

13. JUNI 2017



Pumpestation på vandløbet Holmen

Projektforslag

AGROHYDROLOGENRNE APS
CVR nr. 35027246
Markstien 2
DK-4640 Faxe

Udarbejdet for:	Biolog Sara Andersen Kalundborg Kommune Plan, Byg & miljø Holbækvej 141 B 4400 Kalundborg Tlf: 59534955 E-mail: sara.andersen@kalundborg.dk Web: www.holb.dk
Udarbejdet af:	Agrohydrolog Robert Nøddebo Poulsen Agrohydrologerne Aps, CVR nr. 35027246 Markstien 2 4640 Faxe Tlf: 26130555 E-mail: info@agrohydrologerne.dk Web: www.agrohydrologerne.dk
Status:	Åben
Dato:	13. juni 2017
Version	1.0

1 INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indholdsfortegnelse	2
2	Baggrund	3
2.1	Problemstilling	3
3	Vandløbs- og oplandsbeskrivelse	3
4	Projektforslag	5
4.1	Bygværk	5
4.1.1	Pumpens placering og beskrivelse af bygværk	5
4.1.2	Strandbeskyttelse	5
4.1.3	Pumpereservoir	6
4.1.4	Risteværk	6
4.1.5	Slusekammer	7
4.1.6	Pumpe	7
4.1.7	Designkriterie	7
4.1.8	Rørudløb	8
4.1.9	§3 og stigbord	8
4.2	Energiforsyning	9
5	Prisoverslag	9
5.1	Anlægsudgifter	9
5.2	Drift	10
5.2.1	Serviceaftale på drift af pumpe	10
5.2.2	Strømforbrug	10
5.2.3	Renholdelse af risteværk	10
5.2.4	Vedligeholdelse af rørudløb til havet	10
5.2.5	Målesystem	10
5.2.6	Driftsudgifter	11
5.3	Sagsbehandling og tilladelser	11

2 BAGGRUND

Agrohydrologerne er af Kalundborg Kommune i brev a 24. marts 2017 anmodet om, at udarbejde et projektforslag til en pumpestation på vandløbet Holmen.

Opgavens opdrag var at:

- Projektforslag og prisoverslag på pumpeløsning på vandløbet Holmen

Da projektet har et betydeligt økonomisk omfang er det indledningsvist valgt kun at belyse én pumpeløsning, der under de givne forhold anses for at være en god teknisk og realiserbar løsning.

Selvom der i et endeligt projekt kan være afvigelser og justeringer i forhold til nærværende projektforslag, så afspejler forslaget en realistisk størrelsesorden på projektøkonomien.

Før der iværksættes detailplanlægning anbefales det, at der blandt interessenterne opnås en forståelse for projektets økonomiske omfang og byrdefordeling af anlægsinvestering og drift af pumpestationen. Nærværende forslag er ikke et endeligt projektoplæg, men der er valgt en passende konkret abstraktionsniveau til, at der blandt projektets interessenter kan opnås en forståelse for de forskellige elementer af projektet.

2.1 PROBLEMSTILLING

Der er flere problemstillinger i oplandet til Holmen som enkeltvis eller i kombination gør afvandingen af oplandet sårbar.

- Vandløbet Holmen har et ringe fald (< 0.1 promille) og dermed tilsvarende ringe energi til at aflede vandet til Storebælt.
- Ved hændelser med høj vandstand og kraftig vestenvind og/eller kraftig nedbør er de lavtliggende dele af oplandet sårbare overfor oversvømmelser (både marker og sommerhuse).
- Ved tilsanding af udløb forværres oplandets sårbarhed overfor oversvømmelse, idet vandløbet da ikke kan aflede vand.
- Udløbet af Holmen sander regelmæssigt til hvilket er forbundet med løbende udgifter til oprensning.

