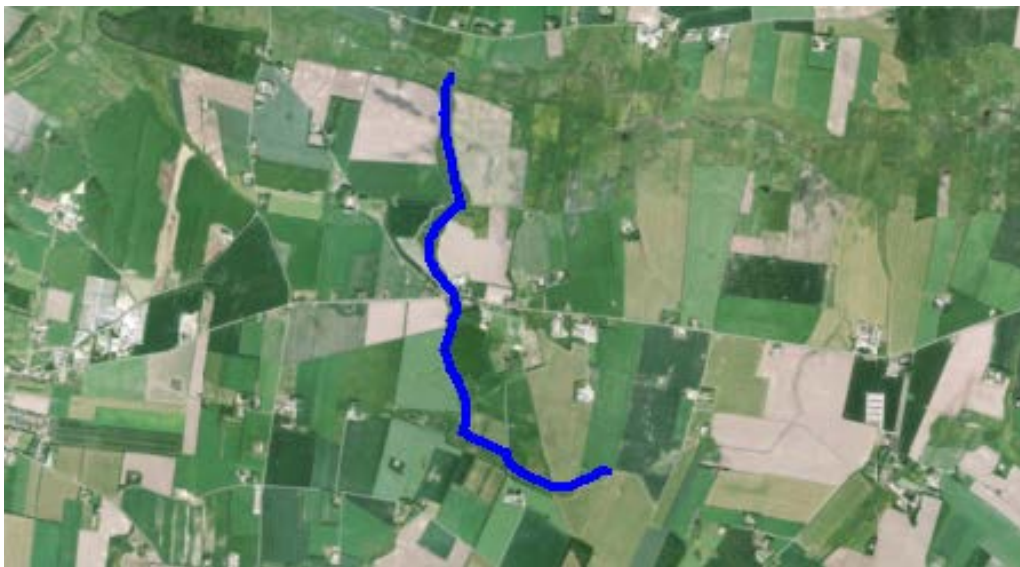
- Så vidt det er muligt, ønskes oplysninger om regulativmæssige forhold, fx vandområders profil og hældning. Disse ønskes som udgangspunkt indleveret i VASP- eller MIKE-format.
- Alternativt kan regulativer indscannes og vedhæftes indberetningen
- I det omfang oplysningerne findes, indsendes tilsvarende for (private) vandområder.
- Forventet vandstandsstigning ved sommermiddel ved gennemførelse af indsats indenfor prædefinerede intervaller (fx 0-20 cm, 20-40 cm, osv.)
- Kommunen angiver, om vandløbet må forventes at være stuvningspåvirket
- Arealanvendelse på de vandløbsnære arealer for hovedparten af vandområdet
- Angivelse af oplysninger, om der er drænet i og omkring det pågældende vandområde

Det datagrundlag, som forventes at blive stillet til rådighed fra Miljøstyrelsen (og kommunerne), og som er særlig relevant for denne opgave, er følgende:

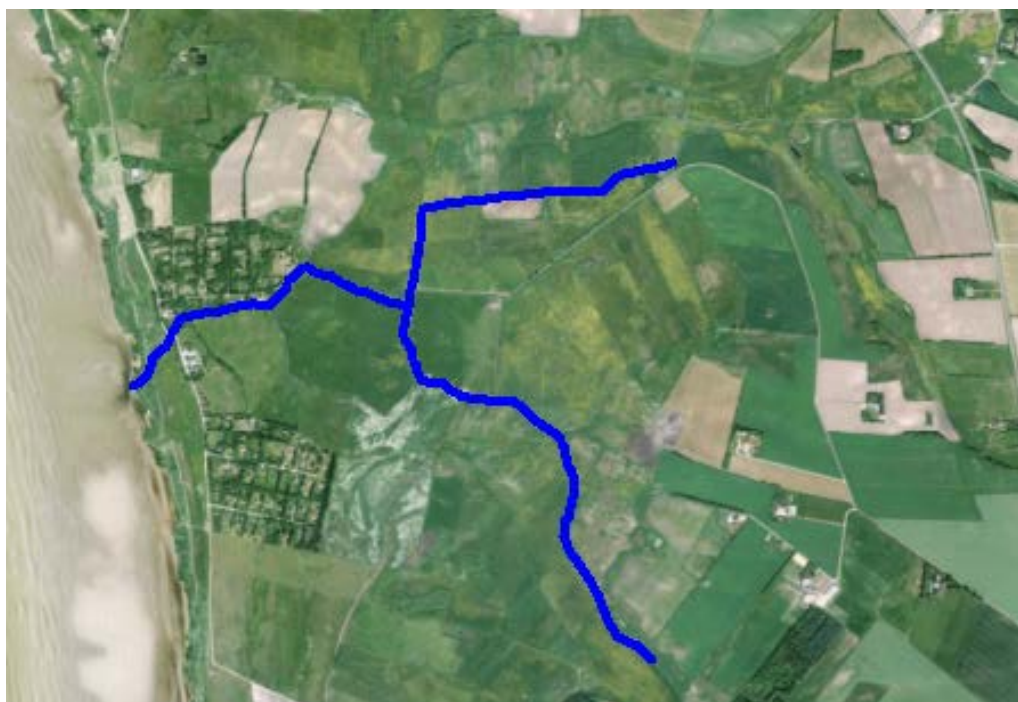
1. GIS-streg der viser det pågældende vandområdes udstrækning
2. Karakterisering af vandområdet, herunder typen af modifikation
3. Oplysninger om, hvorvidt vandområdet er stuvningspåvirket
4. Valg af virkemidler
5. Angivelse af den procentdel af vandområdet, der forventes omfattet af indsats
6. Forventet vandspejlsstigning ved sommermiddelfastrømning angivet i intervaller á 20 cm (0-20 cm, 20-40 cm, osv.)
7. Oplysninger om vandløbets skikkelse i form af opmålinger og regulativ, hvis de eksisterer

2.1. GIS-streg der viser vandområdets udstrækning

Et vandområde kan bestå af én vandløbsstrækning som vist i Figur 1 eller af flere vandløbsstrækninger som vist i Figur 2, hvor vandområdet består både af et hovedløb og af et eller flere tilløb.



Figur 1: Vandområde, der består af et enkelt vandløb



Figur 2: Vandområde, der består af hovedvandløb og et tilløb

2.2. Karakterisering af vandområde, type af modifikation

Kommunerne indmelder typen af vandområdets modifikationer, jf. punkt 2 samt oplyser om, hvorvidt vandområdet er stuvningspåvirket, jf. punkt 6.

Der skal rettes særlig opmærksom på de vandområder, hvor modifikationen angives som:

- Påvirket af opstemningsanlæg,
- Påvirket af pumpestation,
- Inddiget,
- Rørlagt.

samt på de vandområder, hvor kommunen angiver, at vandområdet forventes at være

- Stuvningspåvirket,
- Drænet.

For vandløb, der er påvirket af rørlægning og/eller opstemningsanlæg, skal der i visse tilfælde tages særlige metoder i brug. Disse metoder er beskrevet nærmere i afsnit 4.5.3 og 4.5.4.

For vandløb, der er inddiget og/eller påvirket af pumpestation, skal det undersøges, om pumpestationen er opsat for at aflede vand fra selve vandløbet eller om der er tale om pumpestationer, der oppumper vand fra lavtliggende områder til vandløbet.

I det tilfælde, hvor vandløbet pumpes ud til havet, skal der som for stuvningspåvirkede vandløb tages særskilte hensyn under de enkelte metoder beskrevet i afsnit 4.2.1.

For vandløb der er inddigede, og hvor vand fra lavtliggende arealer afledes via pumpe til det pågældende vandområde vil der fremover være et forøget pumpebehov og sandsynligvis også behov for en øget løftehøjde. De arealer, der ved metoden kommer til at fremstå som vådere, vil være overestimeret, fordi de holdes kunstigt tørrere med pumpe.

Kommuner og Vandråd indmelder om et vandområde er drænet.

Analysen af drænforholdene er ofte vanskeliggjort af mangelfuld viden eller vanskeligt tilgængelig viden om drænenes beliggenhed. Vandløbsopmålinger kan i mange tilfælde indeholde oplysninger om beliggenhed og kote på synlige dræns munding i vandløbene, men siger ikke noget om drænenes hældning eller om, hvilke arealer drænene afvander. Oplysninger om, hvilke arealer der er drænet og i hvilken dybde drænene ligger, forventes ikke kendt i forbindelse med denne screening.

At et vandløb passerer gennem store, intensivt dyrkede landbrugsarealer, betyder ikke pr. automatik, at den vandløbspåvirkede andel af disse arealer er stor. Terrænforholdene kan have betydning. Dræn kan omvendt bevirke, at det reelle vandløbspåvirkede areal er større end det direkte påvirkede areal, opgjort på grundlag af vandspejlet i vandløbet. Den her foreslåede metode beskriver det areal, der alene ud fra de vandspejls-mæssige forhold i vandløbet og de terrænmæssige forhold omkring dette vil blive påvirket. Er dræn lagt lavere end de omgivende jorde umiddelbart betinger, eksempelvis for at dræne et bagvedliggende lavere areal, kan en vandspejlsstigning på grund af drænrørens beliggenhed og hydrauliske ledning på tværs af terrænforholdene have mere vidtrækkende konsekvenser end dem, der fremgår af terrænanalysen.

Den manglende specifikation af dræn betyder, at man ikke har konkrete værdier at basere beregninger endsige vurderinger på, og selv hvis man havde sådanne, ville beregninger være vanskelige og behæftet med stor usikkerhed.

Med oplysningen om, hvorvidt der i de vandløbsvirkede arealer findes dræn eller ej, ved man kun, om der potentielt vil kunne være en randeffekt på dræn eller ej. Man ved, at jo større vandstandsstigningen er i vandløbene, desto længere ud i de vandløbsnære arealer påvirkes drænene, og man ved også, at jo mindre hældning drænene har, desto længere ud i de vandløbsnære arealer påvirkes de af en given vandstandsstigning. Når den forventede vandstandsstigning indmeldes i intervaller á 20 cm, vil der være en betydelig forskel mellem påvirkningen af drænene ved intervalminimum og ved intervalmaksimum, jf. tabel 6.1. i Faglig udredning om grødeskæring i vandløb.

Når metoden på valideret grundlag gør brug af intervalmidtpunktet ved beregning af udbredelsen og størrelsen af det vandløbspåvirkede areal, vil der i randen af dette kunne være yderligere et areal, hvis størrelse er bestemt af påvirkningen af drænene. På tilsvarende vis vil der i randen af vandløbspåvirkede areal være yderligere et potentielt vandløbspåvirket areal, hvis størrelse og udstrækning er bestemt af den vandstandsmæssige forskel mellem intervalmidtpunktet og intervalmaksimum, det vil sige en vandstands forskel på 10 cm. En sådan 10 cm vandstandsmæssig forskel vil ifølge tabel 6.1. i Faglig udredning om grødeskæring påvirke drænene på en strækning, hvis længde er 50-100 meter ved en hældning på 2-1 promille.

Når brug af intervalmidtpunktet giver valide beregninger af det vandløbspåvirkede areals størrelse og udstrækning uden indregning af effekten på dræn, er det vurderingen, at beregninger af det vandløbspåvirkede areals størrelse og udstrækning ved brug af intervalmaksimum vil kunne afdække randeffekten på drænene.

Ved et konkret projekt vil der ofte hvor det er muligt, blive taget hensyn til de drænsystemer der findes, for at minimere de påvirkede arealer.

2.3. Valg af virkemidler

De virkemidler, kommunerne kan indmelde som relevante i forhold til de enkelte vandområder, fremgår af virkemiddelkataloget, jf. Tabel 2.

Kommunerne indmelder samtidig den forventede vandspejlsstigning for vandområdet. Den her foreslåede metode kvantificerer alene de arealmæssige konsekvenser af den angivne vandspejlsstigning og forholder sig som udgangspunkt ikke til relevansen eller effekten af de indmeldte virkemidler, ud over de forhold af relevans for metodebeskrivelsen, der er beskrevet i afsnit 4.5.3 og 4.5.4 vedrørende åbning af rørlagte strækninger samt fjernelse af fysiske spærringer.

