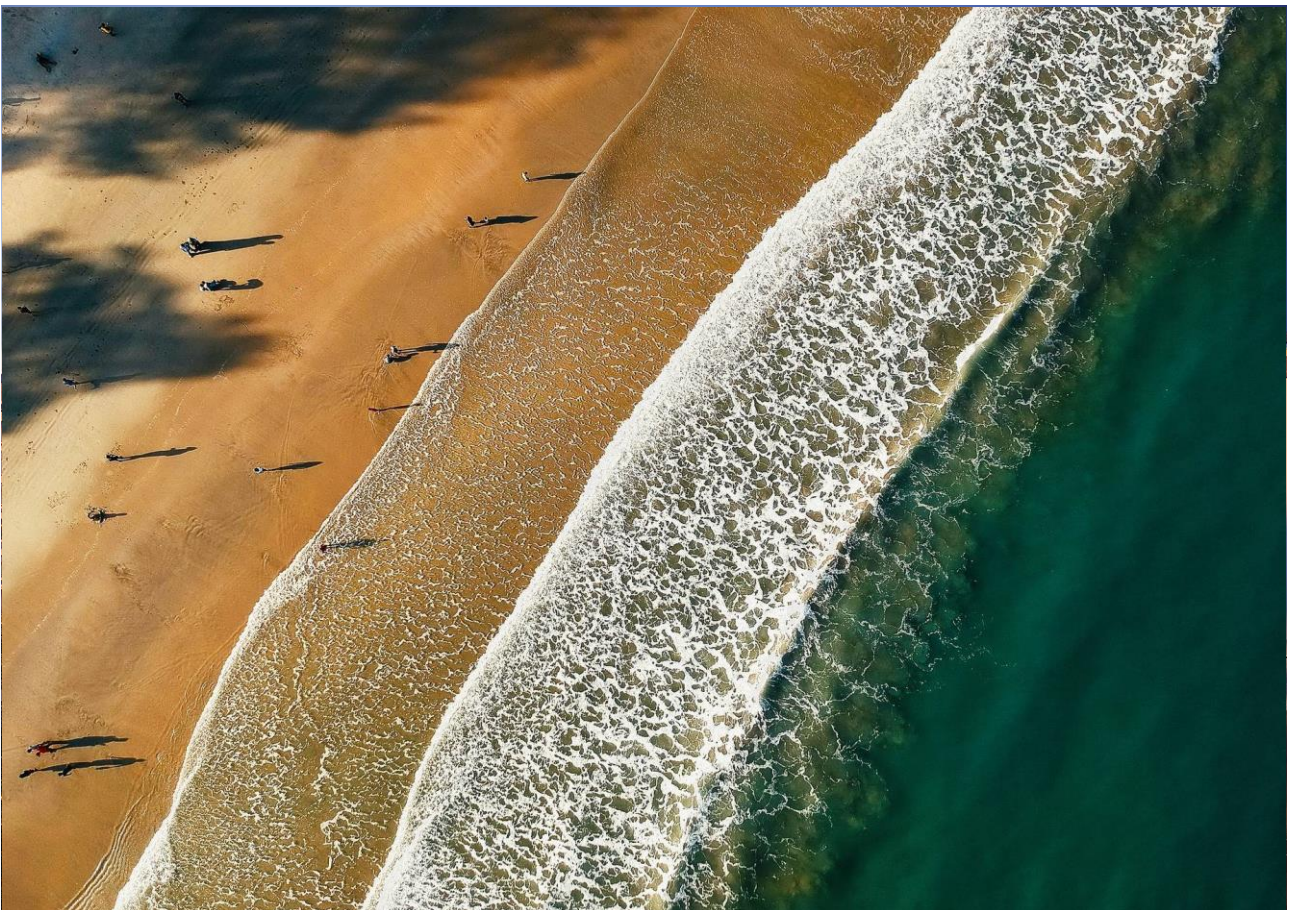


Framtida grundvattennivåer i DP del
av Räng 10:231, Västra hamnplan vid
Falsterbokanalen

Vellinge kommun



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad av	Godkänd av
1	2024-05-15	Original	Sven Celander	Joanna Theland

Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Upprättad av
Datum
Dokumentreferens

RegNo 556767-9849
Västra hamnplan DP
30001120-803
Vellinge kommun
Joanna Theland
2024-05-15
Framtida grundvattennivåer i DP Västra hamnplan

