Horsens Ringvej Syd

Datarapport grundvandsundersøgelser 2024

Sweco Danmark A/S	CVR nr. 48233511
Projekt	MV Ringvej Syd etape 2 og 3
Projektnummer	41009469
Kunde	Horsens Kommune
Udfærdiget af	Morten Asp Hansen
Kontrolleret af	Tore Kirkeby
Godkendt af	Morten Asp Hansen
Dato	2025-10-07
Ver	2
Dokumentnavn:	Notat_grundvandsforhold

Indholdsfortegnelse

1 Indledning 2
2 Strækninger med mulig grundvandsproblematik 2
2.1 Delstrækning 1: Strækning +200 til +500 2
2.2 Delstrækning 2: Strækning +800 til +1350 3
2.3 Delstrækning 3: Strækning +2400 til +2850 4
2.4 Underføringen ved Nordrevej 5
3 Vandstande og vandmængder 8
3.1 Håndtering af grundvand på strækningen st. 0 -1400. 10
3.2 Håndtering af grundvand ved underføringen ved Nordrevej 11
4 Klokkedal ådal skrænter 12

1 Indledning

Horsens Kommune ønsker at fortsætte videreførelsen af Ringvej Syd fra Bjerrevej øst om Dagnæs til Bollervej og videre til Horsens Havn. Ringvejen tilsluttes Ove Jensens Alle, der ombygges frem mod krydset ved Høegh Guldbergs Gade. Der skal udarbejdes en miljøkonsekvensrapport for projektet. Som led i miljøvurdering af projektets skal påvirkningen af de målsatte vandområder Bygholm Å, Horsens Fjord og Klokkedal Å vurderes.

For at opnå en hensigtsmæssig linjeføring af Ringvejen vil vejen visse steder forløbe i terræn, på dæmning og i afgravning. Der er tidligere udført en analyse for grundvands-problematikker af strækninger[1], som er planlagt i afgravning. Der er til Horsens Kommune fremsendt geologiske profiler, hvorpå observerede grundvandstande er markeret. På samme profiler er markeret en ny minimumcenterlinje kote, såfremt dræning og/eller grundbrudsproblematik skal undgås.

Den 8-2-2024 blev eksisterende boringer i vejtracéet besøgt og vandstanden i de terrænnære sandlinser indmålt. Det viste sig at vandstande var højere end tidligere målinger fra 2019 og 2020. De høje målinger var forventlige, idet nedbørsmængderne var meget høje i vinteren 2023/2024.

2 Strækninger med mulig grundvandsproblematik

I den indledende gennemgang af vejtracéet var der tre delstrækninger i afgravning som skulle analyseres yderligere for at se om der var grundbrudsproblematikker, vandfyldt sand i vejplanum eller sand med vand i afgravningsskråningerne. De tre strækninger vil kort blive gennemgået i nedenstående.

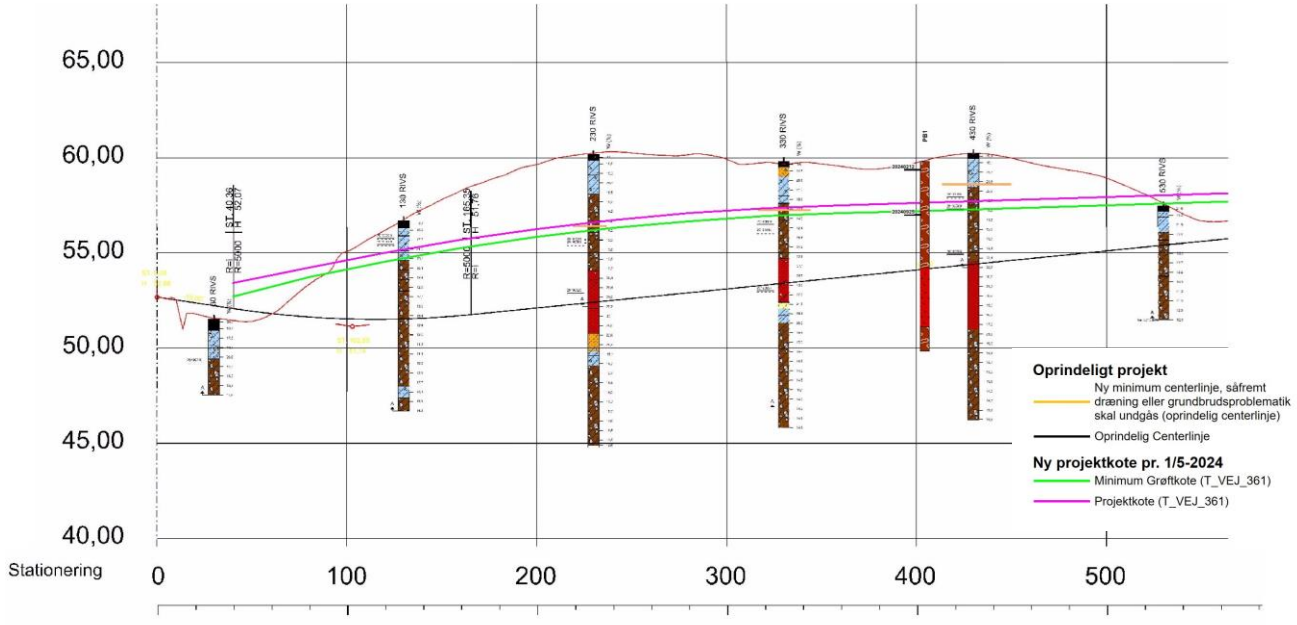
2.1 Delstrækning 1: Strækning +200 til +500