I forhold til afvandingstilstanden, vil særligt virkemidler, der hæver vandløbsbunden, kunne få stor betydning for drænedes arealer. Beregningsmæssigt kan betydningen ikke kvantificeres, da omfanget af bundhævning ikke indgår i det tilgængelige datagrundlag. Samtidig foreligger der heller ikke oplysninger om de drænedes arealers og drænenes placering, ligesom koter for drænenes udløb og faldforhold ikke forventes at være kendt.

Hævet bund kan også have betydning for andre udløb og for broer på de pågældende strækninger, se i øvrigt bilag 1.

Omvendt forholder det sig med virkemidlet "Genslyngning i kombination med afværgeforanstaltninger (diger og pumpeanlæg)", hvor de arealmæssige konsekvenser, der ellers ville fremkomme ved brug af den foreslåede metode, ikke vil forekomme i virkeligheden.

Tabel 2: Tabel over godkendte typer af virkemidler, der kan indmeldes af kommunerne til brug i de respektive vandområder.

Virkemidler

Mindre Restaureringer

- 2.6. Udlægning af groft materiale (smårestaureringer)
- 2.6b. Udlægning af groft materiale og træplantning
- 2.8. Hævning af vandløbsbunden uden genslyngning
- 2.15. Etablering af træer langs vandløb

Større Restaureringer

- 2.4. Genslyngning
- 2.5. Genslyngning i kombination med afværgeforanstaltninger (diger og pumpelag)
- 2.7. Udskiftning af bundmateriale

Åbning af rørlagte vandløb

- 2.9. Åbning af rørlagte str. med efterfølgende hævning af bunden og/eller genslyngning
- 2.10. Åbning af rørlagte str. uden hævning eller genslyngning men med smårestaureringer

Enhedsbaserede virkemidler

- 2.12. Fjernelse af fysiske spærringer
- 2.18. Sandfang
- 19 Okkerrensning

2.4. Forventet vandspejlsstigning

Kommunerne skal udover at angive de nødvendige virkemidler endvidere angive den forventede vandspejlsstigning ved en sommermiddelfastrømning i intervaller:

- 0-20 cm
- 20-40 cm
- 40-60 cm
- 60-80 cm
- osv.

Med mindre andet er specifikt angivet, skal metoden håndtere den indmeldte vandspejlsstigning som gældende for hele vandområdet.

Det er ikke angivet hvad den eksakte vandspejlsstigning vil være.

Ved denne metode regnes der på gennemsnittet af den indmeldte vandspejlsstigning. Er den indmeldte vandspejlsstigning angivet til at være intervallet 0-20 cm regnes der således med en generel vandspejlsstigning på 10 cm, mens der regnes på en generel vandspejlsstigning på 30 cm hvis den indmeldte vandspejlsstigning ligger i intervallet 20-40 cm osv.

Er det angivet at området er drænet regnes der på den maksimale indmeldte vandspejlsstigning, dvs 20 cm og 40 cm i ovennævnte eksempler.

2.5. Vandløbets skikkelse og hydrauliske data

Kommunerne indsender tilgængelige oplysninger om det pågældende vandområdes skikkelse.

For offentlige vandløb fremsendes retvisende geokodet opmåling af vandområdet i VASP eller MIKE format, såfremt kommunen har disse data til rådighed. Dækker opmålingen ikke hele vandområdet sammenstykkets skikkelsesdata af fremsendt opmåling suppleret med nedenstående data.

Hvis opmåling ikke er tilgængelig, fremsendes geokodet regulativmæssig skikkelse ligeledes i VASP eller MIKE format.

Såfremt opmålings- eller regulativdata fremsendes uden geokodning, skal geokodning fortages på grundlag af fremsendt retvisende GIS-streg over vandområdet, se afsnit 4.3.

Såfremt opmåling eller regulativ kun findes på Pdf-form eller i regneark, skal opmålings- eller regulativdata indtastes i vandspejlsberegningsprogram.

For vandområder, hvor der hverken findes opmålings- eller regulativdata med angivelse af vandløbets skikkelse, skal højdemodel benyttes til konstruktion af nødvendige profildata, se afsnit 4.3 og 4.3.3.

Såfremt kommunen har oplysninger om afstrømning og oplandsarealer, medsendes disse, alternativt skal de fremskaffes, se afsnit 3.

3. YDERLIGERE DATAGRUNDLAG DER SKAL TILVEJEBRINGS

For at kunne estimere de arealmæssige konsekvenser af de indmeldte vandspejlsstigninger skal der ud over de indmeldte oplysninger angivet i afsnit 2 tilvejebringes følgende datamateriale for at man kan gennemføre vandspejlsberegninger og konsekvensanalyser:

- Højdemodel,
- Oplandsarealer,
- Afstrømningsstatistik,
- Manningtal,
- Startvandspejl, nedre rand.

3.1. Højdemodel

Til vurdering af de arealmæssige konsekvenser omkring vandløbene skal benyttes følgende højdemodel fra Geodatastyrelsen:

DHM/Terræn (0,4 m grid).

Højdemodellen skal dække hele oplandet til vandområdet, herunder dække et tilstrækkeligt område opstrøms det pågældende vandområde, således at eventuelle opstrøms effekter kan medregnes i kortlægningen af det vandløbspåvirkede areal.

Er det et vandområde, hvor der ikke forefindes en beskrevet skikkelse i form af opmålings- eller regulativdata, skal der endvidere medtages et tilstrækkeligt område nedstrøms vandområdet, således at den nedre rand af vandområdet er tilstrækkeligt godt belyst.

Der henvises til afsnit 4.2 for yderligere information omkring kravene til størrelsen af udsnittet af højdemodellen.

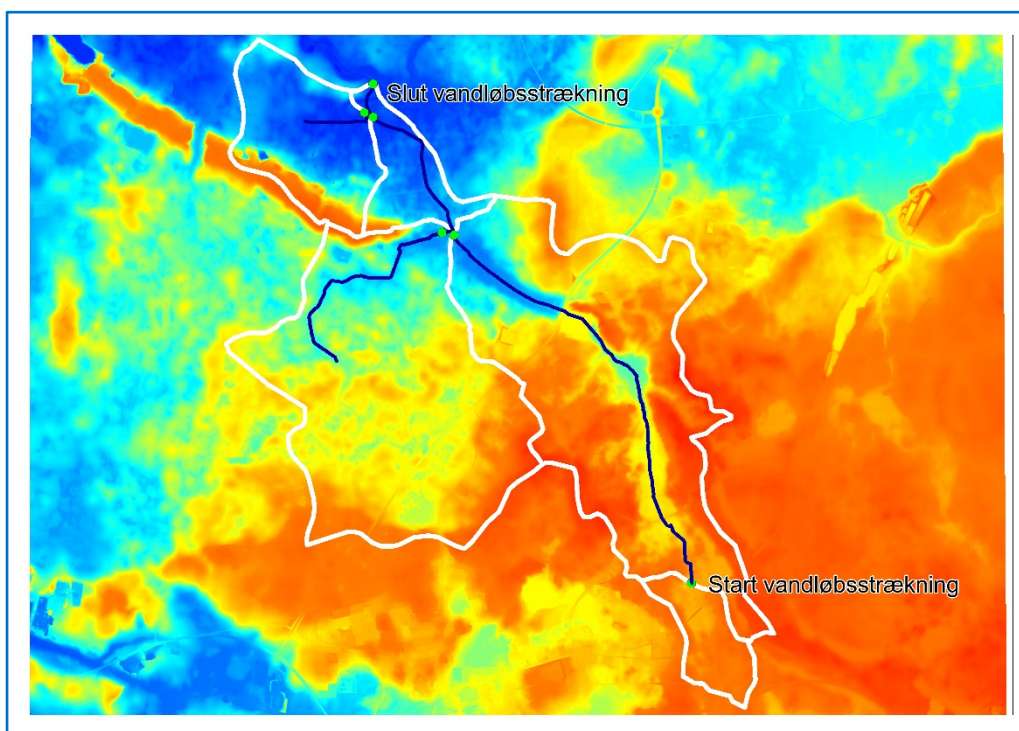
3.2. Oplandsarealer

For at kunne lave vandspejlsberegninger skal der tilvejebringes oplandsarealer for vandområdet.

Eventuelt fremsendte oplandsarealer kvalitetssikres og suppleres om nødvendigt.

Oplandsarealer udtages med udgangspunkt i Miljøstyrelsens oplandsdata samt på baggrund af højdekurver og højdemodel.

Oplandsarealer skal som minimum opgøres ved begyndelsen og enden af den vandløbsstrækning, for hvilken der skal foretages beregninger, jf. Afsnit 4.2. Der udtages endvidere oplandsarealer før og efter større tilløb, se Figur 3.



Figur 3: Oplandsarealer udtages på baggrund af højdemodel og terrænkurver. Der udtages oplandsarealer i op- og nedstrøms ende af den strækning, der skal laves beregninger på. Ved større tilløb udtages endvidere oplandsarealer før og efter tilløbet.

3.3. Afstrømningsstatistik

Som grundlag for at beskrive de arealmæssige konsekvenser af en given vandspejlsstigning skal der ved brug af den foreslåede metode foretages vandspejlsberegninger ved følgende to karakteristiske afstrømninger:

- Sommermiddelfastrømning
- Medianmaksimumsafstrømning

Medianmaksimumsafstrømningen er defineret som den døgnmaksimumsafstrømning, der i gennemsnit over en lang periode overstiges hvert andet år.

Sommermiddelfastrømningen anvendes for at kunne vurdere konsekvenserne af vandspejlsstigninger for den generelle arealanvendelse i sommerhalvåret.

Beregning ved medianmaksimumsafstrømning anvendes til at vurdere ændringer af risikoen for oversvømmelser af tekniske anlæg mv. se bilag 1.

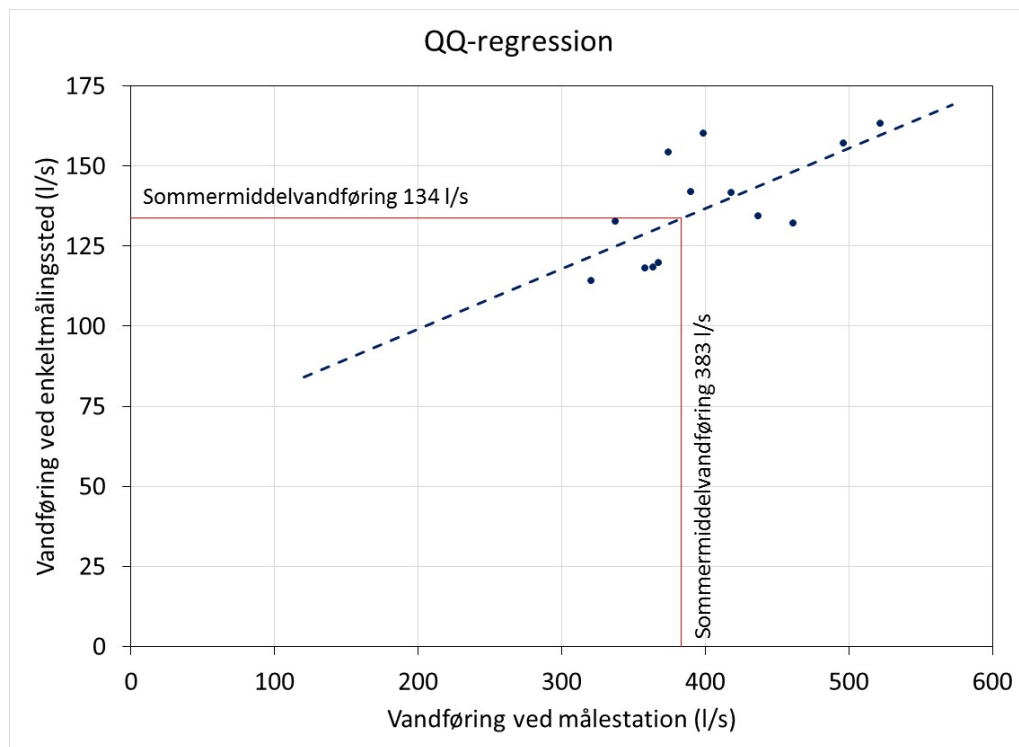
For at kunne foretage vandspejlsberegninger skal der tilvejebringes afstrømningsdata for vandområdet.