Innehållsförteckning

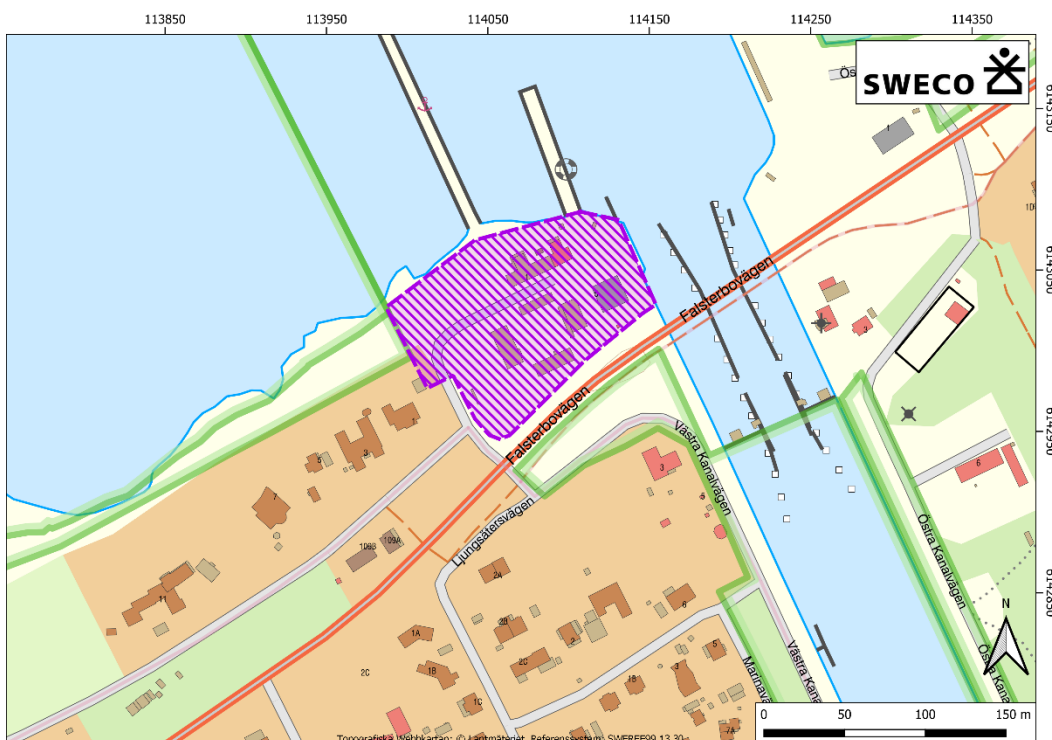
1	Uppdragsbeskrivning.....	4
1.1	Syfte	4
1.2	Underlag.....	4
2	Stigande medelvattenyta i havet	6
3	Framtida grundvattennivåer i planområdet	6
3.1	Beräknade grundvattennivåer år 2070, 2100 och 2130.....	6
3.1.1	Beräkningsförutsättningar	6
3.1.2	Metodik	7
3.1.3	Kalibrering.....	9
3.1.4	Resultat.....	9
3.2	Tillfälliga höjningar av grundvattennivån.....	10
4	Konsekvenser och risker med stigande grundvattennivåer	10
5	Åtgärder för grundvattenhantering	12
6	Slutsatser.....	13
7	Referenser.....	13

1 Uppdragsbeskrivning

1.1 Syfte

Syftet med föreliggande utredning är att beskriva hur grundvattennivåer inom detaljplan för del av Räng 10:231 Västra hamnplan vid Falsterbokanalen, Vellinge kommun förändras till och med planeringshorisonten år 2130. Förändringen är klimatrelaterad och bedöms främst orsakas av stigande medelvattennivåer i havet samt förändrade nederbördsmonster.

Detaljplaneområdet visas i lila i figur 1 nedan.

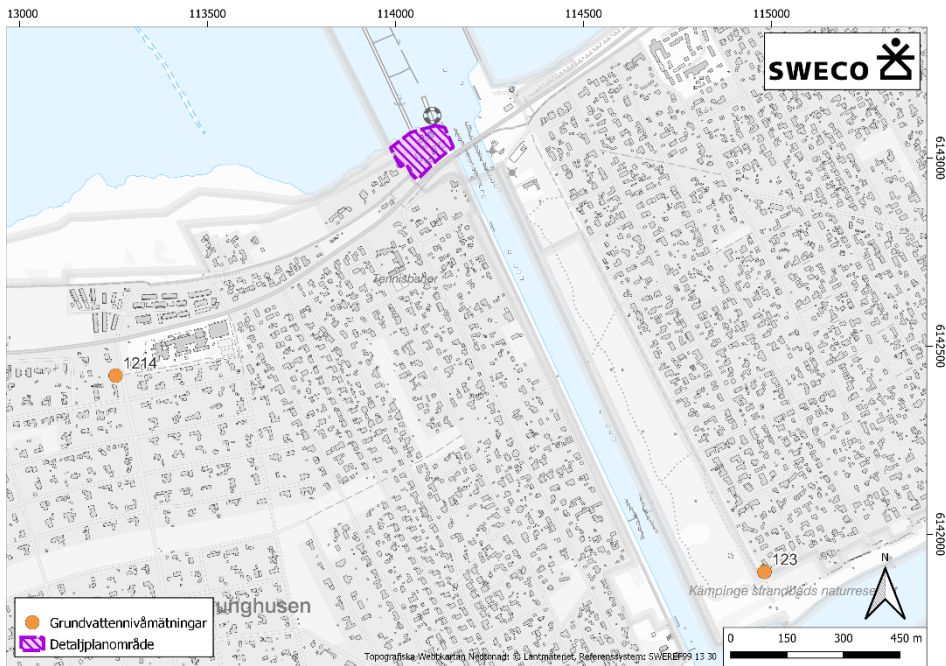


Figur 1: Översiktsskarta över detaljplanområdet.

