

Randers Kommune

Effektvurdering af grødeøer i Gudenåen

**NOTAT OM EFFEKTER PÅ VANDSTANDEN AF GRØDEØER I GUDENÅEN
MELLEM NØRREÅ OG MOTORVEJSBRO VED E45 – KORT VERSION**

Rekvirent	Randers Kommune Laksetorvet 8900 Randers C
Rådgiver	Orbicon A/S Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J
Projektnummer	1321600396
Projektleder	Kristina Møberg Jensen
Udarbejdet af	Anders Lund Jensen og Bo Klinkvort Kempel
Revisionsnr.	03
Kvalitetssikring	Bjarne Moeslund
Udgivet	17-02-2017

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Baggrund	4
2. Opmåling.....	5
3. Metode.....	7
3.1. Hydraulisk model	7
3.2. Manningtal	7
3.3. Scenarier.....	7
4. Resultater	10
4.1. Stvningszoner	10
4.2. Stvningspåvirkning af grødeøer	10
4.2.1 Fjernelse af grødeøer	10
4.3. Grødeskæring af grødeøer	12
5. Konklusion.....	13

BILAGS- OG APPENDIKSFORTEGNELSE

1. Bilag 1: Opmålte tværsnit
2. Bilag 2: Oprensede tværsnit
3. Bilag 3: Vandstand år 2010 udløb Nørreå
4. Bilag 4: Længdeprofil Nørreå Viborg – Randers Havn
5. Bilag 5: Længdeprofil Gudenå Ulstrup – Randers Havn
6. Appendiks 1: Metode
7. Appendiks 2: Stuvningszone

1. BAGGRUND

Over tid er der opstået en række sedimentfyldte grødeøer i Gudenåen opstrøms motorvejsbroen ved motorvej E45, se Foto 1. Vandet strømmer som følge af grødeøerne i to primære kanaler på hver side af grødeøerne. Grødeøernes indhold af sediment vurderes at være opstået ved aflejring af vandløbssediment som følge af stuvningspåvirkning fra Randers Fjord på den pågældende strækning. På grund af stuvningspåvirkningen af den nedre del af åen er der ikke i regulativet for Gudenåen fastsat krav til vandføringsevnen i form af bestemmelser om tilladeligt maksimumvandspejl ved medianmaksimumafstrømning.



Foto 1. Eksempel på grødeøer i Gudenåen opstrøms broen ved motorvej E45.

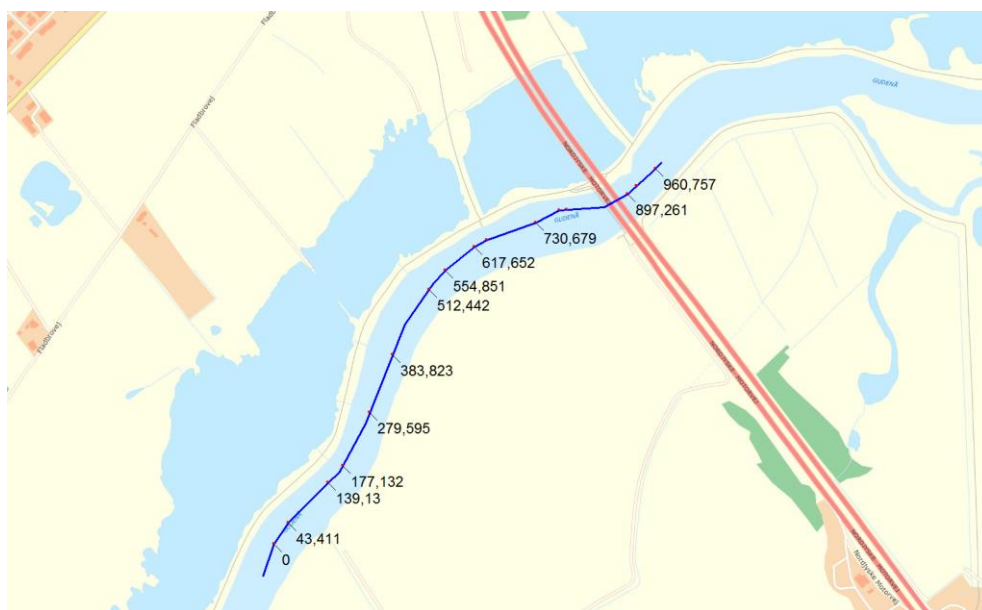
Lodsejerne omkring Nørreå, der løber til Gudenåen nogle kilometer opstrøms motorvejsbroen, har udtrykt bekymring for, at grødeøerne stuver vandet i Gudenå og derfra videre op i Nørreå, og at de dermed bidrager til forringet afvandingstilstand af de vandløbsnære arealer omkring Nørreå.

Randers Kommune har på den baggrund bedt Orbicon om at opmåle grødeøerne og om at vurdere effekten af disse på vandstanden i Gudenåen.

2. OPMÅLING

Orbicon har i december 2016 opmålt 10 tværsnit af Gudenåen på en ca. 1.000 m lang strækning opstrøms motorvejsbroen ved E45, se Figur 1. De opmålte tværsnit fremgår af Bilag 1.

De enkelte tværsnit er opmålt ved at udspænde tov på tværs af Gudenåen (vinkelret på strømretningen) og ved, fra båd, langs den linje at nivellere bundkoten ved brug af GPS-udstyr, se Foto 2. Beliggenheden af de enkelte tværsnit er aftalt med Randers Kommune.



Figur 1. Strækningen med grødedøer i Gudenåen og stationering af de opmålte tværsnit.



Foto 2. Metode for opmåling af tværsnit i Gudenåen i december 2016. Opmålingen er foretaget fra båd langs et tov, udspændt vinkelret på tværs af vandløbet.