Afstrømningsstatistik laves som udgangspunkt på baggrund af tidsserier fra en hydro-metrisk målestation i det aktuelle vandløb.

Findes der ikke en målestation i oplandet til det konkrete vandløb, må man benytte sig af data fra målestationer i sammenlignelige oplande.

En af måderne, hvorpå man kan konstruere afstrømningsdata i et vandløb uden målestation er at antage, at afstrømningen fra oplandet (topografisk) til et vandløb med umålt vandføring ligner afstrømningen fra oplandet (topografisk) til et vandløb med en hydro-metrisk station. Det giver mulighed for, ud fra kendskab til oplandets størrelse, at konstruere en tidsserie med vandføringsdata for vandløbet uden målinger med den metode, der benævnes "oplandskorrektion".

Findes der enkeltmålinger i det aktuelle vandløb, kan nøjagtigheden i bestemmelsen af afstrømningsstatistikken øges i forhold til blot at anvende simpel oplandskorrektion ved at benytte såkaldt QQ-regression. De tilgængelige vandføringsmålinger i vandløbet uden målestation sammenholdes med døgnmiddelvandføringer fra en nærliggende målestation.



3.4. Valg af Manningtal

Valg af Manningtal er en vanskelig opgave, idet der sjældent findes tidsserier for vandløbsstrækningers Manningtal, med mindre strækningen ligger lige umiddelbart nedstrøms en målestation, der måler både vandføring og vandstand.

Manningtallet varierer fra strækning til strækning og afhænger dels af grødetyper og grødetæthed, som igen afhænger af beskygning, faldforhold, mv.

Manningtallet varierer endvidere meget hen over grødesæsonen og afhænger af grødevækst, grøde- og kantskæring samt genvækst efter grødeskæring.

Endelig varierer grødens påvirkning af Manningtallet fra år til år.

Et retvisende Manningtal er således både tidsligt og stedligt den vanskeligste parameter at få hold på, når det gælder vandspejlsberegninger.

Ved brug af den her foreslåede metode skal der beregnes vandstande ved sommermiddelfastrømning og ved medianmaksimumsafstrømning, hvorfor der skal foretages skøn over Manningtallets størrelse både sommer og vinter.

3.4.1 Beregning af vandstand ved sommermiddelfastrømning – valg af Manningtal

Der skal som udgangspunkt skønnes et sommer-Manningtal på baggrund af tilgængelige og vejledende oplysninger som

- Regulativets oplysninger om antallet af grødeskæringer og omfang af kantskæring,
- Vandløbets bredde,
- Vandløbets faldforhold,
- Vandløbets beskygning.

Er der eksempelvis angivet mange årlige grødeskæringer, er det en indikation af, at der er kraftig grødevækst. Er vandløbet smalt med bundbredde under 1 meter, kan særligt kantvegetationen have stor betydning for vandløbets Manningtal.

Smalle vandløb har generelt et lavere Manningtal end brede vandløb.

Vandløb med ringe fald har ofte et lavt Manningtal, mens der i vandløb med stort fald ofte er begrænset grødevækst og dermed større Manningtal. Beskyggede vandløb har ofte et højere Manningtal end lysåbne vandløb.

Ved brug af den foreslåede metode skal der regnes på sommermiddelfastrømning, hvorfor der skal estimeres et repræsentativt sommer-Manningtal, der opsummerer sommerens Manningtal for vandområdet i én generel værdi. Dog kan det være relevant at anvende forskellige Manningtal på delstrækninger, hvis der på sådanne

- I regulativet er angivet forskellige hyppigheder af grødeskæring,
- Er stor forskel i vandløbets faldforhold,
- Er stor forskel på graden af beskygning,
- Er stor forskel i vandspejlsbredde.

Der foretages indledningsvis en vandspejlsberegning ved sommermiddelfastrømning og det skønnede Manningtal. Ved at projicere det beregnede vandspejl vandret ud i ådalen, kan de vandløbspåvirkede arealers størrelse og afvandingstilstand beregnes. Ved at sammenligne den beregnede afvandingstilstand med ortofoto og GIS-lag for arealanvendelse, justeres valget af Manningtallet til de endelige beregninger, således at den beregnede afvandingstilstand svarer til den afvandingstilstand, der kan skønnes ud af ortofoto og evt. GIS-lag med beskyttet § 3 natur og GIS-lag over marker.

- 3.4.2 Beregning af vandstand ved medianmaksimumafstrømning, valg af Manningtal
- Som for beregningen med sommermiddelfastrømning skal der vælges et Manningtal, der er repræsentativt ved medianmaksimumafstrømning.
- Som for sommer Manningtallet skal der på baggrund af erfaringer fra lignende vandløb skønnes et Manningtal.

4. FREMGANGSMÅDE

For at kunne beregne de arealmæssige konsekvenser af specifikke vandstandsændringer, skal der først udføres beregninger ved sommermiddelfastrømning og medianmaksimumsafstrømning ved de eksisterende forhold.

4.1. Datagrundlag – valg af skikkelse

Såfremt kommunen har indsendt et sæt af retvisende opmålingsdata for vandområdet, anvendes dette til beregningerne af de eksisterende forhold.

Er det ikke tilfældet, anvendes som første alternativ den regulativmæssige skikkelse, hvis en sådan findes.

Foreligger der hverken en opmåling eller en regulativmæssig skikkelse, skal der udtages en skikkelse på grundlag af højdemodellen, jf. afsnit 4.3.3.

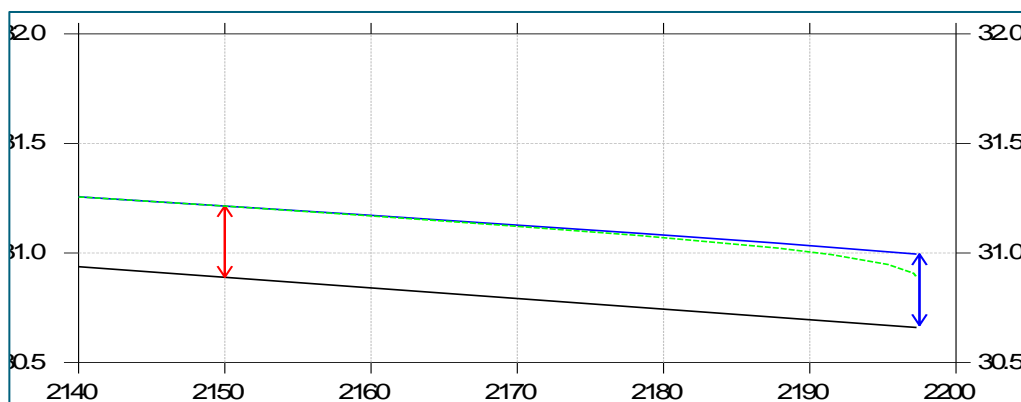
4.2. Afgrænsning af vandområde i forhold til beregninger

Vandspejlsberegningerne skal foretages på en tilstrækkelig lang strækning af vandområdet både i op- og nedstrøms retning for at undgå randeffekter på den konkrete strækning.

4.2.1 Startvandspejl, nedre rand

Vandspejlsberegningerne skal begynde i et punkt så langt nedstrøms det pågældende vandområde, at det derved sikres, at det beregnede vandspejl i den nedre ende af projektstrækningen bliver beregnet korrekt. Dette gælder særligt, hvis det er anført, at vandområdet er stuvningspåvirket.

Er den vandløbsstrækning, der regnes på, så kort, at der forekommer en sænkingskurve på det beregnede vandspejl i den nedre del af vandområdet, rettes den nedre rand op som vist i Figur 4, hvor afstand mellem vandløbsbund og beregnet vandspejl tilrettes den afstand, der er længere oppe i på strækningen.



Figur 4: Tilretning af startvandspejl / nedre rand, således at afstand mellem vandløbsbunden og startvandspejlet ved de blå pile bliver den samme som afstanden længere opstrøms i profilet ved de røde pile.

Hvis det er angivet, at vandområdet er påvirket af stuvning og/eller pumper i den nedstrøms ende, skal den nedre rand forsøges bestemt ved kvalificeret skøn i forhold til det tilgængelige datamateriale.

Såfremt der i opmålingen fremgår et opmålt vandspejl, skal det undersøges, om dette kan bruges. Findes der ikke et opmålt vandspejl, kan et skønnet vandspejl fra højdemodellen være en mulighed. Som for valg af Manningtal og afstrømning kan det valgte stuvningsvandspejl ved sommermiddelafstrømning tjekkes ved at sammenholde den beregnede arealanvendelse med luftfotos og øvrige GIS-lag. Såfremt eventuelle pumpehøjder fremgår af regulativet kan disse benyttes.

4.2.2 Opstrøms påvirkning af indmeldt vandspejlsstigning

En generel vandspejlsstigning i hele vandområdet vil have en opstrøms effekt, hvis størrelse afhænger af faldet opstrøms vandområdet.

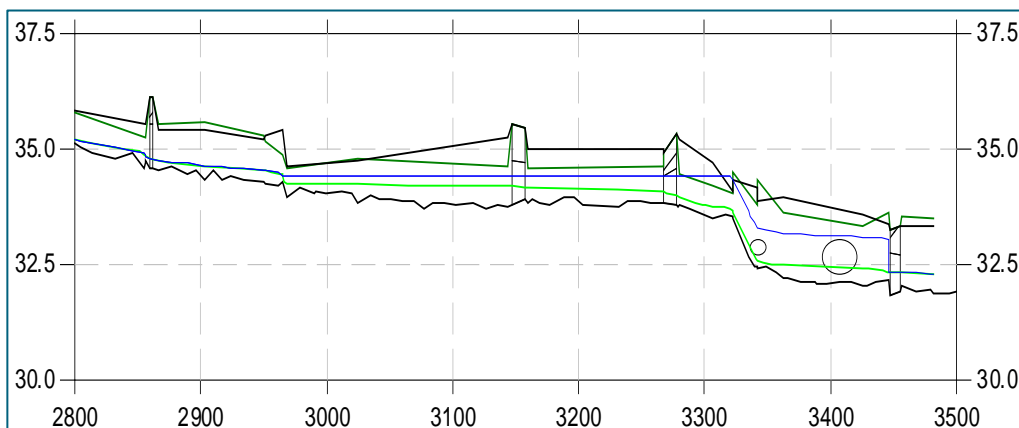
Metoden til at beregne det nuværende og fremtidige vandspejl er beskrevet i afsnit 4.4 *Vandspejlsberegninger af eksisterende forhold*. Stedet hvor de to beregnede vandspejl møder hinanden, definerer den strækning, hvorpå der efterfølgende skal regnes arealmæssige konsekvenser, se Figur 5 og Figur 6.

Tabel 3: Generel signaturforklaring til længdeprofiler i metodebeskrivelsen,

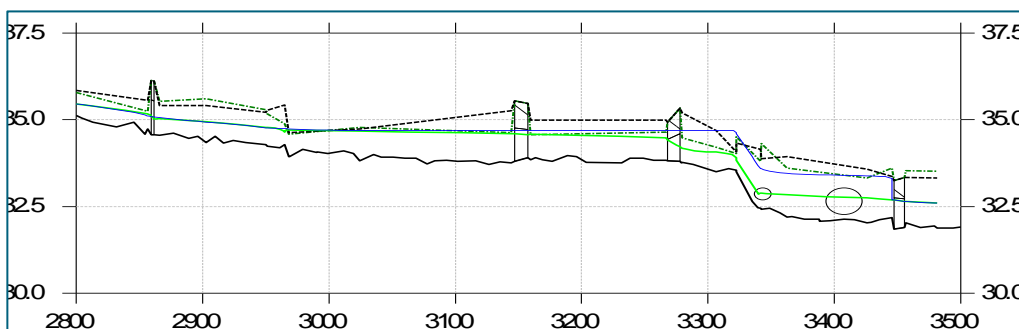
I det følgende er vist en lang række figurer hvoraf vandløbsb bundkote, samt terræn i højre og venstre side fremgår.

Hvis ikke andet er angivet viser den grønne fuldt optrukne streg det beregnede vandspejl ved de nuværende forhold, Den blå fuldt optrukne streg viser det fremtidige vandspejl på baggrund af den indmeldte vandspejlsstigning og de heraf følgende metodeberegninger.

