

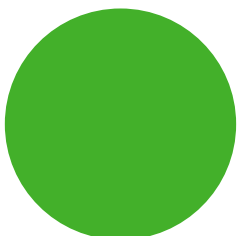
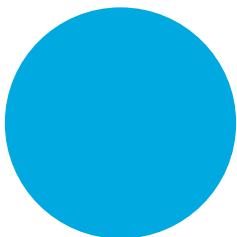
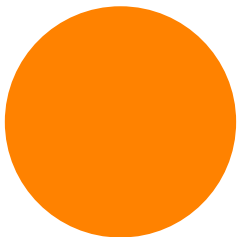
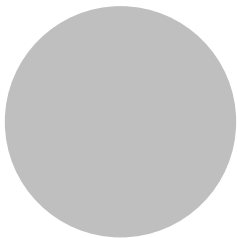
---

## PM: Hydrogeologi

---

### Nytorp gärde

---





Uppdragsnamn  
**PM: Hydrogeologi**  
**Nytorp gärde**

Uppdragsgivare  
**Exploateringskontoret**  
Annelie Härten  
Email: [annelie.harlen@stockholm.se](mailto:annelie.harlen@stockholm.se)  
Tel: 08-508 087 602

Uppdragsansvarig  
**Mona Mossadeghi Björklund, WSP**

Datum  
**2021-05-21**

Granskare  
**Sven Celandér, WSP**

---

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Underlag</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Bakgrund och syfte</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Hydrogeologiska förhållanden</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Fältnätningar</b> .....	<b>6</b>
5.1	Grundvattenrör .....	6
5.2	Grundvattennivåmätningar .....	7
5.2.1	Manuella grundvattennivåmätningar .....	7
5.2.2	Automatiska grundvattennivåmätningar (Diver).....	7
5.3	Markens genomsläpplighet .....	8
<b>6</b>	<b>Resultat fältnätningar</b> .....	<b>9</b>
6.1	Manuella grundvattennivåmätningar .....	9
6.2	Automatiska grundvattennivåmätningar (Diver-data) i samband med nederbörd .....	11
6.3	Grundvattennivåer i sektioner, min- & maxnivå.....	20
6.4	Jämförelse med SGU:s referensbrunn .....	21
6.5	Markens genomsläpplighet .....	22
<b>7</b>	<b>Grundvattenmodellering</b> .....	<b>23</b>
7.1	Konceptuell modell .....	23
7.2	Grundvattenkarta i FEFLOW.....	27
7.3	Flödesmodellen i FEFLOW .....	30
<b>8</b>	<b>Risker och rekommendationer</b> .....	<b>32</b>

## 1 Sammanfattning

Syftet med denna hydrogeologiska utredning är att undersöka grundvattensituationen i området för att avgöra grundläggningsförutsättningar inför byggnationen av planerat nytt bostadsområde. Detta dokument kommer inte användas som underlag för ansökan om vattenverksamhet utan är framtaget som en grund för fortsatt systemhandlingsprojektering.

Grundvattenmagasinet på Nytorps gårde är ett litet grundvattenmagasin som följer regimkurvorna i mellansveriges kustzon och regleras signifikant av klimat och nederbörd. Från mätningarna kan man se att grundvattennivåerna höjs från oktober till mitten av mars vilket är vanligt när grundvattenbildning under hösten påbörjas och fortgår tills i början av våren.

Av digitala mätningar från oktober 2019 till april 2020 framgår att grundvattennivån varierar kraftigt med nederbörd vilket är ett typiskt mönster för små grundvattenmagasin som innehåller lite vatten och reagerar snabbt på nederbörd. Högsta uppmätta grundvattennivån för området har noterats under mitten av december och den lägsta noterade nivån i slutet av september med en variation på mellan 0.7m–1.5m.

En 3D grundvattenmodell i FEFLOW har producerats för Nytorps gårde under detta projekt. Syftet med grundvattenmodellen var att:

- Ta fram en grundvattenkarta för området som underlag vid nivåsättning av planerad väg samt ny marknivå.
- Ta fram en flödesmodell för området för att identifiera områden med högre flöden inför schaktning.

Enligt grundvattenmodellen sker en variation av grundvattennivåerna i området med mellan +29.7 till +34.8 möh med högre nivåer i södra delen och lägre nivåer i östra delen.

Det förekommer en grundvattendelare i området vilken delar tillrinningsområdet i två delar, östra och västra. Grundvattendelaren medför att grundvattennivåerna varierar mellan öst och väst samt att det inte sker något vattenutbyte mellan de båda områdena. I området finns två deformationszoner. Deformationszonen i den norra delen ligger i nordöstlig riktning medan den södra zonen i sydöstlig riktning. Dessa kan troligen påverka genomsläppligheten och flödesriktningen i marken.

Resultat från flödesmodellen i Nytorp visar att det generella grundvattenflödets hastighet i området är mindre än 4e-7 m/s. I centrala delen kan flödes hastigheten uppnå 3e-6 m/s. Vanliga variationer enligt USGS (United States Geological Survey) är mellan 1.7e-6 till 1.7e-4 m/s. Således bedöms flödes hastigheten inom området vara mindre än normalt, sannolikt eftersom grundvattenmagasinet är litet och grundvattennivåer inom området inte varierar mycket.

Enligt den beskrivning av skyfallshantering från PM Programförslag, allmän platsmark (210301) så bedöms från grundvattenperspektiv inga risker föreligga med att förlägga den planerade marknivån 0.2m-0.3m ovanför den högsta respektive grundvattennivån.



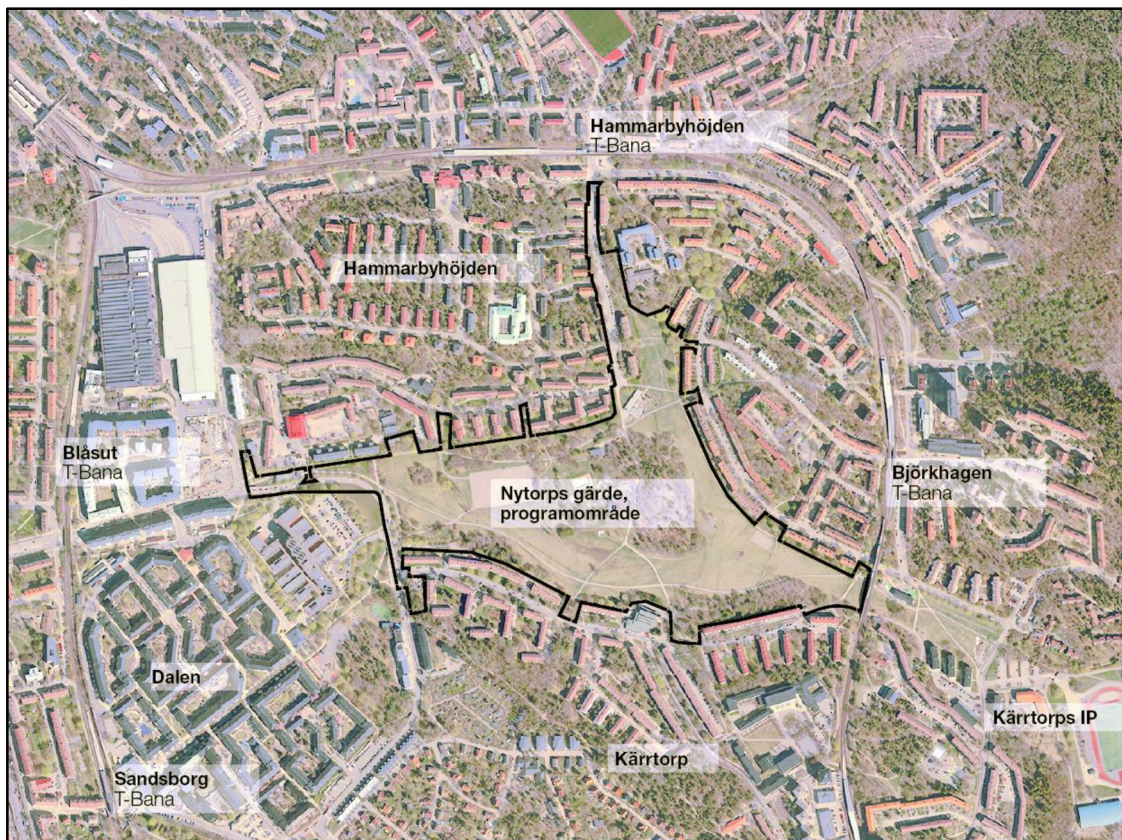
## 2 Underlag

Följande underlag har använts för framtagande av denna hydrogeologiska utredning:

- Nytorps gårde, PM Programförslag, allmän platsmark, Landskapslaget-Stockholm Stad (2021-03-01)
- Nytorps gårde, PM Geoteknik nr. 1, WSP, (2021-05-21)
- SMHI, meteorologiska observationer
- SGU, WMS tjänst
- Stockholms Stad: Geoarkivet

## 3 Bakgrund och syfte

Bjerking AB har på uppdrag av Stockholms stad utfört en hydrogeologisk undersökning vid Nytorps gårde (Figur 1). Syftet med utredningen är att undersöka grundvattensituationen i området för att avgöra grundläggningsförutsättningar inför byggnationen av planerat nytt bostadsområde.



Figur 1. Översiktlig bild över programområdet (svart linje) för Nytorps gårde.

Utredningsområdet består till stor del av öppna gräsklädda fält. Området innefattar en fotbollsplan samt rekreationsytor. Mitt på gårdet finns också Nytorpsbadet. I alla väderstreck kring gårdet finns bostadskvarter med flervåningshus och gator. I sydväst ligger Dalens sjukhus

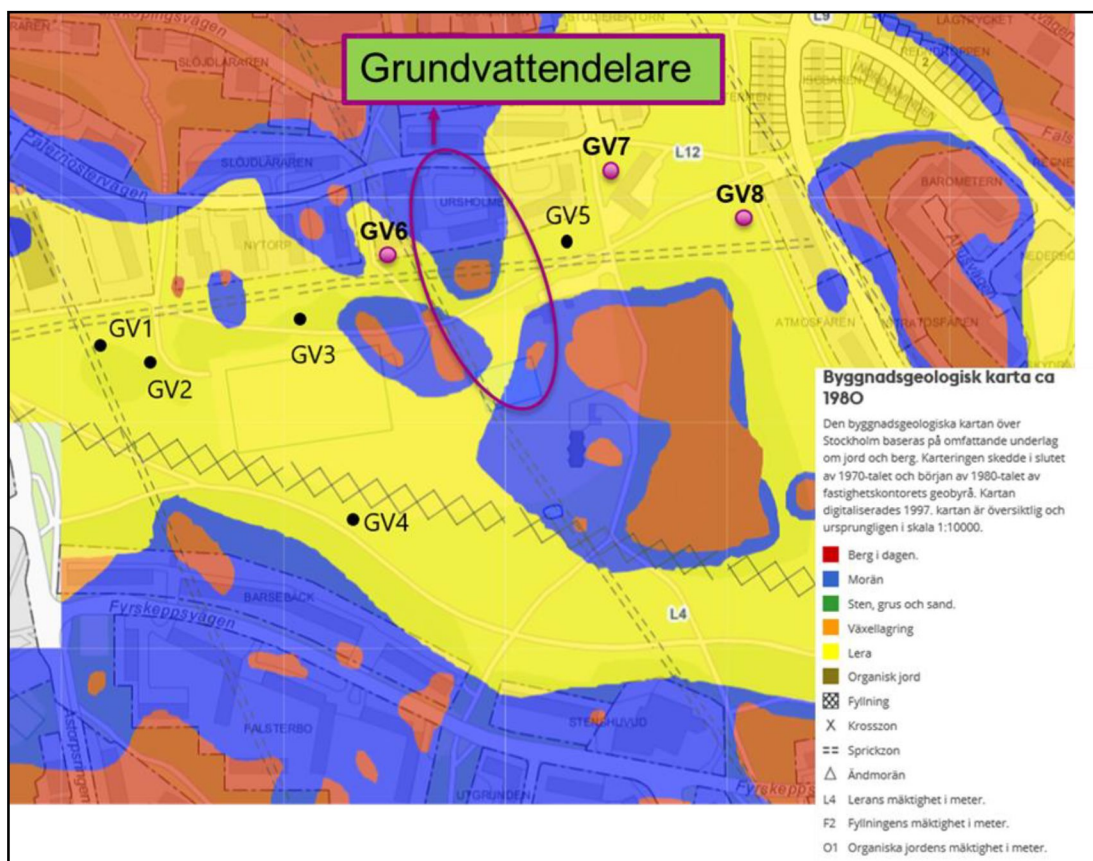
och västerut ligger Nytorpsskolan. Inom området planerar Stockholms stad byggnation av nya bostadskvarter samt förskola/skola, idrottshall, gång- och cykelväg, kommersiell verksamhet mm.

