

NOTAT

Projekt **Forundersøgelser vandmængder - Sørenden**
Kunde **Samsø Kommune**
Notat nr. **01**
Dato **30/08/2017**
Til **Samsø Kommune**
Fra **Rambøll, Tove Kiilerich,
Kristine Elisabeth Mulbjerg
Lisbeth Rosenberg Natorp**
Kopi til **Bertel Meilvang,
Søren Stensgaard**

Bilag 1: Samlet topografiske opland til Sørenden
Bilag 2: Deloplande til Sørenden
Bilag 3: Tilløb til Sørenden

1. Indledning

Sørenden skal ændres fra en afvandingskanal til et egentligt vandløb. Oprindeligt har Sørenden løbet til Stavns Fjord, men for at beskytte Stavns Fjord mod forurening med næringsalte og spildevand er Sørendens vand siden 1976 pumpet til Kattegat via en havledning, der udmunder på 10 meters dybde syd for Stålhage.

Ændringen til vandløb giver anledning til overvejelser om værdiskabende muligheder - både økonomiske, miljømæssige og rekreative. Samsø Kommune ønsker derfor, at revurdere håndteringen af vandmængderne og undersøge mulighederne for tilbageholdelse af vand på øen i våde bassiner til anvendelse i tørre perioder fx til vanding af golfbaneanlæg.

Samsø Kommune har derfor igangsat nærværende hydraulisk oplandsanalyse, for at etableret et overblik over vandmængder til kvalificering af datagrundlaget for det videre arbejde med nytænkning af vandhåndteringen på Samsø.

Foranalysen gennemføres som et element i projektet Coast to Coast Climate Challenge. LIFE15 IPC/DK/000006 C2C CC.

2. Metode

Indledningsvist er foretaget en oplandsanalyse for oplandet til Sørenden. Oplandsanalysens formål er at skabe et overblik over omfanget og betydningen af større kilder, som f.eks. dræneløb, regnbetingede udledninger og eventuelt rørlagte tilløb, for vandføringen i Sørenden i forhold til den naturlige afstrømning. Deloplande til Sørenden er indledningsvist bestemt topografisk via værktøjet SCALGO Live og er efterfølgende blevet vurderet og i nødvendigt omfang justeret på baggrund af oplysninger om større punktkilder langs vandløbet. Formålet er derved at gøre det muligt at bestemme vandføringen i Sørenden i et hvert givent punkt til et givent tidspunkt. Oplandsanalysen er udført på baggrund af tilgængelig viden og data fra området, som i nødvendigt omfang er suppleret

Dato 30/08/2017

Rambøll
Olof Palmes Allé 22
DK-8200 Aarhus N

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll.dk

Dokument ID 1100028441-
915968311-12
Version 1.0

Udarbejdet af	KREM
Kontrolleret af	TOVK
Godkendt af	LIN

med statistik og erfaringstal fra litteraturen.

På baggrund af data fra oplandsanalyse mv. er opstillet en model i MIKE Hydro, der er kalibreret op i mod data om mængder fra pumpestation. Til opsætningen af vandløbsmodellen er anvendt opmåling af Sørenden fra 2012.

Ved at anvende en MIKE Hydro model er der gode muligheder for at udbygge denne i en eventuel kommende projekteringsfase med fokus på mulige løsninger i oplandet i Sørenden. MIKE Hydro modellen kan dels udbygges med MIKE Urban til håndtering af de regnbetingede udledninger, dels med MIKE Flood til vurdering af mulige ønskede og uønskede oversvømmelseslokaliteter og dels med MIKE She til vurdering af grundvandspåvirkningen.

Indledningsvis er de regnbetingede udløb til renden estimeret på baggrund af Samsø Kommunes spildevandsplan og årsmiddelnedbør.

2.1 MIKE Hydro

MIKE Hydro model opsat på baggrund af opmåling af Sørenden fra 2012. Vandløbet er stationeret efter regulativ. Hvor nødvendigt, af hensyn til stabilitet, er indsat interpoleret og/eller tilrettet tværsnitsprofiler.

Rørunderføringer er indlagt som culverts.

Oplysninger om pumpedriften er modtaget af Per Even Rasmussen fra Samsø Spildevand. Omkring pumpen har det været nødvendigt at indlægge ekstra tværsnit til beskrivelse af pumpeumpen, som ikke fremgik af opmålingen. Pumpestationen, der pumper vandet fra Sørenden til Kattegat, består af fem pumper med forskellige start-/stopkoter for pumpedriften. Der pumpes dermed på op til fem forskellige niveauer alt efter behov. Pumpen er indlagt i modellen på baggrund af nedenstående oplysninger, Tabel 1.