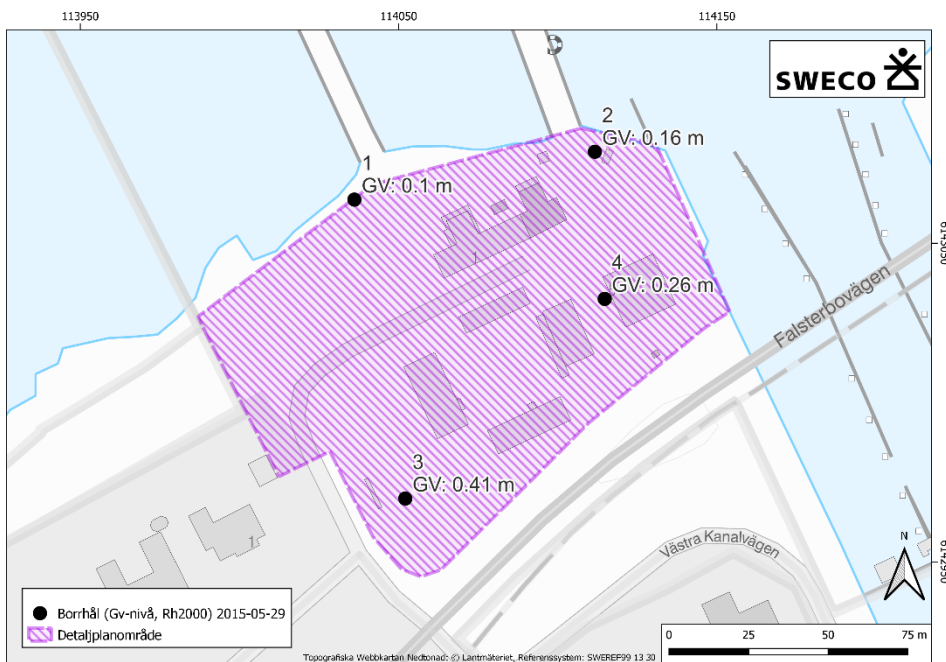
1.2 Underlag

Underlag för de beräkningar och resultat som presenteras i denna rapport har varit följande:

- Grundvattennivåmätningar på två olika platser, Bolstensternsvägen samt Storvägen, som Vellinge kommun har utfört. Grundvattenrörens läge visas i figur 2 nedan.
- Mätningar av grundvattennivå och geotekniska undersökningar i samband med mark- och geoteknisk undersökning av detaljplanområdet. Grundvattenrörens läge visas i Figur 3 nedan.
- Underlag från Lantmäteriet, SGU och SMHI. Se vidare referenser i kapitel 7.



Figur 2: Grundvattenrör på Bolstensternsvägen (123) och Störvägen (1214) där Vellinge kommun utför grundvattennivåmätningar. Detaljplanområdet är markerat i figuren.



Figur 3: Grundvattenrör på detaljplanområdet där grundvattennivå uppmätts i maj 2015.

2 Stigande medelvattenyta i havet

I tabell 1 visas framtida medelvattenyta (m relativt RH2000) enligt klimatscenario SSP5-8,5 83:e percentilen för åren 2070, 2100 och 2130 (SMHI, 2024).

Tabell 1 Medelvattenyta i m (RH2000) enligt SSP5-8,5 83:e percentilen (SMHI, 2024).

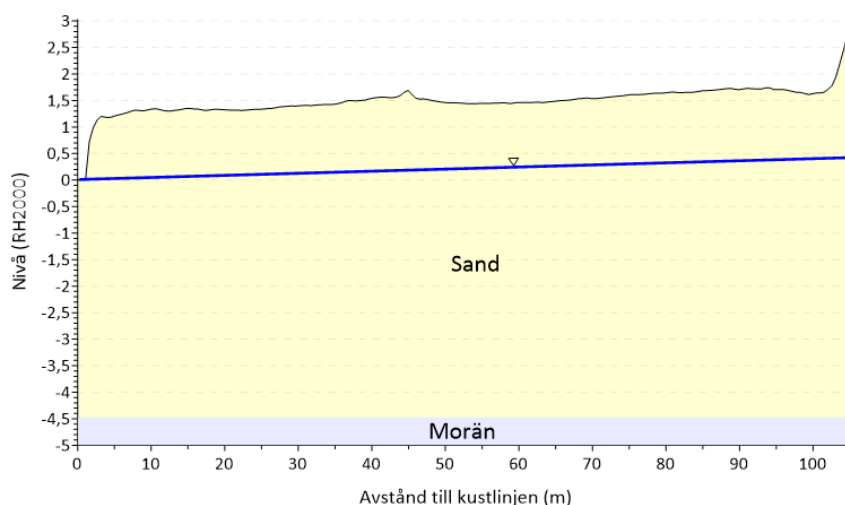
År	2024	2070	2100	2130
Medelvattenyta i havet enligt SSP5-8,5 (83:e percentilen) (SMHI, 2024) relativt RH2000	+0,16 m	+0,8 m	+1,2 m	+1,7 m

