

Bilag 4 Teknisk redegørelse

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indledning.....	4
2	Datagrundlag	4
2.1	Opmålingsdata	4
2.2	Stationering	7
2.3	Oplande og karakteristiske afstrømninger.....	9
2.4	Manningtal	11
2.5	Vandspejl ved Tangeværket og Randers Bro	13
2.6	Måling af vandstande og vandføring i 2013-2022.....	13
3	Vandføringsevnen	16
3.1	Bestemmelser om vandføringsevnen i regulativ fra 2000.....	17
3.2	Bestemmelser om vandføringsevnen i nærværende regulativ	20
3.3	Vurdering af formstabilitet	23
3.3.1	Opstrøms Tange Sø	23
3.3.2	Nedstrøms Tange Sø	24
3.4	Vandføringsevnen beskrevet ved Q/H kurver	27
3.4.1	Konstruktion af Q/H kurver	27
3.4.2	Kontrollen af vandføringsevnen på QH-stationer.....	31
3.5	Vandføringsevne beskrevet ved en teoretisk skikkelse	32
3.5.1	Fastlæggelse af teoretisk skikkelse	32
3.5.2	Kontrol af teoretisk skikkelse	35
3.6	Vandføringsevne beskrevet ved Q/H krav gennem Tange Sø	38
3.6.1	Fastlæggelse af krav til vandføringsevnen.....	38
3.6.2	Kontrol af krav til vandføringsevne.....	38
4	Grødeskæring	39
4.1	Bestemmelser for grønbeskæring	39
4.1.1	Bestemmelser i regulativ fra 2000.....	39
4.1.2	Bestemmelser i nærværende regulativ	40
4.1.3	Bestemmelser om ekstraordinær grønbeskæring	42
5	Sejladsbestemmelser	50
5.1	Ikke erhvervsmæssig sejlads	50
5.2	Erhvervsmæssig sejlads.....	51
6	Opstemningsanlæg - Tangeværket.....	51
6.1	Flodemål	53

7	Konsekvensvurdering af regulativet	54
7.1	Konsekvensvurdering af vandføringsevne og vandstandsforhold.....	54
7.1.1	Vurdering af krav til vandføringsevnen (Q/H-kurver)	55
7.1.2	Vurdering af krav til vandføringsevne (teoretisk skikkelse).....	55
7.2	Konsekvensvurdering af grødeskæringsbestemmelser	57
7.2.1	Konsekvensvurdering opstrøms Tange Sø	57
7.2.2	Konsekvensvurdering nedstrøms Tange Sø	59
7.2.3	Konsekvensvurdering af ekstraordinær grødeskæring	60
7.3	Konsekvenser af regulativkrav for natur og miljø	61

Bilagsoversigt:

Strækning	Bilagsnr.	Beskrivelse
Opstrøms Tange Sø	Bilag A	Q/H kurver, grundkurver (vedligeholdelseskurver) med kontrolmålinger for 2017 – 2022 for strækningen st. 0 – 16.675
	Bilag B	Længdeprofil med konsekvenser for vandføringsvejen beskrevet ved en teoretisk skikkelse på strækningen st. 16.675 – 22.763.
	Bilag C	Notat: Vurdering af 1997-opmålingens egnethed til bestemmelse af vandføringsevnen i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø. Udarbejdet af WSP, sept. 2021.
	Bilag D	Rapport: Silkeborg Kommune 2020. Opmåling af Gudenå 2020. Rapport om opmåling af strækningen fra Silkeborg til Tange Sø. Udarbejdet af Orbicon WSP, juli 2020.
	Bilag E	Notat: Kontrol af Gudenåens vandføringsevne ved anvendelse af 1997-opmåling som teoretisk skikkelse. Udarbejdet af WSP, april 2022
	Bilag F	Vandføring og vandstande i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø, udarbejdet af WSP, april 2022.
	Bilag G	Gudenåen – Notat nr. 2021-5. Kortlægning og vurdering af vegetationen i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø, udarbejdet af WSP, april 2021.
Nedstrøms Tange Sø	Bilag H	Q/H kurver, grundkurver (vedligeholdelseskurver) med kontrolmålinger for 2013 – 2022 for strækningen st. 0 – 21.371.
	Bilag I	Længdeprofil med konsekvenser for vandføringsvejen beskrevet ved en teoretisk skikkelse på strækningen st. st. 21.371 – 37.116.
	Bilag J	Notat om kontrolopmåling af Gudenåen 2020 udarbejdet af WSP, februar 2021.
	Bilag K	Notat: Kontrol af vandføringsevne – Gudenåen nedstrøms Tange Sø, Udarbejdet af WSP, oktober 2022.
	Bilag L	Notat: Kontrol af vandføringsevne i Gudenåen fra Lilleå til Væth Enge, udarbejdet af WSP, september 2022.
	Bilag M	Tværfiler med pejlinger fra 1938-39 og opmåling 2020 fra Tangeværket til Bjerringbro.
	Bilag N	Flowfordeling ved Væth Enge og Gudenåen, august 2022
Fælles for hele strækningen	Bilag O	Rapport: Viborg, Randers, Silkeborg og Favrskov kommuner. Notat: Fastlæggelse af bestemmelser om vandføringsevnen på grundlag af de faktiske

		forhold, tekst til teknisk redegørelse. Udarbejdet af Orbicon, marts 2018.
	Bilag P	Notat: Fastlæggelse af vandføringsevne fra Borre Å til Ormnæs.

1 INDLEDNING

Vandløbsmyndigheden har besluttet, at vedligeholdelsen af Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Randers Fjord skal ske med henblik på at sikre:

1. At vandløbets nuværende vandføringsevne ikke forringes.
2. At vandløbet ikke forsøges, fastholdt i et bestemt forløb og en bestemt skikkelse, men får mulighed for at bevare og udvikle et naturligt forløb, så vandløbets fysiske tilstand bevares og udvikles i overensstemmelse med den vedtagne målsætning for strækningen.
3. At vandføringsevnen i sommerhalvåret vedligeholdes gennem grødeskæring som fastlagt i regulativet.
4. At vandløbets vandføringsevne i vinterhalvåret kan kontrolleres med vurdering af behov for oprensning af aflejringer og indsnævring, der forringer vandføringsevnen, som fastlagt i regulativet.

Vandløbsmyndigheden har besluttet, at vedligeholdelsen af vandføringsevnen skal ske under hensyntagen til de natur- og miljømæssige bindinger, der er gældende for vandløbet.

I nærværende bilag gennemgås de tekniske forudsætninger, der ligger til grund for udarbejdelsen af regulativet for Gudenåen.

2 DATAGRUNDLAG

Beskrivelser og fastlæggelse af krav til vandføringsevnen er foretaget på grundlag af tekniske beregninger og vurderinger. Den tekniske redegørelse indeholder en nærmere beskrivelse af datagrundlaget for udarbejdelse af regulativet, f.eks. opmåling af vandløbet, konstruktion af vandføringsevne-kurver og teoretisk skikkelse mv.

2.1 Opmålingsdata

Regulativet for Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Randers omfatter i alt 59.879 m åbent vandløb inkl. et 549 m langt strømløb gennem Sminge Sø. Dertil lægges et ca. 7,8 km langt strømløb gennem Tange Sø.

Der er forud for udarbejdelse af nærværende regulativ foretaget en detaljeret opmåling af Gudenåen fra Silkeborg til Randers Bro. Opmålingerne er udført i 2020 af henholdsvis WSP (opstrøms Tange Sø) og LandSyd (nedstrøms Tange Sø). Opmålingerne bruges til beskrivelse af vandløbets aktuelle forhold (faktiske tilstand).

I regulativets bilag 5 er vist en liste over mindre registrerede, private bådebroer.

Opstrøms Tange Sø

Fra Silkeborg Langsø til Borre Å: Opmålingen af Gudenåen i 2020 på strækningen fra Silkeborg Langsø til Borre Å omfatter tværsnitsprofiler med en gennemsnitlig afstand på ca. 130 m mellem profilerne. Der er også gennemført opmåling af alle fem broer på strækningen og målt tværprofiler ca. 10 m før og efter bygværket ved de enkelte broer. Endelig er der udført opmåling af udløb fra åbne tilløb og dræn, skalaer og skalapæle mv. Stationeringen i regulativet følger den opmålte stationering ved opmålingen i 2020.

Gudenåen er på denne strækning tidligere blevet opmålt i 1922, 1997 og 2011. Ved opmålingen i 2011 var den gennemsnitlige afstand mellem tværprofilerne ca. 250 m.

Ved opmålingen i 2020 er der målt tværprofiler i de samme positioner som tværprofilerne, der blev opmålt i 2011, for ved sammenligning af tværprofiler at gøre det muligt at beskrive og vurdere Gudenåens formstabilitet, det vil sige at vurdere, om - og i givet fald hvor meget - Gudenåens skikkelse (fysiske form) har ændret sig i tidsrummet mellem de to opmålinger. Dette er nærmere beskrevet i afsnit 3.3.

Fra Borre Å til Ormnæs: WSP har i vinteren 2020 opmålt øvre ende af Tange Sø (ca. 3 km nedstrøms Borre Ås udløb). Opmålingen blev foretaget med et Akustisk Doppler Current Profiler måleapparat monteret på en dronebåd. Instrumentet måler afstande til bunden, som konverteres til bundkoter ud fra vandspejlskoten. På strækningen fra Borre Å (st. 20.587 m) til Ormnæs (st. 22.763 m) er der målt ca. 65 tværprofiler. I alt blev der på den 3 km lange strækning målt ca. 84 profiler. Tværprofilerne går som udgangspunkt fra søkant til søkant, enkelte steder dog begrænset af, at dronebåden ikke kunne sejle helt ind til kanten grundet vegetation eller for lave dybdeforhold.

Rådata fra opmålingen indeholder en sværm af målepunkter langs de linjer, som er sejlet. Målingspunkterne er derfor udtyndet, og punkter

indenfor en afstand af 10 m fra tværprofilinjerne er skudt ind på den enkelte linje. Herefter er bundmålingerne brændt ned i tværsnit fra højdemodel 2015 således, at de resulterende tværprofiler udgør en kombination af målte bundniveauer og terræn fra højdemodel 2015.

Nedstrøms Tange Sø

Opmålingen af Gudenåen i 2020 på strækningen fra Tange Sø til Randers Bro omfatter tværsnitsprofiler med en gennemsnitlig afstand på ca. 250 m. Der er også gennemført opmåling af alle broer på strækningen og målt tværprofiler ca. 10 m før og efter bygværket ved de enkelte broer. Endelig er der udført opmåling af udløb fra åbne tilløb og dræn, skalaer og skalapæle mv.

Gudenåen er tidligere på denne strækning blevet opmålt i 1922 og 1997 og på delstrækninger i 1938-39 (pejling), 2009-2010 og 2015.

Siden opmålingen i 1922 er der gennemført en regulering af strækningen fra Tangeværket til Bjerringbro omkring 1938-39. Pejling af denne strækning i 1938-39 i forbindelse med projekt til uddybning af Gudenåen viser, at tværprofilerne opmålt i 2020 i store træk har samme udseende (dybde og bredde) som ved pejlingen fra 1930'erne.

Der er i perioden 1934-36 udarbejdet en række projektdimensioner mellem Bjerringbro og Randers, hvor der for hver 50 m er profiltegninger. Det har ikke været muligt at dokumentere om projektdimensionerne har grundlag i et godkendt projekt, men højest sandsynligt, da åen er uddybet fra Tange til Randers i årene 1934-40.

I forbindelse med udarbejdelse af regulativet fra 2000 blev vandløbet opmålt i 1997 fra Tangeværket til motorvejsbroen ved Randers. Ved opmålingen af strækningen fra Ulstrup til motorvejsbroen ved Randers i 2010 blev det konstateret, at regulativet fra 2000 (opmålingen fra 1997) indeholdt fejl i stationeringen nedstrøms Langå. Nye opmålinger af denne strækning er således ca. 900 m kortere end den tilsvarende strækning i regulativet fra 2000.

Ved opmålingen i 2020 er der målt tværprofiler i de samme positioner som tværprofilerne, der blev opmålt i 2009/2010, for at gøre det muligt at beskrive og vurdere Gudenåens formstabilitet ved sammenligning af tværprofiler fra de to opmålinger. Vandløbsmyndigheden har fået udarbejdet en sammenligning af opmålinger fra 2009-2010 samt 2015 med den fulde opmåling fra 2020 for at vurdere, om og i givet

fald hvor meget Gudenåens skikkelse (fysiske form) har ændret sig i tidsrummet mellem de to opmålinger. Denne vurdering er yderligere uddybet i afsnit 3.3.

2.2 Stationering

Det er i regulativet valgt at inddele Gudenåen i to vandløbsstrækninger samt Tange Sø. De to vandløbsstrækninger ligger hhv. opstrøms- og nedstrøms Tange Sø.

Nedre grænse af Tange Sø defineres af Tangeværket. Øvre grænse af Tange Sø er defineres til det sted, hvor vandstanden ikke udelukkende er styret af stemmeværket i Tange Sø ved Ormnæs, station 22.763 m. Denne grænse er fundet med grundlag i vandspejlsberegninger på de opmålte profiler fra 2020 på strækningen fra Silkeborg til Ormnæs.

De nyeste opmålinger af Gudenåen fra 2020 danner grundlag for stationeringen af vandløbsstrækningerne i regulativet. Således svarer en stationsmeter til en meter i vandløbets længderetning.

Opstrøms Tange Sø

For Gudenåen opstrøms Tange Sø løber stationeringen fra station 0 m ved Ringvejsbroens indløb til station 20.587 m ved udløb af Borre Å, og videre herfra til Ormnæs i station 22.763 m.

I tidligere gældende regulativ fra 2000 havde strækningen fra Ringvejsbroen til Borre Å en regulativmæssig stationering fra station 152 til 20.849 m. Strækningen fra Borre Å til Ormnæs var ikke stationeret.

Forskelle i stationering i nærværende regulativ og tidligere stationering i regulativ 2000 fremgår af nedenstående tabel.

Broer	Stationering Nærværende regulativ (m)	Stationering Regulativ 2000 (m)
Broudløb, Ringvejsbroen	20	170
Broindløb, Resenbro	2.836	3.043
Broindløb, Svostrup Bro	8.487	8.710
Broindløb, Tvillum Bro	10.589	10.820
Broindløb, Kongensbro	18.137	18.400

Tabel 2-1 Oversigt over stationering i nærværende regulativ og tidligere stationering i regulativ 2000 for Gudenåen OS Tange Sø.

Nedstrøms Tange Sø

For Gudenåen nedstrøms Tange Sø løber stationeringen fra station 0 m ved turbineudløb fra Tangeværket til station 37.116 m ved Randers Bro (indløb).

I tidligere gældende regulativ fra 2000 havde denne strækning en regulativmæssig stationering fra st. 0 m (turbineudløb) til 37.955 (Randers Bro, indløb).

Forskelle i stationering i nærværende regulativ og tidligere stationering i regulativ 2000 fremgår af nedenstående tabel.

Broer	Stationering Nærværende re- gulativ (m)	Stationering Regulativ 2000 (m)
Broindløb, Brogade	4.426	4.410
Broindløb, Østre Omfartsvej	5.808	5.781
Broindløb, Ulstrup bro	14.129	14.095
Åbro	19.167	19.190
Broindløb, Gl. jernbanebro	21.336	21.340
Broindløb, Langå gl. jernbane-bro, cykelstibro	21.468	21.482
Broindløb, Amtsmand Hoppes bro	23.594	23.612
Broindløb, Væthvej	23.626	23.657
Broindløb, Jernbanebro	31.848	32.412
Broindløb, Motorvejsbro	34.023	34.900
Broindløb, Jernbanebro	36.557	37.631
Broindløb, Randers Bro	37.116	37.955

Tabel 2-2 Oversigt over stationering i nærværende regulativ og tidligere stationering i regulativ 2000 for Gudenåen NS Tange Sø.

2.3 Oplande og karakteristiske afstrømninger

I forbindelse med regulativrevisionen er der udtaget topografiske oplandsarealer for Gudenåen til hver af stationerne i Tabel 2-3 og Tabel 2-4, som indgår ved beregninger af oplandskorrigeret vandføring og kontrolberegning af vandføringsevnen for teoretisk skikkelse.

Opstrøms Tange Sø		
Station (m)	Oplandsareal (km ²)	Beskrivelse
0	1.074	Ringvejsbroen
2.848	1.087	Resenbro
3.879	1.091	OS Linå
3.880	1.126	NS Linå
6.961	1.138	OS Voel Bæk
6.962	1.153	NS Voel Bæk
7.457	1.155	OS Gjernå
7.458	1.270	NS Gjernå
10.598	1.282	Tvilum Bro
16.674	1.305	OS Alling Å
16.675	1.446	NS Alling Å
18.136	1.449	OS Kongensbro Bro
18.745	1.451	OS Gjelå
18.746	1.474	NS Gjelå
20.586	1.480	OS Borreå
20.587	1.547	NS Borreå
22.763	1.567	Ormnæs

Tabel 2-3. Topografiske oplandsarealer til stationer i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til udløbet i Tange Sø (OS = opstrøms, NS = nedstrøms).

Nedstrøms Tange Sø			
Station (m)	Oplandsareal (km ²)	Oplandsareal ved kontrolberegning (km ²)	Beskrivelse
0	1.710	1.710	Gudenåcentralen
1.049	1.718	1.718	
1.404	1.719	1.719	OS Skibelund Bæk
1.413	1.730	1.730	NS Skibelund Bæk
4.045	1.731	1.731	NS Møllebækken
4.046	1.746	1.746	NS Møllebækken
4.410	1.746	1.746	Bjerringbro
14.095	1.790	1.790	Ulstrup Bro
21.345	1.827	1.827	OS Lilleå
21.346	2.130	2.130	NS Lilleå
23.568	2.147	2.147	Amtmand Hoppes Bro
24.249	2.150	2.150	Opstrøms Væth Enge
24.250	-	1.720	Væth Enge start*
28.910	-	1.737	Væth Enge slut*
28.911	2.171	2.171	Nedstrøms Væth Enge
29.293	2.173	2.173	OS Midtbæk
29.294	2.195	2.195	NS Midtbæk
32.242	2.200	2.200	OS Nørreå
32.243	2.599	2.599	NS Nørreå
35.110	2.606	2.606	OS Svejstrup Bæk
35.115	2.627	2.627	NS Svejstrup Bæk
37.116	2.640	2.640	Randers Bro

Tabel 2-4 Topografiske oplandsarealer til stationer i Gudenåen på strækningen fra Tange Sø til Randers Fjord (OS = opstrøms, NS = nedstrøms). Desuden er vist den reduktion i oplandet ved Væth Enge, som skal anvendes ved kontrol af den teoretiske skikkelse, se afsnit 3.5.2.

