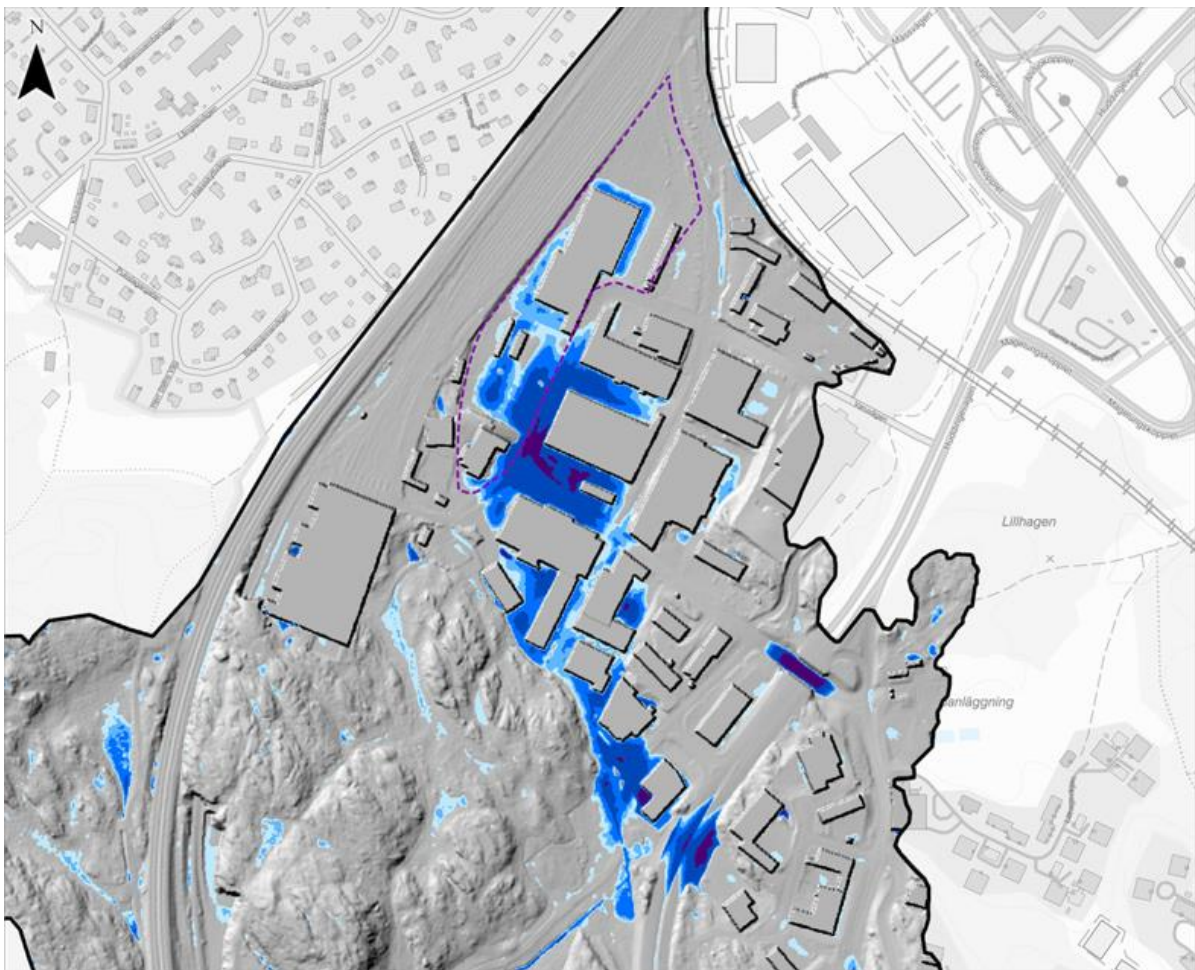


PM Skyfall och översvämning

Uppdaterat underlag för avtal



Titel: PM Skyfall och översvämning, Uppdaterat underlag för avtal

Uppdragsledare: Per Reiland, Sweco

Projektleddare: Kajsa Nilsson, förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT)

Bilder & illustrationer: Förvaltning för utbyggd tunnelbana

Dokumentid: 7100-C72-23-00016

Diarienummer: FUT 2025-0647

Utgivningsdatum: 2026-02-17

Distributör: Region Stockholm, förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 454 36, 104 31 Stockholm. Tel: 08 123 100 00.

E-post: registrator.fut@regionstockholm.se

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	5
2	Inledning	6
2.1	Bakgrund	6
2.2	Syfte	7
2.3	Allmänna förutsättningar och avgränsningar	7
2.4	Underlag	7
2.4.1	Skyfallsmodell.....	8
2.4.2	Trummor	9
2.5	Utformning projektering	12
2.6	Scenarier.....	15
3	Förutsättningar.....	17
3.1	Lagkrav och allmänna riktlinjer	17
3.2	Klimatscenarier för Stockholms län	17
3.3	Förvaltning för utbyggd tunnelbanas krav för anläggningen	18
4	Metodik.....	19
4.1	Modellområde.....	19
4.2	Höjdmodell.....	20
4.2.1	Befintlig höjdmodell	21
4.2.2	Framtida höjdmodell utan åtgärder	22
4.2.3	Framtida höjdmodell med åtgärder	23
4.3	Regn.....	28
4.3.1	Avdrag dagvattenledningsnät	29
4.4	Markdata.....	30
4.4.1	Infiltration	31
4.4.2	Markens strömningsmotstånd	33
4.5	Förenklingar och andra tillägg i modellen.....	34
4.6	Osäkerheter i modellen.....	35
5	Resultat.....	37
5.1	Tolkning av modellresultat	37
5.2	Befintlig situation	38
5.3	Framtida situation utan åtgärder	39
5.4	Framtida situation med åtgärder alternativ A.....	42
5.5	Framtida situation med åtgärder alternativ B	47
5.6	Vattenmassor i tråg, ballast och brandgasschakt	51
5.7	Känslighetsanalys	51
5.7.1	200-årsregn med åtgärder alternativ A	51
5.7.2	500-årsregn med åtgärder alternativ A.....	54
5.8	Summering vattennivåer	56
5.9	Analys mindre regnhändelser.....	57
5.10	Framkomlighet	58

6	Diskussion och slutsatser	60
	Inom depån.....	60
	Utanför depån.....	61
7	Vidare arbete	63
	Referenser.....	64
	Bilaga 1 – befintliga höjder modellområdet	65
	Bilaga 2 - Känslighetsanalys alternativ B	66
	200-årsregn med åtgärder alternativ B	66
	500-årsregn med åtgärder alternativ B	69
	Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån	71

1 Sammanfattning

Utredningen syftar till att säkerställa att framtida utformning av Älvsjö depå inte har en negativ påverkan på omkringliggande, befintliga verksamheter samt att skydda depån mot översvämning vid ett klimatkompenserat 100-årsregn. Kravet på icke-försämring ställs av Länsstyrelsen, Stockholms stad och Förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT), som ansvarar för utbyggnaden av den gula tunnelbanelinjen mellan Fridhemsplan och Älvsjö.

Ändrade förutsättningar har lett till ett utökat avrinningsområde, vilket medför att större skyfallsvolymer ansamlas inom Älvsjö industriområde, oavsett om depån byggs eller inte. Därmed är de skyddsåtgärder som föreslogs i föregående utredning (2024) inte längre tillräckliga. Analysen visar att den planerade skyfallsdammen om 750 m³ behöver kompletteras med ytterligare 2 200 m³ fördröjningsvolym för att undvika en försämring av lågpunkten, som utgörs av Älvsjö industriområde.

Två åtgärdsalternativ har studerats. Alternativ A omfattar en skyfallsdamm om 750 m³ samt ett dämme utanför Hagsätraskogens naturreservat som fördröjer cirka 2 200 m³. Alternativ B inkluderar samma åtgärder som alternativ A samt ytterligare tre dämmen inom Hagsätraskogens naturreservat. I båda alternativen fördröjs totalt cirka 2 950 m³, med möjlighet till ytterligare fördröjning vid justerade förutsättningar i naturreservatet.

Med föreslagen höjdsättning och framtagna fördröjningsåtgärder skyddas depån mot översvämning vid simulerat 100-årsregn utan att öka översvämningsrisken i omkringliggande områden. Därmed uppfylls icke-försämringskravet som ställs av Länsstyrelsen, Stockholms stad och FUT. Föreslagna skyfallslösningar hanteras genom avtal mellan Stockholms stad och FUT.

Då depån utgör samhällsviktig verksamhet har även en känslighetsanalys med klimatkompenserade 200- och 500-årsregn kompletterat utredningen. Vid ett 200-årsregn uppstår ett inflöde till tråget om cirka 100 m³, vilket bedöms kunna hanteras genom ökad magasinering inom området. Vid ett 500-årsregn ansamlas betydande volymer inom depån och minst 10 000 m³ rinner ner i tråget. Lokala åtgärder och översvämningsskydd behöver vidtas inom den egna fastigheten vilka kommer studeras vidare i detaljprojekteringen för att säkerställa robusthet även vid än mer extrema nederbördshändelser.

2 Inledning

2.1 Bakgrund

Sverigeförhandlingen är ett initiativ från Sveriges regering för att få bättre kollektivtrafik och fler bostäder i storstäderna. Det är ett avtal mellan staten, Region Stockholm och Stockholms stad där en ny tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö är en av satsningarna.

Den nya gula tunnelbanelinjen mellan Fridhemsplan och Älvsjö binder ihop centrala och södra Stockholm. Det gör att 48 500 nya bostäder med hållbara kommunikationer kan byggas. Linjen ger nya resmöjligheter med smidiga bytespunkter till annan kollektivtrafik samtidigt som T-Centralen och röd linje avlastas.

Den nya tunnelbanelinjen är i behov av en depå för att underhålla och förvara tunnelbanetågen på den nya linjen. Depån är lokaliserad i Älvsjö industriområdet som i befintlig situation utgör en större lågpunkt av framför allt hårdgjorda ytor och verksamheter samt kuperad skogsmiljö. Området gränsar till Västra stambanan i väst, Hagsätraskogens naturreservat i söder, befintliga verksamheter i öst och Nynäsbanan i nordost. Depåbyggnaderna planeras inom de delar av området som befintlig situation utgörs av hårdgjorda ytor. I söder kommer ett vändspår att anläggas i betong- och bergtunnel in under Hagsätraskogen och delar av Hagsätraskogens naturreservat. Den framtida depån ligger i en instängd lågpunkt som riskerar att översvämmas vid skyfall i dagsläget. Inom depån kommer ett betongtråg med spår att byggas för att ta upp höjdskillnaden mellan depåområdet ovan mark och vändspåret under mark. Det framtida depåområdet, samt mynning till spårtunnel för anslutning till linjen, är höjdsatta för att inte riskera inläckande vatten vid ett 100-årsregn.

För att bedöma konsekvenserna av depån har skyfallssimuleringar utförts som resulterat i innevarande PM. Detta dokument beskriver förutsättningarna och de resultat som gjorts inom ett avgränsat utredningsområde. PM:et syftar till att beskriva översvämningsrisken i befintlig situation (utan depå) samt framtida situation (med planerad depå). Detta för att analysera översvämningsrisken inom depåområdet samt eventuell påverkan på omkringliggande område. Dokumentet syftar även till att säkra anläggningen från översvämning till följd av ett skyfall utifrån förvaltning för tunnelbanas (FUT) krav, se kapitel 3.

För att bedöma konsekvenserna av depån utfördes en skyfallsutredning som levererades i december 2024 som underlagsrapport till MKB JP för depå Älvsjö; *PM Skyfall och översvämning Älvsjö depå* (FUT, 2024) (härefter benämnt *projektering 2024*). FUT har därefter tagit fram en uppdaterad projektering (härefter benämnt *omprojektering 2025*) bland annat med hänsyn till tidigare utförda skyfallsutredningen. Samtidigt projekterades även en skyfallsdamm (härefter benämnd som norra skyfallsdammen) med fördröjningskapacitet på minst 500 m³ vilket *PM Skyfall och översvämning Älvsjö depå* (FUT, 2024) beskrev som åtgärdsförslag för att inte orsaka en ökad översvämningsrisk för omkringliggande områden jämfört med befintlig situation. Kapitel 2.5 beskriver utformning från *projektering 2024* samt *omprojektering 2025*.

Skyfallssimuleringar utförda i september 2025 visade att norra skyfallsdammen behöver fördröja ytterligare 250 m³, vilket ger en total fördröjningsvolym på minst 750 m³ för att inte förvärra för omkringliggande område vid ett 100-årsregn med klimatafaktor 1,2.

I oktober 2025 framkom det att två befintliga trummor under Västra stambanan inte har inkluderats i modellen. Trumman leder vatten från Älvsjöskogens naturreservat under Västra stambanan, genom Hagsätraskogens naturreservat och ner mot Älvsjö industriområde. Den skyfallsdamm som projekterats för att fördröja 750 m³ var med det utökade uppströmsområdet för

liten och ytterligare åtgärder krävs för att inte försämra situationen i lågpunkten. Ytterligare fördröjning om 2200 m³ krävs. Ett avtal mellan Stockholms stad och FUT har tagits fram för att hantera volymen på minst 2950 m³ som krävs för att inte förvärra översvämningssituationen vid ett 100-årsregn.

2.2 Syfte

Denna utredning är framtagen för att kontrollera att åtgärderna, i form av skyfallsdammar och dämmen som kan fördröja en total kapacitet på omkring 2 950 m³, är tillräckliga för att säkra depån vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,2. Utredningen ska även säkerställa att anläggningen inte försämrar för omgivningen vid samma regnhändelse.

Syftet med utredningen är att:

- Undersöka vattnets utbredning inom depåområdet, om vatten rinner ner i tunneln samt om kritiska byggnader riskerar översvämning i samband med ett skyfall.
- Säkerställa att den framtida utformningen av depån inte orsakar en försämring för omkringliggande område samt tillgängligheten till depån.
- Säkerställa att anläggningen inte tar skada eller orsakar skada vid ett skyfall.

Samtliga punkter utreds för ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,2, enligt de krav som finns för depån. Se kapitel 3 för detaljer kring kraven.

Utöver kravet på att säkra anläggningen för ett 100-årsregn har FUT begärt att få en riskbild över påföljden av mer extrema förhållanden vid ett 200-årsregn och ett 500-årsregn. Denna känslighetsanalys fokuserar enbart på drifttiden och inga skyddsåtgärder kommer att beskrivas i utredningen. Resultaten från känslighetsanalysen kommer användas som underlag till detaljprojekteringen för att utforma en robust anläggning. De åtgärder som tas fram i detaljprojekteringen kommer att utformas inom den egna fastigheten tillhörande depån.

2.3 Allmänna förutsättningar och avgränsningar

Skyfallsutredningen avgränsas till påverkan på anläggningen inom depåområdet samt omgivning under drifttid. Modellområdet avgränsas till avrinningsområdet för det vatten som rinner till Älvsjö industriområde upp till ett 500-årsregn. Analysen avser regnhändelser fram till slutet av seklet.

Analysen har utförts med en hydrodynamisk modell i koordinatsystemet SWEREF 99 18 00 där alla angivna höjder avser höjdsystem RH2000.

2.4 Underlag

Tabell 1 listar det uppdaterade underlaget som har använts för att kunna bygga den framtida terrängmodellen som beaktar ny höjdsättning och utformning vid depån, ny höjdsättning på Varuvägen, och den norra skyfallsdammen. Samtliga underlag kommer från systemhandling depå och levererades till Sweco i september 2025. I föreliggande utredning kommer utformningen att benämnas som *omprojektering 2025*. Ytterligare underlag i form av dämmen har arbetats in i utredningen som är modellfiler tillhörande utredningen som presenteras i Bilaga 3.

Tabell 1. Underlag för omprojektering 2025 samt skyfallsdammar.

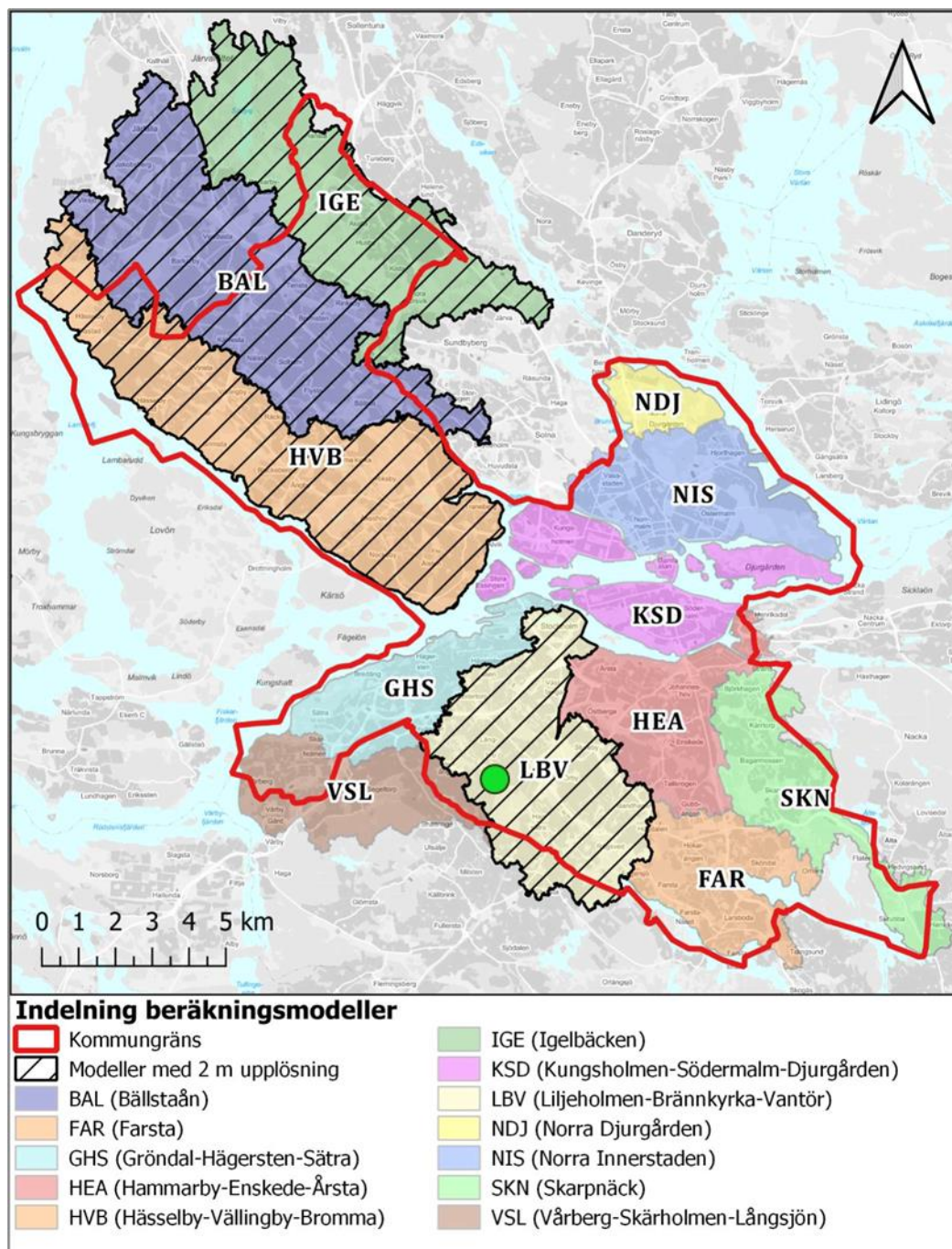
Underlagsmaterial	Filnamn	Filformat	Datum mottaget
Ny placering och utformning av tråg. Tråget kommer att byggas med ett tak.	M770-1607-31-A001-VO-0001.dwg	.dwg	2025-09-02
Ny utformning av framtida byggnader inom depåområdet.	2D-A770-1607-40-B0000-Wo-0001-Model_höjder.dwg	.dwg	2025-09-02
Ny höjdsättning inom depåområdet samt ballastyta som är underlag till markanvändning.	M770-1607-31-A001-VO-0001.dwg	.dwg	2025-09-02
Ny projekterad höjdsättning och utformning på Varuvägen.	Varuvägen_plan_ritning.dwg	.dwg	2025-09-02
Höjdsättning och utformning av nya skyfallsdammen i norr med kapacitet på cirka 750 m ³ .	Damm plan.pdf	.pdf	2025-11-20
Befintlig höjdmodell (Lantmäteriets höjdmodell hämtat från Scalgo, laserskanning 2020)	Terrain_Älvsjö	.asc	2026-01-09
Höjdsättning och utformning av dämme 4 inom Hagsätras Naturreservat alternativ A	Dämme_4-2026_01_21.dwg Dämme_4.1.tif Dämme_4.2.tif GC_Yta.tif	.dwg .tif	2026-01-21
Höjdsättning och utformning av 4 dämmen inom Hagsätras Naturreservat alternativ B	L-30-Modell - Dämme 1-4.dwg Dämme 1.tif Dämme 2.tif Dämme 3.tif Dämme 4.tif	.dwg .tif	2026-01-19

2.4.1 Skyfallsmodell

Modellen som använts i utredningen har tillhandahållits från Trafikkontoret, Stockholms stad, se Tabell 2. Modellen ingår i delmodellen kallas LVB (Liljeholmen-Brännkyrka-Vantör, se Figur 1 tagen från modelldokumentationen tillhörande modellen (Trafikkontoret, Stockholms Stad, 2024). Då höjdmodellen som inkluderades i modellen hade en lägre upplösning än önskat (2x2 m) för en detaljerad analys har den inte använts i analysen. I stället har en höjdmodell laddats ner från Scalgo med upplösning på 1x1 m, se avsnitt 4.2 för mer information. Sweco har även kompletterat modellen med trummor, se avsnitt 2.4.2 för mer information.

Tabell 2. Den zippade fil med samtliga underlag tillhörande skyfallsmodellen som tillhandahålls från Trafikkontoret i maj 2024.

Underlagsmaterial	Filnamn	Filformat	Mottaget
Modellfiler	LBV_2024_04_25.zip	.dfso, .dfs2, .shp	2024-05-24

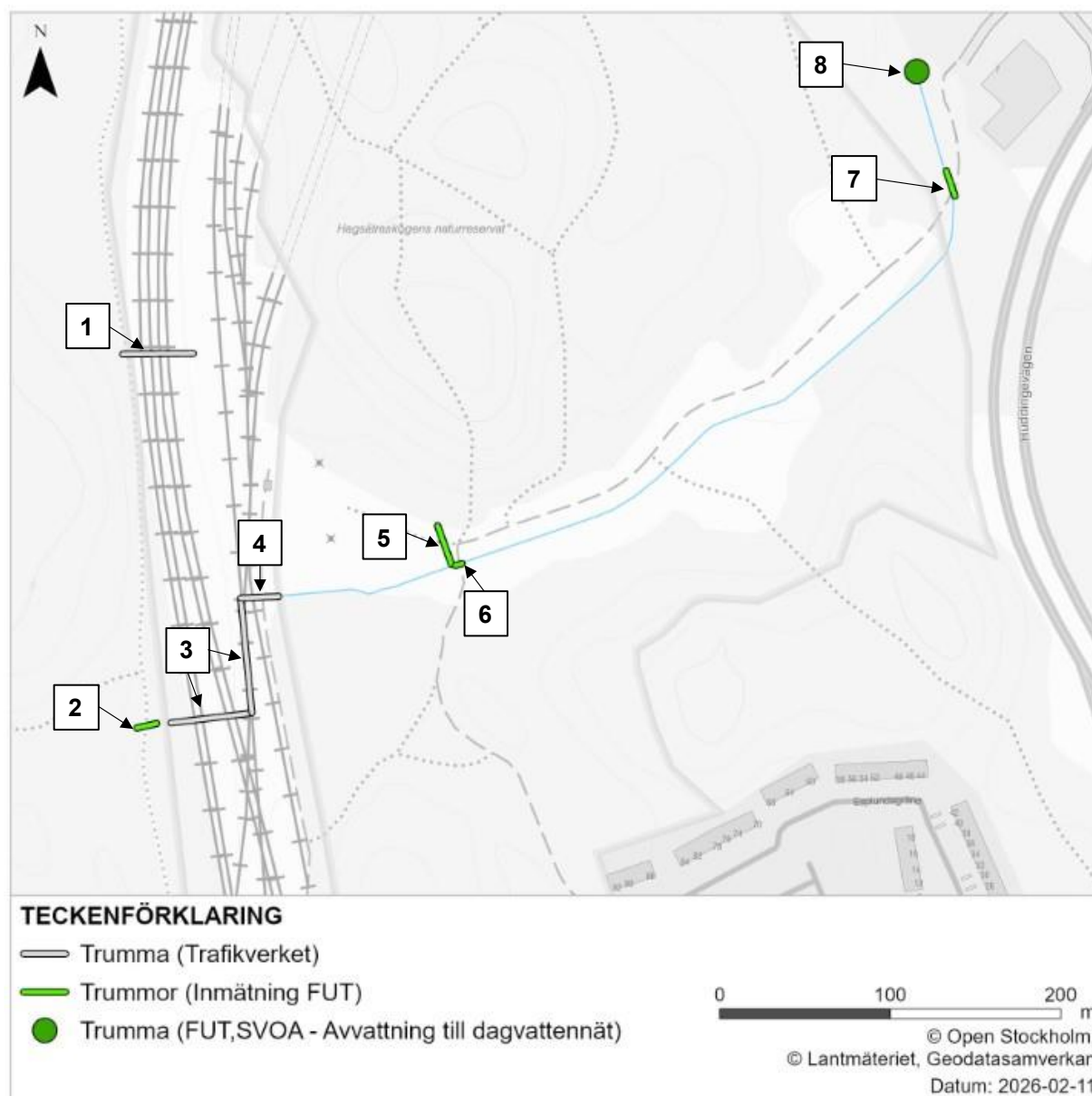


Figur 1. Indelning av olika beräkningsområden i Stockholms stads skyfallsmodell. Från (Trafikkontoret, Stockholms Stad, 2024). Älvsjödepåns placering markeras med grön punkt.