3 Framtida grundvattennivåer i planområdet

3.1 Beräknade grundvattennivåer år 2070, 2100 och 2130

3.1.1 Beräkningsförutsättningar

Geologin kring Västra hamnplan består av ett genomsläppligt sandlager som överlagrar ett moränlager som i sin tur överlagrar kalkberg. I området kring kanalen avtar moränlagrets mäktighet och sandlagret ligger direkt på kalkberget öster om kanalen (Ringberg, 1983). Inom detaljplanområdet har morän påträffats på ett djup på 5,5 m eller över 6 m (Geoexperten i Skåne, 2015). Sanden beskrivs i de geotekniska borrhningarna som sand där den övre metern kan vara lite grusigare (Geoexperten i Skåne, 2015). Jorddjupen i detaljplanområdet har uppskattats till 12 m. Mäktigheten på moränlagret bedöms till cirka 6 m och tunnas ut österut där sandlagret i sin tur är mäktigare och uppemot 12 m. Topografin i detaljplanområdet varierar mellan +1,5 mot havet i norr och +1,8 m i den södra delen (RH2000). I figur 4 visas en konceptuell modell av området från havet i norr till och med detaljplanområdet i syd.



Figur 4: Konceptuell geologisk modell över detaljplanområdet. Här visas en uppskattad grundvattennivå. Sanden ligger över ett moränlager. Grundvattenytan visas som den blåa linjen och varierar mellan havsnivån och +0,5 i detaljplanområdet.

Grundvattennivån är idag uppmätt i ett två grundvattenrör (Boltensternsvägen samt Störvägen) där långtidsmätning har utförts med mätning varje månad mellan juni 2012 och februari 2024.

Inom detaljplaneområdet har man i maj 2015 mätt grundvattennivån i fyra grundvattenrör enligt nivåer i Tabell 2 (RH2000) (Geoexperten i Skåne, 2015). Det är en flack grundvattennivå som svagt stiger söderut inom detaljplaneområdet. Medelgrundvattennivån bedöms ligga cirka en meter under markytan inom detaljplaneområdet.

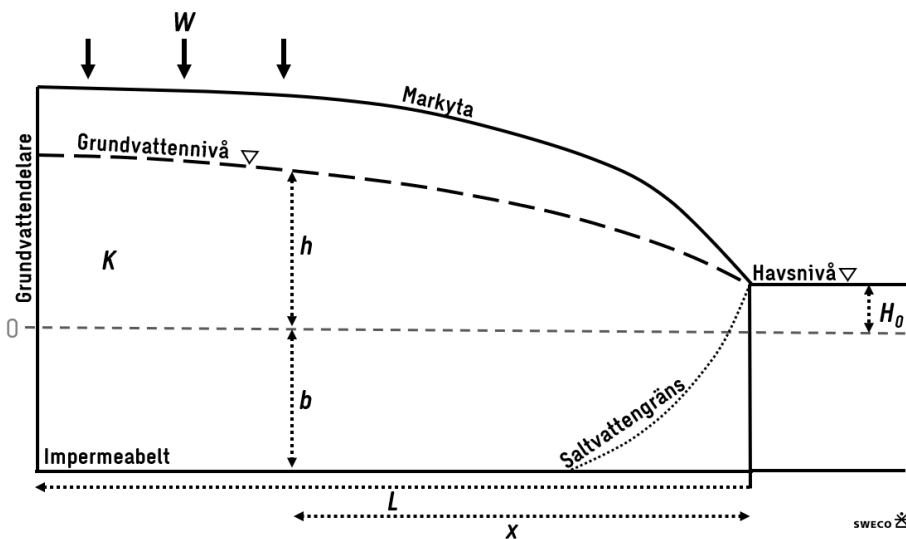
Tabell 2: Uppmätta grundvattennivåer samt medelvärden för uppmätta grundvattennivåer (123, 1214) och dess respektive avstånd till kustlinjen.

ID	Avstånd från kustlinjen (m)	Uppmätt grundvattennivå (m)
123	140	+0,4
1214	430	+1,2
GV-rör 1 inom Detaljplanområdet	5	+0,1
GV-rör 2 inom Detaljplanområdet	10	+0,2
GV-rör 3 inom Detaljplanområdet	90	+0,4
GV-rör 4 inom Detaljplanområdet	60	+0,3

Grundvattenbildningen bedöms vara stor i Falsterbohalvön i och med det ytliga genomsläppliga sandlagret. Grundvattenbildningen antas därmed vara lika med nettonederbörden i området. Nettonederbörden är den del av nederbörden som är tillgänglig för grundvattenbildning. Nettonederbörden har för delavrinningsområdet *Rinner mot Höllviken* beräknats till 172 mm/år som därmed uppskattas bilda grundvatten (SMHI u.å.a). För år 2071–2100 väntas nettonederbörden öka med cirka 1 procent i medeltal enligt RCP 8,5 (SMHI u.å.b).