* Ved kontrolberegning af vandføringsevne for teoretisk skikkelse skal oplandet reduceres på strækningen langs Væth Enge med 20 % for beregningsmæssigt at kompensere for, at 20 % af vandføringen fra Gudenåen gennemløber Væth Enge, som der er meddelt godkendelse til ved etableringen af vådområdet i Væth Enge, 9. marts 2007.

De karakteristiske afstrømninger, som er statistiske afstrømningssværdier for Gudenåen på strækningen fra Silkeborg Langsø til Tange Sø, er beregnet på grundlag af data fra følgende faste hydrometriske målestation: st. 21.01 (Gudenå, Tvillum Bro, 1.282 km², 1992 - 2021).

De karakteristiske afstrømninger for Gudenåen på strækningen nedstrøms Tange Sø er beregnet på grundlag af data fra følgende faste hydrometriske målestation: st. 21.09 (Gudenå, Ulstrup, 1.790 km², 1992 - 2021).

De beregnede karakteristiske afstrømninger for Gudenåen fremgår af Tabel 2-5, og er gældende for vinterperioden (1. oktober-30. april).

Betegnelse	Afstrømning l/s*km ²
Opstrøms Tange Sø	
Vintermiddel	16,2
Vinter medianmaksimum	24,6
Nedstrøms Tange Sø	
Vintermiddel	15,5
Vinter medianmaksimum	27,1

Tabel 2-5 Karakteristiske afstrømninger for Gudenåen bestemt ud fra målestationerne 21.01 Gudenå, Tvillum Bro og 21.09 Gudenå, Ulstrup.

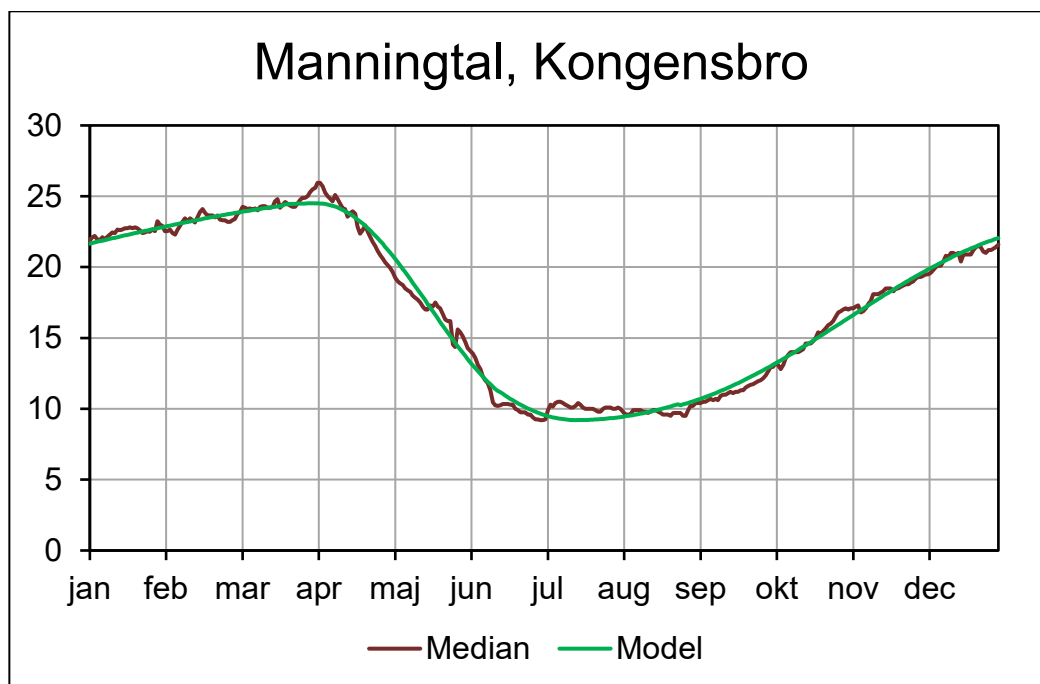
2.4 Manningtal

I forbindelse med kontrol af vandføringsevnen beskrevet ved en teoretisk skikkelse skal der anvendes et Manningtal i vandspejlsberegningerne. Manningtallet er fastlagt med udgangspunkt i de faktiske forhold. Det bemærkes dog, at størrelsen af det anvendte Manningtal ikke er af afgørende betydning ved kontrolberegningerne, fordi der er tale om en sammenligning af vandspejl beregnet med samme Manningtal.

Der er foretaget en beregning af et vinter-Manningtal for strækningen opstrøms Tange Sø. Ved Kongensbro (målestation 21.11) er opstillet en model af variationen i Manningtallet over året. Modellen bygger på beregnede Manningtal med grundlag i målte døgnmiddelvandstande ved målestation 21.11 (Kongensbro) og målestation 21.128 (opstrøms udløb af Borre Å), døgnmiddelvandføringer ved målestation 21.01 (Tvillum Bro) samt opmålingsdata fra 2020. Modellen søger bedst muligt at beskrive årsvariationen af Manningtal med grundlag i de beregnede medianværdier for årene 2013 til 2021, se Figur 2-1.

Med baggrund i modellen er der fundet et vinter-Manningtal på 23 (januar-april), som vurderes at være repræsentativt for strækningen fra Alling Å til udløb af Borre Å.

Dette Manningtal anvendes ved de sammenlignende vandspejlsberegninger til kontrol af vandføringsevnen fastlagt ved en teoretisk skikkelse på strækningen Alling Å til Ormnæs.

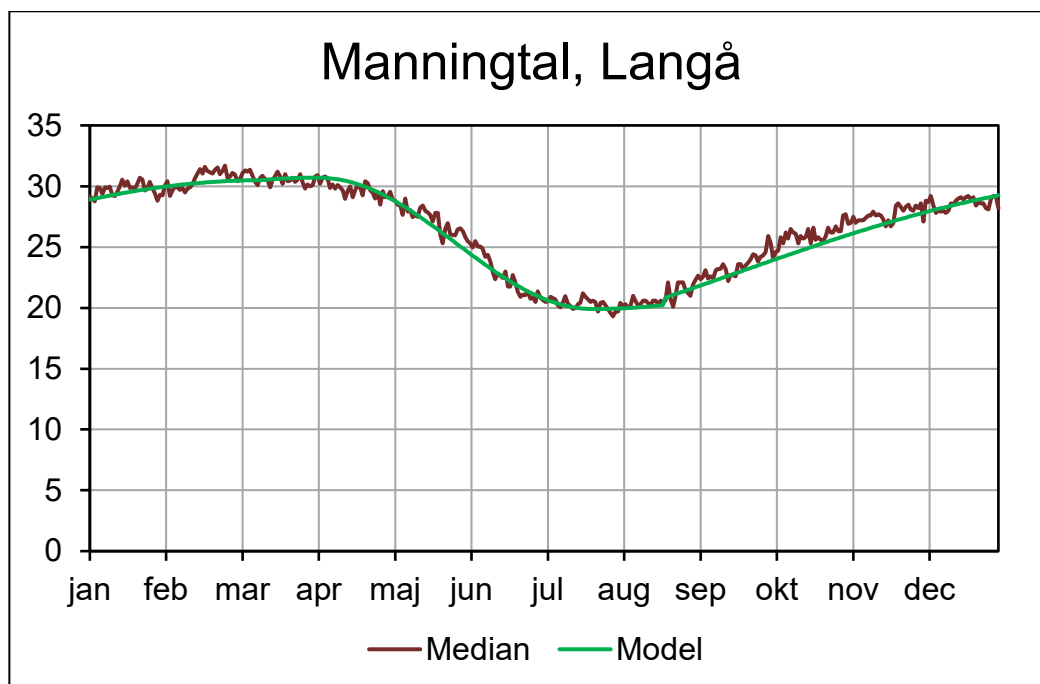


Figur 2-1 Årstidsvariationen i Manningtal (median (brun streg) og model (grøn streg) for Gudenåen ved Kongensbro, beregnet på grundlag af Q- og H-data fra perioden 2013-2021 samt opmålingsdata fra 2020.

Der er ligeledes foretaget en beregning af et vinter-Manningtal for strækningen nedstrøms Tange Sø. Ved Langå (målestation 21.08) er der opstillet en model af variationen af Manningtallet over året. Modellen bygger på beregnede Manningtal med grundlag i målte døgnmiddelvandstande ved målestation 21.08 (Langå), vandstand i Randers Havn sat til kote 0 m, døgnmiddelvandføring ved målestation 21.09 (Ulstrup) samt opmålingsdata fra 2020. Modellen søger bedst muligt at beskrive årsvariationen af Manningtal med grundlag i de beregnede medianværdier for årene 2013 til 2021, se Figur 2-2.

Med baggrund i modellen er der fundet et vinter-Manningtal på 30 (januar-april), som vurderes at være repræsentativt for strækningen fra Lilleå til Randers Bro.

Dette Manningtal anvendes ved de sammenlignende vandspejlsberegninger til kontrol af vandføringsevnen fastlagt ved en teoretisk skikkelse på strækningen Lilleå til Randers Bro.



Figur 2-2 Årstidsvariationen i Manningtal (median (brun streg) og model (grøn streg) for Gudenåen ved Langå, beregnet på grundlag af Q- og H-data fra perioden 2013-2021 samt opmålingsdata fra 2020.

2.5 Vandspejl ved Tangeværket og Randers Bro

Vandstanden er påvirket af vandstanden i henholdsvis Tange Sø for strækningen opstrøms Tange Sø og Randers Fjord for strækningen nedstrøms Tange Sø. Når der gennemføres vandspejlsberegninger skal der anvendes et startvandspejl, der beskriver denne påvirkning.

For strækningen opstrøms Tange Sø er som startvandspejl anvendt kote 13,57 m DVR90, som er flodemålet for Tange Sø.

For strækningen nedstrøms Tange Sø er som startvandspejl brugt kote 0,02 m DVR90, som er en midlet vandstand for årene 2008 til 2021 ved Randers Havn, målestation 21.112 (2008-2018, Hedeselskabet) og målestation 22058 (2018-21, DMI).

2.6 Måling af vandstande og vandføring i 2013-2022

I forbindelse med kontrollen af vandføringsevnen i medfør af regulativet fra 2000 er der hvert år fra og med 2013 gennemført målerunder

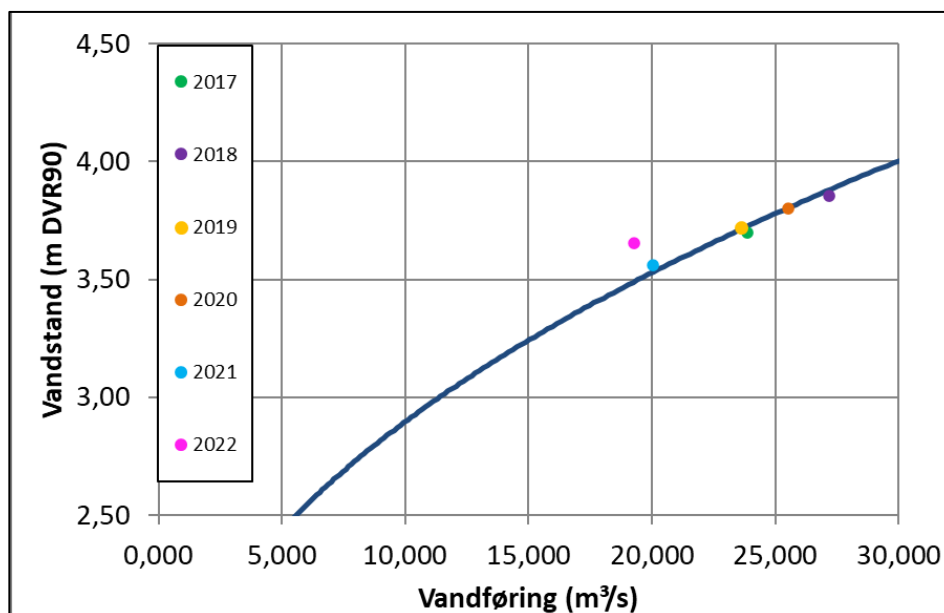
i marts-april med sammenhørende målinger af vandstand og vandføring ned gennem Gudenåen fra Silkeborg Langsø til udløb af Borre Å samt fra Tange Sø til udløb af Lilleåen.

Målerunderne omfatter aflæsning af vandstanden på alle eksisterende vandstandsskalaer samt måling af vandføring ved Resenbro Bro, Tvilumbro, Kongensbro Bro, Bjerringbro, opstrøms Ulstrup Bro og opstrøms Langå jernbanebro (opstrøms Lilleå). Vandstandskoten er beregnet ud fra aflæsninger og kote for skala-nulpunktet, som er kontrolleret hvert år inden målerunden. Vandføringen ved hver vandstandsskala er beregnet ved oplandsekstrapolation ud fra de målte vandføringer.

I bilag A er vist grundkurven for hver af Q/H-stationerne på strækningen opstrøms Tange Sø (st. 0 – 16.675) sammen med data fra målerunderne med et målepunkt for hvert år i perioden 2017-2022. Se afsnit 3.4.1 for nærmere beskrivelse

I bilag H er vist grundkurven for hver af Q/H-stationerne på strækningen nedstrøms Tange Sø (st. 0 - 21.371) sammen med data fra målerunderne med et målepunkt for hvert år i perioden 2013-2022.

I Figur 2-3 på næste side er vist et eksempel på målepunkter fra de enkelte års målinger sammen med grundkurven. Konstruktionen af grundkurverne er nærmere beskrevet i afsnit 3.4.1.



Figur 2-3 Eksempel fra strækningen nedstrøms Tange Sø på data fra kontrollen af vandføringsevnen i perioden 2017-2022. Alle øvrige datasæt og kurver er vist i bilag A (opstrøms Tange Sø) og bilag H (nedstrøms Tange Sø).

3 VANDFØRINGSEVNEN

Ved et vandløbs vandføringsevne forstås den vandføring, som vandløbet skal kunne føre ved en given vandstand. Vandløbets vandføringsevne afhænger af vandløbets geometri (beskrevet ved tværprofiler og længdeprofil på grundlag af opmålinger) og af vandløbets Manningtal/ruhed (profilets beskaffenhed og mængden af vandplanter).

I henhold til vandløbsloven skal et regulativ beskrive krav til enten skikkelse eller vandføringsevne. For at varetage de miljø- og naturmæssige interesser sammen med de afvandingsmæssige interesser ved Gudenåen og Tange Sø fastsættes krav til vandløbets vandføringsevne.

Det betyder uanset måden, hvorpå vandføringsevnen er fastlagt, at Gudenåen, inkl. søer, overalt på strækningen må antage en vilkårlig og variabel skikkelse, når blot de fastsatte krav til vandføringsevnen er opfyldt.

Kravet til vandføringsevnen for Gudenåen er på de enkelte strækninger beskrevet i form af enten Q/H-kurver eller en teoretisk skikkelse, se afsnit 3.4 og 3.5.

Gennem Tange Sø er kravet til vandføringsevnen opstillet i form af Q/H-kurver, hvor H er vandret fordi der er et regulerbart bygværk. Det betyder at en hvilken som helst vandføring (Q) skal kunne afledes til flodemålet (H) eller herunder.

I Gudenåen er der en vis mængde overvintrende vandplanter. Derfor er påvirkningen fra overvintrende vandplanter indarbejdet i kravet til vandføringsevnen på strækninger, hvor der er opstillet Q/H-kurver med grundlag i sammenhørende målinger af vandstand og vandføring om vinteren.

Overvintrende vandplanter påvirker ikke kontrollen af vandføringsevnen beskrevet ved en teoretisk skikkelse. Det skyldes, at der ved kontrol af kravet gennemføres en opmåling af strækningen og en kontrolberegning, hvor vandføringsevnen registreret ved kontrolopmålingen sammenlignes med vandføringsevnen for den teoretiske skikkelse, dvs. uden vandplanter.

Kravet til vandføringsevnen er i nærværende regulativ fastsat på grundlag af vandløbets aktuelle tilstand ud fra den seneste opmåling fra 2020, idet tidligere fastlagte krav i regulativ fra 2000 er tilsidesat, se afsnit 3.1.

Indsatsen til sikring af den fastlagte vandføringsevne består af to grundlæggende elementer:

- Kontrol af det fastlagte krav til vandføringsevne og mulighed for oprensning ved overskridelse af kravet.
 - Q/H-strækninger kontrolleres ved måling af vandføring (Q) og vandstand (H) i perioden 1. marts til 30. april.
 - Strækninger med teoretisk skikkelse kan kontrolleres ved en kontrolopmåling, der som udgangspunkt foretages i vinterperioden.
 - I Tange Sø kan kontrol af krav til vandføringsevne ske ved måling af vandstand (H).
- I sommerhalvåret vedligeholdes vandføringsevnen udelukkende gennem et funktionelt krav til grødeskæring i bestemte grødeskæringsbredder som fastlagt i regulativet.

3.1 Bestemmelser om vandføringsevnen i regulativ fra 2000

Regulativet fra 2000 omfatter Gudenåen på strækningen fra Silkeborg Langsø til Randers Bro. I regulativet fra 2000 er kravene til vandføringsevnen bl.a. formuleret som en vandspejlskote (kravvandspejlet) ved medianmaksimumvandføring på en række stationer ned gennem vandløbet (styrekoteprincippet). Disse krav til vandføringsevnen er, jf. redegørelsen til regulativet, udarbejdet på baggrund af den skikkelse, der er givet i et regulativudkast fra 1943.

Kravet til vandføringsevnen er utilstrækkeligt beskrevet i regulativet fra 2000 og tilhørende redegørelse pga. følgende forhold:

1. Kravet er i styrekoteprincippet alene fastlagt som en vandspejlskote ved en bestemt vandføring (medianmaksimum vandføring). Det betyder, at kravet til vandføringsevnen i princippet kun kan kontrolleres ved denne bestemte vandføring, hvilket ikke er operationelt.

