

ANALYSE AF EFFEKT AF
VEDLIGEHOLDELSERFORHOLD I
GUDENÅEN PÅ SOMMERVANDSTANDE
I MOSSØ

05 2023

Projektnavn	Analyse af effekt af vedligeholdelsesforhold i Gudenåen på sommervandstade i Mossø
Kunde	Skanderborg Kommune
Projektleder	Gitte.Urhoj@wsp.com
Projektnummer	22002012
Til	Kaare Jensen
Udarbejdet af	Gitte Urhøj
Kvalitetssikret af	Eva Marcus
Godkendt af	Christian Petersen
Version	1
Versionsdato	16.05.2023
Første udgivelsesdato	16.05.2023

INDHOLD

1	BAGGRUND.....	4
2	TILGANG TIL OPGAVEN	5
2.1	Data.....	6
2.1.1	Gældende reguativ vedr. vedligeholdelse	6
2.1.2	Fysiske forhold	7
2.1.3	Oplande	7
2.1.4	Afstrømninger.....	8
2.1.5	Manningtal	10
2.1.6	Startvandspejl.....	10
3	RESULTATER.....	11
3.1	Beregninger ved sommermiddel	11
3.1.1	Status (scenarie 1)	11
3.1.2	Status. diff Manningtal (scenarie 2.1)	11
3.1.3	Plan (grødeskæring i regulativbredde). diff. Manningtal (scenarie 2.2)	12
3.1.4	Plan (grødeskæring i 22 m strømrønde) Diff. Manningtal (scenarie 3).....	12
3.2	Beregninger på sommer median maksimum	13
3.2.1	Status og plan (grødeskæring i regulativbredde). Diff. Manningtal (scenarie 2.3 og 2.4)	13
3.3	Tablet med resultater	13
4	PERSPEKTIVERING	15

1 BAGGRUND

Der har de senere år været fokus på forskellige problemstillinger vedr. høje vandstande i Mossø.

Skanderborg Kommune har i 2 vintre kørt forsøg ved Ry Mølle med at holde sommerflodemål vinteren over. Overordnet er det i afrapportering af forsøgene vurderet, at tiltaget med at holde sommerflodemålet ved Ry Mølle om vinteren ikke har den store betydning for vandstanden i Mossø. Modstanden i Gudenåen på strækningen mellem Mossø og Gudensø har derimod en væsentlig betydning for vandstanden i Mossø.

I relation til sommervandstande i Mossø har Skanderborg Kommune ønsket at få undersøgt, i hvilket omfang bredden af strømrøden (skæringsbredden) samt grødeforekomst i Gudenåen mellem Mossø og Gudensø har betydning for sommervandstanden i Mossø - gerne perspektiveret i forhold til eventuelle konsekvenser for laveliggende græsningsarealer på nordsiden af Mossø.

2 TILGANG TIL OPGAVEN

I gældende regulativ fra 1974 er der anført krav til skikkelse på strækningen i form af vandløbsbredde og dybde. Der er ikke angivet krav eller anvisninger vedr. grødeskæring af strækningen, og Skanderborg Kommune udfører normalt ikke grødeskæring i strømrønden på strækningen, men skærer ofte rørvækst langs kanterne.

De gældende regulativmæssige dimensioner er i notat fra dec. 2022 (se afsnit 2.1.1) vurderet at være overholdt.

WSP vil undersøge, i hvilken udstrækning bredden af en strømrønde, samt eventuel grødeskæring i strømrønden mellem Mossø og Gudensø vil få betydning for vandstanden i Mossø om sommeren.

Dette gøres ved at regne på differentierede Manningtal i profilerne, det vil sige med forskellige Manningtal i hhv. strømrønden og i siderne af profilerne.

Beregningen udføres i VASP på opmåling 2020/21/23.

Først estimeres statusforhold for grødens påvirkning (udtrykt ved Manningtal) for sommeren 2021. Dette gøres ved at tage grundlag i et realistisk middel sommer-Manningtal på 10 ($M=10$) for målestation ved Emborg bro, som er fundet i forbindelse den databehandling, som foregik i juni 2022 vedr. forsøg med sænkning af vandstand ved Ry Mølle i vinteren 2021-2022.