3.1.2 Metodik

De parametrar som anses påverka grundvattennivåhöjning till följd av ökade havsnivåer är den hydrauliska konduktiviteten, grundvattenbildningen, havsnivån samt densitetsskillnaderna mellan havs- och grundvatten. I figur 5 visas en schematisk bild som illustrerar de parametrar som beräkningarna baseras på.



Figur 5: Schematisk bild som beräkningar har grundats i. Visar de parametrar som används för att beräkna grundvattennivåhöjning till följd av havsnivåhöjning.

Beräkningar har utförts med följande ekvation med det huvudsakliga antagandet att den huvudsakliga tryckskillnaden sker i horisontell led (Jiao & Post, 2019).

$$h = \sqrt{\frac{W}{K} (L^2 - (L - x)^2) + \frac{\rho_s}{\rho_f} (H_0 + b)^2} - b$$

I ekvationen ansätts följande ingående parametrar som även presenteras i figur 5. H_0 är havsnivå enligt RH2000. Mäktigheten av den vattenförande mäktigheten b är från +0 (RH2000) ner till den impermeabla gränsen. I detta fall är inte moränen helt impermeabelt men har en betydligt lägre genomsläpplighet än sanden och kan därmed antas i beräkningarna vara impermeabel. Grundvattenbildningen är W i ekvationen och den hydrauliska konduktiviteten för den vattenförande lagret benämns som K i ekvationen. Avståndet L avståndet till en grundvattendelare räknat från kustlinjen där halva avståndet av Falsterbohalvön har antagits vara avståndet till en grundvattendelare. Avståndet x är det avstånd som ger grundvattennivå h . Densitet för saltvatten (ρ_s) och grundvatten (ρ_f) inkluderas även enligt Ghyben-Herzbergs princip. I tabell 3 redovisas värdena för de ingående parametrarna.

Tabell 3: Ingående parametrar i de beräkningar som utförts samt deras ansatta värde.

Parameter	Värde	Enhet
Hydraulisk konduktivitet, K	3,0xE-04	m/s
Mäktighet sandlager, b	6	m
Grundvattenbildning, w	172	mm/år
Avstånd till grundvattendelare, L	1000	m
Densitet grundvatten, ρ_f	1000	kg/m ³
Densitet havsvatten, ρ_s	1006	kg/m ³

Den hydrauliska konduktiviteten har ansatts till ett karakteristiskt högt k-värde som använts i en tidigare hydrogeologisk utredning kring Falsterbos skyddsvall (Sweco, 2021) på 4,0 E-04 m/s som senare, efter kalibrering, justerats ner till 3,0 E-04 m/s. Grundvattenbildningen har satts till den nettonederbörd som

beräknats av SMHI (SMHI u.å.a). Grundvattenbildningens ökning till följd av klimattförändringarna antas vara försumbar. Densitet för saltvatten är baserat på mätningar i Öresund (Feistel m.fl. 2010).

3.1.3 Kalibrering

Grundvattennivåer har, som tidigare beskrivits, mätts i två rör på Boltsternsvägen samt Störvägen mellan 2012 och 2034. Dessa grundvattenrör har använts för att kalibrera modellen för att uppnå en beräknad nivå som är lika med den uppmätta nivån på ett liknande avstånd från kustlinjen. Kalibrering har gjorts genom att ändra främst i den hydrauliska konduktiviteten. Utöver detta har det mätts i fyra grundvattenrör i maj 2015 inom detaljplanområdet vilka också utgör kalibreringspunkter (Geoexperten i Skåne, 2015). Dessa grundvattenrörs läge inom detaljplanområdet går att se i Figur 3. De uppmätta samt beräknade medelgrundvattennivåerna presenteras i tabell 4.

Tabell 4: Uppmätta grundvattennivåer för mätningar i grundvattenrör samt beräknade grundvattennivåer på det angivna avståndet.

ID	Mäktighet akvifer (m)	Avstånd från kust (m)	Uppmätt medelgrundvattennivå (m)	Beräknad medelgrundvattennivå (m)
123	12	140	+0,4	+0,4
1214	5	430	+1,2	+1,2
GV-rör 1 inom Detaljplanområdet	6	5	+0,1	+0,2
GV-rör 2 inom Detaljplanområdet	6	8	+0,2	+0,2
GV-rör 3 inom Detaljplanområdet	6	94	+0,4	+0,4
GV-rör 4 inom Detaljplanområdet	6	55	+0,3	+0,3

Skillnaden mellan uppmätta och beräknade nivåer är inom 0,1 m på det avstånd som detaljplanområdet har från kusten. I de mätningar som gjorts på 123 och 1214 har en variation på 0,4 m mätts upp. Skillnaden mellan beräknade och uppmätta nivåer indikerar att beräkningsmodellen ger en bra uppskattning av grundvattennivåerna inom detaljplanområdet. Överensstämmelsen med de två övriga mätpunkterna visar också att beräkningsmodellen ger en bra beskrivning av de verkliga grundvattenförhållandena i området kring Falsterbokanalen.