#### 4 Hydrogeologiska förhållanden

Nytorp gårde är omgärdat av huvudsakligen ”berg i dagen” med tunna jordlager, se Figur 2. Det förekommer en grundvattendelare i områdets centrala delar som sträcker sig i nord-sydlig riktning. Denna grundvattendelare skapar således två separata tillsiningsområden i väster respektive öster vilka saknar hydraulisk kontakt med varandra.

I västra delen av grundvattendelaren vid den befintliga förskolan finns det tjockare jordlager och bättre förutsättning för grundvattenbildning. I östra delen av grundvattendelaren kan pga. tunna jordlager mindre grundvattenbildning ske.

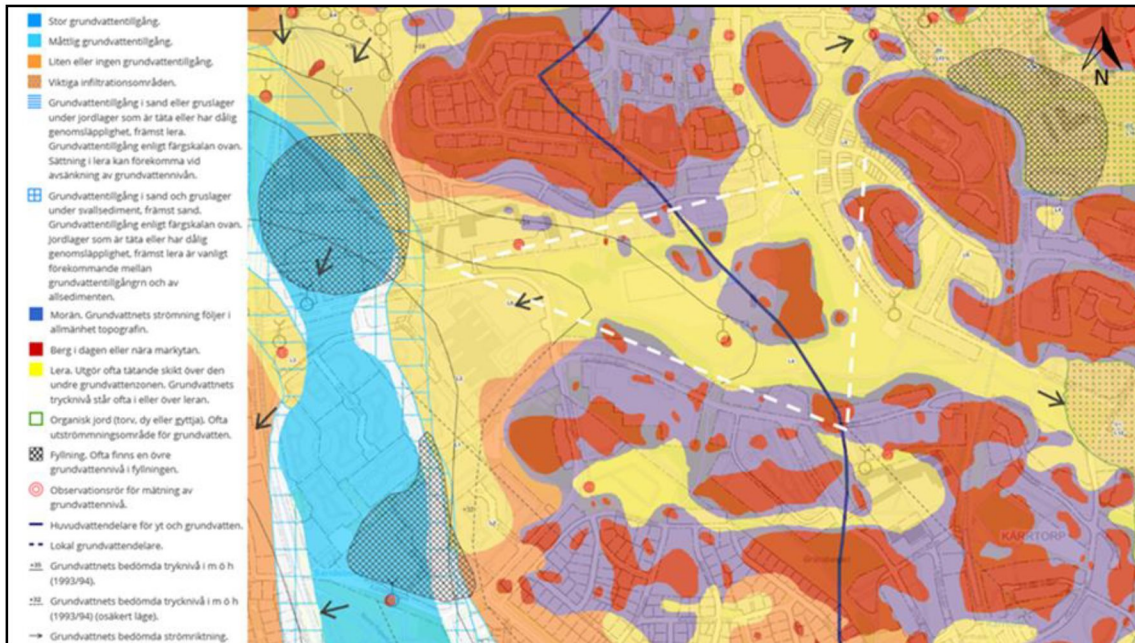
I området förekommer deformationszoner som kan påverka grundvattenflödet och flödesriktningen i friktionslagren ovanför berg.



Figur 2. Jordartskarta över programområdet (Geoarkivet).



Baserat på Stockholm stads grundvattenkarta bedömdes att inga större grundvattenmagasin förekommer inom utredningsområdet (se Figur 3). Grundvattnet inom området utgörs troligtvis av infiltrerat ytvatten som hålls kvar av berghällar.



Figur 3. Grundvattenkarta över programområdet (Geoarkivet).

## 5 Fältmätningar

### 5.1 Grundvattenrör

Inom området installerades 5 st. grundvattenrör (GV1, GV2, GV3, GV4 samt GV5) i sep 2019 av Bjerking och 3 st. grundvattenrör (GV6, GV7 och GV8) i januari 2020 av ELU. Uppgifter avseende grundvattenrören redovisas i Tabell 1 och dess placering redovisas i Figur 4 nedan.

Tabell 1. Uppgifter om installerade grundvattenrör.

ID	Marknivå (möh)	Spetsnivå (möh)	Djup (m)	Diver
GV1	+33.1	+27.1	6.0	+
GV2	+33.0	+27.6	5.4	+
GV3	+33.5	+30.2	3.3	+
GV4	+34.2	+27.1	7.1	+
GV5	+31.7	+26.2	5.5	+
GV6	+33.8	+31.2	2.6	-
GV7	+31.2	+21.2	10.0	+
GV8	+31.9	+28.8	3.1	+



Figur 4. Placering av grundvattenrör. De med blåa etiketter (GV1, GV2, GV3, GV4 samt GV5) installerades i sep 2019 och de tre med gula etiketter (GV6, GV7, GV8) installerades i jan 2020.

## 5.2 Grundvattennivåmätningar

### 5.2.1 Manuella grundvattennivåmätningar

De manuella mätningarna avseende de äldre grundvattenrören har genomförts under 12 måttillfällen från 2019-09-16 till 2020-04-15. För de nyare grundvattenrören (GV6, GV7 och GV8) har mätningarna genomförts vid 3 måttillfällen mellan 2020-01-27 och 2020-04-15. Samtliga manuella grundvattennivåmätningar genomfördes med ett och samma ljudlod, modell 101, P7.

### 5.2.2 Automatiska grundvattennivåmätningar (Diver)

För att möjliggöra kontinuerliga grundvattennivåmätningar installerades automatiska trycknivåmätare, så kallade TD Divers från VanEssen instruments. Dessa installerades i 7 grundvattenrör (se Tabell 2). En Baro-Diver vilken mäter lufttrycket installerades samtidigt för att kompensera de erhållna grundvattennivåerna från TD Divers för lufttrycket. Avläsningen av grundvattennivåer gjordes var 15 minut. Grundvattennivåvariationer från Diver-data har jämförts med nederbördsdata som hämtats från SMHI:s metrologiska observationsstation Tullinge A (Stationsnummer: 97100, Latitud: 59.1785, Longitud: 17.9093, Höjd över havet: 44.858 m). Stationen registrerar nederbördsmängd i millimeter var 15 minut.

Tabell 2. Datum för installation av Divers i samtliga grundvattenrör i Nytorp.

GV-Rör ID	Diver installerat
GV1	2019-10-15
GV2	2019-10-15
GV3	2020-01-27
GV4	2019-10-15
GV5	2019-10-15
GV6	-
GV7	2020-03-09
GV8	2020-01-27

### 5.3 Markens genomsläpplighet

För att bedöma markens genomsläpplighet/hydrauliska konduktivitet utfördes ett så kallat "Falling Head" test i grundvattenrör GV1, GV2, GV4 och GV5. Grundvattenröret fylldes med en viss mängd vatten beroende på rörtyper samt rådande grundvattennivå i röret. Grundvattenytans läge registrerades digitalt i Divers tills dess att nivån i röret återgått till dess ursprungliga värde. Den insamlade datan analyserades sedan i AQTESOLV för att på så sätt beräkna markens hydrauliska konduktivitet.



## 6 Resultat fältmätningar

### 6.1 Manuella grundvattennivåmätningar

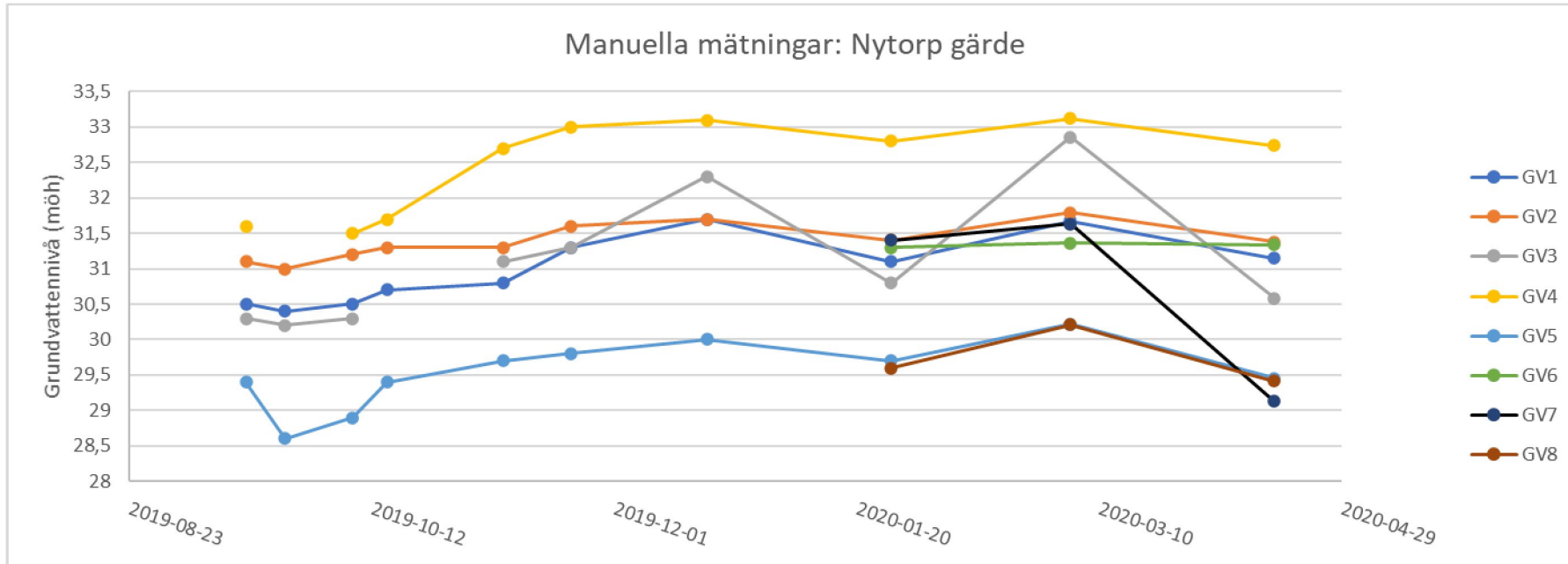
Manuella grundvattennivåmätningar utfördes mellan 2019-09-16 till 2020-04-15 och redovisas i Tabell 3 och Figur 5. Den högsta uppmätta grundvattennivån inom området noterades vid mättillfälle 2019-12-20 och 2020-03-04 (markerat med orange färg i Tabell 3).

*Tabell 3. Manuella grundvattennivåmätningar för äldre grundvattenrör (GV1, GV2, GV3, GV4 samt GV5) och nyare grundvattenrör (GV6, GV7 och GV8). De orange markerade är den högsta uppmätta grundvattennivån och de gröna markerade är den lägsta uppmätta grundvattennivån.*

Rör-ID	2019-09-16		2019-09-24		2019-10-08		2019-10-15		2019-11-08		2019-11-22		2019-12-20		2020-01-27		2020-03-04		2020-04-15		Marknivå
	Nivå (möh)	Djup (m)	Nivå (möh)	Djup (m)	Nivå (möh)	Djup (m)	Nivå (möh)	Djup (m)	Nivå (möh)	Djup (m)	Nivå (möh)	Djup (m)	Nivå (möh)	Djup (m)	Nivå (möh)	Djup (m)	Nivå (möh)	Djup (m)	Nivå (möh)	Djup (m)	
GV1	30.5	2.6	30.4	2.8	30.5	2.6	30.7	2.5	30.8	2.3	31.3	1.8	31.7	1.4	31.1	2	31.7	1.5	31.2	2.0	33.1
GV2	31.1	1.9	31	2	31.2	1.8	31.3	1.6	31.3	1.6	31.6	1.4	31.7	1.3	31.4	1.6	31.8	1.2	31.4	1.6	33
GV3	30.3	3.2	30.2	3.2	30.3	3.2	-	-	31.1	2.4	31.3	2.2	32.3	1.1	30.8	2.6	32.9	0.6	30.6	2.9	33.5
GV4	31.6	2.6	-	-	31.5	2.6	31.7	2.5	32.7	1.4	33	1.2	33.1	1	32.8	1.3	33.1	1.0	32.7	1.4	34.2
GV5	29.4	2.3	28.6	3.1	28.9	2.8	29.4	2.3	29.7	2	29.8	1.9	30	1.7	29.7	2	30.2	1.5	29.5	2.2	31.7
GV6															31.3	2.5	31.4	2.5	31.3	2.5	33.8
GV7															-	-	-	-	29.1	2.1	31.2
GV8															29.6	2.3	30.2	1.6	29.4	2.4	31.9

Grundvattenytans trycknivå i relation till markytan är mellan 0.6m och 2.5m vid högsta uppmätta tillfället.





