

## **Rekvirent**

Viborg Kommune  
Miljøforvaltningen  
Søvej 3  
8800 Viborg  
Rolf Christiansen  
Telefon 87 87 55 55  
E-mail roc@viborg.dk

## **Rådgiver**

Orbicon A/S  
Jens Juuls Vej 16  
Telefon 87 38 61 66  
E-mail lbc@orbicon.dk

Sag	139-08.073
Projektleder	Lars Bo Christensen
Projektmedarbejdere	Klaus Schlüsen Bjarne Moeslund
Kvalitetssikring	Henrik Vest Sørensen
Revisionsnr.	0
Godkendt af	Henrik Vest Sørensen
Udgivet	September 2008

# **Viborg, Silkeborg, Favrskov og Randers kommuner Vurdering af vandstanden i Gudenåen - sommer 2008**

# INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indledning og baggrund .....	5
1.1	Indledning .....	5
1.2	Andre undersøgelser .....	5
1.3	Højdesystem.....	5
2	Datagrundlag og beregninger.....	6
2.1	Regulativ.....	6
2.2	Nedbør.....	7
2.3	Vandstand og vandføring.....	7
2.4	Hastighedsprofiler .....	10
2.5	Besigtigelser af Gudenåen .....	11
2.6	Opmåling af terræn og skalaer ved Bjerringbro d. 10. september 2008.....	11
2.7	Karakteristiske afstrømninger .....	12
3	Resultater .....	14
3.1	Vintersituationen .....	14
3.2	Sommersituationen .....	14
3.3	Risiko for oversvømmelser ved Bjerringbro .....	15
3.3.1	Indledende beregninger .....	15
3.3.2	Supplerende beregninger .....	17
3.4	Grødebesigtigelse .....	19
3.4.1	Vurdering og perspektivering .....	20
3.4.2	Overvågning af grødens udvikling og effekterne på vandføringsevnen .....	21
4	Konklusioner .....	23
5	Referencer .....	25

## BILAGSOVERSIGT

Bilag nr.	Indhold	Målforhold
1	Hastighedsprofiler for Gudenåen ved de 3 målestationer på strækningen mellem Silkeborg og Randers. Der er vist målinger fra sommeren 2007 og sommeren 2008. Målingerne er gennemført med måleinstrumentet RDInstruments Stream Pro, ADCP.	-
2a	Længdeprofil for Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø. Desuden er vist beregnede vandspejl på baggrund af 2 karakteristiske afstrømninger (vintermiddel og medianmaksimum for henholdsvis 2007 og 2008).	1:100 / 1:25.000
2b	Længdeprofil for Gudenåen på strækningen mellem Tange Sø og Randers. Desuden er vist beregnede vandspejl på baggrund af 2 karakteristiske afstrømninger (vintermiddel og medianmaksimum for henholdsvis 2007 og 2008).	1:100 / 1:25.000
3a	Længdeprofil for Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø. Desuden er vist beregnede vandspejl på baggrund af 2 karakteristiske afstrømninger (sommermiddel og medianmaksimum for henholdsvis 2007 og 2008).	1:100 / 1:25.000
3b	Længdeprofil for Gudenåen på strækningen mellem Tange Sø og Randers. Desuden er vist beregnede vandspejl på baggrund af 2 karakteristiske afstrømninger (sommermiddel og medianmaksimum for henholdsvis 2007 og 2008).	1:100 / 1:25.000
4	Længdeprofil for Gudenåen på strækningen mellem Tange Sø og Ulstrup. Desuden er vist beregnede vandspejl på baggrund af 2 karakteristiske afstrømninger (sommermiddel og sommermedianmaksimum for 2008). Endelig er der vist opmålte vandspejl for strækningen fra ca. st. 1000 til ca. st. 15300.	1:50 / 1:50.000
5	Beregninger af styrevandstand for stationerne ved Ulstrup og ved Tvillum Bro for både sommermiddel- og sommermedianmaksimumvandføringen.	-
6	Længdeprofil for Gudenåen på strækningen mellem Tange Sø og Ulstrup. Desuden er vist beregnede vandspejl baseret på Manningtal bestemt ud fra skalaaflysninger samt den daglige vandføring de pågældende dage. Endelig er der vist opmålte vandspejl (10.09.2008) for strækningen fra ca. st. 1000 til ca. st. 15300.	1:50 / 1:50.000

<b>Bilag nr.</b>	<b>Indhold</b>	<b>Målforshold</b>
7	Længdeprofil for Gudenåen på strækningen mellem Tange Sø og Ulstrup. Desuden er vist beregnede vandspejl baseret på sommer Manningtal fra 2008 samt 4 karakteristiske afstrømninger (sommerrmiddel, sommer medianmaksimum, sommer 5-års maksimum og sommer 10-års maksimum)	1:50 / 1:50.000
8	Længdeprofil for Gudenåen på strækningen mellem Tange Sø og Ulstrup. Desuden er vist beregnede vandspejl baseret på Manningtal bestemt ud fra skalaaflysninger de pågældende år samt sommerrmiddelafstrømningen.	1:50 / 1:50.000

# 1 Indledning og baggrund

## 1.1 Indledning

Der er på det seneste konstateret forhøjede vandstande i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Ulstrup. Måske når den forhøjede vandstand helt frem til Randers. Årsagen til de forhøjede vandstande er ikke ekstreme nedbørsmængder, idet nedbøren i sommerperioden har været usædvanlig lille, dog bortset fra august. Årsagen er formodentligt en markant stigning i grødemængden i vandløbet, som med stor sandsynlighed er genereret af bedre lystilgang til undervandvegetationen.

Der kan være en række forskellige årsager til, at lystilgangen til Gudenåens grøde er blevet bedre. Flere kilder peger på, at det kan skyldes en massiv opvækst af den nyindvandrede vandremusling, der, hvis de forekommer i store mængder, kan filtrere store vandmængder. Fænomenet kan dog også have andre årsager, herunder den solrige og tørre maj (og delvis juni) måned, virkninger af vandmiljøplanerne eller andre forhold. Der foreligger således ingen sikre oplysninger om årsagen til de bedre lysforhold.

Vandstanden i Gudenåen er nu flere steder (blandt andet ved Tvillum Bro og ved Bjerringbro), så høj, at kommunerne overvejer at gennemføre vedligeholdelse i form af grødeskæring. Som et beslutningsgrundlag herfor har Viborg Kommune bedt Orbicon udarbejde nærværende notat. De meldinger, der er fremkommet i løbet af august, indikerer, at vandstanden ved Tvillum Bro og ved Bjerringbro er henholdsvis ca. 0,5 og ca. 1 m højere end normalt på denne tid af året. Sidstnævnte højere vandstand er dog ikke verificeret ved målinger. Den forhøjede vandstand ved Bjerringbro er naturligvis et væsentligt problem, idet dele af byen ligger vandløbsnært og på lavt terræn, hvorfor der er risiko for oversvømmelser. Ved Tvillum Bro er problemerne mindre, idet ådalen her udnyttes ekstensivt og er uden bynære arealer.

## 1.2 Andre undersøgelser

Som et bidrag til vurderingerne af de bedre lysforhold for grøden i Gudenåen udarbejder Silkeborg Kommune sideløbende et notat omhandlende udviklingen i vandkvaliteten i de store søer beliggende ved og opstrøms Silkeborg.

Silkeborg Kommune udarbejder ligeledes notat vedrørende de juridiske forhold omkring eventuel grødeskæring set i forhold til bestemmelserne i det gældende regulativ for Gudenåen (Århus og Viborg Amt 2000), og i forhold til beskyttelseshensynene i gældende lovgivning.

## 1.3 Højdesystem

Det skal bemærkes, at alle koter i nærværende notat er angivet i DNN.

Korrektionen i forhold til DVR90 er -6 cm ved Silkeborg, -5 cm ved Tange Sø og -4 cm ved Randers.

## 2 Datagrundlag og beregninger

### 2.1 Regulativ

Det gældende regulativ for Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Randers er udarbejdet i et samarbejde mellem Århus og Viborg amter i 2000 (Århus og Viborg amter 2000). I den forbindelse blev vandløbet opmålt på hele strækningen i 1997, og denne opmåling er anvendt som beregningsgrundlag i notatet.

Det skal bemærkes, at der i regulativet anvendes 2 sæt stationeringer, idet strækningen fra Ringvejsbroen i Silkeborg til Tangeværket er stationeret fra st. 0 til st. 25505, mens strækningen fra Tangeværket til udløbet i Randers Fjord ved Randers Bro er stationeret fra st. 0 til st. 37966.