----- Terræn Højre	— Vandspejl, metode
----- Terræn venstre	— Vandspejl, nuværende forhold
— Bundkote	



Figur 5: Principskitse af længdeprofil der viser den opstrøms effekt af en vandspejlsstigning ved sommermiddelfstrømning. Det beregnede vandspejlsforløb ved sommermiddelfstrømning (grøn streg) er sammenfaldende med det beregnede vandspejlsforløb ved brug af den foreslåede metode (blå streg) i st. 2980. Vandområdets opstrøms del er i st. 3320, hvorfor den opstrøms effekt i dette tilfælde strækker sig 340 meter opstrøms vandområdets opstrøms rand.



Figur 6: Principskitse af længdeprofil der viser den opstrøms effekt af en vandspejlsstigning ved medianmaksimumsafstrømning. Det beregnede vandspejlsforløb ved medianmaksimumsafstrømning (grøn streg) er sammenfaldende med det beregnede vandspejlsforløb ved brug af den foreslåede metode (blå streg) i st. 3000. Vandområdets opstrøms rand ligger i st. 3320, hvorfor den opstrøms effekt i dette tilfælde strækker sig 320 meter opstrøms vandområdets opstrøms rand.

Det skal sikres, at der er beskrevet en tilstrækkelig lang strækning opstrøms vandområdet, ligesom det skal sikres, at der er et tilstrækkeligt stor udsnit omkring strækningerne med højdemodel til den efterfølgende beregning af de vandløbspåvirkede arealer, således at hele den påvirkede strækning og afvandingsforholdene omkring denne kan kvantificeres.

4.3. Klargøring af vandløbsskikkelse og evt. geokodning

4.3.1 Vandløb, hvor opmåling benyttes

Såfremt kommunen har fremsendt en vandløbsopmåling, skal det sikres at den dækker hele vandområdet samt omfatter tilstrækkeligt lange strækninger op- og nedstrøms vandområdet jf. afsnit 4.2.

Opmålingen skal geokodes, hvis den ikke allerede er geokodet ved afleveringen.

Der gennemføres indledende vandspejlsberegninger ved sommermiddelfastrømning, hvor inputdata kalibreres op mod den faktiske arealanvendelse, ligesom der gennemføres tilsvarende beregninger ved medianmaksimumsafstrømning.

4.3.2 Vandløb, hvor regulativ benyttes

Hvis regulativ ikke fremsendes som geokodet VASP- eller MIKE- data, indtastes regulativet i henhold til dimensionsskemaet, og herunder indtastes også oplysninger om rørlagte strækninger og broer i det omfang, de findes. Endvidere geokodes regulativets data.

Det sikres, at den regulativmæssige strækning dækker hele vandområdet samt tilstrækkeligt lange strækninger op- og nedstrøms vandområdet.

Der gennemføres indledende vandspejlsberegninger for sommermiddelfastrømning, hvor inputdata kalibreres op mod den faktiske arealanvendelse, ligesom der gennemføres tilsvarende beregninger ved medianmaksimumsafstrømning.

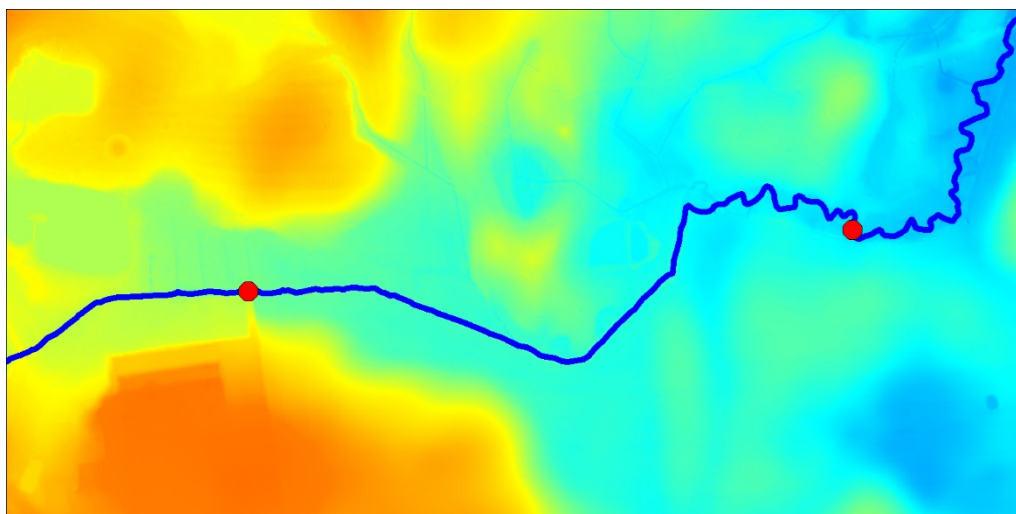
Som udgangspunkt forudsættes det, at den regulativmæssige skikkelse svarer til de faktiske forhold. Hvis ovenstående beregninger og de efterfølgende beregninger af afvandingstilstanden kan kalibreres op mod den faktiske arealanvendelse ved benyttelse af realistiske afstrømningsdata og Manningtal, er skikkelsen klar til at indgå i beregningerne med den foreslåede metode.

Viser det sig, at kalibreringen af afvandingstilstanden medfører urealistiske scenarier af arealanvendelse i forhold til, hvad der kan erkendes på ortofoto og øvrige GIS-lag, kan det skyldes, at den faktiske vandføringsevne afviger fra den vandføringsevne, som regulativet beskriver. I sådanne tilfælde kan regulativskikkelsen kombineres med data fra højdemodellen, se afsnit 4.3.3.

4.3.3 Vandløb, hvor højdemodel benyttes¹

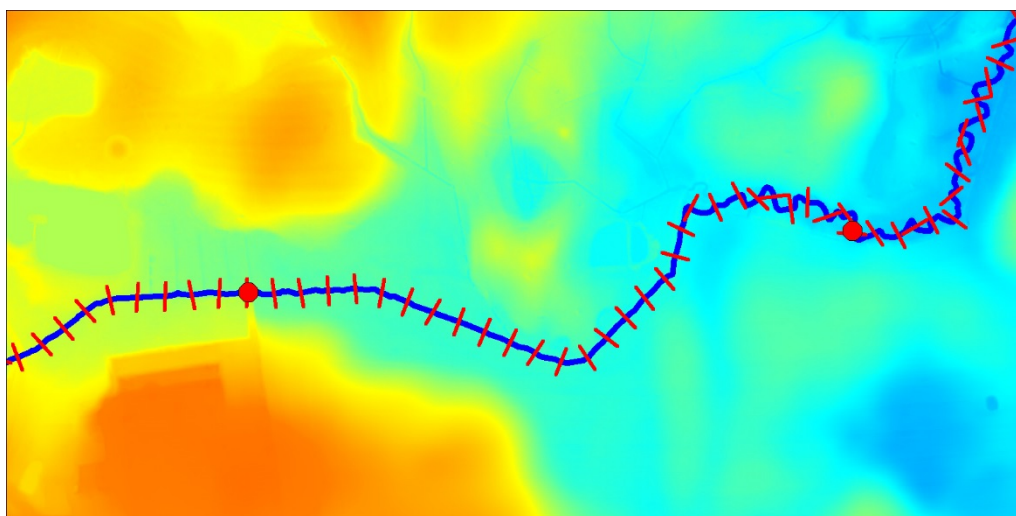
Der skal være tilstrækkelig med højdemodeldata både op- og nedstrøms vandområdet, jf. afsnit 4.2 og Figur 7.

¹ Det er jf. rapport om validering af metode undersøgt om brug af punktsky giver en bedre beskrivelse af smalle vandløb, hvilket ikke var tilfældet. Denne metodebeskrivelse omfatter derfor kun brug af højdemodel.



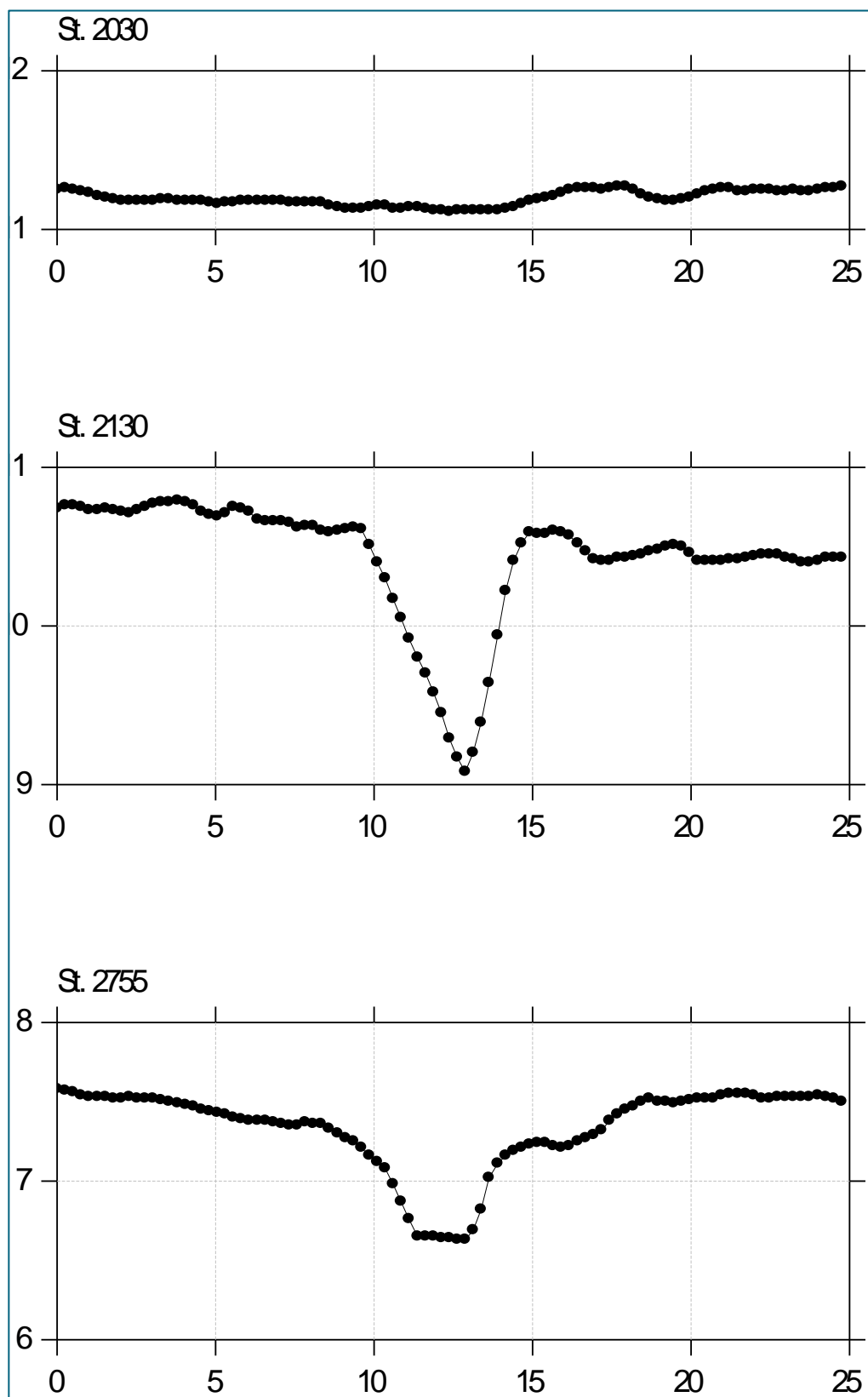
Figur 7: Udsnit af højdemodel der sikrer, at både indmeldt vandområde samt tilstrækkeligt lange strækninger op- og nedstrøms vandområdet er inkluderet.

På baggrund af højdemodellen udtages der tværprofiler med en indbyrdes afstand på 25 meter, se Figur 8. Udover at sikre den længdemæssige udstrækning skal bredden af de enkelte tværprofiler også være tilstrækkelig til at beskrive vandløbsprofilet fra kant til kant.



Figur 8: Tværprofiler udtages med 25 meters mellemrum på strækningen for det indmeldte vandområde samt på en tilstrækkeligt lange strækninger op- og nedstrøms vandområdet.