På strækningen er centerlinjen beliggende i sand med spændte trykforhold. Hvis centerlinjen bevares i det spændte sand, vil den overliggende moræneler og dele af sandet blive bortgravet, hvorfor trykforholdet vil skifte fra spændt til frie trykforhold. Der vil derfor ikke være en grundbrudsproblematik udover i anlægsfasen. Se evt. figur 1.

Idet vandspejlet ved alle målinger ligger over centerlinjen og dermed vejplanum så vil der formentlig være behov for dræning af terrænnært grundvand på alle tider af året.

Centerlinjen er løftet som vist på figur 1 for at mindske behovet for dræning mest muligt.

[1] Afrapporteret som geologiske profiler på mail 24-01-2024, samt opfølgende møder.



Figur 1, delstrækning 1 med angivelse af geologi, filter, tidligere observerede vandstande og ny centerlinje.

2.2 Delstrækning 2: Strækning +800 til +1350

På strækningen er centerlinjen beliggende i sand med frie trykforhold. Der er ingen risiko for grundbrud, med de observerede vandspejl fra 2019/2020/2024, idet centerlinjen er beliggende i sandet med frie trykforhold. Se evt. figur 2.

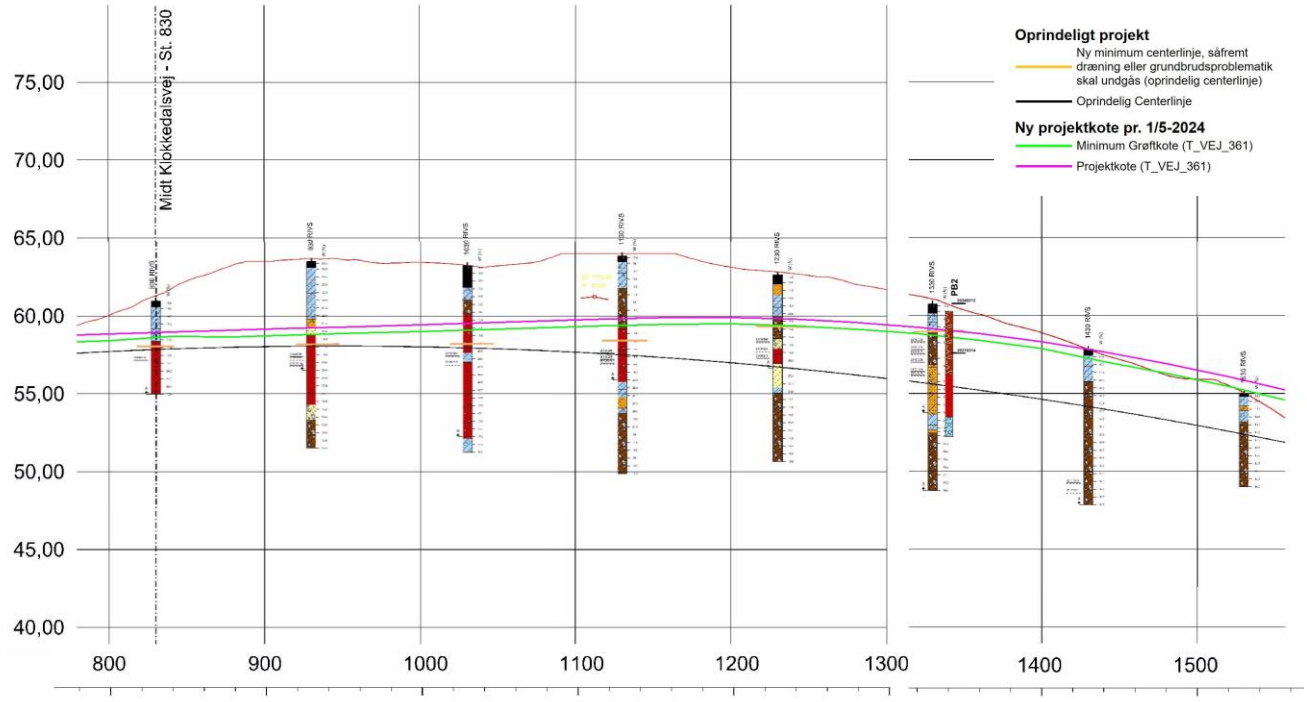
På strækningen +800 til +1200 ligger vandspejlet ved flere målinger lige under centerlinjen, hvilket gør at forventet vejplanum ligger under observerede vandspejl. I boring RIVS1030 er vandstanden i boringen i februar 2024 målt til et stykke over centerlinje.

