

LODA Vatten- och miljökonsult

# ENEBYBERGS SKOLA DANDERYD

Skyfallsanalys

**Uppdrag** Översvämningsrisk Enebybergs skola, Orren 30 och 31

**Titel på rapport** Enebybergs skola, Danderyd – Skyfallsanalys

**Status** Slutrapport

**Datum** 2024-04-16

**Beställare** Danderyds kommun (via Iterio)

**Kontaktperson hos beställaren** Anna-Britta Järliden (via Fredrik Falk på Iterio)

**Uppdragsansvarig hos LODA** Rasmus Pierong

# Innehåll

<b>1. Bakgrund och syfte.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Underlag .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Metodik .....</b>	<b>6</b>
3.1 Regn.....	6
3.2 Markhöjder.....	6
3.3 Avrinningsområde.....	8
3.4 Avrinning och infiltration.....	9
3.5 Avtappning via ledningsnät vid regn.....	12
3.6 Förändring av översvämningsvolym efter regnets slut .....	12
3.6.1 Avtappning via ledningsnät efter regn .....	12
3.6.2 Påfyllning efter regnhändelsen .....	13
<b>4. Resultat.....</b>	<b>14</b>
4.1 Exploateringens påverkan på översvämningsrisken .....	14
4.2 Tömningstid .....	15
4.2.1 Avtappning via ledningsnät efter regn .....	15
4.2.1 Påfyllning efter regnhändelsen .....	15
4.2.2 Beräkning av tömningstid .....	16
4.3 Höjdsättning av planområdet .....	17
4.3.1 Tillbyggnaden.....	17
4.3.2 Idrottshallen .....	17
4.4 Utformning av översvämningsytor.....	18
<b>5. Diskussion.....</b>	<b>19</b>
5.1 Exploateringens påverkan på översvämningsrisken .....	19
5.2 Tömningstid .....	19
5.3 Höjdsättning av planområdet .....	20
5.4 Utformning av översvämningsytor.....	20
<b>6. Slutsatser.....</b>	<b>21</b>

# 1. Bakgrund och syfte

Danderyds kommun har tagit fram en detaljplan för Enebybergs skola i syfte att bygga en ny fristående idrottslokal och en tillbyggnad till befintligt skolhus, se Figur 1.



Figur 1. Nuvarande bebyggelse i planområdet (markerat med röd linje) till vänster och framtida planerad bebyggelse till höger. Bilder från planbeskrivningen daterad som granskningshandling 2023-11-01.

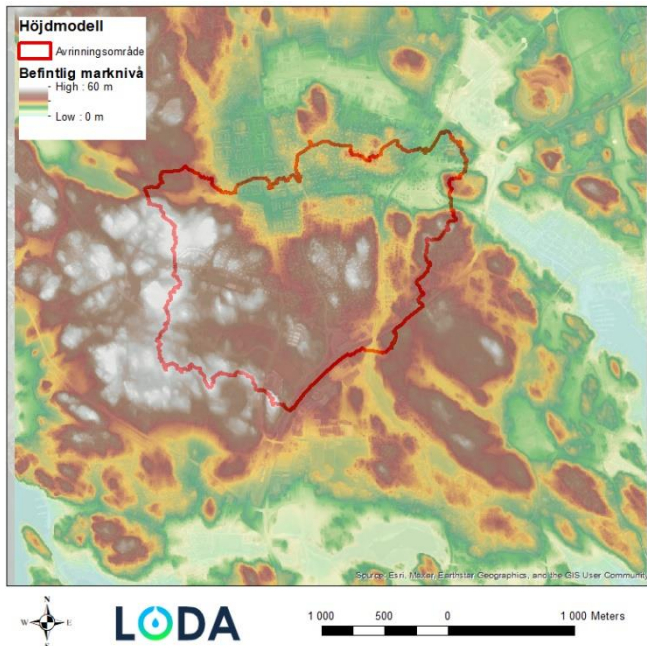
Länsstyrelsen har granskat detaljplanen och identifierat viktiga aspekter som behöver åtgärdas innan planen kan antas. Länsstyrelsen påpekar bland annat att planområdet ligger i en lågpunkt och att en betydande översvämningsrisk föreligger vid skyfall.

Syftet med denna utredning är att i enlighet med uppdragsbeskrivningen från Danderyds kommun genom skyfallsmodellering:

- Bedöma exploateringens påverkan på översvämningsrisken i och runt skolområdet.
- Uppskatta tömningstiden, den tid det tar från ett skyfall till dess att skolområdet tömts på vatten.
- Föreslå höjdsättning av planområdet.
- Föreslå utformning av översvämningsytor.

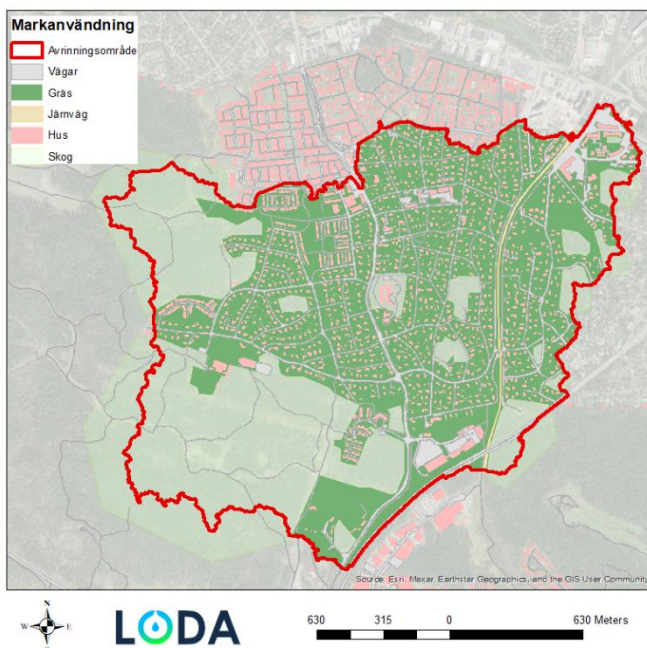
## 2. Underlag

Höjddata beställdes från Lantmäteriet, se Figur 2 (leverans 2024-02-27, Markhöjdmodell Nedladdning, grid 1+, GeoTIFF, SWEREF 99 1800, höjdsystem RH2000).



Figur 2. Markhöjder från Lantmäteriet med Google Satellite som bakgrund.