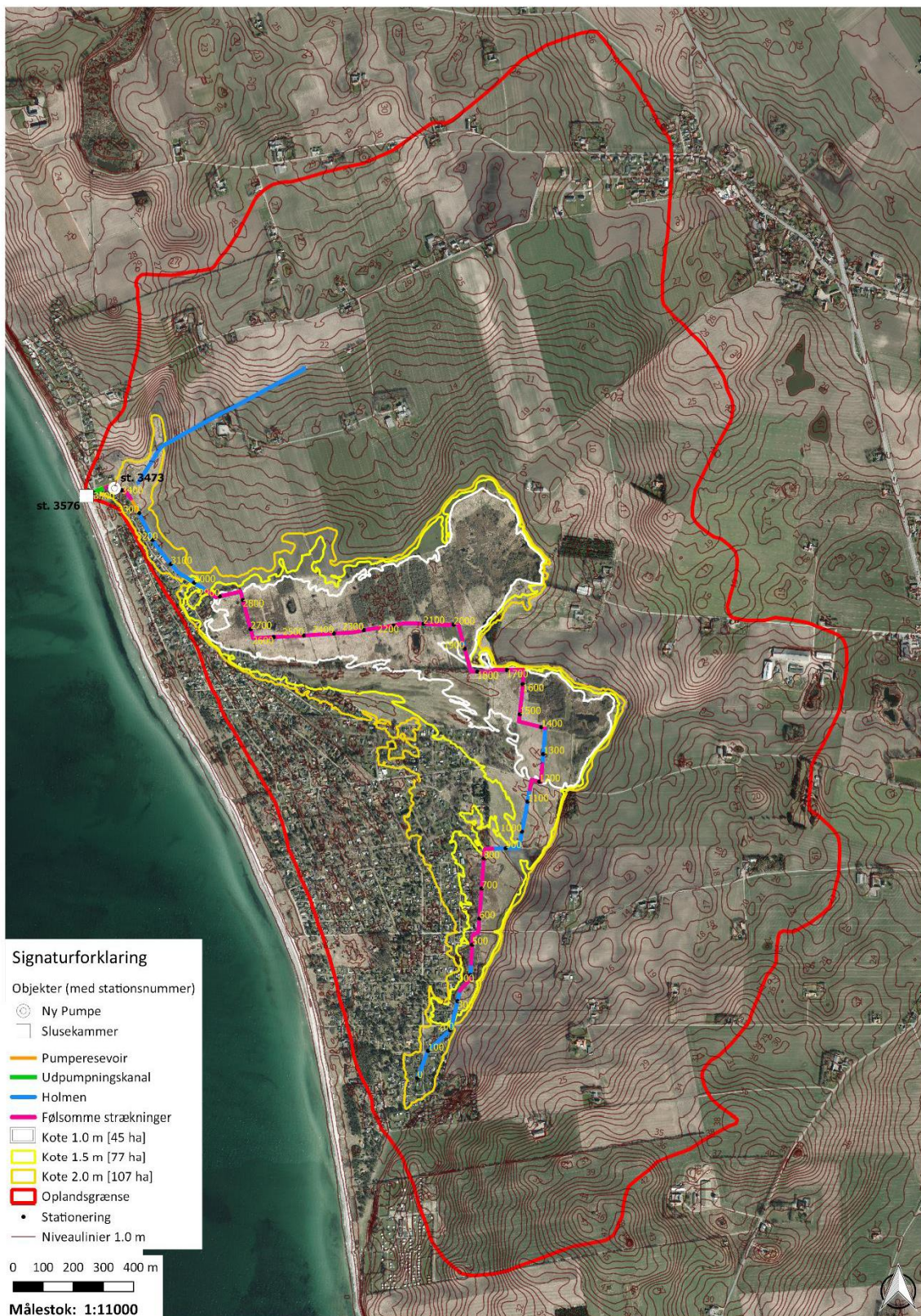
3 VANDLØBS- OG OPLANDSBESKRIVELSE

Holmen er et offentligt vandløb på ca. 3586 meter og et opland på ca. 612 hektar jf. Figur 1. Vandløbet administreres i forhold til Regulativ for Holmen Gørlev Kommune Vandløb nr. 2 december 1993. Regulativet er et geometrisk skikkelsesregulativ.

Vandløbet er hovedsageligt åbent, men særligt er de sidste ca. 50 meter rørlagt fra Svallerup Strandvej (ca. st. 3536) til en slusebrønd med kontraklap på stranden ca. 20 meter fra vandlinjen, og tilsvarende herfra det sidste stykke ud i Storebælt.

Oplandet er forholdsvist kuperet med højest punkt i ca. 49 meter. Omtrent 45 hektar (7.3 %) ligger under kote 1 m, ca. 77 hektar (12.6 %) under 1.5 m og omkring 107 ha (17.5 %) under 2 m.

Vandløbet Holmen er målsat som karpesikevand (B3), er beskyttet af Naturbeskyttelsesloven §3 og er delvis i konflikt med strandbeskyttelseslinjen.



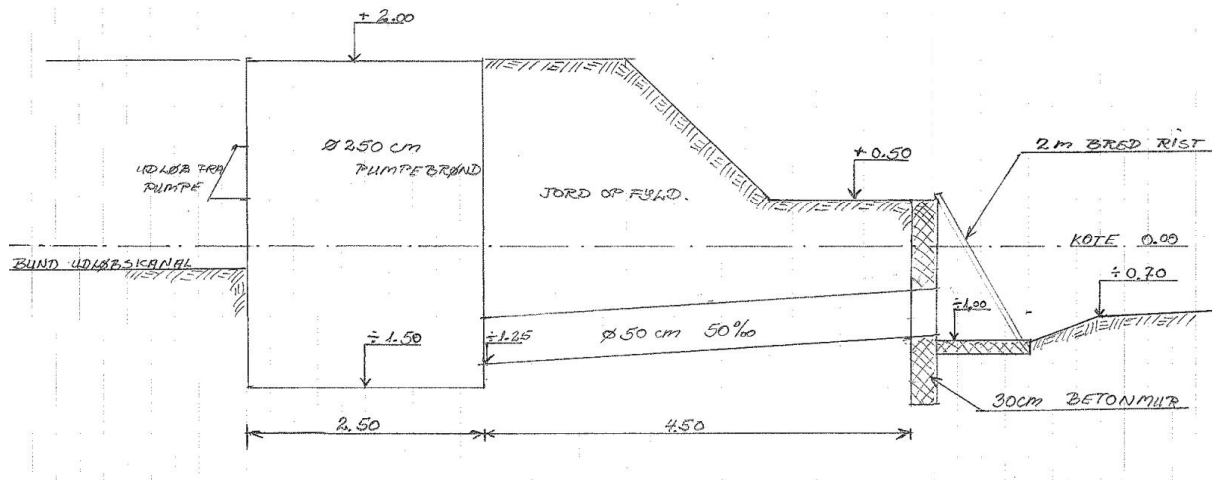
Figur 1 Oversigtskort over oplandet til vandløbet Holmen.

4 PROJEKTFORSLAG

4.1 BYGVÆRK

4.1.1 Pumpens placering og beskrivelse af bygværk

I den forslåede tekniske løsning afbrydes vandløbet i st. 3473. Her støbes et fundament under vandløbets bund svarende til kote -1.5 m (overkant betondæk). Herpå placeres et 2.5 m betonrør (diameter) x 3.5 meter (højde). Heri etableres en pumpe med dimensionen $\varnothing 70$ cm. Overkant af pumpebrønden vil ligge i niveau med det eksisterende terræn og dermed kun beskedent ændre de lokale omgivelser.



Figur 2 Skitsetegning over bygværket med pumpehus, tilløb, riste anlæg og pumpe reservoir.

Pumpeindtaget sidder i kote -1 m i et beton bygværk 4.5 meter opstrøms pumpebrønden, beskyttet af et risteværk, som er understøttet af en betonbund. Pumpeindtaget føder pumpebrønden via et $\varnothing 50$ cm rør med 50 promille fald. Der fyldes jord mellem pumpe og risteværket.

4.1.2 Strandbeskyttelse

Generelt kan der ikke forudgående dispensation ske ændringer i tilstanden indenfor strandbeskyttelseslinien. Den er normalt 100 m fra kysten i sommerhusområder og 300 meter i ubebyggede områder.