Ved at udføre vandspejlsberegning med $M=10$ på opmålingen, søges det at verificere om $M=10$ er beskrivende for statusforhold for grødens påvirkning for hele strækningen om sommeren (Beregningsscenarie 1). Dette gøres ved, at beregningsresultatet holdes op mod målte vandstande i Mossø.

Dernæst estimeres de differentierede Manningtal ($M=X$) i strømrønden og siderne ($M=Y$), som er beskrivende for statusforhold ved en strømrønde bredde svarende til regulativmæssige forhold, se afsnit 2.1.1 (**Beregningsscenarie 2.1**).

Når der er fundet status-sommer-Manningtal for strømrønden ($M=X$) og siderne ($M=Y$), udføres der herefter en beregning, hvor Manningtallet i strømrønden øges til 15 for at illustrere, hvad en grødeskæring (Plan) i den regulativmæssige strømrønde bredde kunne betyde for vandstanden i Mossø (**Beregningsscenarie 2.2**).

For også at analysere, hvilken effekt det vil have at udvide den grødeskårne strømrønde bredde til 22 m (Plan) udføres ligeledes en beregning (**Beregningsscenarie 3**) med $M = 15$ i en strømrønde bredde på 22 m ved hjælp af de differentierede Manningtal.

Ovenstående beregninger foretages alle ved sommermiddel afstrømning for 2021.

Scenarierne 2 foretages desuden med en sommer medianmaksimum afstrømning (**Beregningsscenarie 2.3 og 2.4**). Disse sammenlignende beregninger udføres for at vurdere effekten af en eventuel grødeskæring i den regulativmæssige strømbredde ved en større afstrømning.

Overblik over de forskellige beregningsscenarier ses af nedenstående tabel.

SCENARIO NR	STRØMBREDDER	MANNINGTAL I STRØMRENDER	MANNINGTAL I SIDER	ANVENDTE AFSTRØMNINGER
1	Fuld bredde	10	(10)	Sommermiddel (2021)
2.1	Regulativmæssigbredde	X (status)	Y (status)	Sommermiddel (2021)
2.2	Regulativmæssigbredde	15 (plan)	Y (status)	Sommermiddel (2021)
2.3	Regulativmæssigbredde	X (status)	Y (status)	Sommer med maks.
2.4	Regulativmæssigbredde	15 (plan)	Y (status)	Sommer med maks.
3	Udvidet til 22 m (Plan)	X (status)	Y (status)	Sommermiddel (2021)

2.1 DATA

2.1.1 GÆLDENDE REGULATIV VEDR. VEDLIGEHOLDELSE

Strækningen mellem Mossø og Gudensø er omfattet af Regulativ for Gudenå fra Mossø til Silkeborg. Regulativet er fra 1974.

Jfr. regulativet skal vandløbet fra Mossø til Salten Å have en bredde på mindst 19 m, og fra Salten Å til Gudensø skal bredden være mindst 22 m. Dybden skal overalt være mindst 63 cm.

I notatet "Udredning vedr. gældende regulativbestemmelser fra Mossø til Gudensø, dec. 2022", fremgår det, at de gældende regulativmæssige dimensioner vurderes at være overholdt.

Med hensyn til vedligeholdelse af strækningen står der i gældende regulativ, at vandløbsstrækningen skal vedligeholdes med de anførte dimensioner. Der er ikke angivet krav eller anvisninger vedr. grødeskæring af strækningen.

Skanderborg Kommune udfører normalt ikke grødeskæring på strækningen, og dette er heller gjort i sommeren 2021.

2.1.2 FYSISKE FORHOLD

De eksisterende fysiske forhold i Gudenåen mellem Mossø og Gudensø er beskrevet ved at anvende en samlet opmåling af Gudenåen.

Den samlede opmåling består af opmålinger fra hhv. 2020, 2021 og 2023 er samlet til ét opmålingslængdeprofil, herefter kaldt opmåling 2020/21/23, (Emborg Bro fra 2016 er også indsat).