På sidste del af strækningen +1200 til +1350 (boring RIVS 1230 og RIVS 1330 (ikke vist på figur 2) er observerede vandstande noget højere end centerlinjen. Ved flere observationer er trykniveauet spændt idet trykket ligger i det overliggende moræneler.

Der vil formentlig være behov for dræning af terrænnært grundvand på store dele af strækningen, men hovedsageligt fra station +1000 til +1350. Behovet kan variere afhængigt af nedbørshændelser og sæson/års-variationer.

Centerlinjen er løftet for at mindske behovet for dræning mest muligt.

Ved st. 830 føres Klokkedalsvej over vejen på en bro. I forbindelse med udførelse af brofundamenter vil der afhængig af udførelsesmetoden være behov for midlertidig grundvandssænkning i anlægsperioden.

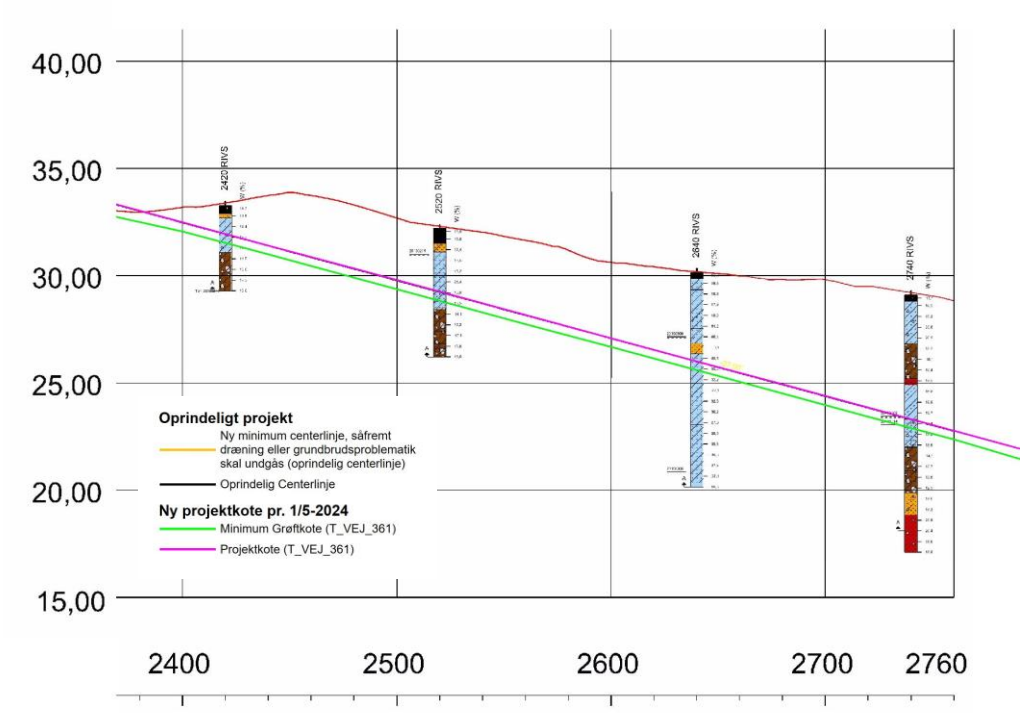


Figur 2, delstrækning 2 med angivelse af geologi, filter, tidligere observerede vandstande og ny minimumscenterlinje.

2.3 Delstrækning 3: Strækning +2400 til +2850

På delstrækning 3 ligger centerlinien i forbindelse med ler sm vist på figur 3. Der er flere målte trykniveauer, som er højere end centerlinjen. De er dog i de fleste tilfælde tilknyttet et filter sat i ler. Filtersætning i ler giver oftest ikke et retvisende billede af tryk/vandstand. Boring RIVS 2740 er filtersat i sand med et observeret tryk tæt ved centerlinjen. Trykniveau observationerne er fra 2019. Der er ikke risiko for grundbrud eller behov for dræning af terrænnært grundvand på strækningen. Der er en mindre sandlinse i afgravningsskråningen, som observeres i boringerne RIVS 2640, RIVS2740 og RIVS2840. Sandlinsen er ikke filtersat, men ud fra borejournalerne virker sandlinsen ikke som vandførende. Sandlinsen kan dog give anledning til erosion i skråningen i den permanente situation.