2.4.2 Trummor

I området har flertalet trummor identifierats och mätts in. Trumunderlaget presenteras separat i avsnitt 2.4.2.1, 2.4.2.2 och 2.4.2.3.

Figur 2 visar placering av de trummor som har mätts in i samband med utredningen och Tabell 3 sammanställer samtliga inmätta trummor.



Figur 2. Placering av de trummor som har identifierats i utredningen.

Tabell 3. Sammanställning av de trummor som mätts in i samband med utredningen.

ID trumma	Dimension inmätning	Källa	Filnamn	Mottaget	Kommentar
1*	800 mm	FUT, Trafikverket		2025-11-06	1000 mm enligt underlag från Trafikverket.
2	600 mm	FUT		2025-11-06	Trumma under gång och cykelväg

ID trumma	Dimension inmätning	Källa	Filnamn	Mottaget	Kommentar
3	1000 mm	FUT, Trafikverket		2025-11-06	Samma dimension som i underlag från Trafikverket.
4	600 mm	FUT		2025-11-06	Samma dimension som i underlag från Trafikverket.
5	300 mm	FUT		2025-11-06	Trumma inom Natureserverat
6	1000 mm	FUT		2025-11-06	Trumma inom Natureserverat
7	600 mm	FUT	PA1-1607-A8400-Wo-0001.dwg	2025-12-12	
8**	250 mm	FUT, SVOA	PA1-1607-A8400-Wo-0001.dwg	2025-12-12	Enligt underlag från SVOA är trumman 400 mm. Avvattnar Ormkärresbäcken till dagvattennätet.

* Uppskattad dimension på grund av igensättning. Dimension från Trafikverket används i modellen.

**Inkluderas ej i modellen enligt rekommendation från SVOA, se 2.4.2.3.

2.4.2.1 Inmätning trummor FUT

FUT har utfört inmätning av trummor omkring Västra stambanan 2025-11-06 där 5 trummor identifierades och mättes in med koordinater, dimensioner samt vattengångar.

Vid mättillfället var flertalet trummor igensatta och dimensionen var i vissa fall svår att bedöma.

FUT har även utfört inmätningar i norra delen av Hagsätraskogens naturreservat 2025-12-12. Inmätningen inkluderar bland annat markhöjder, inventering av träd samt placering och dimension av trummor (trumma 7 och 8 i Figur 2).

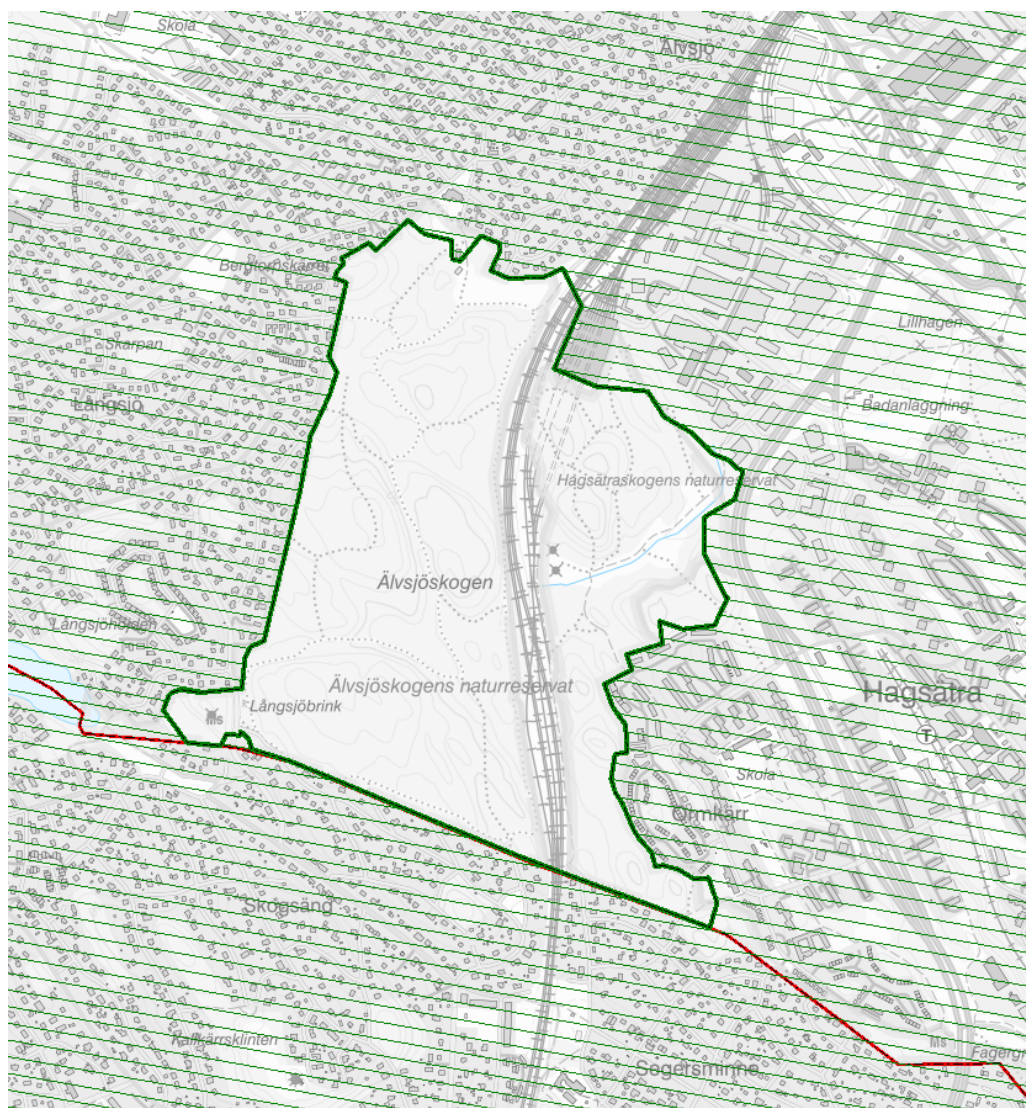
2.4.2.2 Trafikverkets trummor

Två trummor har identifierats under banvallen tillhörande Västra stambanan. Trafikverket har delat underlag för båda trummorna. Underlaget är från år 1983 och om några ändringar skett sedan dess framgår inte. Trumma 1, se Figur 2 och Tabell 3 stämmer inte överens med underlaget. Enligt underlaget leds den söder ut under banvallen, men enligt FUT:s inmätning är trumman genomgående och motsvarar därmed inte Trafikverkets ritning. FUT:s inmätning används i modellen.

2.4.2.3 SVOA:s trumma

Sweco har haft skriftlig kommunikation med SVOA angående trumma 8 i Figur 2 som leder vatten från Ormkärresbäcken till dagvattennätet. Enligt uppgift från SVOA har trumman en diameter på

400 mm och en överifierad lutning på 12 promille. Vattnet som leds till trumman är utanför SVOA:s verksamhetsområde för dagvatten (enligt Figur 3) och de har därmed inget juridiskt ansvar som VA-huvudman att avleda vatten från området. Dock kommer trumman i verkligheten att avleda en del av avrinningen.

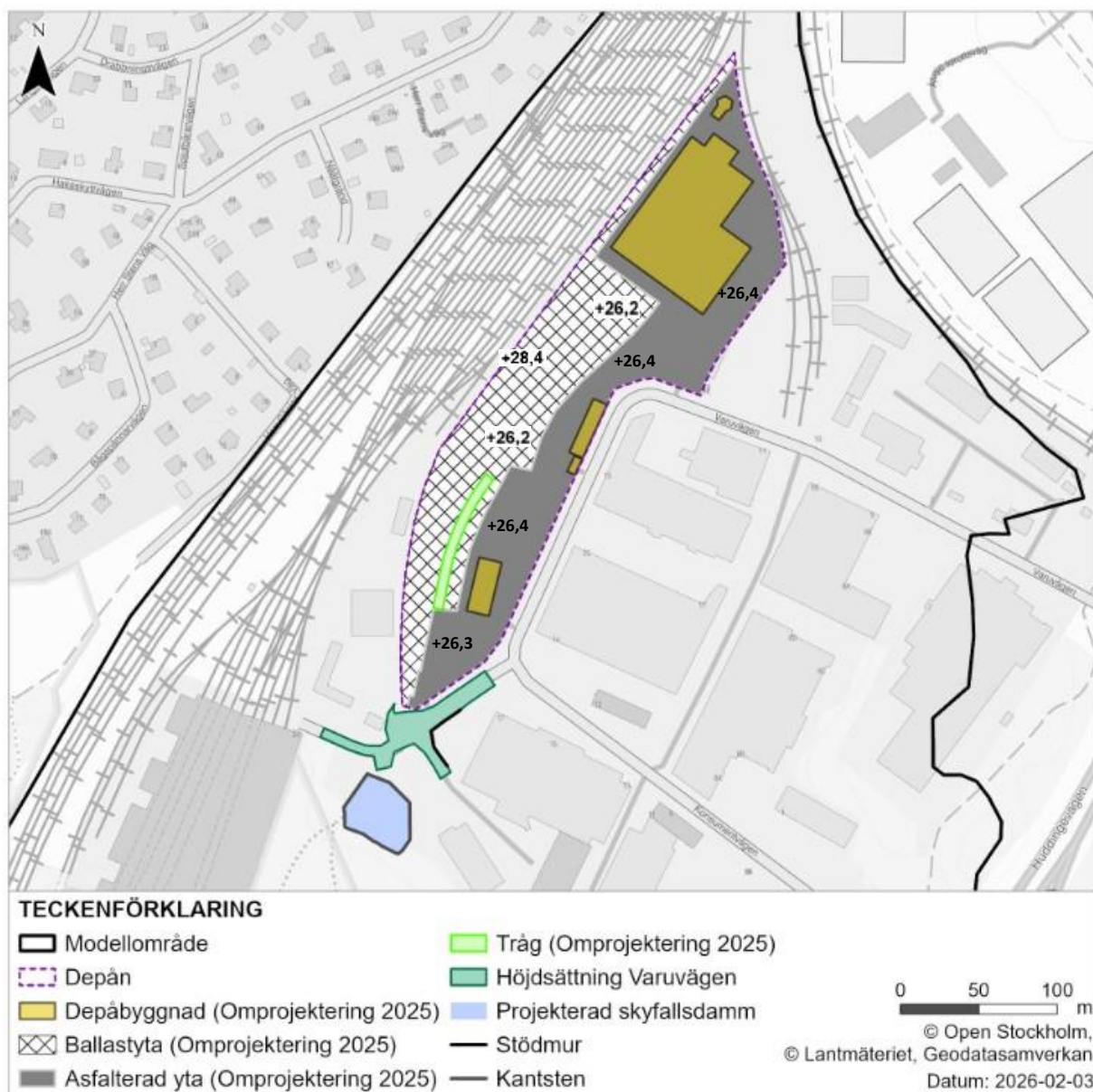


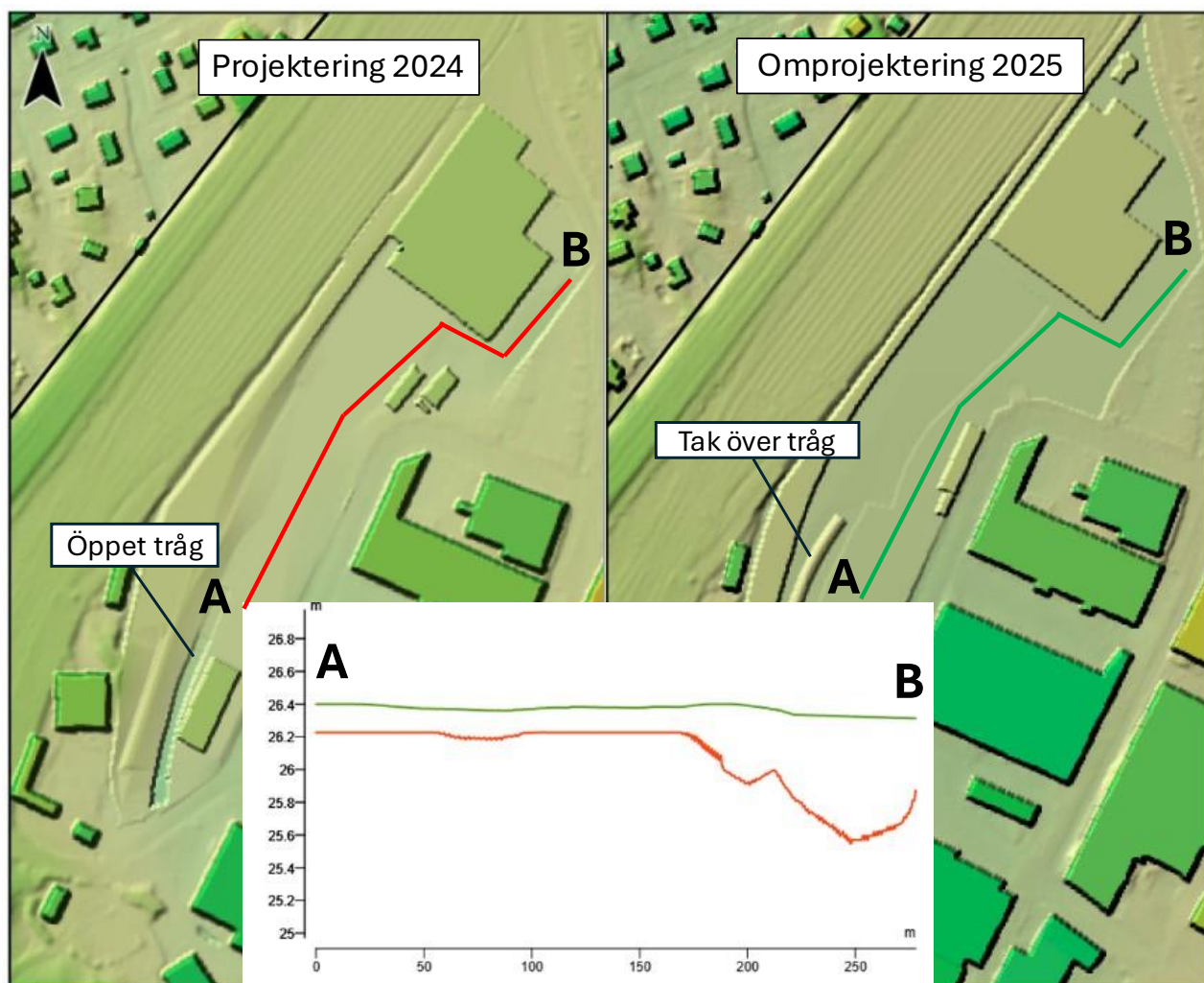
Figur 3. Figur över SVOA:s verksamhetsområde för dagvatten (skrafferad yta). Resterade yta inte ingår i SVOA:s verksamhetsområde för dagvatten.

2.5 Utformning projektering

Utformningen av Älvsjö depå har ändrats jämfört med den tidigare utformningen som redovisades i *PM Skyfall och översvämning Älvsjö depå* (FUT, 2024). *Projektering 2024* redovisas i Figur 4 och *omprojektering 2025* i Figur 5.

Skillnader mellan *projektering 2024* och *omprojektering 2025* är höjdsättning av depåområdet, utformning av ballast/asfalterad yta, placering av byggnader, trågets placering samt tak ovanpå tråget, utformning och höjdsättning av delar av Varuvägen samt norra skyfallsdammen. De nya byggnaderna presenteras i kapitel 4.2.2.





Figur 6. Till vänster visas höjdmodellen för depån från *projektering 2024*, och till höger redovisas höjdsättningen från *omprojektering 2025*. Grafen i mitten visar höjdsättningen längs den östra sidan av depån där röd linje motsvarar höjdsättning vid *utformning projektering 2024* och grön linje motsvarar höjdsättning vid *omprojektering 2025*.

2.6 Scenarier

Följande scenarier har simulerats:

- **Befintlig situation:** Simulering av befintliga förhållanden.
- **Framtida situation utan åtgärder:** Simulering av framtida förhållanden enligt *omprojektering 2025*.
- **Framtida situation med åtgärder - alternativ A:** Följande scenario inkluderar:
 - framtida förhållanden från *omprojektering 2025*
 - norra skyfallsdammen med fördröjning om ca 750 m³
 - ett dämme (Dämme 4) vid entrén av Hagsåtraskogens Natursreservat, utanför reservatsgränsen. För mer ingående beskrivning av Dämme 4, se Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån.
- **Framtida situation med åtgärder - alternativ B:** Följande scenario inkluderar:
 - framtida förhållanden från *omprojektering 2025*
 - norra skyfallsdammen med fördröjning om ca 750 m³
 - tre dämmen (Dämme 1–3) inom Hagsåtraskogens naturreservat. För mer ingående beskrivning av Dämme 1–3, se Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån.

- ett dämme (Dämme 4) vid entrén av Hagsätraskogens Natureserverat, utanför reservatsgränsen. För mer ingående beskrivning av Dämme 4, se Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån.

Norra skyfallsdammen och dämmenas utformning beskrivs i avsnitt 4.2.3.1 och 4.2.3.2.

Samtliga scenarier har belastats med 100-årsregn med klimatfaktor 1,2. En känslighetsanalys har även utförts där befintlig situation, framtida situation - alternativ A och framtida situation - alternativ B har belastats med 200-årsregn med klimatfaktor 1,2 och 500-årsregn med klimatfaktor 1,2. Samtliga regn har använt SMHI-statistik.

3 Förutsättningar

3.1 Lagkrav och allmänna riktlinjer

Direktiv för hur kommuner kan hantera de klimatförändringar samhällen står inför formuleras genom ett aktivt klimatanpassningsarbete. Direktiv kommer från EU som går vidare till nationell nivå, regional nivå och slutligen till lokal nivå där kommunerna har ett stort ansvar. Flertalet myndigheter i Sverige arbetar aktivt med klimatanpassningsfrågor och det är länsstyrelsens ansvar att förmedla nya planerings- och kunskapsunderlag till kommunen som i sin tur har till uppgift att säkra upp för framtida klimat. De lagar som finns att tillgå är miljöbalken (MB) samt plan- och bygglagen (PBL).

I det dokument som Länsstyrelserna i Stockholms län och Västra Götalands län har tagit fram som stöd för hantering av skyfall vid ny bebyggelse (Länsstyrelserna, 2018) rekommenderas bland annat följande:

- Ny bebyggelse planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn bedöms i detaljplan och eventuella skyddsåtgärder säkerställs.
- Samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- Framkomligheten till och från planområdet bedöms och ska vid behov säkerställas.

För att säkra upp för framtida klimat, vilket förutspås innebära mer extrema och skyfallsliknande regnhändelser, ska även en klimatkfaktor på regnet inkluderas. Enligt FUT finns ett krav på att använda klimatkfaktor 1,2 vilket innebär en nederbördsökning om 20 %.

3.2 Klimatscenarier för Stockholms län

Stockholms tunnelbanesystem utökas och förväntas vara i bruk under en lång tid framöver. Detta medför att framtida klimatförändringar måste vägas in.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) har tagit fram olika framtidsscenarion baserat på mängden växthusgaser som släpps ut i atmosfären. Vanligtvis används två olika scenarion; RCP4,5 och RCP8,5. Kortfattat innebär RCP4,5 begränsade utsläpp medan RCP8,5 innebär höga utsläpp (SMHI, 2025).

Enligt SMHI förväntas årsmedeltemperaturen i Stockholms län öka med upp till 6 grader med klimatscenario RCP8,5, där den största ökningen sker under vintertid. Årsmedelnederbörden förväntas öka med cirka 40 % i slutet av seklet (SMHI, 2017).

Även antalet dagar med nederbörd över 10 mm förväntas öka med mellan 2–6 dagar i slutet av seklet beroende på klimatscenario. Detta ökar risken för översvämningar då marken riskerar att bli mättad vilket sin tur leder minskad infiltration och högre avrinning (SMHI, 2026).

3.3 Förvaltning för utbyggd tunnelbanas krav för anläggningen

Anläggningen har ett antal krav som måste uppfyllas för att den skall säkras inför framtida klimatförändringar. Enligt FUT:s kravlista (FUT, 2023) ska anläggningen höjdsättas eller dimensioneras för att uppfylla följande krav:

- Inga störningar på tunnelbanans normaldrift vid ett 10-årsregn. (FUTKrav2-4882)
- Anläggningen får inte ta skada av ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,2. (FUTKrav2-4796)
- Anläggningen ska säkras för en nivå på Mälaren på +2,7 m (RH2000). (FUTKrav2-4797)
- Anläggningen ska säkras för en nivå på Östersjön på +2,7 m (RH2000). (FUTKrav2-6884)

Denna analys har fokus på extremhändelser, regn med minst 100-års återkomsttid. Påverkan på normaldrift vid ett 10-årsregn utvärderas separat i PM Dagvattenutredning för depå – Tunnelbana till Älvsjö (FUT, 2025).

Ett 100-årsregn motsvarar den regnintensitet som i genomsnitt inträffar en gång på hundra år. Sannolikheten att regnet inträffar är 1 % varje enskilt år, varpå sannolikheten ackumuleras och ökar för varje år regnet uteblir. Den ackumulerade sannolikheten för att ett 100-årsregn ska inträffa under en tidsperiod på 100 år är 63 % (MSB, 2017). Den framtida årsmedelnederbörden bedöms öka med upp till 25 % framåt slutet av seklet (SMHI, 2017). Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län är en lämplig klimatkfaktor mellan 1,2 och 1,4 (Länstyrelserna, 2018). FUT har som krav att använda klimatkfaktorn 1,2, vilket innebär en nederbördsökning om 20 %.

Vidare har FUT begärt en känslighetsanalys inom samma krav som för 100-årsregnet (FUTKrav2-4796) för att få en riskbild över påföljden av mer extrema förhållanden vid ett 200-årsregn och ett 500-årsregn eftersom tunnelbanan utgör en samhällsviktig verksamhet. Även känslighetsanalysen fokuserar enbart på drifttiden.

I föreliggande rapport utreds inte kravet om framtida förhöjda nivåer i Mälaren och Östersjön eftersom området inte ligger i närheten och på höjder om ca +26 m. Översvämning till följd av förhöjd vattennivå utgör därmed inte någon risk.