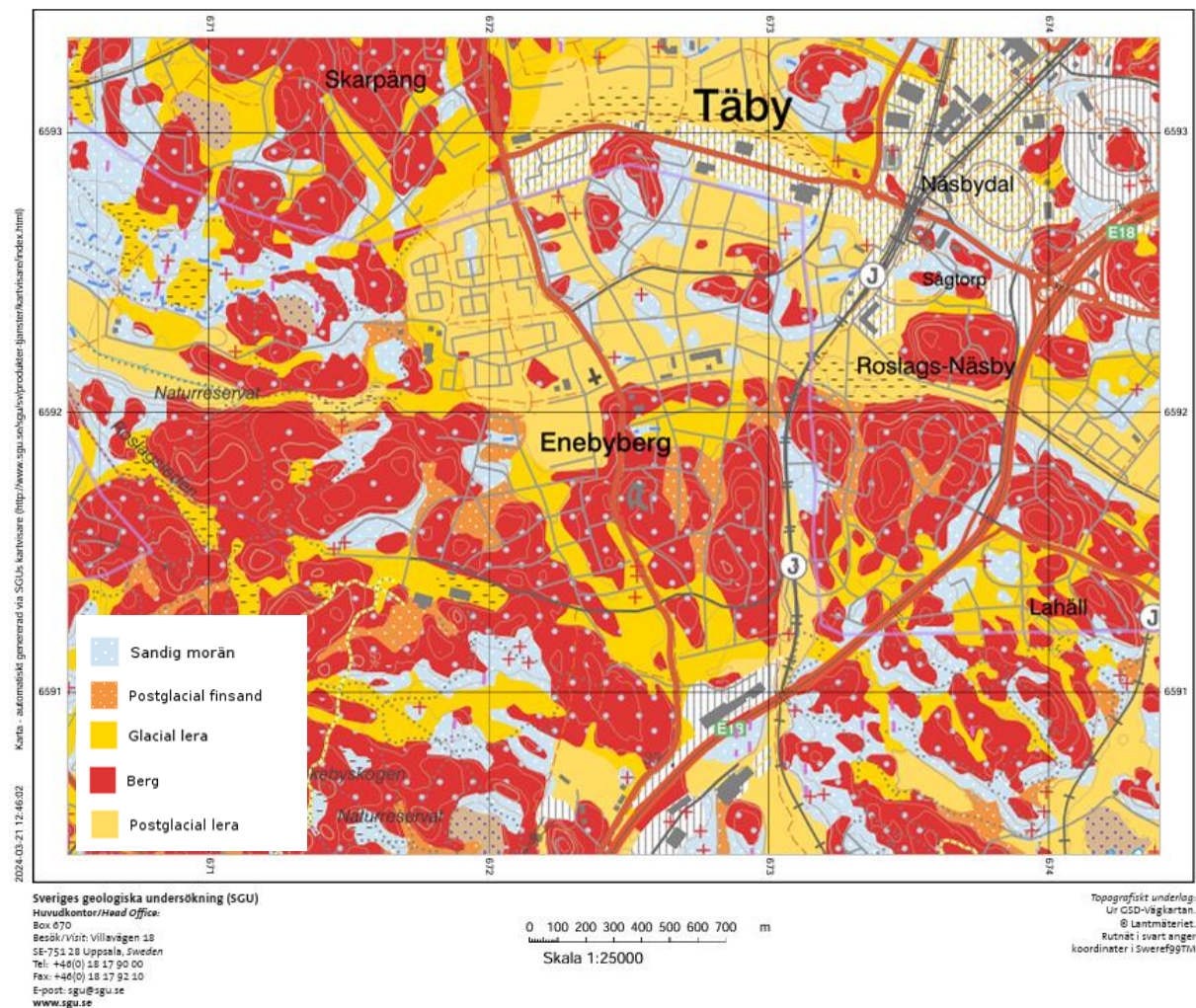
Information om markanvändning erhöles från Danderyds kommun, se Figur 3 (leverans 2024-03-08). Eftersom det aktuella avrinningsområdet (se avsnitt 3.3 Avrinningsområde) sträcker sig utanför Danderyd kommuns gränser har en del av markanvändningen digitaliserats manuellt.



Figur 3. Markanvändning tillhandahållen från beställare (markanvändning utanför Danderyds kommun har digitaliserats manuellt).



Jordartskartan hämtades från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), se Figur 4. Denna digitaliserades manuellt då projektets tidplan var så snäv att digitaliserat underlag direkt från SGU inte kunde inväntas.



Figur 4. Jordartskarta hämtad från SGU.

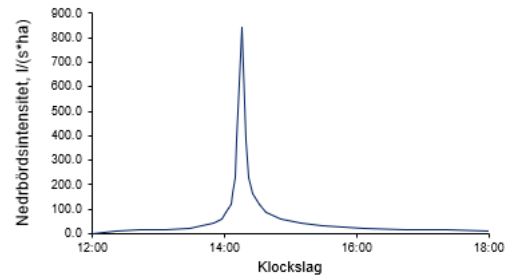
### 3. Metodik

Modelleringen i denna utredning utfördes i programvaran HEC-RAS 6.4.1. Tre olika scenarier simulerades: nuläge, framtid utan och framtid med åtgärder.

Ett antal antaganden gjordes kring beskrivning av regn, markhöjder, avrinningsområde, avrinning och infiltration, avtappning via ledningsnät vid regn samt förändring av översvämningens volym efter regnets slut. Dessa antaganden redovisas i detta kapitel.

#### 3.1 Regn

Skyfallet beskrevs med ett 100 års CDS-regn med en längsta varaktighet på sex timmar, ett tidssteg på fem minuter och en klimatfaktor på 1,25, se Figur 5. Detta regn har en total volym på 106 mm.



Figur 5. Regnserie som användes vid simulering.

#### 3.2 Markhöjder

En markmodell sattes upp i HEC-RAS baserat på höjddatan från Lantmäteriet. Markmodellen kompletterades med en öppning under järnvägen vid korsningen Gethagsvägen – Västra Banvägen. Där finns nämligen en viadukt som inte var beskriven i höjddatan från Lantmäteriet, se Figur 6.

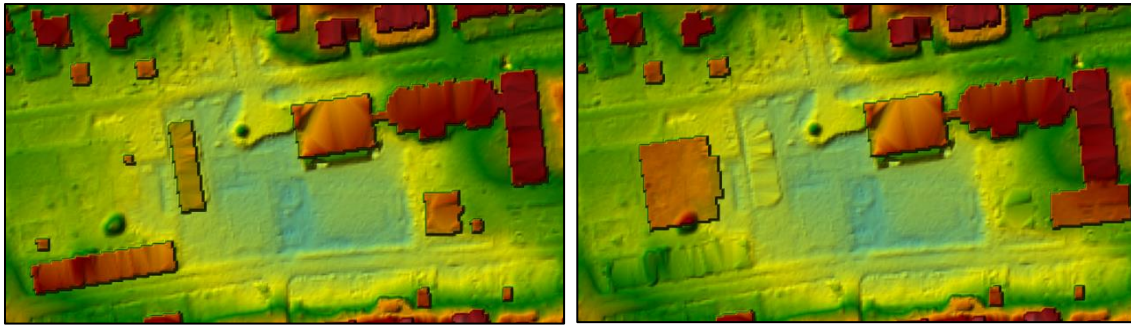


Figur 6. Öppning under järnvägen. Bild från Google Maps från oktober 2022 (till vänster) och öppningen så som den beskrevs i HEC-RAS (till höger).

Markmodellen kompletterades också med byggnader erhållna från Danderyds kommun. Vid alla byggnader (skärmtak undantagna) höjdes marken med 2 meter.