Der er ikke behov for korrigering af centerlinje på baggrund af hydrogeologiske forhold.



Figur 3, delstrækning 3 med angivelse af geologi, filter og observerede vandstande.

2.4 Underføringen ved Nordrevej

De geologisk og hydrogeologiske forhold ved den eksisterende vej fra Nordrevej til Spejderhytten/Ådalen er undersøgt ved boringer AB04 og AB05 vist på

Figur 4 Oversigtskort ved Nordrevej

Boring AB04 indeholder vekslende lag af sand og ler i de øverste 2 m under terræn. Terræn i kote +56,9 m. Derefter er der ler til 10 m under terræn (kote +47 m).

Boring AB05 indeholder vekslende lag af sand og ler i de øverste 3,5 m under terræn. Terræn i kote +56,7 m. Under de vekslende lag er der ler til 10 m under terræn (kote +46,8 m)

Eksisterende vej fra Nordrevej til Spejderhytten/Ådalen ligger desuden imellem boringerne RIVS1430 og RIV1530. RIVS1430 viser ler fra terræn (kote +57,9 m) til 10 m under terræn. RIVS1530 har et tyndt sandlag tæt under terræn, som underlejres af moræneler til boringens bund 6 mut (kote +49 m).

Ud fra de fire boringer, vil underføringen kunne udføres i ren moræneler.

Underføringens underside ligger i ca. kote +51,8 m (markeret m. rød streg på figur herunder).

Figur 5 Boreprofil for boring AB05. Underside af underføring er markeret med rød streg.

Ifølge boring AB04 og AB05 er der ca. 4,5 m moræneler under fundament. Moræneleren er beskrevet som ”ret fedt, siltet, sandet, sv.gruset”. Det indikerer at strømningsegenskaberne er lave og vi derfor ikke kan forvente større vandtilstrømning omkring fundament i hverken anlægs eller driftfasen.

I forhold til grundbrudsrisiko i anlægsfasen, så er risikoen lille. Ved AB04 og AB05 er der minimum 4,5 m moræneler, muligvis mere, som vægt til at modsvare et vandtryk fra et evt.

dybere sandlag. For at der grundbrudsrisiko i anlægsfasen vil det kræve et sandlag fra bund af boring kote +47m med et tryk i ca. kote +54,5 m.

Jf. boring RIVS1430 og RIV1530, som ligger nord og syd for den kommende tunnel, er der ikke antydning af et dybere liggende sandlag. Boringerne er afsluttet i ca. samme dybde som AB04 og AB05 i kote +47 - 49 m

Det vurderes derfor at stedet er velegnet til at etablere en tunnel ud fra et rent grundvandsynspunkt.