2. Et kravvandspejl ved en medianmaksimumvandføring beskriver ikke krav til vandføringsevnen i andre afstrømningssituationer. Det er i praksis umuligt udelukkende at udføre kontrol ved medianmaksimumvandføringen, og ingen af kontrollerne af vandføringsevnen i perioden 2013-2024 har kunnet gennemføres ved så høj en vandføring. For at kunne kontrollere vandføringsevnen ved den aktuelle vandføring på kontroltidspunktet lod vandløbsmyndigheden konstruere Q/H-kurver på grundlag af regulativets kravkoter ved medianmaksimumvandføringen. Denne fremgangsmåde har den svaghed, at Q/H-kurven er konstrueret på grundlag af kun ét datapunkt. En klagenævnsafgørelse i 2021 fastslog, at fremgangsmåden ikke var i overensstemmelse med regulativets bestemmelser.
3. Det vurderes, at der ved udarbejdelsen af regulativet fra 2000 er sket fejl ved beregningen af kravvandstandene ved medianmaksimumvandføringen. Blandt andet ligger kravvandstanden flere steder urealistisk højt i forhold til det omgivende terræn, et forhold der er særlig udtalt nedstrøms Tange Sø.
4. I 2000-regulativets afsnit 8.2 henvises til, at opmålingen fra 1997 bruges som grundlag for oprensningsbehov, selvom det i regulativet er angivet, at der ikke er fastlagt skikkelse for vandløbet, og at opmålingen fra 1997 ikke indgår som direkte grundlag for regulativets krav til vandføringsevnen andre steder end i afsnit 8.2.
5. Ifølge afgørelse fra Miljø- og Fødevareklagenævnet, 10. juni 2021, skal vandføringsevnen kontrolleres ved at gennemføre en vandspejlsberegning ved middelvandføring, hvor 1997-opmålingen udgør den regulativmæssige skikkelse, jf. afsnit 8.2 i 2000-regulativet.

Opmålingen fra 1997 er ikke egnet til at beskrive vandføringsevnen, som den var i 1997. Dette er efterfølgende dokumenteret i flere rapporter og notater. For strækningen opstrøms Tange Sø kan der særligt henvises til det tekniske notat af 27. september 2021 "Vurdering af 1997-opmålingens egnethed til bestemmelse af vandføringsevnen i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø" (bilag C) og "Kontrol af Gudenåens vandføringsevne ved anvendelse af 1997-opmåling som teoretisk skikkelse" (bilag E).

For strækningen nedstrøms Tange Sø kan der særligt henvises til notatet "Kontrol af vandføringsevne – Gudenåen nedstrøms Tange

Sø" (Bilag K) og i øvrigt også de overordnede konklusioner fra notatet "Vurdering af 1997-opmålingens egnethed til bestemmelse af vandføringsevnen i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø" (Bilag C).

På baggrund af disse notater er den generelle konklusion, at opmålingen fra 1997 er langt mindre detaljeret end de nyeste opmålinger, og den vurderes at være for mangelfuld og udetaljeret i forhold til "Guidelines for opmåling af vandløb"¹ til at kunne beskrive den faktiske vandføringsevne, som den var i 1997. Ved opmålingen fra 1997 er der eksempelvis flere hundrede meter mellem opmålte bygværker og nærmeste opmålte vandløbsprofil, hvilket er problematisk i forbindelse med gennemførelse af vandspejlsberegninger. Desuden er der problemer med fastlæggelse af den nøjagtige placering af enkelte tværprofiler i opmålingen fra 1997, særligt hvor der er stor afstand til faste bygværker (f.eks. broer).

På strækningen nedstrøms Tange Sø til motorvejsbroen er der op til 1000 m mellem opmålte bygværker og nærmeste vandløbsprofil. I opmålingen fra 1997 er der foretaget ukritisk placering af tværprofiler i forhold til hvilke steder, der er bestemmende for vandføringsevnen i Gudenåen, og tætheden af målepunkter i de enkelte tværprofiler er for lav. Derudover er der ikke foretaget opmåling af et sammenhængende vandspejl til kvalitetskontrol af opmålingen. Dette gør, at 1997-opmålingen ikke kan anvendes til at beskrive vandløbets generelle form i 1997 og derfor heller ikke bruges til at beregne den daværende faktiske vandføringsevne.

6. I regulativet fra 2000 er de angivne krav til vandføringsevnen i regulativets afsnit 3.2, tabel 3 også gældende for strækninger, der er stuvningspåvirkede, hvor vandstanden og dermed også vandføringsevnen af den grund ikke alene er påvirket af vandløbets skikelse.

På baggrund af 2000-regulativets utilstrækkelighed, herunder at 1997-opmålingen ikke er egnet som grundlag til at beskrive vandføringsevnen i 1997, fastlægger vandløbsmyndigheden nye bestemmelser efter de faktiske forhold, jf. vandløbslovens § 62: "Uanset at forholdene ved et vandløb eller anlæg tidligere er fastlagt ved aftale,

¹ Guidelines til opmåling af vandløb – På vej til en ny standard", Bo Rasmussen & Carsten Kragh I/S, Dansk Landbrug Sydhavsøerne, Danske Vandløb, Gefion, Orbicon, Holbæk Kommune, Næstved Kommune, Slagelse Kommune, Sorø Kommune, Stevn Kommune og Østdansk landbrugsrådgivning, 2013

eller at der tidligere er truffet afgørelse herom, kan der fastsættes nye bestemmelser vedrørende vandløbet eller anlægget, hvis de faktiske forhold har ændret sig, eller hvis den tidligere aftale eller afgørelse må anses for utilstrækkelig”.

Beslutningen om at benytte de faktiske forhold som grundlag er i øvrigt behandlet i notatet ”Fastlæggelse af bestemmelser om vandføringsevnen på grundlag af de faktiske forhold”, marts 2018 (Bilag O) samt notatet ”Fastlæggelse af vandføringsevne fra Borre Å til Ormnæs (Bilag P).

3.2 Bestemmelser om vandføringsevnen i nærværende regulativ

I nærværende regulativ er de fastlagte krav til vandløbets vandføringsevne beskrevet i form af Q/H-kurver på de ikke-stuvningspåvirkede strækninger af vandløbet inklusiv Sminge Sø og i form af en teoretisk skikkelse på de resterende strækninger af vandløbet. Gennem Tange Sø er kravet til vandføringsevnen opstillet i form af Q/H-kurver, hvor H er vandret fordi der er et regulerbart bygværk. Det betyder at en hvilken som helst vandføring (Q) skal kunne afledes til flodemålet (H) eller herunder.

Hvis der ved den regulativmæssige kontrol af vandføringsevnen konstateres aflejringer, brinkudskridelser eller lignende, som vurderes at have væsentlig betydning for vandføringsevnen, skal det undersøges, om der er grundlag for at gennemføre en oprensning.

Selvom kontrol og beregninger viser, at der er grund for at foretage en oprensning, kan længde- og tidsperioderne (maksimalt 500 meter pr år. Der skal gå 10 år imellem oprensninger) medføre at oprensning ikke kan gennemføres.

I regulativet fra 2000 var oprensningen begrænset til strømrunden, men aflejringer og lignende kan i princippet findes i hele vandløbets profil, dvs. både i strømrunden og i profilet uden for strømrunden. Derfor er der ikke i nærværende regulativ stillet sådanne begrænsninger ved eventuelle oprensninger.

Der er således heller ikke begrænsninger i forhold til oprensning uden for de teoretiske skikkelser. De teoretiske skikkelser har grundlag i de eksisterende vandføringsevner, men afspejler ikke nødvendigvis de fysisk opmålte forhold direkte. Dette gælder f.eks. for den teore-

tiske skikkelse fra Borre Å til Ormnæs. Her er der delta-lignende forhold med meget brede profiler, og individuelle profiler med varierende bundniveauer. Den teoretiske skikkelse på strækningen afspejler den eksisterende vandføringsevne, men ikke de eksisterende bredde-/dybdeforhold. En overskridelse af kravet til vandføringsevnen her kan, som eksempel, derfor meget vel omfatte en oprensning uden for den teoretiske bundbredde og i højere kote-niveauer end den teoretiske bundkote.

Inden gennemførelse af oprensning skal der gennemføres en vurdering af, om det er foreneligt med gældende national lovgivning og EU miljølovgivning på området, herunder naturbeskyttelseslovens § 3, EU's habitatdirektiv og EU's vandrammedirektiv.

Gudenåen ligger på strækningen fra Silkeborg til Kongensbro indenfor Natura 2000-området, N49 "Gudenå og Gjern Bakker". Desuden har Gudenåen udløb til Randers Fjord, som fra Uggelhuse og til fjordens udløb i Kattegat ligger inden for Natura 2000-område "Ålborg Bugt, Randers Fjord og Mariager Fjord". Dette bevirker, at der skal tages særlige hensyn til naturtyper og arter i udpegningsgrundlaget for de to habitatområder (se afsnit 5.4.2).

Der er siden 2007 sket en markant øgning af mængden af vandplanter i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Randers Bro, hvilket skyldes, at vandet i åen er blevet mere klart. Der er tilmed tilstedeværelse af en betydelig mængde overvintrende vandplanter, som gør, at åen aldrig bliver helt grødefri, ej heller i den fastlagte periode for kontrol af vandføringsevnen.

Overvintrende vandplanter er dermed et vilkår, som er nødvendigt at inddrage ved fastlæggelsen af kravene til vandføringsevnen, for så vidt angår strækninger, der kontrolleres ved målinger af vandføring (Q) og vandstand (H) i vinterperioden (strækning med Q/H-kurver).

I nærværende regulativ er kravene til vandføringsevnen på strækningerne med Q/H-kurver (Silkeborg Langsø til Alling Å samt Tange Sø til Lilleåen) derfor fastlagt med indregning af en effekt fra overvintrende vandplanter på vandløbets vandføringsevne, som den fremstår i dag. Regulativet opererer dermed med en ikke-grødefri vintertilstand. Da vandløbets vandføringsevne er påvirket af overvintrende vandplanter i den størrelsesorden, som har optrådt de senere år, er denne påvirkning indregnet i kontrollen.

På strækningerne Alling Å til Ormnæs samt Lilleåen til Randers Bro er der i nærværende regulativ fastlagt krav til vandføringsevnen beskrevet ved en teoretisk skikkelse. Kontrol af en teoretisk skikkelse er ikke på samme måde påvirket af overvintrende vandplanter som ved kontrol af Q/H-kurver, da det er vandføringsevnen i vandløbets faktiske skikkelse, som kontrolleres gennem en eventuel kontrolopmåling og sammenlignende vandspejlsberegninger.

I Tabel 3-1 ses en oversigt over de fastlagte krav til vandføringsevnen på de enkelte strækninger af Gudenåen.

Strækning	Strækning	Bestemmelser i nærværende regulativ
<i>Opstrøms Tange Sø</i>		
Silkeborg Langsø til Alling Å	st. 0 - 16.675 m	Q/H kurver
Alling Å til Ormnæs	st. 16.675 - 22.763 m	Teoretisk skikkelse
Tange Sø	ca. 7,8 km	Q/H kurve
Udløb af Tange Å til vejdæmningen Tange-Ans vejen	100 - 150 m	Q/H kurve
<i>Nedstrøms Tange Sø</i>		
Tangeværket til Lilleå	st. 0 - 21.371 m	Q/H kurver
Lilleå til Randers Bro	st. 21.371 - 37.116 m	Teoretisk skikkelse

Tabel 3-1 Oversigt over valgte metoder til fastlæggelse af krav til vandføringsevnen i Gudenåen fra Silkeborg Langsø til Randers Bro.

Vandføringsevnen i Gudenåen på strækningen fra Alling Å til Tangeværket er påvirket af opstemningen ved værket. Det samme gælder på strækningen fra Lilleåen til Randers Fjord. Det betyder, at det ikke er muligt at beskrive vandføringsevnen ved Q/H-kurver på disse strækninger.

Ved fastlæggelsen af krav til vandføringsevnen i nærværende regulativ er der lagt vægt på at sikre, at disse afspejler den vandførings-evne, som fremgår af den seneste opmåling af strækningen samt de

kontrolmålinger af vandføringer og vandstande, der er gennemført hvert år i marts/april.

Effekten af de overvintrende vandplanter på vandstanden er afspejlet i de observerede vandstande ved målerunderne. Se nærmere vedrørende konstruktion af Q/H kurver i afsnit 3.4.1.

3.3 Vurdering af formstabilitet

3.3.1 Opstrøms Tange Sø

Gudenåen er fra Ringvejsbroen til Borre Å opmålt i 2020, og en nærmere beskrivelse af opmålingen er givet i afsnit 2.1. Gudenåen er tidligere opmålt i 1922, 1997 og 2011. Opmålingerne er gennemført med forskellig detaljeringsgrad og forskellig placering af de opmålte tværsnit. De seneste opmålinger fra 2011 og 2020 er de mest detaljerede.

Der er udarbejdet flere undersøgelser og vurderinger, som belyser, at Gudenåen mellem Silkeborg og Borre Ås udløb er præget af formstabilitet.

De forskelle mellem profiler, der kan konstateres ved sammenligning af forskellige opmålinger, kan i alt overvejende grad tilskrives ringe detaljeringsgrad i de ældre opmålinger (1922 og 1997), eller at profilerne ikke er målt ved samme lokalitet.

Således vurderes det i notatet "Fastlæggelse af bestemmelser om vandføringsevnen på grundlag af de faktiske forhold, tekst til teknisk redegørelse" fra 2018 (Bilag O), at der på strækningen mellem Silkeborg og udløbet af Borre Å ikke er sket nævneværdige forandringer af vandløbets fysiske tilstand mellem 1922 og 2011, hverken i form af aflejringer på bunden eller i form af indsnævringer af profilet.

I rapporten "Opmåling af Gudenå 2020" (Bilag D) fremgår det, at der ikke er identificeret betydende aflejringer og profilforandringer ved opmålingen i 2020 i forhold til 2011, hverken ved direkte sammenligning eller gennem sammenlignende vandspejlsberegninger.

Analyserne i notatet "Kontrol af Gudenåens vandføringsevne ved anvendelse af 1997-opmåling som teoretisk skikkelse" fra april 2022 (Bilag E) peger entydigt på, at årsagen til afvigelserne mellem beregnet vandføringsevne på grundlag af 2020/21-opmålingen og 1997-

opmålingen er, at sidstnævnte er gennemført med utilstrækkelig detaljeringsgrad i henseende til at give et retvisende grundlag for beregning af vandføringsevnen.

På strækningen fra Borre Ås udløb til Ormnæs er der ikke foretaget egentlige analyser af formstabilitet, fordi datagrundlaget ikke er til stede. Strækningen har en delta-lignende karakter med strømrrender og højere fladeniveauer indimellem. Strækningen forventes ikke at være formstabil, da bundtransport og suspenderet sedimenttransport naturligt vil aflejres på strækningen, når strømhastigheden, som følge af stuvningspåvirkning fra søen, aftager tilstrækkeligt.

3.3.2 *Nedstrøms Tange Sø*

Gudenåen nedstrøms Tange Sø er opmålt i 2020, og en nærmere beskrivelse af opmålingen er givet i afsnit 2.1. Gudenåen er tidligere opmålt i 1922, 1997 og 2009-2010-2015. Desuden er en delstrækning opmålt i 1938-39 (pejlinger) efter en gennemført regulering af strækningen fra Tangeværket til Bjerringbro omkring 1938-39.

Opmålingerne er gennemført med forskellig detaljeringsgrad og forskellig placering af de opmålte tværsnit. De seneste opmålinger fra 2010/2011/2015 og 2020 er de mest detaljerede.

Pejling af strækningen fra Tange til Bjerringbro i 1938-39 i forbindelse med projekt til uddybning af Gudenåen viser, at tværprofilerne opmålt i 2020 i store træk har samme udseende (dybde og bredde) som ved pejlingen fra 1938-39 (bilag M). Det vidner om, at vandløbet siden 1939 har været forholdsvis formstabilt.

Nedstrøms Bjerringbro er der en række projektdimensioner fra 1934-36 og strækningen er reguleret i forhold til 1922 opmålingen. Der er ikke gennemført opmåling/pejlinger efterfølgende som for strækningen Tange til Bjerringbro, hvorfor det ikke er muligt at fastslå hvilken profil Gudenåen havde på denne strækning efter reguleringen. Tværprofilerne opmålt i 2020 viser generelt, at profilerne fra detailprojektet ligger højere og på flere strækninger også er smallere end 2020 profilerne.

Når det er sagt, er der i flere rapporter redegjort for, at den ringe detaljeringsgrad i de gamle opmålinger, herunder 1997-opmålingen, gør det svært at dokumentere formstabiliteten på strækningen fra

Tange Sø til Randers (notatet "Kontrol af vandføringsevne – Gudenåen nedstrøms Tange Sø", Bilag K fra 2022). Vandløbets fysiske tilstand er meget dårligt beskrevet i opmålingen fra 1997. Der er kun få profiler, som direkte kan sammenlignes med nyere opmålinger, idet der er en vis usikkerhed på den nøjagtige lokalitet af de enkelte opmålte tværprofiler, særligt på strækninger, hvor der er større afstand til faste bygværker (f.eks. broer).

I notatet vedr. kontrol af vandføringsevnen fra oktober 2022 (bilag K) er sammenlignelige tværprofiler fra opmåling 1997 sammenstillet med 2020-opmålingen. Af notatet fremgår det, at sammenligning af opmålte tværprofiler fra 1997 og 2020 langt overvejende indikerer en udpræget tendens til formstabilitet, med undtagelse af strækningen ud for Væth Enge (st. 24.275 – 28.935), hvor der er gennemført et vådområdeprojekt på engene langs vandløbet i 2007.

Dette er også konklusionen i notat "Kontrolopmåling af Gudenåen 2020" udarbejdet i 2021 (Bilag J), hvor 2020 opmålingen sammenlignes med 2010/2011/2015-opmålingen. Her står, at vandføringsevnen ikke har ændret sig nævneværdigt i perioden mellem tidligere opmåling og seneste opmåling fra 2020. Det vurderes, at Gudenåen generelt er formstabil, idet de opmålte profiler og bundniveauer i overvejende grad er i samme niveau og har samme udformning som ved de tidligere opmålinger. Resultaterne i notatet "Kontrol af vandføringsevne – Gudenåen nedstrøms Tange Sø, 2022" (Bilag K) viser dog, at der kan være sket aflejringer på strækningen fra st. 6.250 til 13.250. En nærmere undersøgelse af dette viste, at det ikke kunne udelukkes, at selvom der var forskelle i bundniveauet, så skyldes forskelle i vandføringsevnen for opmålingerne fra hhv. 1997 og 2020, i langt overvejende grad den større detaljeringsgrad i 2020-opmålingen, særligt hvad angår antal profiler og placeringen af disse. Derfor kunne det ikke her konkluderes, at vandføringsevnen mellem st. 6.250 -13.250 reelt er blevet mindre fra 1997 til 2020, men dog heller ikke udelukkes.