Der er i regulativet ikke fastlagt en bestemt skikkelse for Gudenåen, idet denne i overensstemmelse med den hidtidige praksis, i størst mulig omfang skal henligge som naturvandløb. Dette indebærer, at Gudenåen kan have en vilkårlig og variabel skikkelse, når blot vandføringsevnen som beskrevet i regulativets afsnit 3.2 er til stede.

Idet der ikke er fastsat en skikkelse for vandløbet, vil vandløbsmyndigheden, for at tilgodese de overordnede aflednings- og afvandingsinteresser, ved den årlige gennemgang af Gudenåen påse, at der er en samlet strømrønde til stede på 7 m for strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø og på 10 m på strækningen mellem Tange Sø og Randers. Bredden på strømrønderne er vejledende, idet der lokalt kan accepteres lidt smallere eller bredere strømrønder.

#### Grødeskæring

I regulativets afsnit 8.3 findes blandt andet følgende bestemmelser vedrørende grønnskæring.

Vandløbet gennemgås 1 gang årligt, og i forbindelse hermed vurderes det konkrete behov for grønnskæring eller anden vedligeholdelse (se afsnit 2.1.4).

Såfremt vandløbsmyndigheden vurderer, at der er behov for grønnskæring, foretages denne på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø i perioden fra 15. juni til 1. august. På strækningen fra Tange Sø til Randers foretages grønnskæringen i perioden fra 15. august til 31. oktober.

Efter vandløbsmyndighedens konkrete vurdering kan der iværksættes supplerende vedligeholdelse. Vandløbsmyndigheden afgør, om grønnskæringen kun skal ske i form af bundskæring, eller om der også skal foretages en egentlig kantskæring. Grøde- og kantskæring skal foretages så skånsomt som muligt. Skæring af grøden foretages om muligt helt til bunden, som dog skal forstyrres mindst muligt.

Grøden skæres i et slynget forløb og således, at der fremkommer eller bibeholdes en eller flere strømrønder. Kantskæring udføres for at vedligeholde/pleje strømrønden, så denne ikke bliver så smal, at der ikke er plads til grødeøer i profilet og/eller bræmmer langs kanten.

Det skal bemærkes, at der ikke er gennemført hverken oprensning eller grødeskæring i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Randers siden vedtagelsen af regulativet i 2000. Seneste grødeskæring er ifølge oplysninger fra Tangeværket gennemført i 1999.

## 2.2 Nedbør

Da de forhøjede vandstande i Gudenåen kan skyldes en udsædvanlig stor nedbør, er der fra DMI's vejrarkiv indhentet nedbørsdata for sommerperioderne i 2005 til 2008 for den landsdel, som DMI benævner Østjylland. Denne landsdel omfatter hele Gudenåens opland. Data fremgår sammen med normalnedbøren (referenceperiode 1961-1990) af tabel 2.1.1.

Tabel 2.1.1: Nedbør i mm for den landsdel, som DMI benævner Østjylland, og som omfatter hele Gudenåens opland (DMI 2008).

Periode	Normal	2005	2006	2007	2008
Maj	49	61	84	63	10
Juni	54	50	22	108	30
Juli	66	99	34	109	46
August	64	48	145	55	158
Maj-August	233	258	285	335	244

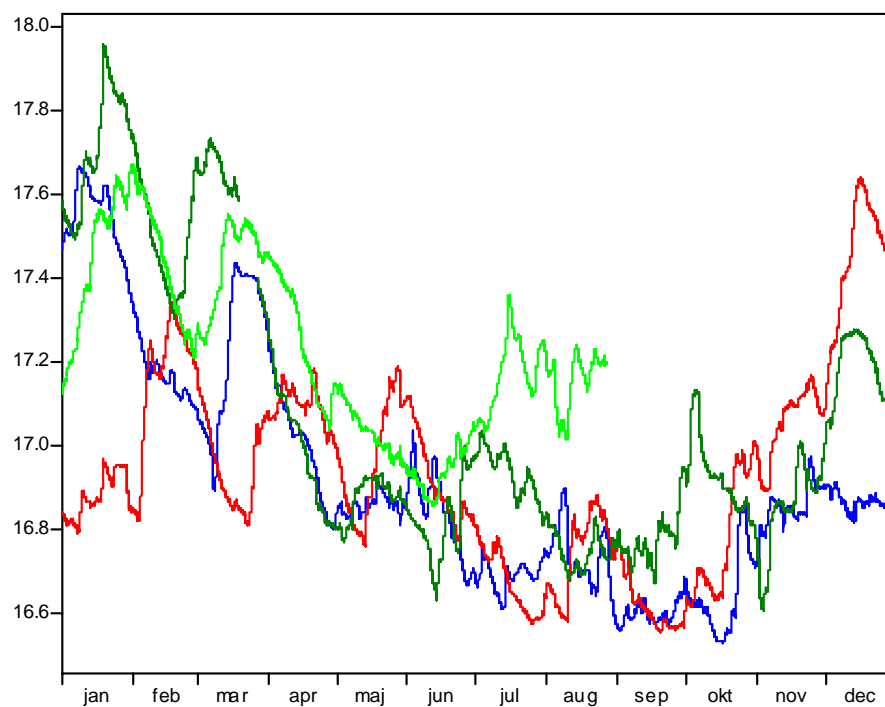
Som det fremgår af tabellen, har sommernedbøren i de seneste 4 år ligget over normalnedbøren på 233 mm, men sommeren 2008 har været den mest nedbørsfattige af de seneste 4 år, hvilket især gælder perioden maj - juli, hvor nedbøren har været meget lav, og samlet for de 3 måneder kun udgjorde 50 % af normalnedbøren. I august 2008 faldt der imidlertid megen nedbør (158 mm mod normalt 64 mm) i Østjylland.

Den store nedbør i august 2008 kan således være en medvirkende årsag til de forhøjede vandstande, men, som det fremgår af afsnit 2.3, startede perioden med forhøjede vandstande langt tidligere, så den store nedbør i august kan ikke være den eneste forklaring. Bortset fra maj måned lignede nedbørsfordelingen i 2006 situationen i 2008, men der foreligger Orbicon bekendt ikke meldinger om forhøjede vandstande i 2006. Heller ikke fra 2007, hvor den største sommernedbør i den seneste 4 årige periode forekom, har givet anledning til særligt forhøjede vandstande i Gudenåen.

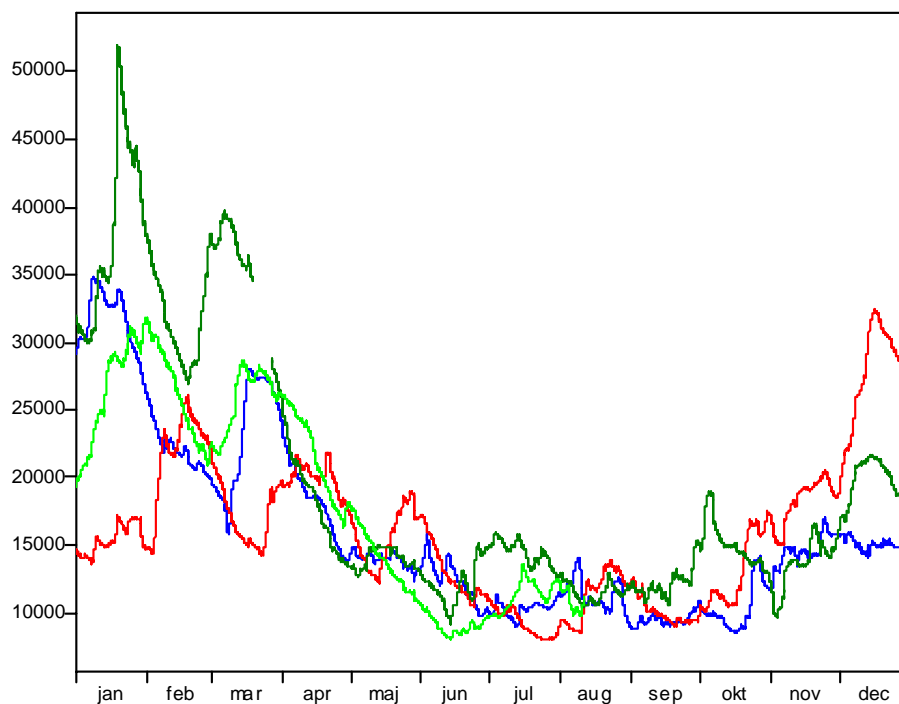
## 2.3 Vandstand og vandføring

På strækningen mellem Silkeborg og Randers findes der 3 hydrometriske målestationer, nemlig ved Resenbro (21.109 Gudenå Resenbro), ved Tvillum Bro (21.01 Gudenå, Tvillum Bro) og ved Ulstrup (21.09 Gudenå, Ulstrup). Sidstnævnte er den eneste station beliggende nedstrøms Tange Sø. De 3 stationer er siden starten af 2007 drevet af Miljøcenter Århus, mens Orbicon gennemfører vandføringsmålingerne for miljøcentret.