Der er opmålt ca. 14 tværprofiler med GPS/totalstation i 2020 og 2023. Disse er suppleret i med yderligere ca. 66 tværprofiler opmålt med M9-dronebåd i 2021 og 2023, som anvender ekkolod til måling af bundniveauer. Ved opmåling med M9-dronebåd måles ikke koter over vandspejl. Derfor er disse tværprofilmålinger suppleret med udtræk fra digital højdemodel, for at få koter over vandspejlsniveau.

Dette bidrager til en vis usikkerhed for opmålingen.

2.1.3 OPLANDE

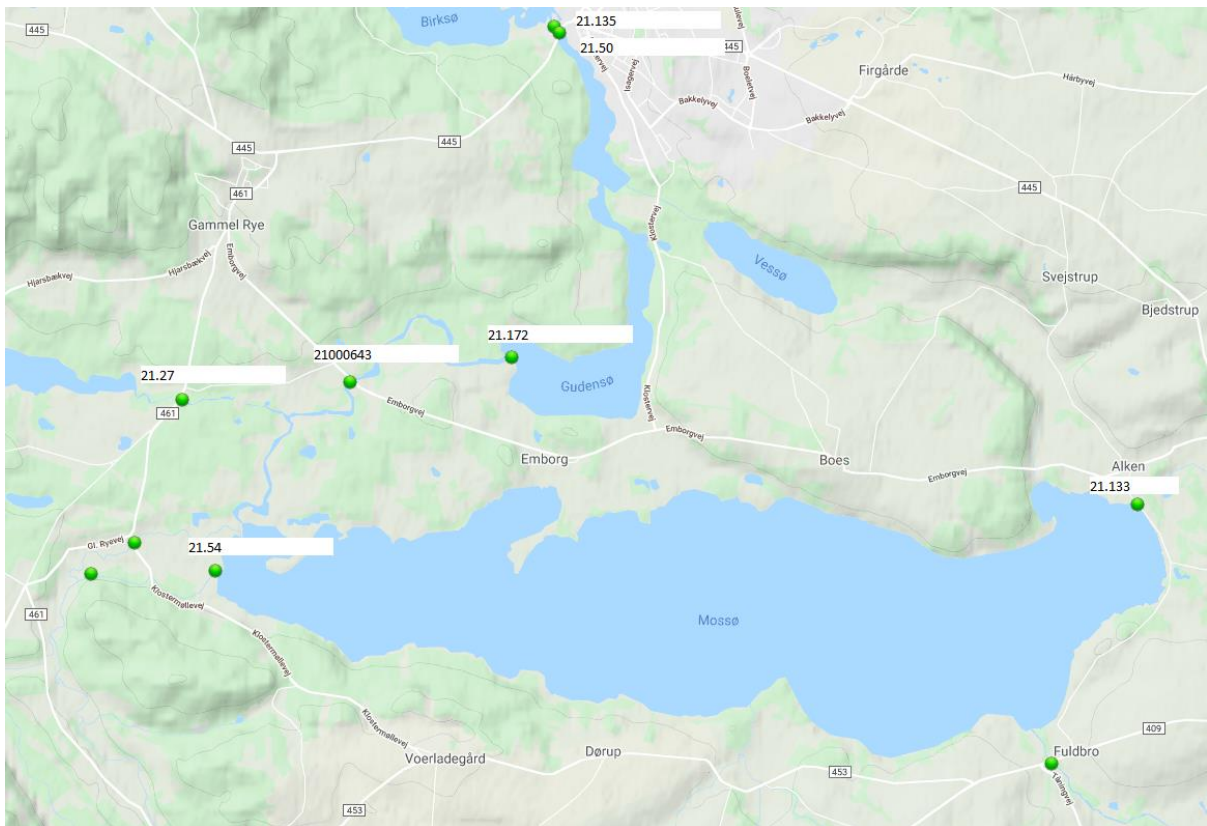
De anvendte oplande er bestemt ud fra højdemodel via Scalgo.com, og ses af nedenstående tabel.