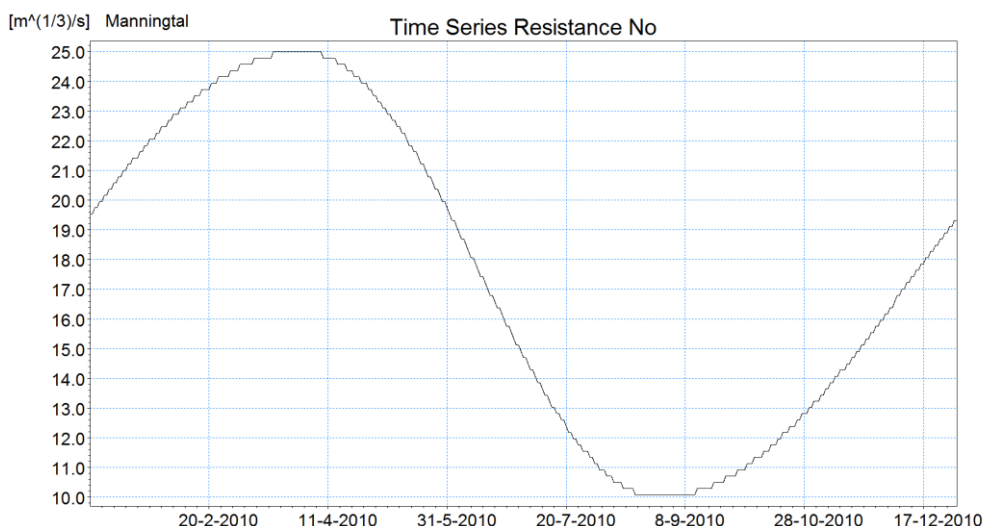
3. METODE

3.1. Hydraulisk model

Der er opstillet en dynamisk hydraulisk model i MIKE 11 (DHI 2016) gældende for Nørreåen fra Viborg (st. 0 m) til udløbet i Gudenåen (st. 44.221 m) og for Gudenåen fra Ulstrup (st. 14.869 m) til Randers Havn (st. 37.139 m). Der henvises til Appendiks 1 for en uddybende beskrivelse af modelopsætningen.

3.2. Manningtal

I modellen er der anvendt døgnmiddelværdier for Manningtallet, svarende til en grødemodel, hvor der ikke foretages grødeskæringer, se Figur 2. Det største Manningtal på 25 forekommer ultimo marts, mens det laveste Manningtal på 10 forekommer ultimo august. Grødevæksten beskrives dermed via en sinuskurve med tiltagende grødevækst fra ultimo marts og kulmination ultimo august, svarende til faldende Manningtal i den periode. Efter grødevækstens kulmination stiger Manningtallet igen som følge af grødens henfald.



Figur 2. Anvendt Manningtalsmodel (grødemodel) i Gudenå og Nørreå, gældende for den nuværende grødetilstand i de to vandløb.

3.3. Scenarier

Der er gennemført analyser af 3 scenarier for at vurdere effekten af grødeøerne på vandstandsforholdene i Gudenåen og Nørreåen.

Scenarierne er analyseret med udgangspunkt i afstrømnings- og vandstandsforholdene i 2010, i hvilket den laveste vandstand (-0,68 m DVR90) inden for de seneste 5 år blev registreret i Randers Havn tillige med flere andre lave vandstande. Dette datagrundlag er anvendt, fordi effekten af aflejring og grødeøer i vandløb med udløb i

søer og fjorde er størst, når afstrømningen i vandløbene primært er bestemt af profi-lets beskaffenhed og kun i mindre grad af vandstanden i søen eller fjorden.

I 2010 var middelvandføringen i Gudenåen ved Ulstrup netop lig med årsmiddelvandføringen (22 m³/s). Maksimumsvandføringen i Gudenåen ved Ulstrup var i 2010 på 42 m³/s (medianmaksimum er til sammenligning 50 m³/s), og vandstanden i Randers Havn nåede 1-års-maksimumsvandstanden (1,10 m). På grund af den store variation i afstrømningen og vandstanden, specielt i sommerperioden, vurderes brugen af data fra 2010 at give repræsentative billeder af vandstandsforholdene.

Følgende scenarier er analyseret.

Scenarie 1 – nuværende forhold

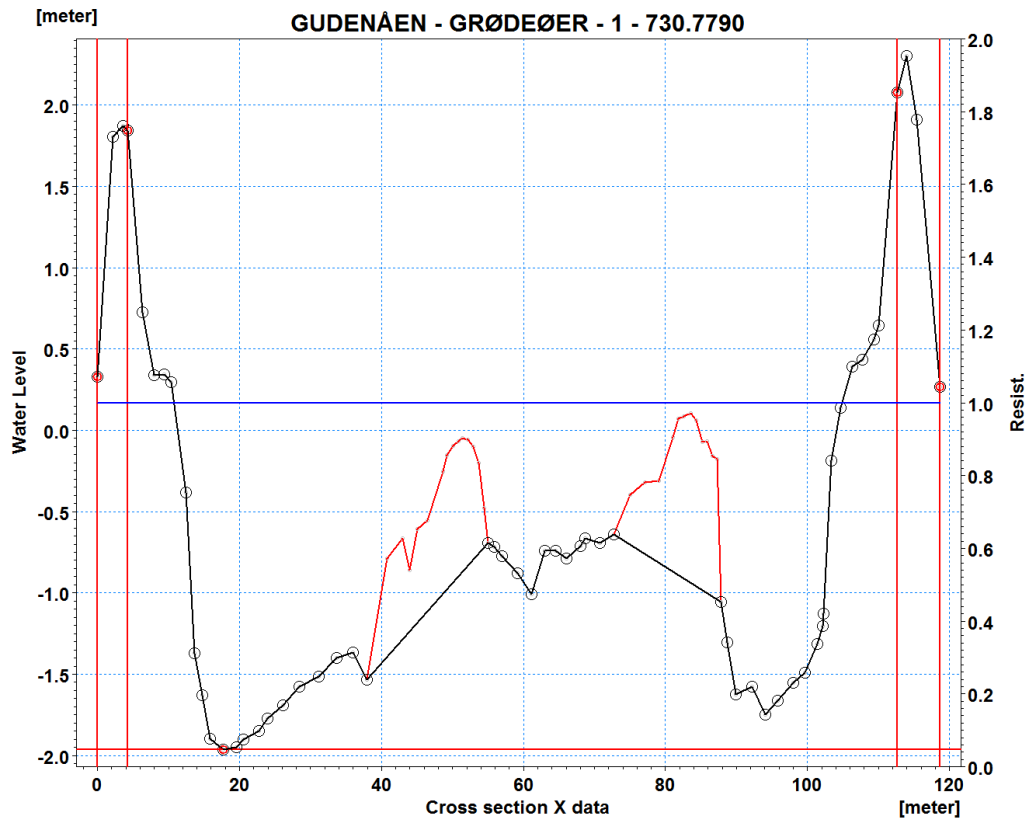
Hele datagrundlaget fra 2010 er underkastet beregninger ved hjælp af den dynamiske hydrauliske model. Tværsnit for strækningen med grødeøer er anvendt direkte i modellen, dog er strømningsmodstanden over grødeøerne skønsmæssigt fordoblet i forhold til de to strømrender, svarende til at Manningtallet i grødeøerne er halveret i forhold til de omgivende strømrender. Zoneinddelingen af Manningtallet fremgår af tværsnittene i Bilag 1.