På disse 3 stationer registreres vandstanden kontinuert, ligesom jævnlige vandføringsmålinger gør det muligt at beregne daglige vandføringer for stationerne. Problematikken med forhøjede vandstande er tydeligst på stationen ved Tvillum Bro, hvorfor det er valgt at beskrive de eksisterende forhold ud fra denne station. I figur 2.3.1 er vist vandstanden på målestationen ved Tvillum Bro for de seneste 4 år.



Figur 2.3.1: Gudenåens vandstand (m DNN) på den hydrometriske målestation 21.01 Gudenå, Tvillum Bro for perioden januar 2005 til og med august 2008. Blå: 2005. Rød: 2006. Mørkegrøn: 2007 og lysegrøn: 2008.



Figur 2.3.2: Gudenåens vandføring (l/sek) på den hydrometriske målestation 21.01 Gudenå, Tvillum Bro for perioden januar 2005 til og med august 2008. Blå: 2005. Rød: 2006. Mørkegrøn: 2007 og lysegrøn: 2008.

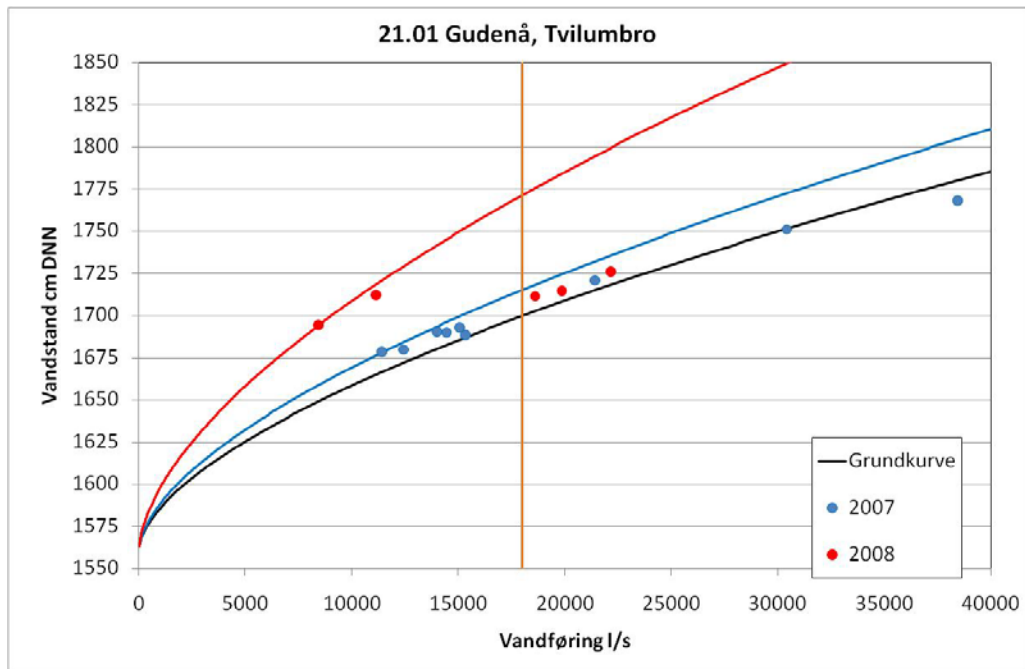


Det fremgår, at vandstanden allerede fra starten af maj 2008 var forhøjet, men den falder jævnt frem til midten af juni. Herefter stiger vandstanden markant frem til midten af juli, hvorefter den har holdt sig på et markant (40 - 50 cm) højere niveau end i de foregående år.

Det fremgår af figur 2.3.2, at den store augustnedbør i 2008 ikke har givet anledning til særligt store vandføringer på stationen ved Tvilum Bro, hvorimod den store maj- og augustnedbør i 2006 og den generelt høje sommernedbør i 2007 tydeligt slår igennem på vandføringen i Gudenåen.

Figur 2.3.2 viser ligeledes, at selvom der er tale om forhøjede vandstande i sommeren 2008, så har vandstanden dog været noget under det niveau, der normalt forekommer om vinteren.

I figur 2.3.3 er vist QH-kurve for de gennemførte vandføringsmålinger på stationen ved Tvilum Bro. Det fremgår heraf, at der ved de senest 2 gennemførte vandføringsmålinger (19. juni og 12. august 2008) er tale om stærkt forhøjede vandstande. Vandstanden ligger således ca. 40 cm over målingerne fra 2007 og ca. 50 cm over grundkurven.



Figur 2.3.3: QH-kurve for den hydrometriske målestation 21.01 Gudenå, Tvilum Bro for de gennemførte vandføringsmålinger i 2007 og 2008. De 2 målinger for 2008, der ligger meget højt, er fra henholdsvis 19. juni og 12. august 2008.

For de ørige 2 stationer ved Resen Bro og ved Ulstrup er der ligeledes tale om forhøjede vandstande, men ikke så tydeligt som ved Tvilum Bro. Forskellen ved disse stationer er noget mindre og kun i størrelsesordenen 10 - 20 cm.

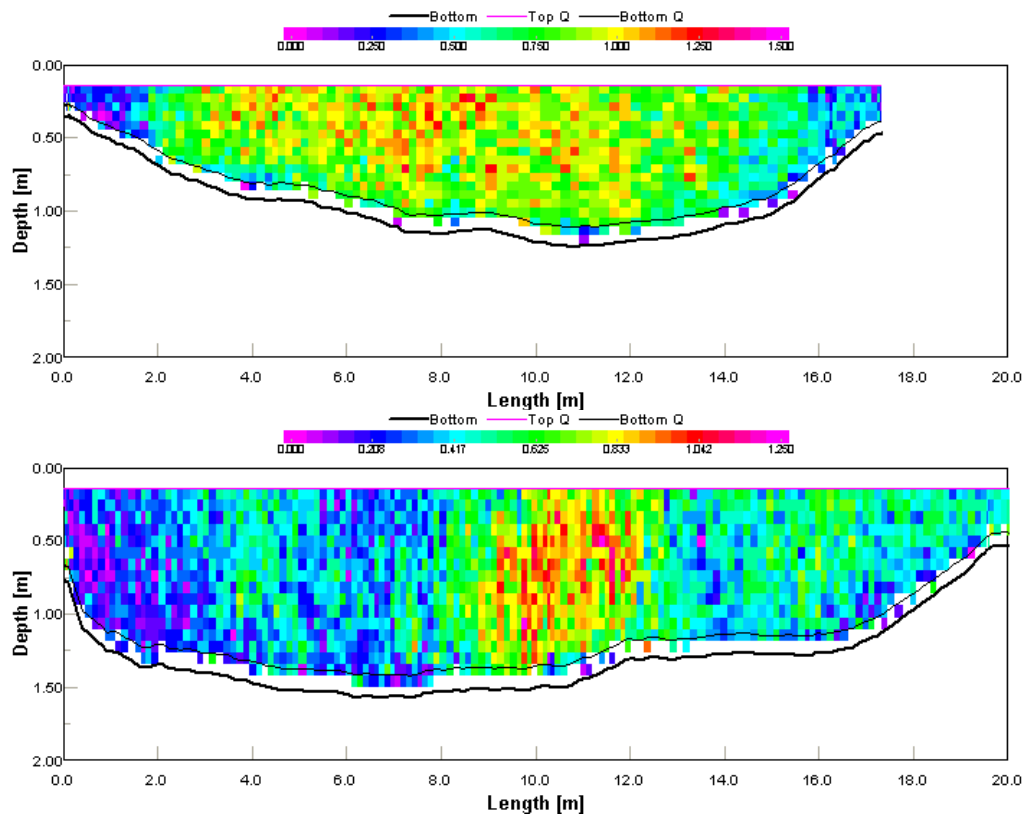
De forhøjede vandstande i 2008 ved Tvilum Bro er således tydelige, men niveauet rapporteres endnu højere andre steder, og ved Bjerringbro omtales en vandstand, der ligger eller har ligget ca. 1 m højere en normalt. Der kan imid-

lertid ikke vises samme figurer som for situationen ved Tvilum Bro, da der ikke findes en målestation i nærheden.

## 2.4 Hastighedsprofiler

I den seneste periode (siden 2005) er vandføringsmålingerne på stationerne i Gudenåen gennemført med en såkaldt ADCP - måler (RDInstruments Stream Pro), der måler hastighedsprofiler på den pågældende position. I bilag 1 er vist sådanne hastighedsprofiler for sommermålinger gennemført i 2007 og 2008 for de 3 ovennævnte hydrometriske målestationer.