Figur 5. Grundvattennivåvariation från manuella mätningar

I samband med de manuella mätningarna observerades att det fanns lera i grundvattenrör GV7 vilket kan indikera att filtret är igensatt av lera. Således utfördes en spolning av det nämnda grundvattenröret den 9 mars 2020. Uppmätta grundvattennivåer från detta rör innan 9 mars kan därför vara missvisande. För grundvattenrör GV3 och GV6 ligger spetsnivån alldeles på bergytan pga. tunna jordlager och var torra vid de flesta mättillfällena.

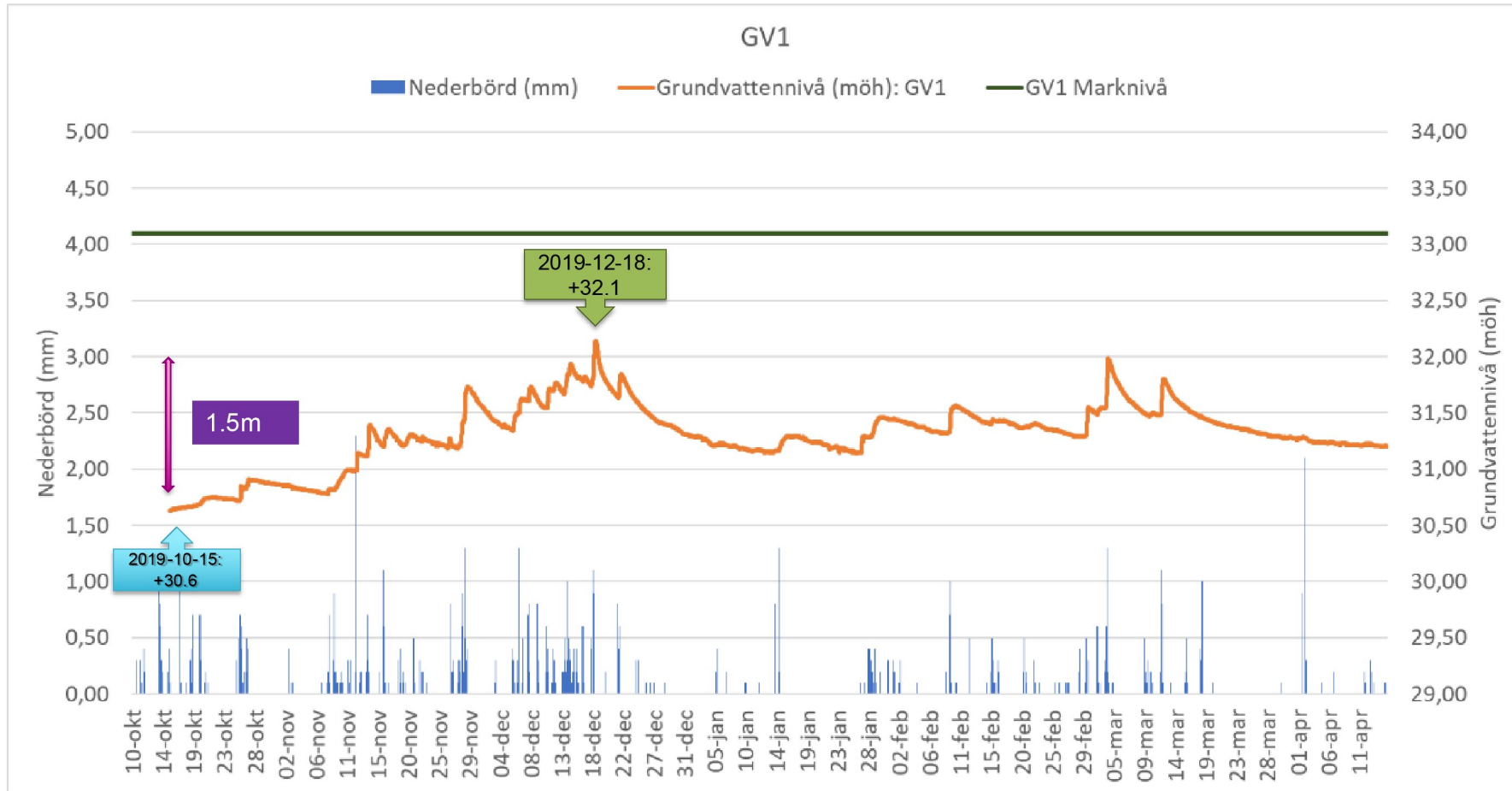
## 6.2 Automatiska grundvattennivåmätningar (Diver-data) i samband med nederbörd

Uppmätta grundvattennivåer från Diver-mätningarna för samtliga grundvattenrör visas i Figur 6 till Figur 12 tillsammans med nederbördsdata från SMHI. I graferna visas även marknivå för att illustrera hur nära markytan grundvattenytan är lokaliserad.

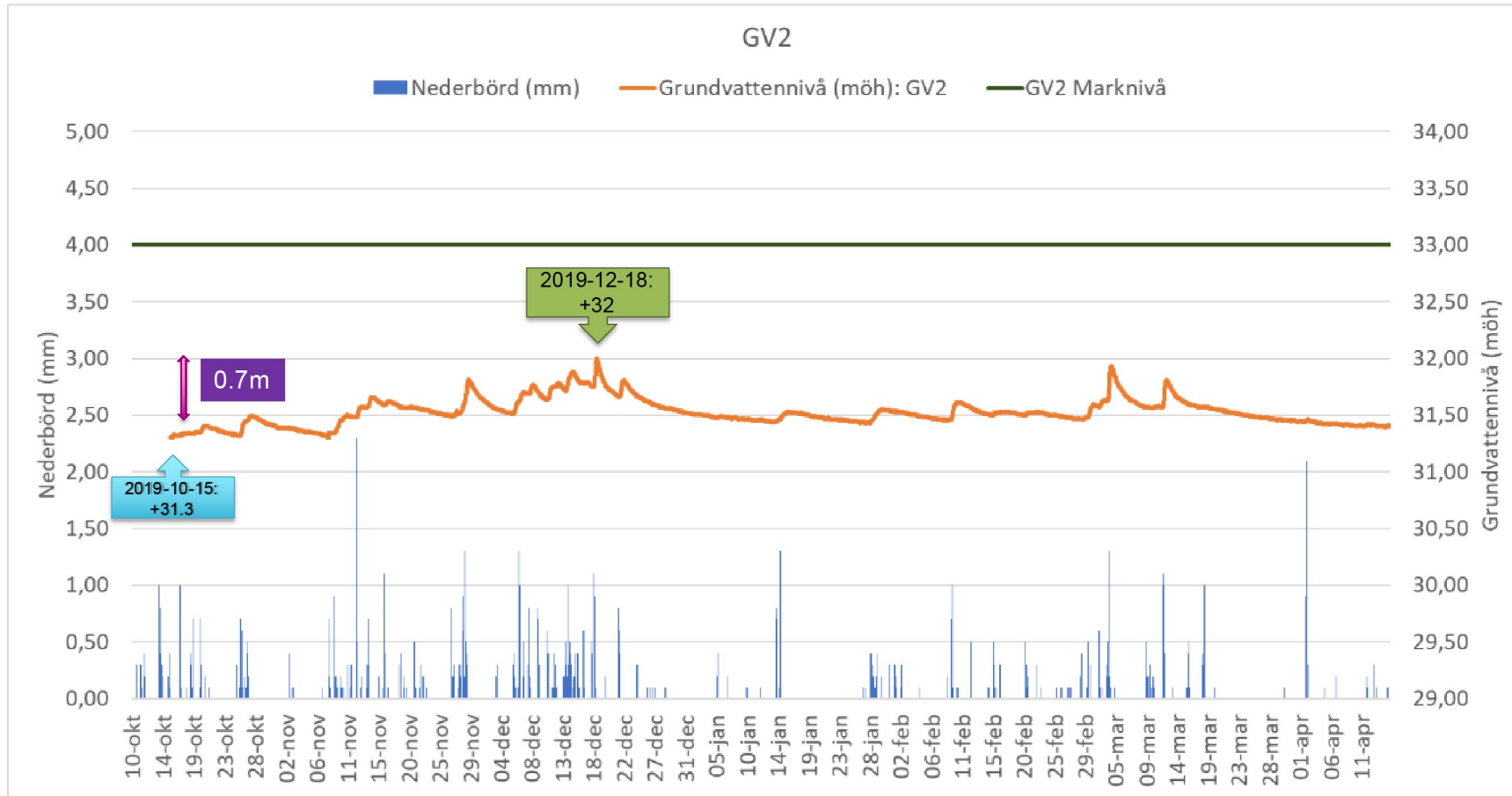
Från mätningarna kan urskiljas att grundvattennivåer ökar från slutet av oktober till mitten av mars vilket är vanligt när grundvattenbildningen under hösten påbörjas och fortgår till början av våren. Av figurerna framgår att grundvattennivån varierar kraftigt med nederbörd vilket är ett typiskt mönster för små grundvattenmagasin som innehåller lite vatten och reagerar snabbt på nederbörd.

Generellt är grundvattennivån högre i södra delen och lägre i östra delen. Högsta uppmätta grundvattennivån för hela området har noterats under mitten av december och den lägsta noterade nivån i slutet av september med en variation på mellan 0.7m–1.5m.

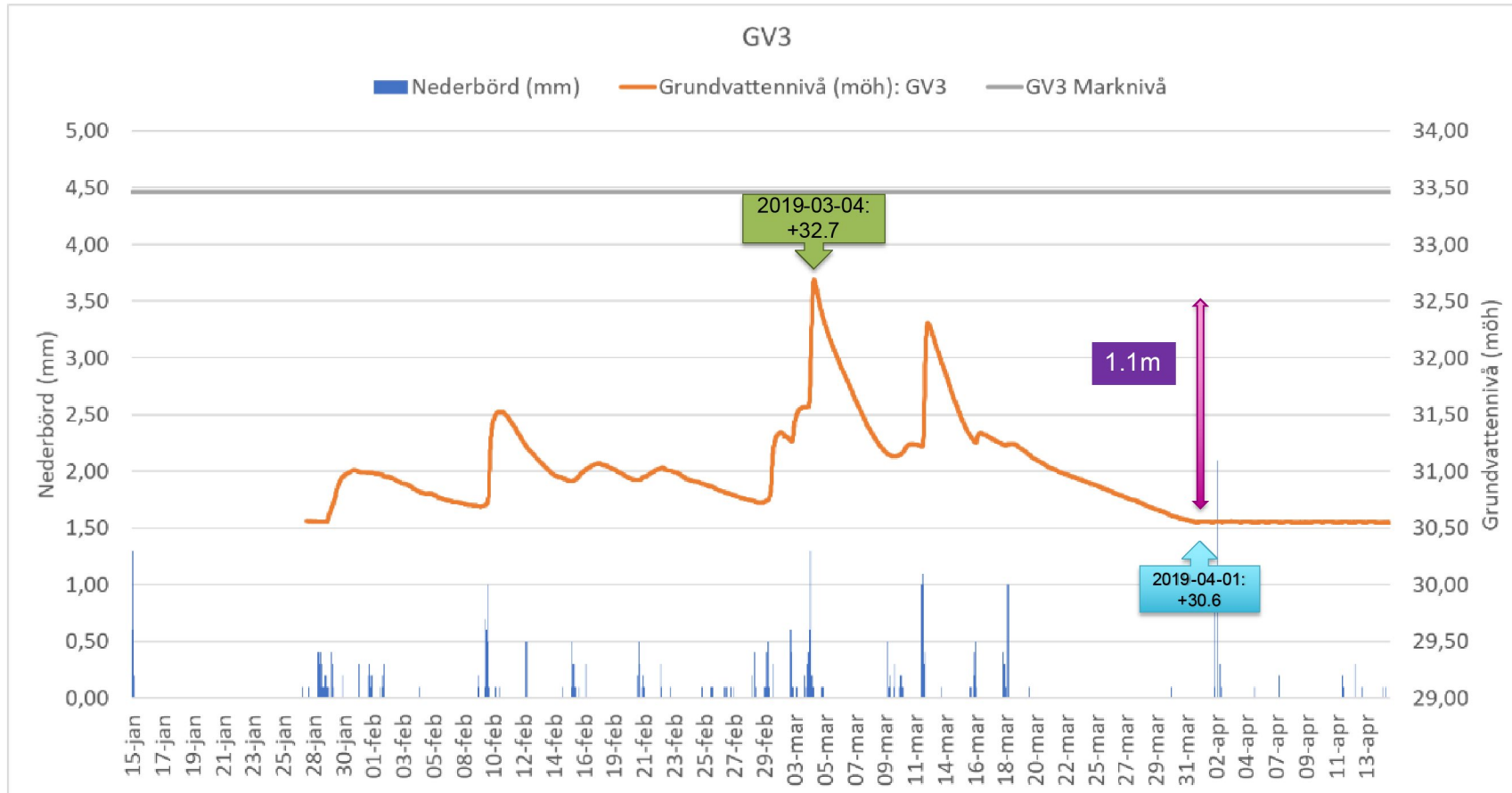
I Figur 13, illustreras uppmätta grundvattennivåer i samtliga rör med avsikt att ge en tydligare bild av samband och skillnader mellan olika grundvattenrör inom området. Från figuren framgår att grundvattennivåvariationen inom området följer samma mönster för alla grundvattenrör trots den rumsliga spridningen.