Tabel 1 Oplande

STATION, M	OPLAND, KM ²	BEMÆRKNING
0	626,7	Udløb fra Mossø
1620	629,14	Opstrøms Salten Å
1640	798,27	Nedstrøms Salten Å
2675	803,5	Stednr. 21000643
5181	809,34	Indløb i Gudensø

2.1.4 AFSTRØMNINGER

Til bestemmelse af sommermiddel afstrømning (måleperiode 2021) for Gudenåen mellem Mossø og Gudensø er der anvendt data fra målestationerne 21000643 (Emborg) og 21.27 (Salten Å), se placeringen af målestationerne i nedenstående figur.



Figur 2-1 Oversigt over målestationer.

Til bestemmelse af sommer medianmaksimum afstrømning er der anvendt data fra 21000643 (Emborg, 2021) og 21.40 (Voervadsbro, 1973-2021). Der er udregnet en sommer medianmaksimum afstrømning ved mlst. 21.40 (Voervadsbro) for perioden 1973-2021. Sommer medianmaksimum afstrømning for Gudenåen mellem Mossø og Gudensø er herefter bestemt ved en QQ-relation mellem døgnmidler fra 21000643 (Emborg) og 21.40 (Voervadsbro).



Figur 2-2 Oversigt over anvendt målestation ved Voervadsbro til bestemmelse af sommer medianmaksimum afstrømning.

Tabel 2 Anvendte afstrømninger

STATION, M	SOMMERMIDDEL 2021, L/S/KM ²	SOMMER MED.MAKS. 1973-2021, L/S/KM ²	BEMÆRKNING
0	8,4	17	Udløb fra Mossø
1620	8,4	17	Opstrøms Salten Å
1640	9,6	17	Nedstrøms Salten Å
2675	9,6	17	Stednr. 210643
5181	9,6	17	Indløb i Gudensø

2.1.5 MANNINGTAL

Af nedenstående tabel fremgår anvendte og beregnede Manningtal for de forskellige beregningsscenarier.

SCENARIO, NR	STRØMREDEBREDDE	MANNINGTAL I MANNINGTAL		ANVENDTE AFSTRØMNINGER
		STRØMRENDE	I SIDER	
1	Fuld bredde	10		Sommermiddel (2021)
2.1	Regulativmæssigbredde	12 (status)	5	Sommermiddel (2021)
2.2	Regulativmæssigbredde	15 (plan)	5	Sommermiddel (2021)
2.3	Regulativmæssigbredde	12 (status)	5	Sommer med. maks.
2.4	Regulativmæssigbredde	15 (plan)	5	Sommer med. maks.
3	Udvidet til 22 m (Plan)	15 (plan)	5	Sommermiddel (2021)

2.1.6 STARTVANDSPEJL

Der anvendes et startvandspejl ved alle beregningsscenarierne på 22,29 m DVR90, svarende til sommermiddel vandstand i 2021 i Gudensø ved mlst. 21.172.

3 RESULTATER

3.1 BEREGNINGER VED SOMMERMIDDEL

3.1.1 STATUS (SCENARIO 1)

Ved databehandlingen til tidligere leveret opgave fra juni 2022 blev det fundet, at et Manningtal (M) på 10 er beskrivende for en sommermiddel afstrømningssituation ved målestation 21000643 ved Emborg Bro.

Dette Manningtal er verificeret for hele strækningen ved at anvende $M=10$ på den nye opmåling 2020/21/23 med en sommermiddel afstrømning (2021) og et startvandspejl svarende til sommermiddel vandstand i Gudensø (2021). Herved fås en beregnet vandstand ved st. 0 (udløb fra Mossø) er på 22,71 m DVR90. Denne beregnede vandstand er i god overensstemmelse med middel sommervandstand for 2021 ud fra målte data ved mlst. 21.54 i Mossø. Middel-sommervandstand for 2021 ved mlst. 21.54 er således også 22.71 m. DVR90.

Det vurderes derfor, at et Manningtal på 10 er beskrivende for sommertilstanden af Gudenåen mellem Mossø og Gudensø.

Beregningen ses af Bilag 1 og af Tabel under afsnit 3.3.