Eksempler på hastighedsprofiler fra henholdsvis august/september 2007/2008 er vist i figur 2.4.1, mens hastighedsprofiler for alle 3 stationer fremgår af bilag 1.



Figur 2.4.1: Hastighedsprofiler for målestationen ved Tvilum Bro fra henholdsvis 03.09.2007 (øverst) og 12.08.2008 (nederst). Røde, orange og grønne farver viser områder med relativ store vandhastigheder, mens blå og lilla områder har lave vandhastigheder. Det skal bemærkes, at målingen d. 12.08.2008 er gennemført nedstrøms Tvilum Bro, idet der på det sædvanlige målested opstrøms broen var for megen grøde til en måling.

Det fremgår generelt af bilag 1, at hastighedsprofilerne for de 3 målestationer viser lavere vandhastigheder for målingerne gennemført sent på sommeren i 2008, hvor vandhastighederne er væsentligt lavere end i samme periode i 2007. Det er dog mest udtalt for stationen ved Tvilum Bro, hvor profilmålingen d. 12. august 2008 viser brede bræmmer langs begge vandløbsbredder, hvor vandhastigheden er lav, hvilket kun kan tilskrives betydelig grødevækst.

## 2.5 Besigtigelser af Gudenåen

D. 8. september 2008 blev der gennemført syn af Gudenåen på strækningen mellem Bjerringbro og Randers, med deltagelse af repræsentanter fra de 4 kommuner, ligesom Bjarne Moeslund fra Orbicon deltog. Det primære formål med synet var at kontrollere, hvorvidt der i Gudenåen på strækningen findes en grødefri strømrønde, der lever op til regulativets vejledende krav om en strømrøndebredde på 10 m.

Bjarne Moeslund, Orbicon deltog i sejladsen på grund af sin store viden om grøde i danske vandløb, og fordi han i 2002 var forfatter til en rapport fra Gudenåkomiteen (Moeslund 2002), hvori vegetationen i Gudenåens hovedløb er undersøgt i 2001 og beskrevet. Resultaterne af besigtigelsen er beskrevet i afsnit 3.4.

Silkeborg Kommune ved Åge Ebbesen har synet Gudenåen flere gange i grødevækstsæsonen 2008 på strækningen mellem Silkeborg og Kongensbro, og det seneste syn blev gennemført d. 14. september 2008. Åge Ebbesen har ved disse syn konstateret, at regulativets krav om tilstedeværelse af en 7 m bred grødefri strømrønde er overholdt på hele strækningen.

Randers Kommune ved Hanne Wind-Larsen har synet Gudenåen på strækningen fra Nørreå til motorvejsbroen. Gudenåen er her meget bred og lavvandet. Bunden er sandet, og der var en veludviklet bræmme af langskudsplanter som til dels også blev fundet spredt på tværs af Gudenåen. På strækningen, som er ca. 3 km lang, er strømrønden ikke tydeligt defineret.

Det er derimod tydeligt, at Gudenåen her har delta karakter med mange små sandbanker, som mere eller mindre er vanddækkede ved normal vandstand. Denne tilstand er ikke ny, og en eventuel større udbredelse af undervandsvegetationen på strækningen har ikke resulteret i en væsentlig forringelse af vandføringsevnen i år, og derfor vil det ikke kunne udløse en grødeskæring i den nedre del af Gudenåen.

## 2.6 Opmåling af terræn og skalaer ved Bjerringbro d. 10. september 2008

Med henblik på at kunne gennemføre en risikoanalyse for oversvømmelser ved Bjerringbro er der efter anvisning fra Viborg Kommune gennemført terrænopmåling af 2 områder ved Bjerringbro, som kommunen ved ligger lavt, og som ind imellem bliver oversvømmet ved de store vinterafstrømninger.

Det ene sted er beliggende på adressen Fredensvej 17, 8850 Bjerringbro (figur 2.6.1), som ligger ca. 350 m opstrøms broen ved Brovej i Bjerringbro (Gudenåens st. 4415).

Opmålingen viser, at terrænet nærmest åen ligger omkring kote 4,0 m DNN, og denne del er aktuelt oversvømmet. Ca. midt mellem vandløbet og ejendommens bygning ligger terrænet omkring kote 4,35 eller højere, mens det ca. 10 m syd for huset ligger lige omkring kote 5,0 m DNN eller højere.

Det andet sted er parkeringspladsen ved møbelfabrikken Duba-B8 (Martin Bachs Vej 5), samt arealerne mellem Gudenåen og P-pladsen. Denne lokalitet er beliggende mindre end 100 m nedstrøms ovennævnte bro.



*Figur 2.6.1: Del af ejendommen Fredensvej 17, Bjerringbro, som er delvist oversvømmet. Foto taget d. 9. september 2008.*

Fabrikkens parkeringsplads har lavest opmålte punkt i kote 4,92 m DNN (sydøstlige hjørne), men det meste af pladsen ligger i kote 5,1 m DNN eller højere. Det laveste punkt på Martin Bachs Vej i området nær Brovej (mellem P-plads og Gudenåen) ligger i kote 5,15 m DNN, mens terrænet mellem vejen og Gudenåen ligger over kote ca. 4,7 m DNN, bortset fra de helt vandløbsnære arealer.

Samme dag blev der ligeledes gennemført kontrolnivelement af vandstandsskalaerne på strækningen mellem Bjerringbro og Ulstrup, ligesom vandstanden blev aflæst og opmålt. Endelig blev der med 300 - 500 meters interval målt vandstand i Gudenåen på strækningen mellem st. ca. 1000 og st. ca. 15300. Alle opmålinger blev gennemført med Leica-GPS udstyr.

## **2.7 Karakteristiske afstrømninger**

På baggrund af data fra de 3 hydrometriske målestationer er der opstillet karakteristiske afstrømninger og vandføringer, som er anvendt i de gennemførte beregninger. Disse data fremgår af tabellerne 2.7.1 - 2.7.4.

Tabel 2.7.1: Karakteristiske sommerafstrømninger (l/sek/km<sup>2</sup>) for de 3 hydrometriske målestationer i Gudenåen mellem Silkeborg og Randers.

Målestation	Opland km <sup>2</sup>	Middel	Medianmaks	5-års maks	10-års maks
21.109	1.087	9,6	14,5	17,4	19,7
21.01	1.282	9,3	14,0	16,6	18,6
21.09	1.790	8,7	14,8	17,6	20,2

Tabel 2.7.2: Karakteristiske sommervandføringer (l/sek) for de 3 hydrometriske målestationer i Gudenåen mellem Silkeborg og Randers.

Målestation	Opland km <sup>2</sup>	Middel	Medianmaks	5-års maks	10-års maks
21.109	1.087	10.452	15.765	18.946	21.467
21.01	1.282	11.941	17.987	21.260	23.854
21.09	1.790	15.637	26.559	31.472	36.116

Tabel 2.7.3: Karakteristiske vinterafstrømninger (l/sek/km<sup>2</sup>) for de 3 hydrometriske målestationer i Gudenåen mellem Silkeborg og Randers.

Målestation	Opland km <sup>2</sup>	Middel	Medianmaks	5-års maks	10-års maks
21.109	1.087	16,4	28,9	32,5	35,0
21.01	1.282	15,7	28,0	31,3	33,6
21.09	1.790	14,9	27,2	32,7	34,6

Tabel 2.7.4: Karakteristiske vintervandføringer (l/sek) for de 3 hydrometriske målestationer i Gudenåen mellem Silkeborg og Randers.

Målestation	Opland km <sup>2</sup>	Middel	Medianmaks	5-års maks	10-års maks
21.109	1.087	17.842	31.449	35.280	38.014
21.01	1.282	20.150	35.898	40.120	43.134
21.09	1.790	26.687	48.716	58.569	61.882

### **3 Resultater**

I de nedenfor gennemførte vandspejlsberegninger er der i alle tilfælde taget udgangspunkt i, at maksimum flodemålet ved Tangeværket netop er overholdt, samt at vandstanden i udløbet i Randers Fjord er 0,0 m DNN.

#### **3.1 Vintersituationen**

Med henblik på at kunne vurdere, om de konstaterede højere vandstande kan skyldes udviklinger i vandløbsprofilen, er der gennemført vandspejlsberegninger på baggrund af den stort set grødefri vintersituation.

For 2007 og 2008 vandføringsmålingerne i vinterperioden er der gennemført Manningtal beregninger, og til vandspejlsberegningerne er der anvendt det Manningtal, der viser årets største vandføringsevne. For hele strækningen opstrøms Tange Sø er anvendt Manningtal fra stationen ved Tvillum Bro, mens der for hele strækningen nedstrøms Tange Sø er anvendt Manningtal fra stationen ved Ulstrup.