Pumpedrift [Niveau]		Startkote [m]	Stopkote [m]
1	1 frekvens reguleret pumpe i drift - 170 l/sec	-0,84	-1,37
2	1 frekvens reguleret pumpe og 1 pumpe i fuld drift - 240 l/sec	-0,89	-1,29
3	2 pumper i fuld drift - 570 l/sec	-0,34	-0,67
4	3 pumper i fuld drift - 745 l/sec	-0,27	-0,47
5	4 pumper i fuld drift - 875 l/sec	-0,22	-0,37

Tabel 1: Oversigt over pumpedriftens start- og stopniveauer. Start-/stopkote henviser til niveau styringen med angivne pumpedrift.

3. Oplandsanalyse

3.1 Oplande

Indledningsvist er Sørendens samlede opland bestemt topografisk via SCALGO Live, se Bilag 1. Efterfølgende er oplandet blevet gennemgået for deloplande defineret af tilløb til Sørenden, rørtilløb og pumpelag, se Bilag 2 og Bilag 3. For alle tilløb er betydningen for den topografiske oplandstilvækst bestemt, se Tabel 2. En række af rørtilløbene har ikke veldefinerede topografiske oplande, hvorfor deres betydning for oplandstilvæksten ikke kan bestemmes. Dette gælder bl.a. strækningen fra St. 2.830 m til St. 3.709 m i Tabel 2, hvor der er opmålt to rørtilløb uden oplandstilvækst. Da der er tale om meget små oplande, vurderes dette dog ikke, at have væsentlig betydning for vandbalancen på de pågældende strækninger af Sørenden.

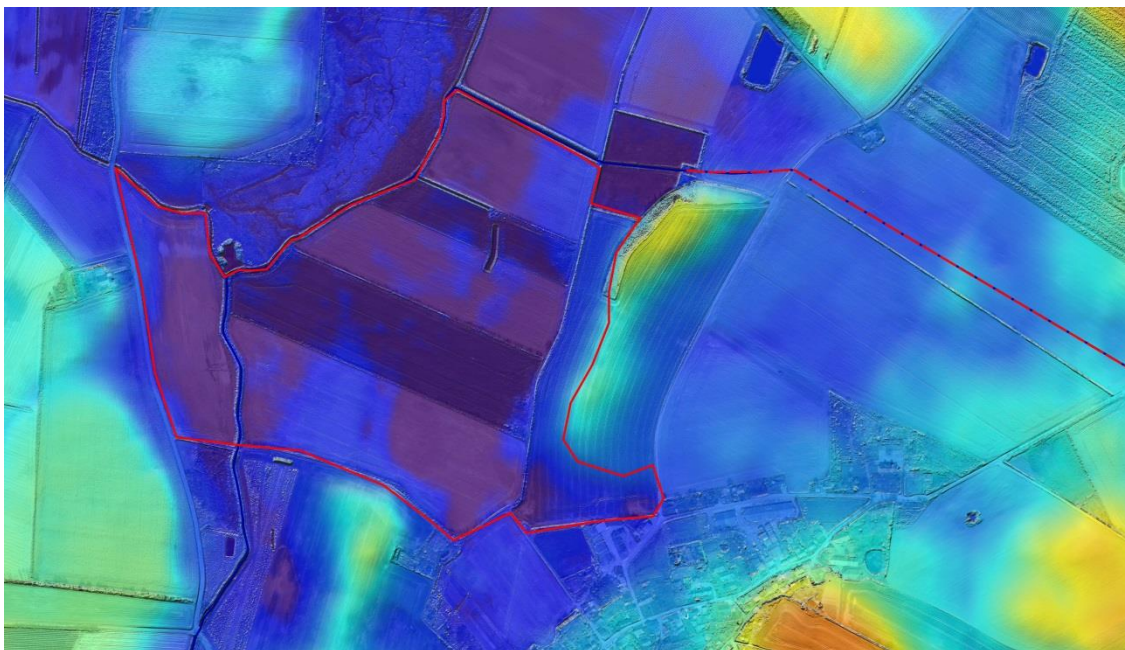
Beskrivelse	Sørenden St. [m]	Oplands tilvækst [km ²]	Akkumuleret opland [km ²]	Navn	Bemærk
Udløb rørlægning	1.598	3,16	3,16		Opstrøms opland Sørenden
Regnbetinget	1.600	-		UA01A	
Rørtilløb - H	2.020				Formentlig samme tilløb
Regnbetinget	2.025	-		UAR01	
Rørtilløb - H	2.034				
Regnbetinget	2.047	-		UA01	
Rørtilløb - H	2.056				
Rørtilløb - H	2.075				
Rørtilløb - H	2.093	0,37	3,53		
Åbent tilløb - H	2.346	0,03	3,56		
Rørtilløb - H	2.830	2,66	6,22		Tranemose Renden (opland 2.14 km ²)
Rørtilløb - H	2.839	0	6,22		
Rørtilløb - H	2.907	0	6,22		
Rørtilløb - H	3.709	0,35	6,57		Muligvis sløjftet udløb da ejendom er delvis nedrevet
Regnbetinget	3.984	-		UA02	
Regnbetinget	4.307	-		UA03	
Rørtilløb - H	4.512	0,62	7,19		Muligvis del af gammelt renseanlæg
Rørtilløb - H	4.659	0,22	7,41		Udløb fra sø?
Rørtilløb - H	4.950	0,03	7,44		
Rørtilløb - H	5.118	0,2	7,64		
Regnbetinget	5.572	-		UA07	
Rørtilløb - H	5.957	0,19	7,83		
Rørtilløb - V	6.202	0,27	8,1		
Åbent tilløb - V	7.280	3,46	11,56		Græsløkke Renden (opland 3.19 km ²)
Åbent tilløb - H	7.595	2,36*	13,92		Pumpelag (Samme som UA04?)
Regnbetinget	7.595	-		UA04	Pumpelag?
Pumpehus	8.102	0,02	13,94		