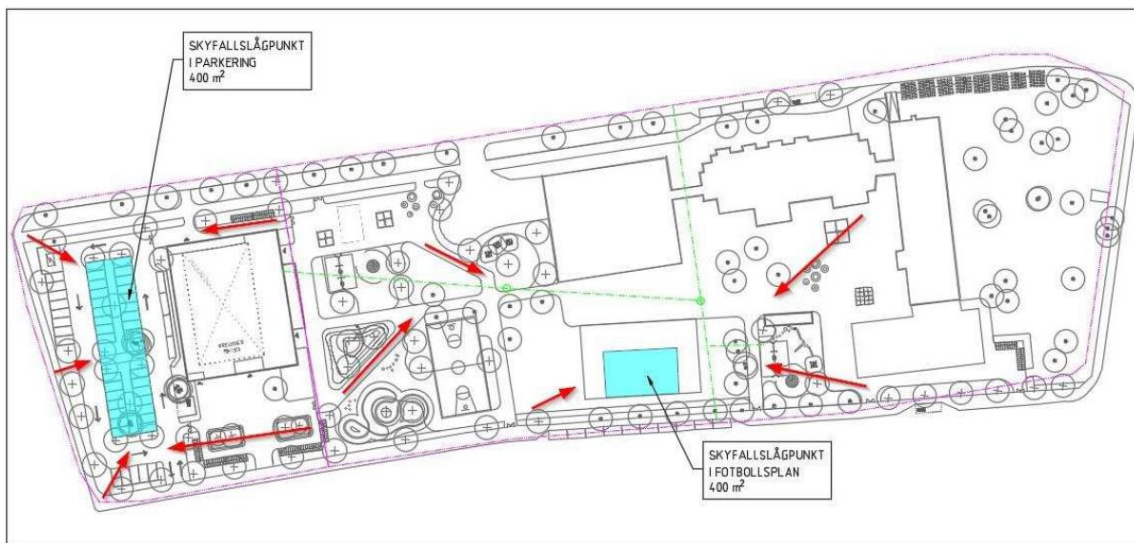
I framtidsscenarierna justerades markhöjderna lokalt vid skolområdet för att fånga den planerade omdaning, se Figur 7.



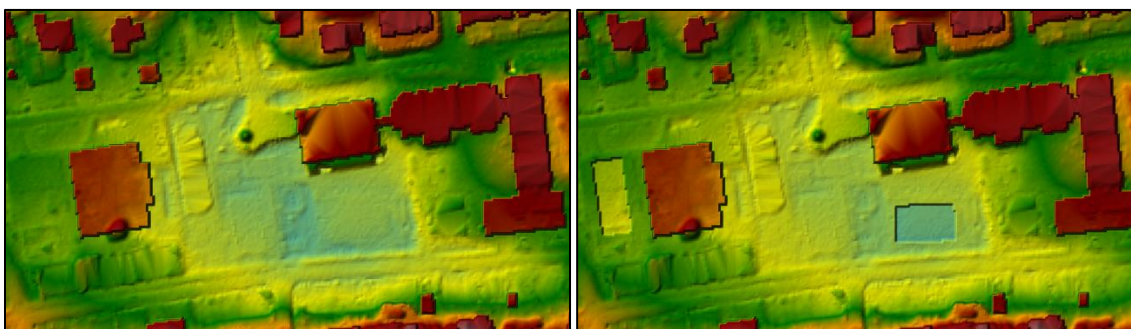


Figur 7. Markmodell i HEC-RAS, nuläge (vänster) och framtid (höger).

I framtidsscenarioet med åtgärder sänktes marken lokalt i de områden som i dagvattenutredningen (av Lektus, daterad 2023-10-19) pekats ut som skyfallsytor, se Figur 8 och Figur 9.



Figur 8. Bild från dagvattenutredningen (av Lektus, daterad 2023-10-19), "Dagvattenhantering vid skyfall".

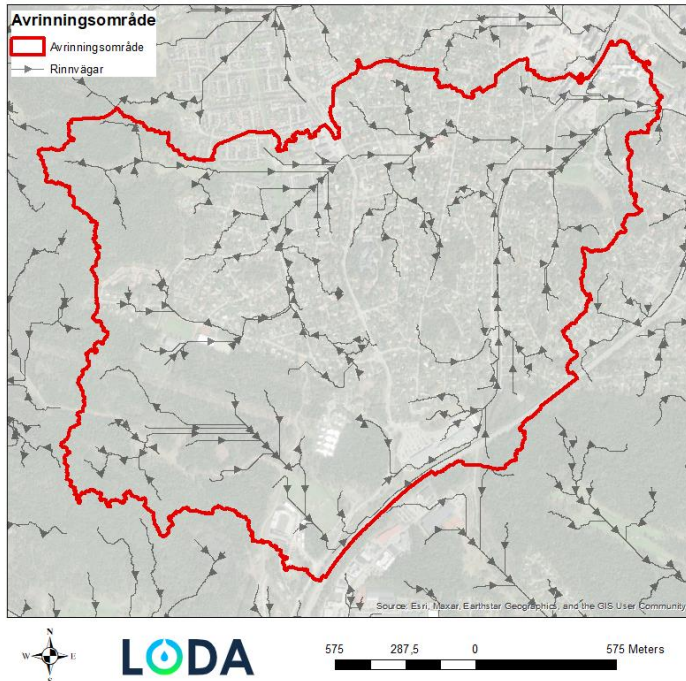


Figur 9. Markmodell i HEC-RAS, framtid utan åtgärder (vänster) och framtid med åtgärder (höger).



### 3.3 Avrinningsområde

En grov inledande skyfallssimulering i HEC-RAS användes tillsammans med en detaljerad höjdanalys i SagaGIS till att definiera det avrinningsområde som skulle ingå i de mer detaljerade skyfallssimuleringarna, se Figur 10.



Figur 10. Avrinningsområde som bedömdes kunna påverka vattennivåerna vid Enebybergs skola.

Vid utloppet från det här avrinningsområdet (i den nordöstra delen vid korsningen Näsbyvägen – Åsvägen) lutar det brant bort från avrinningsområdet. Sannolikheten för att det från nedströms områden vid ett 100-årsregn ska dämna in i avrinningsområdet bedömdes vara försumbar.

Avrinningsområdet användes som utgångspunkt för att sätta upp ett beräkningsgrid med 5\*5 meter stora celler. Vid skolområdet gjordes ett finare beräkningsgrid med 1\*1 meter stora celler, se Figur 11.



Figur 11. Beräkningsgrid med Google Satellite i bakgrunden.

### 3.4 Avrinning och infiltration

Ett markanvändningslager sattes upp i HEC-RAS baserat på den information om markanvändning som erhållits från kommunen, se Figur 12.

De olika markanvändningskategorierna tilldelades olika Mannings tal, se Tabell 1.

