

TECHNICAL NOTE

Projekt navn **Himmark Strand**
Projekt nr. **1100048603**
Kunde **Region Syddanmark**
Notat nr. **1**
Version **1.0**
Til **Region Syd**
Fra **Rambøll**

Udarbejdet af **Inge Lise Kristensen, Lars Bennedsen, Bianca Pedersen, Jan Madsen, Mads Toft, Frank Hald**

Kontrolleret af **Jes Michaelsen**

Godkendt af **Jes Kromann Bak**

1 Indledning

Dato 17.03.2023

Ved Himmark Strand vil der blive etableret en afskærende spuns rundt om 2 forurenede områder, hhv. et sydligt og nordligt område. Spunsen nedrammes primært forbi et sandlag og derefter ca. 0,3-0,5 m ned i det underliggende morænelerlag.

Nærværende notat omhandler en overslagsestimering af den vandmængde af indstrømmende grundvand og nedbør, der løbende i forbindelse med udgravningen skal tørholdes. Ydermere rapporteres først den estimerede vandmængde, der til start skal drænes fra de 2 spunsede områder.

Rambøll
Sverigesgade 3 TV
5000 Odense C

T+45 5161 1000
<https://dk.ramboll.com>

1. Først drænes/udledes havvandet. Ca. 80% af havvandet i det indespærrede område kan udledes uden rensning. De resterende 20 % og en mængde grundvand skal renses grundet fri fase af klorerede opløsningsmidler og kulbrinter. Dette er beskrevet i afsnit 2.
2. Dernæst drænes grundvandet fra sandlaget indenfor det spunsede areal. Vandmængde er estimeret og beskrevet i afsnit 3.
3. Herefter beskrives i afsnit 4, hvor meget vand, der skal pumpes væk løbende i forbindelse med tørholdelse under udgravning. Her tages der udgangspunkt i "worst case" scenarie, hvor det antages at der skal sænkes for hele arealet indenfor spunsen hele tiden.
4. Slutteligt opsummerer afsnit 5 den samlede vandmængde, der skal renses via renseanlæg.

2 Rensning havvand indenfor spuns

Det vurderes for havvandet i det indespærrede område, at omkring 80 % kan udledes uden rensning. De resterende 20 % skal renses grundet fri fase af klorerede opløsningsmidler og kulbrinter.

Derfor inden selve udpumpningen af havvandet kan påbegyndes, skal der først fjernes fri fase af klorerede opløsningsmidler og kulbrinter. De 20 % havvand

svarer til en havvandmængde på ca. 26.000 m³, som skal renses. Rensningen vil foregå ved anlæggets maksimale kapacitet på 70 m³/t, hvilket betyder, at selve rensningsarbejdet vil tage cirka 2–3 uger. Oversigt fremgår af Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Oversigt over havvand der skal renses for fri fase

Område	Havvand – der skal renses for frifase m ³	Pumpe/renskapacitet* m ³ /t	Tid for dræning dage
Havvand	26.000	70	21

Inden selve udpumpningen af havvand og dræningen kan påbegyndes, skal der også først fjernes fri fase af klorerede opløsningsmidler og kulbrinter i grundvandet. Denne oprensning forventes at medføre en mængde grundvand på ca. 3.000–4.000 m³, som skal renses over en periode på omtrent én måned (svarende til cirka 5 m³/t).

Tabel 2-2 Oversigt over havvand der skal renses for fri fase

Område	Havvand – der skal renses for frifase m ³	Pumpe/renskapacitet* m ³ /t	Tid for dræning dage
Grundvand	4.000	5	30

3 Dræning af grundvand indenfor spuns

Følgende beskriver hvordan mængderne til selve dræningen er beregnet. Det nordlige område har et samlet areal på ca. 21.223 m², hvor 12.600 m² og 8.623 m² er defineret som hhv. hav og land. Det sydlige område har et samlet areal på ca. 71.424 m², hvor 54.600 m² og 16.824 m² er defineret som hhv. hav og land.

Tabel 3-1 viser den mængde grundvand, der skal drænes. Dette er estimeret på baggrund af en gennemsnitssandlagsdybde for hvert område, hvor sandlagets vandindhold er estimeret til 25 %. Ydermere viser Tabel 3-1 hvilken pumpe- og renskapacitet, der vil blive anvendt og derved er tiden for dræning af hvert område estimeret.

Tabel 3-1 Oversigt over vandmængde til dræning fra sandlag, pumpe/resekapacitet og hvor lang tid der kræves, for at dræne sandlaget ved hvert område og et estimat for samlede vandmængde ved dræning af sandlag.

Område		Vand til dræning m ³	Løbende tørholdelse vandmængde # m ³	Pumpe/resekapacitet* m ³ /t	Tid for dræning dage
Nord	Land	7 275	592	50	6
	Hav	11 225	1 775	50	9
Syd	Land	11 829	2 156	50	10
	Hav	41 670	7 545	50	35
Samlet		≈ 72 000			

***Valgt pumpe/resekapacitet**

Vandmængde der kommer dagligt, fra opsvining gennem ler, aflastningsboringer, indsivning langs spuns og nedbør. Hvordan denne mængde er estimeret, er beskrevet i afsnit 4.

4 Løbende tørholdelse

I nærværende afsnit estimeres hvor meget vand, der løbende skal pumpes væk i forbindelse med tørholdelse, imens der udgraves. De vandmængder, der skal håndteres under løbende tørholdelse, efter dræning af sandlag, kommer fra følgende processer:

1. Indsivning langs spuns – beskrevet i afsnit 4.1
2. Nedbør – beskrevet i afsnit 4.2
3. Aflastningsboringer – beskrevet i afsnit 4.3

Afsnit 4.4 opsummerer vandmængder fra den samlede løbende tørholdelse fra indsivning langs spuns, nedbør og vand fra aflastningsboringer.

