



FORSØG MED SÆNKNING AF
VANDSTAND VED RY MØLLE:
VINTER 2021-2022
JUNI 2022

Projektnavn	Forsøg med sænkning af vandstand ved Ry Mølle: vinter 2021-2022
Kunde	Skanderborg Kommune
Projektleder	Gitte Urhøj
Projektnummer	1322000199
Til	Hanne Rewaldt
Udarbejdet af	Louise Knudsgård Hørup
Kvalitetssikret af	Gitte Urhøj
Godkendt af	Rasmus Bang
Version	1
Versionsdato	24.06.2022
Første udgivelsesdato	24.06.2022

INDHOLD

1	SAMMENDRAG.....	4
2	BAGGRUND.....	6
3	METODE.....	7
4	ANALYSE AF MÅLTE VANDSTANDE	9
4.1	Gudensø, 21.172.....	9
4.2	Mossø, 21.54 og 21.133	10
5	MANNINGTALSANALYSE	11
5.1	Estimering af Manningtal ved Emborg Bro.....	11
5.2	Vurdering af Manningtal til beregninger	13
6	VANDSPEJLSBEREGNINGER	14
6.1	Betydning af Manningtal	14
6.2	Betydning af vandstandssenkning	14
7	KONKLUSION	16
8	REFERENCER	17

1 SAMMENDRAG

Skanderborg Kommune har kørt forsøg med at holde et sommerflodemål ved Ry Mølle gennem vinterperioden. Forsøget er kørt både i vinteren 2020-2021 og 2021-2022. Forsøget har haft til formål at beskrive, hvilken effekt en lavere vintervandstand opstrøms Ry Mølle (i Gudensø) har for vandstanden i Mossø. Forsøget for vinteren 2020-2021 er afrapporteret i *Forsøg med sænkning af vinterflodemål ved Ry Mølle samt lokalt udsyn* (WSP, 2021). Nærværende rapport omhandler afrapportering af forsøget fra vinteren 2021-2022.

Forsøget fra vinteren 2021-2022 viser, at der ingen væsentlig forskel er på vintermiddelvandstand i Gudensø for vinteren 2020-2021 og 2021-2022. Således er vintermiddel for 2021-2022 kun 0,7 cm mindre end for 2020-2021. Derfor er beregningsforudsætningerne for afrapportering af forsøget for vinteren 2021-2022, for så vidt angår vandstanden i Gudensø (startvandspejl for vandspejlsberegningerne til bestemmelse af vandstanden i Mossø), de samme som for afrapportering af forsøget fra vinteren 2020-2021.

I nærværende afrapportering er der, modsat tidligere afrapportering, sat mere fokus på betydningen af modstandstallet, det såkaldte Manningtal, som regneteknisk anvendes til beregning af vandstanden på strækningen mellem Mossø og Gudensø. Manningtallet udtrykker den modstand som en strømning påvirkes af på en vandløbsstrækning (f.eks. pga. grøde eller bundsubstrat). Manningtallet er omvendt-proportionalt med modstanden: jo højere Manningtal, jo mindre modstand og omvendt.

Der er i denne rapport foretaget en række analyser af Manningtal for Gudenåen på strækningen mellem Mossø og Gudensø. En analyse, med udgangspunkt i vandstands- og afstrømningsdata fra en målestation ved Emborg Bro (2020-2021) og vandstandsdata fra en målestation i Gudensø (2020-2021), peger på, at Manningtallet på vandløbsstrækningen varierer væsentligt hen over året, hvilket i høj grad forårsages af grødevækst i sommerhalvåret. Gennem vinteren varierer Manningtallet også, overordnet fra ca. 15 til 25, dog med større udsving. Et vintermedian-Manningtal ligger ifølge analysen på ca. 22. Den fundne Manningtalsserie for Emborg Bro vurderes at være repræsentativ for hele strækningen mellem Mossø og Gudensø.

Der er generelt store usikkerheder ved bestemmelse af Manningtal, og Manningtal varierer ikke kun med tiden, det varierer også fra strækning til strækning. I tidligere afrapportering af forsøget fra vinteren 2020-2021 blev der i beregningerne anvendt differentierede strækningsvise Manningtal, som var estimeret med grundlag i flere målte vandstande ved opmåling af vandløbet i november 2020 (samt vandføringsdata fra relevante målestationer). Disse beregnede strækningsvise Manningtal varierede fra 13,4 til 55. Denne Manningtalsserie refereres herefter som "M=nov. 2020".

Det har betydning for beregning af vandstanden i Mossø, hvilket eller hvilke Manningtal, der indgår i beregningen. Derfor er det i denne afrapportering søgt at kvantificere betydningen af at anvende forskellige vinter-manningtal i vandspejlsberegningerne, og dermed resultatet af den beregnede vandstand i Mossø.

I nærværende afrapportering er der beregnet vandspejl for tre afstrømningssituationer:

1. Vintermiddel
2. Vintermedianmaksimum
3. Stor hændelse fra februar 2020

Den største betydning, som Manningtallet har for beregnet vandstand i Mossø, ses ved en vintermiddel afstrømning. Her er der ca. 22,5 cm forskel mellem en beregning med M=nov. 2020 og anvendelse af M = 15. Forskellen mellem anvendelse af M=nov. 2020 og M = 22 er dog kun ca. 5 cm på vandstanden i Mossø. Forskellene på de beregnede vandstande i Mossø giver en identifikation på niveauet af beregningsusikkerheder ved en vintermiddel afstrømning. Det vurderes således, at usikkerhed for den beregnede vandstand i Mossø med grundlag i en vintermiddelfafstrømning ligger i størrelsesordenen op til 23 cm. For større afstrømningshændelser, som en medianmaksimum afstrømning eller den store afstrømningssituation fra februar 2020, er forskellen på de

beregnete vandstande i Mossø mindre (under 3 cm). Ved disse store afstrømninger er der regnet på M=nov. 2020 og M=25.