3.1.4 Resultat

Området kring Västra hamnplan är flackt, med undantag för Falsterbovägen som ligger på en vägbank med högre nivå, och består huvudsakligen av sand vilket resulterar i en flack grundvattennivå. En flack grundvattennivå leder till att en höjning av havsnivån kommer sträcka sig långt in och att avståndet till kusten är av ringa betydelse när det kommer till grundvattennivåhöjningen. Detta går att se genom att höjningen är av samma storlek genom hela detaljplanområdet som ligger mellan cirka 0 m och 100 m från kustlinjen. Höjningen är också av samma storlek om avståndet är längre bort från kustlinjen. I Tabell 5 presenteras det intervall som grundvattennivån beräknas ligga på med de modellerade framtida medelhavsvattennivåerna. Nivån är som lägst närmast havet och stiger inåt land. Grundvattennivåhöjningen till följd av höjd medelvattenyta i havet är av samma storlek i hela detaljplanområdet.

Tabell 5: Beräknade grundvattennivåer inom detaljplanområdet för en medelvattenyta i havet enligt SSP5-8,5 (83:e percentilen). Grundvattennivåhöjning är jämfört med de uppmätta grundvattennivåerna 2015 på mellan +0,2 och 0,4 m.

Simulerade år	Medelvattenyta i havet (m rel RH2000)	Beräknad GV-nivå (m rel RH2000)	Grundvattennivåhöjning (m)
2070	+0.8	+0,9 - +1,1 m	0,6
2100	+1.2	+1,3 - +1,5 m	1,0
2130	+1.7	+1,8 - +2,0 m	1,5

De beräknade grundvattennivåerna indikerar att år 2130 kommer grundvattennivån vara ovanför mark eller i höjd med marknivån i detaljplanområdet. Resultaten baseras på framtida medelvattenstånd enligt SSP5-8,5 vilka i dagsläget är osäkra, särskilt för år 2130. Den parameter som störst påverkar grundvattennivåhöjningen är havsnivåhöjningen vilket gör att resultaten styrs av osäkerheten i bestämmandet av framtida medelvattenyta i havet. Vid detaljplanering rekommenderas planering efter klimatscenario SSP5-8,5 avseende havets medelvattenytas höjning.

3.2 Tillfälliga höjningar av grundvattennivån

Tillfälliga högvattenstånd där havsvattennivån kan höjas kraftigt under ett par dagar har oftast en begränsad utbredning in mot land i form av en höjd grundvattennivå. Mätningar vid exempelvis Trelleborgs kust har visat på att effekten av havsnivåhöjningen avtar cirka 100 m in mot land (Sweco, 2023). Det huvudsakliga geologiska materialet där var liksom i Falsterbo sand och sannolikt är effekten liknande den i Trelleborg. Eftersom Västra hamnplan ligger inom 100 m från havet så kan området påverkas av tillfälliga högvattennivåer.

Då grundvattenflöde är en avsevärt långsammare process än ytvattenflöde hinner inte en tillfällig högvattenhändelse tränga särskilt långt in mot land innan havsnivån är tillbaka på normala nivåer. Effekten på grundvatten av tillfälliga havsnivåhöjningar är således mindre än den långsiktiga havsnivåhöjningen.

Grundvattennivåmätningarna i Boltenssternsvägen samt Störvägen visar på en större korrelation mellan grundvattennivåer och nederbörd än att höga grundvattennivåer sammanfaller med högvattenhändelser. Dessa mätningar ligger på cirka 400 respektive 150 m från kusten. I båda mätroren ser man en nivåvariation på 0,4 m under mätperioden från 2012–2023.

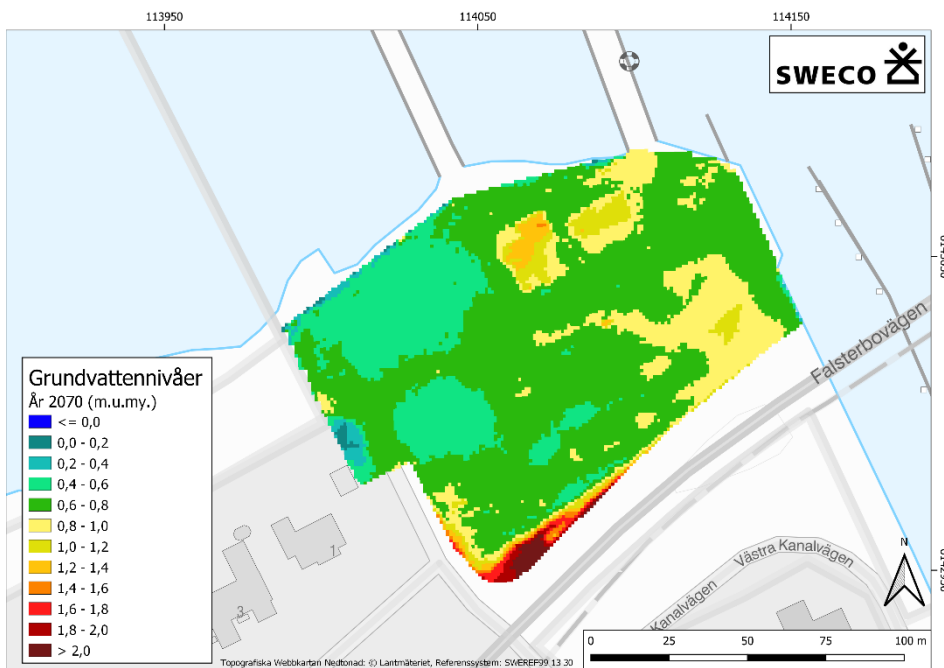
4 Konsekvenser och risker med stigande grundvattennivåer