4 Metodik

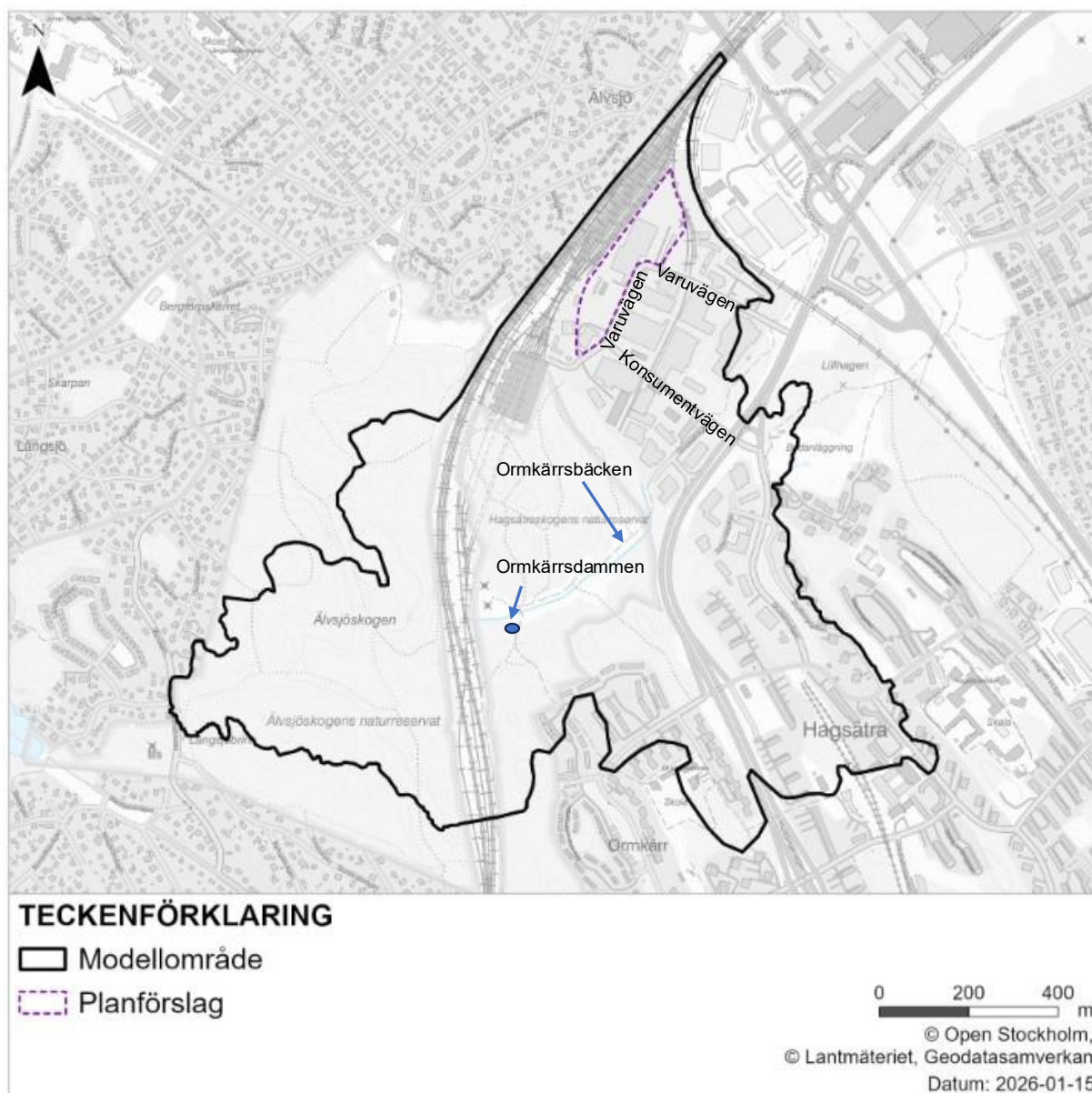
Skyfallsmodellen som använts i uppdraget tillhandahölls av Stockholms stads trafikkontor 2024. Modellen har i därefter bearbetats av Sweco för att representera både befintlig situation och framtida situation med utbyggd depå.

Modellen är en hydrodynamisk tvådimensionell markavrinningsmodell som faller inom kategorin ”Detaljerad analys” enligt Metod för skyfallskartering av tätorter (MSB, 2023). En detaljerad analys kan enligt MSB användas till åtgärdsplanering för skyfallsrisker i befintlig bebyggelse och för samhällsviktig verksamhet. Modellen är uppsatt i programvaran MIKE+ (version 2025 update 1), utvecklad av Danish Hydraulic Institute (DHI).

I en ”Detaljerad analys” inkluderas inte dagvattennätet i modellen. När dagvattennätet kopplas samman med en markavrinningsmodell benämns det som en kopplad modell, en så kallad ”Fördjupad analys” enligt Metod för skyfallskartering av tätorter (MSB, 2023). Metoden ger en bättre bild av översvämningssituationen, den avledningsförmåga som dagvattennätet har och kan därmed bättre beskriva vattensamlingarnas varaktighet, speciellt i lågpunkter. Dock är Älvsjö industriområde en problematisk plats, högt upp i ledningssystemet och långt till recipient – vilket innebär att en ”detaljerad analys” skulle kräva en modell som täcker ett stort naturligt och tekniskt avrinningsområde. Därtill är dagvattennätet inte dimensionerat för större nederbörds mängder och har därför oftast en begränsad påverkan vid skyfallsliknande nederbörd. Dagvattennätets kapacitet har i stället beskrivits genom ett avdrag på regnet som belastar modellen vilket beskrivs mer i detalj under avsnitt 4.3.1.

4.1 Modellområde

Modellområdet har definierats utifrån depåns avrinningsområde, se Figur 7. Området begränsas av höjdryggar i terrängen. Stora delar av avrinningen kommer från Älvsjöskogens och Hagsåtraskogens naturreservat i sydväst, men även från Älvsjö industriområde öster om depån, som till största delen är hårdgjort. Under Västra stambanan leds avrinningen från Älvsjöskogen genom en trumma vidare till Hagsåtraskogens naturreservat. Genom Hagsåtraskogens naturreservat avrinner vatten i Ormkärresbäcken som leder vatten från naturreservatet vidare österut mot industriområdet. I slutet av naturreservatet leds Ormkärresbäcken vidare till dagvattennätet och till Älvsjö-Mälartunneln genom en trumma, se avsnitt 2.4.2.3.



Figur 7. Modellområdet baseras på depåns avrinningsområde som begränsas av omgivande höjdryggar.

Vid större nederbörds mängder, när kapaciteten i SVOA:s trumma är nådd, rinner vattnet vidare och ansamlas i den större lågpunkten som utgörs av Älvsjö industriområde med Varuvägen/Konsumentvägen som lägsta punkt. Höjdskillnaderna inom avrinningsområdet resulterar i att lågpunkten vid Varuvägen/Konsumentvägen är ett instängt område och avtappning sker endast via dagvattennätet. Modellområdets area uppgår till ca 1,3 km².

Modellområdet är uppbyggt i ett flexibelt beräkningsnät med kvadratiska celler vars upplösning bestäms av cellernas storlek. I modellen har beräkningsnätet 1 m i upplösning.

4.2 Höjdmodell

Höjdmodellen är en avgörande komponent vid en skyfallskartering. Den ger viktig information om avrinningsområden, rinnvägar och lågpunkter där vatten kan ansamlas.

Stockholm stads skyfallsmodell har en upplösning om 2 m. För att öka modellens upplösning ersattes höjddatat med Lantmäteriets *Markhöjdmodell* med upplösning 1 m som bygger på en laserskanning från 2021 (Terrain/Skog hämtad från SCALGO, 2026-01-09).

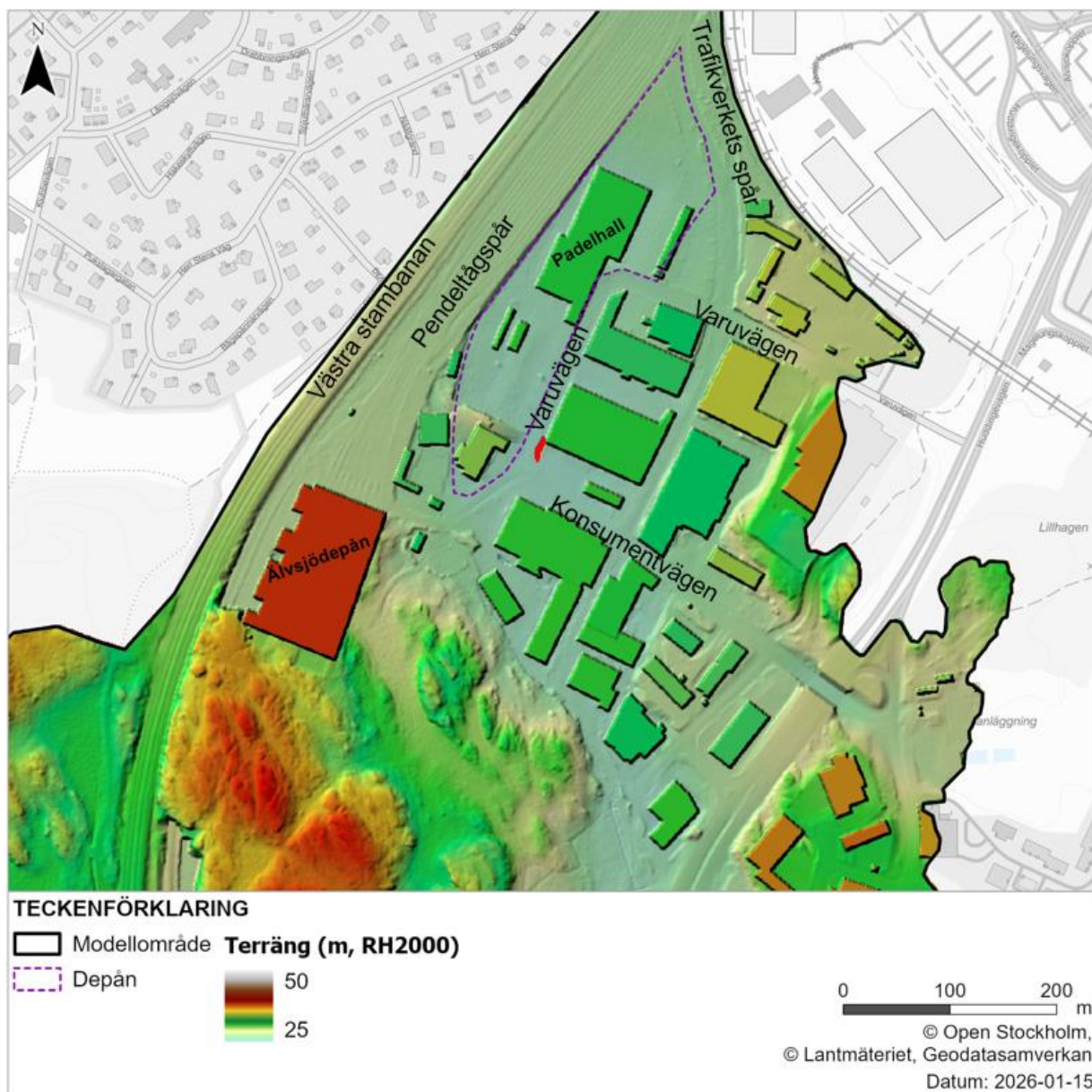
Höjdmodellen har genomgått bearbetningar av SCALGO som kontrollerats av Sweco.

4.2.1 Befintlig höjdmodell

Figur 8 visar befintliga höjder i och omkring depåområdet. Höjder för hela modellområdet presenteras i Bilaga 1.

Depån är belägen i en instängd lågpunkt där vatten enbart kan avledas via dagvattenledningsnätet, genom infiltration och avdunstning. Markytans nivå är som lägst ca +24,8 m vid Varuvägen/Konsumentvägen och mellan +25,1 m och +28 m inom den framtida depån. Marken är idag till största del asfalterad och området innehåller ett flertal byggnader, bland annat en padelhall.

Väster om den framtida depån går uppställningsspår för pendeltågen samt Västra stambanan. I sydväst ligger till Älvsjödepån för pendeltåg och i nordost går Trafikverkets spår.



Figur 8. Befintliga höjder i och omkring depåområdet. Den röda markeringen på Varuvägen visar den lägsta punkten i lågpunkten.

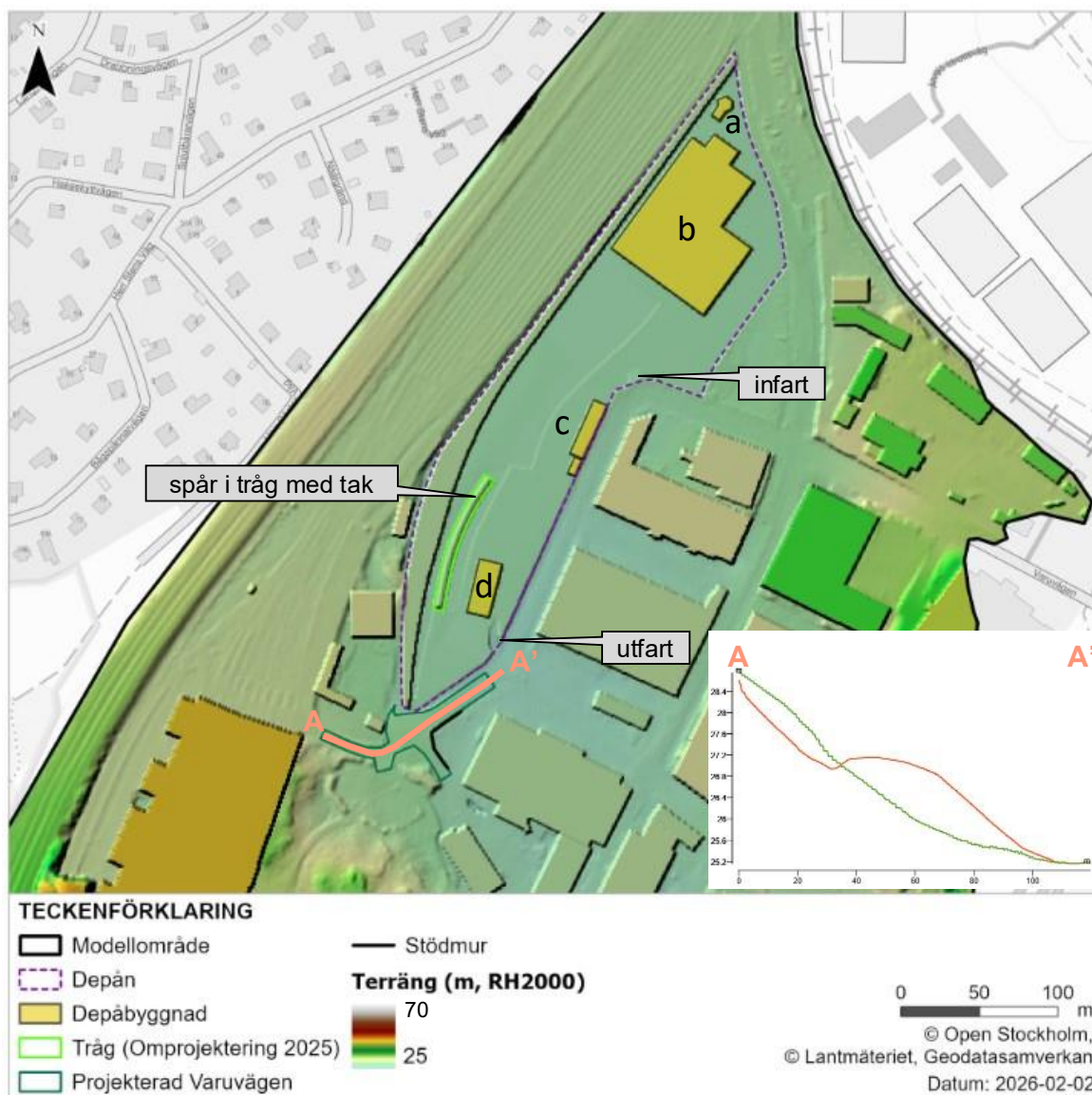
4.2.2 Framtida höjdmodell utan åtgärder

Den befintliga höjdmodellen har bearbetats med hänsyn till *omprojektering 2025*. De projekterade höjderna har ersatt befintliga höjder inom depåområdet och på så vis har en framtida höjdmodell tagits fram, se Figur 9.

Höjderna inom depån har höjts jämfört med befintliga höjder, generellt från +25,1 - 26,0 m till cirka + 26,2–28,4 m.

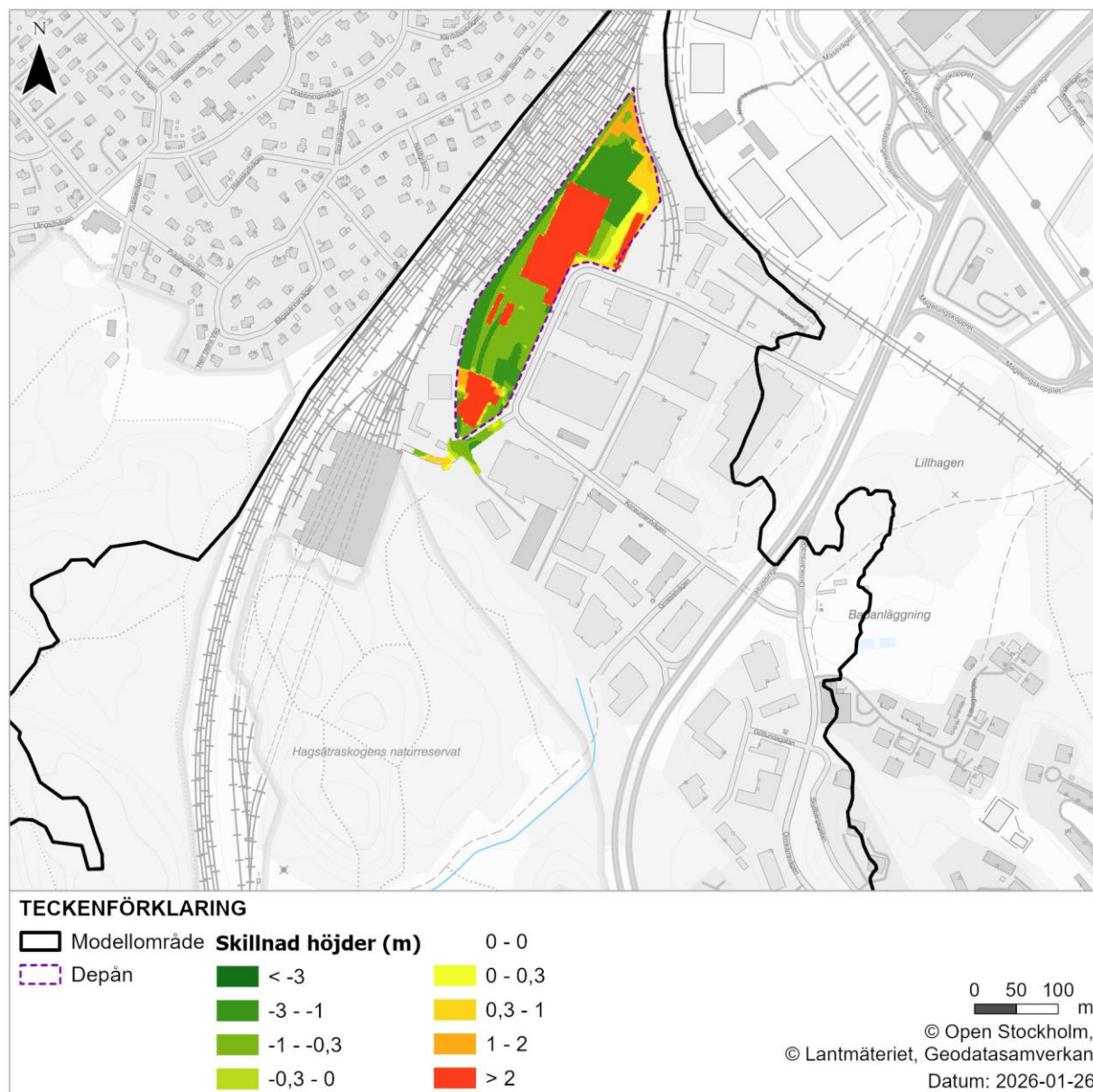
Samtliga befintliga byggnader inom depåområdet kommer att rivas och ersättas med sprinklercistern (a) och en depåbyggnad (b), teknikbyggnad (c) och en (d) hall för arbetsfordon.

Därtill kommer tråget att överdäckas för att undvika att vatten regnar ner i tråget och rinner vidare ner i spårutsläkten. Tråget förbinder spårområdet ovan mark med spårutsläkten under mark. För att representera detta i höjdmodellen har marken vid tråget höjts med 2 m och en lutning från mitten av tråget till slänterna på cirka 1:2,5 enligt *omprojektering 2025*. Den framtida höjdmodellen har även uppdaterats med hänsyn till höjdsättning för infart och utfart, samt den nya projekterade delen av Varuvägen.



Figur 9. Framtida höjdmodell över depån med höjdsättning från *omprojektering 2025*. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon

Figur 10 visar skillnaden i markhöjder mellan befintlig och framtida höjdmodell utan åtgärder.



Figur 10. Höjdskillnader mellan befintlig och framtida situation utan åtgärder. Röd, orange och gul färg representerar en sänkning av marknivån, medan grön färg representerar en höjning av marknivån i framtida situation.

4.2.3 Framtida höjdmodell med åtgärder

Den framtida höjdmodellen har uppdaterats och anpassats enligt åtgärdsförslag för både framtida situation alternativ A och B. Båda åtgärdsförslagen finns beskriva i Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån. Följande ändringar inkluderas i höjdmodellen:

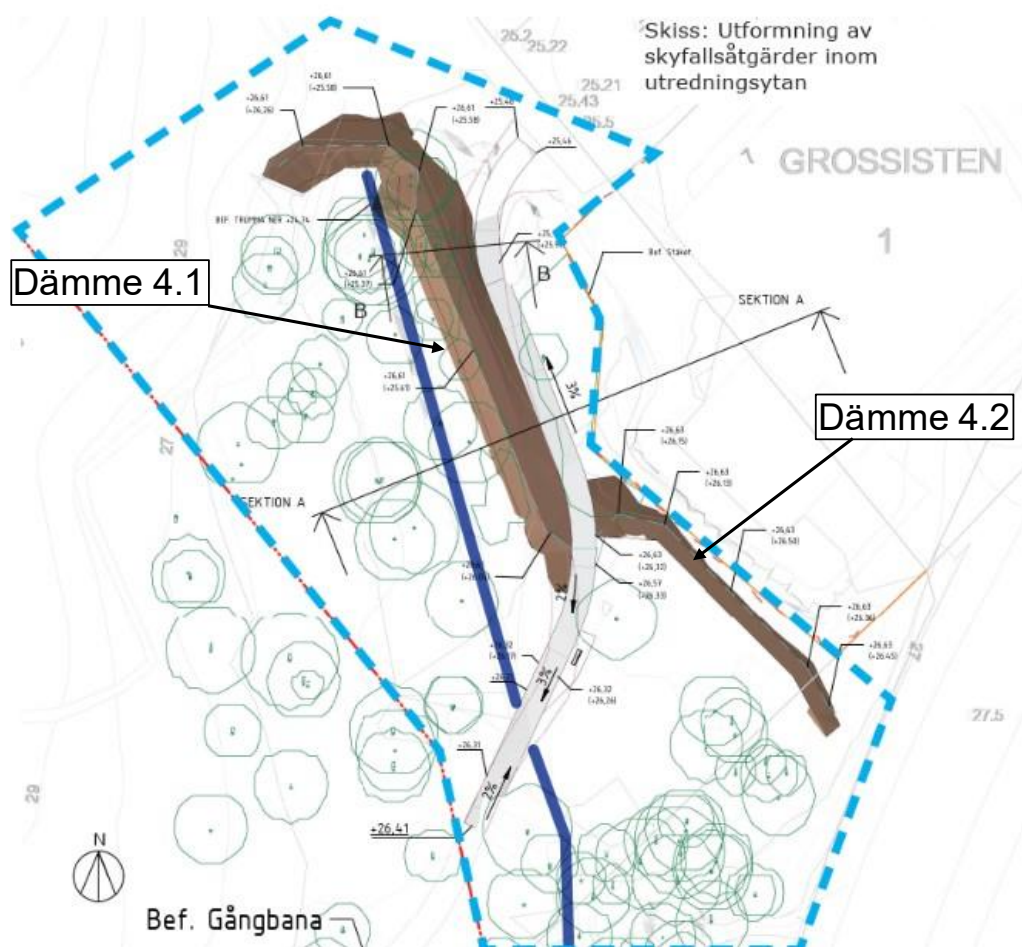
1. Föreslagen damm; norra skyfallsdammen
2. Omprojekterad gång- och cykelväg vid Dämme 4, se Figur 12.
3. Upphöjningar på mark vid Dämme 4 (uppdelat i Dämme 4.1 till +26,635 m och Dämme 4.2 till +26,623 m på grund av små skillnader i höjdsättning), se Figur 15.