Til slut i nærværende afrapportering er konsekvenserne for tre vandstandsscenarioer i Gudensø (anvendte startvandspejl) vurderet, også i relation til forskellige vinter-Manningtal, som ovenfor omtalt. De tre vandstandsscenarioer er:

1. Status: Gudensø, 2013-2021 (22,398 m DVR90)
2. Forsøg: Gudensø, 2021-2022 (22,298 m DVR90)
3. Fiktivt: Ry Mølle (NS), 2013-2021 (21,044 m DVR90)

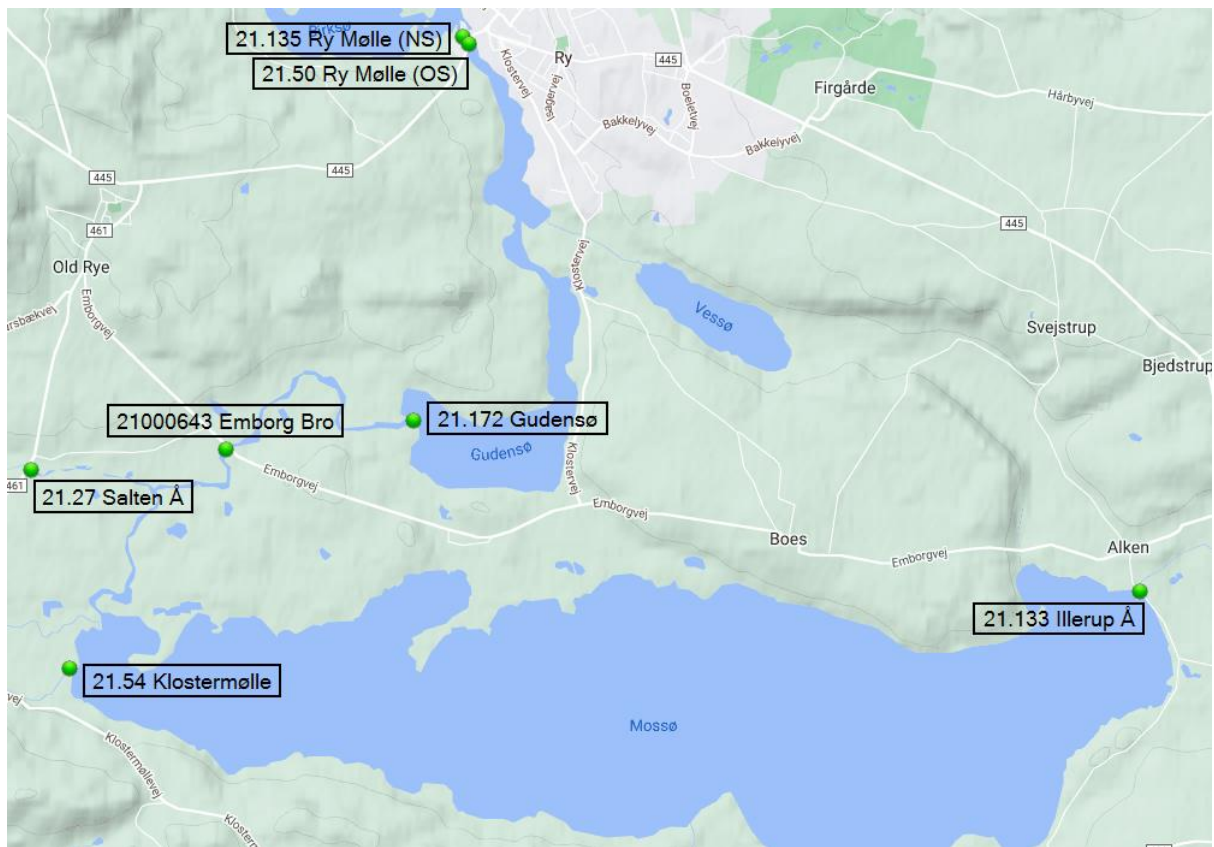
For en vintermiddel-afstrømning ligger forskellen mellem status-scenariet og forsøgsscenarioet (2021-2022) mellem 3 cm (M=15) og 6 cm (M=nov. 2020) i Mossø. Tilsvarende ligger forskellen mellem status-scenariet og det fiktive scenarie mellem 16 cm (M=15) og 32 cm (M=nov. 2020) i Mossø. For vintermedian maksimum og den store hændelse februar 2020 er forskellene mindre, se resultat af nedenstående tabel.

Afstrømning / Manningtal	Status vs. Forsøg (vinter 2021-2022)	Status vs. Fiktivt scenarie
Vintermiddel / M=nov. 2020	6	32
Vintermiddel / M=22	5	22
Vintermiddel / M=15	3	16
Medianmaksimum / M= nov.2020	4	20
Medianmaksimum / M=25	3	16
Hændelse 27. feb. 2020 / M= nov. 2020	2	8
Hændelse 27. feb. 2020 / M=25	2	7

Det konkluderes, at der generelt er tale om relativt små vandspejlssænkninger i Mossø som følge af ændringer i opstemningen ved Ry Mølle. Dermed indikerer resultaterne, at det i større grad er vandløbet, altså Gudenåen mellem Mossø og Gudensø, der er betydende for vandstanden i Mossø, og ikke i så høj grad opstemningen ved Ry Mølle.