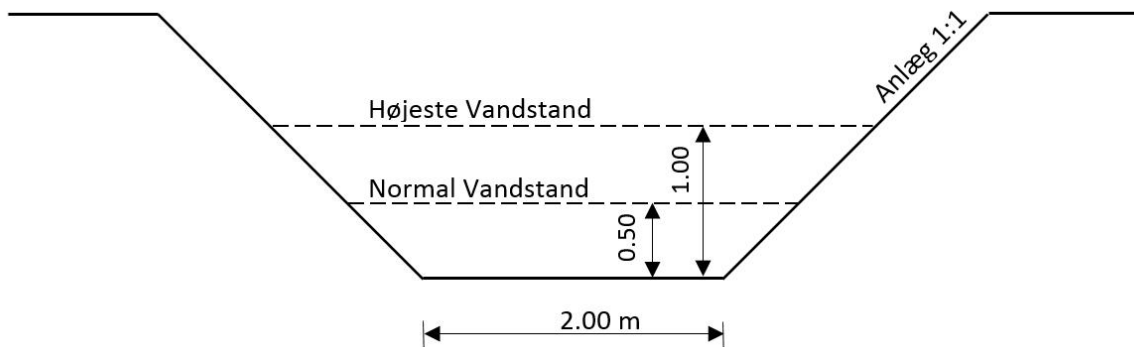
Selve pumpestationen kan praktisk godt placeres uden strandbeskyttelseslinien jf. Figur 3 men vil sandsynligvis kræve en lodsejeraftale. Derimod vil etablering af pumpe reservoir opstrøms pumpestationen kræve dispensation.



Figur 3 Oversigtskort fra Miljøportalen over Strandbeskyttelseslinien i området omkring pumpestationens foreslåede placering.

4.1.3 Pumpereservoir

Vandløbet nedstrøms pumpen dvs. fra ca. station 3465 til 3360 (ca. 105 meter) udvides bundbredden fra ca. 1 meter til 2 meter (anlæg 1) for at få et pumpereservoir der tillader at pumpen opnår en effektiv drift, herunder pumpeintervaller af en passende varighed. Faldet på strækningen nivelleres jævnt ud fra ca. -0,25 m i station 3352 til -0,7 m umiddelbart før risteværket.



Vandvolumnet i pumpereservoirret ved normal vandstand er omkring 125 m³ og ved højeste vandstand ca. 300 m³, hvilket giver pumpeintervaller på ca. 3-8 minutter.

Hvor stor en vandmængde at pumpereservoirret kan forsyne pumpen med afhænger af vandstanden i kanalen. Ved en normal vandstand på 0,5 meter er beregnet en vandføring på ca. 800 L/sek.

$$\text{Vandføring (Q)} = 0,5x(2 + 1x0,5)x2,5x \left(\frac{0,5x(2 + 1x0,5)}{2 + 1x0,5x\sqrt{1+1^2}} \right)^{0,667} x 0,002^{0,5} = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.1.4 Risteværk

Nedstrøms, dvs. før pumpen etableres et risteværk. Det har den funktion at forhindre større materiale transporteret i vandløbet når frem til pumpen. Foran risteværket vil være behov for

løbende tilsyn og oprensning efter behov. Teknisk er det muligt at risteværket kan fjernovervåges via kameraovervågning.

4.1.5 Slusekammer

På stranden ca. 20 meter fra vandlinien forefindes det nuværende slusekammer med højvandslukke. Såfremt udløbet er helt tilsandet så kan slusekammeret fungere som et muligt overløb.

Indløbet til slusekammeret er $\varnothing 100$ cm, mens udløbsrøret er $\varnothing 70$ cm. Udløbsbundkoten er -0.24 m



Figur 5 Slusebrønd på Svallerup strand.

4.1.6 Pumpe

Til kvalificering af projektforslaget er indhentet en overslagspris fra pumpefirmaet Desmi.

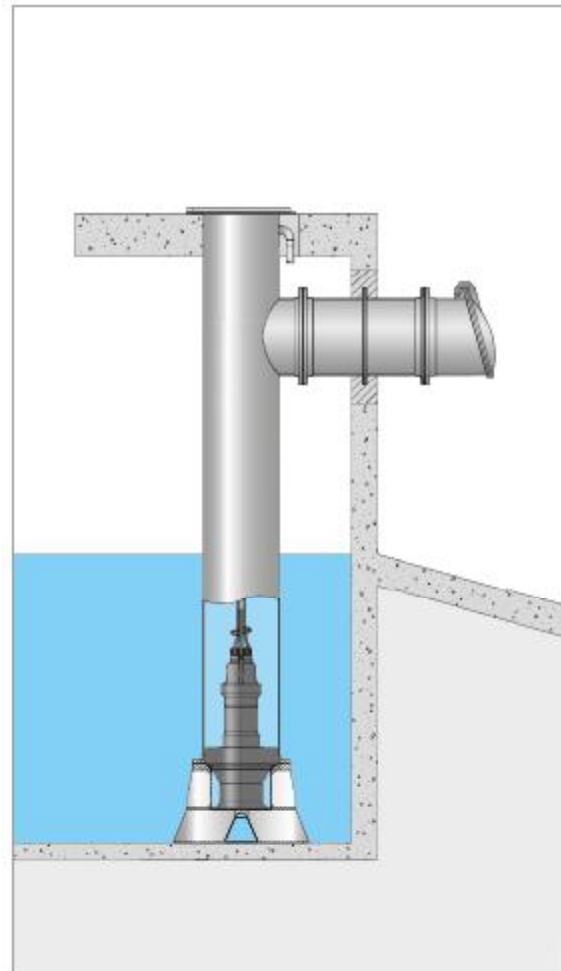
Der foreslås et styk propelpumpe som er designet til flytning af store mængder vand. Det foreslåede fabrikat er af mærket HOMA der er en kompakt frekvensstyret pumpe. Pumpen kan via et modem fjernovervåges så dens funktion kan følges i realtid, ligesom den automatisk sender alarmer hvis den afviger fra sin pumpekarakteristik, indtager vand etc. Der er således tale om en pumpe der har en høj grad af indbygget sikkerhed og systemener gør at der kan laves en såkaldt tilstandsbaseret vedligeholdelse og således at service først udføres efter behov og kan planlægges i god tid.

Normalt vedligeholdelsesinterval er 5 år, men kan også foretages tilstandsbaseret.

4.1.7 Designkriterie

Fra regulativet er oplyst et oplandsarealet udgør 612 hektar, hvilket giver et behov for en pumpekapacitet på 600 L/sek, idet der tages udgangspunkt i et normalt afvandingsmæssigt designkriterie på 1L/s/ha.

Pumpen har en løfthøjde på 2.5 meter og er tiltænkt at arbejde i normal pumpeintervallet fra kote 0.0 til 0.5 dog helt op til 1.0 ved høj vandstand.



Figur 4 Skitsetegning af pumpe og pumpebrønd med afløb.

4.1.8 Rørdløb

Det nuværende rørdløb volder i dag problemer da det regelmæssigt sander til og kræver oprensning. Der er i dag en høfde foran udløbet.

Udløbsbundkoten ($\varnothing 50$ cm) i havet er målt til kote -0.32 m.