I notatet (Bilag K) er det bemærket, at der ud for Væth Enge er højere bundniveauer i 2020 i forhold til 2010/2011/2015-opmålingen. Væth Enge er et vådområde, som er anlagt i 2006/2007 langs åens højre side (ca. st. 24.275 – 28.935). Randers Kommune har i foråret 2022 foretaget yderligere analyser omkring effekter ved Væth Enge, og fundet, at en større del af Gudenåens vandføring gennemløber Væth Enge. Dette vurderes at foranledige et fald i strømhastigheden, som

kan medføre aflejring i Gudenåen. Derfor er der ikke formstabilitet i Gudenåen ud for Væth Enge.

Der er ikke konstateret ændringer i profiler og vandføringsevne i Gudenåen ved de øvrige vådområdeprojekter: Vorup Enge, Hornbæk Enge og Haslund-Værum Enge.

Det er dog vurderet ud fra 2020-opmålingen, at kravet til vandføringsevne i regulativ 2000 er overholdt, se notatet "Kontrol af vandføringsevne i Gudenåen fra Lilleå til Væth Enge" (Bilag L). Der er således i juni 2022 udført en kontrol af vandføringsevnen, som tager højde for den vandføring, som vurderes at løbe ind og ud af Væth Enge (se afsnit 3.5.2).

3.4 Vandføringsevnen beskrevet ved Q/H kurver

3.4.1 Konstruktion af Q/H kurver

Kravene til vandføringsevnen skal på følgende to strækninger kontrolleres på basis af Q/H-kurver på i alt 29 kontrolstationer, som fremgår af Tabel 3-2:

- Opstrøms Tange Sø: Silkeborg Langsø til Alling Å (st. 0 - 16.675), 16 Q/H kurver.
- Nedstrøms Tange Sø: Tangeværket til Lilleå (st. 0 - 21.371), 13 Q/H kurver.

Opstrøms Tange Sø - Silkeborg til Alling Å							
Station:							
20	1.573	2.859	3.449	4.365	5.292	6.264	7.528
8.285	8.495	9.744	10.609	11.760	13.268	15.230	15.916

Nedstrøms Tange Sø - Tange Sø til Lilleå							
Station:							
195	512	2.535	4.440	6.354	8.269	10.154	12.313
14.121	15.332	15.883	17.582	19.262			

Tabel 3-2 Oversigt over stationeringen af kontrolstationer (Q/H stationer) i Gudenåen op- og nedstrøms Tange Sø.

Lokaliteten af kontrolstationerne og de opstillede krav er fastlagt således, at de tilsammen beskriver Gudenåens faktiske vandføringsevne på hele strækningen.

Det betyder, at den nuværende vintervandføringsevne inkl. påvirkning fra overvintrende vandplanter er lagt til grund for fastlæggelsen af kravene til vandføringsevnen.

For de 29 kontrolstationer er der udarbejdet Q/H-grundkurver, der viser sammenhængen mellem vandføring og vandstand.

Grundkurven angiver den største vandføringsevne, der må forekomme efter gennemførelse af eventuel oprensning, og grundkurven betegnes derfor som vedligeholdelseskurven.

Vedligeholdelseskurven (grundkurven) er fastlagt ved at udføre vand-spejlsberegninger for en række vandføringer ved opmålingen fra 2020. Grundkurven er herefter justeret i forhold til de målte Q- og H-

værdier fra målerunderne i marts-april. For strækningen opstrøms Tange Sø er der justeret i forhold til måleværdier fra perioden 2017 – 2022, mens der for strækningen nedstrøms Tange Sø er anvendt måleværdier fra perioden 2013 -2022.

Opstrøms Tange Sø fra Ringvejsbroen til Tange Sø er der gennem perioden 2013 – 2022 sket en udvikling i tætheden af overvintrende vandplanter, hvor der er registreret en større tæthed og variation i vegetationen i perioden 2017 – 2022 end de forudgående år. Derfor er grundkurven for kontrolstationer på strækningen opstrøms Tange Sø justeret i forhold til de målte Q- og H-værdier fra målerunderne i marts-april i perioden 2017 – 2022, som beskriver de aktuelle forhold på denne strækning bedre end hele perioden 2013 -2022.

Udvikling i tætheden af overvintrende vandplanter i Gudenåen opstrøms Tange Sø understøttes af registreringer og vurderinger i følgende notater.

I notatet "Vandføring og vandstande i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø" april 2022 (bilag F), er der registreret overvintrende grøde. Særligt mellem Sminge Sø og Svostrup Bro er der i bræmmerne omkring strømbenden betydelige mængder overvintrende vandplanter, som er domineret af Børsteblandet Vandaks. Samme billede er registreret på strækningen fra Svostrup Bro til Borre Å. Opstrøms Sminge Sø er der i de senere år kommet en større mængde Svømmende Vandaks, som ligeledes overvintrer med en betydelig biomasse.

I notatet " Gudenåen – Notat nr. 2021-5. Kortlægning og vurdering af vegetationen i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø", 2021 (bilag G), er vegetationen blevet kortlagt og tilstanden vurderet. Notatet beskriver bl.a., at variationen i undervandsvegetationen artsmæssigt ændrer sig ned gennem vandløbet, såvel på tværs som på langs i profilet. På strækningen fra Ringvejsbroen til Resenbro dominerer Enkelt Pindsvineknop og dækker en stor del af bundfladen. Her er der ringe variation i undervandsvegetationen. Nedstrøms Sminge Sø øges variationen, hvor den største variation findes på strækningen fra kort opstrøms Tvillum Bro og ned til Tange Sø.

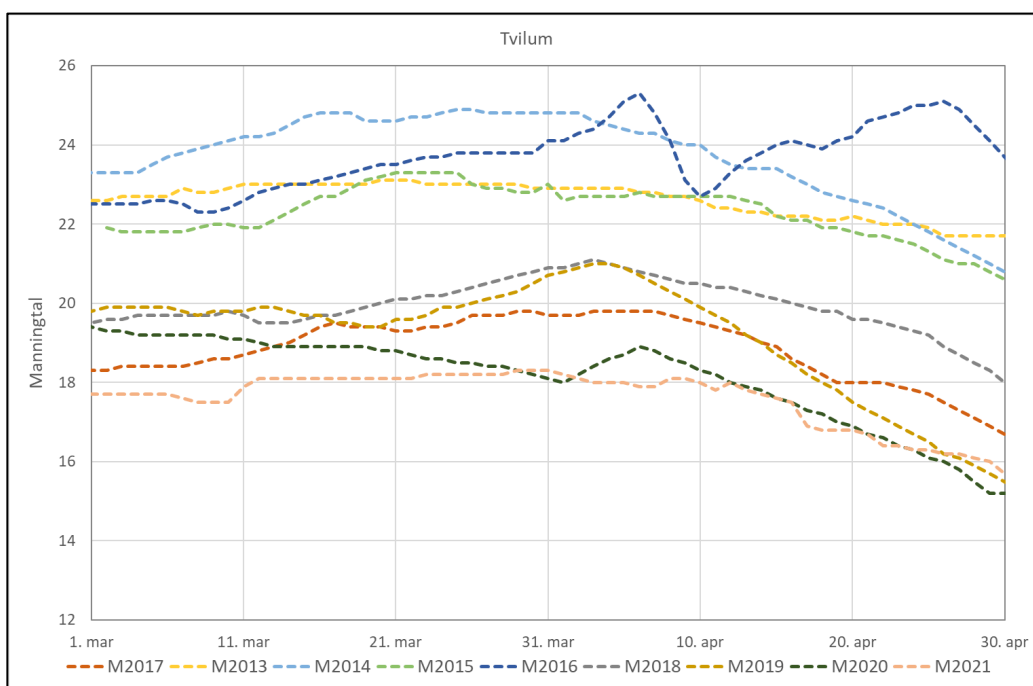
På strækningen mellem Silkeborg og Sminge Sø er der i de senere år især kommet større bevoksninger med bredbladede Vandaks-arter, som overvintrer med en betydelig biomasse. Det drejer sig særligt om Svømmende Vandaks og til dels Børsteblandet Vandaks. De store

bredbladede Vandaks-arter vurderes under naturlige forhold i et vandløb af Gudenåens størrelse og karakter at have en konkurrencemæssig fordel i forhold til Enkelt Pindsvineknop. På strækninger, hvor sammensætningen af vandplanter er domineret af Enkelt Pindsvineknop, vil plantesammensætningen sandsynligvis udvikle sig mod større udbredelse af de bredbladede Vandaks-arter, hvoraf flere er overvintrende.

En større tæthed af overvintrende vandplanter vil medføre et lavere Manningtal på strækningen, idet størrelsen på Manningtallet falder med stigende modstand. Det vurderes derfor, at det er hensigtsmæssigt at anvende data fra de senere år for at beskrive den aktuelle tilstand.

Som illustration på den udvikling i vandplanternes sammensætning og tæthed, der er sket på strækningen opstrøms Tange Sø, er der foretaget beregninger af Manningtallet på døgnmidler i marts-april på målestationerne Ringvejsbroen, Resenbro, Tvilum og Kongensbro i perioden 2013 – 2022.

Beregningerne viser, at Manningtallene på målestationen ved Tvilum generelt er lavere (større modstand) i perioden 2017 – 2022 end i 2013 – 2016, se Figur 3-1. Denne tendens er ikke helt så tydelig på målestationer opstrøms Sminge Sø.



Figur 3-1 Manningtal på målestationen ved Tvillum i perioden 1. marts til 30. april i 2017-2021.

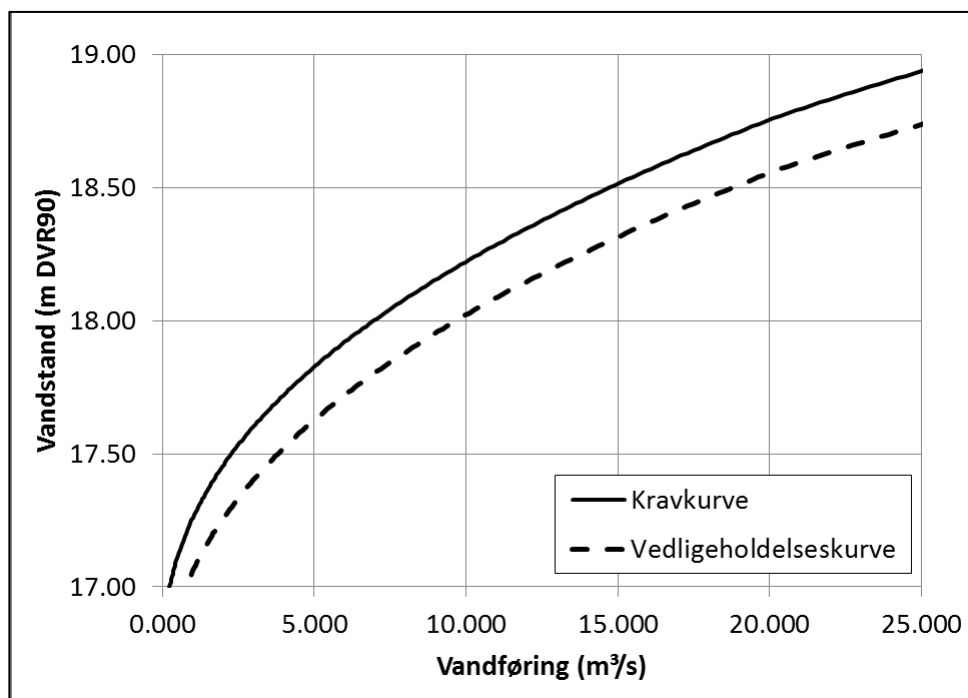
På baggrund af udviklingen mod flere overvintrende vandplanter på strækningen opstrøms Tange Sø er QH-grundkurverne her justeret i forhold til de seneste 6 år (2017-2022), da disse år i højere grad vurderes at beskrive den aktuelle tilstand for strækningen. På strækningen nedstrøms Tange Sø er der i perioden fra 2013 til 2022 ikke på samme måde evidens for en udvikling i sammensætningen af vandplanter mod mere overvintrende arter. Derfor er QH-grundkurverne på denne strækning justeret i forhold til de seneste 10 år (2013-2022).

Grundkurven er generelt justeret matematisk i forhold til de målte Q- og H-værdier fra målerunderne, så der er mindst standard afvigelse, dvs. grundkurverne beskriver den variation, der er registreret ved målepunkterne gennem perioden. På grund af vandløbets konstaterede og dokumenterede formstabilitet tilskrives variationen i måleværdierne alene forskelle i mængden af overvintrende vandplanter de enkelte år.

Vedligeholdelseskurven (grundkurven) og de anvendte observerede data for de enkelte kontrolstationer i Gudenåen er vist i bilag A og bilag H.

Foruden vedligeholdelseskurven er der fastlagt en kravkurve. Kravkurven angiver, hvor meget vandføringsevnen ved enhver vandføring må forringes på grund af aflejringer, brinkudskridninger eller lignende i vandløbets profil, før der skal iværksættes foranstaltninger til forbedring af vandføringsevnen. Denne må i så fald ikke forbedres mere end til, hvad der svarer til vedligeholdelseskurven.

Et eksempel på fastlæggelse af kravet til vandføringsevnen på en Q/H-station med kravkurve og vedligeholdelseskurve er vist i Figur 3-2.



Figur 3-2 Eksempel på fastlæggelse af krav til vandføringsevnen på en Q/H-station med angivelse af en kravkurve og en tilhørende vedligeholdelseskurve. Vandstanden ved en given vandføring må ikke overstige den tilhørende vandstand på kravkurven. Vandføringsevnen må i givet fald ikke forbedres til mere, end der er beskrevet ved vedligeholdelseskurven.

Kravkurven er fastlagt med en forskydning på 20 cm over vedligeholdelseskurven. De anvendte måleværdier fra kontrollen af vandføringsevnen ligger inden for dette interval.

På grund af vandløbets konstaterede og dokumenterede formstabilitet tilskrives variationen i måleværdierne alene mængden af overvintrende vandplanter. Et spænd på 20 cm mellem kravkurve og vedligeholdelseskurve medfører, at der tillades en vis mængde overvintrende vandplanter på kontroltidspunktet, inden der skal iværksættes videre foranstaltninger.

3.4.2 Kontrollen af vandføringsevnen på QH-stationer

Kontrol af, om den regulativmæssige vandføringsevne er til stede, gennemføres én gang årligt i perioden 1. marts - 30. april. Kontrollen gennemføres ved at foretage aflæsninger af vandstandskoter på alle kontrolstationer og vandføring på følgende repræsentative stationer:

- Resenbro st. 2.859 m
- Tvillum Bro st. 10.609 m

- Bjerringbro st. 4.441 m
- Opstrøms Ulstrup Bro st. 14.083 m
- Opstrøms Langå jernbanebro (opstrøms Lilleå) st. 21.327 m

På kontrolstationer, hvor der kun måles vandstandskote, bestemmes vandføringen på den enkelte kontrolstation ved oplandsekstrapolation ud fra oplandstørrelsen til den enkelte station og den arealspecifikke afstrømning fra de to vandføringsstationer.

De sammenhørende værdier af vandstandskote og vandføring indtegnes og sammenholdes med Q/H-kurven for hver kontrolstation. Hvis kontrolpunktet ligger under kravkurven, er kravet til regulativmæssige vandføringsevne overholdt. Hvis kontrolpunktet ligger over kravkurven, skal der foretages en vurdering (et syn) af årsagen (-erne). Hvis denne kontrol viser tegn på fysiske forandringer, iværksættes en kontrolopmåling af en strækning nedstrøms stationen(-erne) med overskridelse af kravkurven. Hvis kontrolopmålingen viser fysiske forandringer i form af aflejringer, brinkudskridninger eller lignende som årsag til det hævede vandspejl, kan der foretages oprensning. Hvis kontrollen viser, at overskridelsen skyldes overvintrende vandplanter eller andre forhold, som ikke er relateret til forandringer i vandløbsprofilen, foretages der ikke videre. Ved eventuel oprensning forbedres vandføringsevnen ikke mere end til vedligeholdelseskurven.

3.5 Vandføringsevne beskrevet ved en teoretisk skikkelse

3.5.1 Fastlæggelse af teoretisk skikkelse

Opstrøms Tange Sø er vandstanden i Gudenåen fra Alling Å til Ormnæs (st. 16.675 – 22.763 m) påvirket af vandstanden i Tange Sø, som reguleres af opstemningshøjden ved Tangeværket.

På tilsvarende vis er vandstanden i Gudenåen fra Lilleå til Randers Bro (st. 21.371 - 37.116 m) påvirket af tidevandsvariationerne i Randers Fjord.

På stuvningspåvirkede strækninger er der ikke en entydig sammenhæng mellem vandstand og vandføring, og det er derfor ikke muligt at fastlægge krav til vandløbets vandføringsevne ved brug af Q/H-kurver. Der vil kunne forekomme overskridelser af kravkurven alene som følge af stuvningsbetingede forhøjelser af vandstanden, medmindre kravkurven fastlægges med så stor margin over vedligeholdelseskurven, at det ikke giver mening.

Derfor er der fastsat krav til vandløbets vandføringsevne i form af en teoretisk skikkelse på disse strækninger. Af hensyn til den økologiske tilstand tilstræbes det, at vandløbet henligger i en tilstand med varierede bund- og dybdeforhold. Vandløbet kan således antage en vilkårlig skikkelse, blot vandføringsevnen i det faktiske vandløb er lige så god som i det teoretiske referencevandløb (teoretisk skikkelse).

Kravet til vandføringsevnen beskrives i form af en teoretisk skikkelse, der er opstillet på samme vis som i et fast geometrisk skikkelsesregulativ med bundkote, bundbredde og anlæg. Der er dog ikke krav til, at selve skikkelsen skal være overholdt. Der er fastlagt krav til, at skikkelsen beskriver den fastlagte vandføringsevne, og skikkelsen er således kun vejledende. Den teoretiske vandføringsevne udregnes på baggrund af den teoretiske skikkelse, et fastlagt Manningtal, fastlagt(-e) afstrømningsværdi(-er), samt et fastlagt startvandspejl.

Som udgangspunkt er de teoretiske skikkelser fastlagt ved at tilpasse skikkelsen (bundkoter og bundbredder og skråningsanlæg) så godt som muligt til de faktiske opmålte forhold i 2020.

På strækningen fra Borre Ås udløb til Tange Sø og igen på strækningen ud for Væth Enge, mellem st. ca. 24.275 og 28.935 m, er der dog ikke taget direkte afsæt i de fysiske opmålte forhold, hvilket er uddybende forklaret herunder.