2 BAGGRUND

I november 2020 igangsatte Skanderborg Kommune et forsøg med sænkning af vandstanden ved Ry Mølle, hvor sommerflodemålet skulle forsøges holdt vinteren over. Formålet med forsøget var at undersøge, om det lavere flodemål ved Ry Mølle ville betyde en væsentlig vandstandssænkning længere opstrøms i systemet i Mossø og især området ved Alken Enge i øvre ende af Mossø. Resultaterne fra dette forsøg er sammen med en analyse af lokale perspektiver på problematikken afrapporteret i rapporten *Forsøg med sænkning af vinterflodemål ved Ry Mølle samt lokalt udsyn* (WSP, 2021). En oversigt over systemet og relevante målestationer anvendt i den forbindelse fremgår af Figur 2-1.



Figur 2-1: Oversigt over relevante målestationer (grønne prikker) med kaldenavne.

Forsøget med at holde et sommerflodemål om vinteren blev gentaget i vinteren 2021-2022. Nærværende notat er afrapporteringen af denne forsøgsperiode, der løber fra 1. oktober 2021 til og med 30. april 2022.

3 METODE

Til vurdering af hvilken effekt vandstandssænkninger ved Ry Mølle har på vandstanden i Mossøs øvre ende anvendes, som i forrige forsøgsperiode, data fra en række målestationer (se placering af Figur 2-1 og fulde navne af Tabel 3-1):

Tabel 3-1: Relevante målestationer.

Stationsnummer	Stationsnavn
21.133	Illerup Å, Mossø (øvre ende)
21.54	Gudenå, Klostermølle – Mossø (nedre ende)
21.27	Salten Å, Rye Bro
21000643	Gudenå, Emborg Bro
21.172	Gudensø, Gudenåens indløb
21.50	Gudenå, Rye Mølle – OS bro
21.135	Gudenå, Rye Mølle – NS bro

Vandstanden ved nedre ende af Mossø (station 0 i Gudenåen) modelleres ved vandspejlsberegninger i VASP på strækningen af Gudenåen mellem Mossø og Gudensø – Gudenåens forløb fremgår af Figur 3-1.



Figur 3-1: Gudenå mellem Mossø og Gudensø (med stationering per 500 m) inkl. markering målestationer ved Klostermølle (Mossø), Emborg Bro (Gudenå) og Gudensø.

For nærmere beskrivelse af opsætning af modellen, hvad angår længdeprofiler, oplande, beregnede afstrømninger og vandstande henvises til den tidligere rapport (WSP, 2021).

Med udgangspunkt i metoden, datagrundlaget og modellen beskrevet for den tidligere forsøgsperiode (vinter 2020-2021) foretages tilsvarende analyser og beregninger for denne forsøgsperiode (vinter 2021-2022).

Følgende dele er indeholdt i dette notat:

- Analyse af vandstande i Gudensø og Mossø (2021-2022)
- Analyse af Manningtal
- Vandspejlsberegninger ved forskellige startvandspejl (vandspejl i Gudensø) og afstrømningsituationer

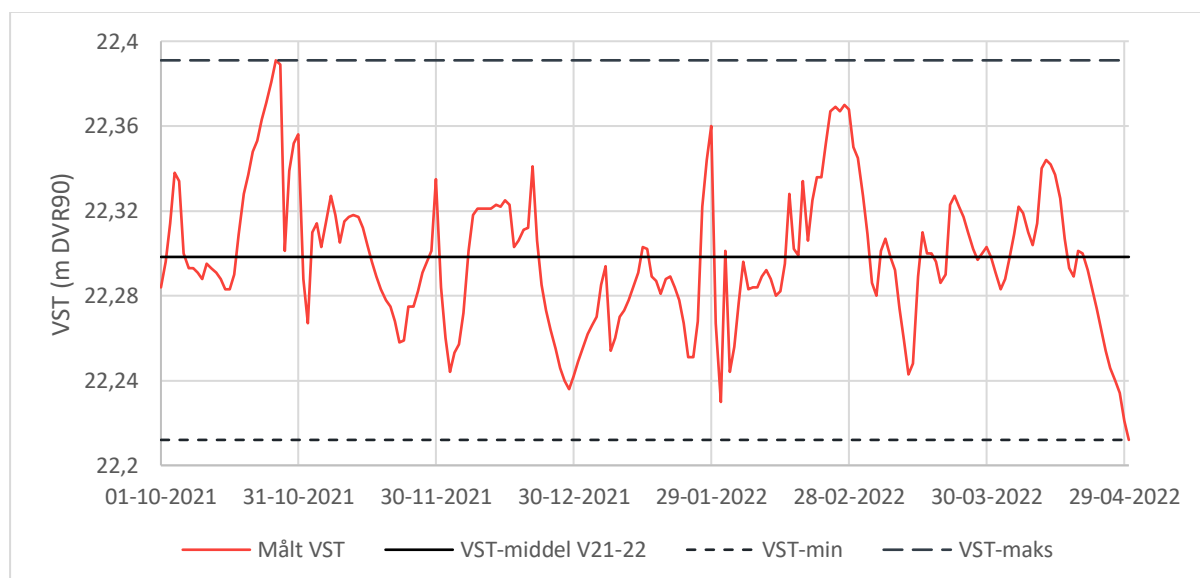
4 ANALYSE AF MÅLTE VANDSTANDE

4.1 GUDENSØ, 21.172

Som beskrevet i det forudgående afsnit, anvendes en simpel stationær vandløbsmodel for Gudenåen mellem Gudensø i nedstrøms ende og Mossø i opstrøms ende til at beregne vandstanden i netop Mossøs nedre ende, se evt. Figur 3-1 hvoraf Gudenåens forløb fremgår. Input til vandløbsmodellen er et startvandspejl ved nedre rand af Gudenåen; dvs. vandstanden i Gudensø i øvre ende ved målestation 21.172. Denne vandstand er bestemt af vandstanden ved Ry Mølle, hvorfor der er foretaget en analyse af vandstandene målt i Gudensø ved målestation 21.172 for vinterperioden 2021-2022.