Højdemodellen rummer ikke data under vandoverfladen, hvorfor de vanddækkede dele af profilet ikke kan kortlægges ved brug af højdemodellen.



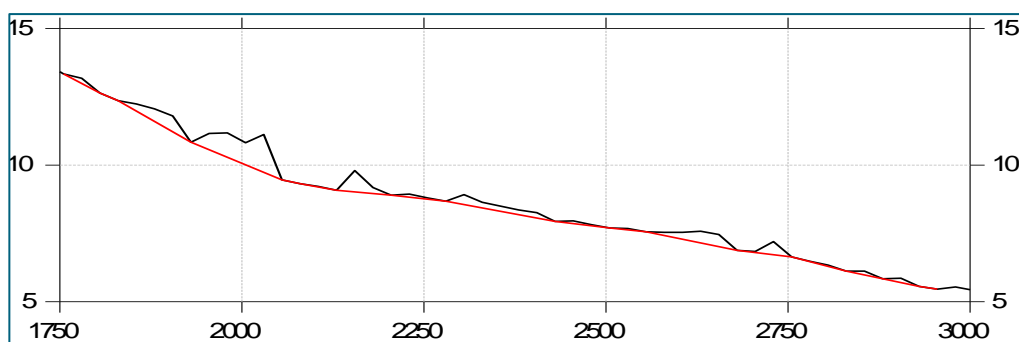
Figur 9: Eksempler på tværprofiler udtaget ved brug af højdemodellen.

I Figur 9 er vist eksempler på typiske tværprofiler udtaget på grundlag af højdemodel-
len. Tværprofilet i st. 2030 viser ingen tegn på et vandløbsprofil og stammer sandsyn-
ligvis fra en rørlagt strækning eller en bro over vandløbet.

Det dybeste punkt i tværprofilet i st. 2130 kan være vandspejlet på opmålingsdagen,
men særligt i meget smalle vandløb kan det også være et punkt på brinken.

Tværprofilet i st. 2755 er helt fladt i bunden og rummer flere punkter i tilnærmelsesvis
samme højde, hvorfor det må antages at de repræsenterer vandspejlet på opmålings-
dagen.

På baggrund af de udtagne tværprofiler udtegnes et længdeprofil, se det sorte forløb i
Figur 10. Som det fremgår af figuren, rammer højdemodellen ikke altid vandspejlet,
enten fordi der findes en bro, fordi strækningen er rørlagt eller fordi højdemodellens
data ikke når tilstrækkeligt langt ned i vandløbsprofilet til at fange vandspejlet.

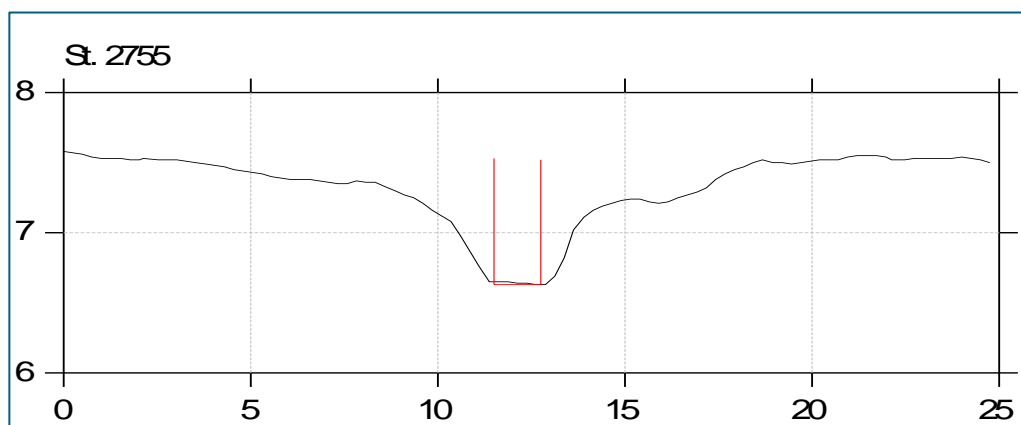


Figur 10: Sort streg er dybeste punkt i de udtagne tværprofiler. Som det fremgår af længdeprofilet, er der
dele af længdeprofilet, der ligger med bagfald, hvilket kan skyldes, at der er rørlagte strækninger, broer over
vandløbet eller at højdemodellens data ikke når tilstrækkelig langt ned i vandløbsprofilet til at fange vand-
spejlet. Det røde forløb viser et sandsynligt tilnærmelsesligt forløb af vandspejlet på opmålingsdagen.

På baggrund af de udtagne tværprofiler genereres der et sandsynligt vandspejlsforløb,
se den røde linje på Figur 10.

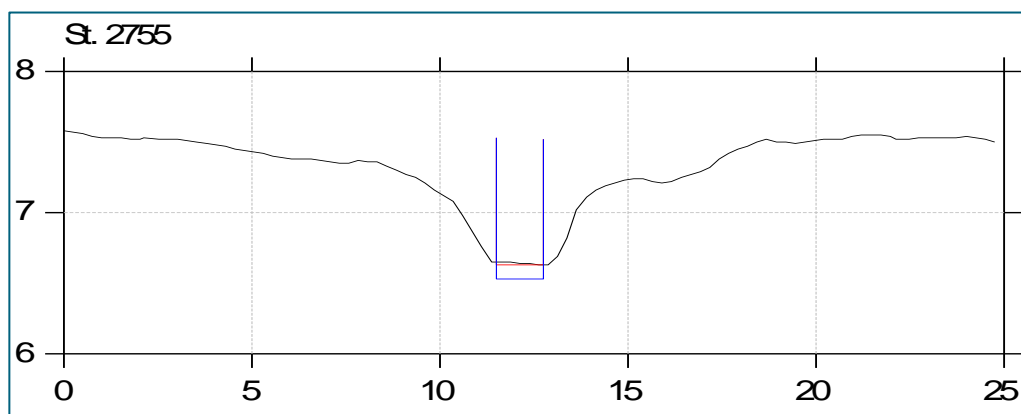
Det forudsættes at dette skønnede vandspejlsforløb svarer til sommermiddelvandspej-
let.

På baggrund af dette sandsynlige vandspejlsforløb genereres et kasseformet profil
med en bundkote der følger forløbet for det skønnede vandspejl og med en bund-
bredde, der er sandsynlig i forhold til de udtagne tværprofiler, se Figur 11.



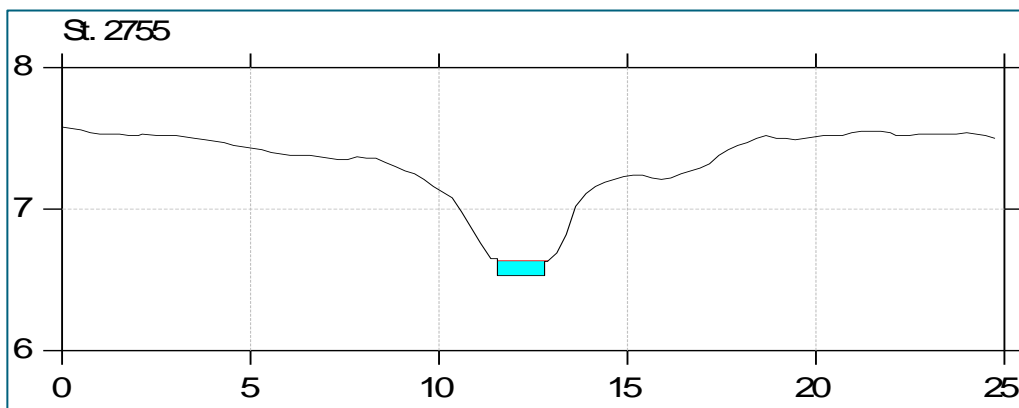
Figur 11: For hvert tværprofil konstrueres der et kasseformet profil med en bundbredde, der virker sandsynlig i forhold til de udtagne højdemodeltværprofiler.

Der laves en vandspejlsberegning med sommermiddelfastrømning på de kasseformede profiler. Forskellen mellem det beregnede vandspejl og det skønnede vandspejl er den afstand, som de enkelte kasseformede profiler skal sænkes med, se Figur 12. Når der herefter gennemføres en vandspejlsberegning på de sænkede kasseformede profiler, skal det beregnede vandspejl svare til det skønnede vandspejl i Figur 10.



Figur 12: De kasseformede profiler sænkes således, at en beregning af vandspejlet i kassen ved sommermiddelfastrømning kommer til at svare til det skønnede vandspejl i Figur 10.

Der genereres nye tværprofiler ved at trykke de kasseformede profiler ned i de tværprofiler der er udtrukket fra højdemodellen, se Figur 13.

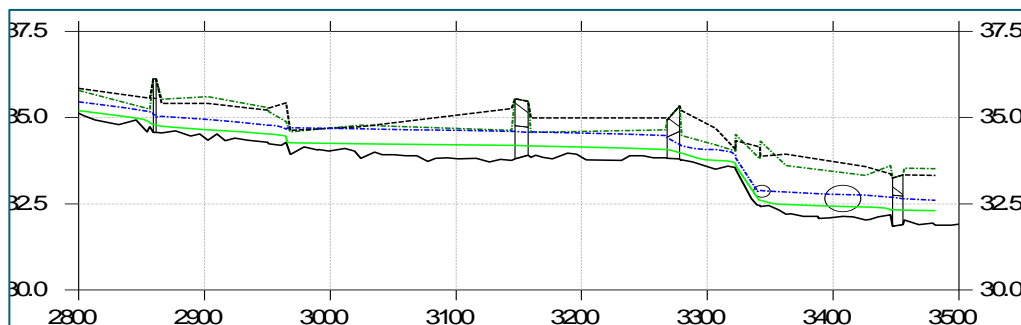


Figur 13: Kasseformet profil trykkes ned i de på baggrund af højdemodellen udtagne tværprofiler, hvorved der dannes nye tværprofiler.

- 4.3.4 Vandområder, hvor der skal benyttes en kombination af ovenstående metoder
- Et vandområde kan bestå af strækninger, hvor der på delstrækninger skal benyttes forskelligt datagrundlag. Er det tilfældet, skal de forskellige strækninger sammensættes på en måde, så de dækker den relevante strækning. Datatyperne for opmåling og tværprofilerne fra højdemodellen bliver i VASP eller MIKE opfattet som opmålte tværprofiler, hvor der interpoleres mellem de enkelte tværprofiler. For de geometriske regulativdimensioner gælder det, at en angiven bundbredde og anlæg er gældende indtil der angives en ny bundbredde. Opmærksomheden henledes på at hvis der skal sammensættes et længdeprofil bestående af både opmålte tværprofiler og data fra den regulativmæssige skikkelse skal indtastningen af regulativet tage højde for dette.
- 4.3.5 Vandområder, der består af flere vandløb
- Hvis et vandområde består af flere vandløbsstrækninger, se Figur 2, kan beregningerne foretages samlet, hvis der benyttes et vandspejlsberegningsprogram, der kan regne i netværk.
- Benyttes et vandspejlsberegningsprogram, der regner på én vandløbsstrækning ad gangen, regnes der først på hovedløbet og derefter på sideløb(ene), hvor de beregnede vandspejl for de respektive afstrømninger ved udløbet af tilløbet benyttes som startvandspejl / nedre rand i beregningerne for tilløbet(ene).

4.4. Vandspejlsberegninger af eksisterende forhold

På grundlag af de i afsnit 3 beskrevne hydrauliske data foretages beregning af vandspejlene ved sommermiddel- og medianmaksimumsafstrømningerne. Beregningerne foretages på de eksisterende fysiske forhold, se Figur 14.



Figur 14. Beregning af vandspejl ved sommermiddel og medianmaksimumsafstrømning ved de eksisterende forhold.

4.5. Vandspejlsberegninger, indmeldt vandspejlsstigning – metodebeskrivelse

I det følgende beskrives det, hvordan vandspejlene ved de fremtidige forhold genereres på baggrund af den indmeldte forventede vandspejlsstigning.