Det forventes, at muligheden for at opbygge en betydelig højere vandstand i udpumpningskanalen end i havet muliggøre en renholdelse af rørdløbet, særligt i afstrømningsperioden hvor det må forventes at pumpen køre regelmæssigt. En driftsperiode vil kunne afdække vedligeholdelsesbehovet.

Viser der sig problemer med forsæt tilsanding er der flere muligheder som kan øge mulighederne for at renholde udløbsrøret.

- a) Udløbskanalen kan rørlægges fra pumpen til vejen, således pumpetrykket udnyttes på hele strækningen frem til slusebrønden.
- b) Der kan installeres en lille pumpe og et injektionsrør i røret under stranden. Pumpen kan konfigureres således at røret regelmæssigt spules frit med et højt tryk.



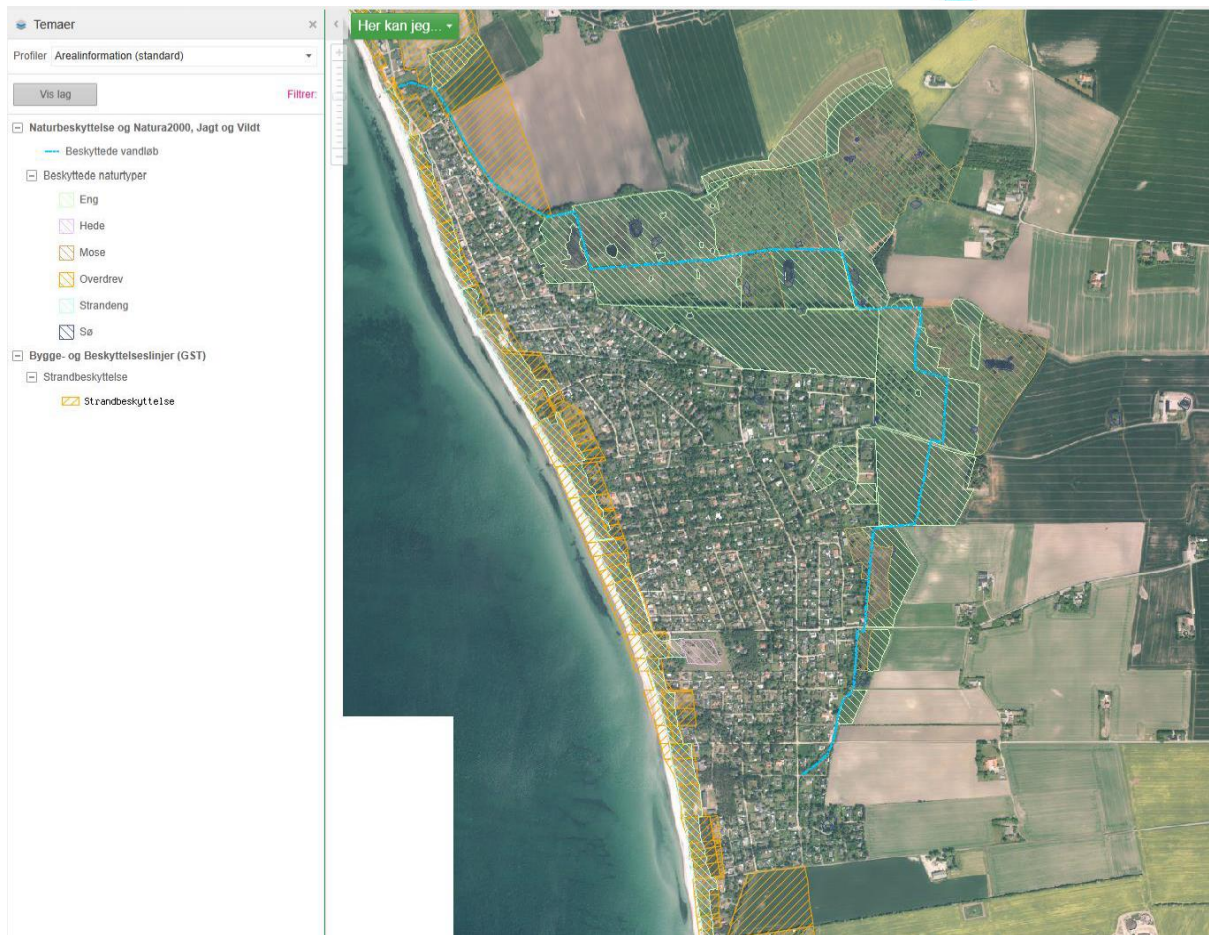
Figur 6 Rørdløb I Storebælt

Generelt foranlediger høfder sedimentation og afhængig af den fremherskende bølgeretninger, erosionsprocesser og kornstørrelsesfordeling varierer omfanget. Umiddelbart forslås høfden sløjfet.

4.1.9 §3 og stigningsbord

Fra station 3000 opstrøms er et sammenhængende naturområde der består af enge, moser og flere mindre søer. Områderne er beskyttet af Naturbeskyttelsesloven §3 der værner imod ændringer af deres naturtilstand. Ændring af tilstanden kræver tilladelse fra kommunen.

For at undgå en ændring af tilstanden som følge af pumpen, foreslås der i st. 3013 placeres et stigningsbord for at kunne fastholde vandstandsforholdene og dermed tilstanden i de opstrøms beskyttede naturområder. Overløbskoten på stigningsbordet fastlægges efter en driftsperiode, men kan evt. kvalificeres med en vandstandsberregning eller et målesystem.



Figur 7 Oversigtskort over §3 arealer i oplandet til Holmen.

4.2 ENERGIFORSYNING

Der er i prisoverslaget regnet med tilslutning af pumpen til det almindelige elnet. Det giver den bedste driftssikkerhed i forhold til de vandmængder der skal afledes.

5 PRISOVERSLAG

5.1 ANLÆGSUDGIFTER

I Tabel 1 er anskueliggjort prisoverslag på de estimerede anlægsudgifter til etablering af pumpestationen på vandløbet Holmen.

Tabel 1 Oversigt over anlægsudgifter til etablering af pumpestation.