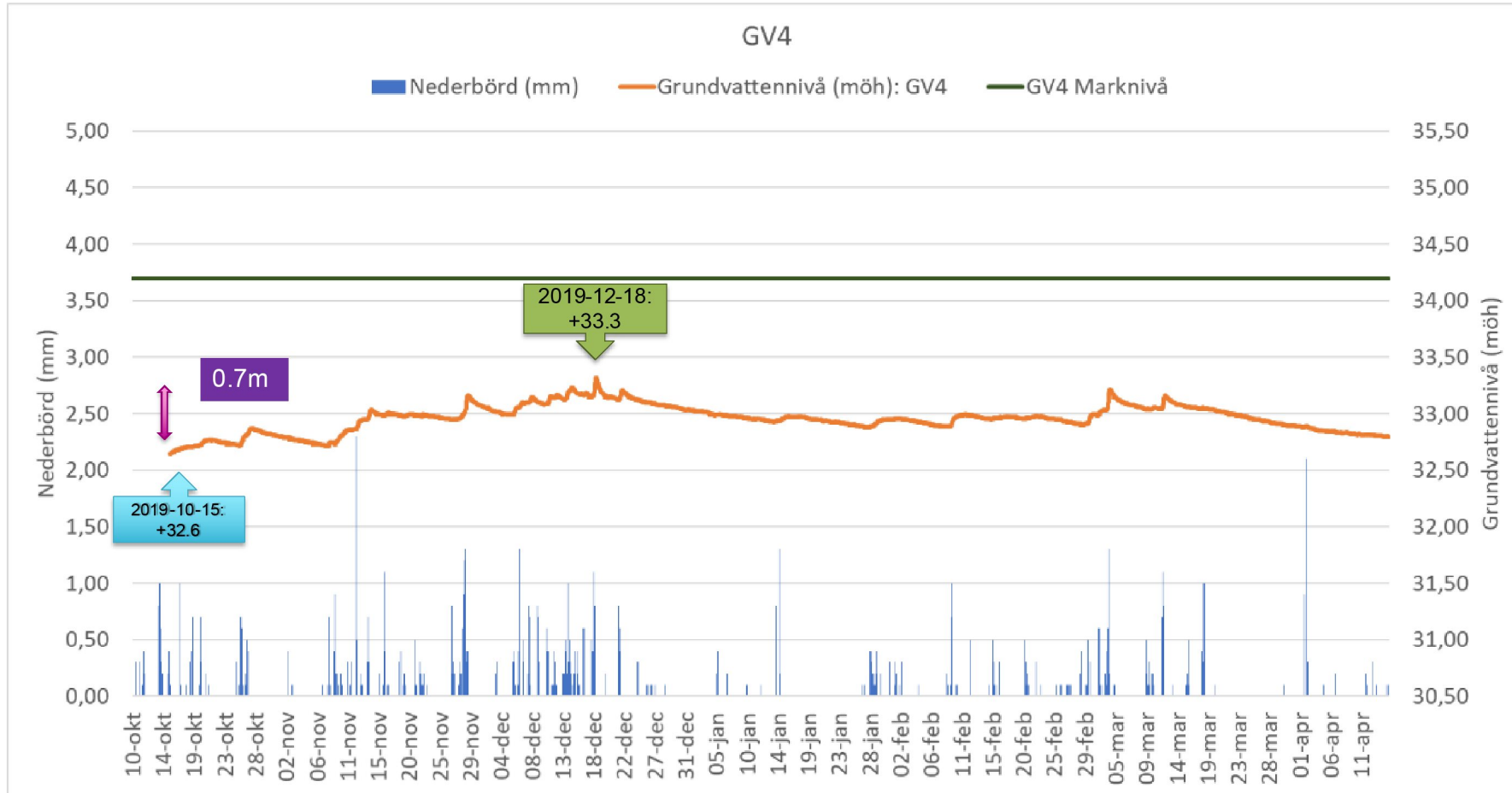
Figur 6. Grundvattennivåvariationer från Diver-data för grundvattenrör GV1 i relation till nederbörd och marknivå.



Figur 7. Grundvattennivåvariationer från Diver-data för grundvattenrör GV2 i relation till nederbörd och marknivå.

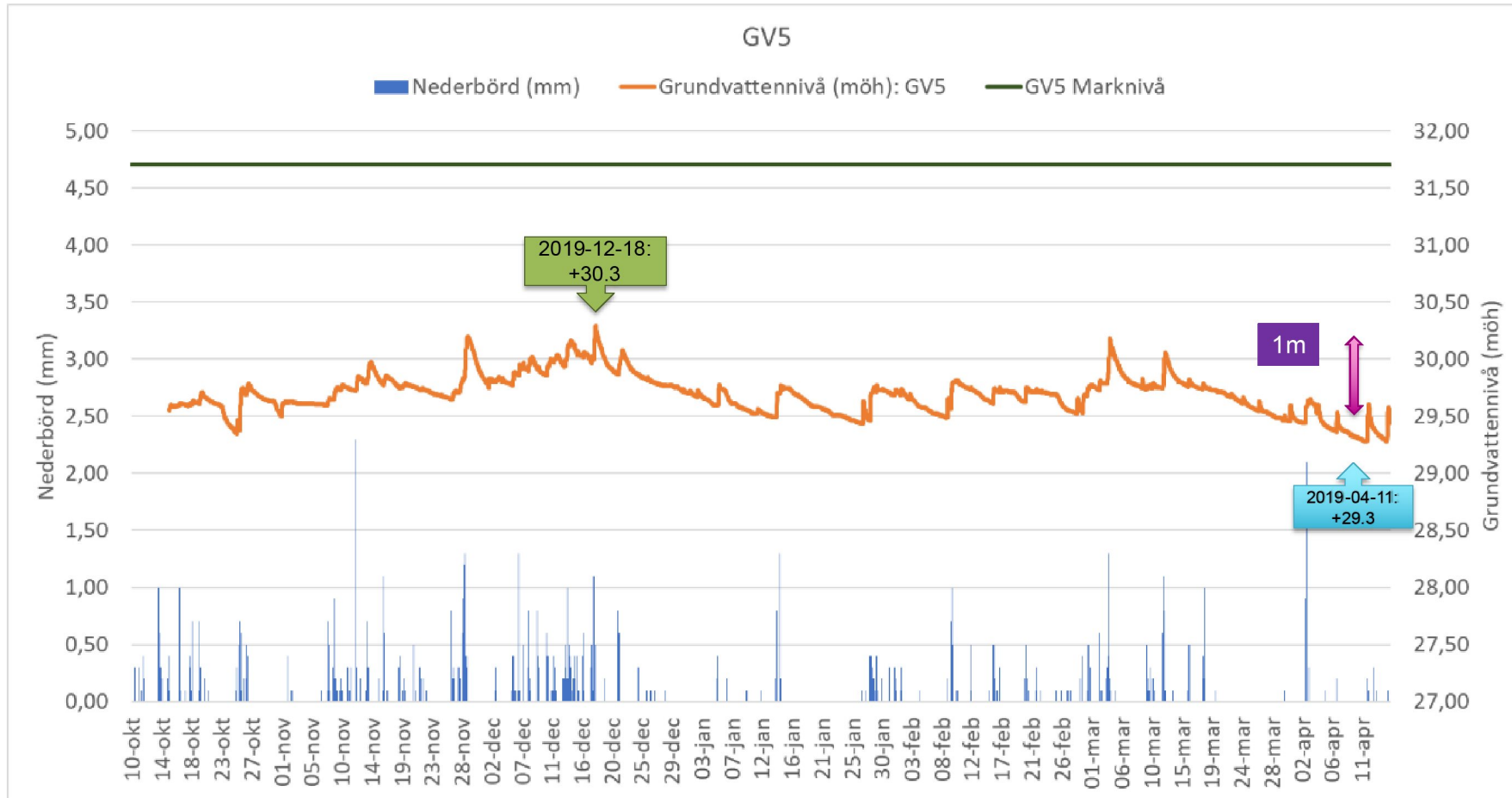


Figur 8. Grundvattennivåvariationer från Diver-data för grundvattenrör GV3 i relation till nederbörd och marknivå.

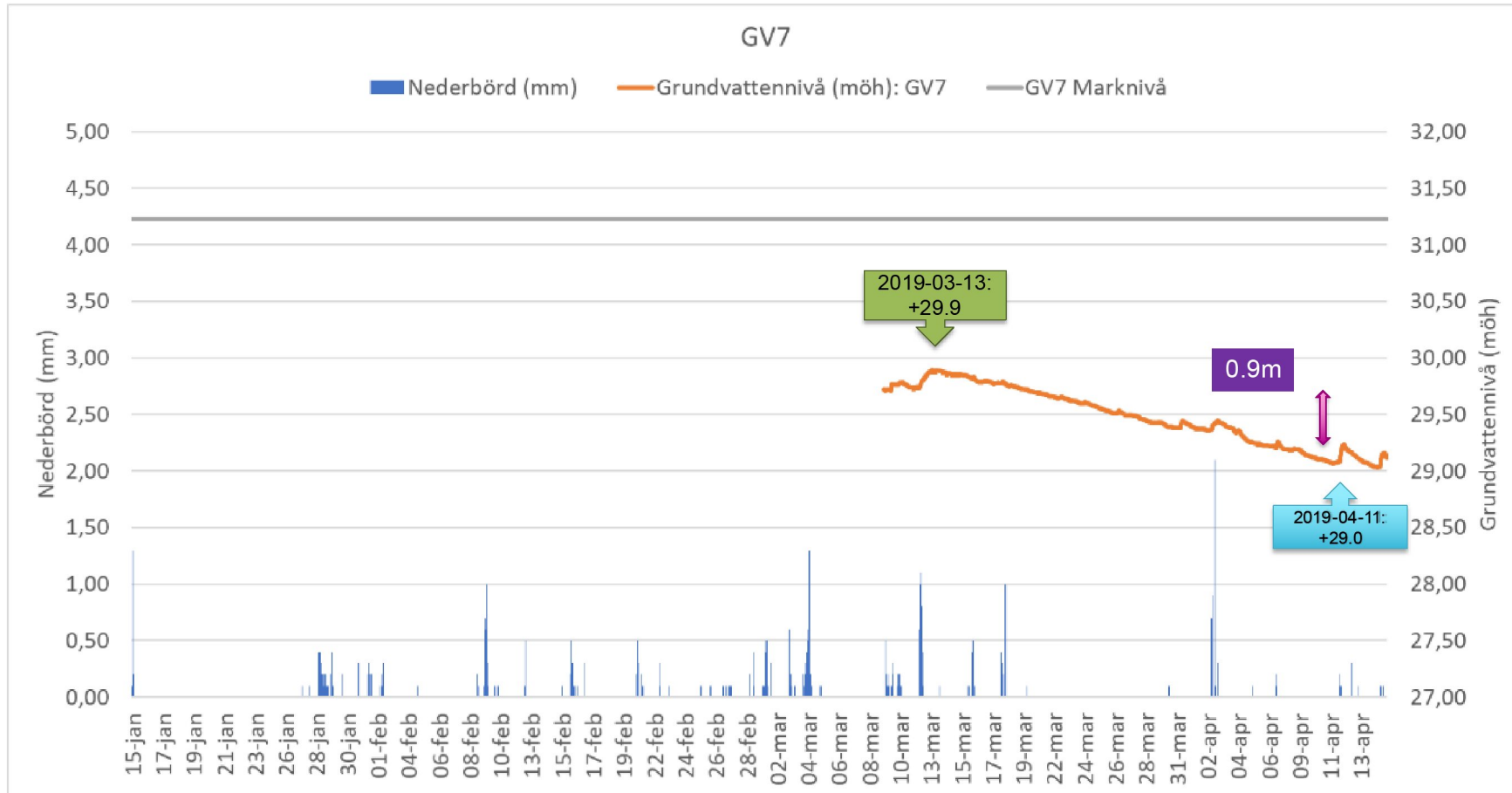


Figur 9. Grundvattennivåvariationer från Diver-data för grundvattenrör GV4 i relation till nederbörd och marknivå.