Tabel 2: Oversigt over deloplande og betydningen for oplandstilvæksten i oplandet til Sørenden.

*Pumpelagets interesseområde er ikke kendt, hvorfor der her er taget udgangspunkt i det topografiske delopland.

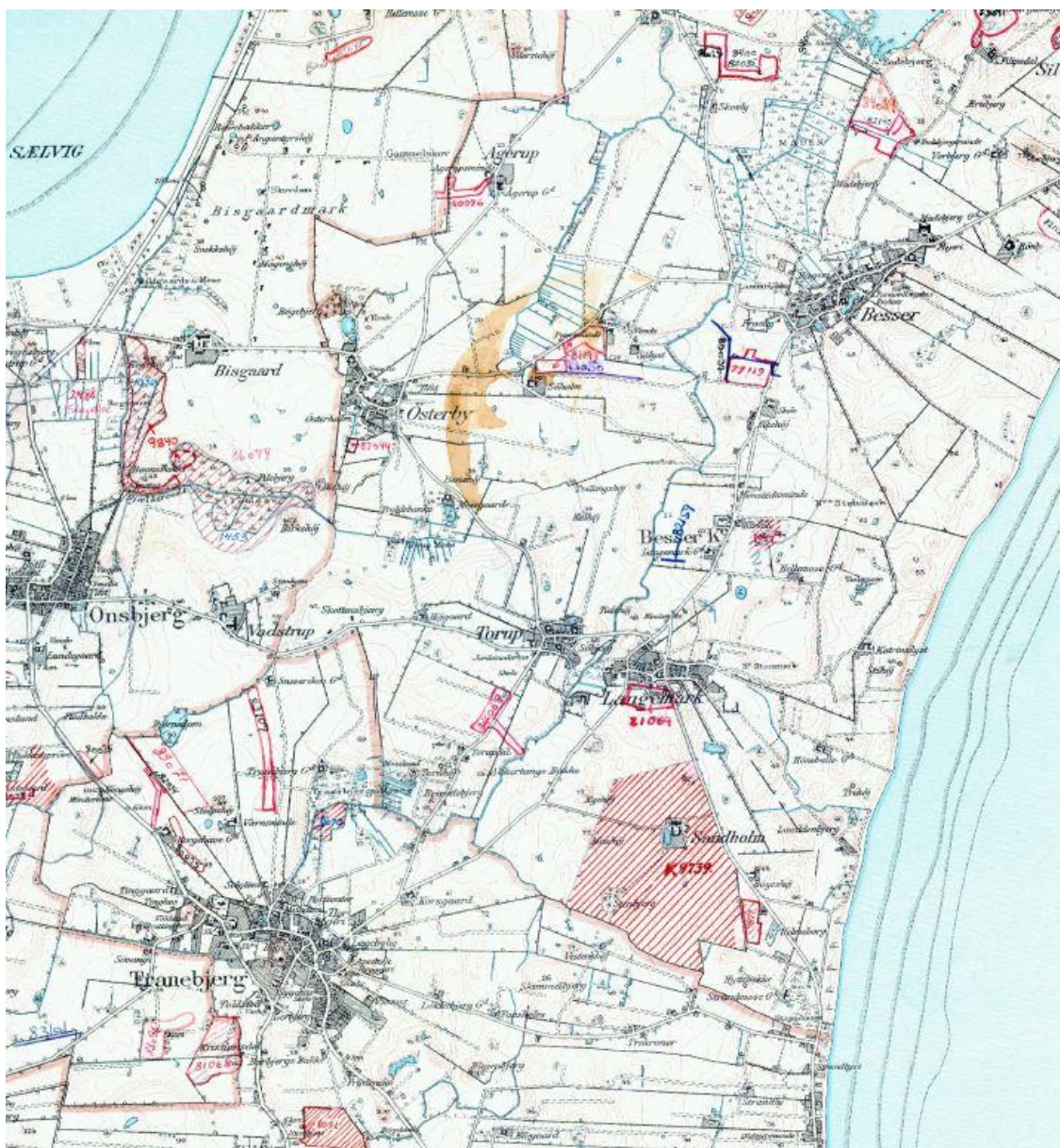
I den nedstrøms ende af Sørenden, umiddelbart før pumpestationen, løber vandløbet gennem et lavtliggende område, som dyrkes i omdrift og afvandes vha. pumpedrift. Det har