Scenarie 2 – fjernelse af grødeøerne

Hele datagrundlaget fra 2010 er underkastet beregninger ved hjælp af den dynamiske hydrauliske model. Tværsnit for strækningen er ændret ved (beregningmæssigt) at fjerne grødeøerne, se eksempel på Figur 3 og i Bilag 2. Der er anvendt samme Manningtal i hele tværsnittet svarende til den øvrige del af Gudenåen og Nørreåen.

Scenarie 3 – grødeskæring af grødeøer

Som scenarie 1, men der foretages ingen zonedifferentiering af Manningtallet, da grødeskæringen vil bevirke en større ensartethed i profilerne. Det betyder, at der i dette scenarie regnes med samme Manningtal i hele profilet svarende til grødemodellen på Figur 2. Grødeskæringen omfatter ikke strømrenderne, men kun grødeøerne.



Figur 3. Eksempel på beregningsmæssig fjernelse af grødedøer. Tværsnittet er fra umiddelbart opstrøms motorvejsbroen (opmålingsstation 731 m). De to røde pukler i profilet er de registrerede grødedøer, der beregningsmæssigt er fjernet i scenarie 2, hvor det sortoptegnede profil således er anvendt.

4. RESULTATER

4.1. Stuvningszoner

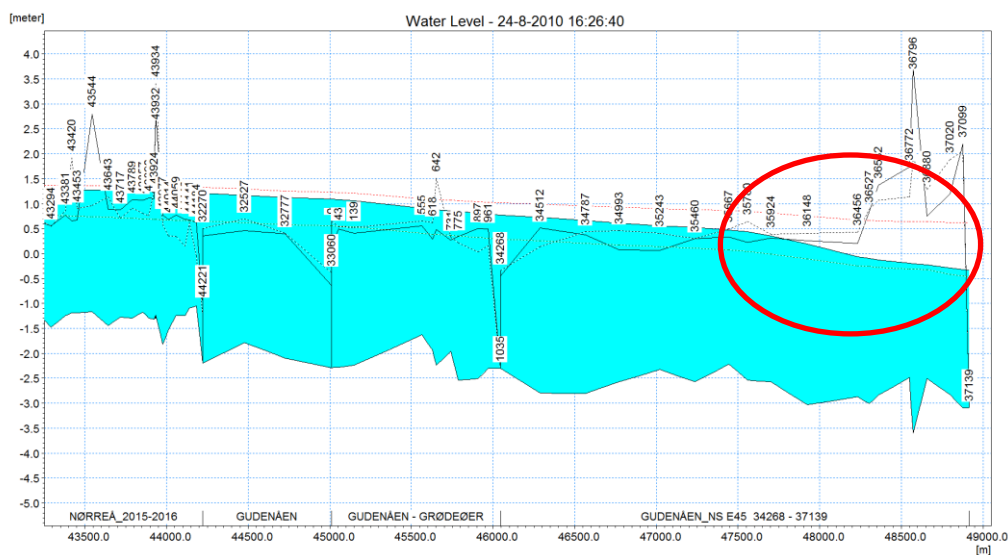
De øvre grænser for stuvningspåvirkningen fra Randers Fjord og grødeøerne er bestemt for at vurdere, hvor lang en vandløbsstrækning der potentielt er påvirket af grødeøerne. De øvre grænser er fundet at ligge 14 km henholdsvis 8 km opstrøms i Nørreåen og Gudenåen. Der henvises til Appendiks 2 for uddybende beskrivelse.

4.2. Stuvningspåvirkning af grødeøer

4.2.1 Fjernelse af grødeøer

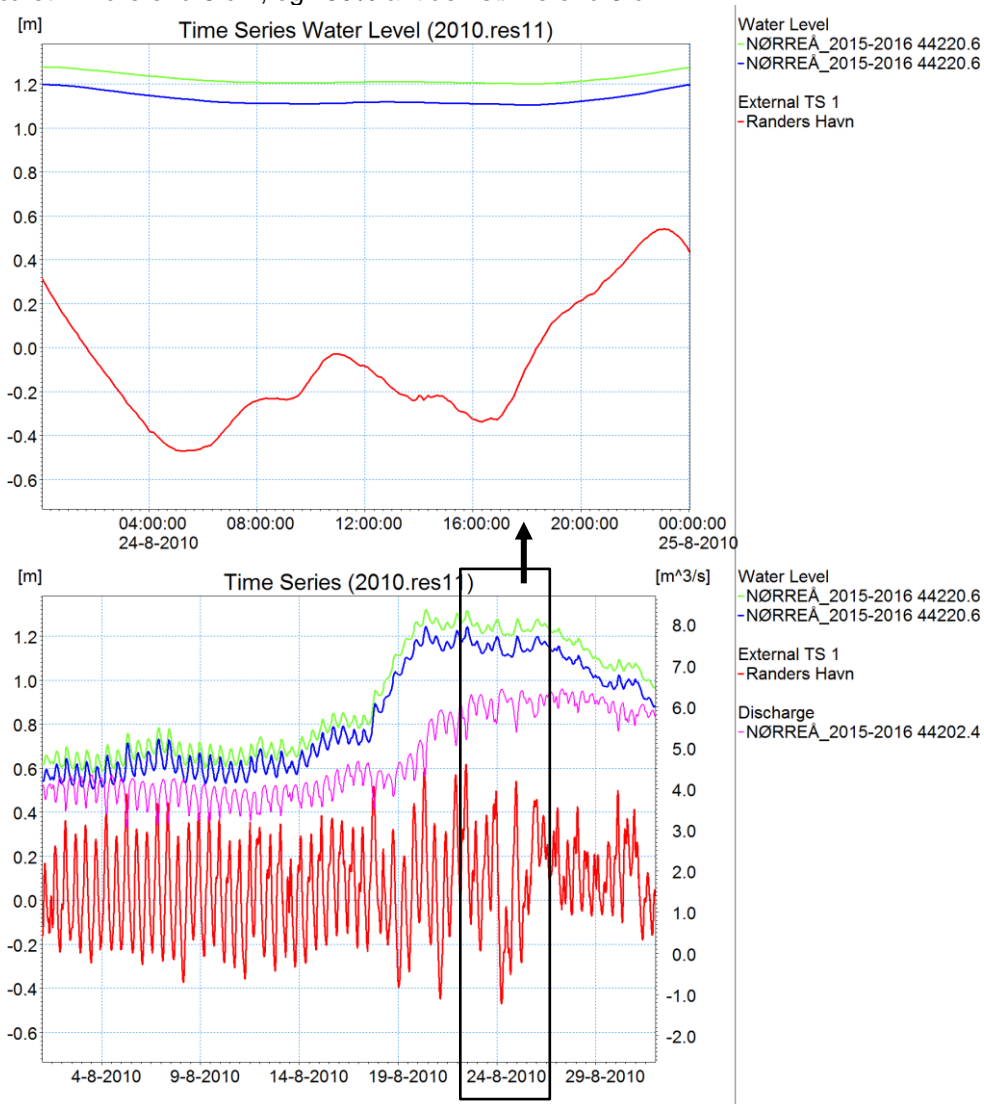
Ved at sammenligne de beregnede vandstande i scenarie 1 og 2 er det muligt at bestemme størrelsen (i cm) af grødeøernes effekt på vandstanden.