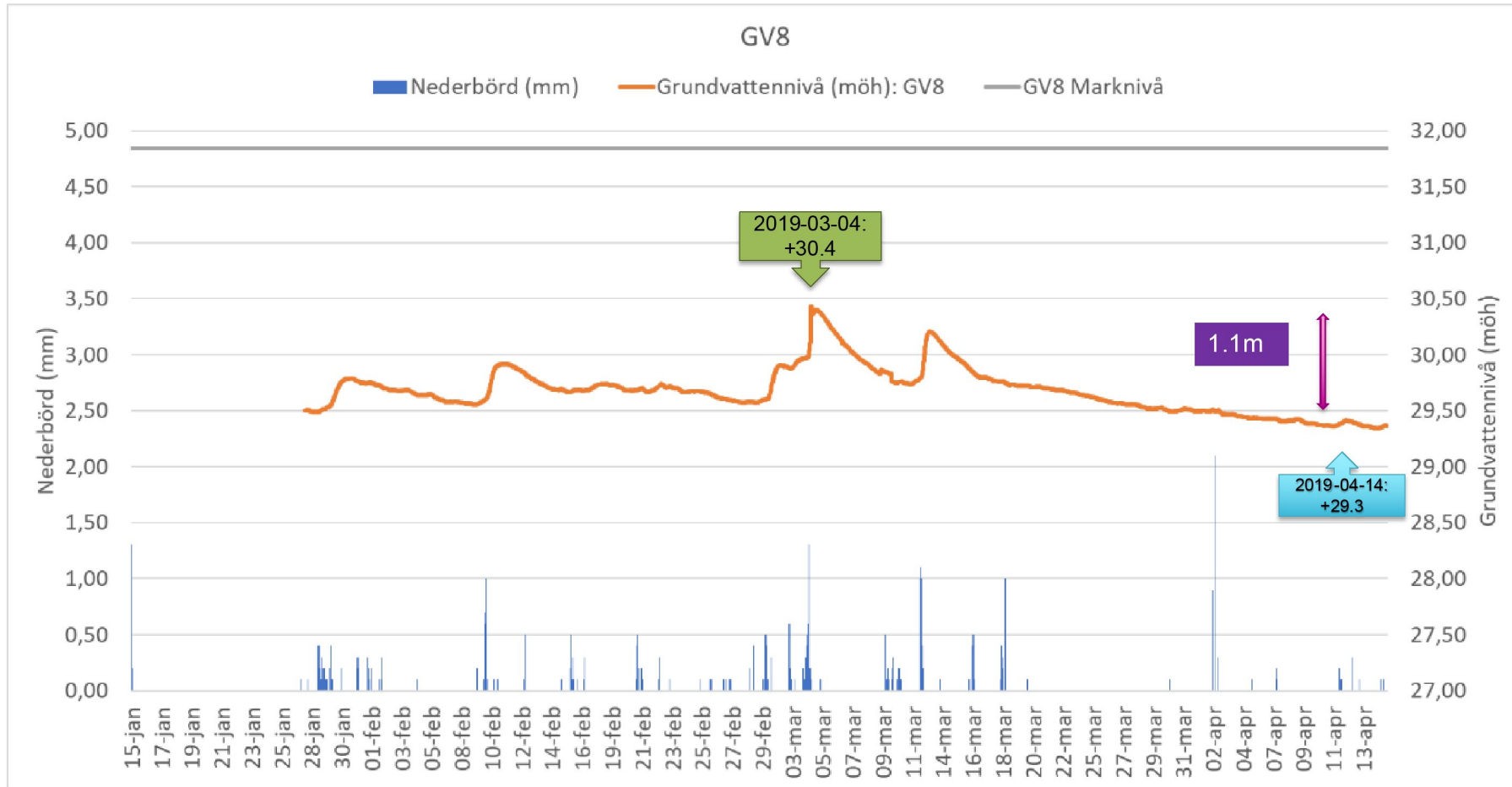




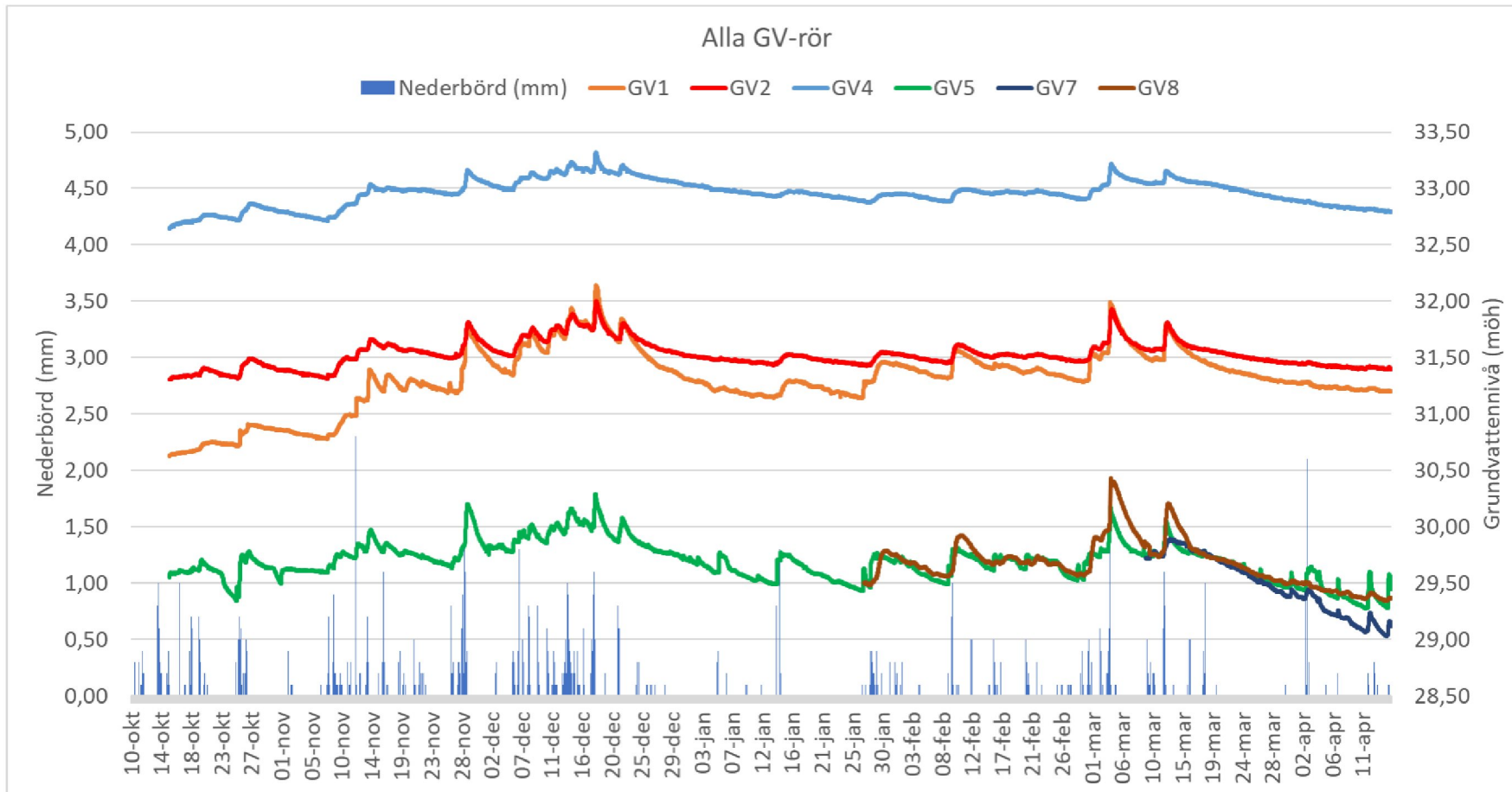
Figur 10. Grundvattennivåvariationer från Diver-data för grundvattenrör GV5 i relation till nederbörd och marknivå.



Figur 11. Grundvattennivåvariationer från Diver-data för grundvattenrör GV7 i relation till nederbörd och marknivå.



Figur 12. Grundvattennivåvariationer från Diver-data för grundvattenrör GV8 i relation till nederbörd och marknivån



Figur 13. Grundvattennivåvariationer från Diver-data för alla grundvattenrör i relation till nederbörd.

### 6.3 Grundvattennivåer i sektioner, min- & maxnivå

Baserat på planritning (Figur 14) och grundvattennivåmätningar från Diver-data har min- och maxnivåer i sektioner tagits fram och redovisas i Tabell 4.



Figur 14. Placering av grundvattenrör i relation till programområdet för Nytorps gårde.

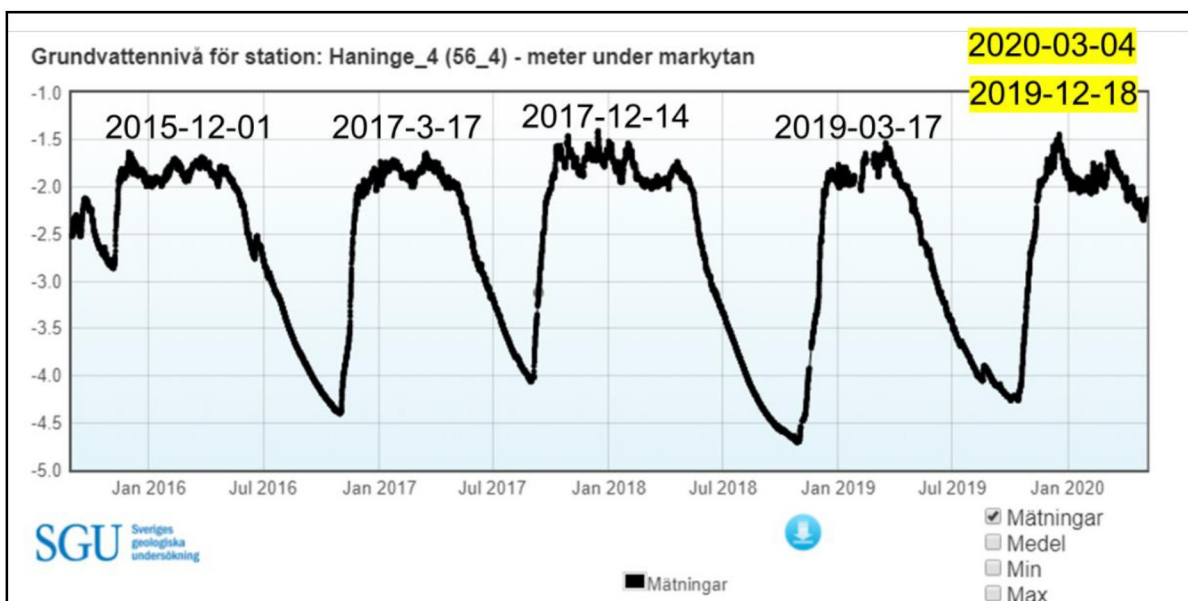
Tabell 4. Grundvattennivåer i sektioner, min- & maxnivåer.

Rör-ID	Marknivå	Max-nivå	Min-nivå	Sektion
GV1	33.1	32.1	30.6	B / F
GV2	33	32.0	31.3	B / F
GV3	33.5	32.7	30.6	C
GV4	34.2	33.3	32.6	H
GV5	31.7	30.3	29.3	D / E
GV6	33.8	31.4		D
GV7	31.2	29.9	29.0	E
GV8	31.9	30.4	29.3	E



#### 6.4 Jämförelse med SGU:s referensbrunn

I syfte att jämföra mätdata erhållen i föreliggande uppdrag användes referensbrunn Haninge-4 med ungefär 52 års mätdata. Referensbrunnen är belägen i en liten och sluten jordakvifertyp med tydliga regimkurvor. Små grundvattenmagasin kan karaktäriseras med hjälp av områdestypiska regimkurvor som visar när under året det normalt sett bildas grundvatten och när det sker en avsänkning av grundvattennivåerna. Höjning brukar ske i slutet av december/början av mars och minskning under slutet av oktober (se Figur 17). Denna brunn valdes eftersom det bedöms att de har samma typ av magasin. Högsta uppmätta nivåer (under samma mätperiod som detta projekt) för nämnd brunn registrerades 2019-12-18 och 2020-03-04 och sammanfaller väl med datumen avseende våra (Bjerking) högsta uppmätta värden.



Figur 15. Grundvattenfluktuation i SGU:s referensbrunn Haninge-4.