En högre medelgrundvattennivå innebär att de naturliga fluktuationer av grundvattennivåerna som förekommer på grund av årstidsvariationer (och händelser så som kraftiga regn och högvatten) når högre nivåer. Detta kan påverka befintliga strukturer och funktioner i området men betyder också att framtida strukturer och funktioner behöver anpassas till nya nivåer. Nedan listas teknikområden som sannolikt behöver beakta att grundvattenfluktuationerna i framtiden utgår från en ny högre nivå.

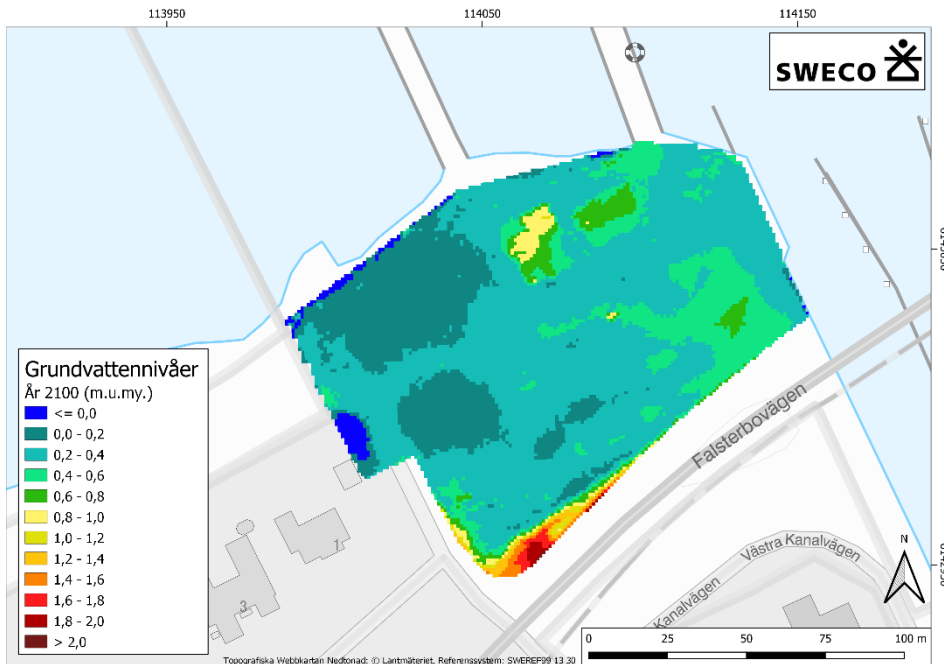
- Dränering-, dagvatten- och skyfallshantering
- Grundläggning och konstruktioner under mark

- Gestaltning/användning av markområden (i slutet av planeringshorisonten (år 2130) beräknas grundvattennivån ligga i höjd med markytan vilket kommer innebära konstant sank mark samt tillfälligt sank mark under tidsperioden som leder upp till planeringshorisonten).