ikke været muligt at skaffe oplysninger om pumpelagets interesseområde, hvorfor udbredelsen er estimeret på baggrund af topografien i området, se Figur 1. Den estimerede udbredelse af interesseområdet dækker et areal på 0,3 km², mens det samlede topografiske opland for tilløbet kan bestemmes til 2,36 km², hvilket ikke inkluderer arealet på vest siden af Sørenden, da dette topografisk hører til Græsløkkerenden. Der er i modelopsætningen taget udgangspunkt i det topografiske opland.



Figur 1: Mulig udbredelse af pumpelag i den nedstrøms ende af Sørendens opland, rørlagt del af Sørenden er angivet med stiplede rød, se desuden Bilag 1 og Bilag 2 (©Geodatastyrelsen)

Der er efterspurgt oplysninger om drænplaner i oplandet til Sørenden hos Orbicon, disse fremgår af Figur 2. Markdræn generelt vurderes til at have begrænset indflydelse på oplandstilvæksten, da disse som udgangspunkt vil følge den naturlige topografi langs vandløbet og kun sjældent krydse over en topologisk grænse. Markdræns betydning for vandføringen i Sørenden relaterer sig derfor i højere grad til afstrømningen fra oplandet, da drænene medfører en hurtigere afstrømning og dermed nedsætter den naturlige responstid efter en større nedbørshændelse.



Figur 2: Oversigtskort med angivelse af mulige drænprojekter i oplandet til Sørenden

3.2 Hydrometri

Hydrometridata stammer fra Ryde Å (station nr. 6200017), Lolland. Jf. <https://www.visitsamsoe.dk/inspiration/vejret-paa-samsoe/> er Lolland det område i DK som, sammen med Samsø, har mindst nedbør (Samsø 604 mm, Lolland 626 mm). Der blev indledningsvist indhentet vandføringsdata fra en række målestationer på Lolland og Djursland, den gennemsnitlige årlige vandtransport for de enkelte vandløb blev efterfølgende sammenholdt med den gennemsnitlige årlige vandtransport ved pumpedriften i Sørenden. Ryde Å er det vandløb der gennemsnitligt kommer tættest på oplysningerne fra pumpestationen.

- Gennemsnitlig årlig vandmængde pumpet til Kattegat, beregnet på baggrund af månedsværdier for pumpedriften (2007-2016): 2.635.401 m³

- Angivet gennemsnitlige årlige vandmængde pumpet til Kattegat i notat *Belastning af Stavns Fjord ved eventuel tilløb af Sørenden* side 3: 2.800.000 m³
- Beregnet gennemsnitlige årlig vandmængde i Sørenden på baggrund af hydrometri-data fra Ryde Å (2007-2016): 2.716.546 m³

På baggrund af ovenstående vurderes karakteristiske afstrømninger beregnet på baggrund af vandføringsmålinger i Ryde Å at kunne anvendes til at estimere vandføring i Sørenden. Tabel 3 angiver de karakteristiske afstrømninger beregnet på baggrund af data fra Ryde Å og de tilhørende beregnede vandføringer ved pumpehuset i Sørenden.