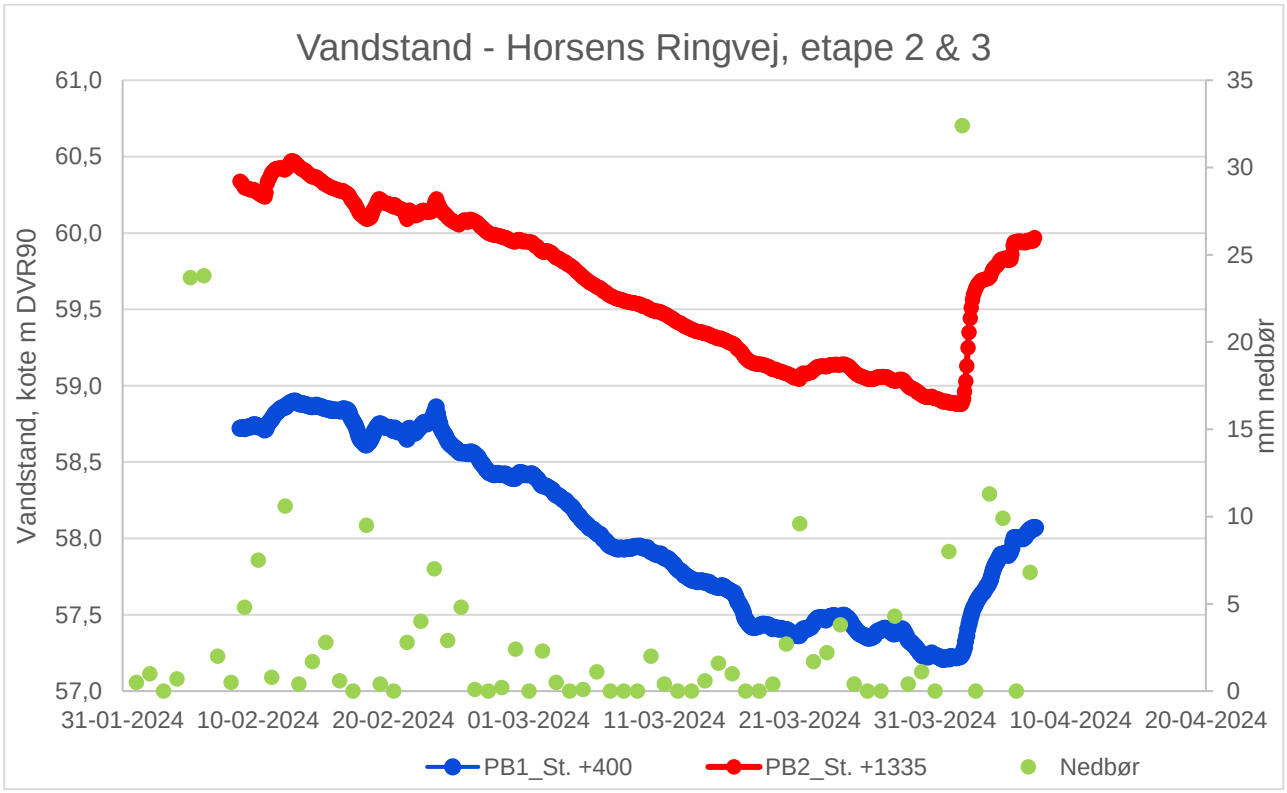
3 Vandstande og vandmængder

Siden 8. februar er vandstande blevet målt kontinuert i 2 boringer. PB1 i ca. stationering +400 og PB2 i stationering +1335. Derudover er afstanden til vandspejlet (nedstik) målt manuelt den 8. februar og den 7. april 2024. De manuelle målinger anvendes til at korrigere den automatiske vandstandsmåling.

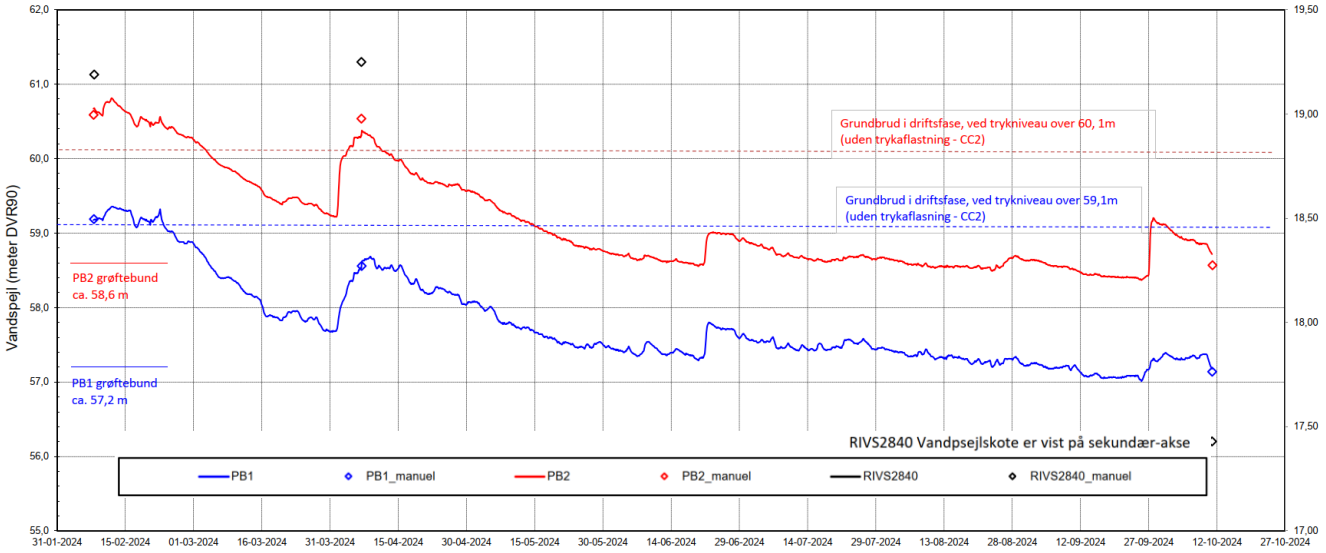
På Figur 6 er vist den målte vandstand i de to boringer.

PB1 er filtersat fra kote +55,8 til +49,8 (10 m á 4 m under terræn). Øverste del og nederste del af filteret er i moræneler. Lidt over 3 m af filteret er filtersat i sand.

PB2 er filtersat fra kote +56,8 til +52,3 m (3,5 m á 8 m under terræn) i et terrænnært sandlag.



Figur 6 Vandstand i boring PB1 og PB2 i perioden jan til april 2024. Nedbør er vist på sekundæraksen.