En utförligare beskrivning kring Dämme 4 samt ny utformning av gång- och cykelväg beskrivs i Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån (PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån (Ramboll, 2026). Dämnena ska enligt Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån utformas som breda och låga vallar med flacka slänter.

Norra skyfallsdammen är utformad som en torrdamm och dämmenas lösningar utförs för att säkerställa att vatten inte blir stående bakom dämmena vid normala regnhändelser.

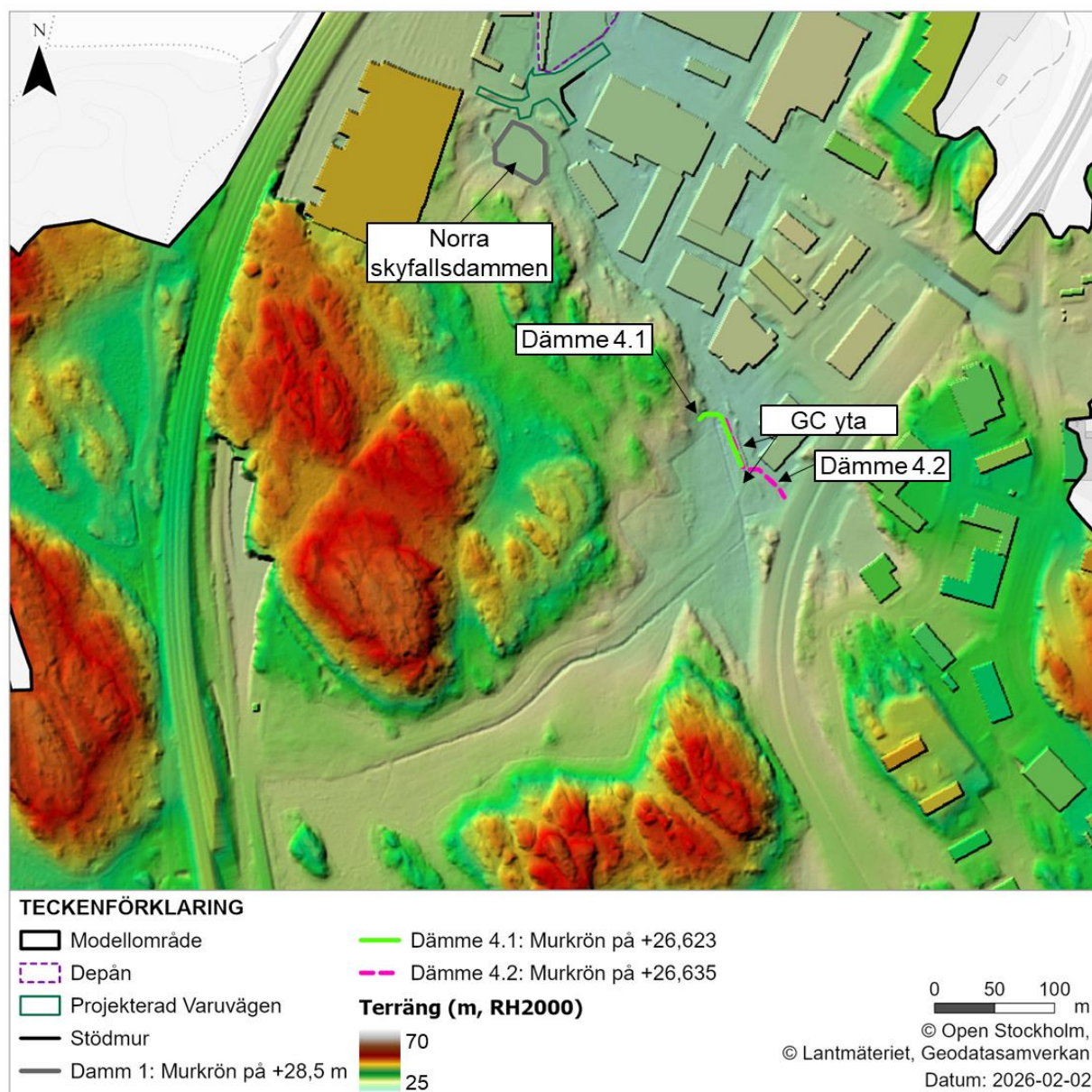
Höjdmodellen för framtida situation med åtgärder alternativ A inkluderar punkter 1–3 ovan samt Dämme 4 (Dämme 4.1 och Dämme 4.2). Dämme 4 ligger utanför reservatsgränsen vid södra entrén till reservatet. Detta förslag innebär ingen sänkning av marknivå utan vattnet däms genom att en vall anläggs och ändrat höjdläge på gång- och cykelvägen, se Dämme 4 ovan samt tillägg i modellen som beskrivs i kapitel 4.5. Förslaget på Dämme 4 visas i Figur 11. Det framtagna förslaget på dämme är schaktfritt för att minska antal träd som fälls eller ändra vardagliga vattenförhållanden i Ormkärrensbacken.

Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån är en förstudie med förslagsskisser benämnd PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån (Ramboll, 2026). I PM:et beskrivs utformningen och påverkan på landskapsbilden mer i detalj. I rapporten refereras förslaget till "Utformning av åtgärder för fördröjning av skyfall inom utredningsområdet". Försättningsvis benämns förslaget i föreliggande PM som alternativ A.



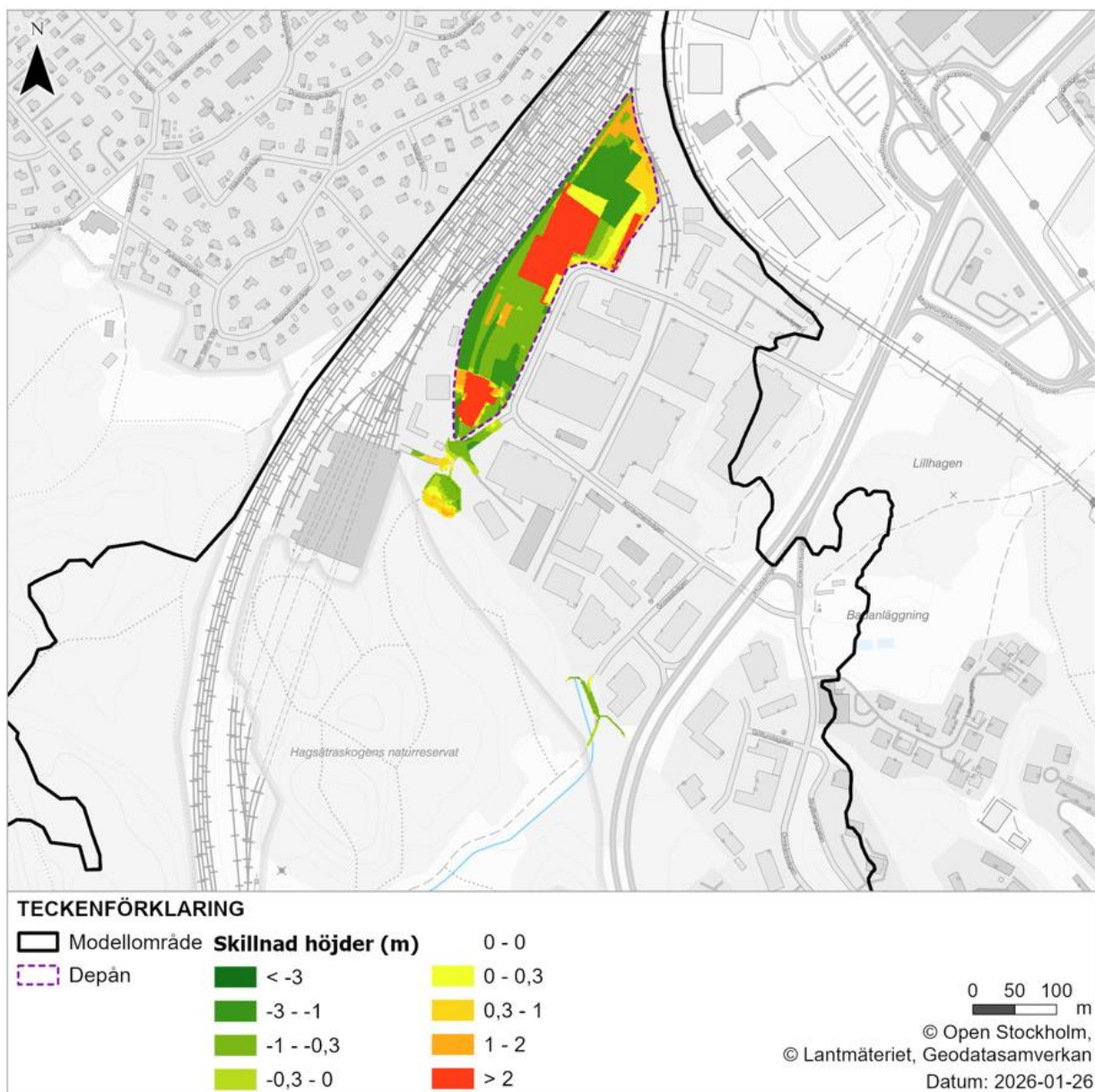
24

Figur 12 visar höjdmodellen för framtida situation med åtgärder som har använts i framtida situation med åtgärder alternativ A. Höjdmodellen inkluderar projekterad skyfallsdamm (norra skyfallsdammen) och omprojekterad gång och cykelväg vid Dämme 4. Norra skyfallsdammen fördröjer ca 750 m³ och Dämme 4 fördröjer ca 2200 m³.



Figur 12. Höjdmodell för framtida situation med höjdsättning från omprojektering 2025 samt det föreslagna dämmet utanför Hagsätraskogens naturreservat. Dämme 4 (Dämme 4.1 och Dämme 4.2) är inlagd med både upphöjningar på mark och tillägg i modellen.

Figur 13 visar skillnaden i markhöjder mellan befintlig och framtida höjdmodell med åtgärder.



Figur 13. Höjdskillnader mellan befintlig och framtida höjdmodell med åtgärder. Röd, orange och gul färg representerar en sänkning av marknivå, medan grön färg representerar en höjning av marknivå.

4.2.3.2 Framtida situation med åtgärder alternativ B

I framtida situation med åtgärder alternativ B kompletteras modellen med ett antal dämmen. Dämme 1–3 ligger inom Hagsätraskogens naturreservat och utförs genom tillägg i modellen som beskrivs i kapitel 4.5. Dämme 4 (Dämme 4.1 och Dämme 4.2) ligger vid den södra entrén, utanför reservatsgränsen. Detta förslag innebär ingen sänkning av marknivå utan vattnet däms genom att en vall anläggs och ändrat höjdläge på gång- och cykelvägen.

För att inte hindra normala flöden i Ormkärrsbäcken har även trummor genom dämmena inkluderats i modellen. Vid Dämme 1 finns i befintlig situation redan en trumma med en dimension om 1000 mm, se kapitel 2.4.2, varför motsvarande dimension även används genom Dämme 2 och Dämme 3. Dimensionen på trummorna genom Dämme 2 och Dämme 3 är endast antagen och en annan, mindre dimension skulle eventuellt kunna vara möjlig. Detta behöver dock utredas och säkerställas för att normala flöden inte ska hindras inom reservatet. Om Dämme 4 minskas eller tas bort för att fördröja mer eller allt vatten inom naturreservatet (Dämme 1–3) behöver det också säkerställas att vatten har hunnit rinna undan i lågpunkten Varuvägen/Konsumentvägen innan avtappning sker från dämmena inom reservatet. Vidare är

dämnena placerade vid de flacka delarna längs med GC-banan. De framtagna förslagen är schaktfria för att på så sätt minska antal fällda träd eller ändra vardagliga vattenförhållanden i Ormkärnsbäcken.

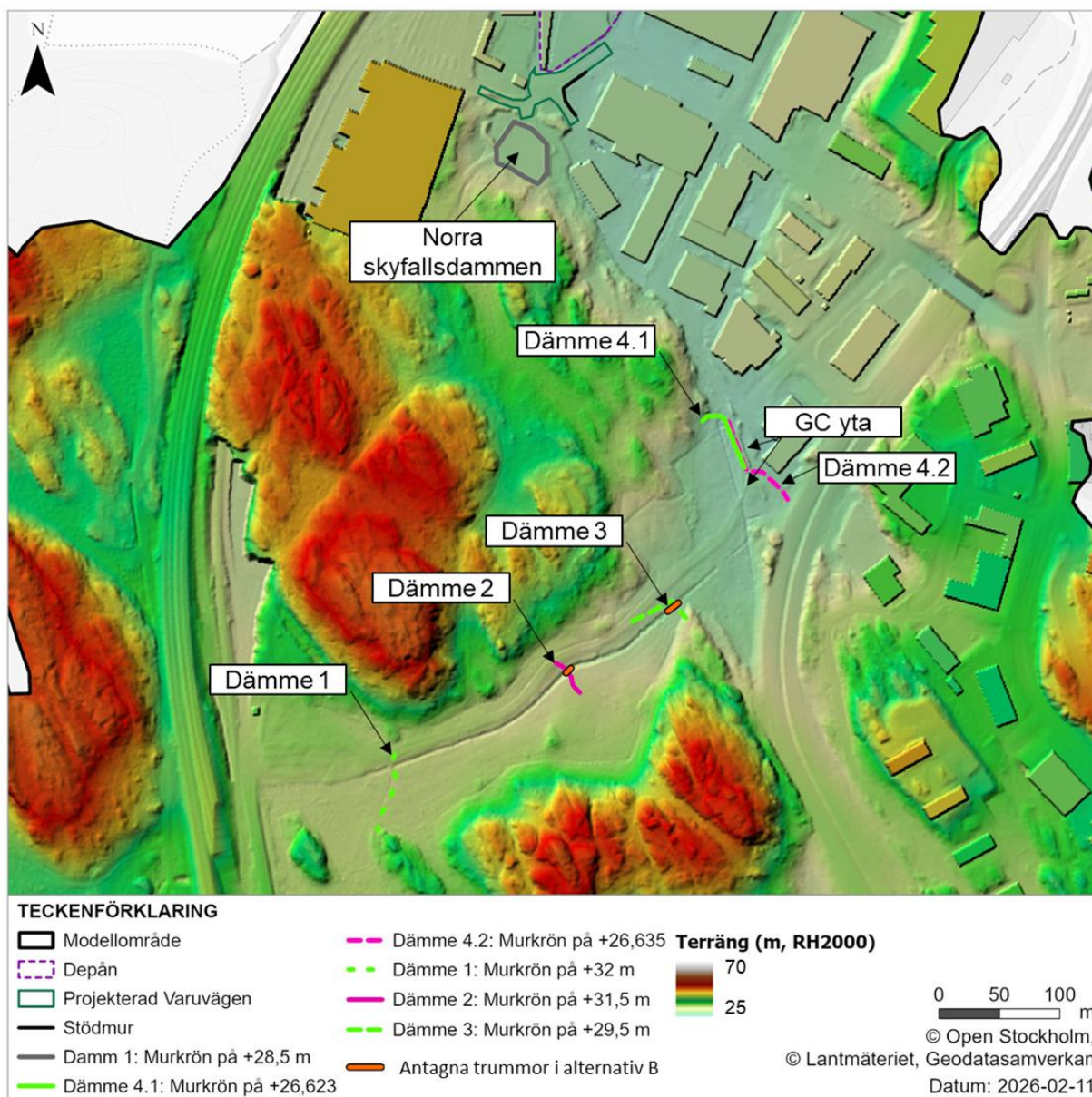
Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån är en förstudie med förslagsskisser (Ramboll, 2026). I PM:et beskrivs utformningen och påverkan på landskapsbilden mer i detalj. I rapporten refereras förslaget till ” Utformning av eventuella kompletterande åtgärder inom naturreservatet för fördröjning av skyfall”. Fortsättningsvis benämns förslaget i föreliggande PM som alternativ B. Figur 14 visar illustrationsplanen för föreslagna åtgärder vilka har använts för att uppdatera höjdmodellen.

Norra skyfallsdammen fördröjer ca 750 m³ och dämnena (Dämme 1, Dämme 2, Dämme 3 samt Dämme 4) fördröjer ca 2200 m³.



Figur 14. Illustrationsskiss över dämnena i föreslagen åtgärd alternativ B från PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån (Ramboll, 2026), se Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån. Volymerna som visas i skissen är inte framtagna med en hydraulisk modell och stämmer därför inte överens med de volymer som beräknats i skyfallsmodellen. Beräkningarna baseras enbart på totala schakt- och fyllnadsmängder samt volymberäkningar genererade i Civil 3D.

Figur 15 visar den framtida höjdmodellen med åtgärder alternativ B.



Figur 15. Höjdmodell för framtida situation med höjdsättning från omprojektering 2025 samt de föreslagna dämmerna i och utanför Hagsåtraskogens naturreservat. Dämmen 1–3 är inlagda som tillägg i modellen som beskrivs i kapitel 4.5. Dämme 4 (Dämme 4.1 och Dämme 4.2) är inlagd med både upphöjningar på mark och tillägg i modellen.

4.3 Regn

Vid detaljerade skyfallssimuleringar används ett typregn. Det beskriver regnets intensitet över tid när det inte finns uppmätta tidsserier att använda (MSB, 2023). Typregnet i skyfallsmodellen är ett CDS-regn (Chicago Design Storm) med skevhetsfaktor 0,5, som delar upp regnet i olika block med varierande intensitet. I början och slutet av regnet är intensiteten låg, och mitten av regnet är intensiteten hög. Regnet som använts i modellen är ett 100-årsregn med sex timmars varaktighet framtaget av SMHI som har delat upp Sverige i fyra olika regioner baserat på regnstatistik där Stockholm är beläget i den sydöstra delen (SMHI, 2017).

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar med ökad nederbörd har regnmängden multiplicerats med en klimatfaktor på 1,2 enligt FUT:s krav. Den totala nederbördsmängden för 100-årsregnet som används i simuleringen är 78,3 mm.

Känslighetsanalysen har använt samma typregn (CDS) och använder SMHI:s statistik både för 200- och 500-årsregnet. Klimatfaktor 1,2 har tillämpats även på dessa regn. De totala nederbördsmängderna för 200- och 500-årsregnet uppgår till 91,2 mm respektive 111,4 mm.

Simuleringen fortsätter i ytterligare två timmar efter att regnet har upphört. Detta för att möjliggöra att avrinning högt upp i avrinningsområdet når utredningsområdet, och därmed undvika en underskattning av översvämningsrisken. Därefter anses det inte vara rimligt att fortsätta simuleringen, eftersom det är ett instängt område och avtappning sker via dagvattennätet. Då det är en detaljerad och inte fördjupad analys inkluderas inte avtappningen i modellen.

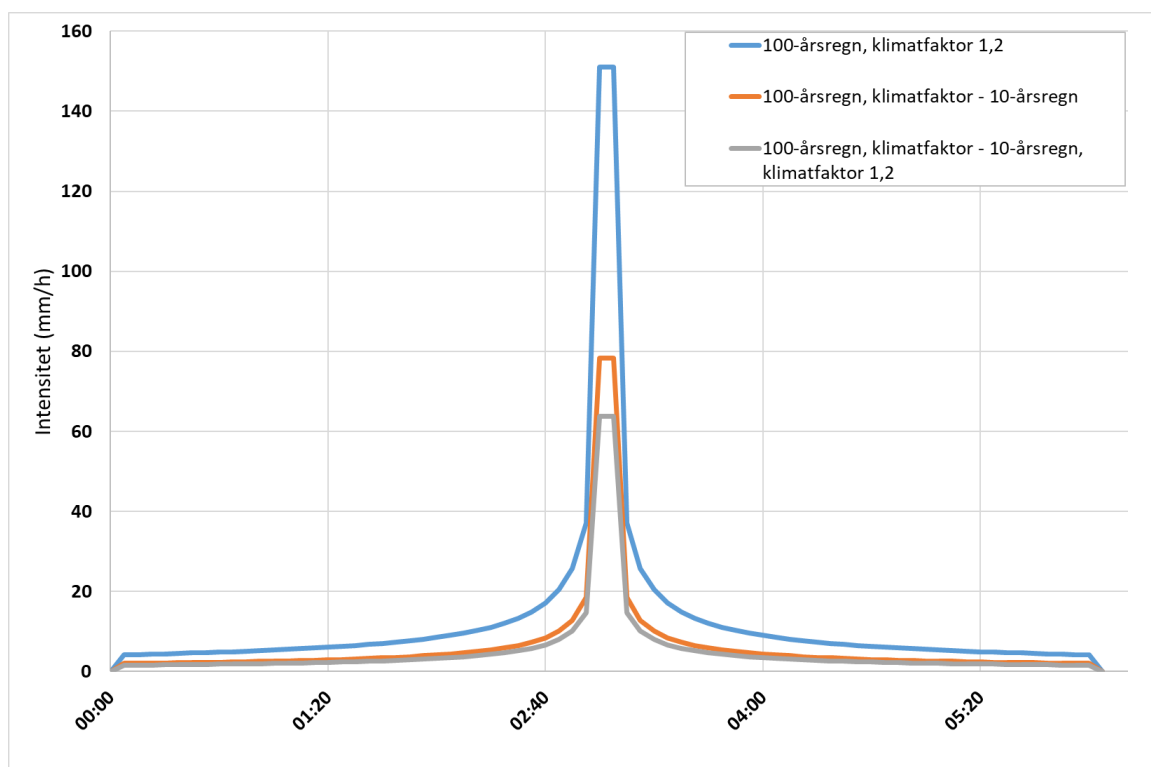
4.3.1 Avdrag dagvattenledningsnät

Dagvattenledningsnätets kapacitet inkluderas som ett avdrag på regnet på de hårdgjorda ytor som antas vara kopplade till dagvattennätet. I modellen har dagvattennätet delats upp i två områden; äldre ledningar utanför depån och nytt, projekterat, dagvattennät inom depån för framtida situation. Avdraget görs baserat på ledningarnas teoretiska kapacitet. De äldre ledningarna antas kunna hantera ett 10-årsregn utan klimatfaktor, medan de nya ledningarna inom depån är projekterade att omhänderta ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,2, dvs 20 % mer. SVOA tillåter inte en högre belastning än 10-årsregn utan klimatfaktor på dagvattennätet, varför resterande 20 % sker genom fördröjning inom depåns hårdgjorda delar (FUT, 2025).

Avdraget för ett 10-årsregn utan klimatfaktor motsvarar en nederbördsmängd på 39,3 mm. Det innebär att den nederbördsmängd som belastar skyfallsmodellen på hårdgjorda ytor vid ett 100-årsregn är 39 mm, vilket motsvarar 50 % av 100-årsregnet.

I den framtida modellen har ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,2 antagits som dagvattennätets kapacitet inom depån. Den nederbördsmängd som belastar skyfallsmodellen på hårdgjorda ytor inom depån i framtida situation vid ett 100-årsregn är 31,1 mm, vilket motsvarar 38 % av 100-årsregnet.

Figur 16 visar hur nederbörden varierar över hela regnförloppet vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2, samt avdrag som gjorts för ett 10-årsregn med och utan klimatfaktor.



Figur 16. Nederbördsintensitet (mm per timme) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 samt vid avdrag beroende på dagvattennätets kapacitet (10-årsregn med och utan klimatfaktor).

För 200- och 500-årsregnet görs samma avdrag för det äldre dagvattennätet (10-årsregn utan klimatfaktor). Det innebär att den nederbördsmängd som belastar skyfallsmodellen på hårdgjorda ytor vid ett 200-årsregn är 51,9 mm (91,2 mm – 39,3 mm vilket motsvarar 57 % av 200-årsregnet. Vid ett 500-årsregn belastade hårdgjorda ytorna med 72,1 mm (111,4 mm – 39,3 mm = 72,1 mm), motsvarande 65 % av 500-årsregnet.

I den framtida modellen har ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,2 antagits som dagvattennätets kapacitet inom depån. Den nederbördsmängd som belastar skyfallsmodellen på hårdgjorda ytor inom depån vid ett 200-årsregn i framtida situation är 44 mm (91,2 mm – 47,2 mm = 44 mm), vilket ger 48 procent av 200-årsregnet. Vid ett 500-årsregn belastar skyfallsmodellen de hårdgjorda ytorna inom depån med 64,2 mm (111,4 mm – 47,2 mm = 64,2 mm), motsvarande 58 procent av 500-årsregnet.