	Afstrømning [l/s/km ²]	Vandføring ved pumpehuset i Sørenden (opland 13,94 km ²) [l/s]
Medianminimum	0,0	0,0
Sommermedian	0,5	6,7
Median	1,6	21,7
Årsmiddel	5,0	70,2
Medianmaksimum	56,2	787,1
10 års maks.	90,0	1.260,4

Tabel 3: Karakteristiske afstrømninger beregnet på baggrund af vandføringsmålinger i Ryde Å og de korresponderende vandføringer i Sørenden ved pumpehuset.

3.3 Regnbetingede udløb

Under regn vil kloakken i oplandet til Sørenden bidrage med udløb til Sørenden. Langs Sørenden fra Tranebjerg til pumpestationen er der ifølge Samsø Kommunes gældende spildevandsplan (2016-2019) er der 9 separate regnvandsudløb, 4 overløb fra fælleskloakken samt udløbet fra Sydsamsø Renseanlæg.

Mængden af vand der løber til Sørenden varierer stærk fra udløb til udløb samt fra regnhændelse til regnhændelse. De separate regnvandsudløb vil bidrage med vand selv ved små regnhændelser, mens overløb først vil bidrage med vand når en given stuvningskote er opnået i kloaksystemet – hvornår dette sker, er forskelligt fra udløb til udløb.

De udledte vandmængder fra de separate regnvandsudløb i spildevandspalen er beregnet på baggrund af oplandsstørrelse, befæstelsesgrad, årlignedbør mm., givende en årlig udledt mængde. I spildevandsplanen er der benyttet en årlignedbørsmængde på 550 mm/år samt et initialtab på 200 mm/år. Ifølge SVK-regnearket med regionale regnrækker er den årlige nedbør beregnet til ca. 620 mm på Samsø. Altså er værdierne i spildevandsplanen lavere end det statistiske estimat.

De angivne mængder i spildevandsplanens udløbsskema fremgår af Tabel 4:

Udløbsnummer	Type	Vandmængde [m ³ /år]
UA04A	Overløb m. fællesvand	0
UA04	Overløb m. fællesvand	0
UA03	Overløb m. fællesvand	0
UA07AR*	Separat regnvand	2.916
UA07R*	Separat regnvand	2.310
UA01	Separat regnvand	26.465
UA01A	Separat regnvand	8.726
UA01C	Separat regnvand	7.761
UA02	Separat regnvand	6.209
UAR01**	Renset spildevand	26.170

Tabel 4: Årlige udledte mængder fra regnvandsbetingede udløb samt fra Sydsamsø renseanlæg. Alle data er hentet fra Udløbsskemaet og Renseanlægsskemaet fra Samsø Kommunes gældende spildevandsplan (2016-2019).

***Årlig udledt mængde er Plan-mængden, da det med baggrund i forsynings webgrafkort vurderes at separeringen er udført.**