Figur 7 Vandstand i boring PB1, PB2 og RIVS2840 i perioden jan - oktober 2024. Bemærk RIVS2840 er vist på sekundær aksen. Vedlagt i bilag 1.

Som det fremgår af figur 6 og 7, varierer vandspejlet en hel del i det terrænnære sand. Inden for få måneder/dage. I nedenstående tabel er min/maks for den målte periode vist. På Figur 6er den daglige nedbør også vist. Vandtrykket følger hinanden i de to boringer PB1 og PB2. De var som forventet med højeste grundvandsspejl i det tidlige forår og faldende igennem sommeren og efteråret

Det er tydelig sammenhæng mellem nedbør og vandstanden de terrænnære sandlinser/magasiner. I starten af marts falder der kun en lille mængde nedbør og vandspejlet er faldende frem til den 20. marts hvor nedbørsmængden er stigende. Den 2. april falder 32,4 mm nedbør i Horsens Kommune og vandspejlet i begge boringer stiger markant. Herefter falder vandspejlet jævnt henover sommeren med enkelte store nedbørshændelser d. 21-22. juni (23,9 og 17,7 mm) og den 26-27. september (26,3 og 34,5 mm).

Det skal påpeges at de maksimale trykniveauer som er observeret i 2024, er væsentligt højere end de højeste trykniveauer, der tidligere har været målt i nærliggende boringer.

Boring	Vandstand				Stationering	Terræn	Geologi over sand	Grøft, laveste (T_Vej_361)
	Min.	Maks.	Middel	Median				
	Kote, m	Kote, m	Kote, m	Kote, m		Kote, m	Kote, m	Kote, m
PB1	57	59,36	57,77	57,53	Ca. st. 400	+59,8	+60 til +54,2 ML	Ca. 57,2 m
PB2	58,4	60,8	59,16	58,90	Ca. st. 1340	+60,3	+60,3 til +56,2 ML	Ca. 58,6 m

Tabel 1 Vandstand i boring PB1 og PB2 i perioden jan – oktober 2024

GEO har 2021[2] gennemført prøvepumpninger i de to boringer PB1 og PB2.

Stationering ca. +420 m (PB1)

GEO har pumpet med en ydelse på ca. 2,4 m3/t i tre døgn

	Sænkning i grv.stand, m	Afstand, m
Pumpeboring	2,6 m	0
Moniteringsboring, MB1	1,15	3
Moniteringsboring,	0,56	38
Moniteringsboring,	0,50	58

Gennemsnit af de tolkede transmissiviteter er T = 6,4 · 10-4 m2/s. -> hydraulisk ledningsevne på ca. 2 x 10-4 m/s.

Strømningsegenskaberne er gode, men heldigvis er sandlaget ikke så tykt, så vandmængderne bliver ikke voldsomt store. Som det fremgår kan der opnås sænkninger på 0,5m i 60 m afstand fra et punkt, hvor der fjernes 2,4 m3/t (57,6 m3/døgn / 0,67 l/s).

Stationering ca +1330 m (PB2)

GEO har pumpet ca. 2,1 m3/t i fem døgn

	Sænkning i grv.stand, m	Afstand, m
Pumpeboring PB2	2,4 m	0
Moniteringsboring,	0,87	2,8
Moniteringsboring,	0,58	16
Moniteringsboring,	0,55	35
Moniteringsboring,	0,25	60

Gennemsnit af de tolkede transmissiviteter er T = 7,5 · 10-4 m2/s. -> hydraulisk ledningsevne på ca. 2,5 x 10-4 m/s.

Strømningsegenskaberne er gode, men heldigvis er sandlaget heller ikke her så tykt, så vandmængderne bliver ikke voldsomt store. I dele af strækningen er det terrænnære grundvand spændt. Som det fremgår kan der opnås sænkninger på 0,9 m i 3 m afstand fra et punkt, hvor der fjernes 2,1 m3/t (50,4 m3/døgn / 0,58 l/s).

3.1 Håndtering af grundvand på strækningen st. 0 -1400.

Anlægsfasen

Hvis anlæggelse sker i perioden ca. juni-november, er grundvandstrykket generelt lavest. Der lille risiko for grundbrud og mindre risiko for at der er meget grundvand som skal håndteres.

[2] GEO, 2021, "Ringvej Syd – Pumpeforsøg", Geo projekt nr. 205118, Rapport 1, 2021-03-25

Hvis anlægsperioden strækker sig ud over ca. juni-november, må det forventes at der skal udføres grundvandssænkning/trykaflastning for at undgå risiko for grundbrud og der skal ske bortledning af grundvand så der kan arbejdes tørt.

I forbindelse med udførelse af brofundamenter ved Klokkedalsvej st 830 vil der afhængig af udførelsesmetoden være behov for midlertidig grundvandssænkning i anlægsperioden.