Efter en statistisk beräkning på våra (Bjerking) uppmätta grundvattennivåer och grundvattennivåer från referensbrunnen Haninge-4 så har de högsta beräknade grundvattennivåerna för varje grundvattenrör tagits fram (se Tabell 5). Resultatet visade att skillnaden mellan de uppmätta nivåerna och de statistiskt beräknade nivåerna är liten, vilket säkerställer de högsta uppmätta grundvattennivåerna i området.

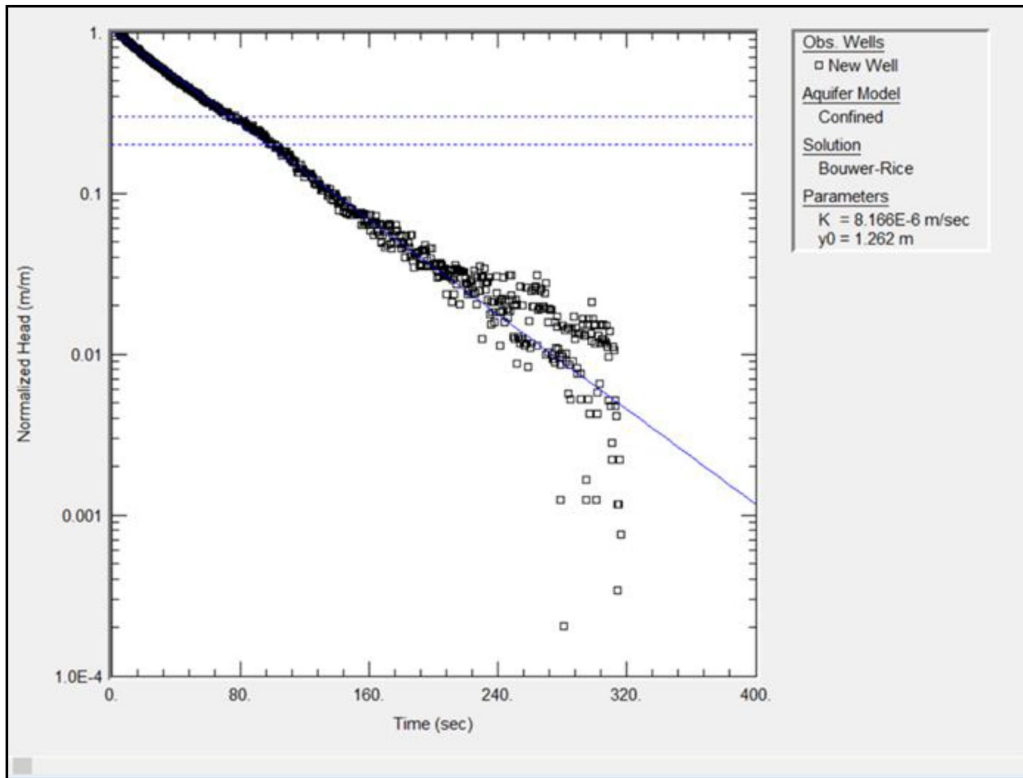
Tabell 5. Högsta beräknade samt uppmätta grundvattennivå för grundvattenrör. Skillnaden mellan den högsta beräknade nivån och den högsta uppmätta nivån för GV7 beror på den kortare mätperioden vilket betyder att det beräknade värdet ger en mer korrekt bild av verklig högsta grundvattennivå.

Nivåer (möh)	GV1	GV2	GV4	GV5	GV7	GV8
<b>Marknivå</b>	<b>33.1</b>	<b>33.0</b>	<b>34.2</b>	<b>31.7</b>	<b>31.2</b>	<b>31.9</b>
Högsta beräknade grundvattennivå (Statistisk beräkning)	32.3	32.1	33.3	30.3	30.5	30.4
Högsta uppmätta grundvattennivå (Bjerking)	32.1	32.0	33.3	30.3	29.9	30.4



### 6.5 Markens genomsläpplighet

Resultatet från "Falling-head" testet vilket utvärderades i AQTESOLV (se exempel i Figur 16) visade att genomsläppligheten i marken varierar mellan  $8.9 \times 10^{-7}$  m/s till  $2.1 \times 10^{-5}$  m/s inom området (se Tabell 6). Dessa värden representerar hur snabbt vattnet flödar genom marken [m/s], vid respektive rörs filterspets och användes sen som indata i grundvattenmodellen FEFLOW.



Figur 16. Exempel av utvärdering av hydrauliska konduktivitet i AQTESOLV för grundvattenrör GV4.

Tabell 6. Resultat av genomsläpplighet i marken från in-situ "Falling-Head" test.

GV-RÖR	K (m/s)
GV1	$2.1 \times 10^{-5}$
GV2	$8.9 \times 10^{-7}$
GV4	$8.2 \times 10^{-6}$
GV5	$1.7 \times 10^{-5}$

## 7 Grundvattenmodellering

### 7.1 Konceptuell modell

Den numeriska grundvattenmodellen, FEFLOW, Version 7.3, har inom uppdraget använts med syftet att ta fram:

- Grundvattenkarta
- Grundvattnets flödesvägar

Syftet med grundvattenmodelleringen var att ta fram material till en CAD-fil med grundvattennivåer i form av ISO-linjer för att underlätta för landskapsarkitekterna att nivåsätta mark och väg. Den skapades även med syfte att ge en förståelse av flödes hastigheten i friktion jordlagret inför planerad schaktning.

För att bygga grundvattenmodellen skapades en konceptuell (beskrivande) hydrologisk och hydrogeologisk modell över området. Den konceptuella modellen användes därefter som underlag vid skapande av den numeriska grundvattenmodellen i FEFLOW.

För att skapa en konceptuell hydrologisk och hydrogeologisk modell krävs en god förståelse av:

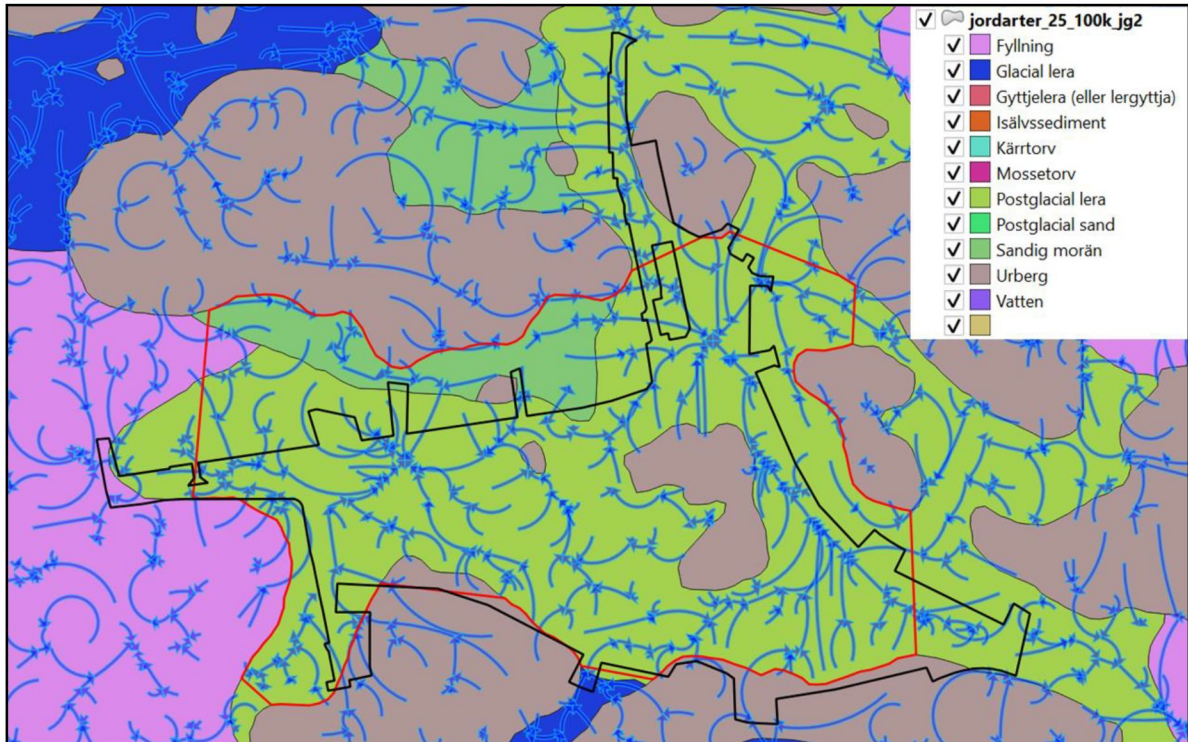
- Geologiska förhållanden: Markmodell
- Topografi i område (höjddata)
- Områdets vattenbalans, dvs. nederbörd, grundvattenbildning, flöde i ytvattendrag
- Grundvattennivåer

En sammanställning av insamlade data gav underlag för skapande av en hydrogeologisk konceptuell modell. Baserat på den konceptuella hydrogeologiska modellen byggdes därefter en numerisk flödesmodell upp i FEFLOW. Modellen lagerindelades på lämpligt sätt utifrån de geologiska förutsättningarna. Grundvattenmodellen avgränsas geografiskt utifrån de hydrauliska förutsättningarna.

Följande steg ingick i upprättande av grundvattenmodellen:

- Avgränsning av modellen i plan och profil baserat på jordartskarta och ytvattnets flödesvägar
- Konstruera en markmodell baserat på höjddata och geologisk lagerstratigrafi samt ingående lagers mäktigheter och hydrauliska gränser
- Ansättande av s.k. randvillkor, akviferens egenskaper, mm.
- Kalibrering av flödesmodellen mot kända grundvattennivåer genom successiv anpassning och justering av hydrauliska konduktiviteter och grundvattenbildning
- Upprättande av slutlig flödesmodell som passar rådande förutsättningar

I Figur 17 redovisas jordarter och ytvattnets flödesvägar inom området vilket tillsammans användes för att avgränsa grundvattenmodellen och definiera randvillkor inom området. Så val av modellområdet är baserat på randvillkor och observationspunkter för grundvattennivåmätning.



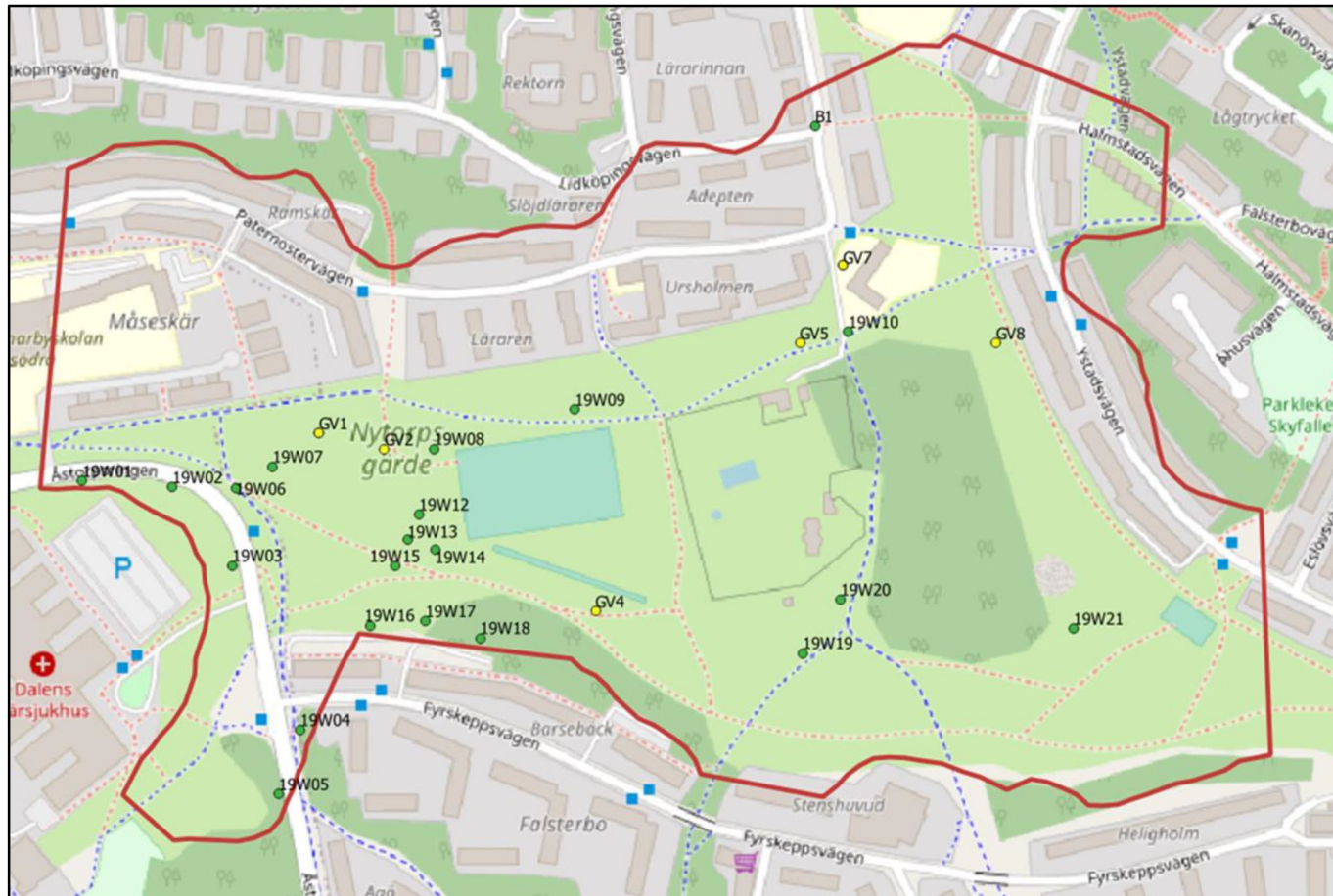
Figur 17. Jordarter och ytvattenflödesvägar inom programområdet (svart linje) och modellområdet (röd linje).