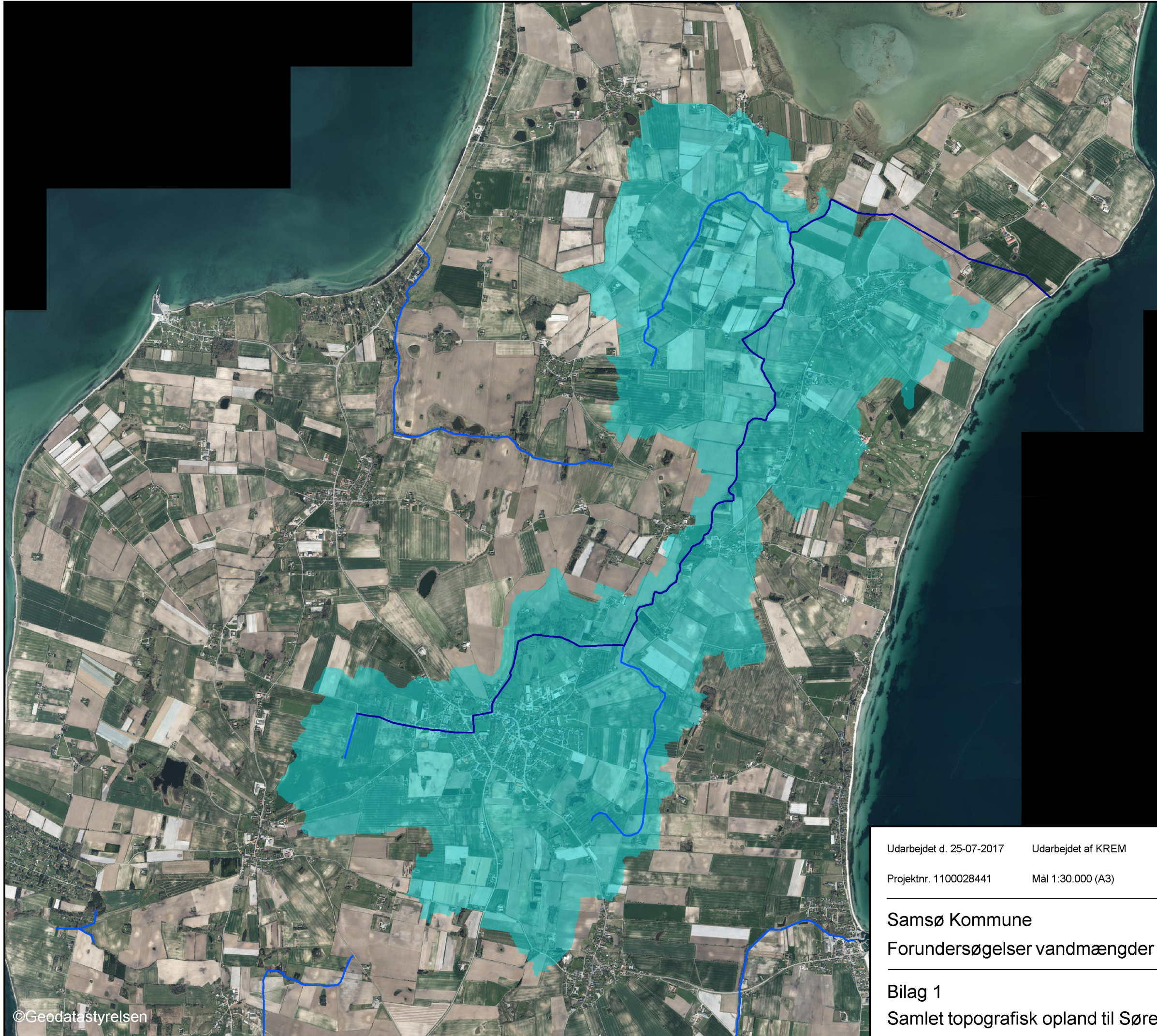
****Udløb fra renseanlæg.**

Udledt vandmængde for de udløb der er knyttet til overløb fra fælleskloakken er angivet til 0 m³/år. Dette er ikke i overensstemmelse med virkeligheden. Et estimat af den årlige udledte mængde fra overløbne vil kræve LTS-beregninger (Long Time Series) i Mike Urban.



De regnbetingede udløb er ikke lagt ind i modellen med et bidrag, da dynamikken bag udledningerne ikke kendes. Udregnes de årlige mængder på afstrømningsniveau bliver selv de største udledninger kun på ca. 0,001 m³/s, hvilket sammenlignet med baggrundsafstrømningen i åen er ubetydelig. Der kunne derfor med fordel udføres LTS-beregninger for at få dynamikken fra de regnbetingede udløb med i modellen. Dog er LTS-beregninger forholdsvis tidskrævende, både ved opsætning af model men også selve simuleringerne. Ønskes de regnbetingede udløb medtaget i modellen er LTS-beregninger dog nødvendige.

4. Sammenfatning

Med oplandsanalysen for Sørenden, er der skabt et større overblik over vandbidraget til Sørenden. Det er på den baggrund muligt at estimere vandføringen i Sørenden under en given afstrømning fra oplandet og dermed foretage en mere kvalificeret vurdering af mulighederne for at tilbageholde vand på udvalgte lokaliteter. Den dynamiske MIKE HYDRO model ligger et godt grundlag for det videre arbejde med at undersøge hvilke muligheder der er for den fremtidige håndtering af vand der i dag pumpes til Kattegat via Sørenden. Ved at arbejde videre med modellen, kan betydningen for pumpedriften af forskellige scenarier vurderes. Ved en eventuel kobling til en terrænmodel i en MIKE FLOOD opsætning, kan en eventuel omlægning af Sørenden og mulighederne for tilbageholdelse af vand i lavtliggende områder, vurderes på et kvalificeret grundlag. Herved bliver det muligt, at arbejde videre med en løsning, som både fremmer forholdene for Sørenden og naturen, tilbageholdelsen af vand på øen og reducerede omkostninger ved en eventuel forsat pumpedrift.