Sammenligningen viser (se Bilag 3 for udløb af Nørreå), at den største beregnede vandstandsforhøjeelse forekom den 24. august 2010 om eftermiddagen, se Figur 4. På dette tidspunkt ville vandstanden kunne have været ca. 10 cm lavere, dersom grødeøerne ikke var til stede i åen. Figur 4 viser, at der ved lavvande i Randers Fjord opstår et for Gudenåen stort vandspejlsfald med kraftig udadgående strøm, og særlig i en sådan situation med meget lav vandstand i Randers Havn virker grødeøerne begrænsende på vandføringsevnen og skaber derfor højere vandstande, end tilfældet ville have været, hvis åens vand havde kunnet passere mere frit gennem strækningen med grødeøerne.



Figur 4. Plot af vandstanden i Gudenåen på strækningen fra udløbet af Nørreå til Randers Havn, gældende for den 24. august 2010 om eftermiddagen. Strækningen med grødeøer er beliggende omtrent midt på den viste strækning. Den røde oval viser, hvorledes der i den nedre del af åen kan opstå et kraftigt vandspejlsfald, når vandstanden i Randers Fjord er meget lav og uden stuvende effekt på den nedre del af Gudenåen.

Tidspunktet for den største vandstandsforhold mellem å og fjord er kendetegnet ved lav vandstand i Randers Fjord (ned til 0,50 m under normal svarende til kote -0,50 m DVR90) kombineret med en relativt stor afstrømning (vandføringen i Nørreå ved udløbet var ca. 2 m³/s højere end middelvandføringen) og kraftig grødevækst i vandløbene, se Figur 5. Dette sammenfald af betydende forhold repræsenterer den mest kritiske situation i henseende til betydningen af grødeøerne opstrøms motorvejsbroen. Beregningerne viser, at grødeøerne er årsag til en vandstandsstigning i median på 6 cm, vurderet ud fra de beregnede vandstande i scenarie 1 og 2. Det betyder, at effekten af grødeøerne på vandstanden opstrøms motorvejsbroen i 50% af tiden i 2010 har været mindre end 6 cm, og i 50% af tiden større end 6 cm.



Figur 5. Vandstanden i Nørreåen ved udløbet i Gudenåen i scenarie 1 og 2 samt karakteristika for afstrømnings- og vandstandsforholdene i august 2010. Forskellen mellem den grønne streg (scenarie 1) og den blå streg (scenarie 2) er et udtryk for grødeøernes effekt på vandstanden. Lilla streg er vandføringen i Nørreåen og rød streg er vandstanden i Randers Havn.

Grødeøernes effekt på vandstanden aftager gradvis i opstrøms retning i både Nørreåen og Gudenåen frem til de punkter, hvor effekten er nul, det vil sige 14 km oppe i Nørreåen og 8 km oppe i Gudenåen.

4.3. Grødeskæring af grødeøer

Ved sammenligning af scenarie 1 og 3 er det fundet, at afskæring af grøden på grødeøerne uden fjernelse af det underliggende sediment vil kunne medføre en sænkning af vandstanden på maksimum ca. 5 cm.

5. KONKLUSION

Beregninger på grundlag af 2010-data viser, at grødeøerne opstrøms motorvejsbroen ved E45 påvirker vandstanden i åen med ca. 10 cm, aftagende til 0 cm 14 km oppe i Nørreåen og 8 km oppe i Gudenåen. 10 cm er dermed den maksimale vandstands-sænkning, der kan opnås ved bortgravning af det aflejrede sediment i grødeøerne til-lige med grøden. Bortskæring af grøden på grødeøerne uden fjernelse af det underlig-gende sediment kan til sammenligning sænke vandstanden med maks. 5 cm.

Beregningerne viser endvidere, at effekten af grødeøerne på vandstanden har været mindre end 6 cm i halvdelen af tiden, beregnet på grundlag af 2010-data.

Den største effekt af grødeøerne på vandstanden forekommer ifølge beregningerne ved sammenfald mellem lav vandstand i Randers Havn og stor afstrømning og velud-viklet grøde i vandløbene, hvilke forhold netop var sammenfaldende i anden halvdel af august 2010. Der kan i sagens natur forekomme større effekter af grødeøerne ved endnu lavere vandstande i Randers Havn sammenfaldende med endnu større af-strømninger i vandløbene, men sådanne sammenfald er sjældne. Til gengæld er hø-jere vandstande i Randers Havn hyppigt sammenfaldende med normale afstrømning-er i åen, og i sådanne tilfælde overskygger effekten af de høje havnevandstande på åens vandstand i stor udstrækning effekten af grødeøerne.