Strækningen fra Borre Å til Tange Sø

Strækningen har delta-lignende forhold med meget brede profiler, op til ca. 300 m, og meget varierende bundniveauer både i længderetningen og indenfor de enkelte profiler. Det har derfor ikke været muligt at opsætte en ensartet simpel geometri (bundkote, bundbredde, anlæg) der udtrykker de eksisterende bredde-/dybdeforhold. Den teoretiske skikkelse på strækningen afspejler således primært den eksisterende vandføringsevne på strækningen, som er beregnet med grundlag i de opmålte profiler. Der er anvendt en vintermiddel afstrømning til beregningerne.

Strækningen ud for Væth Enge (St. 24.250 – 28.910 m)

I 2007 blev vådområdeprojektet Væth Enge etableret. I tilladelsen til vådområdeprojektet af 9. marts 2007 er det angivet, at ca. 80 % af Gudenåens vandføring ved en middelfaststrømning vil løbe i selve Gudenåen, mens ca. 20 % vil løbe gennem engområderne. Dette er dog

ikke tilfældet i 2022. Der er således lavet en undersøgelse i 2022, som vidner om, at ca. 40 % af vandføringen ved en vintermiddel afstrømning løber gennem Væth Enge og kun ca. 60 % løber i Gudenåens hovedløb (bilag L). Den store reduktion af Gudenåens vandføring ud for Væth Enge betyder et fald i strømhastigheden, som har ført til aflejring af sand på strækningen.

De faktiske opmålte forhold i Gudenåen ud for Væth Enge er i kombination med en vandføringsfordeling på 80 % til Gudenåen og 20 % gennem Væth Enge (Jfr. Tilladelsen af 9. marts 2007) ikke foreneligt med de krav til vandføringsevne, der er beskrevet i regulativ fra 2000 og ej heller beskrivende for eksisterende vandføringsevne.

I kontrolnotat (bilag L) er det vurderet, at den eksisterende vandføringsevne ud for Væth Enge overholder de gældende krav til vandføringsevne jfr. Regulativ 2000.

Nærværende regulativ tager som udgangspunkt grundlag i gældende og godkendte forhold, herunder tilladelsen til vådområdeprojektet i Væth Enge. Derfor er den teoretiske skikkelse ud for Væth Enge udarbejdet med grundlag i den fordeling af vandføringen, som fremgår af tilladelsen til projektet i kombination med den eksisterende vandføringsevne ved en vintermiddel afstrømning.

Eksisterende vandføringsevne ud for Væth Enge ved en vintermiddel afstrømning er således beregnet med grundlag i opmåling 2020 og den eksisterende fordeling af vandføring mellem Gudenåens hovedløb (60 %) og Væth Enge (40 %).

Den teoretiske skikkelse for Gudenåens hovedløb ud for Væth Enge er tilpasset så vandføringsevnen, med en fordeling på 80/20 % mellem hhv. Gudenåens hovedløb og Væth Enge, i overvejende grad beskriver eksisterende vandføringsevne.

Øvrige strækninger

For øvrige strækninger med teoretiske skikkelser, både op- og nedstrøms Tange Sø, er der også gennemført sammenlignende vandspejsberegninger for opmåling 2020 og den teoretiske skikkelse. Dette er gjort for generelt at sikre, at de fastlagte teoretiske skikkelser beskriver vandløbets nuværende vandføringsevne så godt som muligt.

Konsekvenserne af de teoretiske skikkelser op- og nedstrøms Tange Sø fremgår af afsnit 7.1.2.

Det vurderes, at vandløbets nuværende vandføringsevne er bibeholdt ved de fastlagte teoretiske skikkelser.

3.5.2 *Kontrol af teoretisk skikkelse*

Hvis der opstår tvivl om, hvorvidt det fastlagte krav til vandløbets vandføringsevne beskrevet ved en teoretisk skikkelse er opfyldt, kan vandløbsmyndigheden foretage en vurdering (visuel gennemgang) af, om der er fysiske forandringer i vandløbet på strækningen. Kan forholdet ikke umiddelbart afhjælpes (eksempelvis fjernelse af væltet træ mv.), gennemføres en kontrolopmåling af den pågældende strækning, så vidt muligt i vinterperioden (oktober til april). Derefter gennemføres sammenlignende vandspejlsberegninger til vurdering af, om den fastlagte vandføringsevne er opfyldt. Den beregningsmæssige kontrol af vandløbet gennemføres med henblik på at vurdere vandløbets fysiske tilstand ved vintermiddelafløb, som fremgår af tabel i afsnit 2.2.

Denne afløbssituation er valgt ud fra et ønske om at foretage en kontrol af, om vandløbet overholder de regulativfastsatte krav ved den mest forekommende afløbssituation i vinterperioden (vintermiddelafløb), som ligger under brinkniveau.

Til beregningerne anvendes et fastlagt Manningtal, som er angivet i regulativets afsnit om kontrol af vandføringsevnen beskrevet ved en teoretisk skikkelse (afsnit 8.3.2). Den anvendte værdi af Manningtallet er ikke af afgørende betydning i sig selv i forbindelse med kontrolberegningerne, men det er vigtigt, at Manningtallet er det samme ved beregninger for såvel de faktiske forhold som for de regulativfastsatte teoretiske dimensioner.

Beregningerne gennemføres med et fastlagt startvandspejl. Vandstanden på de to delstrækninger er påvirket af vandstanden i henholdsvis Tange Sø og Randers Fjord. Beregningerne skal derfor gennemføres med et startvandspejl, der beskriver denne påvirkning.

Ved at gennemføre beregninger på grundlag af vintermiddel afløbssituationen kontrolleres det, om vandløbets faktiske vandføringsevne er lige så god som i det teoretiske vandløb med de dimensioner, der er angivet i regulativets afsnit 3.

Vandspejlsforløbet for vintermiddelfastrømningen beregnes for de opmålte dimensioner og for dimensionerne i det teoretiske profil (regulativets afsnit 3). En sammenligning af vandføringsevnen i det teoretiske vandløb og det opmålte vandløb (kontrolopmålingen) foregår på den måde, at vandspejlskoterne for både det teoretiske profil og det opmålte profil beregnes og afbildes. De hydrauliske beregninger viser, hvordan vandspejlet vil indstille sig gennem vandløbet ved en bestemt vandføring og ruhed.

Vandspejlsberegningerne gennemføres med anvendelse af Modstandsradius.

Der er fastlagt følgende specifikke bestemmelser for gennemførelse af vandspejlsberegningerne for de to strækninger:

Kontrol af strækningen opstrøms Tange Sø

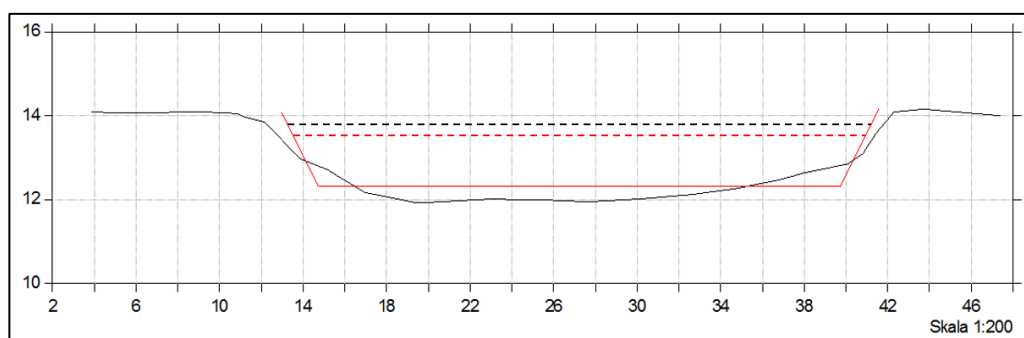
- Til beregningerne anvendes et Manningtal på 23, se afsnit 2.3 for beskrivelse af beregning af Manningtal for vinterperioden.
- Som startvandspejl ved vandspejlsberegningerne anvendes kote 13,57 m DVR90, som er flodemålet for Tangeværket.

Kontrol af strækningen nedstrøms Tange Sø

- Til beregningerne anvendes et Manningtal på 30 for strækningen fra Lilleå til Randers Bro, se afsnit 2.3 for beskrivelse af beregning af Manningtal for vinterperioden.
- Som startvandspejl ved vandspejlsberegningerne anvendes kote 0,02 m DVR90, som er middelvandstanden i Randers Fjord.
- På strækningen ved vådområdet Væth Enge (st. 24.275 – 28.935) løber en del af vandet i Gudenåen gennem vådområdet, dvs. ind i vådområdet i den øvre ende og tilbage til vandløbet i den nedre ende. Ved kontrolberegningerne skal der tages hensyn til dette. Der er gennemført en analyse af, hvor stor en mængde af Gudenåens vandføring, som gennemløber vådområdet (bilag L og N). Beregningerne har vist, at det i 2022 drejer sig om 40 % af vandføringen ved vintermiddelfastrømning. Således løb der ved undersøgelsen i 2022 kun 60 % af vandføringen i selve Gudenåen ud for Væth Enge ved en

vintermiddel afstrømning. I midlertidig er det i tilladelsen til vådområdeprojektet for Væth Enge (9. marts 2007) angivet, at ca. 80 % af Gudenåens vandføring ved en middelfafstrømning vil løbe i selve Gudenåen. Da området retableres i henhold til tilladelsen, er det besluttet, at kontrol af vandføringsevnen for den teoretiske skikkelse ud for Væth Enge skal tage grundlag i at 20% af vandføringen løber fra åen og ind i Væth Enge og 80 % af vandføringen forbliver i åen på strækningen mellem station 24.250 (indløb til Væth Enge) og station 28.910 (udløb fra Væth Enge). Ved en kontrol af vandføringsevnen skal oplandet derfor reduceres på strækningen langs Væth Enge med 20 % for beregningsmæssigt at kompensere for, at 20 % af vandføringen fra Gudenåen gennemløber Væth Enge, se oplandstabel i afsnit 2.2.

Generelt for Gudenåen vil en proces med henblik på oprensning kunne igangsættes, såfremt aflejringer er årsag til, at det beregnede vandspejl for kontrolopmålingen, ligger 20 cm eller mere over det beregnede vandspejl for den teoretiske skikkelse (se Figur 3-3).



Figur 3-3 Eksempel på et opmålt tværprofil (sort linje) med den teoretiske skikkelse (rød linje). Det beregnede vandspejl for kontrolopmålingen (sort punkteret linje) ligger mere end 20 cm over det beregnede vandspejl for den teoretiske skikkelse (rød punkteret linje).

Oprrensning af aflejringer må maksimalt have et omfang, der medfører, at vandføringsevnen i vandløbet svarer til den vandføringsevne, der er fastlagt ved den teoretiske skikkelse.

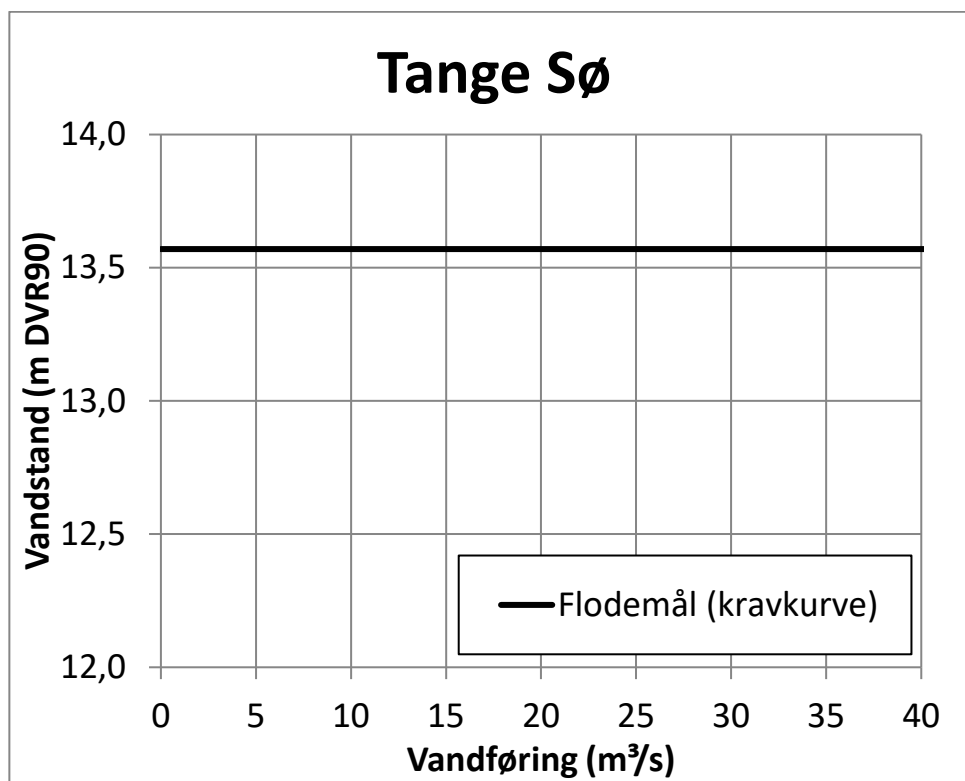
3.6 Vandføringsevne beskrevet ved Q/H krav gennem Tange Sø

3.6.1 Fastlæggelse af krav til vandføringsevnen

Vandføringsevnen gennem Tange Sø er fastsat ved gældende bestemmelser om øvre flodemål ved Tangeværket, se kapitel 6.

Det skal således ved Tangeværket og driften af værket sikres, at vandføringen gennem søen (fra Ormnæs til Tangeværket) kan afledes ved eller under øvre flodemålsskote på 13.573 m DVR90.

Kravet til vandføringsevnen gennem Tange Sø er illustreret i Figur 3-4.



Figur 3-4 QH-kravkurve gennem Tange Sø. Kravet til vandføringsevne gennem Tange Sø er udtryk for, at vandspejlet i søen, til en hvilken som helst vandføring, ikke må overstige øvre flodemål på 13,573 m, DVR90.

3.6.2 Kontrol af krav til vandføringsevne

Kontrol af vandføringsevnen gennem Tange Sø kan ske ved måling af vandstand ved en hvilken som helst lokalitet i søen mellem Ormnæs og Tangeværket.

Hvis der opstår tvivl om, hvorvidt det fastlagte krav til søens vandføringsevne er opfyldt, kan vandløbsmyndigheden foretage en kontrol.

4 GRØDESKÆRING

I sommerhalvåret kan der gennem én ordinær grødeskæring etableres eller opretholdes en strømrønde af hensyn til vandaflledningsevnen.

I nærværende regulativ gennemføres grødeskæringen til fastlagte terminer og strømrønde-bredder i løbet af sommeren af hensyn til vandløbs vandføringsevne i vandplanternes vækstperiode.

Derudover er der givet mulighed for at kunne gennemføre én ekstraordinær grødeskæring i helt ekstraordinære situationer for at nedsætte skadesniveauet ved akut risiko for oversvømmelse af bebyggede arealer og tekniske anlæg.

Ved den modsatte situation med tørkesituationer, hvor der opleves meget lave vandstande, og hvor en grødeskæring yderligere kan påvirke biologien og samfundet negativt, udsættes grødeskæringstidspunktet til et senere tidspunkt indenfor terminen. Der er ikke indført særlige bestemmelser omkring grødeskæring i en tørkesituation, fordi grødeskæringsterminerne både op- og nedstrøms Tange Sø er meget langstrakte, og der kan derfor tages højde for tørkesituationer ved den praktiske gennemførelse af grødeskæringen indenfor de eksisterende bestemmelser.

Enhver vedligeholdelse skal ske i overensstemmelse med vandets naturlige strømningsmønstre og strækningens naturlige formudvikling for at den vej at bevare og fremme de særlige natur- og miljømæssige kvaliteter, der karakteriserer vandløbet, og som ligger til grund for både Natura 2000-planens og vandområdeplanens målsætninger for strækningen.

4.1 Bestemmelser for grødeskæring

4.1.1 Bestemmelser i regulativ fra 2000

I regulativet fra 2000 var der fastsat følgende bestemmelser om grødeskæring:

- Vandløbet gennemgås 1 gang årligt med sigte på vurdering af det konkrete behov for grødeskæring.
- Grødeskæring mellem Silkeborg og Tange Sø (opstrøms Borre Å) skal ske i en 7 meter bred strømrønde og mellem Tange Sø og Randers i en 10 meter bred strømrønde. Desuden skal der være et strømløb gennem Sminge Sø og Tange Sø (nedstrøms Borre Å) på 20 m.
- Der skæres grøde én gang årligt, opstrøms Tange Sø (opstrøms Borre Å) i perioden 15. juni – 1. august og nedstrøms Tange Sø i perioden 15. august – 31. oktober.

Desuden kunne der efter vandløbsmyndighedens vurdering iværksættes supplerende grødeskæring. Der var ikke fastlagt kriterier for, hvordan vurderingen skulle foretages. I 2004 vedtog Århus Amt et tillægsregulativ om ekstraordinær grødeskæring, hvor de hidtil gældende bestemmelser blev erstattet med angivelse af tilfælde, hvor ekstraordinær grødeskæring kunne sættes i gang:

- Væsentlige og pludselige ændringer i vandløbets grødesammensætning.
- Væsentligt tidligere vækstsæson end forudsat ved fastlæggelsen af oprensningstidspunkter i regulativet.
- Akut risiko for oversvømmelse af bebyggede arealer og tekniske anlæg.
- Punktpåvirkninger (f.eks. nedstrøms dambrug).

4.1.2 *Bestemmelser i nærværende regulativ*

Det er besluttet i nærværende regulativ, at der gennemføres én årlig grødeskæring, og der er således ikke sket en ændring i forhold til bestemmelserne i regulativet fra 2000 på nær strækningen mellem Borre Ås udløb til Ormnæs, hvor det er besluttet at fastsætte en skærebredde på 10 meter. Strømrøndebredden fastholdes på 7 meter opstrøms Borre Ås udløb og 10 meter nedstrøms Tange Sø som i regulativ fra 2000. I Sminge Sø og gennem Tange Sø bevares en strømrønde på 20 meter. Desuden vedligeholdes en 5 m bred strømrønde fra det offentlige vandløb Tange Ås udløb (slutstation i regulativ) og til vejdæmningen for Tange-Ansvej.

Terminerne for grødeskæringen er justeret i forhold til regulativ fra 2000. Det er i nærværende regulativ besluttet, at grødeskæring i Gudenåen inkl. strømrander kan ske i perioderne:

Opstrøms Tange Sø: 1. juli – 1. september*
Nedstrøms Tange Sø: 1. september – 1. oktober*

Grødeskæring kan igangsættes under forudsætning af, at den grødefri strømrander ikke er til stede. Grødeskæringen færdiggøres for hver delstrækning indenfor 10 arbejdsdage.