4.4 Markdata

Markdata är den information som används för att beskriva hur vattnet rör sig genom marken (infiltration) samt hur vattnet rör sig över markytan beroende på strömningsmotstånd (markens råhet).

Stockholms stads modell från 2024 har använt följande underlag i prioritetsordning (högst till lägst) för att beskriva dessa parametrar:

- 1 **Stockholms stads underlag för kommunala gator (Skötselytor) samt parker och torg (Parkdata).** Underlaget innehåller högdetaljerade polygoner för kommunala gators utbredning samt typer av beläggningar, planteringar och gräsytor i parker och torg.
- 2 **SCALGO Live's marktäckedata (Land Cover).** Endast kategorier för asfalterade vägar (Paved road) och berg i dagen (Bare rock) har använts. Berg i dagen underskattas oftast i denna kartering och har därmed buffrats med 7,5 meters radie.

- 3 **Kommunikationslinjer från Lantmäteriets Topografi 10.** Linjer för vägar och rälstrafik har buffrats beroende på deras kategori.
- 4 **Markanvändning från Lantmäteriets Topografi 10.**

4.4.1 Infiltration

Det vatten som infiltrerar i marken beskrivs med hjälp av en infiltrationsmodul, som är en förenklad representation av de naturliga processerna. Modulen använder följande parametrar:

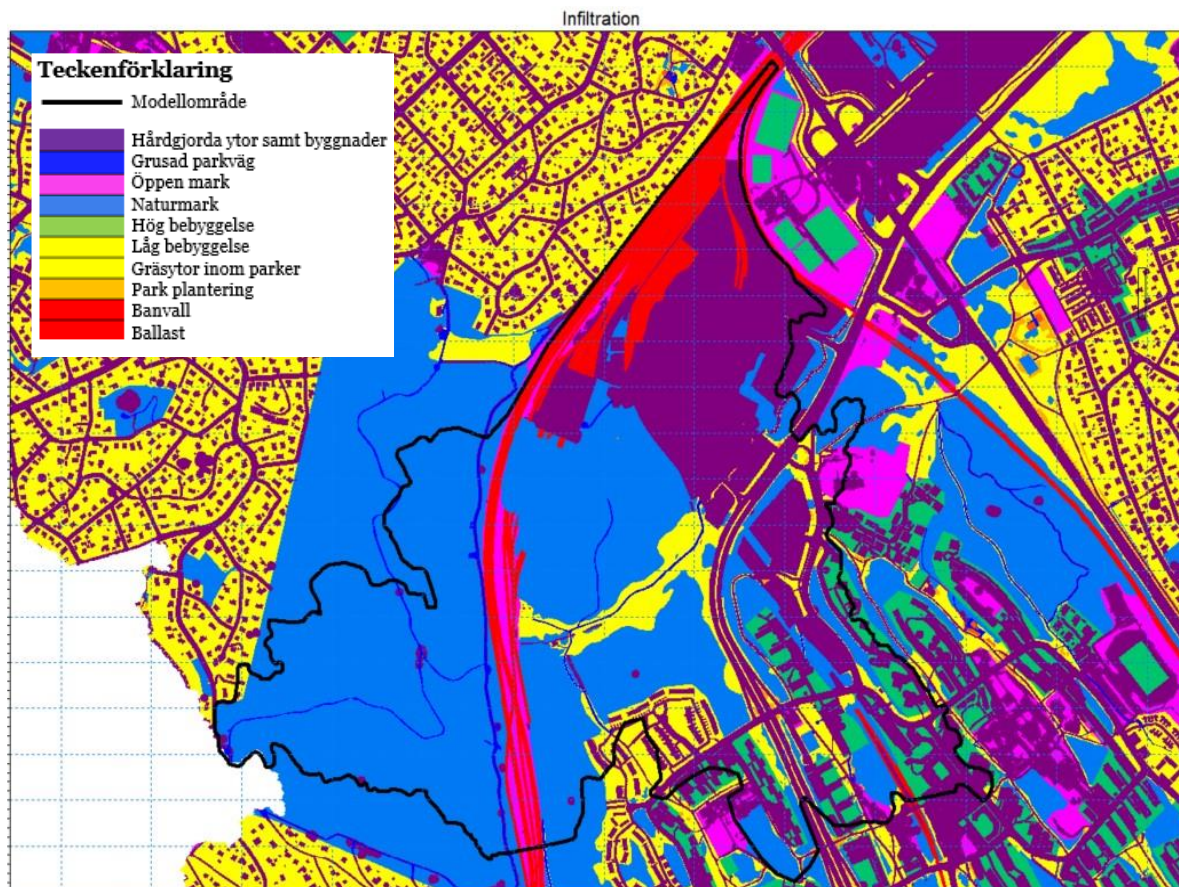
- Infiltrationshastighet (m^3/h): Hastigheten som vatten kan tränga ner i marken.
- Infiltrationszonens mäktighet (m): Djupet av den del av marken där infiltration sker.
- Effektiv porositet (%): Andelen av infiltrationszonen som består av porer som kan fyllas med vatten.
- Initial vattenhalt (%): Mängden vatten i marken vid simuleringens start.
- Läckagehastighet (m^3/h): Den hastighet som vatten läcker ut från infiltrationszonen.

Tabell 4 redovisar de kategorier av markanvändning med respektive infiltrationsparametrar som ingår i modellområdet och Figur 17 visualiserar deras utbredning. Den initiala vattenhalten är satt till 0 % för samtliga kategorier.

Tabell 4. Ansatta infiltrationsparametrar för respektive markanvändning inom modellområdet.

Kategori	Infiltrationshastighet mm/h	Infiltrationszonens mäktighet (m)	Porositet (%)
Hårdgjorda ytor samt byggnader	0	0,3*	0
Grusad parkväg	26	0,3	15
Öppen mark	30	0,3	15
Naturmark	36	0,3	15
Hög bebyggelse	50	0,3	13
Låg bebyggelse	100	0,3	12
Gräsytor inom parker	100	0,3	20
Park plantering	150	0,3	25
Banvall	7000	1	25
Ballast	7000	0,5	30

* Mäktighet är inte relevant eftersom infiltrationen är 0 mm/h.



Figur 17. Markanvändning i modellområdet.

Infiltration är enbart möjlig på ytor som inte är hårdgjorda eller permanent vattenfyllda. Markens förmåga att magasinera vatten definieras av infiltrationszonens mäktighet, effektiv porositet och initial vattenhalt vid simuleringsstart. Infiltrationszonen fylls med vatten med en konstant hastighet som beroende på olika beläggningar, typ av grönska eller markanvändning ansätts med olika djup. Samtidigt töms infiltrationszonen med en konstant läckagehastighet som beror på underliggande jordarter, se Tabell 5. Det är viktigt att notera att samtliga infiltrationsparametrar är förenklade och innehåller osäkerheter och generaliseringar.

Tabell 5. Läckagehastigheter för olika jordarter inom modellområdet.

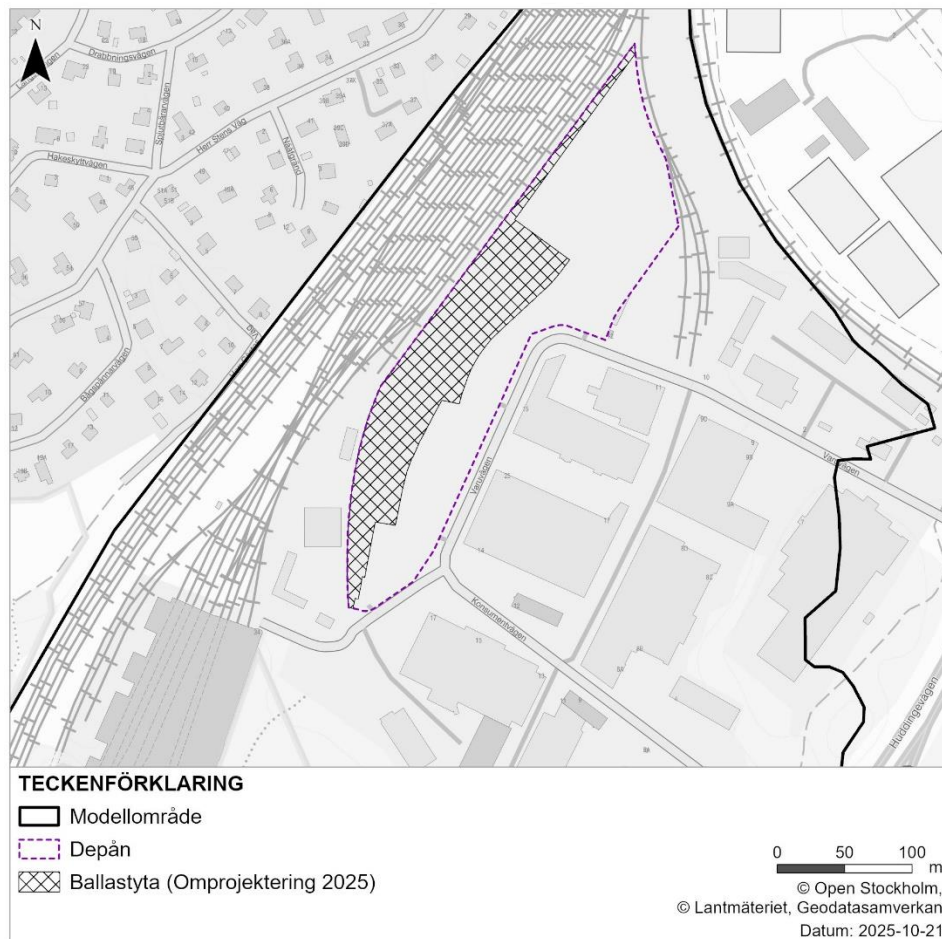
Jordart	Läckagehastighet, mm/h
Berg/Torv/Gyttja	0
Lera	0,0036
Silt	0,036
Morän	0,36
Fyllning	20

4.4.1.1 Ballast

Omkring 12 600 m² av depån kommer att bestå av ballast som tack vare sin porositet och sitt djup kan bidra till att magasinera upp till 2 100 m³ vatten. Det är dock viktigt att notera att modellen inte kan beräkna horisontella vattenrörelser. Denna begränsning skapar en osäkerhet i resultaten, eftersom vattennivån i ballasten i verkligheten kan vara högre än vad modellen visar. Inget avdrag

för regnet är gjort för ytan täckt med ballast. Figur 18 visar det område som kommer utgöras av ballast inom depån. Resterande ytor kommer att hårdgöras.

Under markytan kommer ett ogenomsläppligt material att anläggas för att förhindra flöde under marken, mellan ballast och tråg. Detta för att vatten inte ska tillåtas leta sig ner i tråget via ballasten.



Figur 18. Ytan som kommer utgöras av ballast inom depån.

4.4.2 Markens strömningsmotstånd

Markens råhet, eller strömningsmotstånd, spelar en viktig roll för hur vatten rör sig genom landskapet. Olika typer av ytor har olika strömningsmotstånd; till exempel har åkrar och skog högre strömningsmotstånd än asfalterade ytor. För att beskriva markens strömningsmotstånd i skyfallsmodeller används parametern Mannings tal. Genom att analysera markanvändningen kan man tilldela olika värden på Mannings tal för olika områden. Tabell 6 redovisar de värden för Mannings (M) som används inom modellområdet. Värdena för strömningsmotstånd kommer från Trafikkontoret (se avsnitt 2.4.1) och har modifierats för den framtida situationen inom depån där markanvändningen har förändrats jämfört med befintlig situation.

Tabell 6. Ansatta värden för att beskriva markens strömningsmotstånd inom modellområdet.

Kategorier	Manning (M)
Skog/Naturområde	5
Järnväg/ballast	6

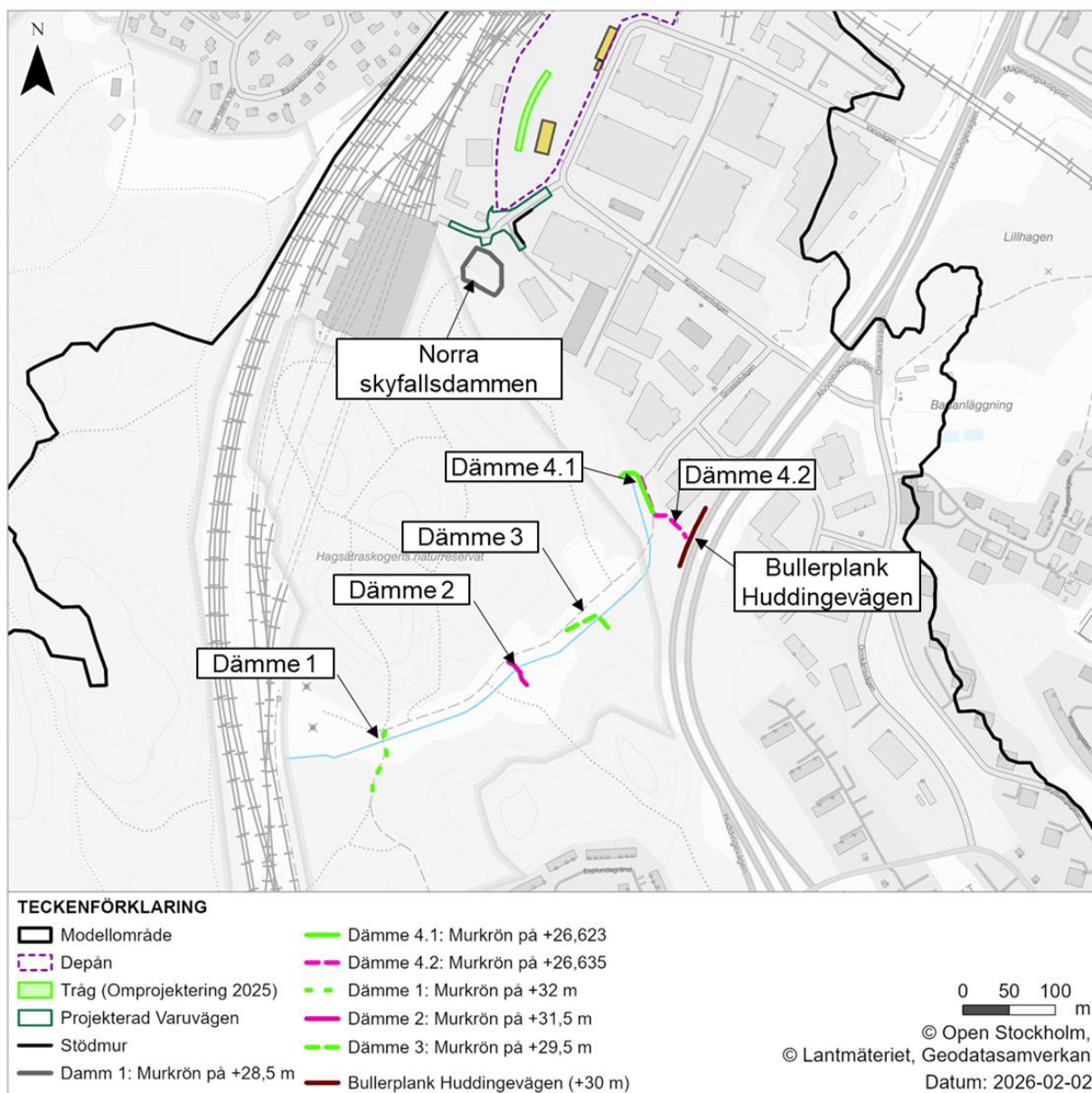
Kategorier	Manning (M)
Gräsytor	10-20
Hög bebyggelse	25
Öppen mark	25
Låg bebyggelse	30
Tak	30
Sluten bebyggelse/gång och cykelväg	40
Industri- och handelsbebyggelse	50
Vägar	50
Sjö/vatten	70

4.5 Förenklingar och andra tillägg i modellen

Eftersom höjdmodellens upplösning är 1 m kan mindre strukturer, såsom både kantsten och murar, missas i modellen. Det är dock möjligt att manuellt komplettera modellen med dessa strukturer där de bedöms som viktiga. Modellen har därför kompletterats med strukturer beskriva i Tabell 7. Se Figur 19 placering av samtliga tillagda strukturer i modellområdet.

Tabell 7. Beskrivning samt höjder på de inlagda strukturerna i olika scenarion.

Struktur	Beskrivning i Mike	Scenario	Plushöjd (Rh2000)
Stödmur längs med den nyprojekterade delen av Varuvägen	2D dike	Samtliga framtida scenario	+26,1 – 27,0 m
Kantsten vid Damm 1	2D dike	Framtid med åtgärder alternativ B och alternativ A	+28,5 m
Dämme 1	2D dike	Framtid med åtgärder alternativ B	+32 m
Dämme 2	2D dike	Framtid med åtgärder alternativ B	+31,5 m
Dämme 3	2D dike	Framtid med åtgärder alternativ B	+29,5 m
Dämme 4.1	2D dike	Framtid med åtgärder alternativ B och alternativ A	++26,635 m
Dämme 4.2	2D dike	Framtid med åtgärder alternativ B och alternativ A	+26,623 m
Bullerplank längs med Huddingevägen.	2D dike	Samtliga scenarion	+30 m



Figur 19. Tillägg och strukturer i modellen i framtida situation och framtida situation med åtgärder alternativ B och 3.

Ytterligare tillägg i modellen gäller det projekterade tråget. Tråget kommer att överdäckas vilket i modellen representeras genom att marken vid tråget höjts med 2 m och har en lutning från mitten av tråget till slänterna på ca 1:2,5. För att säkerställa att inget vatten når tråget har en fiktiv ledning kompletterat modellen med bredd som motsvarar 6 m enligt *omprojektering 2025*. Eventuella flöden in i den fiktiva ledningen som beskriver tråget beräknas av modellen.

4.6 Osäkerheter i modellen

Dagvattennätets kapacitet är en osäkerhet i alla hydrodynamiska modeller. I aktuell modell har ett avdrag gjorts på regnet, motsvarande det regn dagvattennätet teoretiskt förväntas kunna avleda. Enligt VA-huvudmannens (SVOA) kan det befintliga dagvattensystemet i befintlig situation inte hantera ett 10-årsregn utan att orsaka marköversvämningar. Eftersom ingen annan återkomsttid har delgivits samt att det är VA-huvudmannens ansvar att kunna hantera ett 10-årsregn antas därför att dagvattensystemet kan hantera ett 10-årsregn i samtliga scenarier. Om dagvattennätets kapacitet överskattas, kan modellen underskatta översvämningensrisken, vilket skulle resultera i att

mer vatten samlas inom depån än vad simuleringen visar. Samtidigt finns det osäkerheter som skulle kunna leda till att översvämningssituationen överskattas. En sådan osäkerhet är trumman som leder Ormkärresbäcken till dagvattennätet.

Enligt SVOA är lutningen av den 400 mm breda trumman 12 promille, men då den inte är inmätt så är underlaget mycket osäkert. För att resonera kring trummans kapacitet redovisas exempel på bortledning vid låg (2 promille) och högre lutning (12 promille). Då trumman är äldre antas friktionen inne i trumman vara hög, vilket ger ett råhetstal på 1 mm ($k = 1,0$ mm). Vattenföringen blir därmed ca 100 l/s vid en lutning på 2 promille vilket är omkring 350 m³ på en timme. Med en lutning på 12 promille blir vattenföringen 240 l/s vilket motsvarar 875 m³ på en timme (Svenskt Vatten, 2016). Den beräknade teoretiska avtappningen från trumman (350–875 m³ per timme) är därmed inget som tillgodoses i nuvarande modell.

Älvsjö industriområde delar ledningsnät med stora omkringliggande områden. Resultat från pågående utredning i närområdet norr om industriområdet indikerar att trycknivåerna i ledningsnätet uppgår till ca +23,9 m i samband med skyfall, vilket är ca 1 m lägre än lägsta marknivå inom industriområdet (+24,9 m), vilket indikerar att trycknivå inte når markytan inom Älvsjö industriområde och att dagvattennätet därmed har kapacitet att omhänderta ytterligare nederbörd.

Det finns som tidigare nämnts flera osäkerheter relaterade till hydrodynamisk modellering. I föreliggande utredning är områdets lågpunktskaraktär en viktig aspekt, och därmed är nämnda osäkerheter främst relaterade till ledningsnätets kapacitet. En viktning av samtliga osäkerheter och deras absoluta påverkan på översvämningssrisken är svår att göra, men utifrån ovanstående parametrar och resonemang görs bedömningen att resultatet som presenteras i föreliggande rapport kan betraktas som tillförlitliga.

5 Resultat

I detta kapitel redovisas resultaten från skyfallskarteringen av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 för följande scenarier:

- 1 Befintlig situation
- 2 Framtida situation utan åtgärder
- 3 Framtida situation med åtgärder alternativ A

Skyfallslösningar som inkluderar norra skyfallsdammen med fördröjningskapacitet på 750 m³ samt ett dämme utanför Hagsätraskogens naturreservat, se avsnitt 4.2.3.1.

- 4 Framtida situation med åtgärder alternativ B

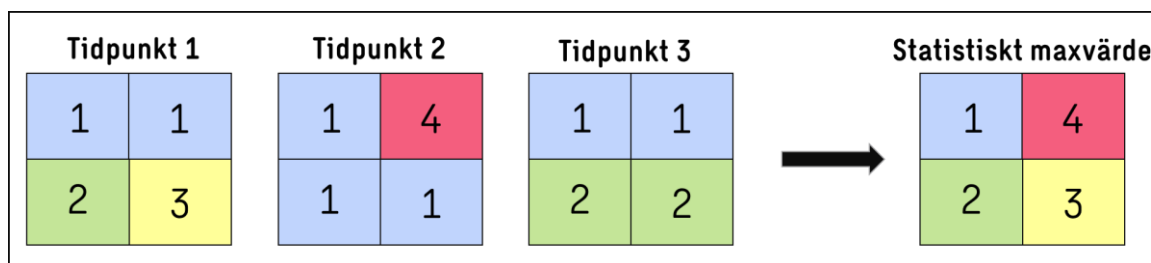
Skyfallslösningar som inkluderar norra skyfallsdammen med fördröjningskapacitet på 750 m³ samt fyra dämmen både i och utanför Hagsätraskogens naturreservat, se avsnitt 4.2.3.2.

Utöver 100-årsregnet redovisas även känslighetsanalysen som utförts med ett 200- och 500-årsregn med klimatfaktor 1,2 för befintlig situation, samt framtida situation med åtgärder alternativ B och alternativ A.

5.1 Tolkning av modellresultat

Skyfallskarteringen ger information om flöden och vattendjup längs avrinningsstråk och vattenansamlingar i lågpunkter, och hur dessa varierar i tid.