Driftsfasen

På baggrund af moniteringen af trykniveauet i de to boringer PB1 og PB2 så vurderes det at der periodevis er risiko for at der kan opstå grundbrud. Det skyldes et for højt tryk i det underliggende sand. For at undgå grundbrud, skal der ske en trykaflastning af sandet. Dette kan ske med passive trykaflastnings brønde (grædebrønde) i grøfterne på dele af strækningen. Andre steder, hvor sandet er tæt på grøftebund ved at udgrave grøft lidt dybere og fylde med friktionsfyld/sand, så der skabes sikker hydraulisk kontakt.

Når der skabes hydraulisk kontakt mellem grøft og grundvand med højt tryk så vil grundvandet tilløbe grøfterne på de tidspunkter, hvor grundvandstrykket er højere end aflastningspunktet, typisk grøftebund. Desværre viser det sig, at grøfterne ved PB1 og PB2 har en lavere kote end grundvandstrykket har været det meste af 2024, se figur 7 og bilag 1.

År 2024 har helt sikkert været et anderledes år med højere grundvandspotentialer end andre år. Det vil dog ikke ændre på, at vi helt sikkert kommer til at se tilsvarende høje grundvandsstande fremover.

For at minimere tilstrømningen af grundvand til grøfterne skal der projekteres en løsning der aflaster grundvandstrykket i sandlaget til hhv. kote 59,1 ved PB1 og kote 60,1 ved PB2 men sikrer at grundvandstrykket ikke sænkes til niveauet for grøftebunden hhv. kote 57,2 ved PB1 og 58,6 ved PB2.

Derved kan aflastningen af grundvandstrykket kunne begrænses til vinterperioden (november til marts) og evt. kortere perioder i foråret med stor nedbør.

På baggrund af de udførte pumpeforsøg skønnes der at være behov for aflastnings brønde på strækningen st. 200 – 500, hvor trykniveauet i sandlaget skal aflastes med ca. 0,5 m i ekstreme perioder med højt vandspejl svarende til vinteren 2023. I disse perioder vurderes aflastningen at medføre en samlet grundvandsmængde på 0,6 l/s med en spidsbelastning på op til 1,1 l/s.

På strækningen st. 800 – 1300 vil der være behov for at aflaste vandtrykket med op til 0,9 m i ekstreme perioder med højt vandspejl svarende til vinteren 2023. I disse perioder vurderes aflastningen at medføre en samlet grundvandsmængde på 6,7 l/s med en spidsbelastning på op til 13,5 l/s.

I disse perioder vil aflastningen medføre en gennemsnitlig samlet grundvandsmængde på ca. 7,3 l/s. Etableres brønde i begge sider af vejen vil antallet af boringer og vandmængden kunne reduceres.

3.2 Håndtering af grundvand ved underføringen ved Nordrevej

I forhold til underføringen ved Nordrevej er der ikke nogen ændringer i forhold til vurderingen som beskrevet i afsnit 2.4.

4 Klokkedal ådal skrænter

Klokkedal å er nedskåret kraftigt i terrænet fra ca kote +60 m til kote +28 m, næsten 34 meter på en strækning på kun 182 meter. Gradienten på skråningen er hele 18%.



Figur 8, højdemodel af området omkring stationering +1335. Boring PB2 er markeret med blå ”pil”.

Som det fremgår af det højre billede på Figur 8, hvor et deludsnit af skråningen vises, ses en svag ”hylde” få meter under toppen af skråningen. Fra hylden er der en tydelig nedskåret afløb/vandløb, som har retning lige mod bunden af ådalen.

”Hylden” er et fugtigt område, som afvander til det nedskårede afløb som vist på Figur 9 og Figur 10.

Det vurderes at terrænnært grundvand fra oplandet til Klokkedal Å for en stor del strømmer ud på hylden via sammenhængende terrænnære sandlinser/magasiner. ”Hylden” ses på store dele af den vestlige del af skråningen mod åen.

Naturen i området er besigtiget i 2024[3]. Området er et trykvandspåvirket areal i skov med karakteristiske skovarter, men arealet vurderes ikke til at være af høj nok naturkvalitet til at være omfattet af §3 beskyttelsesloven.