Udgiftsposter	Pris ex moms [kr]
Etablering og drift af byggeplads	50000
Etablering af pumpebrønd (Ø250 cm)	150000
Regulering af 100 meter vandløb	50000
Jordarbejder ved pumpebrønd	30000
Risteværk og indløb til pumpe	50000
Stigbord ved vådområde	30000
Regulering af slusebrønd på strand	20000
Pumpe, trykrør, frekvensomformer, tavler, skab og montage	481000
Strømforsyning	60000
Uforudset udgifter	100000
Sub-total uden rådgivning	1021000
Bygherrerådgivning	100000
Overslagspris i alt ex moms	1121000

5.2 DRIFT

5.2.1 Serviceaftale på drift af pumpe

Pumpen kan omfattes af en serviceaftale der inkluderer et tilsyn hvert 5. år. I den forbindelse kontrolleres og afprøves automatik herunder afprøvning af start, stop og højvandsalarm, ligesom niveausensorer rengøres og kontrolleres.

Pumpens sliddele herunder pumpehjul og pumpehus kontrolleres. Akseltætning, lejer, kabler, isolationsmodstand, rør kontrolleres og ampereforbruget måles.

5.2.2 Strømforbrug

Baseret på en anslået udpumpningsmængde på 2 millioner kubikmeter er givet et overslag på energiforbruget til pumpedriften.

$$18 \text{ KW} \times (1000 \text{ L} / 600 \text{ L} / 3600 \text{ Sek}) = 0,0083 \text{ kWh/m}^3$$

$$2.000.000 \text{ m}^3 \times 0,0083 \text{ kWh/m}^3 = 16.600 \text{ kWh/år}$$

5.2.3 Renholdelse af risteværk

Det er nødvendigt at risteværket holdes rent. Der er ikke indhentet tilbud på opgaven, da det er en meget simpel opgave er det oplagt at vandløbslaug, grundejerforening og kommune samarbejder omkring at renholde dette.

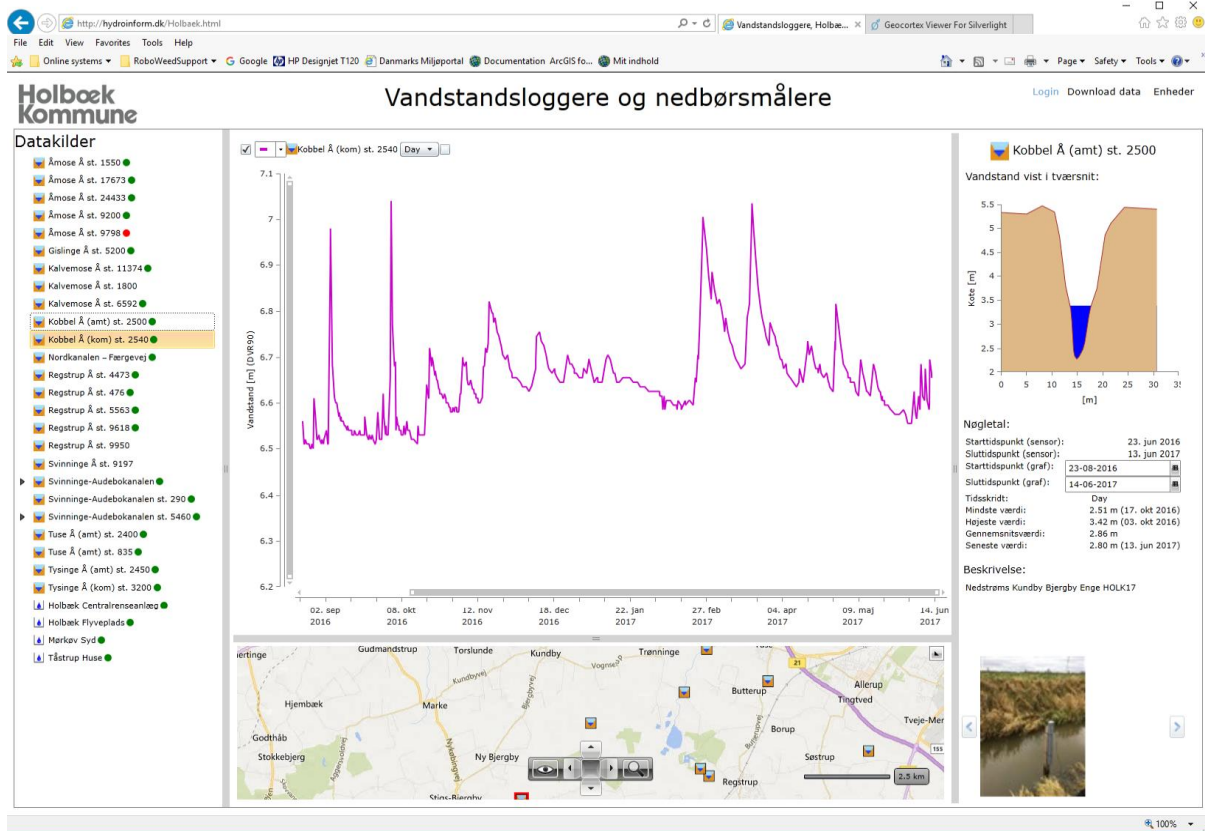
5.2.4 Vedligeholdelse af rørdløb til havet

Da der som følge af pumpen er betydeligt bedre muligheder for at oparbejde en trykforskel imellem vandspejlsniveauet i udpumpningskanalen (nedstrøms pumpen) og havet vil de løbende udgifter til vedligeholdelse af rørdløbet væsentligt reduceres. I hvilket omfang må imidlertid afdækkes i en driftsperiode.

5.2.5 Målesystem

I forhold til at opnå indsigt i pumpedriftens vandstandseffekter bør overvejes et målesystem. Detaljeret indsigt i vandstandsforholdene over en periode kan bidrage til opnåelse af en tilfredsstillende drift hurtigere ligesom vandstandseffekterne af pumpestationen kan dokumenteres

forskellige steder i vandløbssystemet. Mulige placeringer for vandstandsmålinger kunne f.eks. være i mosen, i pumpereservoaret, i udpumpningskanal og evt. i slusebrønden.



Figur 8 Eksempel på vandstandsmålesystem der online giver adgang til vandstandsoplysning i nær-realtid.