De målte døgnmiddel vandstande fra 1. oktober 2021 til 30. april 2022 fremgår af Figur 4-1. Samtidig er markeret middel-, minimum- og maksimumvandstand for perioden. Af Tabel 4-1 fremgår desuden disse tal. Det ses altså, at selvom sommerflodemålet forsøges holdt vinteren over, er der udsving af vandstanden i Gudensø på knap 20 cm mellem minimum og maksimum vandstand. Den gennemsnitlige vandstand hen over vinteren 2021-2022 er fundet at være 22,298 m DVR90 – til sammenligning var middelvandstanden for vinteren 2020-2021 målt til 22,305 m DVR90; altså en forskel på 0,7 cm. I praksis har middelvandstanden hen over de to vintre altså været den samme.

Da det er middelvandstanden i Gudensø, der anvendes som startvandspejl/nedre rand for vandspejlsberegningen i Gudenåen, vil der således ikke på baggrund af den seneste måleperiode (vinteren 2021-2022) kunne modelleres ændrede vandspejl i Mossø som følge af et ændret startvandspejl.



Figur 4-1: Målte døgnmiddelvandstande ved 21.172 for vinteren 2021-2022 inkl. markering af minimum-, maksimum- og middelvandstand for perioden.

Tabel 4-1: Nøgletal for målte vandstande ved målestation 21.172 for perioden 01-10-2021 til 30-04-2022.

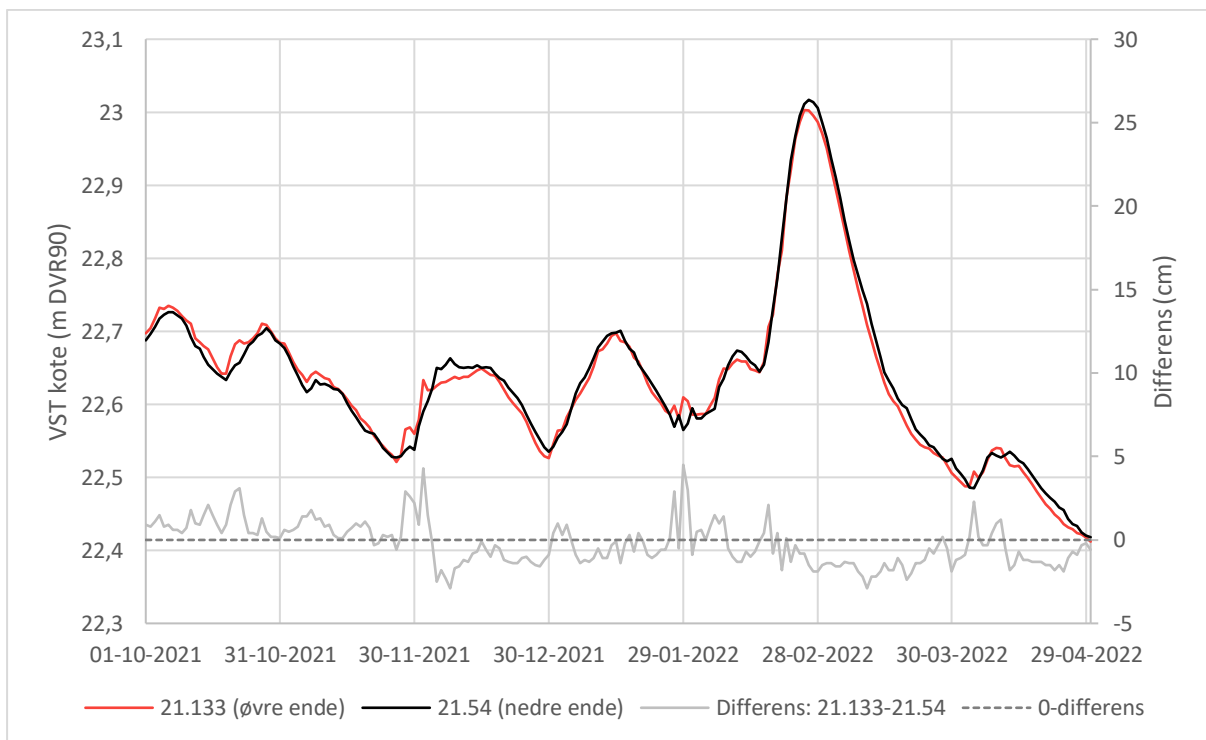
Vandstand	Værdi (m DVR90)
Middel	22,298
Minimum	22,212
Maksimum	22,391
Spænd (cm)	17,9

4.2 MOSSØ, 21.54 OG 21.133

Ved vandspejlsberegningerne i Gudenå findes derved en vandstand for øvre ende af Gudenå svarende til nedre ende af Mossø. Interesseområdet ved Mossø i relation til høje vandstande er dog, som beskrevet indledende, især ved Alken Enge, der er beliggende ved den øvre ende af Mossø, målestation 21.133. Dermed undersøges det, ved sammenligning af vandstandsdata fra målestation 21.54 (Mossø nedre ende) og 21.133 (Mossø øvre ende) for vinteren 2021-2022, om og i så fald hvilken vandstandsforskel, der måtte forefindes mellem disse to stationer.