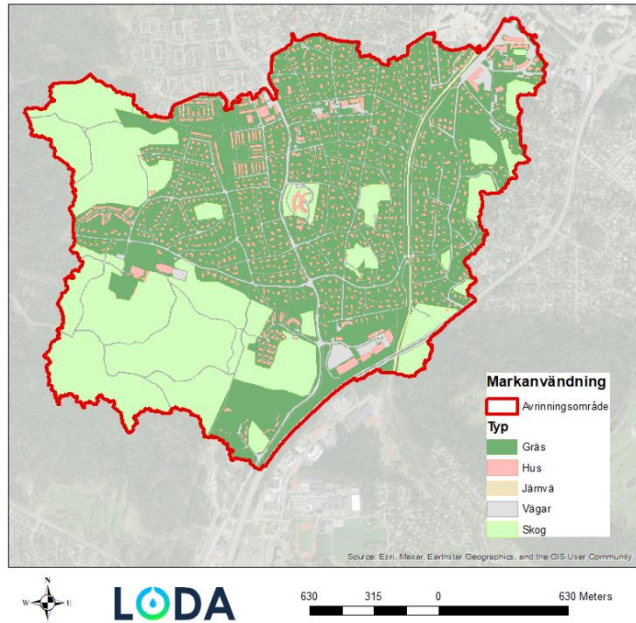
Tabell 1. Mannings tal för olika markanvändningskategorier

Markanvändning	Mannings tal
Skog	5
Väg	70
Järnväg	50
Hus	70
Gräs	20

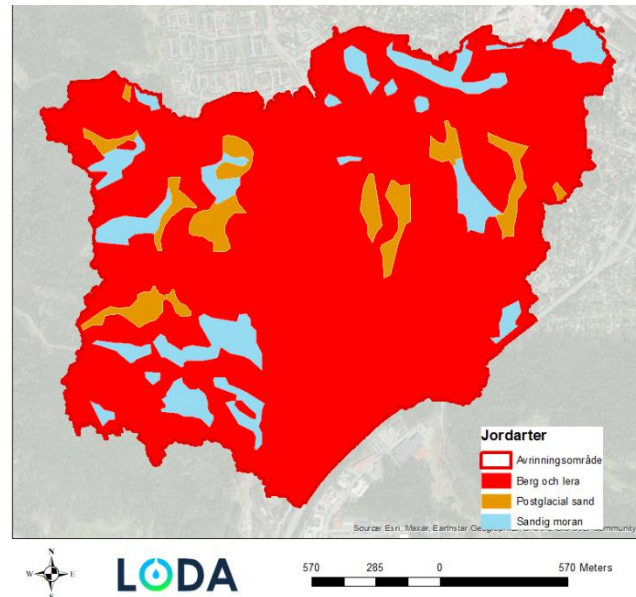
Ett jordartslager sattes upp i HEC-RAS baserat på information på SGU:s öppna data, se Figur 13. De olika typerna av jord har olika hög genomsläpplighet vilket har betydelse för översvämningsrisken vid skyfall, se Tabell 2.

Tabell 2. Genomsläpplighet för olika jordarter inom avrinningsområdet

Jordart	Genomsläpplighet [mm/h]
Berg och lera	0,036
Postglacial sand	360
Sandig morän	3,6



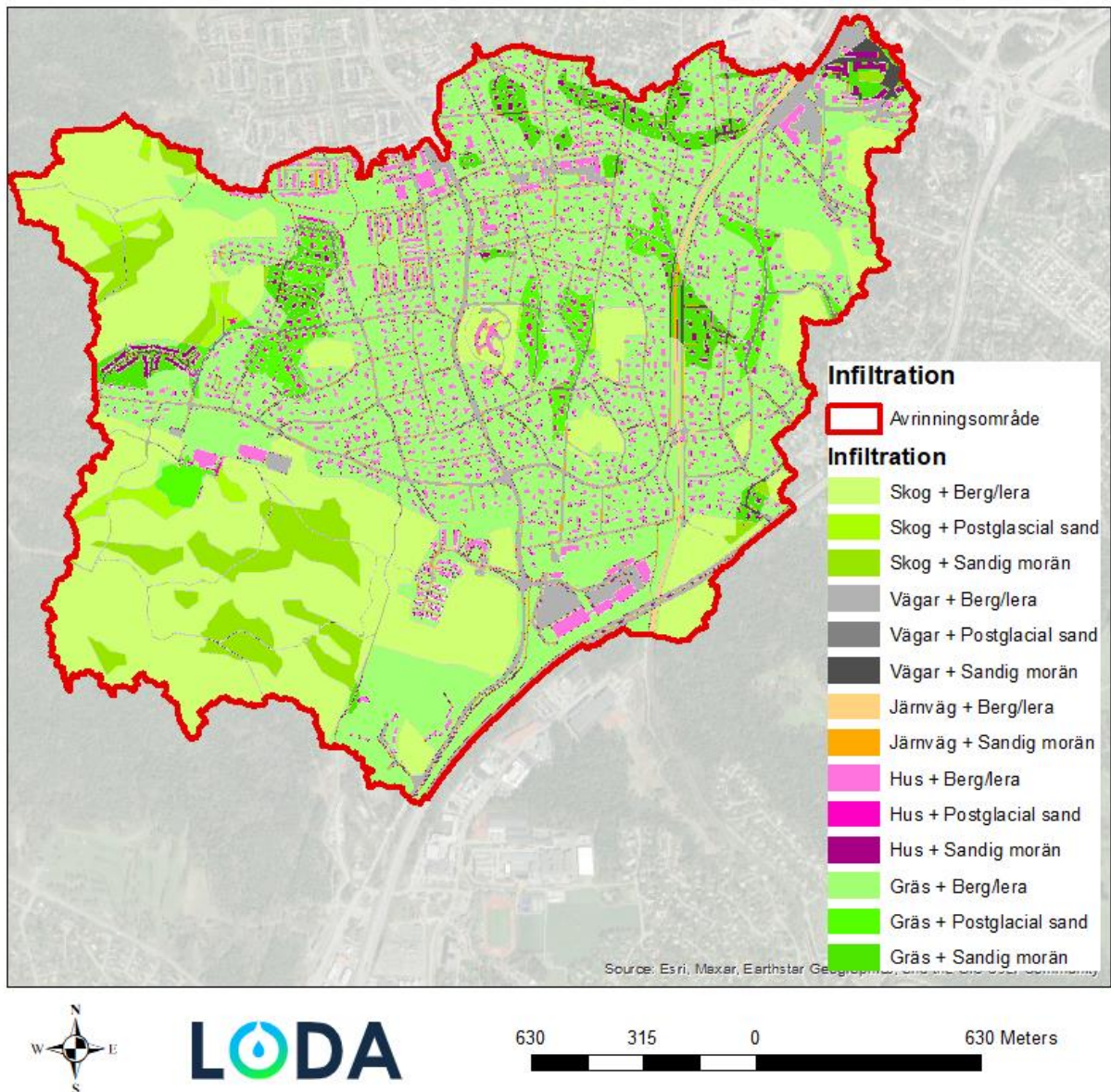
Figur 12. Markanvändningslager i HEC-RAS.



Figur 13. Jordartslager i HEC-RAS.



Markanvändnings- och jordartslager kombinerades i HEC-RAS till ett infiltrationslager, se Figur 14.



Figur 14. Infiltrationslager i HEC-RAS.

Infiltrationslagret innehåller ett större antal infiltrationskategorier så som skog på sandig morän och gräs på postglacial sand. Varje kategori tilldelades den SCS-kurva som bäst bedömdes beskriva kategorins infiltrationskapacitet över tid, se Tabell 3.

Tabell 3. Infiltrationskategorier och SCS-kurvor

Infiltrationslager	Kurvnummer
Skog + Berg och lera	77
Skog + Postglacial sand	30
Skog + Sandig moran	70
Vägar + Berg och lera	98
Vägar + Postglacial sand	98
Vägar + Sandig moran	98
Järnväg + Berg och lera	91
Järnväg + Postglacial sand	76
Järnväg + Sandig moran	89
Hus + Berg och lera	98
Hus + Postglacial sand	98
Hus + Sandig moran	98
Gräs + Berg och lera	80
Gräs + Postglacial sand	39
Gräs + Sandig moran	74

Markanvändningslagret från nulägesscenariot justerades lokalt vid skolområdet för att fånga den planerade omdaning, se Figur 15.