4.1 Indsivning langs spuns

Indsivning langs spunsen er estimeret på baggrund af en empirisk formel udarbejdet af spunsleverandørerne. Der regnes med indsivning gennem højpermeable lag af sten, grus og sand hvilket giver ca. 15 m³/t og 4,5 m³/t for hhv. det sydlige og nordlige område.

Forudsætning for beregning er at spunsen nedrammes ca. 0,3-0,5 m ned i det underliggende morænelerlag hele vejen rundt. Spunsen etableres som en tæt, afskærende spuns med anvendelse af Roxan Plus i hver anden lås (ved samling til dobbeltjern) og ingen tætning i øvrige låse. Det sidste aht. muligheden for at trække jernene igen.

Det er altovervejende låsene uden tætning, der bidrager til vandmængden og den forventes at falde over tid, i takt med at låse fyldes med finkornet materiale / ruster.

4.2 Nedbør

Nedbørsmængden er beregnet med udgangspunkt i det årlige nedbørsgennemsnit i Sønderborg Kommune fra 2011 til 2020 på 754,23 mm/år.

Eksempler på scenarier med øget nedbør i perioder:

Eksempel med 20 mm regn på en dag. Hvilket vil give behov for en pumpe/renekapacitet for hvert område som angivet i Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Behov for pumpe/renekapacitet ved skybrud med 20mm/dag

Område		Pumpe/renekapacitet m ³ /t
Nord	Land	7
	Hav	11
Syd	Land	14
	Hav	46

Nedbørsmængde ved skybrud, er defineret som 15 mm nedbør på 30 minutter. I dette eksempel anvendes der derfor en øget mængde, hvor der falder 60 mm/døgn. Hvilket vil give behov for en pumpe/renekapacitet for hvert område som angivet i Tabel 4-2.

Tabel 4-2 Behov for pumpe/renekapacitet ved skybrud med 60mm/dag

Område		Pumpe/renekapacitet m ³ /t
Nord	Land	22
	Hav	32
Syd	Land	42
	Hav	137

4.3 Aflastningsboringer

I det Hydrogeologiske notat, februar 2023, er resultater af prøvepumpninger udført ved Himmarn strand afrapporteret. De tolkede hydrauliske konduktiviteter er anvendt til en overslagsberegning ved brug af superbrøndsprincippet. På baggrund heraf, er det estimeret at aflastningsboringer i hhv. det nordlige og sydlige område i hele udgravningsperioden vil skulle aflaste mellem 2-3 m³/t og 2,5-4 m³/t. Da dette er en overslagsberegning at det valgt at gange disse værdier med en faktor 2. Hvilket resulterer i et estimat for aflastningsboringer, i det nordlige og sydlige område, på hhv. 6 m³/t og 8 m³/t.

4.4 Estimeret vandmængde der løbende skal tørholdes

Tabel 4-3 viser hvor meget vand, der løbende skal tørholdes grundet hhv. aflastning af underliggende sandlag indsvivning langs spuns, nedbør og totalt.

Tidsperiode for udgravning

Udgravningsperioden er estimeret med udgangspunkt i anvendelse af 2 stk. gravemaskiner, hvor weekender er inkluderet. På baggrund heraf forventes det at tage 85 og 225 dage (inkl. weekender) for udgravningsarbejdet i hhv. det nordlige og sydlige område. Volumen, der skal pumpes væk i forbindelse med tørholdelse ved udgravningsarbejdet, på baggrund af disse tidsperioder, er angivet i Tabel 4-3. Forlænges udgravningsperioderne stiger volumen.

Tabel 4-3 Oversigt over den estimerede vandmængde der løbende skal tørholdes

		Ydelse ved løbende tørholdelse							
Område		Indsivning langs spuns		Nedbør		Aflastningsboringer		Total	
		m ³ /t	m ³ /dag	m ³ /t	m ³ /dag	m ³ /t	m ³ /dag	m ³ /t	m ³ /dag
Nord		4,5	108	1,8	44	3	72	12	296
Syd		15	360	6,2	148	4	96	29	700
		Vandmængde i løbet af udgravningsperiode							
Område	Tørholdelsesperiode dage	Indsivning langs spuns		Nedbør		Aflastningsboringer		Total	
		m ³		m ³		m ³ /t		m ³	
Nord	85	9 180		3 728		12 240		25 148	
Syd	225	81 000		33 208		43 200		157 408	
Samlet								182 555 ≈ 183 000	

5 Samlet vandmængde der skal via renseanlæg

Estimat for samlet vandmængde, der skal renses via renseanlæg fra hhv. dræning og løbende tørholdelse er opsummeret i Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Samlet vandmængde der skal via renseanlæg

Område	Havvand der skal renses for frifase -fra Tabel 2-1 m ³	Grundvand der skal renses for frifase -fra Tabel 2-2 m ³	Vand til dræning -fra Tabel 3-1 m ³	Vand fra løbende tørholdelse -fra Tabel 4-3 m ³	Total m ³
Samlet for Nord og Syd	26 000	4 000	72 000	183 000	285 000

6 Kilder

Ovesen, N.K., Fuglsang, L., Bagge, G. & Krogsbøll, A (2017). *Lærebog i GEOTEKNIK*, Polyteknisk forlag, 2.udgave, ISBN10: 87-502-1042-4

Ramboll, Oprensning på Himmarn strand, Hydrogeologisk undersøgelse, februar 2023