För att skapa en konceptuell markmodell i 3D-format har höjddata, jordlagerföljder och dess mäktigheter från sonderingspunkter (gröna punkter i Figur 18) använts. Baserat på informationen skapades följande parametrar i markmodellen:

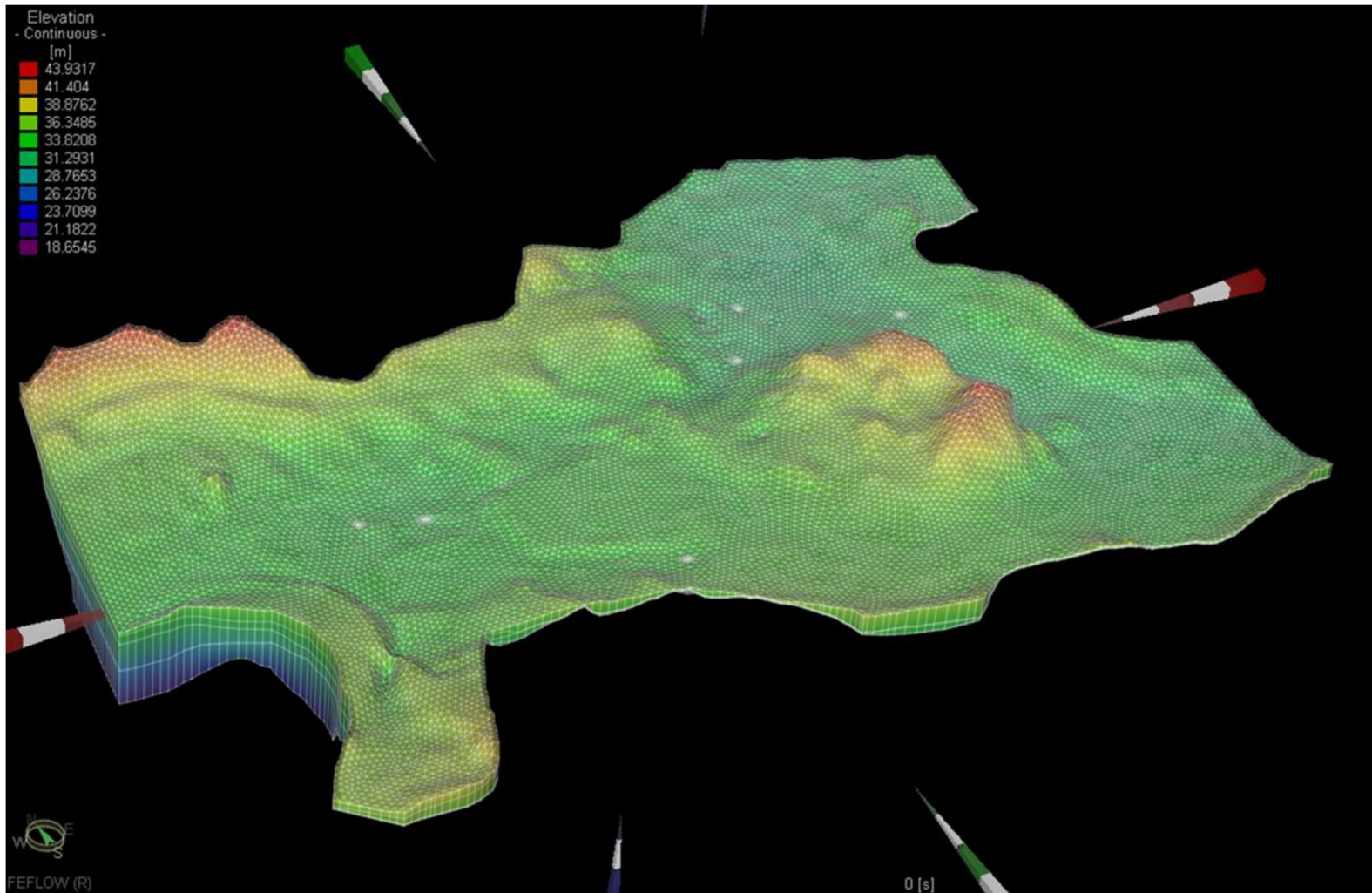
- Markyta, d.v.s. höjddata
- Lager 1: Fyllning/Torv
- Lager 2: Torvskorpa
- Lager 3: Lera
- Lager 4: Friktionsjord
- Bergnivå

Resultat från markmodellen redovisas i Figur 19.





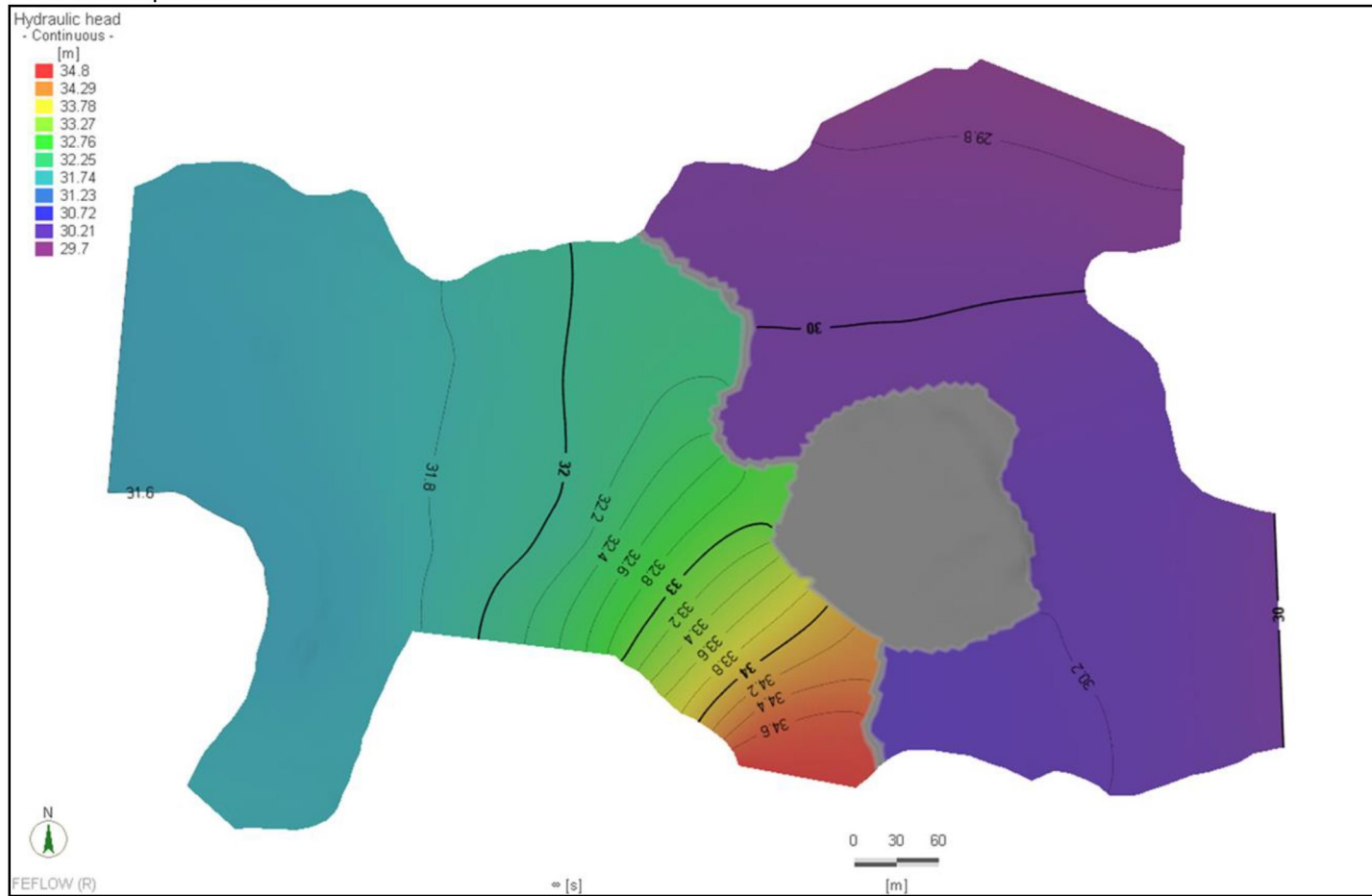
Figur 18. Placering på sonderingspunkter (gröna punkter) samt grundvattenrör (gula punkter) inom modellområdet (röd linje).



Figur 19. Markmodell i plan och profil (3D)

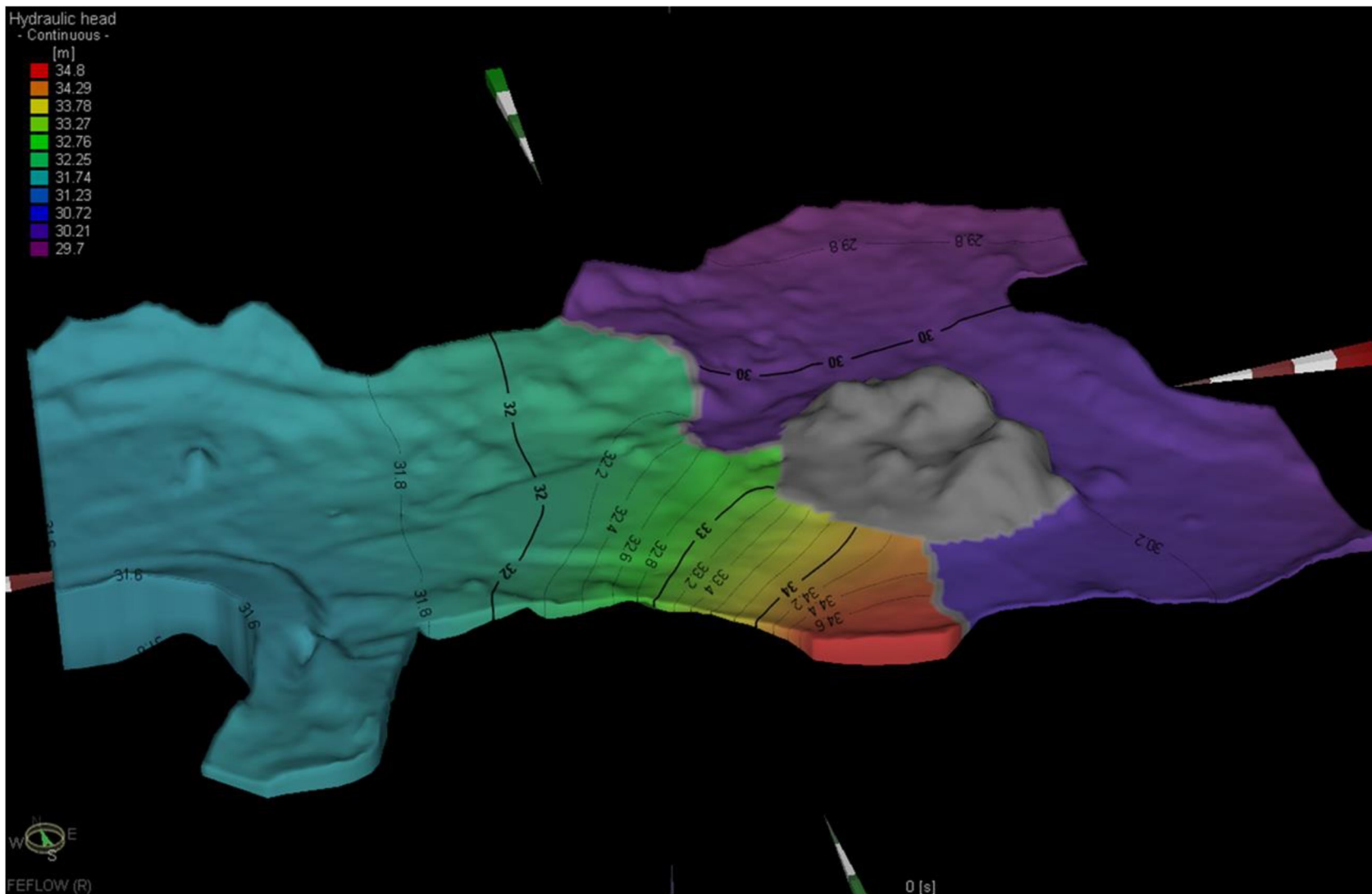
## 7.2 Grundvattenkarta i FEFLOW

Enligt grundvattenmodellen sker en variation i grundvattennivån i området mellan 29.7 till 34.8 möh (Figur 20 och Figur 21) med högre nivåer i de centrala delarna och lägre nivåer i norra delen. Grundvattennivåerna är något osäkra i den sydöstra delen då det inte finns några observationspunkter där.