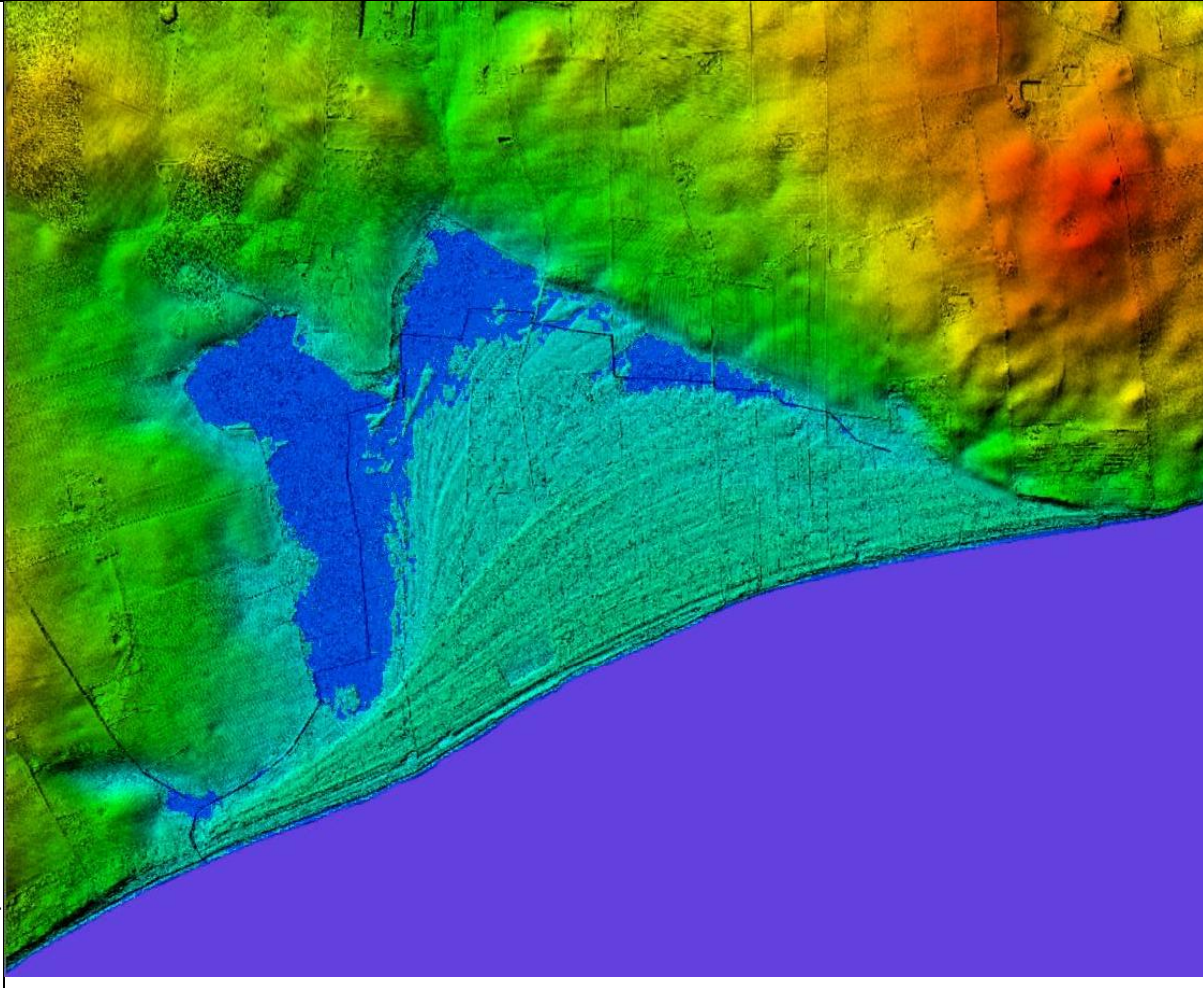
5.2.6 Driftsudgifter

De årlige driftsudgifter til pumpen anslås til ca. 5000 kr/år. Herudover kan vælges at drive et målesystem i et eller flere år. Et sådant system vil antageligt koste omkring 15.000 kr/år afhængig af antallet af sensorer. Et strømforbrug på ca. 16600 kWh vil koste i størrelses