Baggrunden for at justere grødeskæringsterminerne i forhold til det tidligere regulativ er et ønske om at udføre grødeskæringen sent på sommeren for at opnå mest mulig effekt på sænkning af vandspejlet og en længerevarende effekt af grødeskæringen i den efterfølgende periode af hensyn til afvandingen.

*Der har i processen med dette regulativ været et ønske om at fremrykke grødeskæringsterminen nedstrøms Tange Sø ud fra en betragtning om at få mest mulig effekt ud af grødeskæringen, da grøden begynder at henfalde i løbet af august. Det er dog i habitatkonsekvensvurderingen vurderet, at havlampretbestanden vil kunne tage skade, hvis der skæres grøde på delstrækningen Nedstrøms Tange Sø i perioden 1. august – 1. september. For at sikre at havlampretten ikke bliver skadet ændres grødeskæringsterminen således, at der kun kan skæres grøde på strækningen mellem 1. september til 31. oktober. Ligeledes kan det blive nødvendigt at skubbe grødeskæringen opstrøms Tange Sø til perioden 1. september – 31. oktober, såfremt der skabes passage ved Tangeværket. Årsagen er, at det i habitatkonsekvensvurderingen vurderes, at hvis den nuværende spærring for bl.a. flod- og havlampret fjernes, vil det med meget stor sandsynlighed være nødvendigt at flytte skæringsterminen til efter 1. september, således at eventuelle ynglende flod- eller havlampretter ikke bliver skadet af skæringen. Ændring af grødeskæringsterminen opstrøms Tange Sø kræver en ny regulativrevision.

Grødeskæringen skal gennemføres som strømrandereskæring i én strømrander i overensstemmelse med vandets naturlige strømningsmønstre og den angivne strømranderbredde i regulativet, så der efterlades en intakt bræmme, hvor vandplanter, der ikke tåler hyppige grødeskæringer, har et refugium. Ved grødeskæring på strækningen fra Stevnstrup til Randers Bro, skal der, hvor strømranderen naturligt

deler sig, skæres i flere naturlige strømrander med en samlet bredde på 10 m for at bevare de naturlige strømningsmønstre.

Afskåret grøde, som lægger sig oven på grødebræmmerne langs vandløbets bredder og ved bygværker, skal fjernes efter endt skæring. Denne bestemmelse skal sikre, at vegetationen langs vandløbets bredder ikke ødelægges af rådende grøde, og at der ikke skabes dårlige iltforhold.

4.1.3 *Bestemmelser om ekstraordinær grødeskæring*

I regulativet er der fastsat bestemmelse om, at der kan gennemføres én ekstraordinær grødeskæring i helt ekstraordinære situationer for at nedsætte skadesniveauet ved akut risiko for oversvømmelse af bebyggede arealer og tekniske anlæg.

En ekstraordinær grødeskæring er begrænset til en situation, der er ekstraordinær set over en længere periode. Hvis situationen nærmere bliver reglen end undtagelsen, skal det gældende regulativ ifølge administrativ praksis erstattes af et nyt regulativ for Gudenåen.

En ekstraordinær grødeskæring kan derfor kun foretages i sjældne tilfælde for at kunne karakteriseres som ekstraordinær og kun i situationer, hvor oversvømmelse kan have betydning for væsentlige samfundsmæssige interesser som for eksempel bebyggede arealer og tekniske anlæg. Ved sjældne tilfælde forstås sjældnere end hvert 8-10. år. Hyppigere skæring medfører risiko for blandt andet skade på vandplantesamfundet og kan derfor ikke forventes at kunne finde sted.

Det skal bemærkes, at selvom regulativet giver mulighed for en ekstraordinær grødeskæring, kan den ikke igangsættes, før de nødvendige tilladelser/dispensationer er opnået i henhold til anden relevant lovgivning, herunder naturbeskyttelseslovens § 3, habitatdirektivet og vandrammedirektivet.

Det er fastlagt i regulativet, at en ekstraordinær grødeskæring kan igangsættes i perioden 1. august – 15. november opstrøms Tange Sø og 1. september – 15. oktober nedstrøms Tange Sø, dog tidligst 4 uger efter den årlige ordinære skæring.

Det skyldes, at effekten af en grødeskæring typisk er udlignet efter 3-4 uger. Det skyldes også, at der er risiko for skade på plantesamfundet med indvandring af skæretolerante arter som pindsvineknop, hvis de skærefølsomme arter med topvækst ikke får tilstrækkelig mulighed for at restituere sig efter den ordinære skæring. På strækningen opstrøms Tange Sø er slutdato fastsat en måned senere end på nedstrøms strækning, fordi andelen af overvintrende grøde kan være mere betydende for vandstand og vandføring på opstrøms strækning.

I regulativet er der fastlagt kontrolvandspejlskoter ved udvalgte kontrolstationer i Gudenåen henholdsvis opstrøms og nedstrøms for Tangeværket.

Hvis den aktuelle vandstand ligger over de fastlagte kontrolvandspejlskoter på de udvalgte kontrolstationer, kan den lokale vandløbsmyndighed foretage en vurdering af, om der er grundlag for at iværksætte en ekstraordinær grødeskæring.

Et eventuelt behov for ekstraordinær grødeskæring vil kunne variere betydeligt på forskellige strækninger af Gudenåen opstrøms og nedstrøms Tange Sø. I tilfælde af ønske om ekstraordinær grødeskæring er det derfor den lokale vandløbsmyndighed, der træffer beslutning herom og forestår den tilknyttede sagsbehandling med inddragelse af de øvrige berørte vandløbsmyndigheder. Det vil typisk være myndighederne på nedstrøms beliggende strækninger, som kan blive berørt, fordi de modtager mere vand i perioden lige efter en ekstraordinær skæring som et resultat af forbedret vandføringsevne på den skårne strækning.

Fastlæggelse af kontrolvandspejlskoter

På grund af den forholdsvis korte periode med anvendelige hydrometriske data (ca. 10 år) på målestationerne har det ikke været muligt at fastlægge de udløsende kontrolvandspejlskoter på grundlag af en statistisk analyse af de hydrometriske data over en længere periode.

Derfor er kontrolvandspejlskoterne fastlagt ved en kombination af vandstands- og vandføringsdata fra eksisterende målestationer og viden om skadesniveauet på bygninger mv. på de enkelte strækninger ved ekstraordinær høj vandstand.

I den følgende tekst er givet en gennemgang af overvejelserne ved fastlæggelse af kontrolvandspejlene på de enkelte stationer.

Opstrøms Tange Sø

I Gudenåen på strækningen fra Silkeborg Langsø til udløb i Tange Sø er der fastlagt et kontrolvandspejl på fire kontrolstationer, hvor der er faste målestationer:

Kontrolstation			Kontrol- vandspejlskote (m DVR90)
Station	Stedbetegnelse	Målestation nr.	
20	Ringvejsbroen	21.122	20,1
2.859	Resenbro Bro	21.109	19,7
10.609	Tvilum Bro	21.01	18,2
18.119	Kongensbro Bro	21.11	14,8

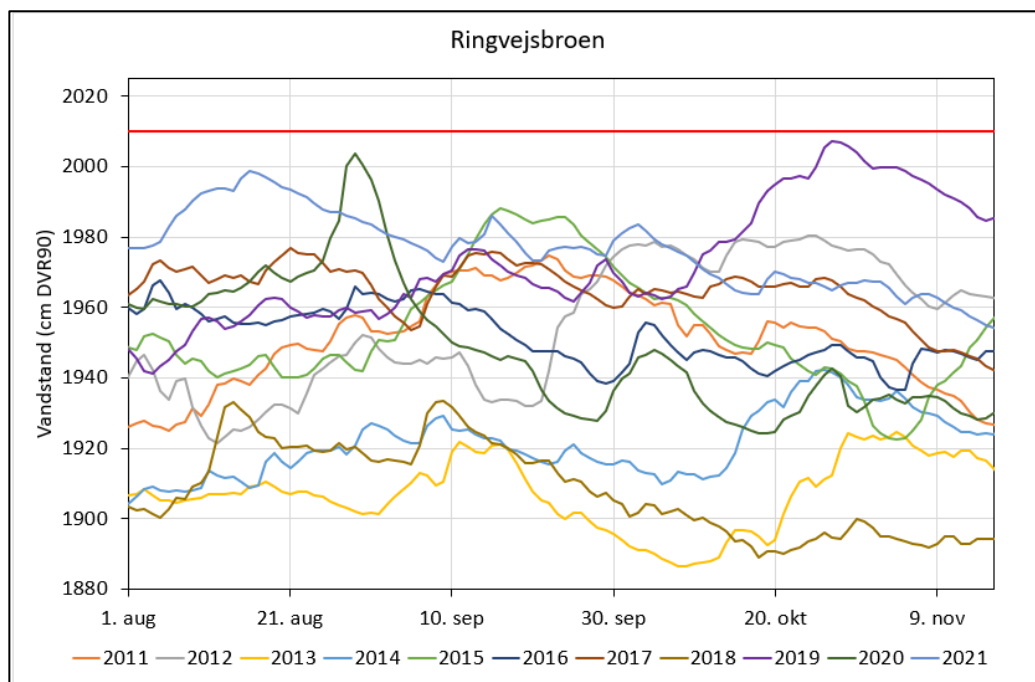
Opstrøms Tange Sø har analyser vist, at en grødeskæring i slutningen af august kan have en vis effekt på vandstanden, nemlig et fald på op til 10 cm i august 2017 og ca. 20 cm i august-september 2020. En ekstraordinær grødeskæring i november 2015 er ikke inddraget i vurderingen, da skæringen blev udført under forhold, hvor det var af underordnet betydning for vandføringsevne og vandstand.

I februar 2020 blev der i Silkeborg Langsø registreret en historisk høj vandstand om vinteren (20,36 m DVR90). I sensommeren 2020 og 2021 blev de hidtil højeste sommervandstande (henholdsvis 20,05 m og 19,95 m DVR90) registreret i Silkeborg By.

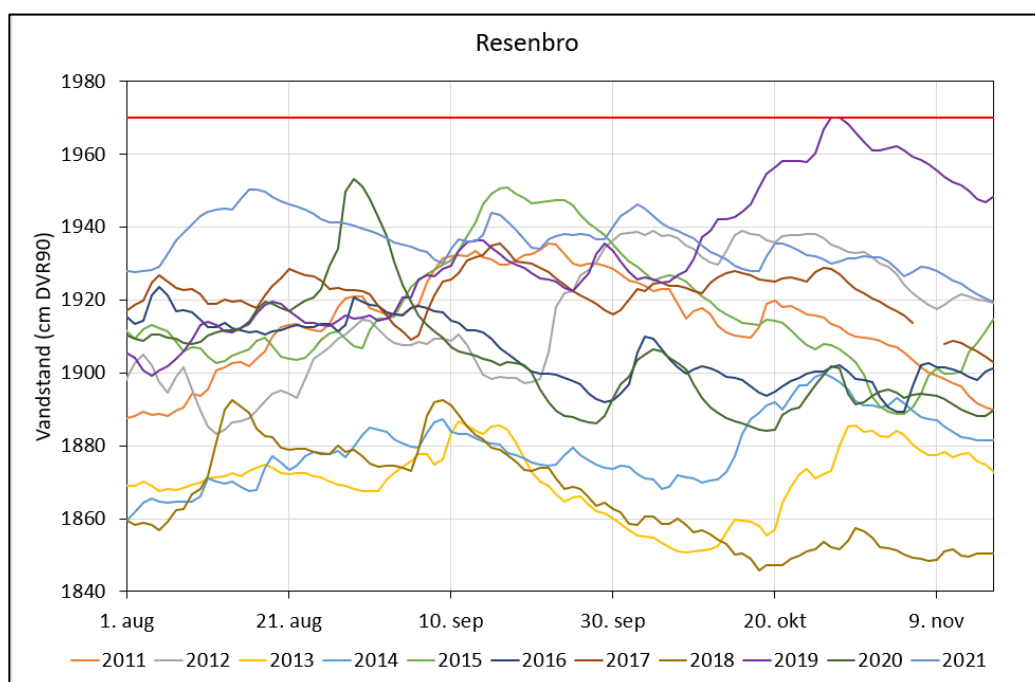
Ved fastlæggelse af kontrolvandspejlene på kontrolstationerne er der på opstrøms strækning taget udgangspunkt i omfanget af oversvømmede ejendomme ved hændelsen i februar 2020 og august 2021. Ved hjælp af digitaliserede overflyvningsbilleder fra februar 2020 og august 2021 er de bygninger identificeret, som var ramt af de forhøjede vandstande på sokkelniveau på den aktuelle strækning af Gudenåen. Ud fra BBR-oplysninger er der tilføjet informationer om bygningsanvendelse. Det er disse erfaringstal, der er lagt til grund for fastsættelsen af kontrolvandspejlskoterne for en vurdering af, om der skal igangsættes en ekstraordinær grødeskæring.

Med i vurderingen er også medtaget, at ved vandstande i Silkeborg Langsø over 20,25 m DVR90 vil der som udgangspunkt ske indløb af søvand til Søholt Renseanlæg med risiko for udledning af urensset spildevand til Silkeborg Langsø.

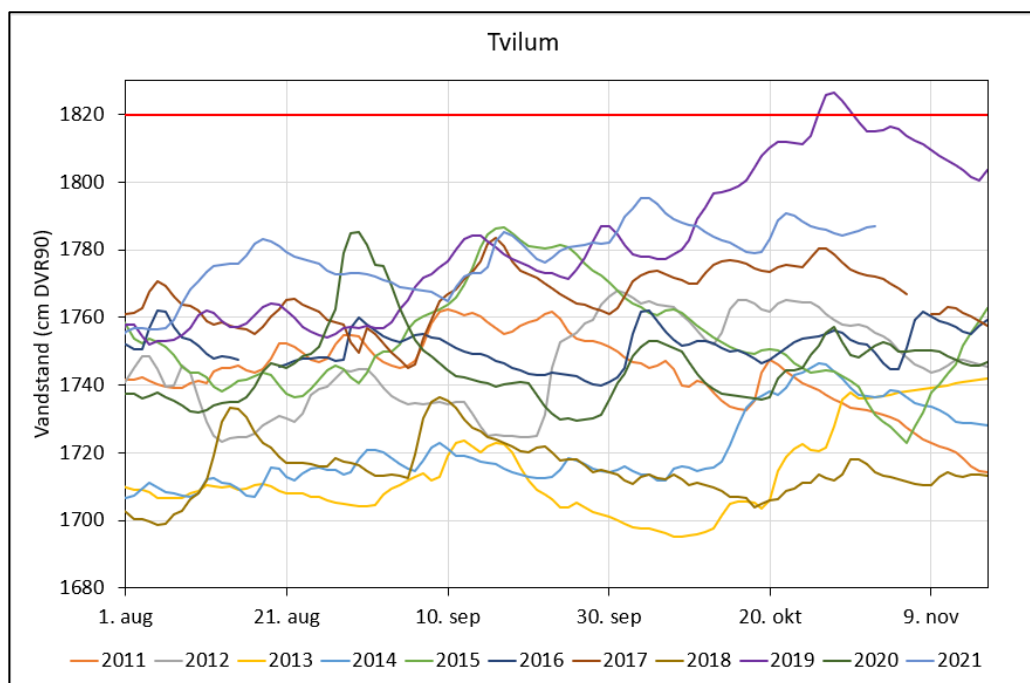
For hver målestation opstrøms Tange Sø er vist variationen i vandstanden i 2011 - 2021 i perioden, hvor der kan gennemføres en ekstraordinær grødeskæring (1. august – 15. november), se Figur 4-1, Figur 4-2, Figur 4-3 og Figur 4-4. Der er ligeledes vist den fastlagte kontrolvandspejlskote for hver station.



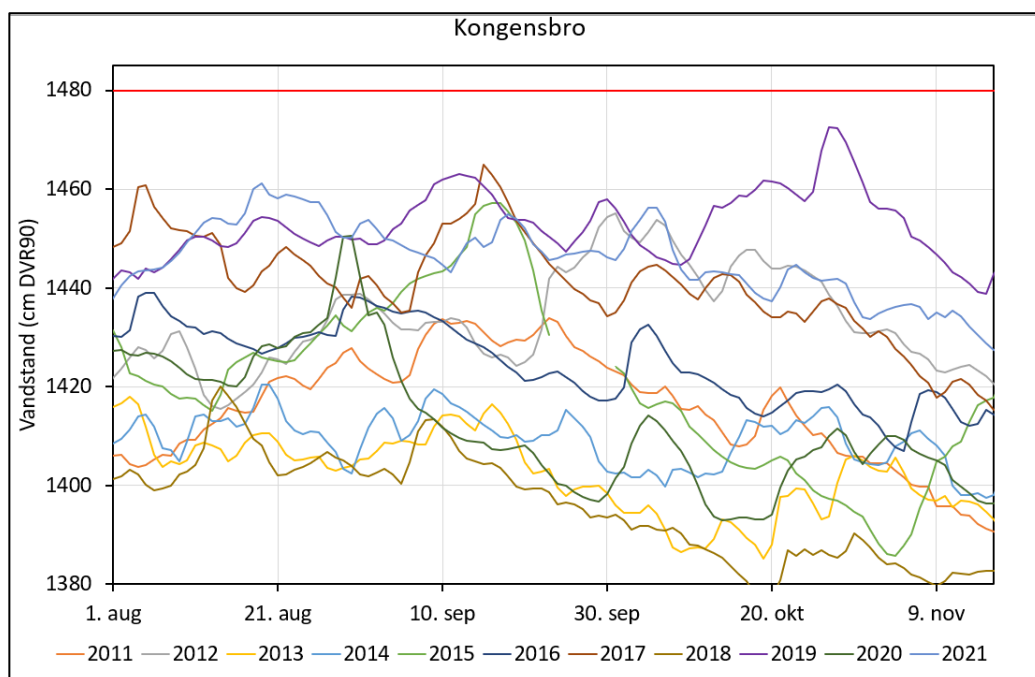
Figur 4-1 Opstrøms Tange Sø. Udløsende kontrolvandspejl på kontrolstation Ringvejsbroen (rød linje) samt døgnmiddelvandstand i årene 2011 - 2021.



Figur 4-2 Opstrøms Tange Sø. Udløsende kontrolvandspejl på kontrolstation Resenbro (rød linje) samt døgnmiddelvandstand i årene 2011 – 2021.



Figur 4-3 Opstrøms Tange Sø. Udløsende kontrolvandspejl på kontrolstation Tvilum (rød linje) samt døgnmiddelvandstand i årene 2011 – 2021.