Der er gennemført vandspejlsberegninger for de karakteristiske vandføringer vintermiddel og medianmaksimum (tabel 2.7.4). Resultaterne af beregningerne for strækningen opstrøms Tange Sø er vist i bilag 2A, mens beregningerne for strækningen nedstrøms fremgår af bilag 2B.

Det fremgår af bilag 2A, at de beregnede vandstande for 2007 og 2008 for både vintermiddel og medianmaksimum stort set er sammenfaldende på hele strækningen, og samme forhold gør sig gældende for strækningen nedstrøms Tange Sø (bilag 2B). Dette betyder, at der ikke er sket udvikling i vandløbsprofilen, og de ændrede vandstandsforhold i samme periode må have andre årsager.

#### **3.2 Sommersituationen**

Med henblik på at kunne vurdere, om de konstaterede højere vandstande skyldes udviklinger i grødemængden, er der gennemført vandspejlsberegninger på baggrund af sommersituationen.

For 2007 og 2008 vandføringsmålingerne i sommerperioden er der gennemført Manningtal beregninger, og til vandspejlsberegningerne er der anvendt det Manningtal, der viser årets mindste vandføringsevne. For hele strækningen opstrøms Tange Sø er anvendt Manningtal fra stationen ved Tvillum Bro, mens der for hele strækningen nedstrøms Tange Sø er anvendt Manningtal fra stationen ved Ulstrup.

Der er gennemført vandspejlsberegninger for de karakteristiske vandføringer sommermiddel og sommermedianmaksimum (tabel 2.7.2). Resultaterne af beregningerne for strækningen opstrøms Tange Sø er vist i bilag 3A, mens beregningerne for strækningen nedstrøms fremgår af bilag 3B.

Det fremgår af bilag 3A, at de beregnede vandstande for 2007 og 2008 for både sommermiddel og sommermedianmaksimum er meget forskellige, idet de beregnede vandstande for 2008 ligger i størrelsesordenen 40 cm over de tilsvarende 2007 vandstande. Dette indikerer, at grødemængden på strækningen har været væsentligt større i 2008 set i forhold til 2007. Forskellen medfø-

rer rent faktisk, at den beregnede sommermiddelvandstand for 2008 ligger over sommermedianmaksimumvandstanden for 2007.

Bilag 3B viser samme beregninger men for strækningen nedstrøms Tange Sø. Her er forskellen mellem 2007 og 2008 vandstandene væsentligt mindre og af størrelsesordenen 15 cm. Også på denne strækning er der således konstateret mere grøde i 2008 set i forhold til 2007, men ændringen i grødemængden er ikke så markant som på den opstrøms strækning.

### **3.3 Risiko for oversvømmelser ved Bjerringbro**

#### **3.3.1 Indledende beregninger**

Som det fremgår af indledningen til dette notat, er det planen, at der skal gennemføres en vurdering af risikoen for oversvømmelser ved Bjerringbro. Et væsentligt grundlag for denne analyse var aflæsninger af skalaer på strækningen omkring Bjerringbro fra tidligere år og fra 2008, således at der kan gennemføres differentierede Manningtal bestemmelser som grundlag for vandspejlsberegningerne.

De leverede data fra tidligere år og de indsamlede data fra grødebesigtigelsen i 2008 rejser imidlertid tvivl om, hvorvidt skalaerne er kotesat korrekt, hvorfor der i første omgang (inden for tidsfristen for udarbejdelse af udkast til dette notat) ikke kunne gennemføres troværdige vandspejlsberegninger for strækningen omkring Bjerringbro.

Som det fremgår af afsnit 3.2, viser de gennemførte vandspejlsberegninger, at vandstandsstigningen på strækningen mellem Tange Sø og Randers som følge af grødevæksten kun er af størrelsesordenen 15 cm, hvilket er væsentligt mindre end de oplysninger, som er fremkommet om strækningen omkring Bjerringbro. Misforholdet skyldes, at man for strækningen ved Bjerringbro er nødt til at anvende de Manningtal, der kan beregnes på grundlag af målestationen ved Ulstrup, selvom man ikke ved, om de beregnede værdier har gyldighed ved Bjerringbro.

Den højere vandstand, der af flere kilder er konstateret i sommeren 2008, kan imidlertid også have andre årsager, idet vandføringen ved Bjerringbro også afhænger meget af, hvor meget vand Tangeværket leder ud. Orbicon har dog ingen oplysninger om værkets drift hen over sommeren 2008, men disse oplysninger kan dog efter behov skaffes ved henvendelse til kraftværket.

Som det fremgår af afsnit 2.6, er der d. 10. september 2008 gennemført niveaulement af skalaerne omkring Bjerringbro, ligesom skalaerne blev aflæst og der blev med GPS målt vandstande med ca. 300 - 500 m's interval på strækningen fra opstrøms Bjerringbro til Ulstrup.

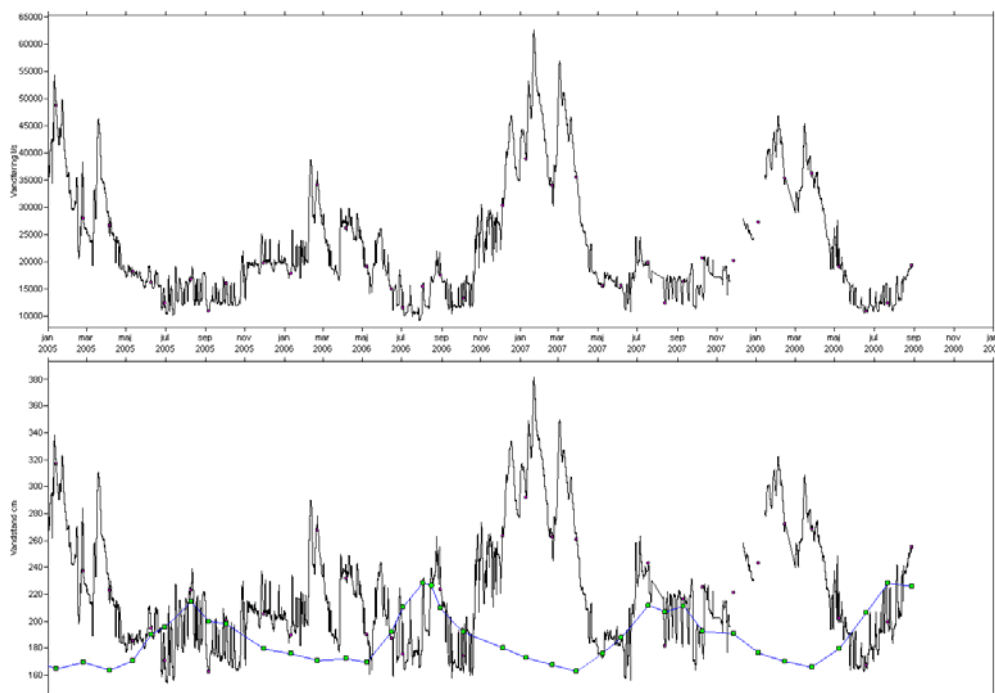
De opmålte vandspejl fremgår af bilag 4, hvor de er præsenteret sammen med beregnede sommermiddel og sommermedianmaksimum vandspejl for 2008 med Manningtal fra stationen ved Ulstrup.

Det fremgår tydeligt af bilag 4, at der ved Bjerringbro er specielle forhold, der er bestemmende for vandstanden i Gudenåen. Opstrøms broen ved Brovej (st. ca. 4400) er vandløbets vandspejl nærmest vandret på strækningen helt op til ca. st. 1000, hvorefter det falder langsomt ned mod Ulstrup. Strækningen,

hvor vandspejlsfaldet afviger fra faldet for de beregnede vandspejl, slutter først omkring st. 10000. Det er bemærkelsesværdigt, at der ved Bjerringbro aktuelt forekommer vandspejl, der kun er lidt lavere end det beregnede sommermedianmaksimumvandspejl, selvom den aktuelle vandføring kun er af samme størrelsesorden som sommermiddelvandføringen.

Med henblik på yderligere belysning af oversvømmelsesrisikoen er der gennemført en beregning af styrevandstanden for målestationen ved Ulstrup for perioden 2005 - 2008. I figur 3.3.1 er vist styrevandstanden for en sommermiddelvandføring på stationen ved Ulstrup. Styrevandstanden er den vandstand, der kan beregnes ud fra en bestemt teoretisk vandføring og vandløbets faktiske ruhed (grødevækst) på det pågældende tidspunkt af året. Større ruhed (mere grønbevækst) vil resultere i højere styrevandstand.