Figur 15. Ändrad markanvändning i framtidsscenarioerna. Mörklila – gräs. Grönt – hus. Ljuslila – väg. Rosa – stenmjöl. Blått – sand.

De två tillkommande markanvändningskategorierna stenmjöl och sand tilldelades båda Mannings tal 50.

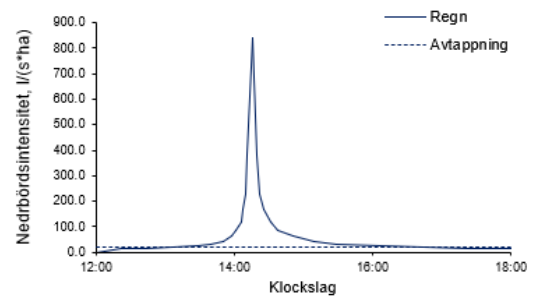
Det nya markanvändningslagret kombinerades med det tidigare använda jordartslagret i HEC-RAS till ett nytt infiltrationslager. Detta skiljer sig från nuläget enbart vid skolområdet. I och med det nya infiltrationslagret infördes sex nya infiltrationskategorier (de två nya markanvändningarna i kombination med de tre jordarterna). Dessa gavs SCS-kurvor motsvarandes dem för den tidigare markanvändningen järnväg.



### 3.5 Avtappning via ledningsnät vid regn

I praktiken kommer det dagvattenledningsnät som finns i området sannolikt bidra med viss avtappning under och efter skyfallet. Dagvattenledningsnät är generellt dimensionerade för betydligt mindre regn än skyfall. I linje med branschpraxis och dagvattenutredningen (kapitel 2.3.1 Avrinningsområden, avvattningsvägar och instängda områden) antogs att ledningsnätet i det aktuella området är dimensionerat för att avleda ett 10-årsregn utan marköversvämning.

Ett 10-årsregn med en varaktighet på 6 timmar (alltså samma varaktighet som det skyfall som används i utredningen) motsvarar en volym på 41,6 mm (tabell 4.7, P110) eller 7 mm per timme, se Figur 16. Denna avtappning lades in som ett komplement till den naturliga infiltrationen på framförallt hårdgjorda ytor (hus, vägar, järnväg, stenmjöl och sand). På så sätt beskrevs avtappningen via ledningsnät under själva regnhändelsen.



Figur 16. 100-årsregn med klimatfaktor (heldraget) samt avdrag för avtappning via ledningsnät (streckat).

Denna metodik fungerar enbart under själva regnhändelsen då den bygger på principen att ett avdrag görs från det regn som belastar modellen. För information om hur avtappning via ledningsnätet beskrevs efter regnhändelsen hänvisas till kapitel 3.6 Förändring av översvämningsvolym efter regnets slut.

### 3.6 Förändring av översvämningsvolym efter regnets slut

Efter regnets slut kommer vattenvolymen på skolområdet dels fyllas på med vatten som avrinner från högre belägen mark, dels avtappas via ledningsnätet. I detta kapitel beskrivs vilka antaganden som gjordes för att beskriva de två processerna.

Beräkningar av tömningstid gjordes för hand i stället för med simuleringar i HEC-RAS, detta eftersom HEC-RAS saknar ledningsnätmodul.

#### 3.6.1 Avtappning via ledningsnät efter regn

Det är rimligt att anta att avtappningshastigheten kommer öka med tiden. Under själva regnhändelsen kommer stora delar av ledningsnätet belastas simultant vilket begränsar avledningskapaciteten från skolområdet. Med tiden kommer dock belastningen på ledningsnätet minska i takt med att vatten från andra områden än skolområdet antingen avrinner ytledes eller avtappas via ledningsnätet. Detta kommer frigöra kapacitet och avtappningshastigheten från skolområdet kommer därmed öka.

Under hela avtappningsprocessen är det rimligt att anta att snittavtappningen kommer ligga någonstans mellan dessa två extremer. För information om vad de två avtappningshastigheterna beräknades till hänvisas till kapitel 4.2.1 Avtappning via ledningsnät efter regn.

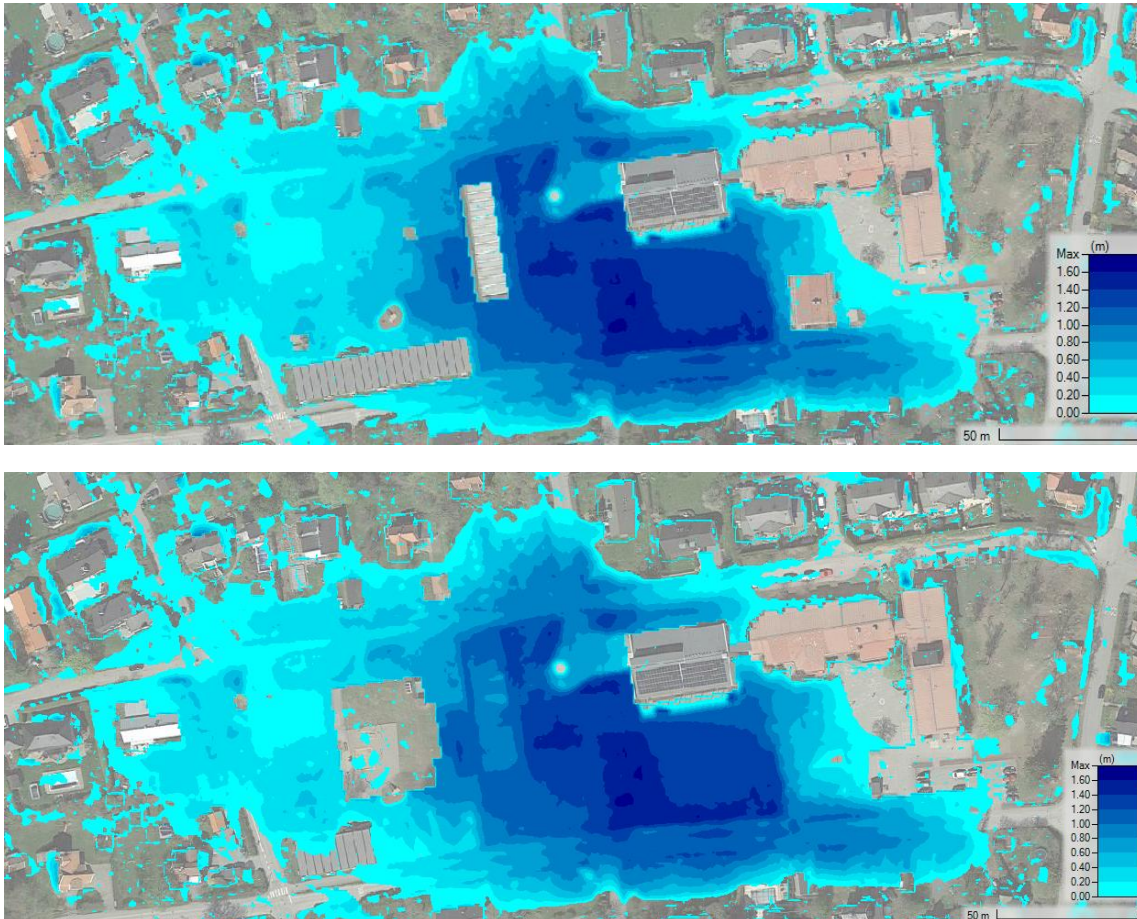
### **3.6.2 Påfyllning efter regnhändelsen**

Samtidigt som en kontinuerlig avtappning av översvämningsvolymen vid skolan sker via ledningsnätet rinner vatten från omkringliggande områden mot skolområdet även efter att regnet avtagit. För att beräkna tömningstiden korrekt behöver alltså också denna påfyllnad tas hänsyn till. Det gjordes med hjälp av data från en långtidssimulering. För information om vad påfyllnadshastigheten uppskattades till hänvisas till kapitel 4.2 Tömningstid.