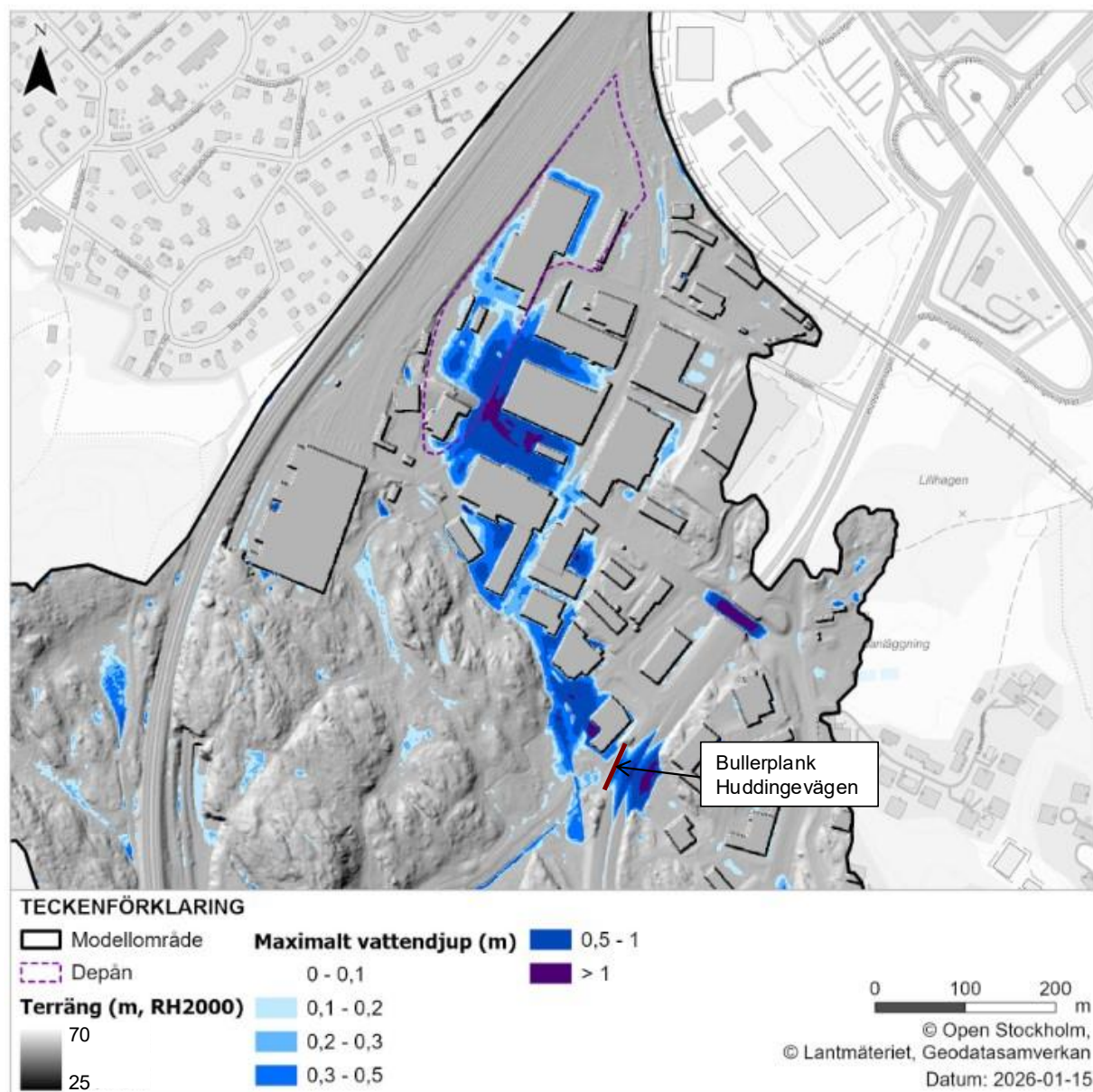
Under skyfallsmodellens beräkningsperiod uppstår naturligt olika stora vattendjup vid olika tillfällen. Det resultat som beskriver maximalt vattendjup avser statistiskt maximalt vattendjup under hela beräkningsperioden. Detta betyder att resultatet visar en sammanslagning av de maximala vattendjup som uppstår i alla individuella beräkningspunkter, oavsett tidpunkt. Det är alltså inte en ögonblicksbild utan en statistisk analys av vattendjupet under hela simuleringsperioden. Precis som för resultatet som beskriver maximalt vattendjup, avser resultatet som beskriver maximalt flöde det statistiskt maximala flödet som uppstår. Maximalt flöde visar de dominerande rinnvägarna. Principen visualiseras schematiskt i Figur 20. För att förenkla visualiseringen av översvämningsrisk har alla vattendjup som understiger 0,1 m filtrerats bort från kartorna som visar maximalt vattendjup.



Figur 20. Visualisering över hur statistiskt maximalt vattendjup/maximalt flöde beräknas.

5.2 Befintlig situation

Maximalt vattendjup och flöde för befintlig situation redovisas i Figur 21 respektive Figur 22. Vid simulerat 100-årsregn ansamlas stora mängder vatten i den instängda lågpunkten. Den maximala vattennivån i lågpunkten vid Varuvägen/Konsumentvägen uppgår till strax över +26,0 m med ett maximalt vattendjup om ca 1,2 m.

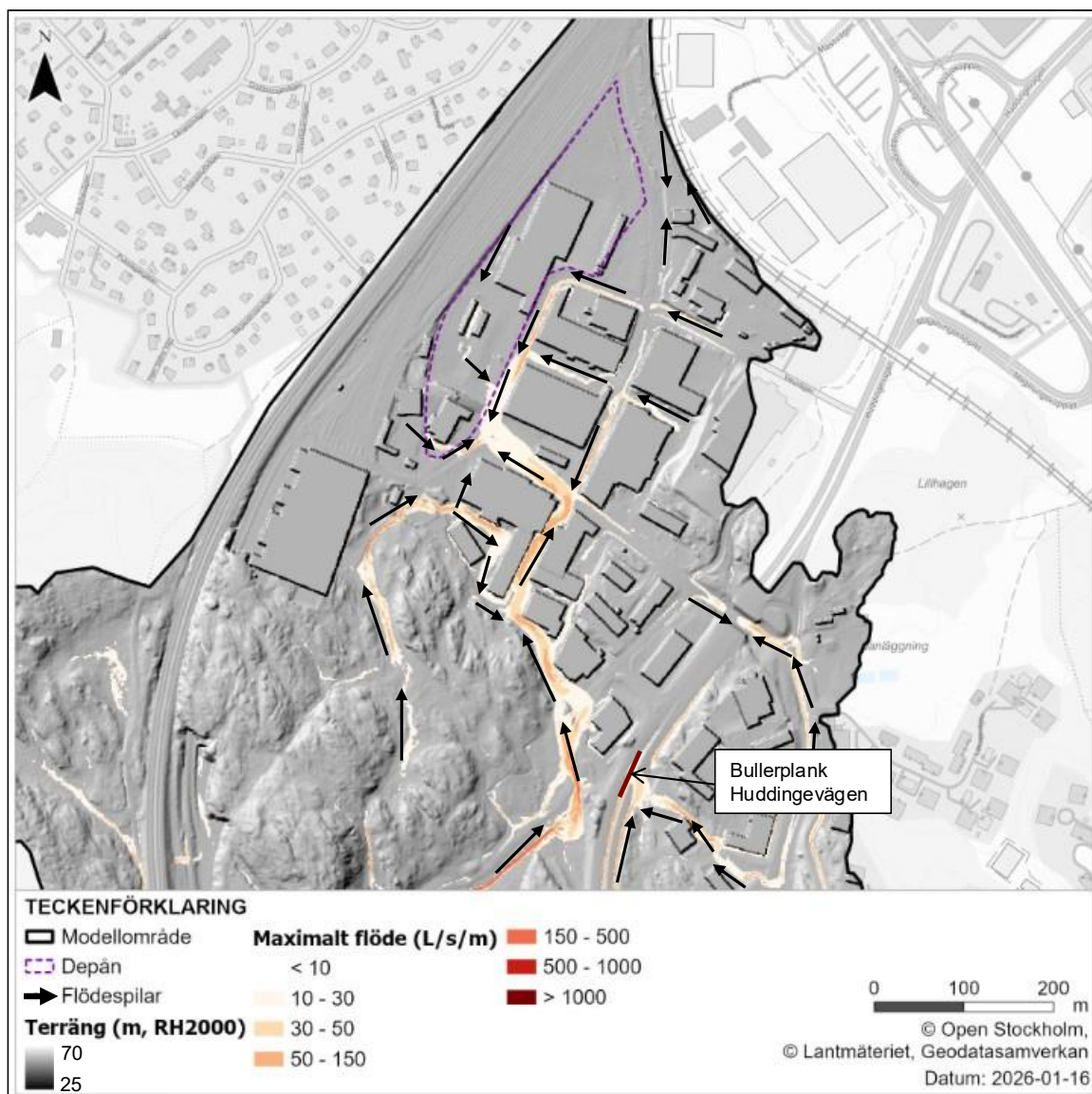


Figur 21. Maximalt vattendjup (m) vid depån för simulerat 100-årsregn i befintlig situation.

Figur 22 visar de större flödesvägar som uppstår vid simulerat 100-årsregn. Pilarna i figuren indikerar att avrinning sker från flera riktningar: dels från Hagsåtraskogens naturreservat i väster och i söder, dels från östra delen av industriområdet samt en mindre del från spårområdet i norr och i väst som rinner genom det framtida området för depån. Inom depån lutar marken från norr till söder/sydöst, och några mindre flödesvägar uppstår här. Generellt flödar vattnet i avrinningsområdet mot den instängda lågpunkten kring Varuvägen/Konsumentvägen.

Inom området där den planerade depån föreslås flödar vatten från norra delen, vidare väster om padelhallen och sedan vidare söderut mot lågpunkten i Varuvägen/Konsumentvägen. Utanför

området för den framtida depån rinner vatten från Trafikverkets spår i norr, vidare västerut på Varuvägen och sedan söderut mot lågpunkten i Varuvägen/Konsumentvägen.

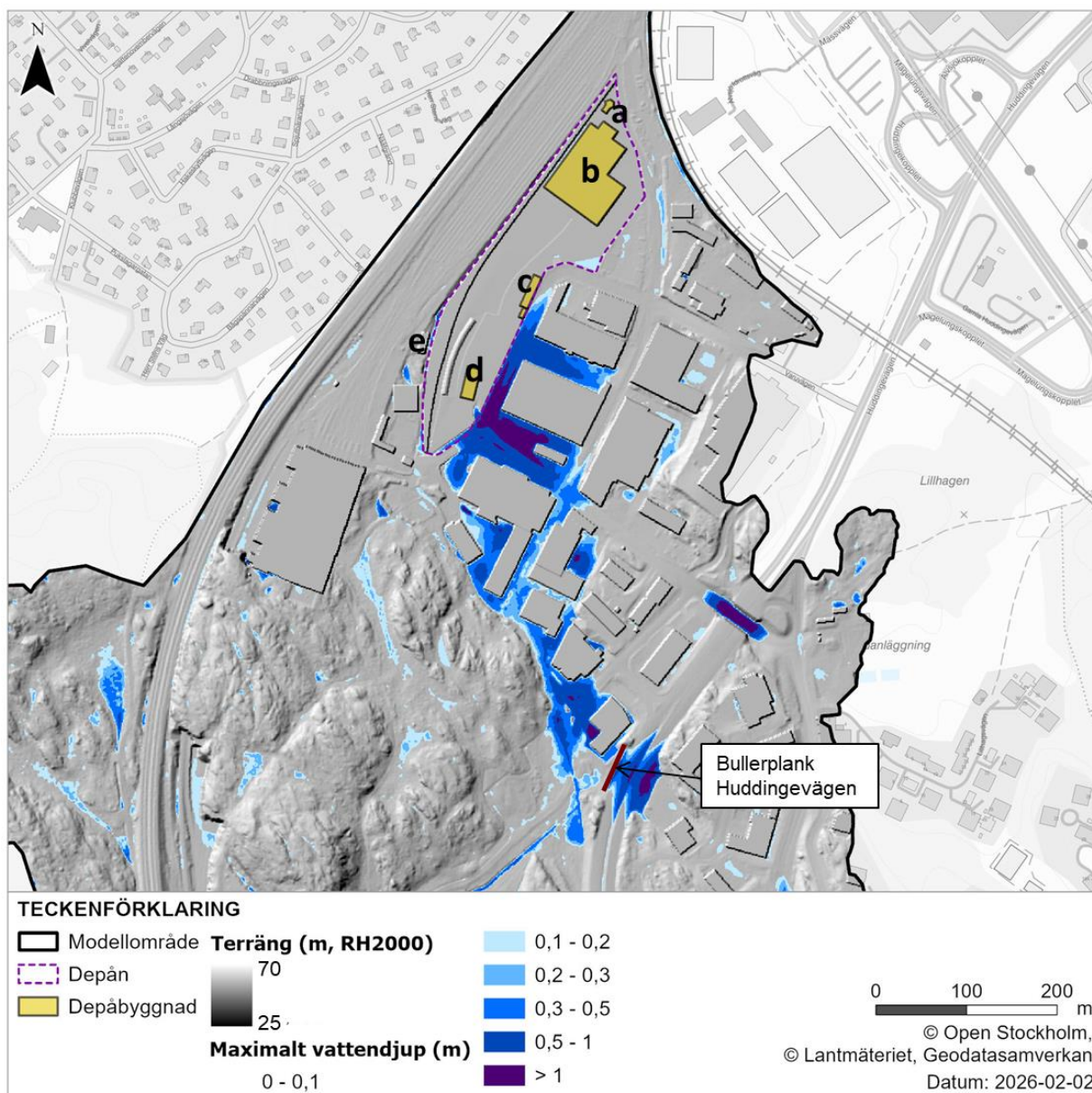


Figur 22. Maximalt flöde (l/m/s) vid depån för simulerat 100-årsregn i befintlig situation.

5.3 Framtida situation utan åtgärder

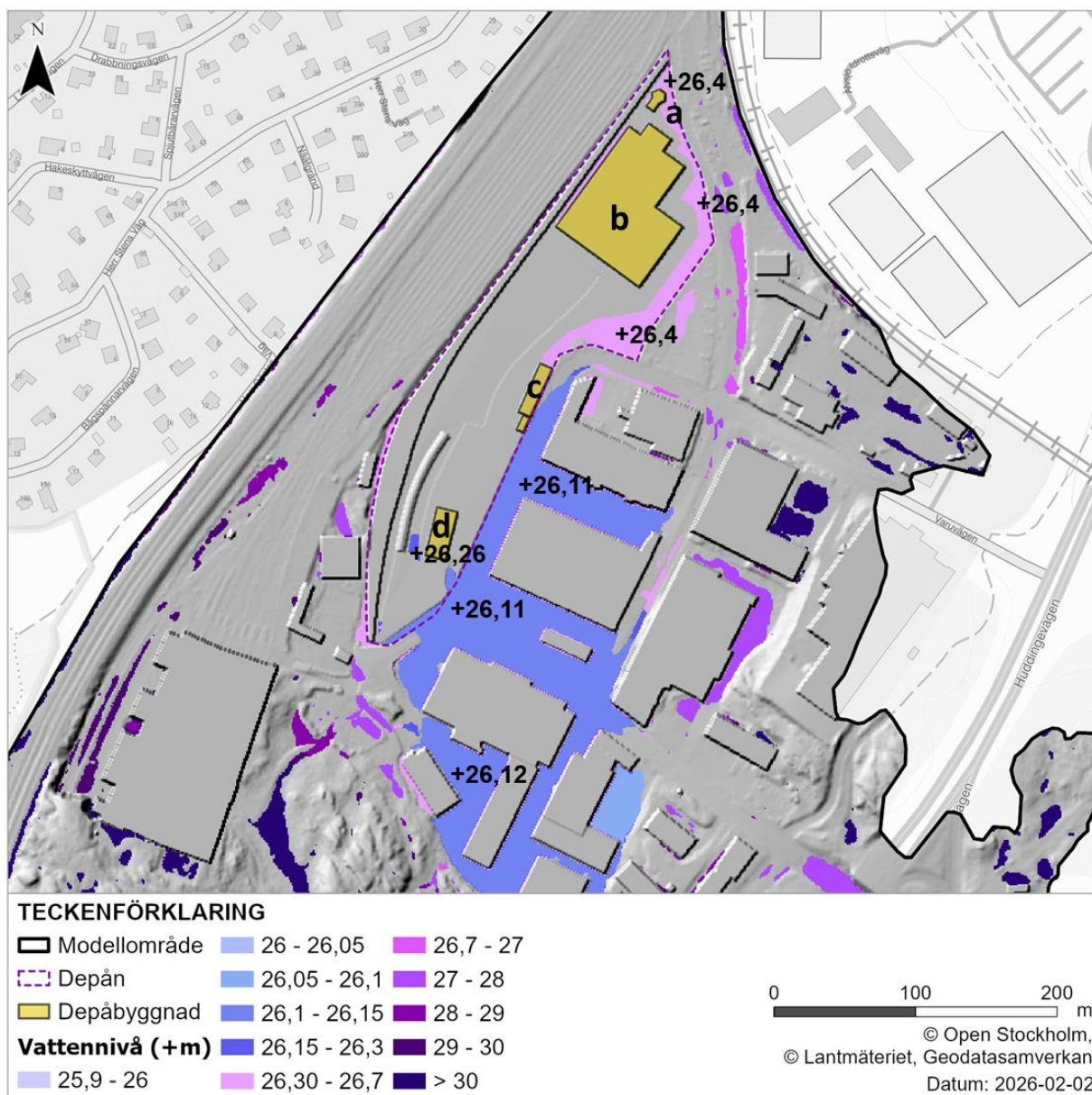
Figur 23 visar maximalt vattendjup vid simulerat 100-årsregn för framtida situation utan åtgärder. Figuren visar djup över 0,1 m varför ansamlingar inom depån inte är synliga i karta. Inom depån ansamlas någon centimeter vatten på de hårdgjorda ytorna i norra delen vid sprinklercisternen a), depåbyggnad b) och teknikbyggnaderna c). Den maximala vattennivån i lågpunkten vid Varuvägen/Konsumentvägen uppgår till strax över +26,1 m med ett maximalt vattendjup om ca 1,3 m.

Utanför depån, precis i gränsen mot pendeltågspåret, ansamlas ca 0,4 m vatten vid östra sidan av byggnad (e), som inte ansamlas i befintlig situation. Vattenansamlingen runt byggnaden anses kunna förhindras med en modifierad höjdsättning. Trafikförvaltningen, region Stockholm (TF), som är fastighetsägare är informerade. Fortsatt hantering sker i detaljprojekteringen.



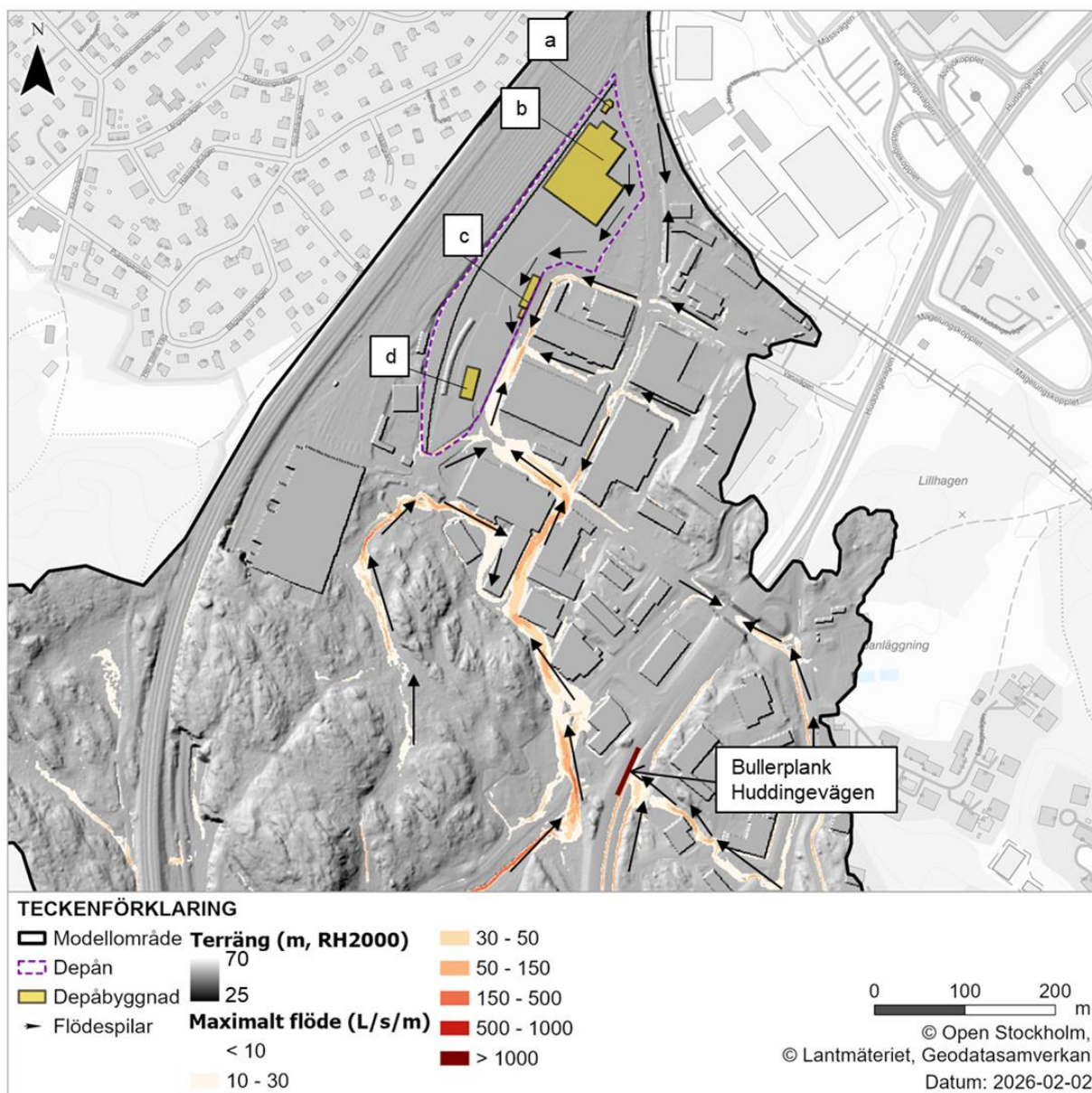
Figur 23. Maximalt vattendjup (m) vid depån för simulerat 100-årsregn i framtida situation utan åtgärder. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon. Byggnad utanför depån redovisas med bokstav: e).

Figur 24 visar den maximala vattennivån i Älvsjö industriområde. I lågpunkten vid Varuvägen uppgår vattennivån till strax över +26,1 m och är en ökning med 11 cm jämfört med befintlig situation. Här visualiseras även de ansamlingar som uppstår inom depån.



Figur 24. Maximal vattennivå (+m, RH2000) vid depån för simulerat 100-årsregn i framtida situation utan åtgärder. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Figur 25 visar det maximala flödet vid ett simulerat 100-årsregn. Flödet till depån är detsamma som i befintlig situation, den största avrinningen sker både från industriområdet i öst samt naturområdena i söder. Det vatten som ansamlas på de hårdgjorda ytorna av depån rinner vidare söderut mot Varuvägen. Flödesvägen rinner från norra delen av området, mot söder, förbi byggnad c och vidare ut till Varuvägen, se Figur 25.