Figur 20. Tvådimensionell bild av simulerade grundvattennivåer inom modellområdet framtaget i FEFLOW.



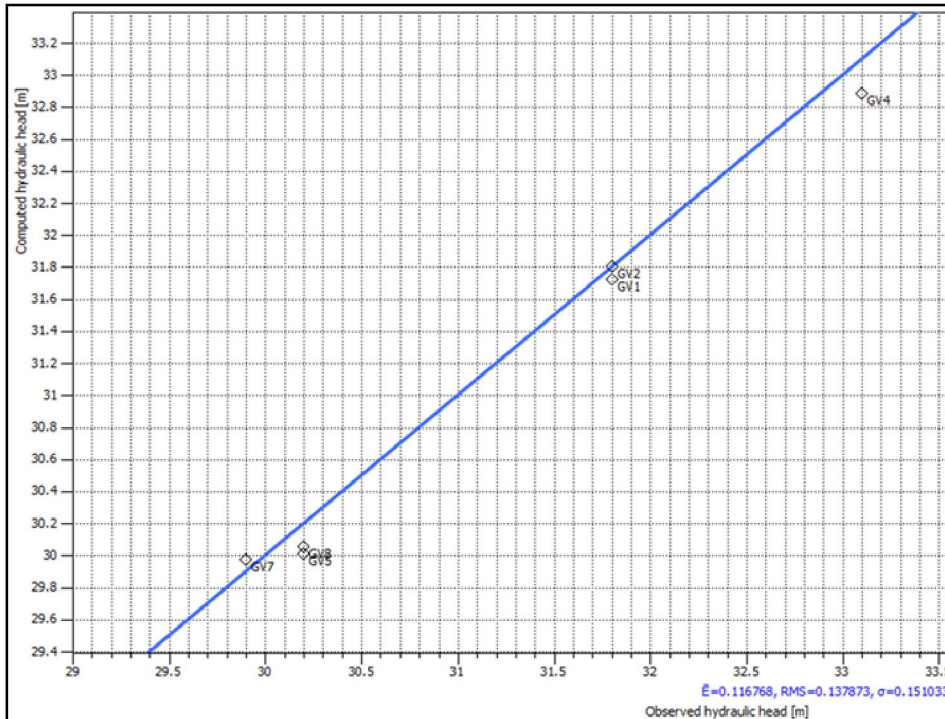


Figur 21. 3D bild av simulerade grundvattennivåer inom modellområdet framtaget i FEFLOW.



Figur 22. Jämförelse av grundvattennivåer över modellområdet med planerade sektioner.

En kalibrering av simulerade grundvattennivåer mot uppmätta nivåer har utförts (Figur 23).



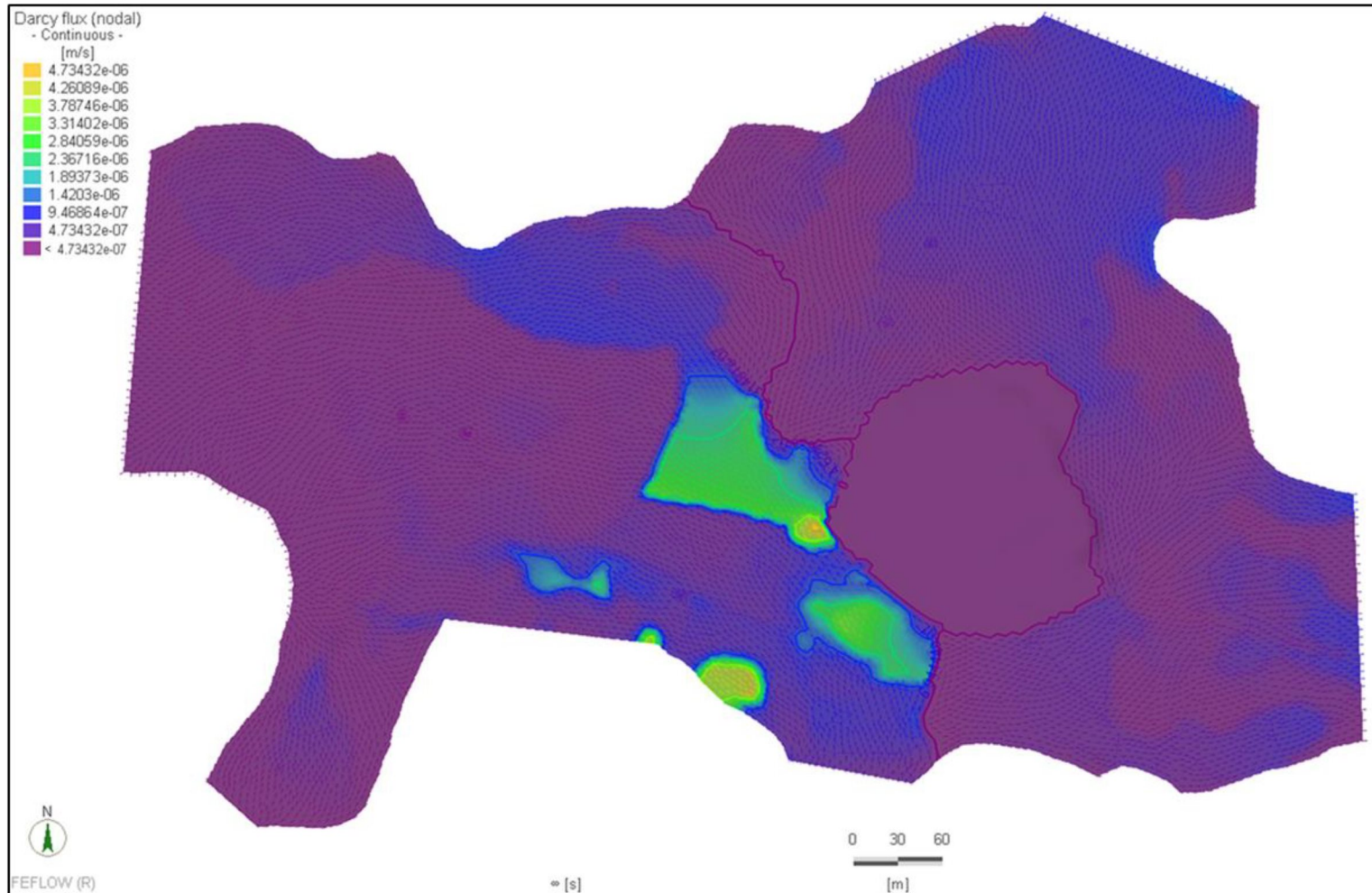
Figur 23. Kalibrering av simulerade grundvattennivåer mot uppmätta nivåer.

### 7.3 Flödesmodellen i FEFLOW

Vanligaste användningsområdet av grundvattenmodeller är flödesmodeller (till exempel för bedömning av inläckage i schakter, effekter av grundvattensänkning, etc.). Flödesmodellen kan användas för prognostisering av framtida förändrade förhållanden alternativt för rent hypotetiska fall. En flödesmodell kan även utnyttjas så att olika moduler ”kopplas på” för att beräkna transport av föroreningar.

Resultat från flödesmodellen i Nytorp visar att det generella grundvattenflödets hastighet i området är mindre än 4e-7 m/s. I centrala delen kan flödes hastigheten uppnå 3e-6 m/s (se Figur 24). Vanliga variationer enligt USGS (United States Geological Survey) är mellan 1.7e-6 till 1.7e-4 m/s. Flödes hastigheten inom området bedöms således vara mindre än normalt, sannolikt eftersom grundvattenmagasinet är litet och grundvattennivåer inom området inte varierar mycket.





Figur 24. Resultat från flödesmodellen framtagen i FEFLOW. I områdets centrala delar återfinnes inget flöde pga. "berg i dagen". Detta område tillhör grundvattendelaren.



För att relatera flödesmodellen med planerad planritning skapades Figur 25 som visar flödes hastighet i friktionsjord (lager 3).



Figur 25. Flödesmodellen i relation till planerade sektioner..

## 8 Risker och rekommendationer

Denna riskbedömning är baserad på markplaneringen i kapitlet "Skyfallshantering" i PM Programförslag, allmän platsmark (210301).

Nytorps gårde utgör en lågpunkt för omgivande områden samt har låg genomsläpplighet på grund av täta lerlager. Ett flertal skyfallsutredningar har gjorts för att pröva och utveckla åtgärder som hanterar skyfallsproblematiken i området. Skyfallsvatten hanteras främst genom att skapa yttliga uppsamlingsplatser vid Aktivitetsplatsen och vid Västra Gårdet se Figur 26.



Figur 26. Placering av uppsamlingsplatserna Västra gårdet samt Aktivitetsplatsen.

### **Västra Gärdet**

Vid Västra gårdet är den lägsta planerade marknivån satt till +32.3möh. Dagens marknivå i området ligger på runt +34möh. Detta betyder således att man schaktar bort 1.7m från dagens marknivå. Den högsta beräknade grundvattennivån i detta område är +32.1möh vilket betyder att den planerade marknivå kommer ligga 0.2m från högsta grundvattennivå.

### **Aktivitetsplatsen**

Vid Aktivitetsplatsen är den lägsta marknivån satt till +32.6möh. Dagens marknivå i området ligger på runt +33.5möh. Detta betyder således att man schaktar bort 0,9m från dagens marknivå. Den högsta beräknade grundvattennivån i detta område är +32.3möh vilket betyder att den planerade marknivå kommer ligga 0.3m från högsta grundvattennivå.

Eftersom den planerade marknivån ligger 0.2m-0.3m ovanför den högsta respektive grundvattennivån så bedöms från grundvattenperspektiv inga risker föreligga. Eftersom det skapas en lågpunkt i de nämnda uppsamlingsplatserna bör man förbättra genomsläpplighet i marken genom att använda ett poröst/grövre material med bättre genomsläpplighet i kombination med ett dräneringssystem. Det porösa/grövre materialet bör separeras från lerlagret nedan och även från jordlagret ovan för att undvika blandning av material, möjligen med hjälp av fiberduk. Uppbyggnaden av dessa lager bör inte utgå från lägre nivå än den högsta beräknade grundvattennivån.

Det är också viktigt att hålla fukten kvar i lerlagret för att undvika bildning av torrskorpelera. Därför bör dräneringen förläggas i det porösa materialet men med viss distans till lersulan så att lersulan hålls fuktig för att bevara dess egenskaper. Den överliggande jorden och gräsmattan kommer att hjälpa till att bevara leran fuktig.



Grundvattenbildningen i magasinet sker till största del i övergången mellan "berg i dagen" och jordlager dvs. tillrinningsområdena i söder och i områdets centrala delar (Figur 27). Dessa områden är viktiga för grundvattenbildningen och försiktighet bör tas till att hårdgöra dessa tillrinningsområden under bygg- och brukandeskede för att minimera påverkan på den naturliga grundvattenbildningen och även undvika sättningar i marken.



Figur 27. Programområdet (svart linje) i förhållande till grundvattenrör och "berg i dagen". Röd streckade områden beskriver zoner där grundvattenbildningen främst sker.

Som kompletterande utredning föreslås en konsekvensbeskrivning vid grävning av djupare schakt. Där bedöms behov av grundvattensänkning under byggtiden och även en påverkananalys.

Mona Mossadeghi Björklund, WSP  
 Telefon +46 70 565 11 91  
 mona.bjorklund@wsp.com

Granskad av  
 Sven Celander  
 sven.celander@wsp.com