Af Figur 4-2 fremgår målte døgnmiddelvandstande for de to målestationer i øvre og nedre ende af Mossø for perioden 1. oktober 2021 til 30. april 2022. På andenaksen fremgår samtidig differensen mellem vandstand i øvre og nedre ende. Analyse af vandstandene viser, at vandstanden i øvre ende af Mossø i gennemsnit har ligget 0,2 cm lavere end i nedre ende. Af figuren fremgår det dog også, at vandstanden både har været højest i øvre og nedre ende af søen, henholdsvis maks. 4,5 og 2,9 cm højere end i modsatte sø-ende.

I praksis peger sammenligningen af vandstandene på, at det som udgangspunkt må forventes, at vandstanden er jævn hen over Mossø, og at der altså ikke er forskel på vandstanden i øvre og nedre ende af Mossø. Dermed vil den beregnede vandstand ved øvre ende af Gudenåen kunne antages for gældende for hele Mossø.



Figur 4-2: Døgnmiddel vandstande i Mossøs øvre og nedre ende for vinteren 2021-2022.

5 MANNINGTALSANALYSE

Sædvanligvis findes en del af usikkerheden i hydrauliske modeller for vandløb i den definerede strømningsmodstand, Manningtallet. Der tilknyttes sig store usikkerheder til bestemmelse af Manningtal, og Manningtal varierer ikke kun med tiden, det varierer også fra strækning til strækning.

I den forudgående undersøgelse og analyse fra 2021, blev Manningtallene bestemt for forskellige strækninger mellem Mossø og Gudensø på baggrund af målte vandføringer ved målestationer og målte vandstande i forbindelse med opmålingen af vandløbet den 2.-4. november 2020 (WSP, 2021). Denne Manningtalsserie refereres herefter som "M=nov. 2020".

Da valg af Manningtal i en hydraulisk model kan have stor betydning for resultatet af en modelberegning, blev det besluttet i nærværende analyse af forsøget 2021/22 at kvalificere Manningtallet/-tallene for strækningen mellem Mossø og Gudensø nærmere. Dette er gjort ved blandt andet at estimere variationen af Manningtal over tid ved Emborg Bro, samt ved at kvalificere om Manningtalsserien ved Emborg kan repræsentere hele strækningen fra Mossø til Gudensø.

Resultaterne af analyserne er præsenteret i nedenstående afsnit. Til sammenligning er den tidligere bestemte Manningtalsserie (M=nov. 2020) præsenteret i

Tabel 5-1 – disse tal giver et strækningsvægtet Manningtal på 30,4.

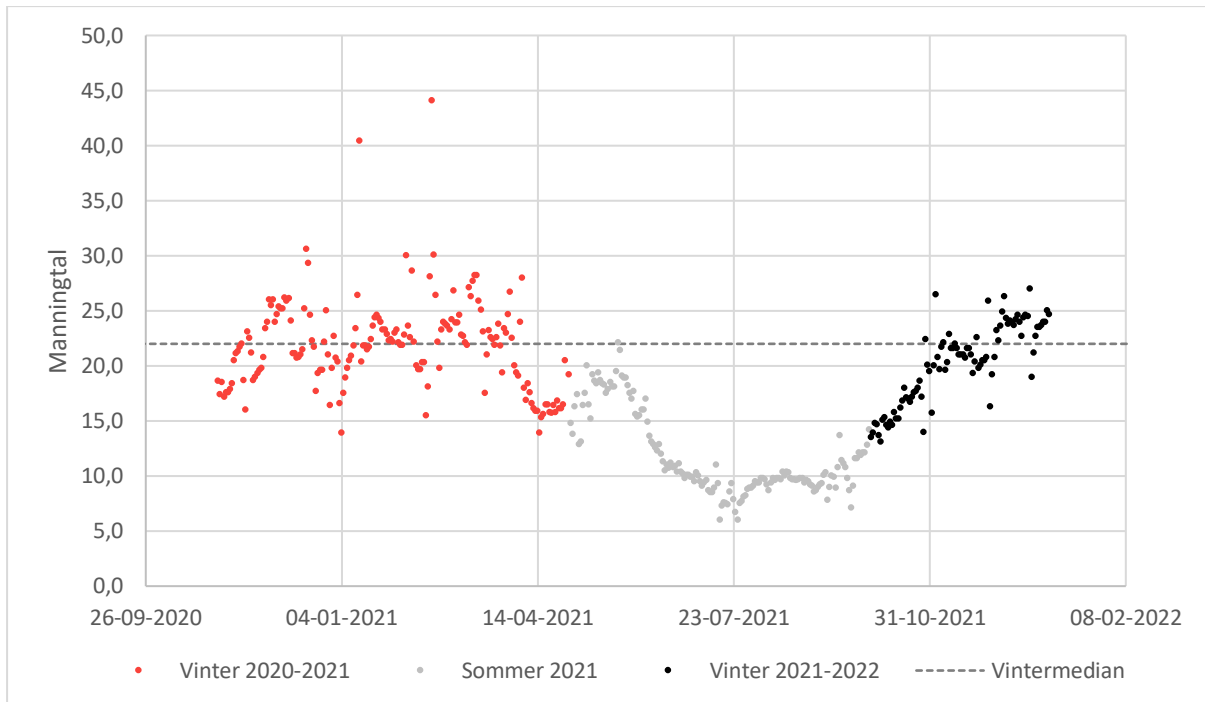
Tabel 5-1: Manningtal bestemt på baggrund af vandstande og vandføringer 2.-4. november 2020.