Det fremgår af figuren, at styrevandstanden for perioden 2005 - 2007 i alle årene toppet senest i september måned, hvor styrevandstanden ligger 40 - 50 cm over det laveste vinterniveau. Det samme synes at være tilfældet i 2008, hvor den seneste vandføringsmåling viser, at styrevandstanden har toppet og på vej ned. Det skal bemærkes, at styrevandstanden i sommeren 2008 ikke ligger højere end styrevandstanden i 2006.



Figur 3.3.1: Beregninger af styrevandstanden for st. 21.09 Gudenåen, Ulstrup for perioden 2005 - 2008. Øverst er vist vandføringer, og nederst er vist vandstande. Nederst er ligeledes vist den beregnede styrevandstand for en vandføring svarende til sommer middel. Figuren findes i større format i bilag 5.

I bilag 5 er figur 3.3.1 gengivet sammen med styrevandstanden for en sommermedianmaksimumvandføring for stationen ved Ulstrup. Denne viser samme tendens, men ved en stor vandføring tydeliggøres forskellene i styrevandstanden.



I bilag 5 er ligeledes vist samme beregninger for stationen ved Tvilum Bro. På denne station er styrevandstanden væsentligt højere end i de forudgående 3 år, men også her har styrevandstanden toppet ved den seneste vandføringsmåling i 2008.

Beregningerne af styrevandstanden på de 2 stationer viser, at vandløbets ruhed ultimo september har nået maksimum, og at styrevandstanden nu derfor er faldende. Dette hænger godt sammen med de betragtninger, der blev gjort under grødebesigtigelsen d. 8. september 2008, som beskrives i afsnit 3.4. Grøden er nu under henfald både op- og nedstrøms Tange Sø, hvilket vil reducere risikoen for oversvømmelser.

### 3.3.2 Supplerende beregninger

De konstaterede vandspejlsforhold i Gudenåen på strækningen mellem Tange Sø og Ulstrup (opmålt d. 10. september) viser, at skalaaflysningerne fra tidligere år, som umiddelbart så mærkelige ud, er rigtigt koterede og kan anvendes i de følgende beregninger.

Det er således gennemført vandspejlsberegninger for strækningen mellem Gudenåen på strækningen mellem Tange Sø og Ulstrup på 4 måledage (17.08.2000, 22.08.2006, 08.09.2008 og 10.08.2008), hvor der er beregnet Manningtal ud fra de pågældende skalaaflysninger samt vandføringerne på de pågældende dage. De beregnede Manningtal m.m. fremgår af tabel 3.3.1.

*Tabel 3.3.1: Beregnede Manningtal på 4 delstrækninger mellem Tange Sø og Ulstrup. Desuden er vist daglig vandføring på stationen ved Ulstrup for de pågældende dage. For d. 10. september 2008 er der anvendt samme Manningtal som for d. 8. september. D. 10. september 2008 var vandføringen ved Ulstrup 17.900 l/sek.*

Fra st.	Til st.	Manningtal / Vandføring (l/sek)		
		2000.08.17	2006.08.22	2008.09.08
605	5015	27,7	24,1	23,1
5015	10213	17,0	12,5	10,4
10213	14106	17,4	14,8	12,4
14106	15348	24,1	17,9	18,4
Vandføring ved Ulstrup		12.800	18.100	16.400

Det ses af bilag 6, at der generelt er god overensstemmelse mellem de aflæste vandstande på skalaerne samt de beregnede vandstande. Den beregnede vandstand for 10.09.2008 afviger dog fra det opmålte vandspejl på en kort strækning opstrøms Brovej i Bjerringbro, men på strækningen nedstrøms er der god overensstemmelse mellem de 2 vandspejl.

Det er bemærkelsesværdigt, at Manningtallet er faldet markant fra 2000 til 2008 især på strækningen mellem st. 5015 og st. 14106, som svarer til strækningen mellem Brovej i Bjerringbro og målestationen ved Ulstrup. På denne strækning er Manningtallet faldet fra ca. 17 i 2000 til i gennemsnit ca. 11 i 2008. Et lavere Manningtal betyder større ruhed i vandløbet og dermed en højere vandstand.

For at kunne belyse den aktuelle risiko for oversvømmelser er der gennemført vandspejlsberegninger (bilag 7) for strækningen mellem Tange Sø og Ulstrup

på baggrund af de differentierede sommer Manningtal fra 2008 og 4 karakteristiske afstrømninger (sommermiddel, sommermedianmaksimum, sommer 5-års maksimum og sommer 10-års maksimum).

De beregnede vandspejl fremgår af bilag 7, hvor de er sammenholdt med terrænforholdene på de 2 lavtliggende lokaliteter, som er opmålt i forbindelse med undersøgelsen (afsnit 2.6).

Som forventet giver sommermiddelfafstrømningen ikke anledning til oversvømmelser, men der skal kun i lille øgning i vandspejlet til, før den del af haven på ejendommen Fredensvej 17 (ud for Gudenåens ca. st. 4100), der ligger nærmest Gudenåen begynder at blive oversvømmet. Terrænet ligger her omkring kote 4,0 m DNN (benævnt Have på bilag 7).

Ved de 3 beregnede sommer ekstremafstrømninger vil Gudenåens vandspejl ud for ejendommen ligge i kote henholdsvis ca. 4,50, 4,75 og 4,95 m DNN, hvilket netop ikke vil udgøre en trussel for ejendommens bygning, der er beliggende lidt højere end kote 5,00 m DNN. Så høje vandstande vil dog være til gene for lodsejeren, da store dele af matriklen vil være oversvømmet ved vandstande højere end ca. 4,50 m DNN.

Heller ikke parkeringspladsen ved møbelfabrikken vil blive oversvømmet ved de beregnede ekstremvandstande, idet pladsen er beliggende i kote ca. 5,1 m DNN eller højere.

Det fremgår af tabel 2.7.2, at den sommer 10-årsmaksimum vandføring ved målestationen i Ulstrup, som lige netop ikke giver anledning til skadevoldende oversvømmelser i Bjerringbro, er ca. 36.100 l/sek. På de 2 besigtigelsesdage i september 2008 var vandføringen samme sted henholdsvis 16.400 og 17.900 l/sek (tabel 3.3.1), svarende til 105 og 125 % af sommermiddelvandføringen. Selvom vandstanden var høj på de 2 besigtigelsesdage, er der således plads til ca. en fordobling af vandføringen, inden der sker skadevoldende oversvømmelser i Bjerringbro.

Med henblik på at belyse udviklingen i grødevæksten (Manningtallet) siden 2000 er der ligeledes gennemført vandspejlsberegninger for strækningen mellem Tange Sø og Ulstrup på baggrund af Manningtallene vist tabel 3.3.1 og sommermiddelvandføringen (bilag 8).

Det fremgår af bilaget, at den beregnede sommermiddel vandstand for 2008 ligger noget til betydeligt over den beregnede sommermiddel vandstand for 2000. Forskellen er størst omkring Bjerringbro mellem de 2 broer, hvor den i 2008 ligger ca. 0,5 m højere end i 2000, hvorefter forskellen aftager nedstrøms mod Ulstrup, hvor den kun er ca. 10 cm.

Den fremgår af tabel 3.3.1 og bilag 8, at den højere vandstand ved og omkring Bjerringbro ikke kun er et fænomen fra 2008, idet beregningerne viser, at der også i 2006 var tale om noget højere vandstande end i 2000. Stigningen var dog ikke så markant, idet den maksimalt var ca. 30 cm ud for Bjerringbro. Resultaterne tyder således på, at udviklingen med højere vandstande begyndte i det små allerede tidligt efter, at grødeskæringen blev indstillet. Herefter har grøden langsomt men stabilt udviklet sig, og den har i 2008 nået

et niveau, der har medført betydeligt højere vandstande end i 2000 (op til ca. 0,5 m).

Det er ikke muligt sikkert at vurdere, om denne udvikling fortsætter, men gør den det, kan det på relativt kort sigt give problemer med oversvømmelser i Bjerringbro, hvis der samtidigt indtræffer en ekstremafstrømning svarende til sommer 10-års maksimum eller højere.

Det anbefales derfor, at kommunernes tilsyn med Gudenåen intensiveres, således at beredskabet i forhold til eventuelle oversvømmelser forbedres. Forslag til en forbedret overvågning er givet sidst i afsnit 3.4

### **3.4 Grødebesigtigelse**

Det skal indledningsvis nævnes, at vandet på besigtigelsestidspunktet var så klart, at der de fleste steder var sigt til bunden, og at der derfor trænger så meget lys ned til bunden, at grøden lysmæssigt har mulighed for at vokse på det meste af bundfladen.