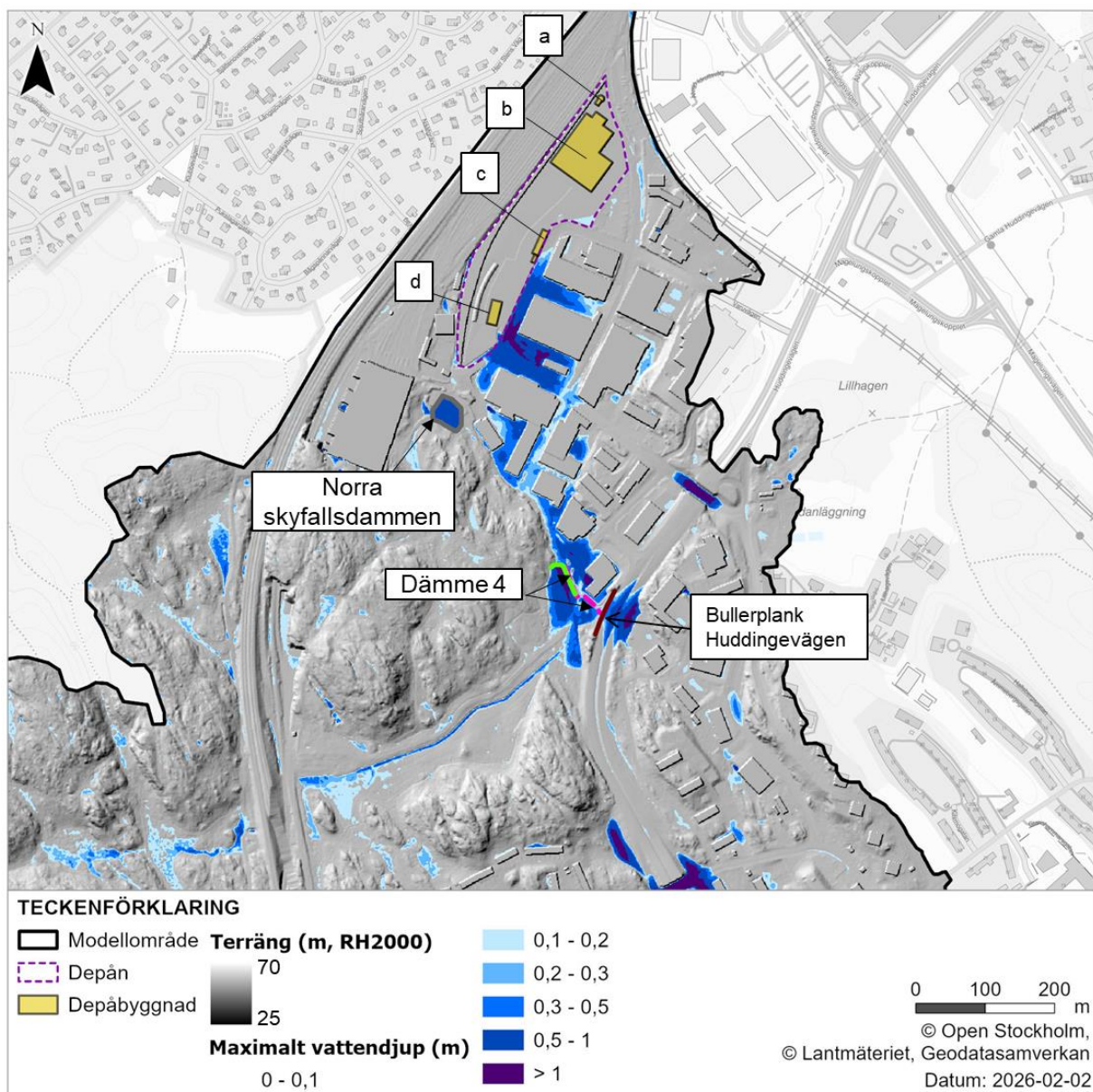


Figur 25. Maximalt flöde (l/s/m) vid simulerat 100-årsregn i framtida situation utan åtgärder. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

5.4 Framtida situation med åtgärder alternativ A

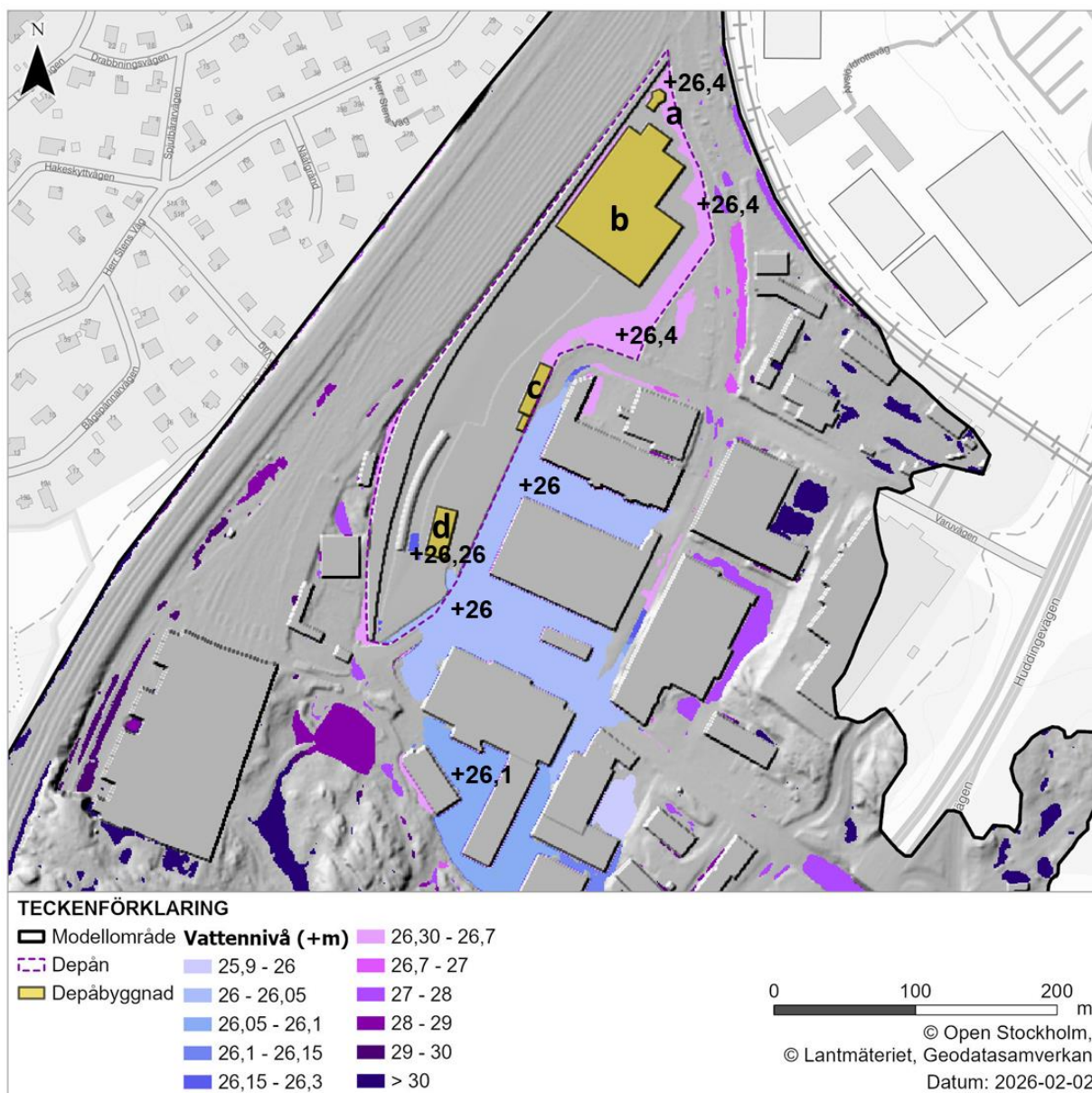
Följande alternativ inkluderar norra skyfallsdammen som kan fördröja ca 750 m³ samt Dämme 4 vid entrén till Hagsätraskogens naturreservat som fördröjer ca 2200 m³. En utförlig beskrivning av det föreslagna dämnet redovisas i Bilaga 3.

Figur 26 visar maximalt vattendjup som uppstår under simulerat 100-årsregn för framtida situation inklusive åtgärder alternativ A. Den maximala vattennivån i lågpunkten vid Varuvägen/Konsumentvägen uppgår till +26,0 m med ett maximalt vattendjup om ca 1,2 m vilket är samma resultat som för befintlig situation.



Figur 26. Maximalt vattendjup (m) vid depån för simulerat 100-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ A. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Precis som i framtida scenariot utan åtgärder ansamlas vid ett 100-årsregn någon centimeter vatten på depåns hårdgjorda ytor i norra delen vid sprinklercisternen a), depåbyggnad b) och teknikbyggnaderna c). Det maximala vattendjupet i ansamlingen uppgår till +26,4 m, se Figur 27. Vattennivån behöver tas i beaktning vid fortsatt detaljprojektering.

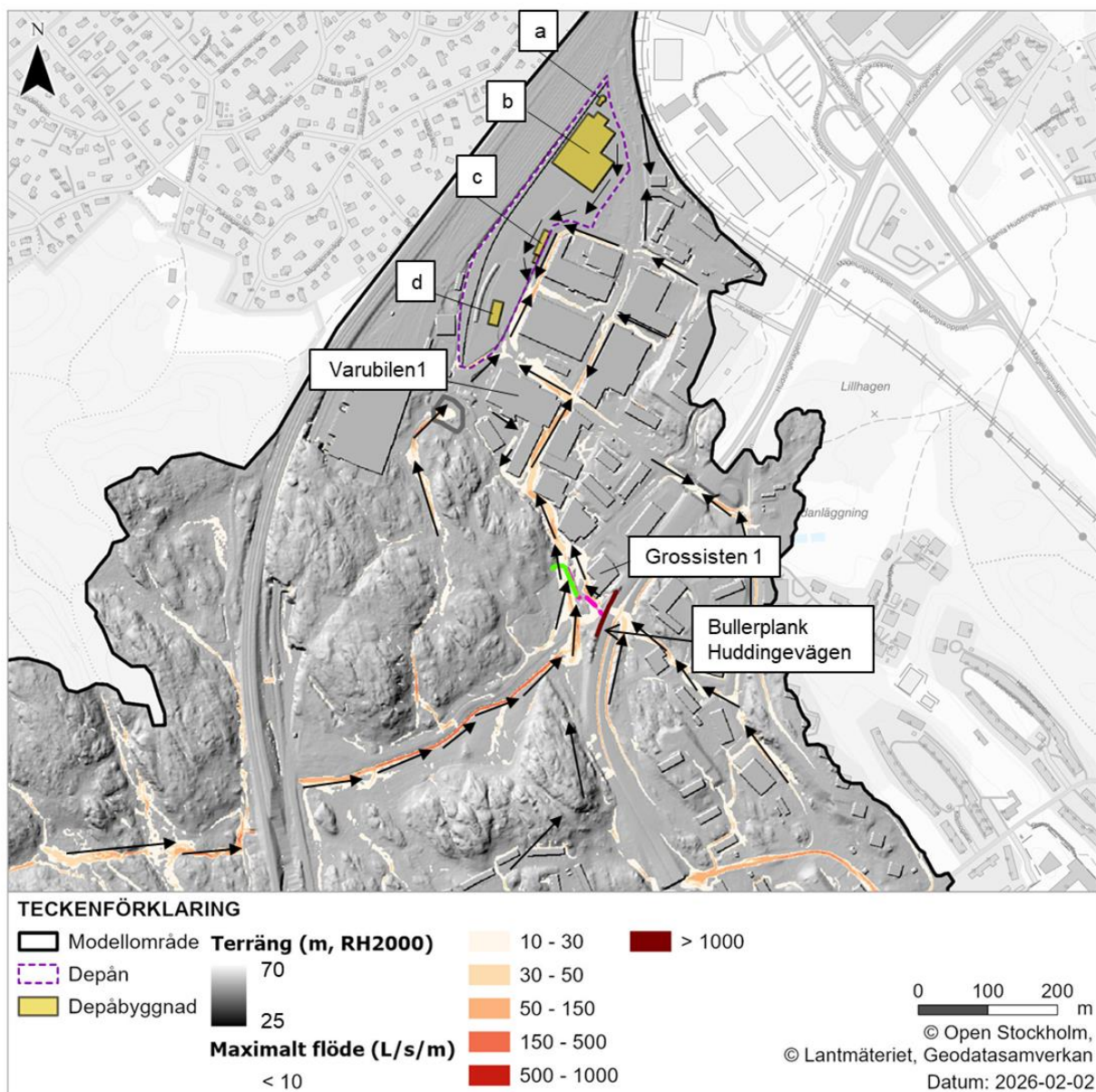


Figur 27. Maximal vattennivå (+m, RH2000) vid depån för simulerat 100-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ A. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Figur 28 visar maximalt flöde som uppstår under simulerat 100-årsregn för framtida situation inklusive åtgärder alternativ A.

Flödet till depån är detsamma som i befintlig situation, den största avrinningen sker både från industriområdet i öst samt naturområdena i söder. Förändringar sker vid norra skyfallsdammen där flödesvägen minskar på grund av att stora delar av flödet nu stannar i dammen i stället för att rinna söder om fastigheten Varubilen 1. Ytterligare flödesförändringar sker vid Grossisten 1 där Dämme 4 resulterar i förändrade flödesvägar jämfört med befintlig situation.

Det vatten som ansamlas på de hårdgjorda ytorna i norra delen av depån rinner vidare söderut mot Varuvägen. Figur 28 visar flödesvägarna vid simulerat 100-årsregn och flödet som går från norra delen av området, mot söder, förbi byggnad c och vidare ut till Varuvägen.



Figur 28. Maximalt flöde (l/s/m) vid depån för simulerat 100-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ A. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Figur 29 visar skillnader av maximalt vattendjup mellan befintlig och framtida situation med åtgärder alternativ A. Alla skillnader över 1 cm redovisas i figuren. De gröna färgerna visar var vattendjupet minskar och de röda/orangea visar var vattendjupet ökar. Med åtgärdslösningarna som presenteras i alternativ A minskar vattennivån inom den södra delen av industriområdet med mellan 1–11 cm.

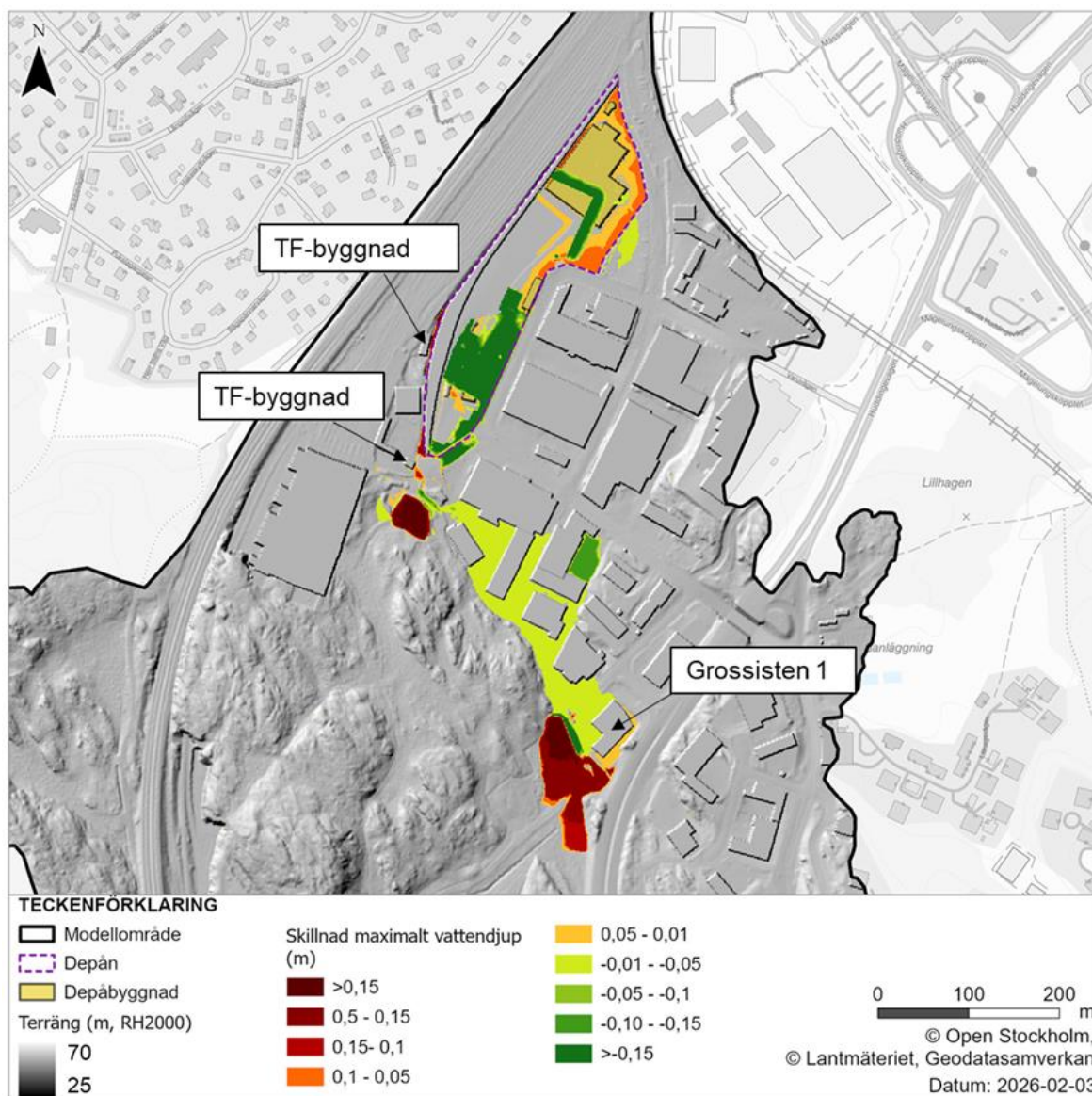
Det finns tre utpekade platser i Figur 29 som visar de ställen vars översvämningssituation försämras med utbyggnaden av depån.

Väster om depån, vid en byggnad tillhörande Trafikförvaltningen, region Stockholm (TF), uppstår en vattenansamling om ca 0,4 m som inte uppstår i befintlig situation.

Utanför den södra delen av depån uppstår en ansamling på grund av den upphöjda sträckan av Varuvägen. Ven denna byggnad tillhör Trafikförvaltningen, region Stockholm (TF), och mindre än 0,1 m ställer sig utanför södra delen av byggnaden.

Vid östra och norra sidan av byggnaden Grossisten 1, närmast Dämme 4, ökar den maximala vattennivån med upp till 5 cm. I befintlig situation uppgår vattendjupet runt byggnaden till omkring 0,4 m, vilken då ökar till omkring 0,45 m. Ökningen beror på ändrade flödesvägar på grund av Dämme 4, se Figur 28. På västra sidan av samma byggnad sker en förbättring med omkring 2 cm. En lösning som bedöms vara genomförbar är att höja marknivån vid östra delen av Dämme 4 (Dämme 4.2, se avsnitt 4.2.3.1), så att ytterligare bräddning sker via västra delen av Dämme 4 (Dämme 4.1, se avsnitt 4.2.3.1). Den ökade höjdsättningen medför att flödet förhindras från att rinna mot Grossisten 1 och i stället leds norrut, precis som i befintlig situation.

För samtliga byggnader behöver vidare utredningar utföras för att säkerställa om skyddsåtgärder är nödvändiga för att inte förvärra situationen för fastigheterna. Eventuella skyddsåtgärder ansvarar FUT för och kommer utredas i detaljprojekteringen.

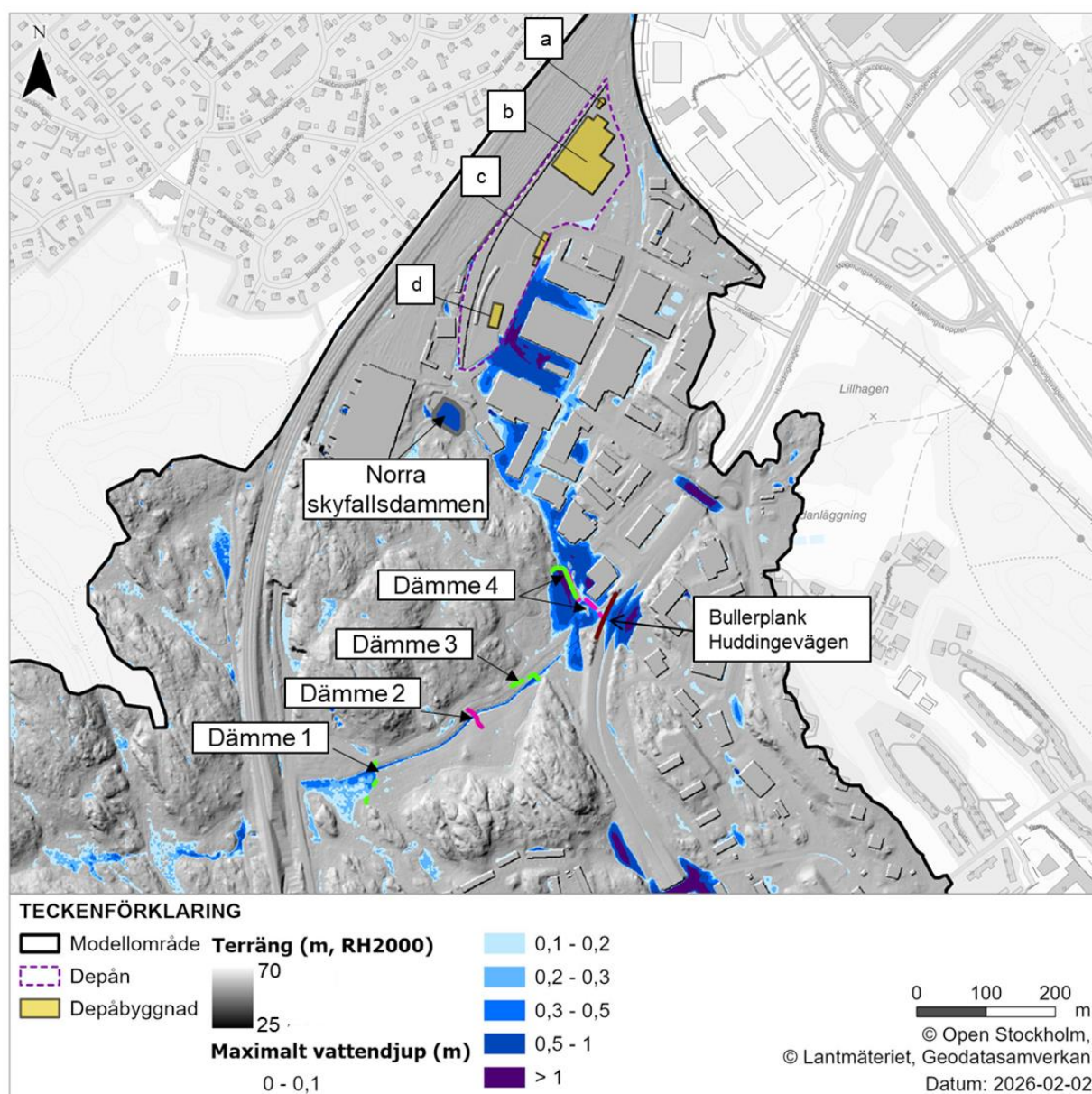


Figur 29. Skillnad över 1 cm i maximalt vattendjup (m) vid ett simulerat 100-årsregn mellan befintlig och framtida situation med åtgärder alternativ A.

5.5 Framtida situation med åtgärder alternativ B

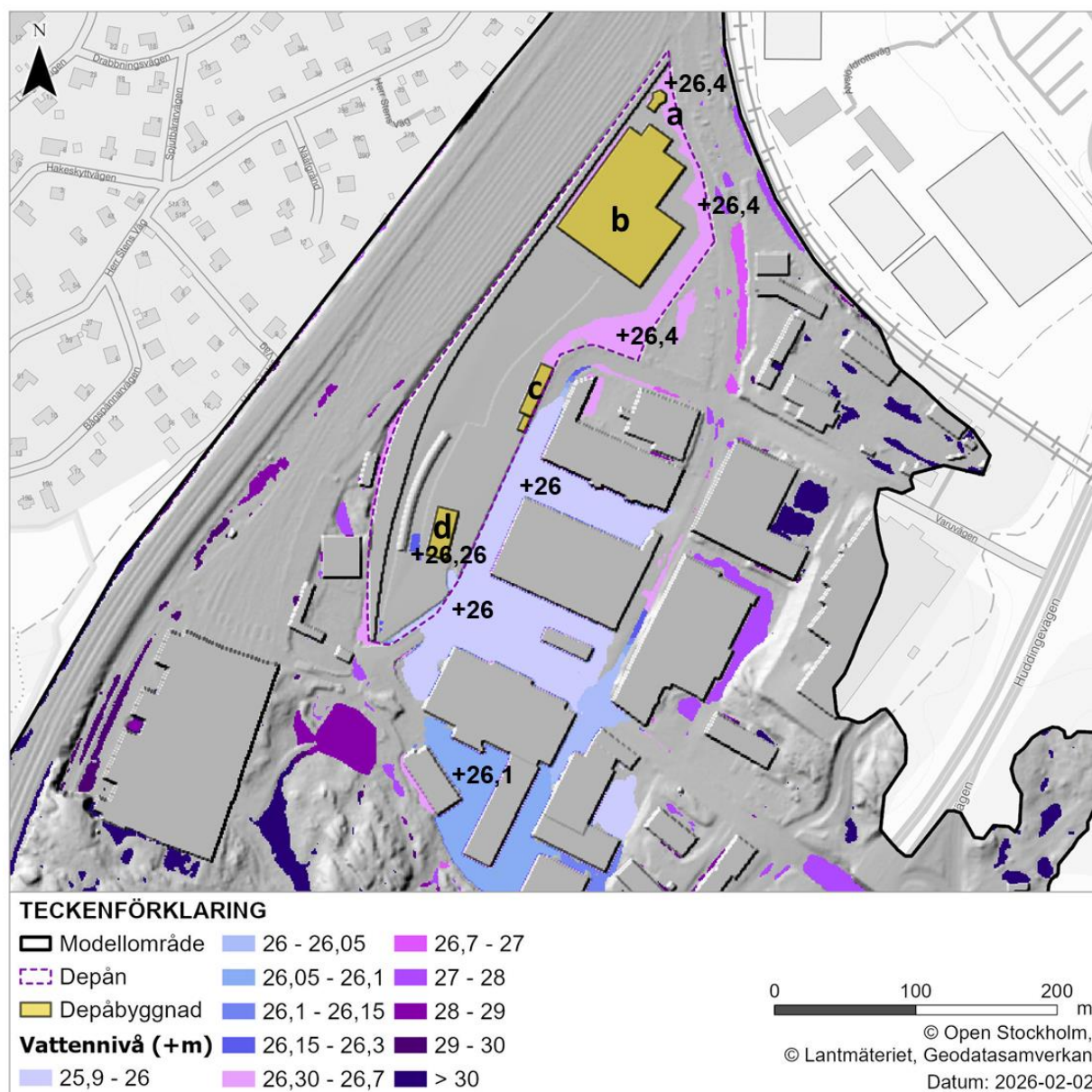
Följande alternativ inkluderar norra skyfallsdammen som fördröjer omkring 750 m³ och tre dämmen (1–3) i Hagsätraskogens naturreservat samt ett dämme (4) vid entrén till Hagsätraskogens naturreservat som fördröjer omkring 2200 m³. En utförlig beskrivning av det föreslagna dämmet (4) redovisas i Bilaga 3. På grund av den befintliga trumman under Dämme 1, samt de antagna trummorna under Dämme 2–3, samtliga med diameter 1000 mm, kommer följande scenario inte att skilja sig från resultaten som redovisats i alternativ A. Allt vatten tillåts rinna förbi Dämme 1–3 och vidare norrut till Dämme 4 där vattnet fördröjs precis som i alternativ A.