Stationering (m)	Manningtal ($m^{1/3}/s$)
0-73	30
73 – 1.454	55
1.454 – 2.346	15,5
2.346 – 2.710	40
2.710 – 3.750	30
3.750 – 5.181	13,4

5.1 ESTIMERING AF MANNINGTAL VED EMBORG BRO

I bestemmelse af Manningtal indgår vandløbets tværsnit, vandføringen og vandspejlsfaldet. Derfor kan man med udgangspunkt i opmålingen fra 2020 og kendskab til vandstande ved målestationerne 21000643 (Emborg Bro), og 21.172 (øvre ende Gudensø) samt vandføringen ved 21000643 (Emborg Bro) estimere Manningtal og den tidmæssige variation af Manningtal for strækningen fra Emborg til Gudensø.

Målestationen i Gudensø har kørt siden den 2. november 2020. Vandføringsdata fra målestationen 21000643 Emborg Bro er kvalitetssikret for år 2021, men ikke for år 2022. Derfor er Manningtalsbestemmelsen udført på tidsserier fra november 2020 til december 2021. Resultaterne for Manningtallene ved Emborg Bro fremgår af Figur 5-1, hvor det fundne vintermedianmanningtal for månederne oktober til april (M=22) også er markeret.



Figur 5-1: Manningtal for Emborg Bro (21000643) for november 2020 til december 2021.

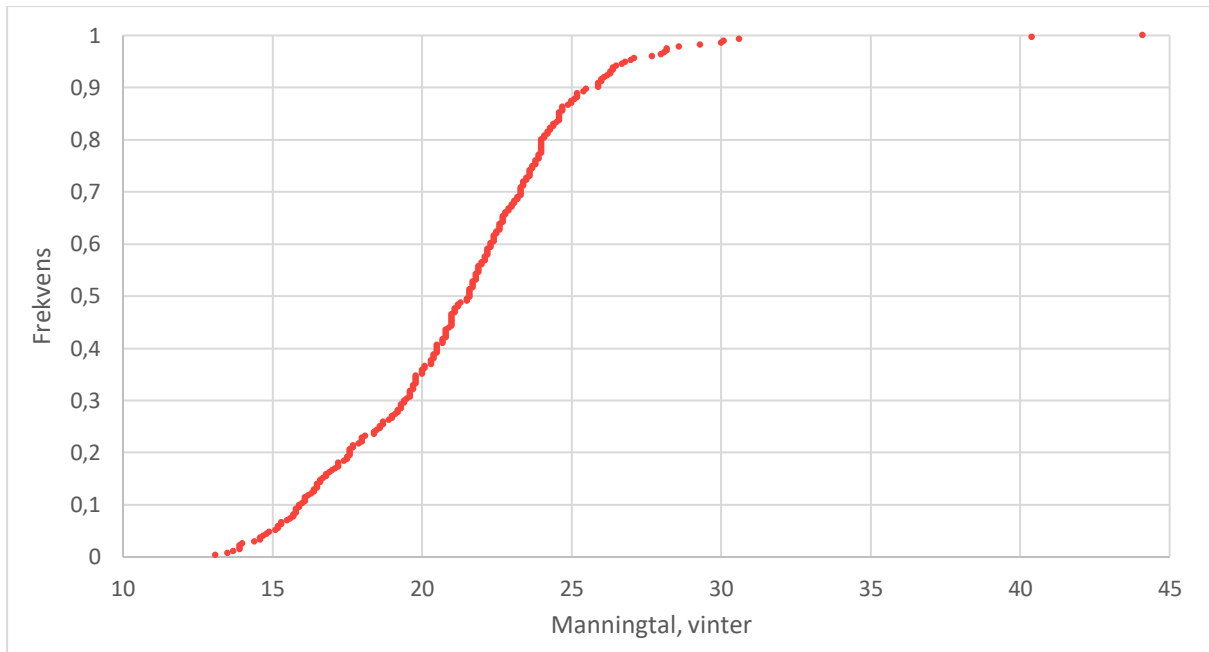
Manningtalsserien for Emborg Bro vurderes at være repræsentativ for øvrige strækninger af Gudenåen mellem Mossø og Gudensø. Denne vurdering har grundlag i fire stikprøveberegninger, hvor Manningtal er fundet for de to strækninger mellem hhv. Mossø og Emborg og Emborg og Gudensø. Stikprøveberegningerne har grundlag i målte vandstande med målestation 21.54 (nedre ende af Mossø), 21000643 (Emborg Bro) og 21.172 (øvre ende Gudensø) samt vandføringer målt ved 21000643 (Emborg Bro) og 21.27 (Salten Å).

Beregningerne viser, at Manningtal på de to strækninger er næsten ens, og at de ligger i samme størrelsesorden som fundet i ovenstående Manningtalsserie for Emborg. Forskellene er derfor indenfor de beregningsmæssige usikkerheder, hvorfor det vurderes at være valid at betragte den beregnede Manningtalsserie for Emborg som repræsentativ for hele strækningen mellem Mossø og Gudensø, se tabel Tabel 5-2.

Tabel 5-2: Beregnede Manningtal ($m^{1/3}/s$) fire forskellige dage i vinteren 2021-2022.

Strækning/lokaltet	M, 28-01-2021	M, 05-11-2021	M, 08-12-2021*	M, 22-12-2021*
St. 0 – 2.675 m	17,8	20,6	24,0	22,3
St. 2.675 – 5.181 m	17,8	20,6	24,7	22,1
Manningtalsserie ved Emborg	14	19,7	26,3	19

For de beregnede vinter-manningtal for Emborg Bro for perioden november 2020 til december 2021 er beregnet en frekvenskurve – denne fremgår af Figur 5-2. Heraf ses, at Manningtallene varierer fra 13,1 til 44,1 i de analyserede vinterperioder samt at medianen er 21,6. Frekvenskurven kan også anvendes i vurderingen af et relativt lavt og relativt højt Manningtal for vinterperioden. Et Manningtal på 15, svarende til 5 %-fraktilen, kan betragtes som et minimum-Manningtal. Samtidig kan et Manningtal på 25, svarende ca. til 85 %-fraktilen, anvendes ved beregninger på mere ekstreme hændelser som eksempelvis vintermedianmaksimum og større hændelser.