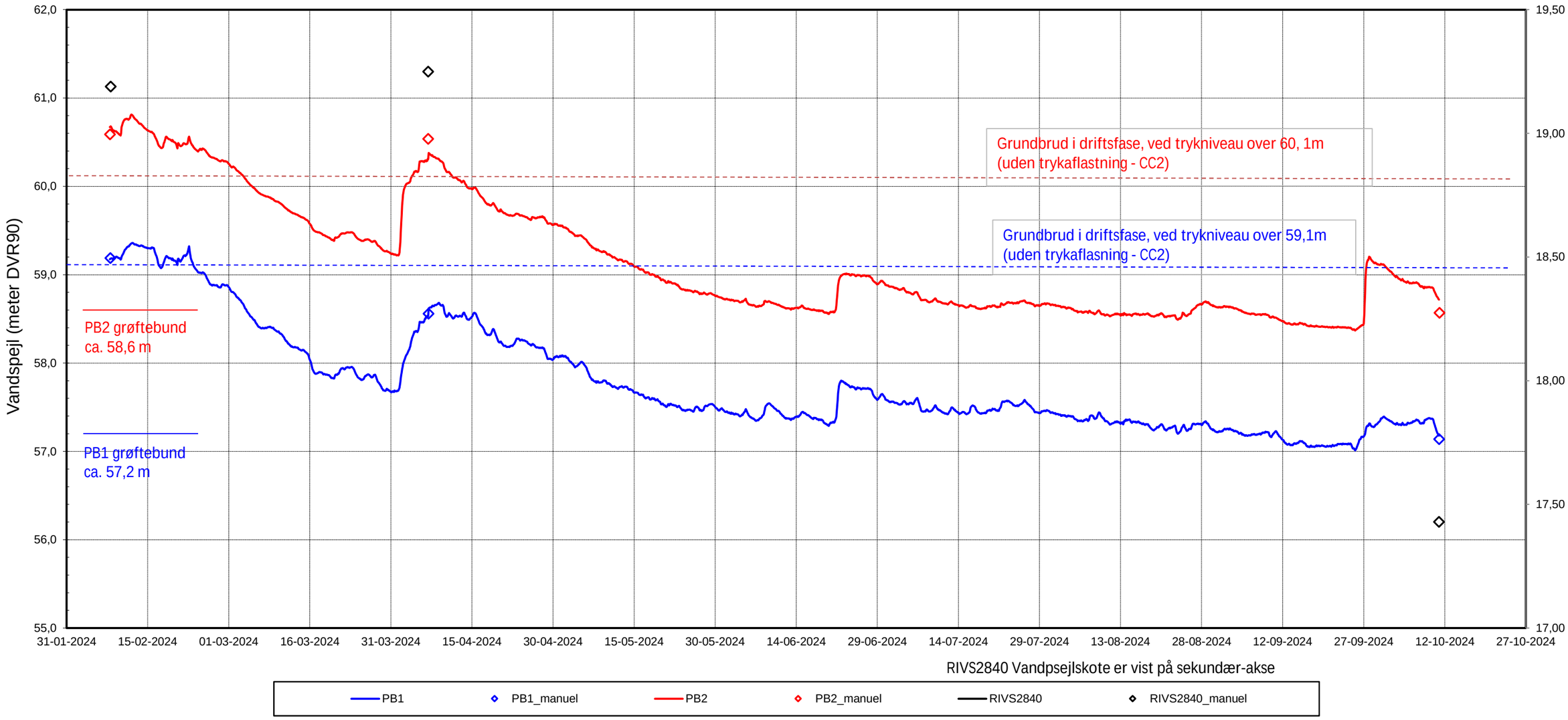
[3] Datarapport. Naturundersøgelser. Sweco November 2024.

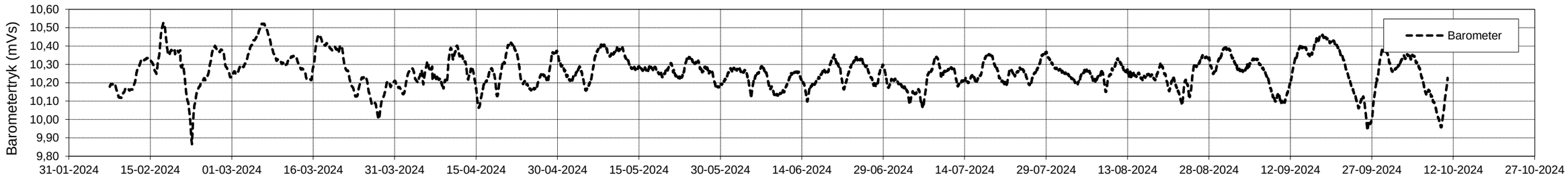


Figur 9, Billede af det nedskårede afløb/vandløb som har retning mod bunden af ådalen.



Figur 10, billede af den fugtige "hylde", som ligger ca. 6 meter under skråningens top. Den fugtige del er det mørke område, som har et forløb fra venstre mod højre.





Trykniveau Grundvand

Projekt	Projektnummer	Udfærdiget af	Projektleder	Dato
MV Ringvej syd etappe 2 og 3	41009469	Tore Stamp Kirkeby	Morten Asp Hansen	12-10-2024

SWECO