På det overordnede plan fremstod grøden på det meste af den undersøgte strækning med samme karakteristiske struktur som ved undersøgelsen i 2001, det vil sige indtil flere meter brede bræmmer af rankegrøde langs bredderne, og derimellem en stort set grødefri strømrende.

Langt de fleste steder var strømrendens bredde tydeligt større end 10 meter. Grøden stod her typisk som velafgrænsede "mure" omkring den grødefri strømrende. De få steder, hvor strømrendebredden nærmede sig 10 meter, havde grødebræmmerne typisk en mere diffus afgrænsning, hvor både grødens højde og dækningsgrad aftog gradvis ud mod det strømmende vand. Der var mange steder, særlig på strækningen fra Bjerringbro til Langå, tydelige tegn på turbulent strømning, som kan være et resultat af grødeøer eller -ranker på bunden. Der blev lagt særlig vægt på at undersøge, hvorvidt der rent faktisk forekom sådanne grødebevoksninger ude i strømrenden, men der blev kun registreret grøde i ganske få tilfælde. I alle de registrerede tilfælde var der tilmed tale om tynde lag af grøde, der lå hen ad bunden. Den turbulente strømning vurderedes derfor især at være skabt af strømrendens forløbsmæssige skift mellem bredderne, idet grøden i bræmmernes rand skaber turbulens, når de meterlange ranker svajer i strømmen. Samme forhold blev registreret ved undersøgelsen i 2001.

Tilstedeværelsen af en grødefri strømrende af minimum 10 meters bredde udelukker ikke, at der i 2008 var mere grøde i profilet end i 2001. Der er ganske vist ikke registreret nævneværdigt større dækningsgrader end i 2001, men det skal nævnes, at dækningsgraden i 2008 ikke blev bedømt med samme nøjagtighed som i 2001. Grøden kan således godt have opfyldt en større del af profilet i 2008, uden at det er tydeligt afspejlet i dækningsgraden. Det vil sige, at grøden godt kan have skabt en større hydraulisk modstand i 2008 i forhold til 2001. Men det skal også nævnes, at denne mulige forandring ikke lader sig beskrive og dokumentere gennem visuelle bedømmelser af dækningsgraden.

### 3.4.1 Vurdering og perspektivering

På kort sigt vurderes grødens vækst i Gudenåen under alle omstændigheder at være stagneret for 2008, og flere arter var på besigtigelsestidspunktet i tydeligt henfald. Det vurderes derfor, at grødens indflydelse på vandløbets vandføringsevne har toppet og vil aftage yderligere i de kommende uger. Særlig de store vandaksarter som glinsende vandaks og hjertebladet vandaks havde på besigtigelsestidspunktet mistet mange blade, og snart vil også stænglerne henfalde. Den aktuelt dominerende art – børstebladet vandaks – viste endnu ikke tegn på henfald, men det vil forventeligt ske i takt med, at dagslængden mindskes og vandtemperaturen falder.

Sammenholdt med tilstedeværelsen af en strømrende af mindst 10 meters bredde vurderes grødens igangværende henfald at tale for, at der ikke iværksættes grødeskæring på strækningen. På grund af de ringe mængder grøde inde i 10-meters-strømrenden vurderes grødeskæring her ikke at få nogen betydende effekt på vandføringsevnen. Og hvis en sådan skal opnås, kræver det, at grødeskæringen sker udenfor strømrenden, hvilket der ikke er regulativmæssig dækning for at gøre.

På længere sigt er situationen formodentlig en anden.

Der foreligger ingen datamæssig dokumentation af forbedringerne af åvandets klarhed, men der hersker desuagtet ingen tvivl om, at vandet i Gudenåen har været usædvanligt klart i 2008. Den mulige positive udvikling i grødemængden vil derfor utvivlsomt skulle tilskrives en forbedring af lysforholdene, der indtil i 2008 har været markant forringede som følge af et højt indhold af plantoplankton, hidrørende fra søerne i vandløbssystemet.

Spørgsmålene er i den nuværende situation: 1) er den positive udvikling af grødemængden en engangforeteelse eller 2) har man i 2008 blot set første fase af en udvikling, gennem hvilken grøden i Gudenåen vil blive endnu tættere og dække endnu større dele af bunden. Og i givet fald: 3) hvor tæt kan grøden forventes at blive?

Ad 1. Det må formodes, at en lysbetinget positiv udvikling af grøden er en engangforeteelse, dersom klart vand som i 2008 viser sig at være en engangforeteelse. Det er ikke givet, at grødemængden falder tilbage til niveauet fra før 2008 med samme hastighed, som den øgedes, men hvis vandets klarhed falder tilbage til det oprindelige niveau og forbliver der, så vil den lysbetingede øgning af grødemængden forsvinde i løbet af få år. At det ikke nødvendigvis sker i løbet af blot ét år skyldes, at når planterne først har etableret sig, så vil de lange skudranker til at begynde med kunne udvikles, selvom vandet igen bliver mere uklart. Men på længere sigt vil grøden indstille sig på de ændrede lysforhold.

Ad 2 + 3. Hvis vandet i Gudenåen fremover forbliver så klart som i 2008, er det vurderingen, at den positive udvikling af grødemængden i 2008 kan være første fase i en udvikling, der kan føre til endnu tættere og mere udbredt grøde i profilet. Med den klarhed, som åens vand havde i 2008, vil grøden lysmæssigt kunne vokse på hovedparten af bunden, men dermed ikke være sagt, at den rent faktisk kommer til at gøre det.

Den aktuelt grødefri strømrende er præget af en relativt høj vandhastighed, og planter med lange, rankeformede skud vil derfor ikke have samme mulighed for at vokse midt i profilet, som de har langs bredderne, idet de ude i strømrenden er udsat for et stort træk fra det strømmende vand. Og hvis planterne endelig danner bevoksninger ude i strømrenden, så vil de sandsynligvis ikke kunne danne samme højt voksende bevoksninger som langs bredderne.

En øgning af grødemængde i strømrenden forventes især at ville ske med udgangspunkt i de eksisterende grødebræmmer langs bredderne. Hastigheden hvormed spredningen sker, vil formodentlig være relativt langsom, idet den vil skulle ske gennem jordstænglernes vækst ud på bunden i strømrenden. Og denne form for spredning er erfaringsmæssigt relativt langsom. Der er dog også mulighed for, at drivende skud vil kunne opfanges af sten o.l. ude i strømrenden og der danne nye bevoksninger. Men sådanne planter vil have vanskeligt ved at finde rodfæste, og der må formodes, at denne mekanisme kun i begrænset omfang vil bidrage til at øge grødemængden i profilet.

Når man skal forsøge at vurdere den fremtidige grødeudvikling er det i sagens natur vigtigt at være opmærksom på den mulige positive udvikling af grødemængden, men det er også vigtigt at være opmærksom på den mulige negative udvikling. Mens den positive udvikling primært er lysbetinget, vil den negative udvikling især være knyttet til strømmens træk i planterne og erosion af bevoksningerne. Planter, der i sommerperioden er vokset op i klart vand og rolige strømforhold ude i strømrenden vil være særligt udsatte for strømmens træk, når vandføringen øges om efteråret, og vandhastigheden i strømrenden stiger, hvilket kan føre til bortslidning af planter og skud.

Samlet set vurderes grødens betydning for vandføringsevnen på nuværende tidspunkt at være aftagende i takt med at planterne henfalder naturligt, og i takt med at den samlede grødemængde aftager som følge heraf.

Hvis vandet i de kommende år bliver lige så klart som i 2008, må der forventes en yderligere udvikling af grødemængden, men man har ikke nok viden og erfaring til at kunne forudse detaljerne i denne udvikling, idet den ikke alene er et spørgsmål om lysindfaldet, men også om strømmens betydning. Og netop sidstnævnte er formodentlig så stor, at selvom lysforholdene muliggør forekomst af grøde på de meste af vandløbets bund, så vil strømmen formodentlig virke stærkt begrænsende på grødens spredning og mængdemæssige udvikling. Selvom vandet bliver klart nok til at tillade forekomst ude i strømrenden, er der næppe grund til at forvente en meget hurtig tilgroning af denne med grøde.

#### **3.4.2 Overvågning af grødens udvikling og effekterne på vandføringsevnen**

Grøden i vandløb beskrives og overvåges traditionelt ved brug af parametre som artssammensætning, arternes individuelle hyppighed/dækningsgrad og arternes samlede dækningsgrad samt i mere avancerede tilfælde også parametrene biomasse og rumlig fordeling. Denne fremgangsmåde er velegnet til håndtering af grøden som biologisk kvalitetselement, men den er ikke særlig velegnet til håndtering af grøden i relation til vandhastighed og vandføringsevne samt i relation til grødeskæring.