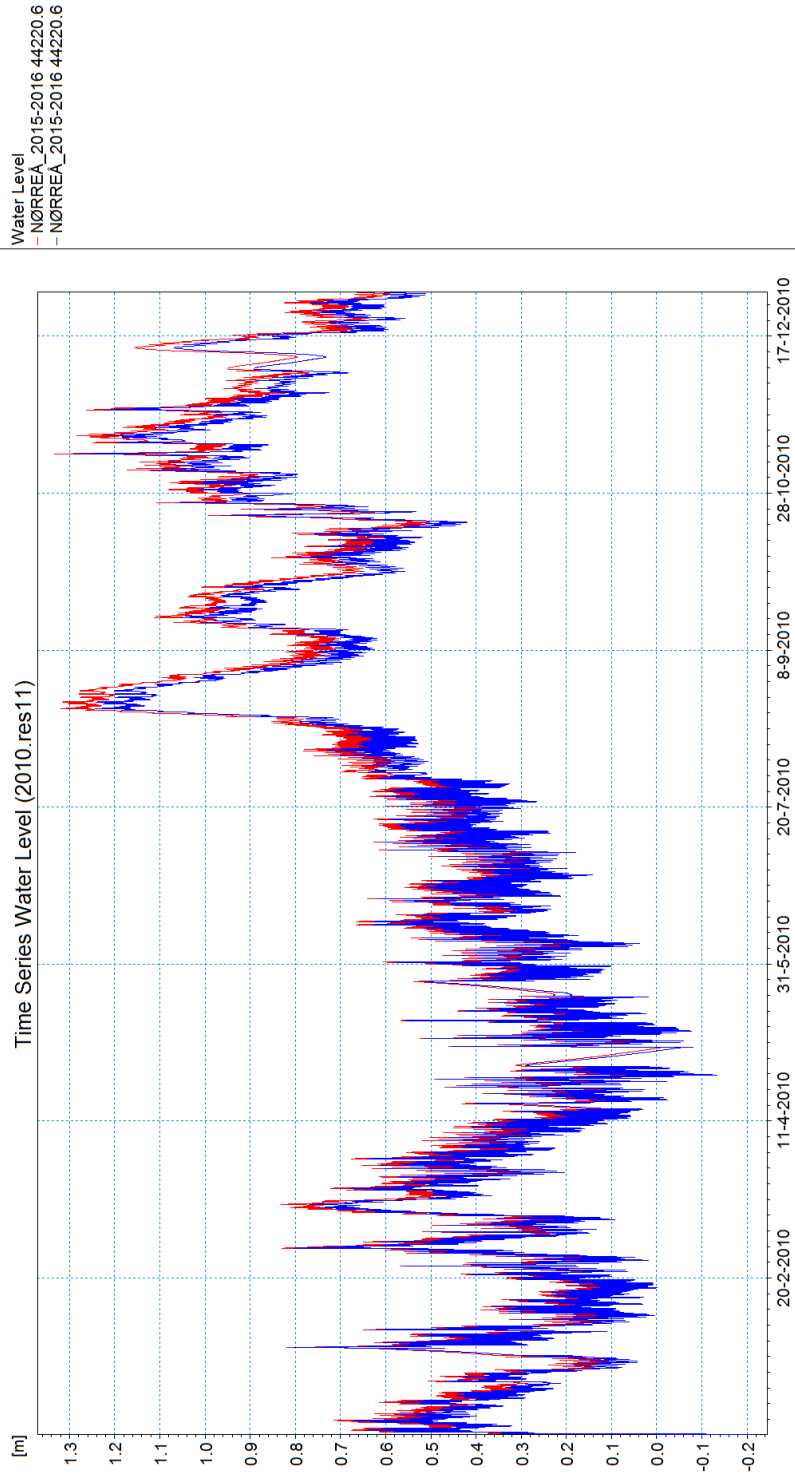
Fjernelse af grødeøerne vurderes ikke at ville have en varig effekt på vandstanden på de opstrøms strækninger. Strækningen med grødeøerne er en aflejningszone for sedi-ment i Gudenåen som følge af stuvningspåvirkningen fra Randers Fjord, og det er vur-deringen, at grødeøerne i givet fald hurtigt vil opstå igen. Derudover kan der opstå en situation efter bortgravning, hvor sedimentet aflejres på en endnu mere uhensigts-mæssig måde i profilet og giver anledning til større vandstandsstigninger end i den nu-værende situation.

Samlet set giver de gennemførte analyser anledning til at konkludere, at effekten af grødeøerne på vandstanden i Gudenåen og Nørreåen opstrøms grødeøerne i langt de fleste situationer er så lille, at der ikke kan opnås betydende sænkninger af vandstan-den ved at grave grødeøerne bort eller ved at foretage bortskæring af grøden i grøde-øerne.

Der er i gældende regulativ for Gudenåen ikke fastsat krav til vandføringsevnen i den nedre del af Gudenåen, fordi vandstanden her mere er påvirket af vandstanden i Ran-ders Havn end af profilets beskaffenhed og mængden af grøde. De gennemførte be-regninger viser, at der selv ikke i situationer med lav vandstand i havnen og stor vand-føring i åen vil kunne opnås betydende sænkninger af vandstanden opstrøms motor-vejsbroen og videre op i Nørreåen ved at vedtage bestemmelser om i fremtiden at fjerne grødeøerne eller foretage grødeskæring på disse.

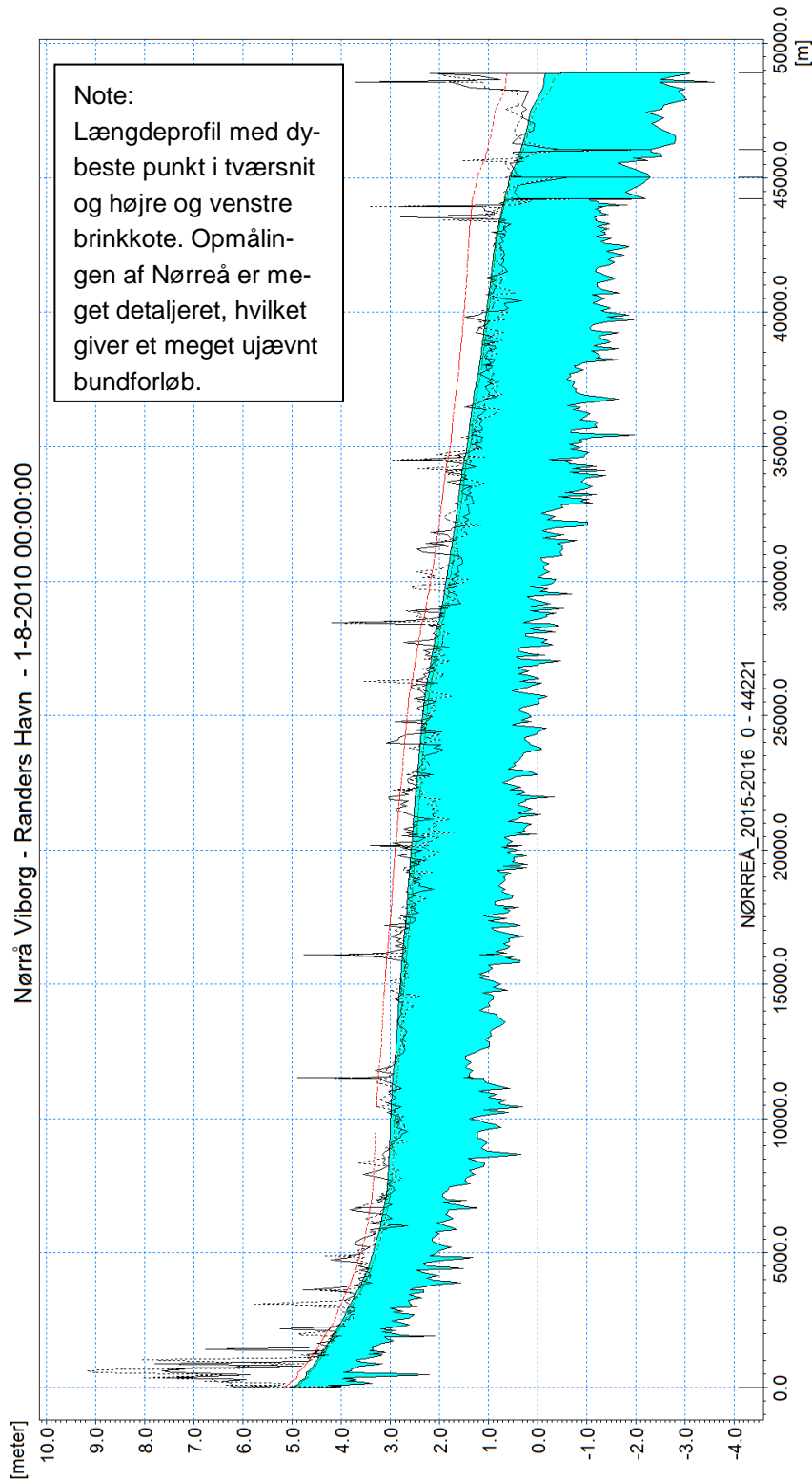
Bilag 3 – Vandstand år 2010 scenarie 1 (rød) og 2 (blå) ved udløb af Nørreå