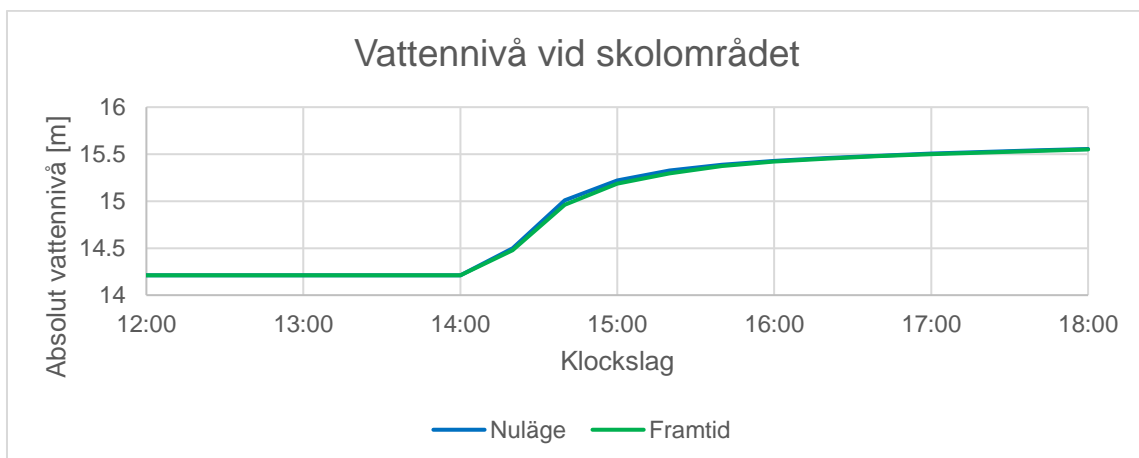
## 4. Resultat

### 4.1 Exploateringens påverkan på översvämningsrisken

Den planerade exploateringen har en försumbar betydelse för översvämningsrisken vid skyfall, se Figur 17 och Figur 18.



Figur 17. Maximalt vattendjup vid regnets slut för nuläge (övre) och framtid (nedre).



Figur 18. Absolut vattennivå som funktion av tiden.

## 4.2 Tömningstid

För beräkning av tömningstiden beräknas avtappning och påfyllnad separat.

### 4.2.1 Avtappning via ledningsnät efter regn

I enlighet med metodiken presenterad i kapitel 3.6.1 Avtappning via ledningsnät efter regn beräknades två extremer inom vilka den verkliga snittavtappningen antogs ligga – en begränsad avtappning direkt efter regnhändelsen och en utökad avstämning långt efter regnhändelsen.

#### Begränsad avtappning direkt efter regnhändelsen

Då regnet pågår i 6 timmar (se 3.1 Regn) antas att ledningsnätet under denna period (och direkt efter) har kapacitet att avleda ett 10-årsregn med 6 timmars varaktighet. Detta motsvarar en intensitet på  $19,2 \frac{l}{s*ha}$  (P110).

I slutet av regnhändelsen är en yta på ca 3 ha täckt av vatten, se Figur 17. Avrinningskoefficienten för området kan antas vara 50 % (tabell 4.9, P110, skolområde, flackt). Därmed kan den reducerade ytan för det i slutet av regnhändelsen översvämmade området beräknas till 1,5 ha.

Givet en reducerad area på 1,5 ha och antagandet att dagvattennätet i området klarar att avleda ett 10-årsregn med 6 timmars varaktighet utan marköversvämning kan avtappningen beräknas till 30 l/s ( $19,2 \frac{l}{s*ha} * 1,5 ha \approx 30 l/s$ ).

#### Utökad avtappning långt efter regnhändelsen

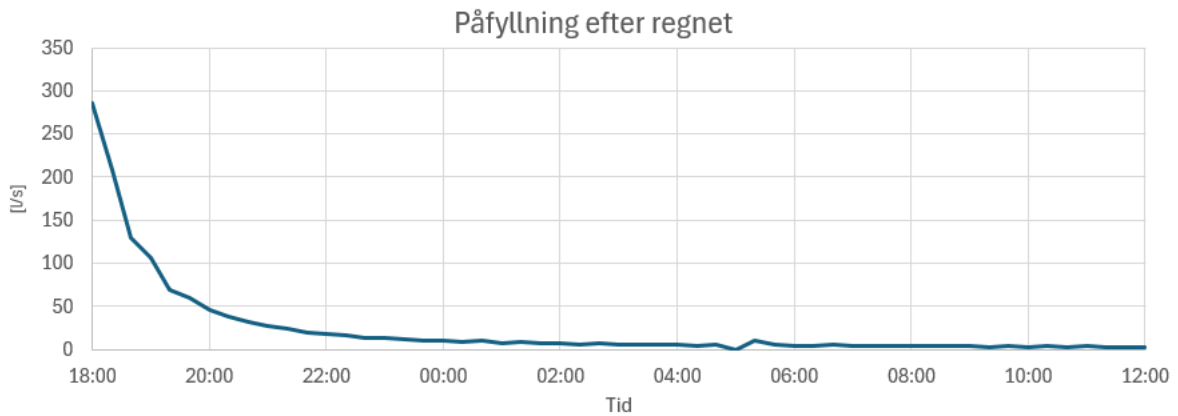
Då belastningen på övriga delar av ledningsnätet har upphört kan det antas att ledningsnätets fulla kapacitet utnyttjas för avtappning av skolområdet. Denna kapacitet antas motsvara det dimensionerande flöde som det översvämmade området ger upphov till.

Då området är relativt litet antas ledningsnätet vara dimensionerat för att klara avledning av ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet. Detta motsvarar en intensitet på  $228 \frac{l}{s*ha}$  (tabell 4.6, P110). Med en reducerad yta på 1,5 ha ger detta en avtappning på 340 l/s ( $228 \frac{l}{s*ha} * 1,5 ha \approx 340 l/s$ ).

### 4.2.1 Påfyllning efter regnhändelsen

HEC-RAS-modellen kördes i ett dygn, alltså i 18 timmar efter det 6 timmar långa regnet. Under de 18 timmar som följer regnet minskar påfyllningshastigheten från 285 l/s till 3 l/s, se Figur 19.