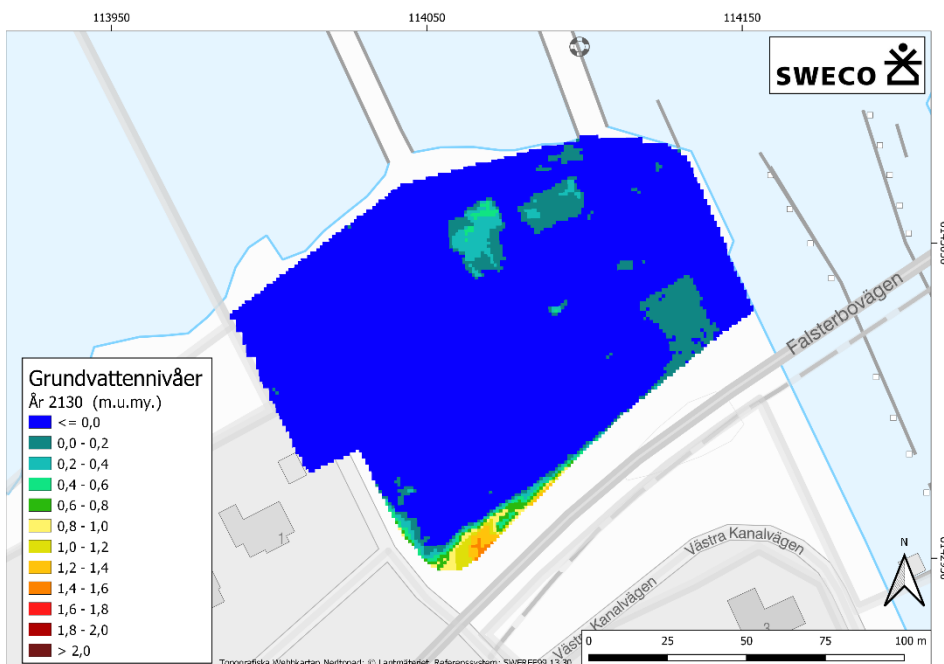
I Figur 6, 6 och 7 nedan visas vilket djup under marknivå som medelgrundvattentytan beräknas ligga år 2070, 2100 och 2130 utifrån klimatscenario SSP58,5 (83:e percentilen) och de antaganden som är gjorda i grundvattenberäkningarna. Figureerna kan användas för att dra slutsatser kring ovan nämnda konsekvenser.



Figur 6: Grundvattentytans läge i meter under markytan för 2070 utifrån klimatscenario SSP58,5.



Figur 7: Grundvattentypsens läge i meter under markytan för 2100 utifrån klimatscenario SSP58,5. Blå färg indikerar översvämmat område.



Figur 8: Grundvattentypsens läge i meter under markytan för 2130 utifrån klimatscenario SSP58,5. Blå färg indikerar översvämmat område.

5 Åtgärder för grundvattenhantering

Denna utredning visar att grundvattennivåerna inom detaljplaneområdet mot slutet av planeringshorisonten kommer att ligga i nivå med markytan. Detta är väntat med tanke på de låga marknivåer som förekommer i området.

Problematik kopplat till stigande grundvattennivåer är inte unikt för detaljplaneområdet, utan liknande problematik föreligger på flera håll på Falsterbonäset.

För att hantera stigande grundvattennivåer är det möjligt att jobba med åtgärder som:

- Avsänkning av grundvattennivån
- Permanent markhöjning inom området

Utifrån tidigare presenterade resultat avseende översvämning från tillfälliga högvatten i havet dras slutsatsen att permanenta markhöjningar sannolikt är den typ av åtgärd som ger bäst förutsättningar för översvämning- och grundvattenhantering. De resultat som presenteras i kapitel 4 kan användas som underlag vid planering av framtida höjdsättning.

6 Slutsatser

Planområdet bedöms inom planeringshorisonten påverkas av stigande grundvattennivåer avseende:

- Funktionen för dränerings-, dagvatten- och skyfallshantering
- Grundläggning och konstruktioner
- Tillfälligt eller konstant sank mark och/eller översvämning

Det kan vara möjligt att på sikt sänka av grundvattennivån inom detaljplaneområdet. Permanent markhöjning ses dock som det mest fördelaktiga åtgärdsförslaget när översvämningsspåren från hav också beaktas.

7 Referenser

Feistel, R., Weinreben, S., Wolf, H., Seitz, S., Spitzer, P., Adel, B., ... & Wright, D. G. (2010). Density and absolute salinity of the Baltic Sea 2006–2009. *Ocean Science*, 6(1), 3-24.

Geoexperten i Skåne (2015). *Räng 10:231, Höllviken 19:295 och 19:54 i Höllviken, Vellinge kommun. Översiktlig geoteknisk undersökning. Markteknisk undersökningsrapport (MUR). Geotekniska rekommendationer.* Rolf Svensson 2015-06-09.

Jiao, J., & Post, V. (2019). *Coastal hydrogeology.* Cambridge University Press.

Ringberg, B (1975) *Beskrivning till jordartskartan Trelleborg NV/Malmö SV.* Sveriges geologiska undersökning. Serie Ae 23.

SGU (u.å). *Kartvisaren Jordlagerföljder.* <https://www.sgu.se/produkter-och-tjanster/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/jordlagerfoljder/> [2024-01-30]

SMHI (u.å.a) *Modelldata per område.* <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> [2024-01-30]

SMHI (u.å.b) *Fördjupad klimatscenariotjänst* https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenarioer/hyd/skane_lan_kustomrade/avrinning/rcp85/2071-2100/year

Sweco (2021). *PM-Hydrogeologiska beräkningar. Översvämningsskydd Falsterbonäset.* Uppdragsnummer 30018637. Sweco Sverige AB. Philip Håkansson. 2021-12-06

Sweco (2023). *PM-Hydrogeologiska beräkningar. Västra stranden, Trelleborg.*
Uppdragsnummer 30013054. Sweco Sverige AB. Tobias Erlström. 2023-02-03