Scenarie 1 (rød) = nuværende forhold. Scenarie 2 (blå) = grødeøer fjernet.

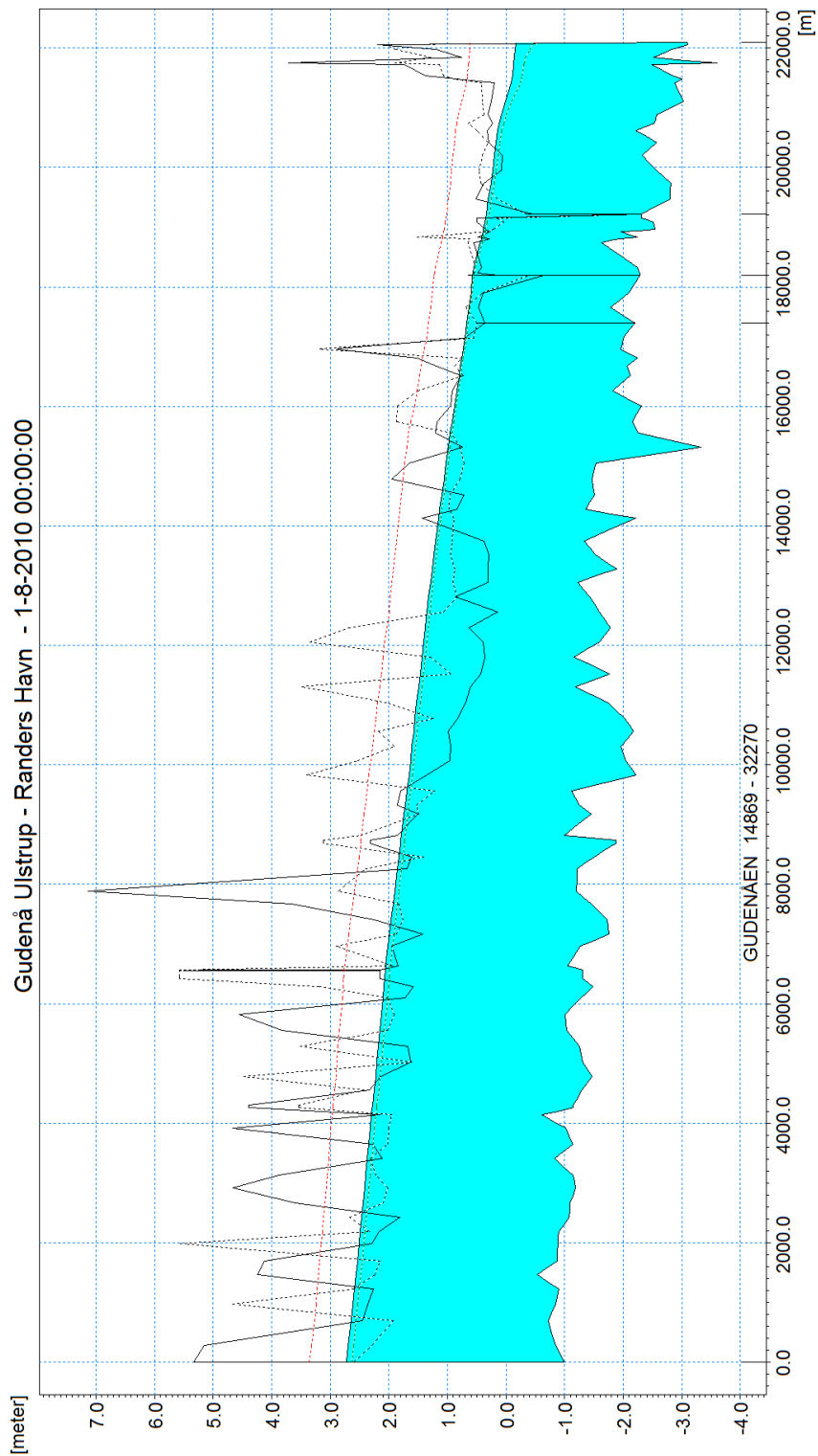


Bilag 4 – Længdeprofil for Nørreå fra Viborg til Randers Havn

Maksimumvandstand i august 2010 er rødstiplet linje.