Figur 4-4 Opstrøms Tange Sø. Udløsende kontrolvandspejl på kontrolstation Kongensbro (rød linje) samt døgnmiddelvandstand i årene 2011 – 2021.

Nedstrøms Tange Sø

I Gudenåen på strækningen fra Tangeværket til Randers Bro er der fastlagt et kontrolvandspejl på to kontrolstationer, hvor der er faste målestationer:

Kontrolstation			Kontrol- vandspejlskote (m DVR90)
Station	Stedbetegnelse	Målestation nr.	
4.440	Bjerringbro	21.07	5,0
14.121	Ulstrup	21.09	3,7

Kontrolstationen ved Ulstrup beskriver vandstandsforholdene på et længere forløb i Gudenåen, omtrent indtil Lilleå (st. 21.371). Der er ikke fastsat en kontrolvandspejlskote nedstrøms Langå til Randers Bro, idet vandstanden på denne strækning er påvirket af tidevandsvariationerne i Randers Fjord.

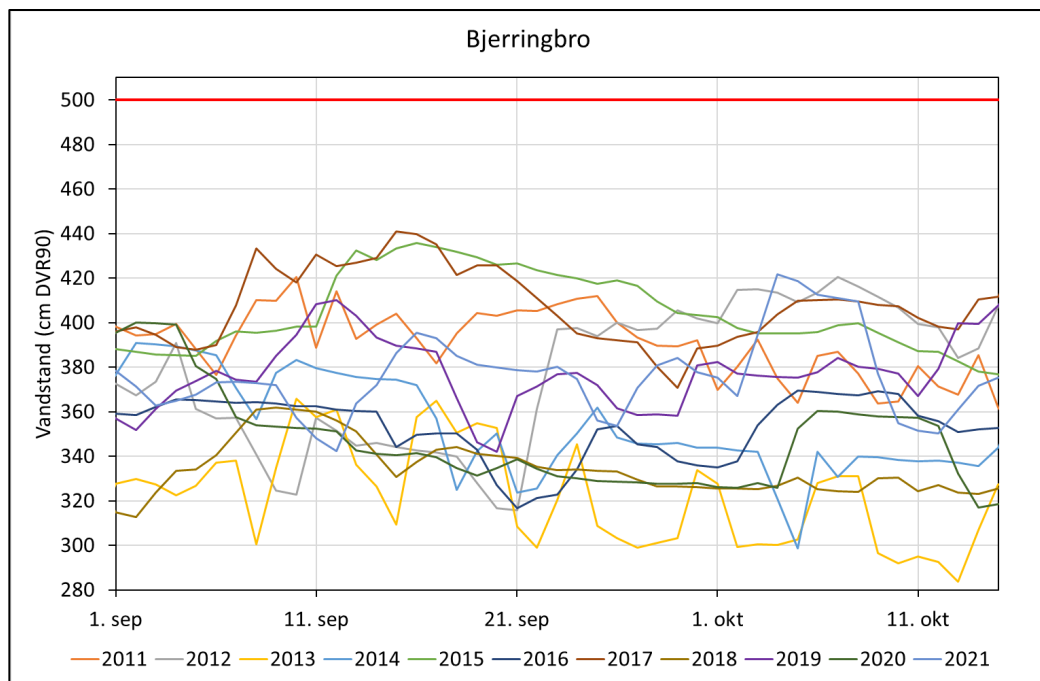
Fastlæggelse af kontrolvandspejlene for Bjerringbro og Ulstrup er valgt ud fra erfaringen fra en 100-års hændelse i februar 2020, idet hændelsen har givet en viden om konsekvenserne af en oversvømmelse ved denne kote ud fra erfaringer ved oversvømmelser på de lokale steder.

Kontrolvandspejlskoten for kontrolstationen i Bjerringbro er fastlagt ud fra den lokale viden om terrænforhold sammenholdt med kritisk infrastruktur samt bebyggelse.

I februar 2020 blev der registreret en 100-års hændelse, hvor vandstanden, registeret ved målestationen i Bjerringbro, toppede omkring kote 5,0 m DVR90. Samtidig med hændelsen blev der optaget dronevideoer, hvor man kan se, hvor højt vandet står, og hvorvidt bygninger og veje var oversvømmede eller truet af oversvømmelse. Denne registrering viser, at vandstande omkring kote 5,0 m kan være problematiske for enkelte ejendomme i Bjerringbro.

Spildevand bliver pumpet fra Bjerringbro langs med Gudenåen i nedstrøms retning til rensningsanlægget mod øst. Der er en risiko for, at en vandstand over kote 4,8 m kan oversvømme brønde, hvorved overfladevand kan trænge ind i spildevandssystemet. Da det ofte er kortvarige hændelser, vurderer forsyningen dog ikke, at det vil medføre samfundskritiske forhold.

For kontrolstation Bjerringbro er der i Figur 4-5 vist variationen i vandstanden i 2011 - 2021 i perioden, hvor der kan gennemføres en ekstraordinær grødeskæring (1. september – 15. oktober). Der er ligeledes vist den fastlagte kontrolvandspejlskote for stationen.



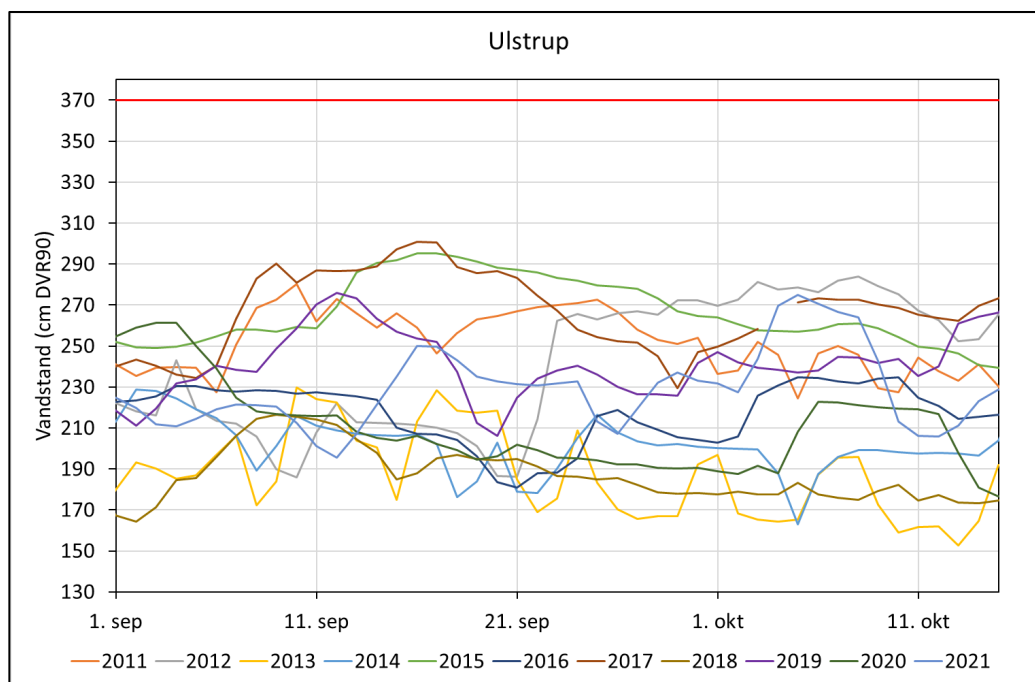
Figur 4-5 Nedstrøms Tange Sø. Udløsende kontrolvandspejl på kontrolstation Bjerringbro (rød linje) samt døgnmiddelvandstand i årene 2011 – 2021.

Kontrolvandspejlskoten for kontrolstationen i Ulstrup er ligeledes fastlagt ud fra den lokale viden om terrænforhold sammenholdt med kritisk infrastruktur samt bebyggelse.

I februar 2020 blev der ligeledes registreret oversvømmelser ved Ulstrup i forbindelse med 100-års hændelsen, som nævnt under beskrivelsen af kontrolstationen ved Bjerringbro. Vandstanden var ved denne hændelse på kote 3,7 m DVR90. Ved denne kote var vandet tæt på eller over Teglværksvej, mens dele af Skejsbjergvej var oversvømmet.

Det fastlagte kontrolvandspejl på 3,7 m er også i overensstemmelse med de risikoområder, der er udpeget i Viborg Kommunes klimatilpasningsplan, foruden den store hændelse i 2020.

For kontrolstation Ulstrup er der i Figur 4-6 vist variationen i vandstanden i 2011 - 2021 i perioden, hvor der kan gennemføres en ekstraordinær grødeskæring (1. september – 15. oktober). Der er ligeledes vist den fastlagte kontrolvandspejlskote for stationen.



Figur 4-6 Nedstrøms Tange Sø. Udløsende kontrolvandspejl på kontrolstation Ulstrup (rød linje) samt døgnmiddelvandstand i årene 2011 - 2021.

5 SEJLADSBESTEMMELSER

Det er tilladt at sejle på Gudenåen fra Ringvejsbroen til Randers Bro med ikke-motordrevne småfartøjer, jf. vandløbslovens § 4, stk. 1.

Sejladsen på Gudenåen skal ske i overensstemmelse med gældende lovgivning. Fastsættelse og gennemførelse af foranstaltninger efter loven skal ske under hensyntagen til de miljømæssige krav til vandløbskvaliteten, som fastsættes i henhold til anden lovgivning, jf. vandløbslovens § 1, stk. 2.

5.1 Ikke erhvervmæssig sejlads

Udover de fastsatte bestemmelser om ikke-erhvervmæssig sejlads i nærværende regulativ er ikke-erhvervmæssig sejlads på Gudenåen reguleret af Miljøministeriets "Bekendtgørelse om ikke-erhvervmæssig sejlads og anden færdsel på Gudenåen med sidevandløb og søer fra Tørring til Randers" (BEK nr. 148 af 24/02/2016), herefter sejladsbekendtgørelsen.

Vandløbsmyndighedens sejlads i forbindelse med tilsyn og opmåling mv. er ikke begrænset af bestemmelserne om sejlads på Gudenåen.

I regulativet fra 2000 blev der henvist til, at ikke-erhvervmæssig sejlads er reguleret af Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 288 af 4. maj 1993 (som ændret ved bek. nr. 579 af 6. juli 1995) om ikke-erhvervmæssig sejlads på Gudenåen med sidevandløb og søer fra Tørring til Randers. Der var suppleret med en bestemmelse om, at sejlads med motordrevet fartøj med en hastighed på over 5 knob ikke er tilladt på den del af Tange Sø, som er beliggende nedstrøms en linje ca. 1300 m øst for Ans Bro. I den daværende sejladsbekendtgørelse var sejlads med motordrevne fartøjer ikke tilladt på Gudenåen fra Ringvejsbroen øst for Silkeborg inkl. den vestlige 1/3 af Sminge Sø til en linje på tværs af Tange Sø ca. 1.300 m øst for Ans Bro. Dette forhold var forudsat ved tilblivelse af regulativet fra 2000.

Bekendtgørelsen blev i 2002 afløst af en ny bekendtgørelse (bek. nr. 220 af 3. april 2002 om ikke-erhvervmæssig sejlads og anden færdsel på Gudenåen med sidevandløb og søer fra Tørring til Randers), hvor bredejere på ovenfor omtalte strækning blev undtaget for forbuddet mod sejlads med motordrevne fartøjer, men uden fastsættelse af hastighedsbegrænsning. Der er derfor i nærværende regulativ fastsat en hastighedsgrænse på maksimalt 5 knob for bredejere på

strækningen fra Silkeborg til en linje 1.300 m øst for Ans Bro, se evt. kort i regulativets afsnit 6.1. Tange Sø har én ejer (Gudenaacentralen), og sejlads med motor kræver ejers tilladelse.

I regulativet fra 2000 var der ikke fastsat tydelige bestemmelser om tilladelse til sejlads med motordrevne fartøjer. I nærværende regulativ er derfor fastsat bestemmelser om, hvor sejlads med motordrevet fartøj er tilladt jf. regulativets afsnit 6.1. Tilladelsen til sejlads med motordrevet fartøj er ikke ensbetydende med, at der igennem vedligeholdelsen af strømrunden sikres en vanddybde eller en grødefri strømrunde, som muliggør motordrevet sejlads til alle tidspunkter på alle strækninger af Gudenåen. Især må det forventes, at der i områder, hvor Gudenåen får deltalignende karakter kan opstå lavvandede partier.

I regulativet fra 2000 blev anført, at såfremt sejladsbekendtgørelsen ophæves, indgår de på dette tidspunkt gældende regler om ikke-erhvervsmæssig sejlads på Gudenåens hovedløb fra Silkeborg til Randers i uændret form i dette regulativ, hvorefter sejladsen herefter reguleres i henhold til vandløbslovens bestemmelser herom. Der er ikke fundet grundlag for at videreføre denne bestemmelse i nærværende regulativ.

5.2 Erhvervsmæssig sejlads

De fastsatte bestemmelser om, at erhvervsmæssig sejlads kun må finde sted efter forudgående tilladelse fra vandløbsmyndigheden, er videreført fra regulativ fra 2000.

6 OPSTEMNINGSANLÆG - TANGEVÆRKET

Anvendelse af Gudenåen til fiskeri, sejlads og udnyttelse af vandkraft har – i det omfang myndighederne har fundet det påkrævet – været reguleret ved lovgivning, udstedelse af bekendtgørelser m.v.

Fiskeriet blev i 1800-årene i et vist omfang prioriteret ned for at tilgodese pramfartens ønsker om uddybning af åen og fjernelse af fiskerindretninger (lakse- og ålegårde).

Senere blev der truffet beslutning om udførelse af Tangeværket til trods for, at man herved etablerede en hindring for fiskenes frie passage samt afbrød sejladsforbindelsen mellem Randers og Silkeborg.

Der har især været tre love, der har reguleret fiskeri, sejlads og udnyttelse af vandkraft:

1. Lov nr. 67 af 23. marts 1965 om fiskeri i Randers Fjord og Gudenåen m.m.
2. Lov af 30. januar 1861 om farten på Gudenåen mellem Silkeborg og Randers som ændret ved kgl. anordning nr. 102 af 31. marts 1926 ("Gudenåloven")
3. Lov nr. 184 af 20. marts 1918 om udnyttelse af vandkraften i Gudenåen

Tangeværket er opført i perioden fra 1919 – 1921 og ejes af Gudenåcentralen a.m.b.a. Det består af magasinbassin (Tange Sø), hoveddæmning, frisluse, tilløbskanal samt selve kraftværket – også kaldet Tangeværket. April 1931 skete der et dæmningsskred. Dette blev udbedret og der blev foretaget kontrolpejlinger i august 1931. Værket blev i 1980 suppleret med en fisketrappe og i 1993 med et risteværk nedstrøms turbineudløbet fra kraftværket og i 2003 med en ny afgitring ved indløbsbygværket med tilhørende ungfiskesluse.

Oprindeligt fik værket 80 år til at udnytte vandkraften (koncession), men den blev af flere omgange forlænget. Først i 2013 blev koncessionen ophævet, dog med den forudsætning at hvis koncessionshaver søgte om de nødvendige tilladelser inden den 8. januar 2016, så gælder koncessionsbestemmelserne indtil der er truffet endelig afgørelse vedrørende meddelelse af tilladelser til udnyttelse af vandkraften i Gudenåen.

Gudenåcentralen har 2. april 2014 indsendt ansøgning om tilladelse til fortsat drift af Tangeværket efter ophævelse af lov om udnyttelse af vandkraften i Gudenå.

På tidspunktet for dette regulativs udarbejdelse foreligger der ikke endelige tilladelser efter vandforsyningsloven og vandløbsloven, hvorfor dette regulativ alene indeholder en beskrivelse af de nuværende forhold ved Tangeværket.

Sammen med loven fra 1918 om udnyttelse af vandkraft blev der udstedt bekendtgørelse nr. 233 af 12. august 1926, "Regulativet for Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Randers, samt for nedre del af Tange Å".

Fra november 1943 foreligger et ændret bekendtgørelsesregulativ til afløsning af "regulativet" fra 1926. Dette regulativ er udstedt under besættelsen i perioden med departementchefstyret, og det må være

årsagen til, at de formelle forhold omkring regulativet ikke blev bragt i orden.

Med "Gudenåloven" henhørte "den overordnede bestyrelse" af Gudenåen mellem Silkeborg og Randers under staten og administrationen af det af Ministeriet for offentlig Arbejder udfærdigede regulativ var henlagt til Skov- og Naturstyrelsen.

Med den "ny" vandløbslov i 1989, kom der fokus på miljøforholdene i vandløb. Samtidig med den ny vandløbslov ophæves Gudenåloven og Gudenåen bliver på strækningen fra Silkeborg til Randers optaget som offentligt vandløb. Herefter bliver der udarbejdet et regulativ (2000 regulativet) efter vandløbslovens bestemmelser.

Viborg Amt optog Gudenåen som amtsvandløb nr. 105 fra den 1. juli 1996 ved beslutning i Amtsrådet af 10. juni 1996. Århus Amt optog Gudenåen som amtsvandløb nr. 78 fra den 1. juli 1996 ved beslutning i Amtsrådet af 9. november 1995.

6.1 Flodemål

Anlægget er opført i perioden fra 1919 – 1921 og ejes af Gudenåcentralen a.m.b.a. Det består af magasinbassin (Tange Sø), hoveddæmning, frisluse, tilløbskanal samt selve kraftværket – også kaldet Tangeværket. Det blev i 1980 suppleret med en fisketrappe og i 1993 med et risteværk nedstrøms turbineudløbet fra kraftværket og i 2003 en ny afgitring ved indløbsbygværket med tilhørende ungfi-skesluse.

Første gang der nævnes bestemmelser omkring et flodemål for Tange Sø er i bekendtgørelsen fra 1926.

"For den ved spærredæmningen ved kraftstationen ved Tange tilvejbraget opstemning gælder det ved Frislusen i dæmningen anbragte, af en vandret indmuret jernplade bestående flodemålsmærke. Dette ligger 45 mm under og 739 mm over tvende underjordiske anbragte fikspunkter, henholdsvis vest og øst for enderne af spærredæmningen"

Med 1943 udkastet tilføjes følgende:

"Udstrækning som er nødvendig for at tilvejebringe så jævn belastningsforhold, at disse variationer ikke medføre oversvømmelse inden for tidsrummet 15. marts til 15. oktober. Til yderligere sikkerhed mod oversvømmelse fastsættes der et flodemål for bagvandet

ved Bjerringbro til +3,7 m D.N.N., hvilket flodemålet i nævnte tidsrum ikke må overskrides, medmindre vandtilstrømningen til Tange Sø bliver så stor, at det for søen fastsatte flodmål +13,62 m D.N.N. ikke kan overholdes ved fuldstændig jævn afledning af vandet døgnet rundt."