Signatur

-  Vandløb
-  Sørenden - samlet topografisk opland

Udarbejdet d. 25-07-2017 Udarbejdet af KREM

Projektnr. 1100028441 Mål 1:30.000 (A3)

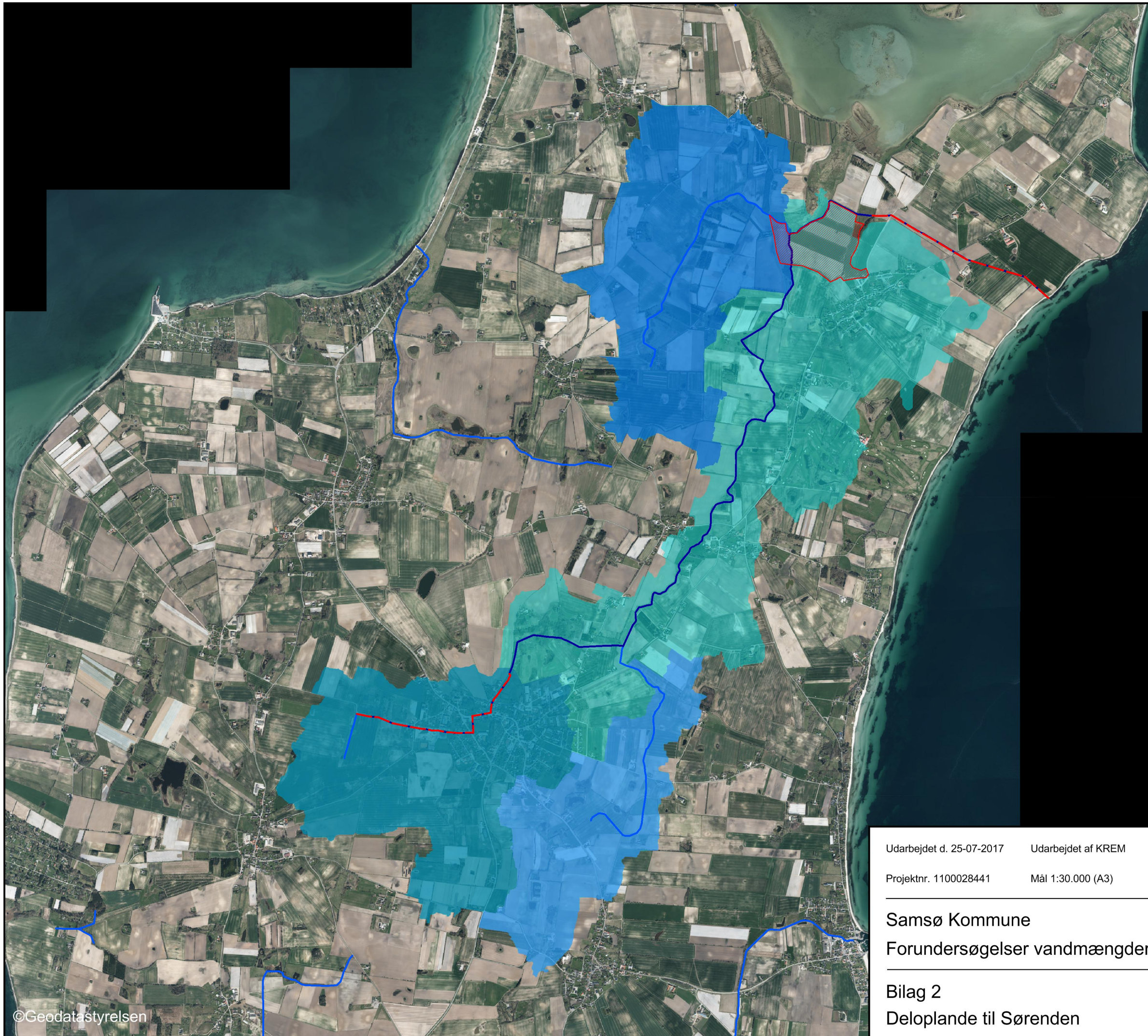
Samsø Kommune
Forundersøgelser vandmængder - Sørenden

Bilag 1
Samlet topografisk opland til Sørenden



Englandsgade 25,
5000 Odense C
Tlf. 51 61 0000
www.ramboll.dk

Rev.
0



Signatur	
	Vandløb
	Sørenden
	Sørenden, rørlagt
	Sørenden - samlet topografisk opland
	Sørenden - opstrøms opland
	Græsløkkerenden - samlet topografisk opland
	Tranemoserenden - samlet topografisk opland
	Pumpelag - forventet interesseområde

Udarbejdet d. 25-07-2017 Udarbejdet af KREM
 Projektnr. 1100028441 Mål 1:30.000 (A3)