Figur 5-2: Frekvenskurve for vintermanningtal for Emborg Bro fra november 2020 til december 2021.

5.2 VURDERING AF MANNINGTAL TIL BEREGNINGER

Med udgangspunkt i resultaterne af Manningtalsbestemmelsen præsenteret i ovenstående afsnit er der foretaget en kvalitativ vurdering af hvilke Manningtal, der bør anvendes som input til vandspejlsberegningerne. De vurderede Manningtal fremgår af Tabel 5-3.

Tabel 5-3: Vurderede Manningtal til vandspejlsberegninger differentieret på afstrømning.

Afstrømning	Manningtal ($m^{1/3}/s$)	
Vintermiddel	22	Middel M, 50 %-fraktil
Vintermiddel	15	Lav M, 5 %-fraktil
Medianmaksimum	25	Høj M, 85 %-fraktil
Hændelse 27. feb. 2020	25	Høj M, 85 %-fraktil

6 VANDSPEJLSBEREGNINGER

6.1 BETYDNING AF MANNINGTAL

Med udgangspunkt i Manningtallene præsenteret i Tabel 5-3 og vandspejlsberegninger med startvandspejl svarende til vintermiddel for 2021-2022 (22,298 m DVR90), er der foretaget en sammenligning af beregnede vandspejl i Mossø (st. 0 i Gudenå) ved forskellige afstrømninger og Manningtal. Resultaterne fremgår af Tabel 6-1.

Generelt kan det konkluderes, at valg af Manningtal har betydning for den resulterende vandstand i Mossø; jo lavere Manningtal, jo højere vil vandet stuve op i Mossø og omvendt ved højere Manningtal. Om der anvendes de beregnede Manningtal fra 2.-4. november 2020 (Se Tabel 5-1) eller $M=22$ for en vintermiddelafløbstrømning ligger nærmest indenfor en bagatelgrænse med en forskel på 5 cm mellem de beregnede vandspejl i Mossø. Derimod vil et lavt, men ikke urealistisk lavt Manningtal på 15, i en vintermiddelafløbstrømningssituation være af væsentlig betydning for den resulterende vandstand i Mossø.

Ved mere større afstrømningshændelser (vintermedianmaksimum og hændelsen fra den 27. februar 2020) er der igen stort set negligibel forskel på, om det ene eller det andet Manningtal anvendes.

I forbindelse med beregningerne på betydningen af startvandspejlet anvendes Manningtallene $M=\text{nov. 2020}$ samt $M=15, 22$ og 25 .

Tabel 6-1: Sammenligning af beregnede vandspejl i Mossø ved forskellige Manningtal og med startvandspejl svarende til vintermiddel for vinteren 2021-2022; 22,298 m DVR90.

Afstrømning	Manningtal ($m^{1/3}/s$)	VSP, Mossø (m DVR90)	VSP-differens** (cm)
Vintermiddel	$M=\text{nov. 2020}^*$	22,542	
Vintermiddel	22	22,592	+5
Vintermiddel	15	22,767	+22,5
Medianmaksimum	$M=\text{nov. 2020}^*$	22,753	
Medianmaksimum	25	22,754	+0,1
Hændelse 27. feb. 2020	$M=\text{nov. 2020}^*$	23,198	
Hændelse 27. feb. 2020	25	23,174	-2,4

*Se Tabel 5-1

**Differens til vandspejl beregnet med samme afstrømning med $M=\text{nov. 2020}$: "+" indikerer højere VSP end ved $M=\text{nov. 2020}$, "-" indikerer lavere VSP end ved $M=\text{nov. 2020}$.

6.2 BETYDNING AF VANDSTANDSSÆNKNING

Formålet med videreførelsen af forsøget med vandstandssænkning ved Ry Mølle var naturligvis yderligere at kvalificere resultaterne fra første forsøgsperiode. I forbindelse med første forsøgsperiode (vinteren 2020-2021) og afrapporteringen af denne blev der undersøgt effekten af to vandstandssænkninger: 1) forsøget med et sommerflodemål om vinteren og 2) en fiktiv vandstandssænkning, hvor hele Ry Mølle fjernes, og vintermiddelvandstanden nedstrøms Ry Mølle anvendes som startvandspejl i vandspejlsberegningerne. De anvendte startvandspejl fremgår af Tabel 6-2.

Tabel 6-2: Vintermiddelvandstande anvendt til startvandspejl i vandspejlsberegningerne.

Status: Gudensø, 2013-2021*	Forsøg: Gudensø, 2021-2022	Fiktivt: Ry Mølle (NS), 2013-2021
22,398	22,298	21,044

*Ud fra korrelation til målestation 21.50 Ry Mølle (OS)

Med de definerede Manningtal og tre forskellige afstrømningsituationer: vintermiddel, vintermedianmaksimum, hændelsen den 27. februar 2020, er der dermed beregnet vandspejl i Mossø (st. 0 i Gudenå) – vandstandene fremgår af Tabel 6-3.

Tabel 6-3: Beregnede vandspejl (m DVR90) i Mossø (st. 0 i Gudenå) ved tre forskellige startvandspejl.