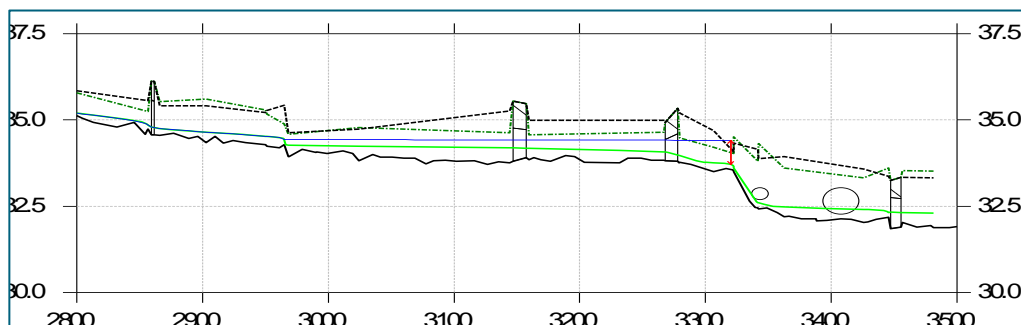
4.5.1 Metodebeskrivelse, sommermiddelfafstrømning

Det første skridt i at beregne det skønnede fremtidige vandspejls stuvningszone ved sommermiddelfafstrømning er at finde det beregnede vandspejl ved sommermiddelfafstrømning i den opstrøms ende af vandområdet og derefter addere den indmeldte forventede vandspejlsstigning, se Figur 15.

Er de vandløbsnære arealer ikke drænede anvendes den gennemsnitlige indmeldte vandspejlsstigning.

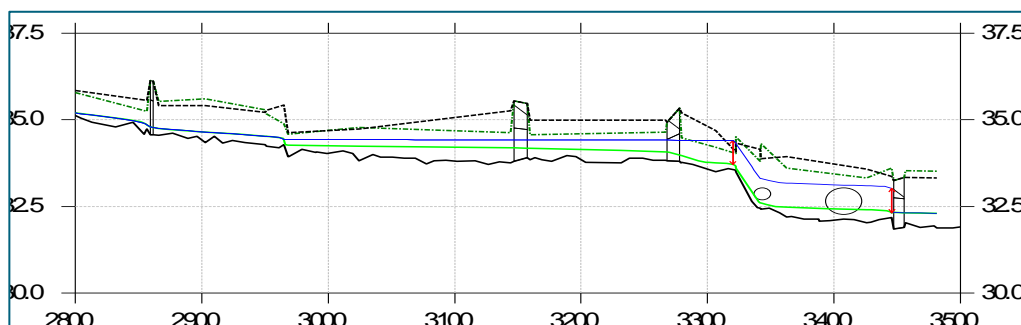
Er området drænet anvendes den maksimale kote i intervallet.

Denne vandspejlskote benyttes som startvandspejlskote/nedre rand, og der udføres på grundlag heraf en vandspejlsberegning for strækningen opstrøms vandområdet for at belyse den opstrøms effekt af den forventede vandspejlsstigning i det aktuelle vandområde.



Figur 15: Stuvning opstrøms vandområdet genereres ved at forudsætte at vandspejlet i den opstrøms del af vandområdet er steget med den forventede indmeldte vandspejlsstigning. Den røde pil i st. 3320 illustrerer den opstrøms del af vandområdet med den indmeldte vandspejlsstigning. Dette nye vandspejl sættes som startvandspejl/nedre rand for en beregning af det fremtidige vandspejl ved sommermiddelfastrømning opstrøms vandområdet.

På strækningen i projektområdet tages der udgangspunkt i det beregnede vandspejl ved de eksisterende forhold ved sommermiddelfastrømning. Dette beregnede vandspejl parallelforskydes op med den indmeldte vandspejlsstigning for vandområdet, se Figur 16.



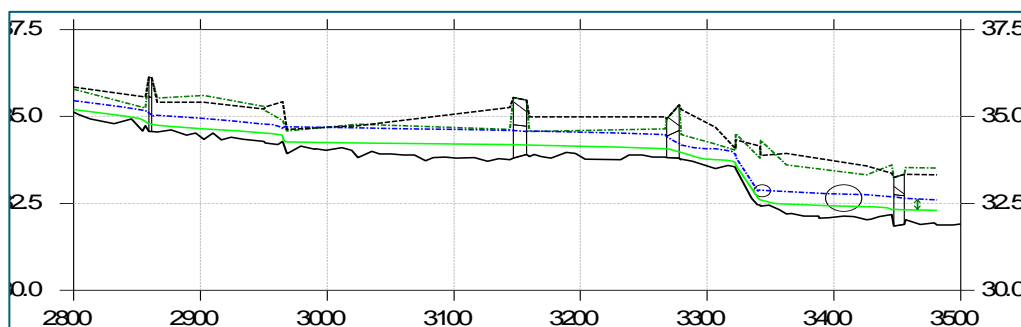
Figur 16: Principskitse af metodevandspejl for sommermiddel. Mellem de røde pile i st. 3320 og 3450, som afgrænser det pågældende vandområde, parallelforskydes det beregnede vandspejl ved de eksisterende forhold og sommermiddelfastrømning med den indmeldte vandspejlsstigning.

Det parallelforskudte vandspejl sammensættes med det beregnede vandspejlsforløb for stuvningszonen opstrøms vandområdet. Det resulterende vandspejlsforløb for den påvirkede strækning er samtidig den strækning, hvor den nuværende og fremtidige afvandingsstilstand skal bestemmes, således at den samlede ændrede afvandingsstilstand kan opgøres. I det viste eksempel strækker den resulterende påvirkede strækning sig fra st. 2980 til st. 3450.

4.5.2 Metodebeskrivelse, medianmaksimumsafstrømning

For at kunne vurdere det fremtidige vandspejlsforløb ved medianmaksimumsafstrømning tages der udgangspunkt i beregningerne af vandspejlene ved sommermiddelfastrømning og medianmaksimumsafstrømningerne ved de eksisterende forhold.

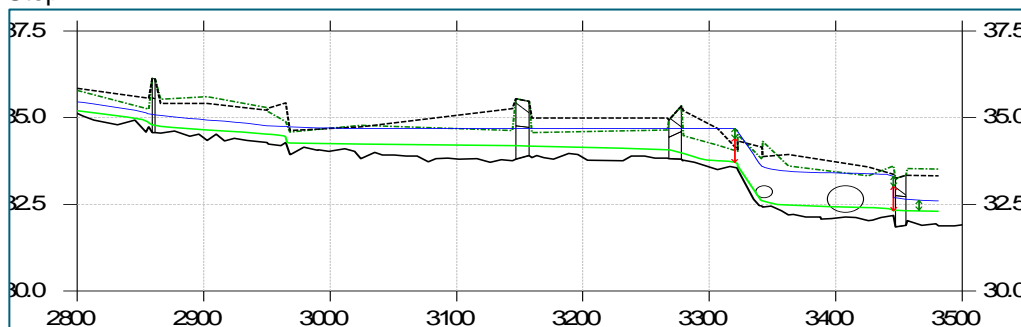
Forskellen på de to beregnede vandspejl lige nedstrøms vandområdet registreres, se den grønne pil i Figur 17



Figur 17: Den grønne pil i st. ca. 3470 illustrerer forskellen på de beregnede vandspejlskoter ved de eksisterende forhold ved sommermiddelfastrømning og medianmaksimumsafstrømning.

Forskellen på de to vandspejlsforløb (den grønne pil) adderes til den indmeldte vandspejlsstigning ved sommermiddel (den røde pil) se Figur 18, hvorved det fremtidige vandspejlsforløb ved medianmaksimumsafstrømning kan parallelforskydes i forhold til det beregnede vandspejl ved sommermiddelfastrømningen ved de eksisterende forhold, se strækningen fra st. 3320-3450.

Step 4:



Figur 18: I vandområdet parallelforskydes det beregnede vandspejlsforløb for de eksisterende forhold med den værdi, der svarer til forskellen mellem vandspejlskoterne ved sommermiddelfastrømning og medianmaksimumsafstrømning umiddelbart nedstrøms vandområdet (den grønne pil) tillagt den indmeldte gennemsnitlige vandspejlsstigning ved sommermiddelfastrømning, den røde pil. I den opstrøms ende af projektområdet skal den herved fremkomne vandspejlskote benyttes som startvandspejl til beregningen af de opstrøms effekter.

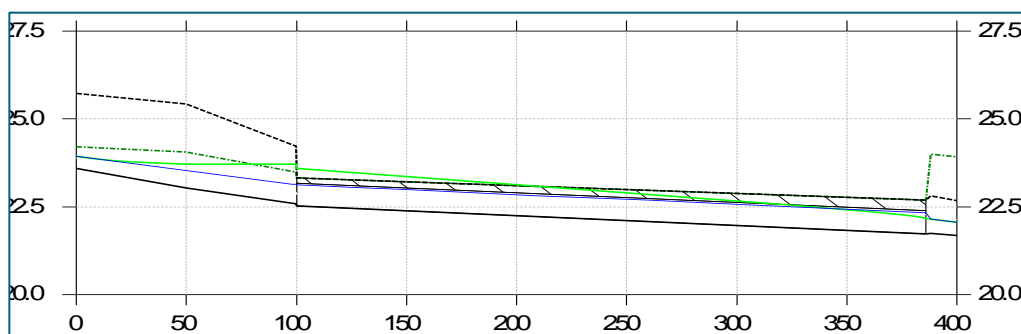
For at kunne vurdere den opstrøms effekt ved medianmaksimumafstrømning foretages der, som for sommermiddelfastrømningen en vandspejlsberegning ved medianmaksimumsafstrømning opstrøms vandområdet, hvor den hævede vandspejlskote i st. 3320 benyttes som startvandspejl / nedre rand.

Det beregnede vandspejlsforløb på strækningen opstrøms vandområdet sammensættes med det parallelforskudte vandspejlsforløb for selve vandområdet. Det sammensatte vandspejlsforløb er det forventede fremtidige vandspejl ved medianmaksimumafstrømning. Længden af vandspejlsforløbet strækker sig fra den nedstrøms del af

vandområdet indtil det punkt, hvor det beregnede vandspejl ved de eksisterende forhold og brug af den foreslåede metode falder sammen, se Figur 6.

4.5.3 Undtagelser ved rørlagte strækninger

Viser beregningen ved de opmålte forhold, at en rørlagt strækning støver vandet ved medianmaksimumsafstrømningen, kan beregningerne ved medianmaksimumsafstrømningen undlades, såfremt der ikke samtidig indmeldes en bundhævning, idet det så forventes, at vandspejlet ved medianmaksimumsafstrømning og åbning af den rørlagte strækning vil blive sænket ved store afstrømninger.



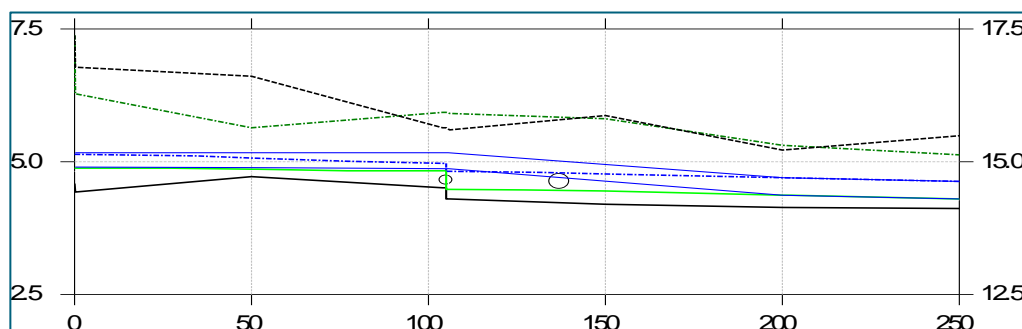
Figur 19: Beregningen for de faktiske forhold (det grønne forløb) viser, at vandet støver ved medianmaksimumsafstrømningen, fordi afstrømningen overstiger rørets hydrauliske kapacitet.

4.5.4 Ved fjernelse af fysiske spærringer

Hvis det indmeldte virkemiddel er fjernelse af fysiske spærringer og man kender placeringen af spærringen og den forventede omtrentlige længde af det fremtidige stryg, sættes den indmeldte vandspejlstigning eksempelvis til 30 cm umiddelbart nedstrøms spærringen, såfremt det er angivet at vandspejlet opstrøms skal bibeholdes. I den nedstrøms ende af det fremtidige stryg sættes vandspejlet til det eksisterende vandspejl ved sommermiddelfafstrømning, se Figur 20.