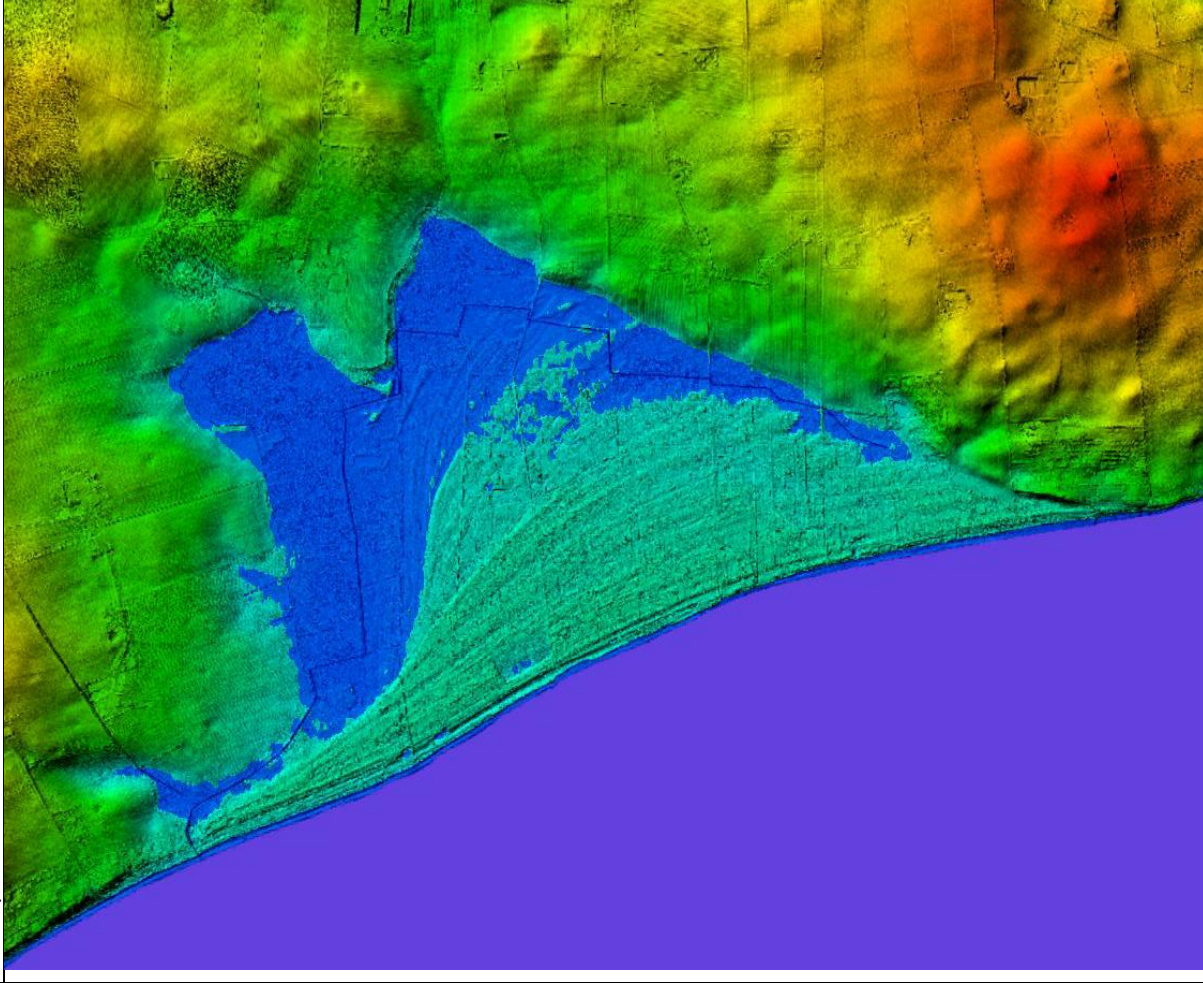
5.3 SAGSBEHANDLING OG TILLADELSER

Eventuelle brugerfinansierede udgifter forbundet med kommunen eller andre myndigheders sagsadministration og tilladelser er ikke inkluderet i prisoverslaget.

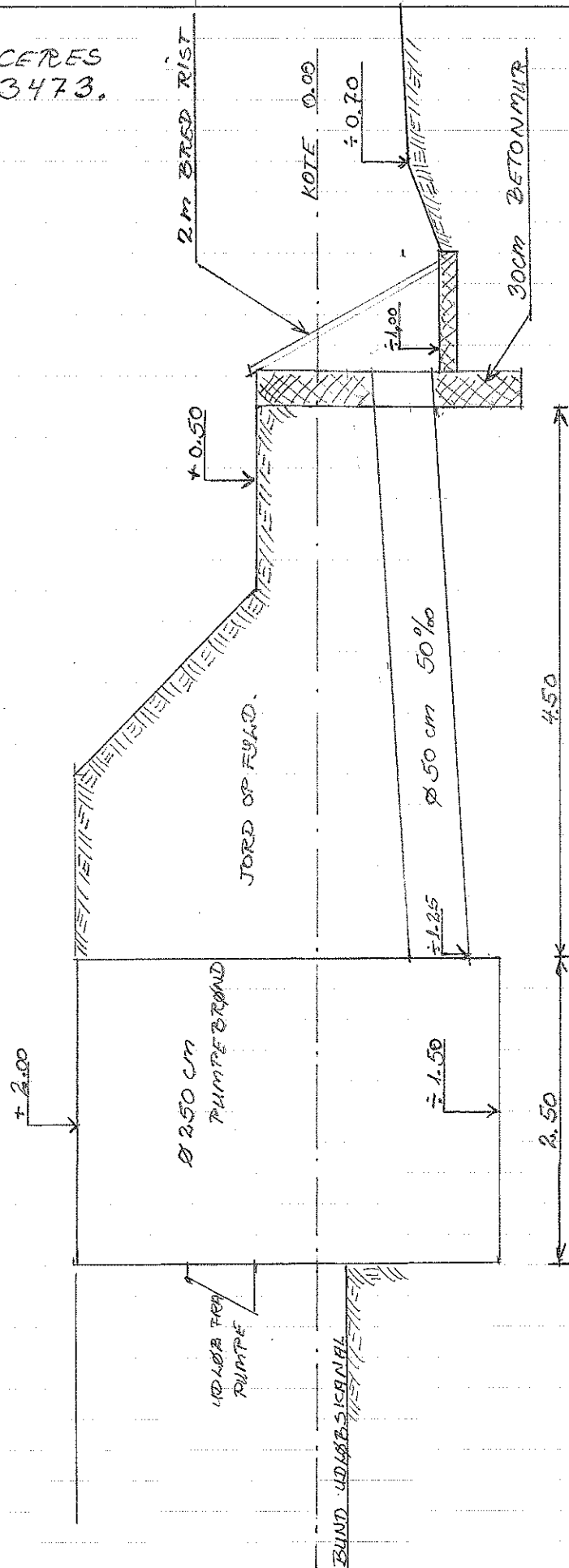
Bluespot – vandstandskote 1.0 meter



Bluespot – vandstandskote 1.5 meter



DUMPE PLACERES
I STATION 3473.



MAL 1:50

Signaturforklaring

Objekter (med stationsnummer)