Endelig er beskrivelsen i regulativet fra 2000:

"Flodemål for opstemning af Tange Sø er fastsat til 13,62 m DNN. Lavest tilladeligt vandspejl i søen er fastsat til 12,62 m DNN. I forbindelse med anlæggets etablering er et flodemålsmærke bestående af en vandret jernplade indmuret i frislusen. Til kontrol af flodemålet er der efterfølgende anbragt et flodemålsmærke på fløjmurén ved indløbet til kraftværket. Dette flodemålsmærke består af en aluminiumsvinkel anbragt på granitpillen i højre side af det venstre indløbskammer."

7 KONSEKVENSVURDERING AF REGULATIVET

7.1 Konsekvensvurdering af vandføringsevne og vandstandsforhold

Bestemmelserne i nærværende regulativ tilsigter, at vandløbets nuværende vandføringsevne ikke forbedres eller forringes som følge af aflejringer og profilindsnævninger. Det vil sige, at den vandføringssevne, der er bestemt af vandløbets fysiske dimensioner og karakteristika, ikke ændres.

Bestemmelserne i nærværende regulativ sikrer i lighed med det tidligere regulativ ikke mod oversvømmelser.

Nærværende regulativ indebærer derfor ingen ændringer på disse to punkter.

I de senere år er forekomsten af vandplanter i vandløbet i sommerhalvåret øget betydeligt. En vis mængde af planterne overvintrer uden at visne fuldstændigt ned, hvilket kan give anledning til en mindre forringelse af vandføringsevnen i vinterhalvåret i forhold til tidligere.

7.1.1 *Vurdering af krav til vandføringsevnen (Q/H-kurver)*

Regulativtypen med fastlagt krav til vandføringsevnen beskrevet ved Q/H-kurver beskriver den vandstand, som skal være til stede i vandløbet ved en given vandføring i vinterperioden.

Vandføringsevnen er beskrevet ved to kurver, en vedligeholdelseskurve (grundkurve) og en kravkurve, der angiver, hvornår oprensning skal igangsættes. Kravkurven angiver den vandføringsevne, der mindst skal være til stede, mens vedligeholdelseskurven angiver den største vandføringsevne, som må forekomme, efter en eventuel vedligeholdelse er gennemført.

Fastlæggelse af kravene til vandføringsevnen gennem Q/H-kurver er som beskrevet i afsnit 3.4.1 baseret på data for den nuværende vandføringsevne, det vil sige ud fra de faktiske forhold i vandløbet (2020-opmålingen) samt måleværdier af vandstande og vandføringer for hvert år i perioden 2017-2022 for strækningen opstrøms Tange Sø og 2013-2022 for strækningen nedstrøms Tange Sø.

Ved gennemførelse af bestemmelserne i regulativet bliver kravet til vandføringsevnen i vinterperioden derfor ikke ændret i forhold til de faktiske forhold ved seneste opmåling i 2020. Som beskrevet i afsnit 3.3 er Gudenåen formstabil, og det forventes derfor ikke, at der vil dannes nævneværdige aflejringer eller indsnævringer.

7.1.2 *Vurdering af krav til vandføringsevne (teoretisk skikkelse)*

Vedligeholdelsen af Gudenåen skal ske med henblik på at sikre, at den nuværende vandføringsevne ikke forringes.

De teoretiske dimensioner på delstrækningerne fra Alling Å til Tange Sø og fra Lilleå til Randers Bro er tilpasset de opmålte forhold. Som tidligere nævnt er Gudenåen formstabil, idet en sammenligning af den seneste opmåling med tidligere opmålinger viser, at profilerne ikke ændrer sig nævneværdigt. Undtaget herfra er strækningen fra Borre Å til Ormnæs, hvor der ikke er datagrundlag til at vurdere formstabilitet, og strækningen ved Væth Enge, hvor det har vist sig, at der kan ske aflejringer i Gudenåen, når strømhastigheden falder, fordi en del af Gudenåens vand gennemløber vådområdet. Der er gennemført en undersøgelse af, hvor meget vand, der gennemstrømmer vådområdet. Denne undersøgelse viser, at 40 % af vintermiddel-afstrømningen og 50 % af vintermedianmaksimum-afstrømningen i 2022 løber

ind og ud ad vådområdet, se notatet "Kontrol af vandføringsevne i Gudenåen fra Lilleå til Væth Enge", fra 2022 (bilag L). Der tages hensyn til den aktuelle indstrømning til Væth Enge ved gennemførelse af vandspejlsberegninger til kontrol af vandføringsevnen, hvilket er beskrevet i afsnit 3.5.2.

Der er gennemført vandspejlsberegninger til sammenligning af vandstandsforholdene i den fastlagte teoretiske skikkelse, som er beskrevet i nærværende regulativ, med de opmålte forhold i 2020 for at sikre, at den teoretiske skikkelse beskriver den nuværende vandføringsevne så godt som muligt.

Vandspejlsberegningerne er gennemført for de opmålte forhold og for de regulativmæssige teoretiske dimensioner ved en vintermiddelafløbstrømning og et teoretisk manningtal på 23 opstrøms Tange Sø og et teoretisk manningtal på 30 nedstrøms Tange Sø. De særlige forhold ved Væth Enge er inddraget i denne vurdering.

Vandstanden på de to delstrækninger er påvirket af vandstanden i henholdsvis Tange Sø og Randers Fjord. Beregningerne er derfor gennemført med et startvandspejl, der beskriver denne påvirkning, se afsnit 2.4.

Det beregnede vandspejl for opmålingen 2020 ligger på lange strækninger i niveau med brinken. Således er det overvejende de fulde tværprofilers vandføringsevne (fra bund til brink) som beskrives ved beregningen på vintermiddel afløbstrømning.

Der er ikke foretaget sammenlignende beregninger ved en vinter median maksimum afløbstrømning, dels fordi vintermiddel-beregningen allerede i høj grad beskriver fuldt løbende profiler på strækningerne, og dels fordi en vintermedian maksimum afløbstrømning på længere strækninger for opmåling 2020 giver beregnede vandspejle over terræn. En sammenligning mellem beregnede vandspejle for opmåling 2020 og teoretisk skikkelse 2023 ville ikke give et retvisende billede af en forskel, når det teoretiske skikkelsesanlæg fortsætter over terrænkoten.

På vedlagte længdeprofiler i bilag B ses de beregnede vandspejlsforløb for strækningen fra Alling Å til Tange Sø (st. 16.675 – 22.763). Beregningerne viser, at vandspejlet for opmålingen 2020 ligger 0-10 cm under vandspejlet for den teoretiske skikkelse ved en vintermiddelafløbstrømning.

På vedlagte længdeprofiler i bilag I ses de beregnede vandspejlsforløb for strækningen fra Lilleå til Randers Bro (st. 21.371 – 37.116). Beregningerne viser, at vandspejlet for opmålingen 2020 ligger 0-14 cm under vandspejlet for den teoretiske skikkelse ved en vintermiddel afstrømning. Beregninger på den teoretiske skikkelse er foretaget med en oplandstabel, som beskriver, at 20 % af Gudenåens vandføring gennemløber Væth Enge (i overensstemmelse med Tilladelsen til projekt Væth Enge), hvorimod beregningen på opmålingen 2020 er foretaget med en oplandstabel, der beskriver, at 40 % af vandføringen ved en vintermiddel afstrømning gennemløber Væth Enge, hvilket er i overensstemmelse med de eksisterende forhold i 2022 (Bilag L og N).

På baggrund af beregningerne på de to strækninger (Udløb fra Borre Å til Ormnæs samt Væth Enge) vurderes det, at den teoretiske skikkelse beskriver den nuværende vandføringsevne i Gudenåen på strækningerne, og at den nuværende vandføringsevne ikke bliver forringet ved gennemførelse af bestemmelserne i regulativet.

7.2 Konsekvensvurdering af grødeskæringsbestemmelser

7.2.1 Konsekvensvurdering opstrøms Tange Sø

På strækningen fra Silkeborg til Borre Ås udløb har det frem til 2008 ikke været nødvendigt at foretage grødeskæring, da der var en lille grødemængde, og kravet om en 7 meter bred strømmende altid var opfyldt. Siden 2008 er vandstanden i Gudenåen om sommeren steget markant på grund af øget forekomst af vandplanter i åen som følge af, at vandet er blevet mere klart, blandt andet efter indvandringen af vandremusling i Gudenåsystemet omkring 2006.

Ved målestationen ved Tvilumbro er middelvandstanden om sommeren steget med knap 70 cm siden 2008. Størrelsen på denne ændring er beregnet ud fra forskellen mellem middelvandstanden i perioden 1973 – 2007 og middelvandstanden i perioden 2008 – 2021.

Den øgede plantemængde har medført et behov for at genoptage grødeskæring iht. bestemmelserne i regulativet fra 2000 for at imødegå det stigende vandspejl i sommerperioden, og der er derfor skåret grøde på strækningen siden 2009.

Grødeskæringsterminen er flyttet fra 15. juni – 1. august i regulativet fra 2000 til 1. juli – 1. september i nærværende regulativ for at kunne

gennemføre grødeskæringen så sent på sommeren som muligt. Som tidligere nævnt flyttes grødeskæringstidspunktet til endnu senere på året, såfremt der skabes passage ved Tangeværket. I regulativarbejdet er der dermed allerede taget højde for eventuelle tiltag, der gennemføres på baggrund af vandramme- og habitatdirektivet.

Grødens vækstperiode er defineret som tidsrummet fra, hvor grøden begynder at vokse om foråret og indtil væksten går i stå hen på efteråret. Hvis grødeskæringen gennemføres så sent på sommeren som muligt, vil det øge sandsynligheden for, at grødeskæringen vil have en længerevarende effekt på vandstanden og afvandingsforholdene, både i tidsrummet frem mod slutningen af grødens vækstperiode og videre ind i vinterhalvåret.

For strækningen mellem udløbet af Borre Å til Ormnæs har der før 2009 ikke været foretaget grødeskæring. Grødeskæringen er, som for den opstrøms liggende strækning, indført i 2009 som følge af den stigende grødevækst i Gudenåen. I modsætning til de øvrige strækninger i Gudenåen er strømrøndebredden fra udløbet af Borre Å til Ormnæs reduceret. Skærebredden er i regulativet fra 2000 fastlagt til 20 m som en strømrønde gennem Tange Sø. Strækningen har siden udviklet sig til nu mere at fremstå som et vandløb fremfor en sø, og det har vist sig ikke muligt at foretage en skærebredde på 20 m, da den dybe del af profilet er smallere end de 20 m. Strømrøndebredden er i nærværende regulativ reduceret til 10 m. Ved en reduktion af skærebredden opnås der mulighed for at fremme en kraftig strømrønde der kan holdes fri for sandaflejringer og understøtte udviklingen fra sø til vandløb. Desuden bliver der mulighed for at de skærefølsomme planter kan vokse i vandløbets vandførende profil og fremme skjul og levesteder for de fisk og smådyr, der foretrækker mere strømmende vand. Grundet strækningens nuværende meget bredde samlet profil (på op til 200 m) vil en reduktion i skærebredden fra 20 m til 10 m være en meget lille reduktion af vandløbets samlet grødemængde også selvom reduktionen foretages i vandløbets vandførende del af profilet. Dette, sammen med at vandspejlsforholdene på såvel denne her strækning som på den opstrømsliggende strækning, i stor grad er styret af flodemålet ved Tangeværket betyder, at reduktionen i skærebredde giver en yderst begrænset påvirkning af afvandingsforholdene.

7.2.2 *Konsekvensvurdering nedstrøms Tange Sø*

På strækningen fra Tangeværket til Randers Bro ophørte den tidligere grødeskæring i 1999. I forbindelse med, at åvandet blev mere klart, blev grødeskæringen genoptaget i 2009.

Siden 2009 er der foretaget grødeskæring hvert år hovedsageligt i perioden fra 15. august - 15. september på strækningen fra Tangeværket til Stevnstrup (opstrøms Nørreåens udløb). Vandstanden i Gudenåen nedstrøms Tangeværket er udover påvirkning fra vandplanter, grødeskæring og naturlig variation i vandføringen også påvirket af driften på vandkraftværket.

Der har siden 2009 ikke været behov for grødeskæring på strækningen fra Stevnstrup til Randers Bro, da det ved tilsyn har vist sig, at den samlede 10 m brede strømmende har været til stede. Det vurderes derfor, at der generelt ikke vil være behov for grødeskæring fremover, og det forventes, at der fortsat vil være en naturlig grødefri samlet strømmende på mindst 10 m.

I perioden før 2008 har mængden af vandplanter på strækningen fra Tangeværket til Langå været væsentlig større end i Gudenåen opstrøms Tange Sø. Dette skyldes, at vandet nedenfor Tangeværket generelt har været mere klart med bedre lysforhold for vandplanterne. Vandet er dog også blevet endnu mere klart nedstrøms Tangeværket fra omkring 2008, hvilket har medført, at mængden af vandplanter er blevet større end tidligere.

Den øgede mængde vandplanter har medført, at den gennemsnitlige vandstand om sommeren på målestationen ved Ulstrup er steget med ca. 55 cm, som er beregnet ud fra forskellen mellem middelvandstanden i perioden 1973 – 2007 og middelvandstanden i perioden 2008 – 2021.

Grødeskæringsterminen er ændret fra 15. august – 31. oktober i regulativet fra 2000 til 1. september – 1. oktober i nærværende regulativ for at sikre bedst mulig afvandingsmæssig effekt uden at gå på kompromis med de naturmæssige hensyn.

Sammenligning af tidspunktet for grødeskæringen med online registreringer af variationerne har vist, at den hidtidige grødeskæring er sket på et tidspunkt på året, hvor vandplanterne var begyndt at henfalde. Terminen for grødeskæring er ændret til en periode senere på

sommeren. Det forventes med denne ændring, at behovet for at gennemføre den ordinære grødeskæring vil være minimal eller ikke eksisterende, fordi vandplanterne er henfaldet, og der som minimum vil være en strømbredde på minimum 10 meter. Når grødeskæringen gennemføres sent på sommeren, vil der være en mindre mængde vandplanter i vinterperioden, hvilket kan medføre en lavere vandstand og bedre afvandingsforhold både i slutningen af grødens vækstperiode og frem mod den følgende vækstsæson.

7.2.3 *Konsekvensvurdering af ekstraordinær grødeskæring*

Som det fremgår af afsnit 4.1.3, kan der gennemføres ekstraordinær grødeskæring ved en vandstandssituation, der er ekstraordinær, vurderet over en længere periode.

En ekstraordinær grødeskæring kan derfor kun foretages i sjældne tilfælde for at kunne karakteriseres som ekstraordinær og kun i situationer, hvor oversvømmelse kan have betydning for væsentlige samfundsmæssige interesser.

Det vurderes derfor, at der ikke er væsentlige konsekvenser for den vandføringsevne, der er fastlagt i regulativet, da den ekstraordinære grødeskæring kun vil blive gennemført i meget sjældne tilfælde.

Kontrolvandspejlskoterne er fremkommet i to step. I første step er kotehøjderne udelukkende fundet på baggrund af de tilgængelige statistiske data, med en forventning om at ekstraordinær grødeskæring ikke bliver udført oftere end hver 8-10 år. I andet step er kotehøjden hævet yderligere på baggrund af viden om skadesniveauet på bygninger mv. i de aktuelle områder.

Den forventede gentagelseshyppighed for udnyttelse af ekstraordinær grødeskæring er derfor sjældnere end hvert 10 år med det vidensniveau, der er i dag. Dertil kommer, at der skal være årsagssammenhæng mellem den høje vandstand og biomassen af vandplanter. For at kunne skære, skal der altså opstå en situation med ekstraordinær genvækst af vandplanterne, og skæring i strømbreden skal kunne have en betydende effekt på vandstanden i forhold til væsentlige samfundsmæssige interesser. Det er ikke nok, at der er meget vand i vandløbssystemet, som presser vandspejlet op.

7.3 Konsekvenser af regulativkrav for natur og miljø

Der er udarbejdet en Miljø- og Habitatkonsekvensvurdering af det nye regulativforslag i bilag 7 som uddybende beskriver vurderingerne og som også inddrager både de direkte og indirekte påvirkninger fra regulativet.

Her i den tekniske redegørelse er kun gengivet de aktiviteter som kan have eller har haft størst indflydelse for natur- og miljøforhold. Påvirkninger med størst indflydelse er grødeskæring, oprensning og kantbeskæring.

Grødeskæring kan uændret udføres 1 gang årligt, der hvor det er sædvanlig praksis. De årlige terminerne er ændret, så de nu ligger senere på sommeren og muligheden for ekstraordinære grødeskæringer er reduceret til kun at kunne ske hvert 8. år og tidligst fire uger efter den ordinære grødeskæring.

Oprrensning kan nu foretages i hele vandløbsprofilet, men kun hvis der er tale om aflejringer af sand og slam, der reducerer vandførings- evnen. Oprrensning må kun omfatte aflejringer af sand og slam og må ikke fjerne tørv, grus og sten. Der må ifølge vandløbsregulativet op- renses på en strækning af maksimalt 500 meter pr. år, og der skal gå 10 år imellem oprrensninger på de samme delstrækninger. Ifølge ha- bitatvurderingen kan selv oprrensning på 500 m lange strækninger være problematisk. Der skal derfor foretages konkret vurdering i de enkelte tilfælde.

Kantbeskæringsbestemmelserne er blevet mere specifikke. Det er nu fastlagt, at kantbeskæring kun omfatter stivstænglet vegetation som tagrør og lodden dueurt, og at beskæring af buske og træer kun må ske, hvis de hindrer vandets frie løb.

Disse ændringer er foretaget for at sikre en mere bæredygtig forvalt- ning af Gudenåen og dens tilknyttede naturområder, samtidig med at de tager hensyn til både miljømæssige og hydrologiske forhold.

Med undtagelse af grødeskæring er der indlagt en planmæssig forud- sætning i regulativet om en konkret vurdering før der kan iværksættes oprrensning, ekstraordinær grødeskæring og kantskæring.

For den ordinære grødeskæring, ekstraordinær grødeskæring, oprensning og kantskæring vurderes at regulativet som plan kan vedtages uden at forringe den økologiske tilstand. Det gælder for habitatnatur og -arter efter bilag II og IV, beskyttede naturtyper og målsatte vandområder. For øvrige forhold sker der heller ikke en påvirkning med regulativets bestemmelser.