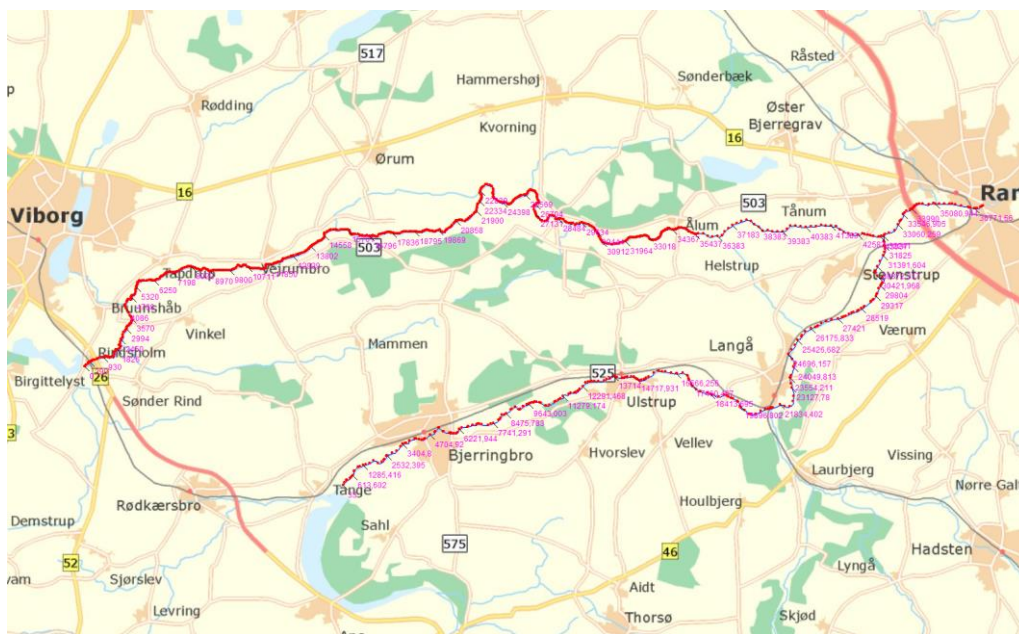


Bilag 5 – Længdeprofil for Gudenå fra Ulstrup til Randers Havn
 Maksimumvandstand i august 2010 er rødstiplet linje.



Appendiks 1 – Metode

Der er opstillet en dynamisk hydraulisk model i MIKE 11 (DHI 2016) for Nørreå fra Viborg (st. 0 m) til udløb i Gudenå (st. 44.221 m) og for Gudenå fra Ulstrup (st. 14.869 m) til Randers Havn (st. 37.139 m), se Figur 1.



Figur 1. Forløb af Nørreå og Gudenå.

Tværsnittene for Gudenå fra st. 14.869 m til st. 33.060 m kommer fra Orbicons opmåling for Viborg og Favrskov Kommuner gennemført i december 2009 og marts-april 2010. På den resterende strækning kommer tværsnittene fra en opmåling gennemført af Niras for Århus og Viborg Amter i 1997. Tværsnittene fra denne opmåling omfatter kun broerne i og omkring Randers. Strækningen med grødedøer er indskudt mellem de tidligere opmålte strækninger (ca. st. 33.060 m til st. 34.268 m).

For Nørreå er der anvendt tværsnit fra den nyeste opmåling udført af Viborg, Favrskov og Randers Kommuner i 2015/2016. Modellen er opdateret med nylig oprensning af sedimentaflejringer nedstrøms Fladbro.

Den øvre randbetingelse i Gudenå ved st. 14.869 m er vandføringen målt på målestation nr. 21.09, som er placeret ved broen i Ulstrup.

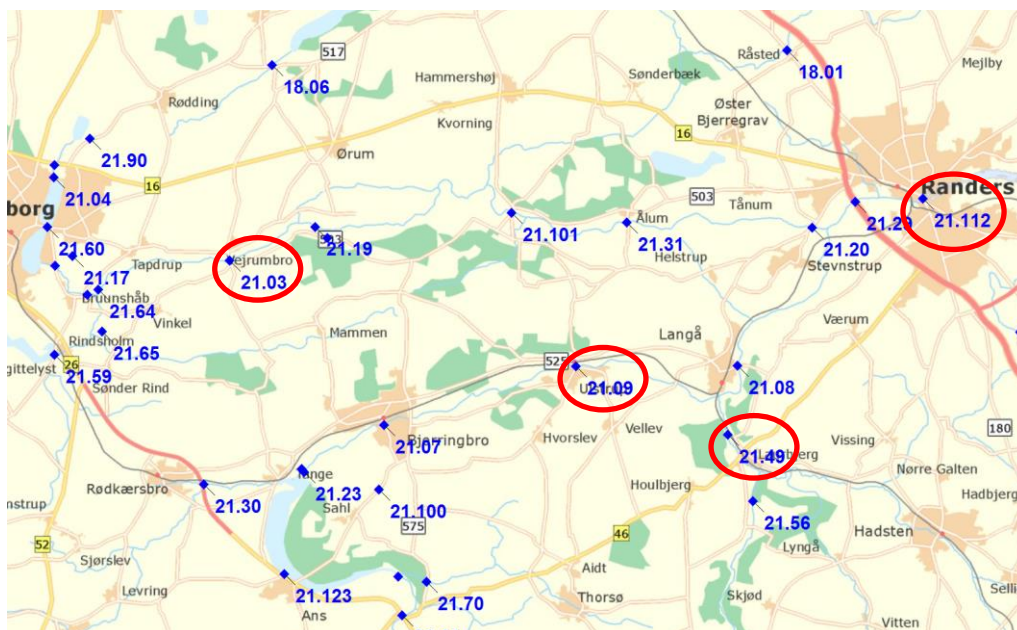
Den øvre randbetingelse i Nørre Å ved st. 0 m er vandføringen målt på målestation nr. 21.03 (Vejrumbro), som er arealkorrigeret svarende til oplandet ved st. 0.

Tilløb til Gudenåen fra Lilleå i st. 21.385 m er beskrevet som punktkilde på baggrund af vandføringer fra målestation nr. 21.49. Vandføringer fra målestation nr. 21.49 (Lilleå) er anvendt direkte i modellen.

Den diffuse tilstrømning til Gudenåen og Nørreå er beskrevet med den arealspecifikke afstrømning beregnet på baggrund af vandføringer fra henholdsvis målestation nr. 21.09 og nr. 21.03.

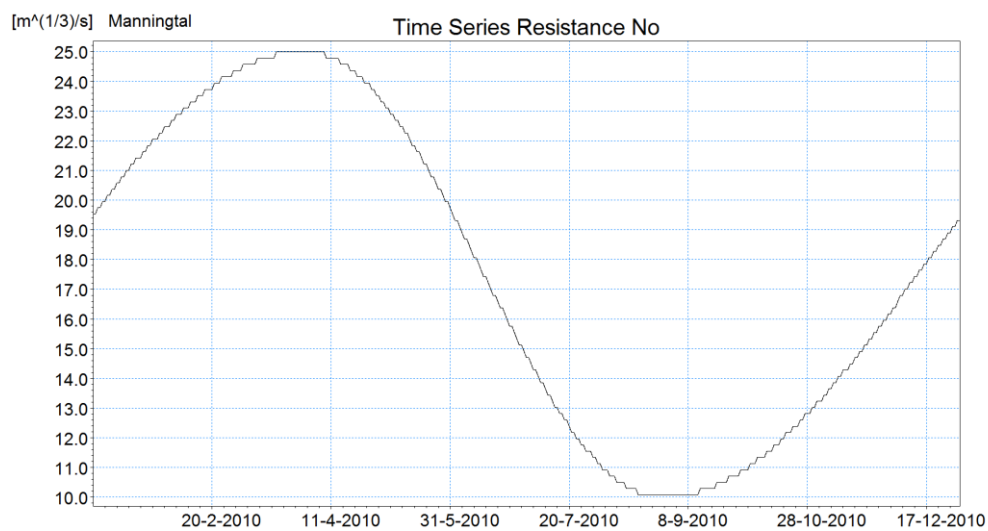
Den nedre randbetingelse i modellen er vandstanden i Randers Havn (målestation nr. 21.112).