○ Ny Pumpe

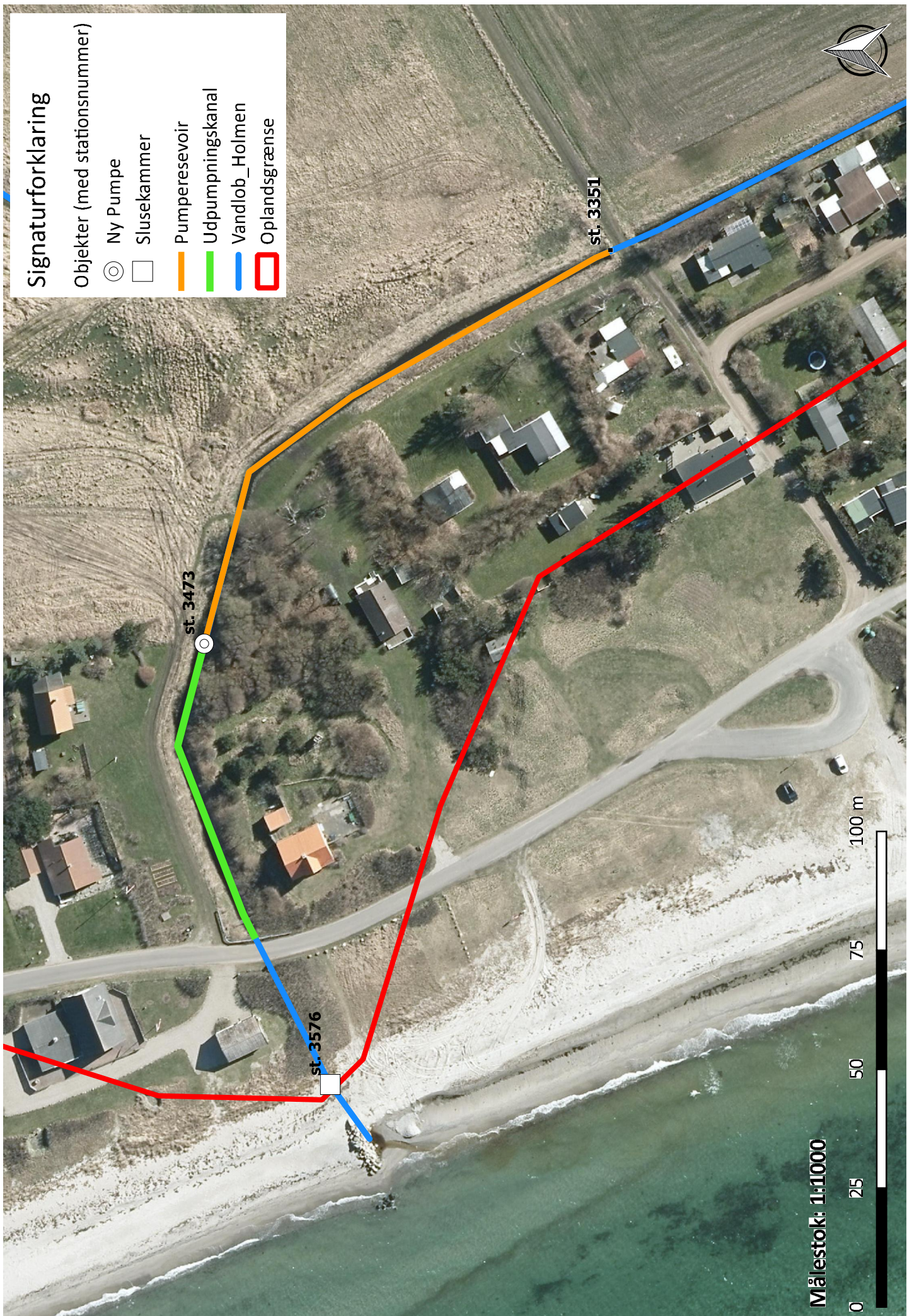
□ Slusekammer

— Pumperesevoir

— Udpumpningskanal

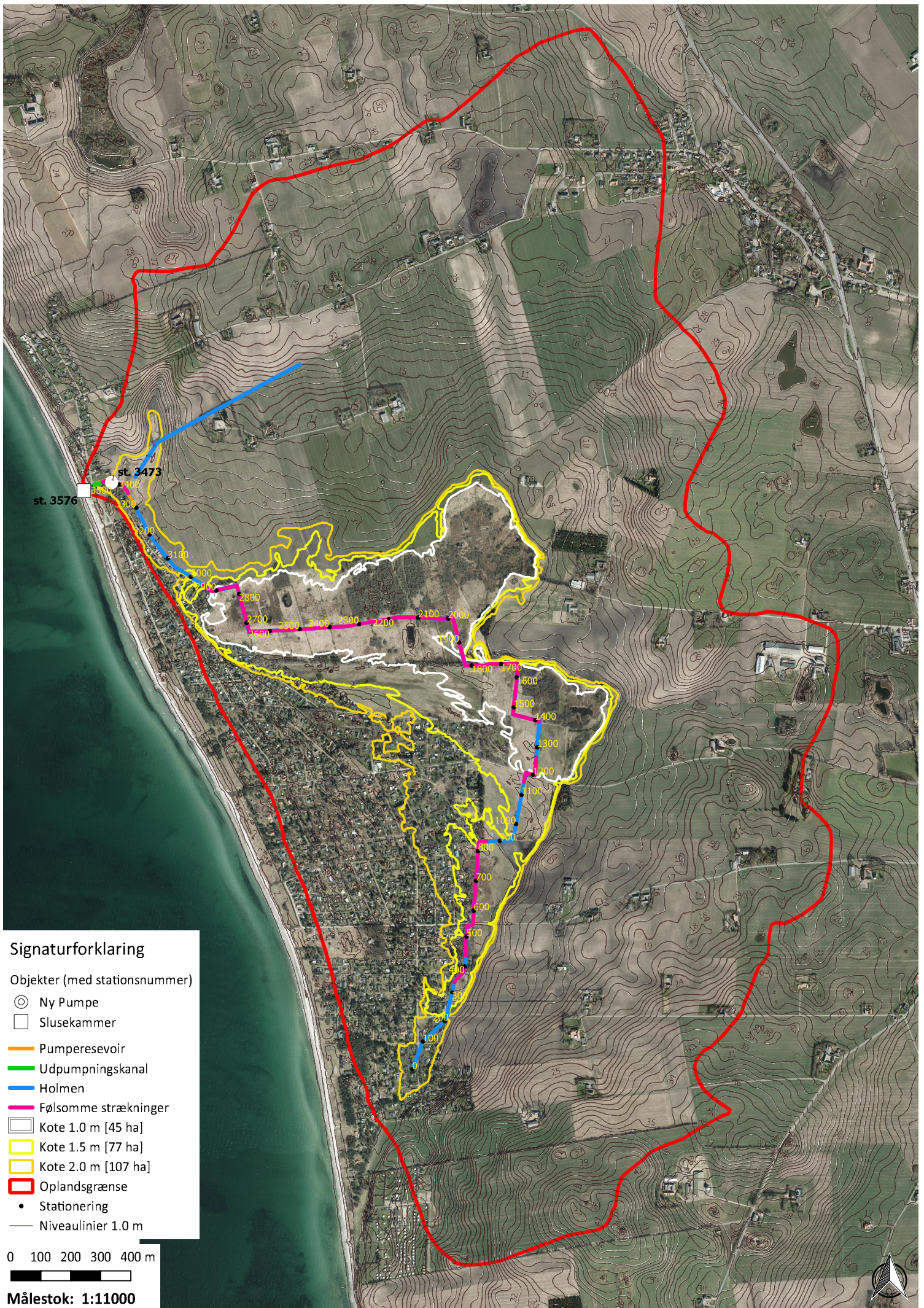
— Vandlob_Holmen

□ Oplandsgrænse



Målestok: 1:10000





Signaturforklaring

Objekter (med stationsnummer)

- ⊙ Ny Pumpe
- Slusekammer
- Pumperesevoir
- Udpumpningskanal
- Holmen
- Følsomme strækninger
- Kote 1.0 m [45 ha]
- Kote 1.5 m [77 ha]
- Kote 2.0 m [107 ha]
- Oplandsgrænse
- Stationering
- Niveaulinier 1.0 m

0 100 200 300 400 m

Målestok: 1:11000