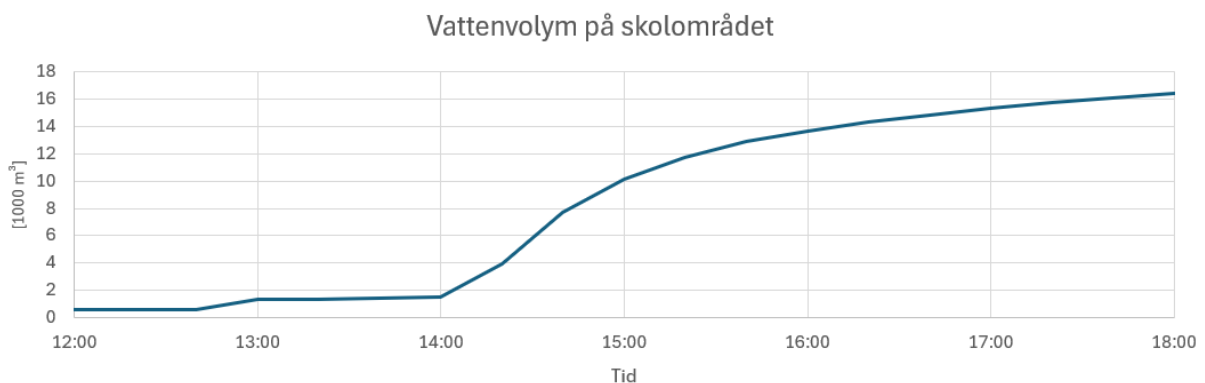


Figur 19. Modellerad påfyllnad av vattenvolymen vid skolan.

Påfyllnadshastigheten kommer med tiden fortsätta minska och närma sig noll. Men för att inte underdriva tömningstiden antas i denna utredning att påfyllnadshastigheten fortsätter att vara 3 l/s under hela tömningstiden.

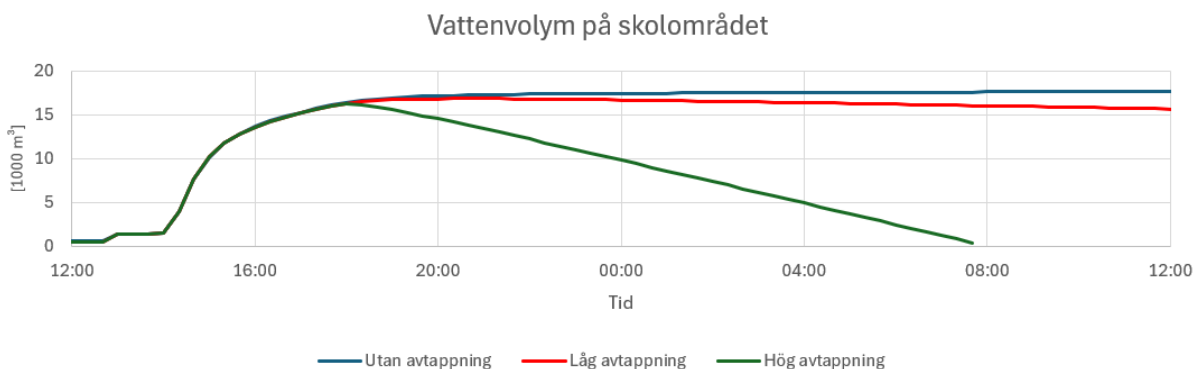
#### 4.2.2 Beräkning av tömningstid

Vattenmassan på skolområdet ökar under regnhändelsen till drygt 16 000 m<sup>3</sup>, se Figur 20.



Figur 20. Vattenvolym på skolområdet i 1 000 m<sup>3</sup> som funktion av tiden. Avser simulering av framtidsscenario utan åtgärder.

Vad som sker efter det att regnet upphört beror på vilken avtappning som antas, se Figur 21 och Tabell 4 (där låg och hög avtappning motsvarar 30 l/s respektive 340 l/s).



Figur 21. Volym i 1000 m<sup>3</sup> som funktion av tiden. Avser simulering av framtidsscenario utan åtgärder.

Tabell 4. Maximal volym och tömningstid för olika avtappningar

Avtappning	Maximal volym [m <sup>3</sup> ]	Tömningstid*
Ingen	17 695	-
Låg	16 879	6 dagar och 5 tim
Hög	16 331	13 tim

\*Från det att regnet upphör.

### 4.3 Höjdsättning av planområdet

De resultat som redovisas i detta kapitel avser framtidsscenarioet utan åtgärder.

Den maximala vattennivån inom området väntas beroende på avtappning uppgå till mellan +15,55 och +15,61, se Tabell 5.

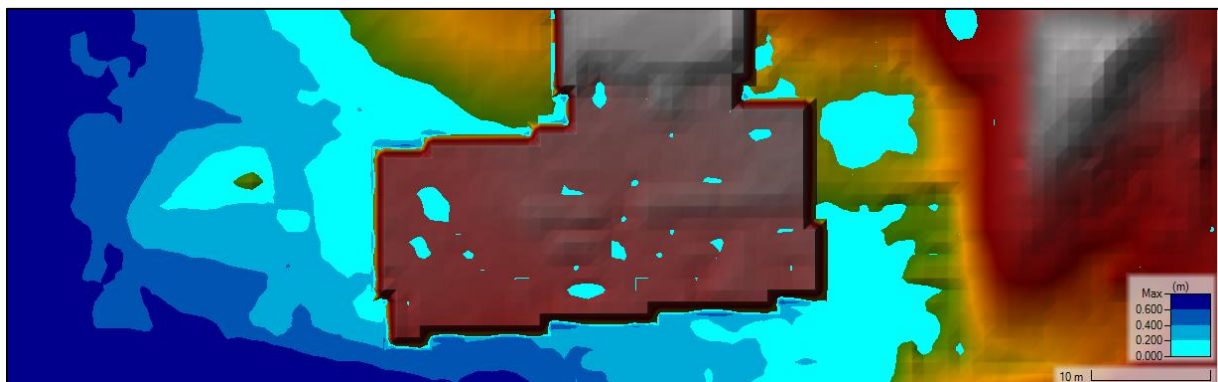
Tabell 5. Maximal volym och absolut vattennivå för olika avtappningar

Avtappning	Maximal volym [m <sup>3</sup> ]	Maximal absolut vattennivå [m]
Ingen	17 695	+15,61
Låg	16 879	+15,59
Hög	16 331	+15,55

Vad den maximala vattennivån innebär för den planerade tillbyggnaden och idrottssalen tydliggörs i kapitel 4.3.1 Tillbyggnaden och 4.3.2 Idrottshallen.