Oversigt over målestationer fremgår af Figur 2.



Figur 2. Oversigt over målestationer

I modellen er der anvendt dagligt varierende Manningtal for en grødemodel svarende til, at der ikke foretages grødeskæringer, se Figur 3. Det største Manningtal er 25 ultimo marts, mens det laveste Manningtal er 10 ultimo august. Grødevæksten følger en sinuskurve med tiltagende grødevækst fra ultimo marts til ultimo august, det vil sige aftagende Manningtal.

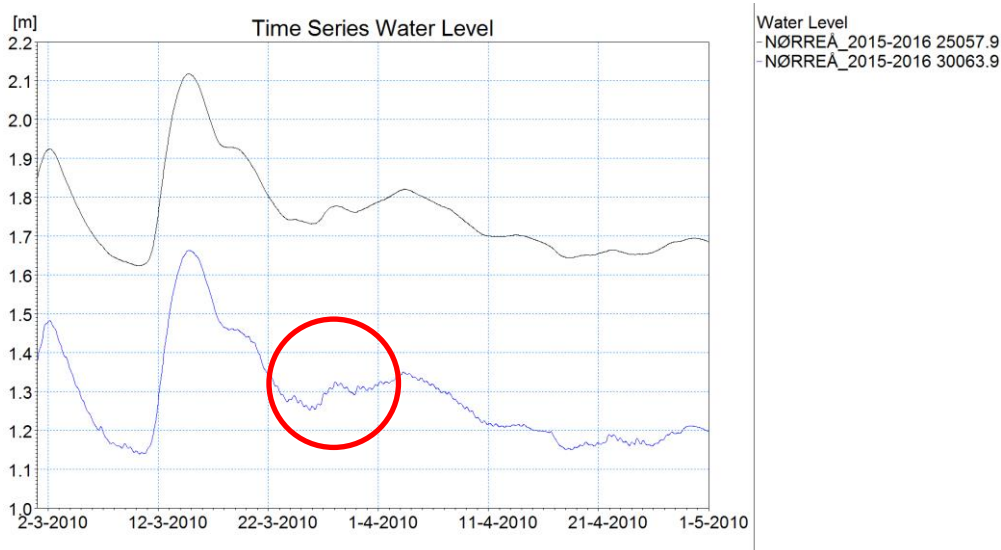


Figur 3. Anvendt model for Manningtal i Gudenåen og Nørreå. Figuren viser, at grødevæksten følger en sinuskurve.

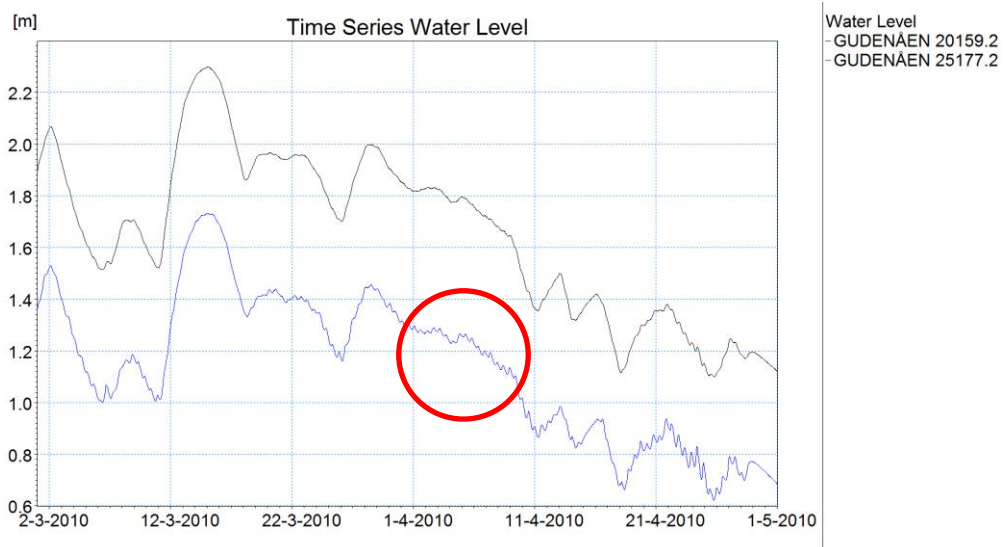
Appendiks 2 – Stuvningszone

På grund af lavt fald i Nørreå og Gudenå er vandstandsforholdene langt opstrøms i vandløbene påvirket af vandstandsforholdene på strækningen med grødeøer. Udstrækningen af stuvningszonen er bestemt ved at finde den stationering, hvor vandstanden ikke fluktuerer ved generelt konstant og lav vandføring (april), det vil sige hvor vandstandsforløbet er udjævnet. Udstrækningen af stuvningszonen er ikke fastlagt præcis, da den varierer afhængig af den aktuelle vandstand i fjorden og vandføring i vandløbene.

Øvre grænse for stuvningspåvirkning (år 2010) for Nørreå er bestemt til omkring st. 30.000 m, det vil sige umiddelbart nedstrøms broen ved Gl. Randersvej, se Figur 1. Øvre grænse for stuvningspåvirkning (år 2010) for Gudenå er bestemt til omkring st. 25.000 m, det vil sige umiddelbart nedstrøms broen ved Væthvej i Langå, se Figur 2. Cirklerne på Figur 1 og 2 viser perioder, hvor vandstanden ved henholdsvis st. 30.000 m i Nørreå og st. 25.000 m i Gudenå viser påvirkning fra tidevandet i Randers Fjord, idet vandstanden fluktuerer.



Figur 1. Vandstand 1. marts - 1. maj for st. 25.000 m og 30.000 m i Nørreå.



Figur 2. Vandstand 1. marts – 1. maj for st. 20.000 m og 25.000 m i Gudenå.