Til det formål er et detaljeret hastighedsprofil langt mere velegnet, jf. afsnit 2.4.1. Et sådant hastighedsprofil vil på samme tid give et billede af grødens udbredelse i vandløbsprofilet og et billede af de resulterende vandhastigheder, og måledata vil på samme tid kunne anvendes til at beskrive udviklingen af grøden og dennes indflydelse på vandhastigheden i profilet og til at beregne vandføring og vandføringsevne. Man får ved brug af denne metode en direkte kobling mellem grøden og vandføringsevnen, og man får et billede af, hvor i profilet grøden står. Man vil i tillæg hertil kunne benytte data til objektiv formidling af tilstanden og udviklingen til borgerne, og administrativt vil man kunne benytte data til at bedømme vandløbets tilstand i relation til grødeskæring og grødeskæringsbehov. Hvis man ønsker det, kan denne fremgangsmåde suppleres med beskrivelser af grødens sammensætning, hvilket giver information om, hvilke arter, der er til stede og bidrager til hastighedsprofilet.

Vigtigst af alt er dog, at metoden giver mulighed for at påvise igangværende udviklingstendenser og på den baggrund forudse de afvandingsmæssige konsekvenser af eventuelle fremtidige afstrømningshændelser. Det giver mulighed for etablering af et varslingsystem, ved hjælp af hvilket man kan forbedre grundlaget om iværksættelse af grødeskæring ganske betydeligt. Hvis overvågningen eksempelvis viser en grødeudvikling, der er problemfri ved normal vandføring, men problemvoldende ved høje vandføringer, kan man på baggrund af overvågningen træffe beslutninger om iværksættelse af grødeskæring, endnu inden problemerne er opstået. Hvilket vil være af stor værdi i relation til oversvømmelse af bymæssige arealer.

På denne baggrund anbefales det at indføre overvågning af grødens tilstand og udvikling ved hjælp af Stream Pro. Metoden gør det muligt at måle adskillige profiler i løbet af blot én arbejdsdag, og hvis man udlægger profilerne med fokus på de aktuelt eller forventeligt mest grøderige strækninger, vil man med en begrænset indsats få oplysninger, som det med andre metoder er langt mere ressourcekrævende at indsamle.

Den angivne overvågning foreslås ligeledes udbygget med etablering af 2 online hydrometriske målestationer placeret ved Bjerringbro samt omkring Langå. Disse 2 stationer vil muliggøre direkte overvågning af vandstanden på Internettet, ligesom de vil være et godt supplement til det allerede etablerede stationsnet (Resen Bro, Tvillum Bro og Ulstrup).

På baggrund af de foreliggende data samt gennemført observationer, beregninger og vurderinger kan der opstilles følgende konklusioner om vandstanden i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Randers i sommeren 2008:

- Der har i sommeren 2008 været tale om forhøjede vandstande i Gudenåen på hele strækningen fra Silkeborg til Ulstrup og måske helt frem til Randers.
- De forhøjede vandstande skyldes en væsentligt større grødevækst i forhold til de foregående år. Grødevæksten er med stor sandsynlighed genereret af en bedre lystilgang.
- Nedbøren har ikke været den primære årsag til de forhøjede vandstande, idet nedbøren i maj - juli har været væsentligt lavere end normalt (50 %). I august faldt der dog betydelige nedbørmængder, men dette har ikke været eneste årsag til de forhøjede vandstande, idet vandstanden allerede steg først i juli og har frem til udgangen af august holdt sig på et højt relativt stabilt niveau.
- Det er ikke ændringer i vandløbets profiludvikling, som er årsag til de forhøjede vandstande i 2008.
- De gennemførte vandspejlsberegninger viser, at den øgede grødemængde har medført en højere vandstand på i størrelsesordenen 40 - 50 cm på strækningen opstrøms Tange Sø og ca. 15 cm på strækningen nedstrøms søen.
- Specielt for den nedstrøms strækning er der oplysninger om, at vandstanden faktisk har været væsentligt mere forhøjet, ind til ca. 0,5 m højere end sommervandstanden i de foregående år.
- Beregninger af styrevandstanden på stationerne ved Ulstrup og ved Tvillum Bro viser, at grøden aktuelt er under henfald, hvorfor vandløbets ruhed vil mindskes i de kommende uger og måneder, og risikoen for oversvømmelser vil derfor mindskes tilsvarende.
- Undersøgelserne tyder på, at udviklingen med højere vandstande som følge af grødens mængde og vækst begyndte i det små allerede tidligt efter, at grødeskæringen blev indstillet. Herefter har grøden langsomt men stabilt udviklet sig, og den har i 2008 nået et niveau, der har medført betydeligt højere vandstande end i 2000 (op til ca. 0,5 m).
- Selvom vandstanden var høj på de 2 besigtigelsesdage (d. 8. og 10. september 2008), viser beregninger, at der er plads til ca. en fordobling af vandføringen, inden der sker meget skadevoldende oversvømmelser i Bjerringbro. De indtræffer først ved vandføringer, der er lidt større end sommer 10-års maksimum vandføringer, svarende til ca. 36.100 l/sek.
- Det blev ved gennemsejlingen af strækningen fra Bjerringbro til Randers den 8. september konstateret, at der stort set overalt var en grødefri strømrønde af mindst 10 meters bredde. Det konkluderes derfor, at grødeskæring inden for rammerne af regulativets 10 meter brede strømrønde ikke vil kunne skabe nævneværdige forbedringer af vandføringsevnen. Hertil kommer, at grødemængden allerede er i aftagen som følge af det naturlige, sæsonbetingede henfald.
- Tilstedeværelsen af en gennemgående, næsten grødefri strømrønde af mindst 10 meters bredde udelukker ikke, at der omkring strømrønden kan være udviklet en tættere grøde end tidligere, og at det er forkla-

ringen på den forhøjede vandstand i åen. Der findes imidlertid ingen direkte målinger til dokumentation af, om grødemængden i åen faktisk er større end tidligere.

- Den muligvis større grødemængde i 2008 er utvivlsomt et resultat af sommerens usædvanligt klare vand i åen. Hvorvidt sommerens grødeudvikling er en engangsforeteelse, afhænger derfor af, om åens vand forbliver klart i de kommende år. Gør det ikke det, vil grødemængden med al sandsynlighed falde tilbage igen.
- Forbliver åens vand klart som i 2008, er der lysmæssigt grundlag for, at grøden kan gro til større dybde end hidtil, men det betyder ikke nødvendigvis, at grøden vokser meget længere ud i profilet end i 2008. Det skyldes, at strømmen i den centrale, dybeste del af profilet virker begrænsende på både grødens spredning og vækst, hvortil kommer, at grødens vækst – trods klart vand – vil være mest lysbegrænset i de dybeste dele af profilet.
- Det anbefales på baggrund af de aktuelle problemer med at dokumentere de mulige forandringer af grøden og dens indflydelse på vandføringsevnen, at der som led i det fremtidige tilsyn med åen indføres en kombineret overvågning af grødens og vandføringsevnen udvikling ved hjælp af Stream Pro. Ved hjælp af dette redskab kan man på objektvis vis få et kombineret billede af grødens udvikling og den resulterende vandføringsevne i en række udvalgte profiler. Og hvis man gennemfører flere målerunder i grødens vækstperiode, vil man kunne beskrive udviklingstendenserne og på den måde bedre kunne forudse en kritisk udvikling af vandføringsevnen i god tid, inden de afledte problemer opstår.
- Det foreslås ligeledes, at ovennævnte overvågning suppleres med etablering af 2 online hydrometriske målestationer placeret ved Bjerriingbro og på strækningen omkring Langå. Sidstnævnte station kan måske med fordel placeres længere nedstrøms, men den kan i givet fald kun anvendes til registrering af vandstand og ikke vandføring, da den vil være stuvningspåvirket af vandstanden i Randers Havn.
- Der er ingen forhold i denne undersøgelse, der taler for, at der er behov for grødeskæring i 2008 på strækningerne op- eller nedstrøms Tange Sø set i forhold til, at den i regulativet vejledende strømbredde på henholdsvis 7 og 10 m stort set overalt er til stede.



## 5

### Referencer

**DMI (2008)**. DMI's vejrarkiv:

<http://www.dmi.dk/dmi/vejrarkiv?region=3&year=2008&month=8>

**Moeslund, B. (2002)**. Vegetationen i Gudenåen 2001. Gudenåkomiteen - Rapport nr. 22. februar 2002.

**Århus Amt og Viborg Amt (2000)**. Regulativ for Gudenåen, Silkeborg Randers. Amtsvandløb nr. 105 i Viborg Amt og 78 i Århus Amt. Regulativet trådte i kraft d. 24. februar 2000.