3.1.2 STATUS. DIFF MANNINGTAL (SCENARIO 2.1)

Jfr. Bestemmelserne i det gældende regulativ skal der opretholdes en strømrrende (vandløbsbredde) på 19 meter fra st. 0 til Salten Ås udløb, og herfra en strømrrende (vandløbsbredde) på 22 m til Gudensø.

WSP har ved at anvende differentierede Manningtal i hhv. sider og strømrrende på strækningen fundet, at et **Manningtal på 12** i strømrrenden og **Manningtal på 5 i siderne** ved sommermiddel afstrømning i 2021 giver et beregnet vandspejl svarende til statusberegningen (beregningsscenario 1). Således er dette WSPs bedste bud på at beskrive de modstandsforhold (Manningtal) som var i hhv. i den regulativmæssige strømrrende og siderne i sommeren 2021.

WSP har fået oplyst af Skanderborg Kommune, at der ikke er skåret grøde i den regulativmæssige strømrrendebredde i sommeren 2021. Derfor er et Manningtal i strømrrenden på 12 ikke et udtryk for en grødeskåret strømrrende.

Beregningen ses af Bilag 1 og af Tabel under afsnit 3.3.

3.1.3 PLAN (GRØDESKÆRING I REGULATIVBREDDE). DIFF. MANNINGTAL (SCENARIO 2.2)

For at belyse en eventuel effekt af at grødeskære i den regulativmæssige strømrendebredde har WSP gennemført en beregning med et Manningtal på 15 i strømrønden ved sommermiddel afstrømning (2021).

Et Manningtal på 15 i strømrønden vurderes at være et realistisk Manningtal umiddelbart efter en grødeskæring i strømrønden, men vil dog falde efter grødeskæringen i takt med grødens genvækst (større modstand).

Denne beregning og øvrige beregninger med justeringer i Manningtal vidner om, at strækningens vandføringsevne generelt er følsom overfor Manningtallet, dvs. for påvirkningen fra grøden. Ændringer i strømrøndens Manningtal giver således forholdsvis stor effekt på beregnet vandstand i Mossø.

En ændring af Manningtallet i strømrønden fra 12 til 15 resulterer i et ca. 10 cm lavere vandspejl i Mossø.

Resultatet ses af Bilag 1 og af Tabel under afsnit 3.3.

3.1.4 PLAN (GRØDESKÆRING I 22 M STRØMRENDE) DIFF. MANNINGTAL (SCENARIO 3)

For at belyse en eventuel effekt af at skære grøde i en bredere strømrendebredde end angivet i regulativet har WSP også gennemført beregninger med et Manningtal på 15 i en strømrende på 22 m.

En 22 meter strømrende blev valgt ud fra gennemgang af ortofoto som en mulig maksimal strømrende i praksis, da vandløbet på delstrækninger ikke er væsentligt bredere end dette.

Resultatet af beregningen er, at vandspejl i Mossø er kun ca. 2 cm lavere i forhold til beregningen med den regulativmæssige strømrende (19 m til Salten Å, 22 m fra Salten Å til Gudensø), Beregningsscenario 2.2.

Resultatet ses af Bilag 1 og af Tabel under afsnit 3.3.

3.2 BEREGNINGER PÅ SOMMER MEDIAN MAKSIMUM

3.2.1 Status og plan (grødeskæring i regulativbredde). Diff. Manningtal (scenarie 2.3 og 2.4)

For at vurdere effekten af en grønnskæring i den regulativmæssige strømrendebredde ved en større afstrømning er der udført beregninger ved en sommer medianmaksimum afstrømning, hvor Manningtallet i den regulativmæssige strømrende er sat til hhv. 12 (status) og 15 (plan).

Resultatet ses af Bilag 2 og af Tabel under 3.3.

Forskellen mellem de to beregninger er ca. 14 cm for vandstanden i Mossø, hvor beregningen ved Manningtal 12 giver den højeste vandstand.

3.3 TABEL MED RESULTATER

Af nedenstående tabel fremgår grundlag og resultat af beregnede vandstande for de forskellige scenarier.