Afstrømning / Manningtal	Status	Forsøg (vinter 2021-22)	Fiktivt scenarie
Vintermiddel / M=30,4	22,599	22,542	22,283
Vintermiddel / M=22	22,640	22,592	22,417
Vintermiddel / M=15	22,800	22,767	22,642
Medianmaksimum / M=30,4	22,793	22,753	22,593
Medianmaksimum / M=25	22,788	22,754	22,632
Hændelse 27. feb. 2020 / M=30,4	23,214	23,198	23,134
Hændelse 27. feb. 2020 / M=25	23,189	23,174	23,119

Af Tabel 6-4 fremgår beregnede effekter (vandstandssænkning i Mossø i cm) ved henholdsvis forsøget med sommerflodemål om vinteren og det fiktive scenarie, hvor Ry Mølle fjernes fuldkomment. Da det beregnede vintermiddelvandspejl i Gudensø for vinteren 2021-2022 i praksis var magen til dét beregnet for vinteren 2020-2021, var det forventet, at effekten af anvendelsen af sommerflodemålet om vinteren ville være begrænset – dette ses også af resultaterne anført i kolonne to i tabellen. Et lavere flodemål ved Ry Mølle om vinteren vil ifølge beregningerne i gennemsnit kunne betyde et 3-6 cm lavere vandspejl i Mossø, mens det i mere ekstreme afstrømningsituationer (vintermedianmaksimum og hændelsen i februar 2020) vil betyde et 2-4 cm lavere vandspejl i Mossø. Generelt må det altså konkluderes, at der ikke er tale om en væsentlig effekt.

Hvis Ry Mølle fjernes fuldkomment, vil effekten på vandstanden i Mossø naturligvis være mere udtalt, da møllens stemmeværk holder vandstanden relativt højt oppe; vandstanden står ca. 1,3 m højere på opstrøms side af møllen end nedstrøms. Dermed viser beregningerne, at der i gennemsnit om vinteren vil kunne opnås et 16-32 cm lavere vandspejl i Mossø, mens der i mere ekstreme hændelser vil være et 7-20 cm lavere vandspejl i Mossø ifølge modellens stationære beregninger.

Tabel 6-4: Forskel mellem beregnede vandspejl (cm) / effekt af vandstandssænkning ved Ry Mølle.

Afstrømning / Manningtal	Status vs. Forsøg (vinter 2021-2022)	Status vs. Fiktivt scenarie
Vintermiddel / M=nov. 2020	6	32
Vintermiddel / M=22	5	22
Vintermiddel / M=15	3	16
Medianmaksimum / M=nov. 2020	4	20
Medianmaksimum / M=25	3	16
Hændelse 27. feb. 2020 / M=nov. 2020	2	8
Hændelse 27. feb. 2020 / M=25	2	7

7 KONKLUSION

Som følge af forsøget med at holde et sommerflodemål ved Ry Mølle om vinteren, er der hen over vinteren 2021-2022 i gennemsnit målt et 10 cm lavere vandspejl i Gudensø opstrøms Ry Mølle: 22,398 mod 22,298 m DVR90 i gennemsnitlig vintermiddel vandstand.

Der er foretaget en række analyser af Manningtal for Gudenåen på denne strækning. Disse analyser peger på, at Manningtallet som forventet ændrer sig væsentligt hen over året. Vurderingen er, at Manningtallet gennemsnitligt ligger på 22 hen over vinteren, men at Manningtallet i yderkanterne af vintersæsonen (især månederne oktober og april) vil kunne ligge på omkring 15, mens det under mere ekstreme hændelser vurderes at ligge på minimum 25. Manningtallet har som nævnt betydning for de beregnede vandspejle, idet tallet udtrykker strømningsmodstanden.

At anvende et Manningtal på 15 (relativt høj strømningsmodstand) i forhold til serien M=nov. 2020 ved en vintermiddel afstrømningssituation giver en betydelig forskel på 22,5 cm i Mossø. Forskellen er dog kun ca. 5 cm ved anvendelse af M=22 i forhold til serien M=nov. 2020.

Vandspejlsberegningerne viser, at forsøget med at holde et sommerflodemål hen over vinteren i en vintermiddel afstrømningssituation bevirker et ca. 3-6 cm lavere vandspejl i Mossø, afhængig af hvilke Manningtal der anvendes. Ved en vintermedianmaksimum afstrømning er vandspejlet ca. 3-4 cm lavere i Mossø, mens det ved en ekstrem hændelse som den 27. februar 2020 bevirker en ca. 2 cm lavere vandstand i Mossø. Generelt må disse vandspejlssænkninger i Mossø betragtes som lave.

Det fiktive scenarie med at fjerne Ry Mølle fuldkomment bevirker, at der ved en vintermiddel afstrømningssituation beregnes et 16-32 cm lavere vandspejl i Mossø. Tilsvarende er vandspejlet beregnet 16-20 cm lavere ved en vintermedianmaksimum hændelse, mens virkningen endnu engang er mindst ved den ekstreme hændelse fra den 27. februar 2020, hvor forskellen i Mossø er beregnet til 7-8 cm.

Som ventet er betydningen af ændring i opstemningskote ved Ry Mølle altså mindst i de mere ekstreme afstrømningshændelser, mens den er størst i mindre afstrømningssituationer (vintermiddel). Dog må det konkluderes, at der generelt er tale om relativt små vandspejlssænkninger. Dermed indikerer resultaterne, at det i større grad er vandløbet, altså Gudenåen mellem Mossø og Gudensø, der bestemmer vandstanden i Mossø, og ikke i så høj grad opstemningen ved Ry Mølle.

8 REFERENCER

WSP. (2021). *Forsøg med sænkning af vinterflodemål ved Ry Mølle samt lokalt udsyn*. Skanderborg Kommune.