#### 4.3.1 Tillbyggnaden

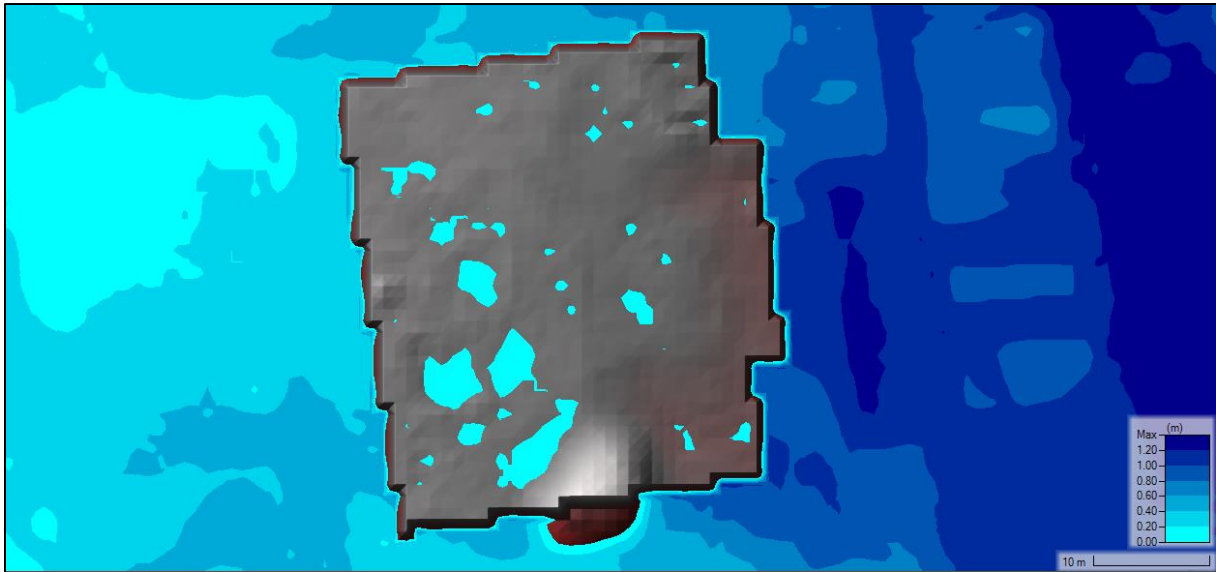
Vid tillbyggnaden innebär en maximal vattennivå på +15,61 att vattnet kommer stå upp till ca 55 cm över befintlig mark vid tillbyggnadens sydvästra hörn, se Figur 22.



Figur 22. Maximalt vattendjup vid tillbyggnaden (utan avtappning via ledningsnätet).

#### 4.3.2 Idrottshallen

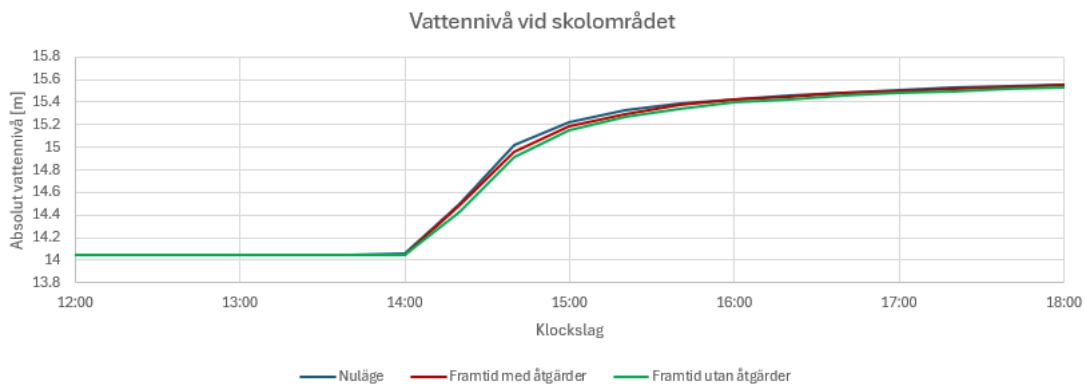
Vid idrottshallen innebär en maximal vattennivå på +15,61 att vattnet kommer stå upp till ca 1 m och 7 cm över befintlig mark vid idrottshallens östra del, se Figur 23.



Figur 23. Maximalt vattendjup vid idrottshallen (utan avtappning via ledningsnätet).

#### 4.4 Utformning av översvämningsytor

Simuleringen med skyfallsvolymer ger vid regnets slut en något lägre maximal vattennivå (+15,53) jämfört med såväl nuläge (+15,56) som framtid utan åtgärd (+15,55), se Figur 24. Men skillnaden uppgår alltså enbart till ett fåtal centimeter.



Figur 24. Absolut vattennivå som funktion av tiden.

## 5. Diskussion

### 5.1 Exploateringens påverkan på översvämningsrisken

Som framgår av kapitel 4.1 Exploateringens påverkan på översvämningsrisken leder den planerade omdaning av skolområdet enbart till en försumbar förändring av översvämningsrisken. En orsak till att förändringen blir så liten är att föreslagna bebyggelse ersätter befintlig bebyggelse, se Figur 25. En annan orsak är att den översvämmade ytan är så pass stor.



Figur 25. De tre byggnader som i och med exploateringen ska rivas eller avlägsnas är markerade med röda kryss.

### 5.2 Tömningstid

Som framgår av kapitel 4.2 Tömningstid varierar tömningstiden mellan 13 timmar och 6 dagar och 5 timmar, detta beroende på avtappningshastighet. Att spannet är så stort beror på att information om ledningsnätets avledningsförmåga saknas varför grova antaganden har gjorts. För ett snävare spann behövs mer information om ledningsnätets kapacitet, alternativt mer precisa (och därmed med större sannolikhet felaktiga) antaganden om ledningsnätets kapacitet.

En förutsättning för att skolområdet ska tömmas på vatten efter ett skyfall är att ledningsnätet kan avleda vattnet. I praktiken är risken stor för att rännstensbrunnar i området kommer sätta igen vid skyfall, då skyfallshändelser ofta leder till att grenar, löv och skräp spolas ned mot lågpunkterna. Därför är det viktigt att kommunen har en plan för hur rännstensbrunnarna ska hållas öppna efter en skyfallshändelse.



### 5.3 Höjdsättning av planområdet

Som framgår av kapitel 4.3 Höjdsättning av planområdet kan vattennivån vid skyfall väntas stiga som mest ca 0,6 m över befintlig mark vid tillbyggnaden och som mest ca 1,1 m över mark vid idrottssalen. Hur detta ska hanteras bör diskuteras med byggherren.

### 5.4 Utformning av översvämningsytor

Som framgår av kapitel 4.4 Utformning av översvämningsytor leder 0,5 m djupa översvämningsytor till en minskning av den maximala översvämningsnivån med bara ett fåtal centimeter. Detta beror på att arean av det översvämmade området är mycket stor (ca 3 ha).

Då exploateringen enbart leder till en försumbar förändring av översvämningsrisken är det svårt att motivera anläggning av skyfallsvolymer. Även om lokal fördröjning alltid är positivt ur ett översvämningsperspektiv behöver det vägas mot den miljöbelastning som schaktarbeten och deponi innebär.

## 6. Slutsatser

### **Exploateringens påverkan på översvämningsrisken**

Exploateringen har en försumbar effekt på översvämningsrisken.

### **Tömningstiden**

Tömningstiden uppskattas ligga mellan 13 timmar och 6 dagar och 5 timmar.

### **Höjdsättning av planområdet**

Den maximala vattennivån beräknas bli +15,61 varför inga entréer eller annat känsligt bör planeras under denna nivå.

### **Utformning av översvämningsytor**

Då exploateringen enbart har en försumbar effekt på översvämningsrisken rekommenderas inte att några översvämningsvolymmer anläggs.