SCENARIO, NR	STRØMRENDEBREDDE	MANNINGTAL I STRØMRENDE	MANNINGTAL I SIDER	ANVENDETE AFSTRØMNINGER	BEREGNET VANDSTAND I MOSSØ
1	Fuld bredde	10	(10)	Sommermiddel (2021)	22,71
2.1	Regulativmæssigbredde	12 (status)	5	Sommermiddel (2021)	22,71
2.2	Regulativmæssigbredde	15 (plan)	5	Sommermiddel (2021)	22,61
2.3	Regulativmæssigbredde	12 (status)	5	Sommer med. maks.	23,11
2.4	Regulativmæssigbredde	15 (plan)	5	Sommer med. maks.	22,97
3	Udvidet til 22 m (Plan)	15 (plan)	5	Sommermiddel (2021)	22,59

Det ses af tabellen, at en skæring i regulativmæssig bredde beregningsmæssigt giver ca. 10 cm mindre vandstand i Mossø ved sommermiddelfastrømning (2021), men at en udvidelse af skæringsbredden til 22 m kun giver yderligere ca. 2 cm mindre vandstand i Mossø.

Det ses også, at der er indikation for, at en grødeskæring i den regulativmæssige bredde, ville det betyde ca. 14 cm mindre vandstand i Mossø ved en sommer median maksimum afstrømning.

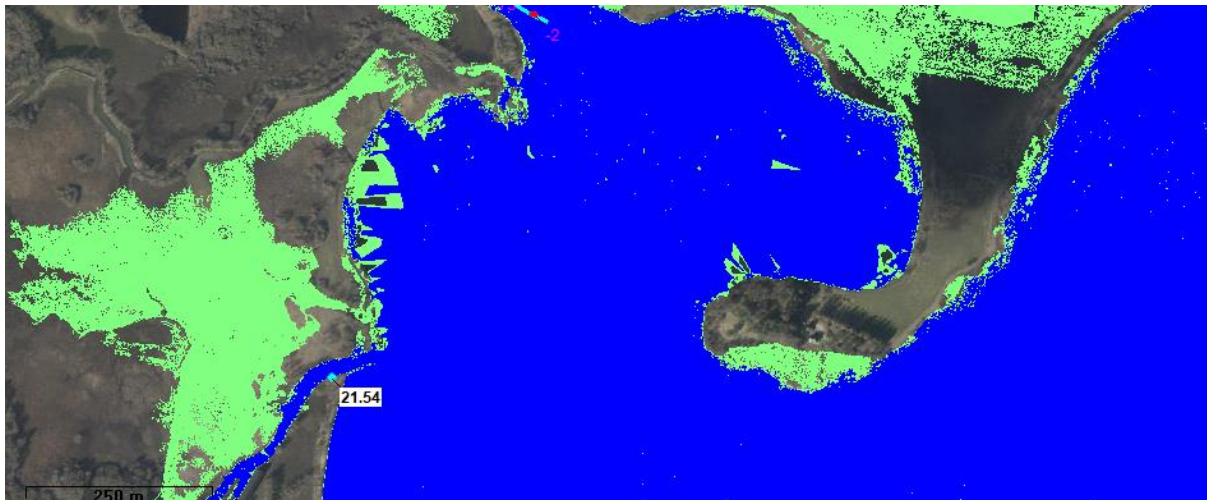
4 PERSPEKTIVERING

Ud fra højdemodel 2015 er der udarbejdet et oversvømmelseskort for hhv. Scenarie 2.1 og 2.2 se Figur 4-1 og Figur 4-1, samt for Scenarie 2.3 og 2.4, se Figur 4-2.