De afvandingsmæssige konsekvenser opstrøms beregnes på samme måde som beskrevet i den generelle metode.

Ved medianmaksimumsafstrømning anvendes samme metode, idet vandspejlsstigningen nedstrøms styrtet er den indmeldte vandspejlsstigning tillagt forskellen på det beregnede vandspejl ved sommermiddel- og medianmaksimumafstrømning (som ved den generelle metode).

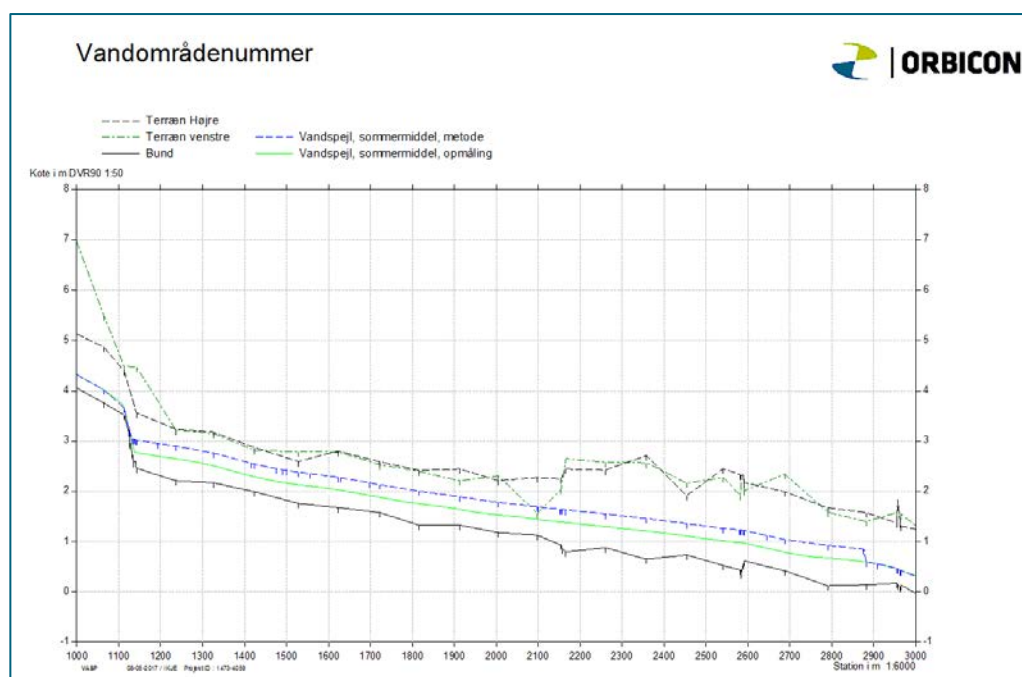


Figur 20. Hvis man kender placeringen af et indmeldt styrt, hvor der foreslås etablering af et stryg, sættes den indmeldte vandspejlsstigning ind ved styrtet. Vandspejlet beregnet med den foreslåede metode falder jævnt til det møder vandspejlet ved de eksisterende forhold ved det nye strygs afslutning.

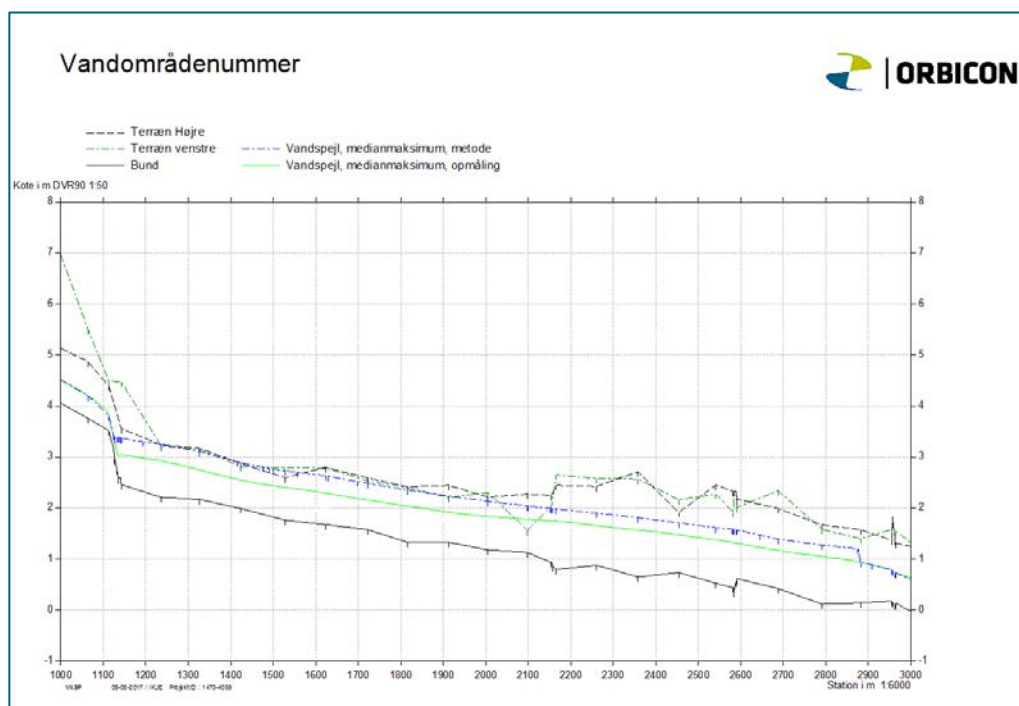
4.6. Afvandingstilstand ved nuværende og fremtidige forhold

Der er på dette trin i processen genereret i alt 4 vandspejl ved de nuværende og fremtidige forhold ved henholdsvis sommermiddel- og medianmaksimumsafstrømning.

De beregnede vandspejlforløb vises på længdeprofiler, se Figur 21 og Figur 22.



Figur 21: Længdeprofil med beregnede vandspejl ved sommermiddelfastrømning for de eksisterende forhold og beregnet ved brug af den foreslåede metode med den indmeldte vandspejlsstigning.



Figur 22: Længdeprofil med beregnede vandspejl ved medianmaksimumsafstrømning for de eksisterende forhold og beregnet ved brug af den foreslåede metode med den indmeldte vandspejlsstigning.

De beregnede vandspejlsforløb projiceres nu vandret ud på de arealer, der omgiver vandløbet.

Den nuværende og fremtidige afvandingstilstand beregnes ved hjælp af højdemodel-len. Afvandingstilstanden beskrives i 25-cm-intervaller (afvandingsklasser) som af-standen mellem det projicerede vandspejl og terrænoverfladen.

Det er vigtigt, at de GIS-lag, der trækkes fra hinanden, kun opgøres inden for oplands-grænserne omkring den relevante påvirkede strækning, jf. afsnit 4.2, der beskriver af-græsning af vandområde i forhold til beregninger.

4.7. Udarbejdelse af Kort/GIS-filer

Der laves konturer af de 4 afvandingsgrids, der er genereret på baggrund af de 4 vandspejlsforløb og terrænmodellen.

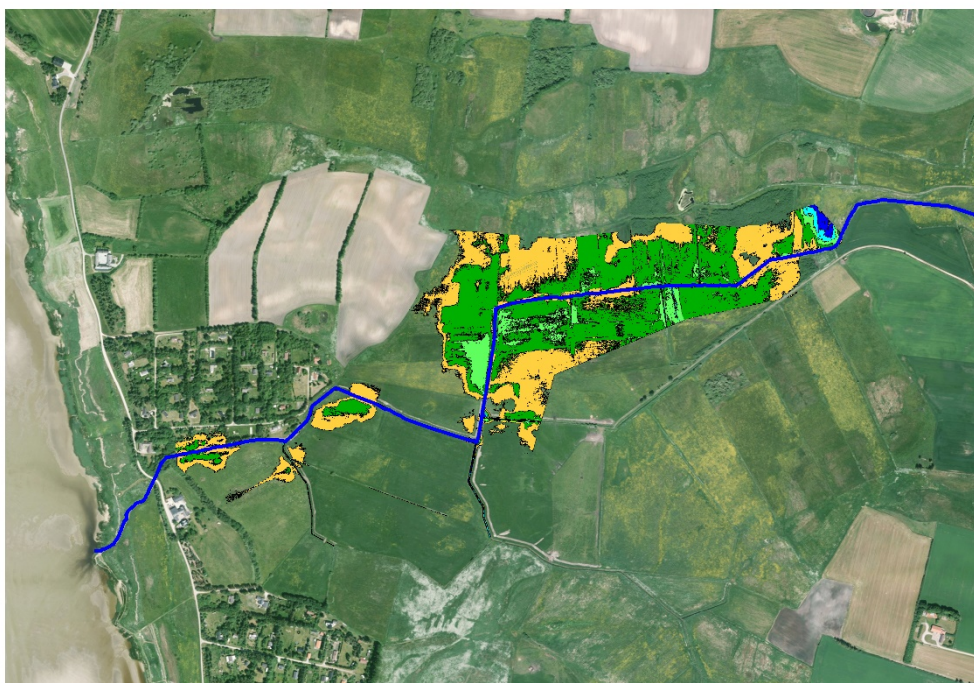
For de to sommermiddelgrids skal følgende afvandingsklasserne tematiseres med føl-gende farver:

<0 cm afvandingsdybde = frit vandspejl på terræn
0 -25 cm afvandingsdybde = sump
25 -50 cm afvandingsdybde = våd eng
50 – 75 cm afvandingsdybde = fugtig eng
75 -100 cm afvandingsdybde = tør eng
>100 cm afvandingsdybde = arealer uden for det vandløbspåvirkede område

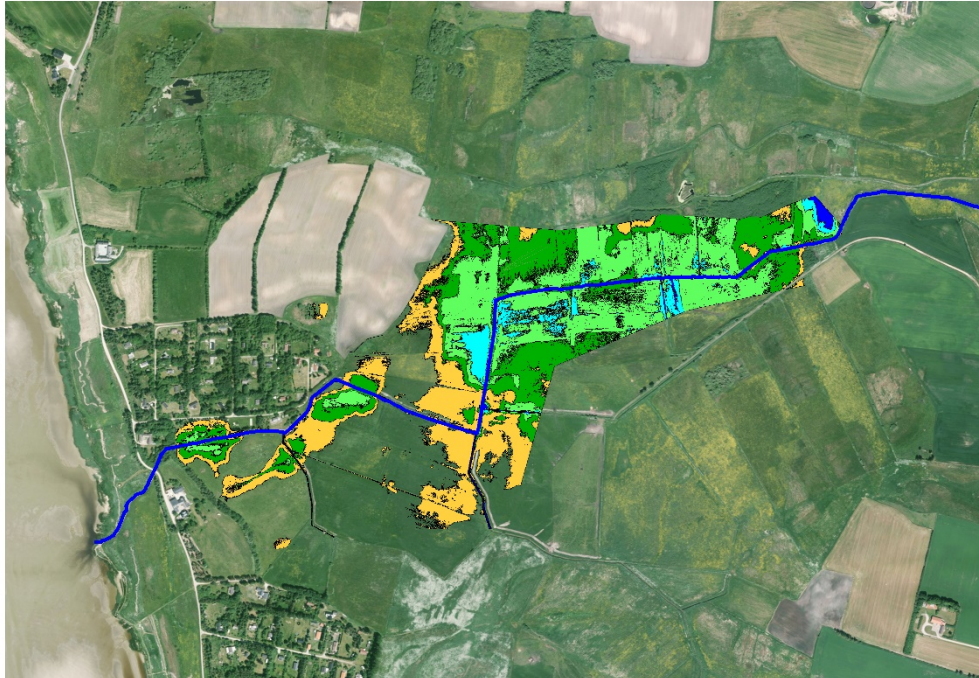
De fremkomne polygoner inden for de angivne afvandingsklasser skal bruges til udarbejdelse af tabeller, se afsnit 4.8.

Der udarbejdes kort over den eksisterende og den fremtidige afvandingsstilstand ved sommermiddelfastrømning, se Figur 23 og Figur 24.

På kortene er der kun vist afvandingsklasser op til 100 cm's afvandingsdybde, idet denne almindeligvis anses som grænsen for det vandløbspåvirkede areal i relation til dyrkning.