RAMBOLL
 Englandsgade 25,
 5000 Odense C
 Tlf. 5161 0000
 www.ramboll.dk

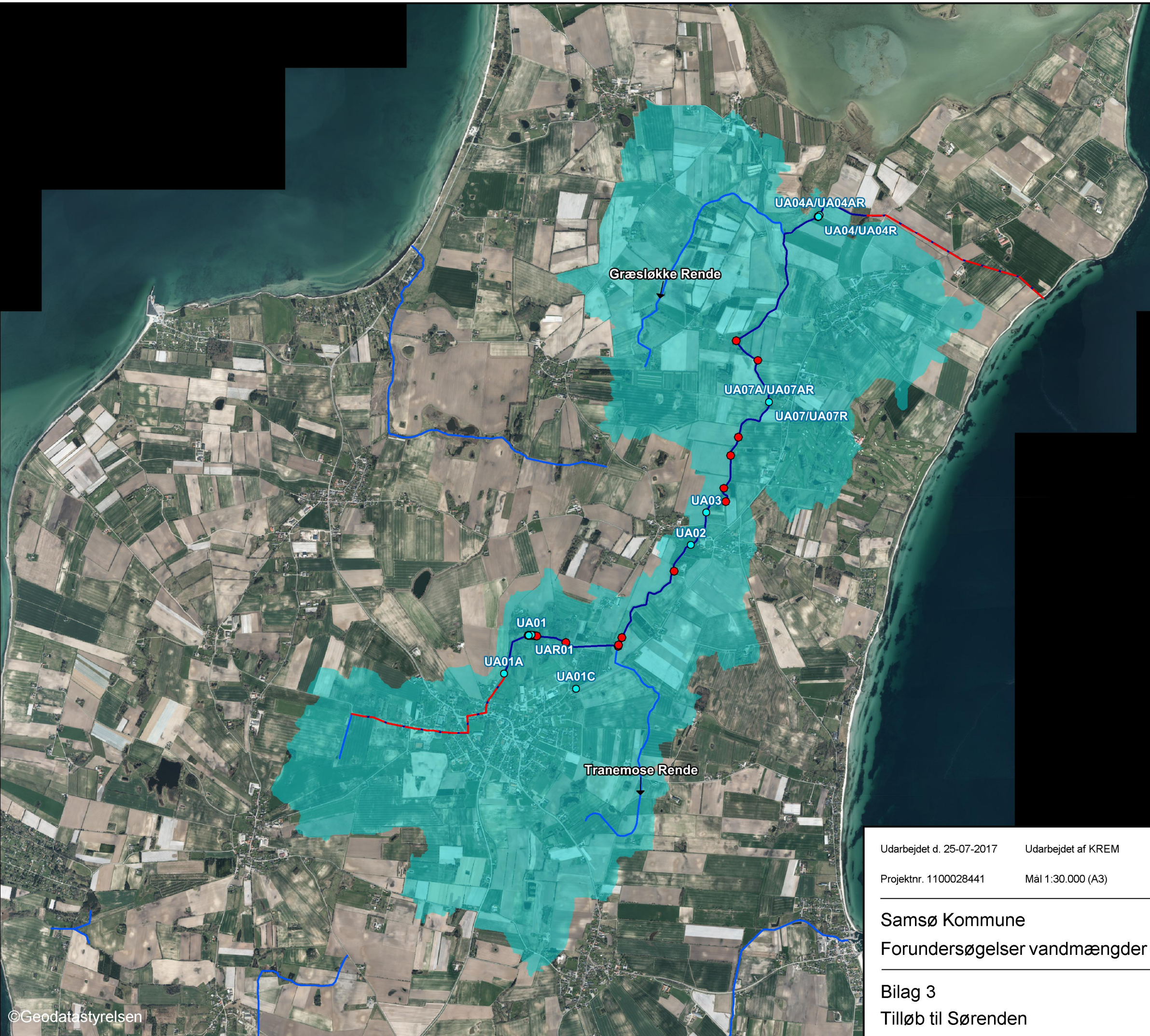
Samsø Kommune
Forundersøgelser vandmængder - Sørenden

Bilag 2
 Deloplade til Sørenden

Rev.
 0

Signatur

- Vandløb
- Sørenden
- - - Sørenden, rørlagt
- Sørenden - samlet topografisk opland
- Regnbetingede udløb
- Opmålte udløb, 2012



Udarbejdet d. 25-07-2017 Udarbejdet af KREM
 Projektnr. 1100028441 Mål 1:30.000 (A3)

RAMBOLL

Englandsgade 25,
 5000 Odense C
 Tlf. 5161 0000
 www.ramboll.dk

Samsø Kommune
Forundersøgelser vandmængder - Sørenden

Bilag 3
 Tilløb til Sørenden

Rev.
 0