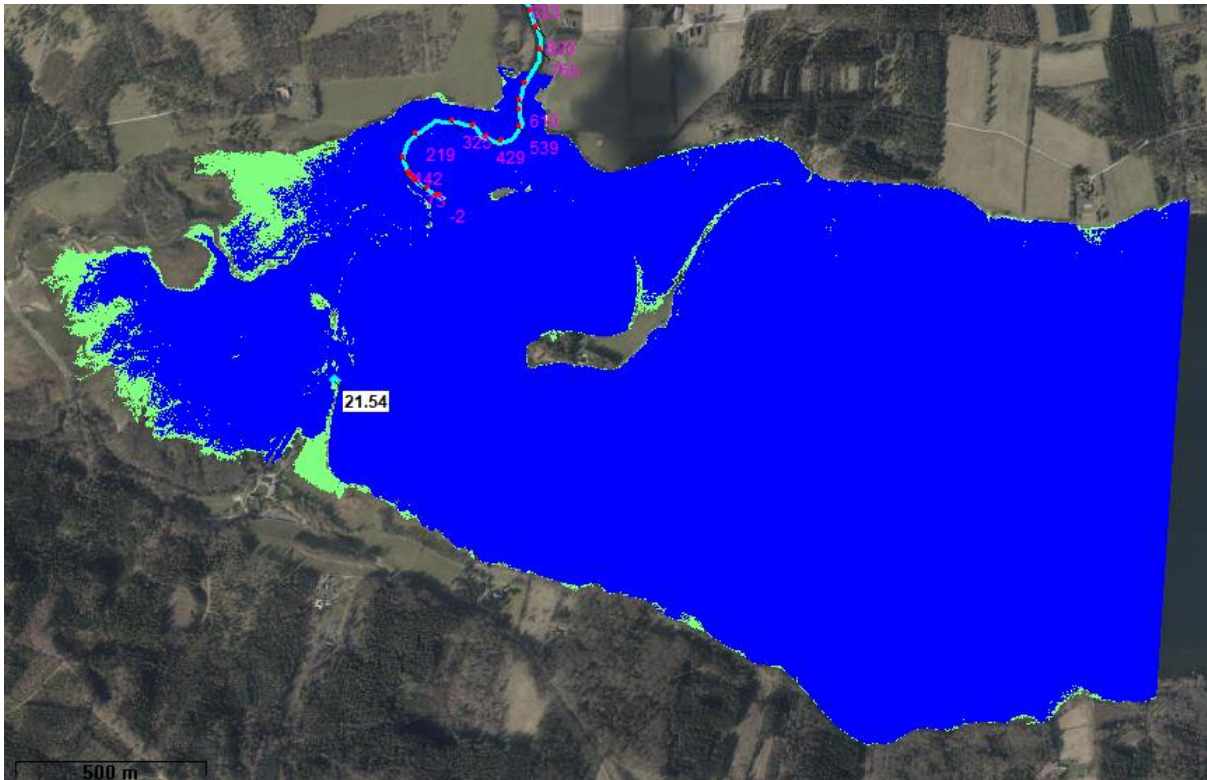
Det skal bemærkes, at de nedenstående figurer viser simple oversvømmelseskort, hvor der ikke er lavet tilpasninger i forhold til strømningsspassager mv. Det skal også bemærkes, at der er usikkerheder ved de vandspejlsberegninger, som er grundlag for oversvømmelseskortene.

Figur 4-1 vidner om, at der ved almindelige sommervandstande i Mossø i dag (22,71 m DVR90), er områder langs Mossø, hvor der er vådt (grønt område). Nærværende analyse antyder, at grødeskæring i regulativmæssig strømrønde bredde, hvilket giver en vandstand på ca. 22,61 m DVR90, kan medføre mere tørre arealer langs Mossø (Blåt område) ved sommermiddel afstrømninger. Det skal dog her bemærkes, at grødeskæring har en begrænset tidsmæssig effekt på vandstanden, og derfor bør skæring foretages på et tidspunkt, hvor den har størst nytte.

Af Figur 4-2 ses det, at effekten af en grødeskæring ikke giver så store forskelle i påvirkede arealer ved en sommer medianmaksimumafstrømning.



Figur 4-1 Oversigtskort over den vestlige ende af Mossø ved udløb af Salten Å: Sommermiddel (2021). Blå: vsp. =22,61 m DVR90. Grøn: vsp. = 22,71 m DVR90.



Figur 4-2 Oversigtskort over den vestlige ende af Mossø: Sommer med. maks. Blå: vsp. =22,97 m DVR90. Grøn: vsp. = 23,11 m DVR90.