Figur 23: Kort der viser den eksisterende afvandingsstilstand omkring den påvirkede strækning ved sommermiddelfstrømning.



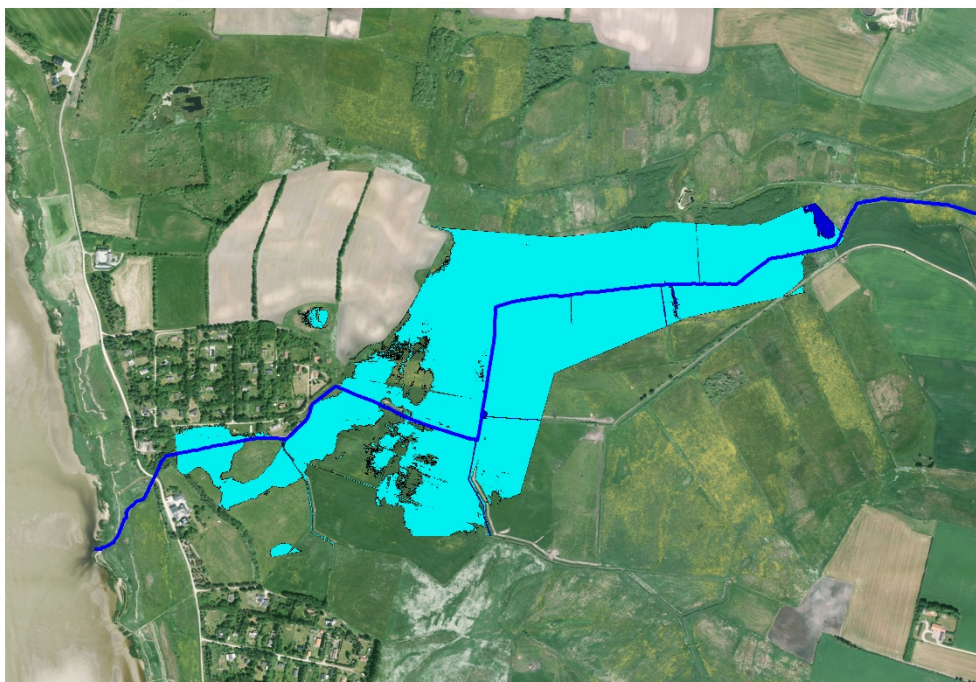
Figur 24 Kort der viser den beregnede fremtidige afvandingsstilstand omkring den påvirkede vandløbsstrækning ved sommermiddelfstrømning.

For de to medianmaksimumsgrids skal følgende afvandingsklasserne tematiseres med følgende farver:

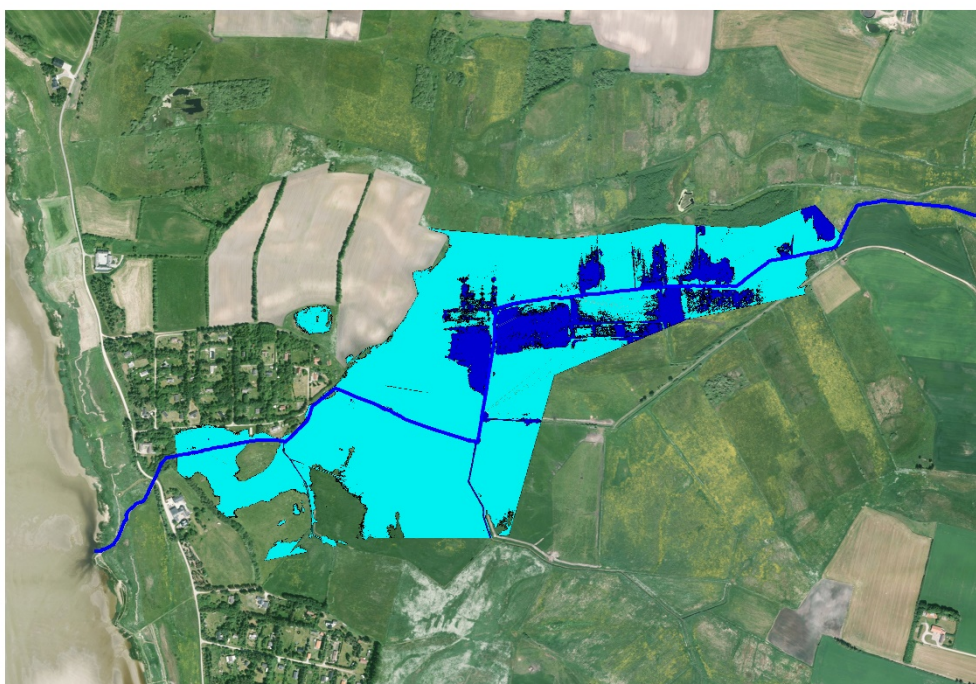
<0 cm afvandingsdybde = frit vandspejl på terræn
0 - 100 cm afvandingsdybde

De fremkomne polygoner indenfor de angivne afvandingsklasser skal bruges til udarbejdelse af tabeller, se afsnit 4.8.

Der udarbejdes kort over den eksisterende og fremtidige afvandingsstilstand ved medianmaksimumsafstrømning, se Figur 25 og Figur 26.



Figur 25: Kort over arealer omkring den påvirkede vandløbsstrækning, der er oversvømmet (frit vand-spejl) henholdsvis har en afvandingsdybde på 0-100 cm ved medianmaksimumafstrømning



Figur 26: Kort over arealer omkring den påvirkede vandløbsstrækning, der er oversvømmet (frit vand-spejl) henholdsvis har en afvandingsdybde på 0-100 cm ved medianmaksimumafstrømning ved metodebeskrivelsen.

4.8. Udarbejdelse af tabeller (sommermiddel og medianmaksimum)

Næste skridt i processen er at omsætte GIS-lagene til tabeller, der viser størrelsen af de vandløbspåvirkede arealer og fordelingen af disse på afvandingsklasser.

4.8.1 Afvandingstilstand ved sommermiddelafstrømning.

Som udgangspunkt skal der for den ændrede arealanvendelse udarbejdes en tabel, der viser størrelsen af det vandløbspåvirkede areal ved både eksisterende og fremtidige forhold. Tabellen viser endvidere, hvilke og hvor store arealer, der ændrer afvandingsklasse ved den indmeldte vandspejlsstigning, se Tabel 3.

Den højre kolonne i Tabel 3 svarer den højre kolonne i Tabel 5, mens den nederste række i Tabel 3 svarer til den højre kolonne i

Tabel 6.

I det viste eksempel er der ingen arealer der bliver tørrere. Der er 0,34 ha der ved eksisterende forhold og fremover vil være våde, mens der eksempelvis er 1,97 ha, der i dag ligger i afvandingsklassen 25-50 cm afvandingsdybde, og som fremover vil ligge i afvandingsklassen 0-25 cm.

Tabel 4: Fordeling af det vandløbspåvirkede areal (ha) på afvandingsklasser (cm) og ændring af disse (ved **sommermiddelfafstrømning**) ved **eksisterende forhold** og **forholdene beregnet med den foreslåede metode**. Gul farve angiver størrelsen af arealer med uændret afvandingsklasse ved overgang fra eksisterende til beregnede forhold, mens gråblå farve angiver størrelsen af de arealer, der skifter til en vådere afvandingsklasser og grågrøn farve angiver størrelsen af de arealer, der skifter til en tørrere afvandingsklasse.

Eksisterende afvandingsforhold	Afvandingsforhold, metode					Sum, eksisterende
	< 0	0 -25	25 -50	50 - 75	75 -100	
< 0	0,34	0,00				0,34
0 -25	0,37	0,13	0,00			0,50
25 -50		1,97	0,11	0,00		2,09
50 - 75		0,04	11,06	0,15	0,00	11,24
75 -100			0,03	9,12	0,11	9,26
> 100				0,03	7,85	7,87
Sum, metode	0,70	2,14	11,21	9,29	7,96	31,31

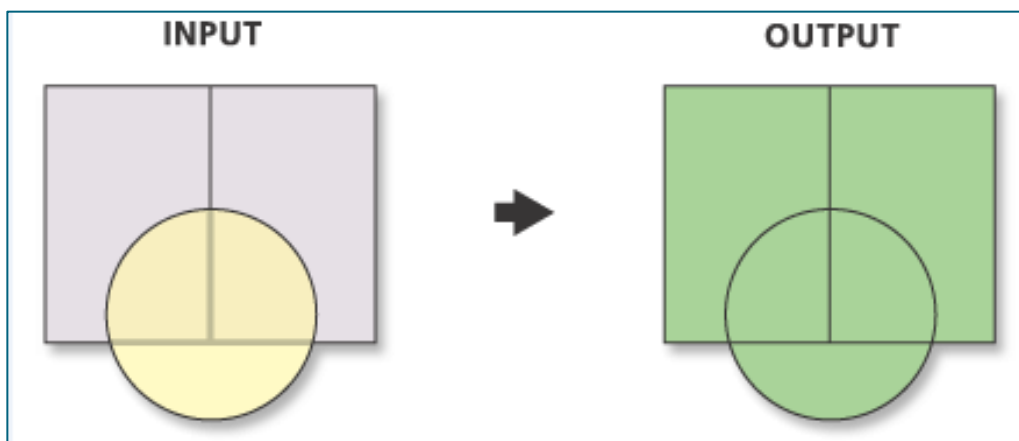
Tabel 5: Arealet af de enkelte afvandingsklasser inden for det vandløbspåvirkede område (**sommermiddelfafstrømning**) ved **eksisterende forhold**.

Arealklassifikation	Areal, ha
Frit vandspejl (vandløb eller søområder)	0,34
Sump (afvandingsdybde 0 - 25 cm)	0,50
Våd eng (afvandingsdybde 25 - 50 cm)	2,09
Fugtig eng (afvandingsdybde 50 - 75 cm)	11,24
Tør eng (afvandingsdybde 75 - 100 cm)	9,23
I alt	23,40

Tabel 6: Arealet af de enkelte afvandingsklasser inden for det vandløbspåvirkede område (**sommermiddelfafstrømning**) ved brug af den foreslåede **metode**.

Arealklassifikation	Areal, ha
Frit vandspejl (vandløb eller søområder)	0,70
Sump (afvandingsdybde 0 - 25 cm)	2,14
Våd eng (afvandingsdybde 25 - 50 cm)	11,21
Fugtig eng (afvandingsdybde 50 - 75 cm)	9,29
Tør eng (afvandingsdybde 75 - 100 cm)	7,96
I alt	31,31

Tabel 4 er fremkommet ved i et GIS-program at lave en union-analyse, hvor der foretages en geometrisk sammenligning af to lag med arealklassepolygoner. For alle rumligt overlappende kombinationer af polygoner i de to lag dannes der separate polygoner i et nyt lag, se figur 27. Til resultatpolygonerne knyttes areal og afvandingsklasser fra de to input-lag. På baggrund af det nye lag er det således muligt at beregne, f.eks. hvor stort et samlet område, der er gået fra en afvandingsklasse til en anden, eller mere generelt, hvor store områder der får en ændret arealanvendelse.



Figur 27: Principskitse af unionanalyse, hvor der dannes et nyt lag af separate polygoner.

4.8.2 Vurdering af risiko for påvirkning af huse, tekniske anlæg m.v. ved medianmaksimumsafstrømning.

For beregningerne ved medianmaksimumsafstrømning opgøres de påvirkede arealer ved nuværende og fremtidige forhold i Tabel 7. Arealerne i tabellen er de samme, som er vist i Figur 25 og Figur 26.

Tabel 7: Størrelsen af arealer i projektområdet (ha) (**medianmaksimumsafstrømning**) med frit vandspejl henholdsvis en afvandingsdybde på 0-100 cm beregnet ved **eksisterende** forhold og ved brug af den foreslåede **metode**.

	Frit vandspejl	Afvandingsdybde 0-100 cm
Eksisterende	0,87	34,99
Metode	6,57	35,30

Den procentvise ændring i arealerne opgøres i tabel 8.

Tabel 8: Tabellen viser den procentuelle forskel mellem arealer beregnet ved brug af den foreslåede metode og ved eksisterende forhold (vintermedianmaksimumsafstrømning)

	Frit vandspejl	Afvandingsdybde 0-100 cm
Eksisterende	-	-
Metode	656,18	0,90