Figur 30 visar maximalt vattendjup som uppstår under simulerat 100-årsregn för framtida situation inklusive åtgärder alternativ B. Den maximala vattennivån i lågpunkten vid Varuvägen/Konsumentvägen uppgår till +26,0 m med ett maximalt vattendjup om ca 1,2 m vilket är samma resultat som för befintlig situation.



Figur 30. Maximalt vattendjup (m) vid depån för simulerat 100-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ B. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Precis som i framtida scenariot utan åtgärder ansamlas vid ett 100-årsregn någon centimeter vatten på depåns hårdgjorda ytor i norra delen vid sprinklercisternen a), depåbyggnad b) och teknikbyggnaderna c). Det maximala vattendjupet i ansamlingen uppgår till +26,4 m, se Figur 31. Vattennivån behöver tas i beaktning vid fortsatt detaljprojektering.

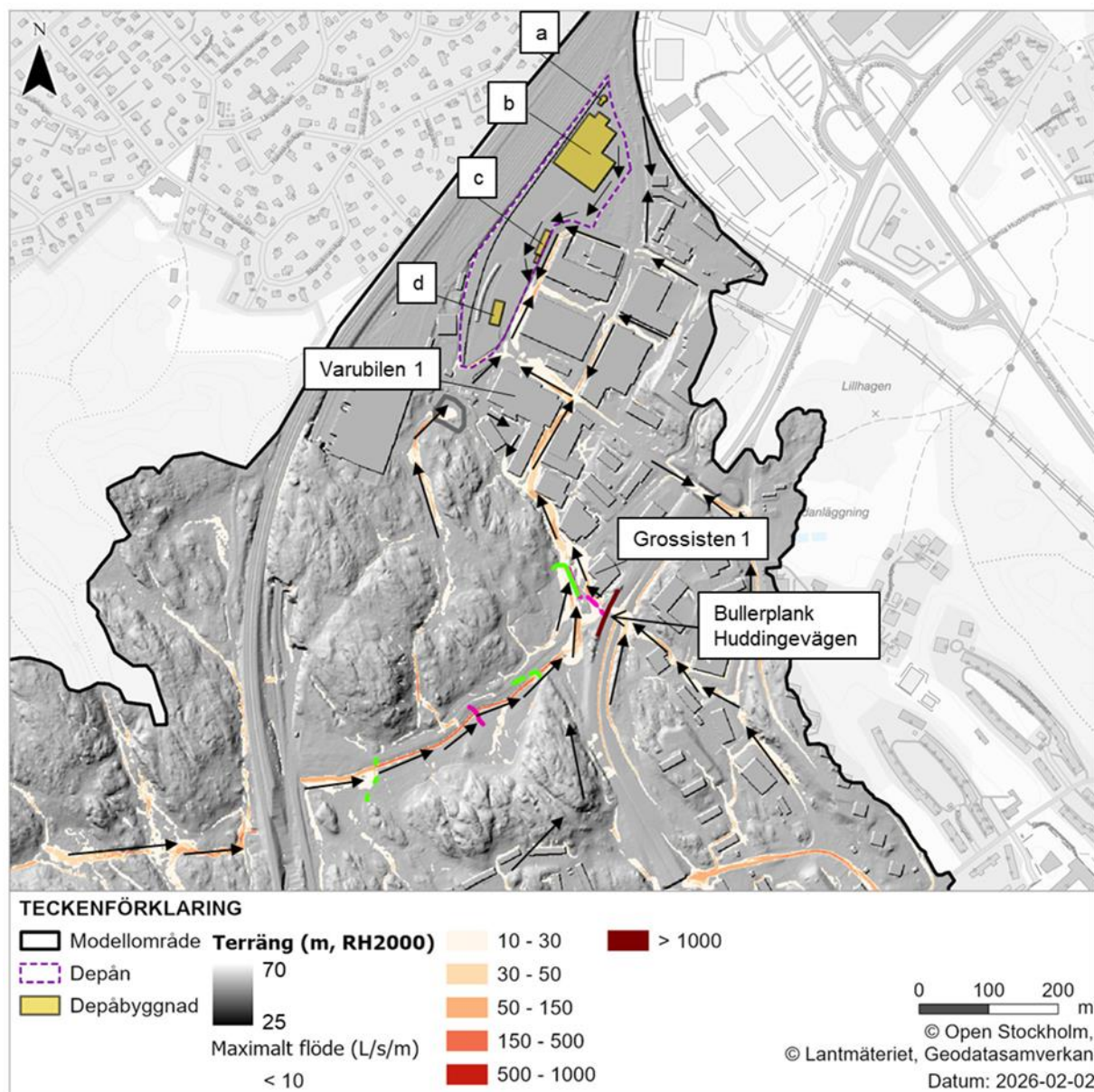


Figur 31. Maximal vattennivå (+m, RH2000) vid depån för simulerat 100-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ B. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Figur 32 visar maximalt flöde som uppstår under simulerat 100-årsregn för framtida situation inklusive åtgärder alternativ B.

Flödet till depån är detsamma som i befintlig situation, den största avrinningen sker både från industriområdet i öst samt naturområdena i söder. Förändringar sker vid norra skyfallsdammen där flödesvägen minskar på grund av att stora delar flödet nu stannar i dammen i stället för att rinna söder om fastigheten Varubilen 1. Ytterligare flödesförändringar sker vid Grossisten 1 där Dämme 4 resulterar i förändrade flödesvägar jämfört med befintlig situation.

Det vatten som ansamlas på de hårdgjorda ytorna i norra delen av depån rinner vidare söderut mot Varuvägen. Figur 32 visar flödesvägarna vid simulerat 100-årsregn och flödesvägen från norra delen av området, mot söder, förbi byggnad c och vidare ut till Varuvägen.



Figur 32. Maximalt flöde (l/s/m) vid depån för simulerat 100-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ B. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Figur 33 visar skillnader av maximalt vattendjup mellan befintlig och framtida situation med åtgärder alternativ B. Alla skillnader över 1 cm redovisas i figuren. De gröna färgerna visar var vattendjupet minskar och de röda/orangea visar var vattendjupet ökar. Med åtgärdslösningarna som presenteras i alternativ B minskar vattennivån inom den södra delen av industriområdet med mellan 1–11 cm.

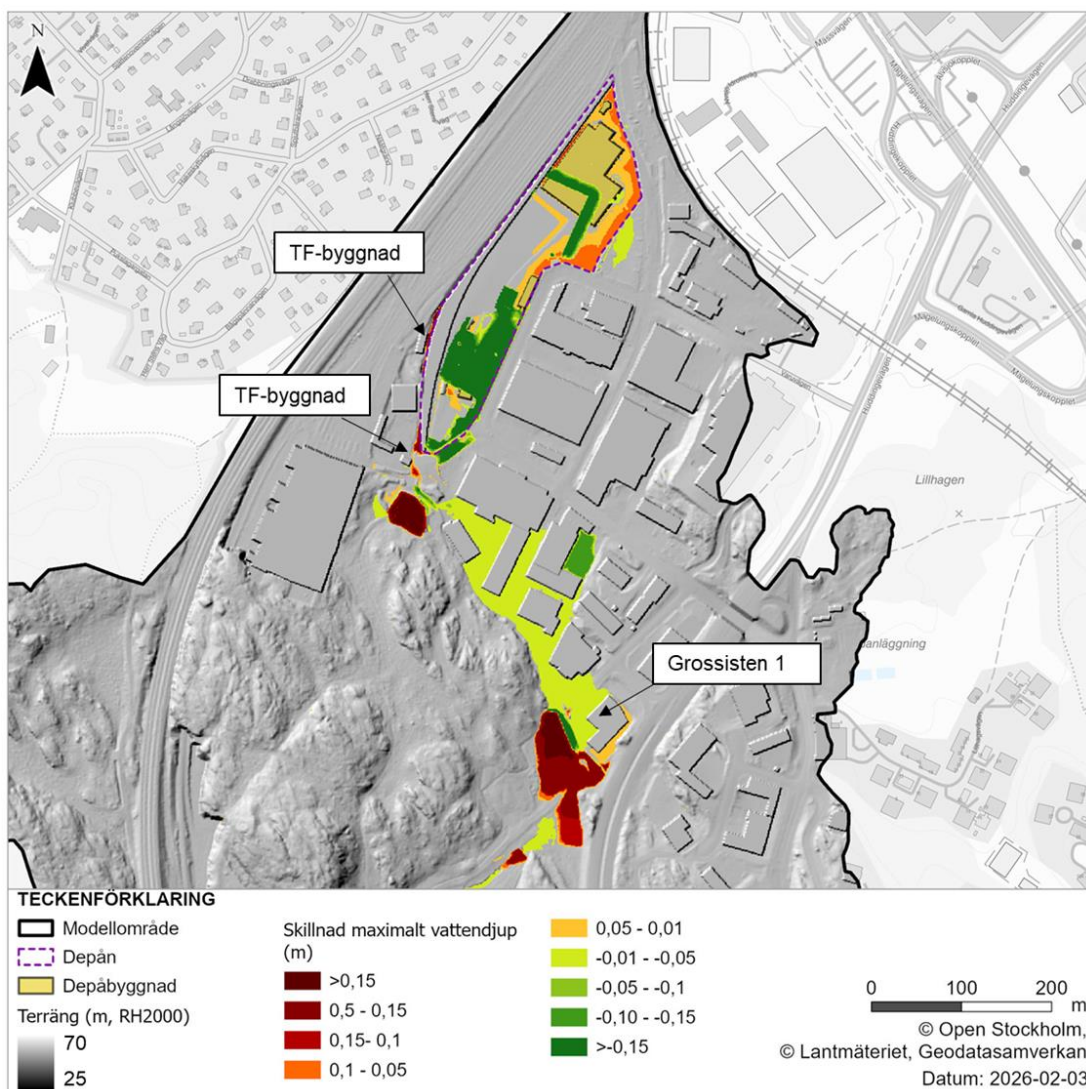
Det finns tre utpekade platser i Figur 33 som visar de ställen vars översvämningssituation försämras med utbyggnaden av depån.

Vid en byggnad tillhörande TF uppstår en vattenansamling om ca 0,4 m som inte uppstår i befintlig situation.

Utanför den södra delen av depån uppstår en ansamling på grund av den upphöjda sträckan av Varuvägen. Även denna byggnad tillhör TF och mindre än 0,1 m ställer sig utanför södra delen av byggnaden.

Vid östra och norra sidan av byggnaden Grossisten 1, närmast Dämme 4, ökar den maximala vattennivån med upp till 5 cm. I befintlig situation uppgår vattendjupet runt byggnaden till omkring 0,4 m, vilken då ökar till omkring 0,45 m. Ökningen beror på ändrade flödesvägar på grund av Dämme 4, se Figur 32. På västra sidan av samma byggnad sker en förbättring med omkring 2 cm. En lösning som bedöms vara genomförbar är att höja marknivån vid östra delen av Dämme 4 (Dämme 4.2, se avsnitt 4.2.3.1), så att ytterligare bräddning sker via västra delen av Dämme 4 (Dämme 4.1, se avsnitt 4.2.3.1). Den ökade höjdsättningen medför att flödet förhindras från att rinna mot Grossisten 1 och i stället leds norrut, precis som i befintlig situation.

För samtliga byggnader behöver vidare utredningar utföras för att säkerställa om skyddsåtgärder är nödvändiga för att inte försämma situationen för fastigheterna. Eventuella skyddsåtgärder ansvarar FUT för och kommer utredas i detaljprojekteringen.



Figur 33. Skillnad i maximalt vattendjup (m) vid ett simulerat 100-årsregn mellan befintlig och framtida situation med åtgärder alternativ B.

5.6 Vattenmassor i tråg, ballast och brandgasschakt

Den projekterade höjdsättningen i kombination med ballastens infiltrationsegenskaper säkerställer att inget vatten rinner ner i tråget under något framtida scenario med simulerat 100-årsregn med klimatkfaktor 1,2. Då tråget är en stängd konstruktion faller heller ingen nederbörd direkt i tråget.

Stora delar av depån kommer att bestå av ett 0,5 m tjockt lager ballast med 30 % porositet. Den totala arean av ballasten uppgår till ca 12 600 m². Den totala mängden infiltrerat vatten i ballasten, beräknat utifrån modellresultatet, uppgår till ca 1 000 m³ vid simulerat 100-årsregn i samtliga framtida scenarier. Detta motsvarar ungefär hälften av ballastens kapacitet, se kapitel 4.4.1.1. Det är viktigt att säkerställa att ett ogenomsläppligt material anläggs mellan ballast och tråg för att förhindra att det infiltrerade vattnet inte rinner ner i tråget och i slutändan tunneln.

Brandgasschaktet som placeras vid norra skyfallsdammen riskerar inte att översvämmas vid någon simulerad regnhändelse. Den maximala vattennivån vid brandgasschaktet uppgår till +28,5 m vilket är 4,5 m marginal till ”ingången” till schaktet vars nivå är +33 m. Det behöver säkerställas att brandgasschaktet tål vattentrycket som uppstår när dammen är vattenfylld.

5.7 Känslighetsanalys

I enighet med FUT:s krav (kapitel 3.3) har även en känslighetsanalys utförts med ett 200- och ett 500-årsregn, båda med klimatkfaktor 1,2. Se kapitel 4.3 för mer information om regnen. Analysen har utförts för att få en bild över hur känslig anläggningen är för större regn, men inga åtgärder kommer att arbetas fram i detta skede. Resultaten kommer att användas som förutsättningar i vidare bygghandlingsprojektering för att säkerställa att depån inte heller tar skada även vid större skyfall.

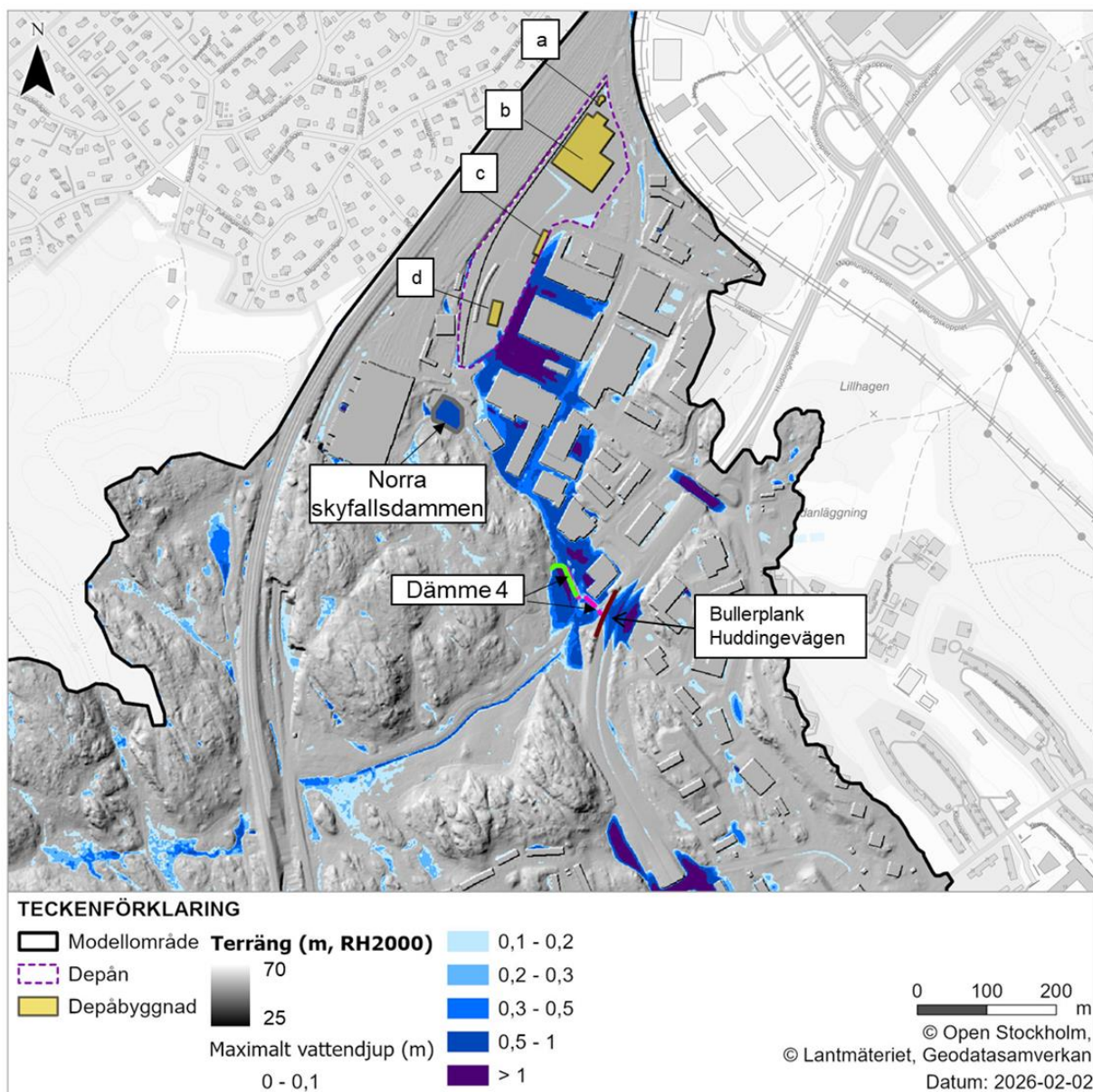
Känslighetsanalysen har simulerats för befintligt samt framtida scenario med åtgärder, både alternativ A och B.

Då dagvattennätets kapacitet är detsamma oberoende regnhändelse, leder de ökade regnmängderna till större potentiella konsekvenser i takt med att vattensamlingen i lågpunkten breder ut sig än mer.

På grund av trummorna under Dämme 1–3 skiljer sig inte resultaten mellan de två olika scenarierna; åtgärder med alternativ A och alternativ B. Allt vatten rinner förbi Dämme 1–3 och vidare till Dämme 4 där vattnet fördröjs precis som i alternativ A. På grund av detta presenteras resultaten för 200-årsrenget och 500-årsregnet för alternativ B i Bilaga 2.

5.7.1 200-årsregn med åtgärder alternativ A

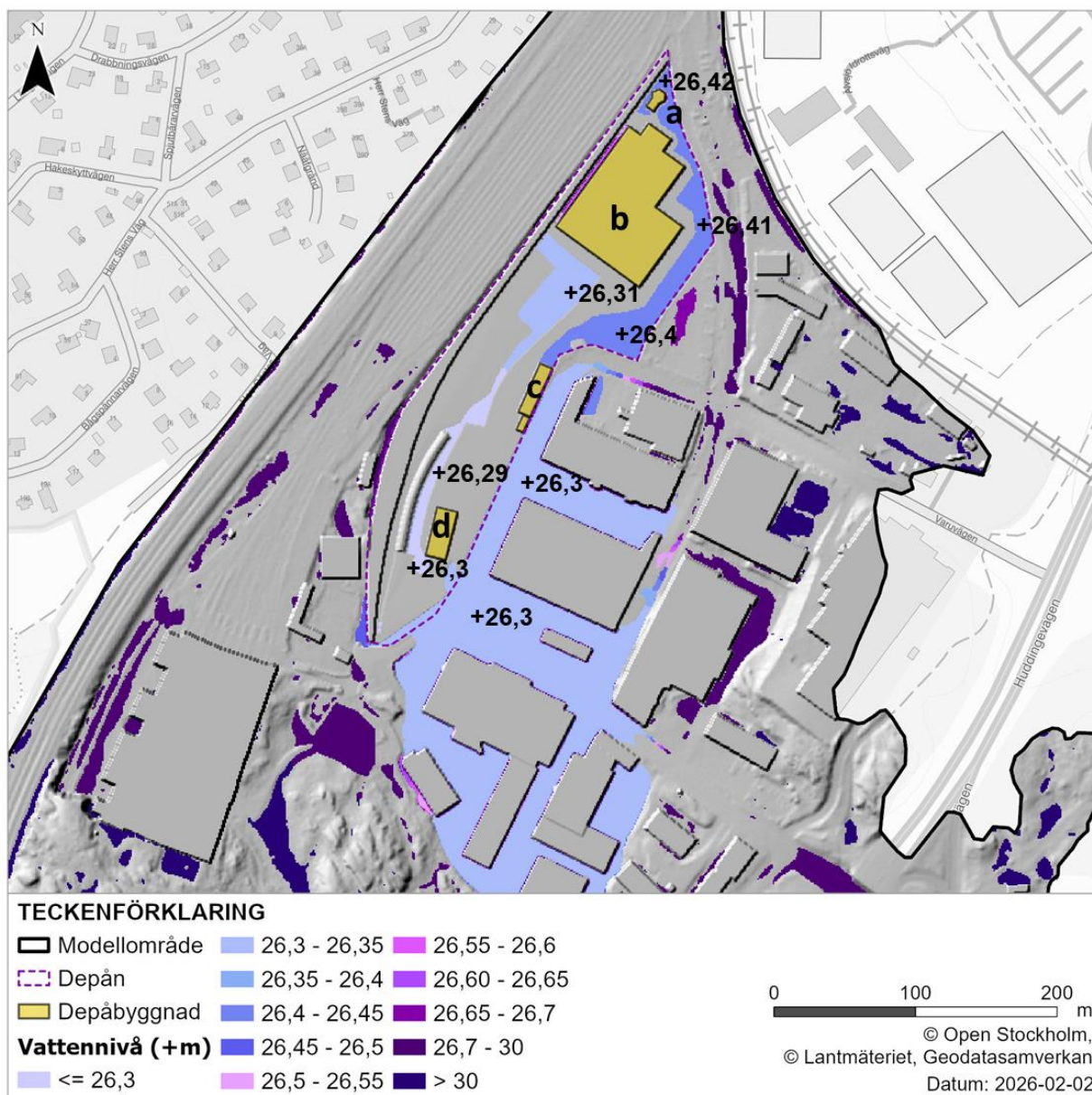
Figur 34 visar maximalt vattendjup som uppstår under simulerat 200-årsregn för framtida situation inklusive åtgärder alternativ A. Vattendjupet ökar jämfört med 100-årsregnet och större delar av lågpunkten i Varuvägen/Konsumentvägen når vattendjup strax under 1,5 m. I norra delen av ballastytan ansamlas nu över 0,1 m vatten.



Figur 34. Maximalt vattendjup (m) vid depån för simulerat 200-årsregn i framtida situation med åtgärder alternativ A. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Vid ett 200-årsregn i framtida situation med åtgärder alternativ A uppgår vattennivån längsmed Varuvägen utanför depån till +26,3 m, se Figur 35. Det är 8 cm högre än befintlig situation vars nivå är strax över +26,2 m.

Vattennivån i den hårdgjorda delen av norra depån uppgår till +26,4 m. Nu ansamlas även vatten vid sydöstra hörnet av d) hall för arbetsfordon med en nivå på +26,3 m då avrinning även uppstår i södra delen, se Figur 35. Även ballasten börjar bli mättad och vatten blir stående i ballasten. Det ogenomsläppliga material som kommer anläggas under mark, mellan ballast och tråg, förhindrar att vattnet i ballasten rinner ner i tråget.

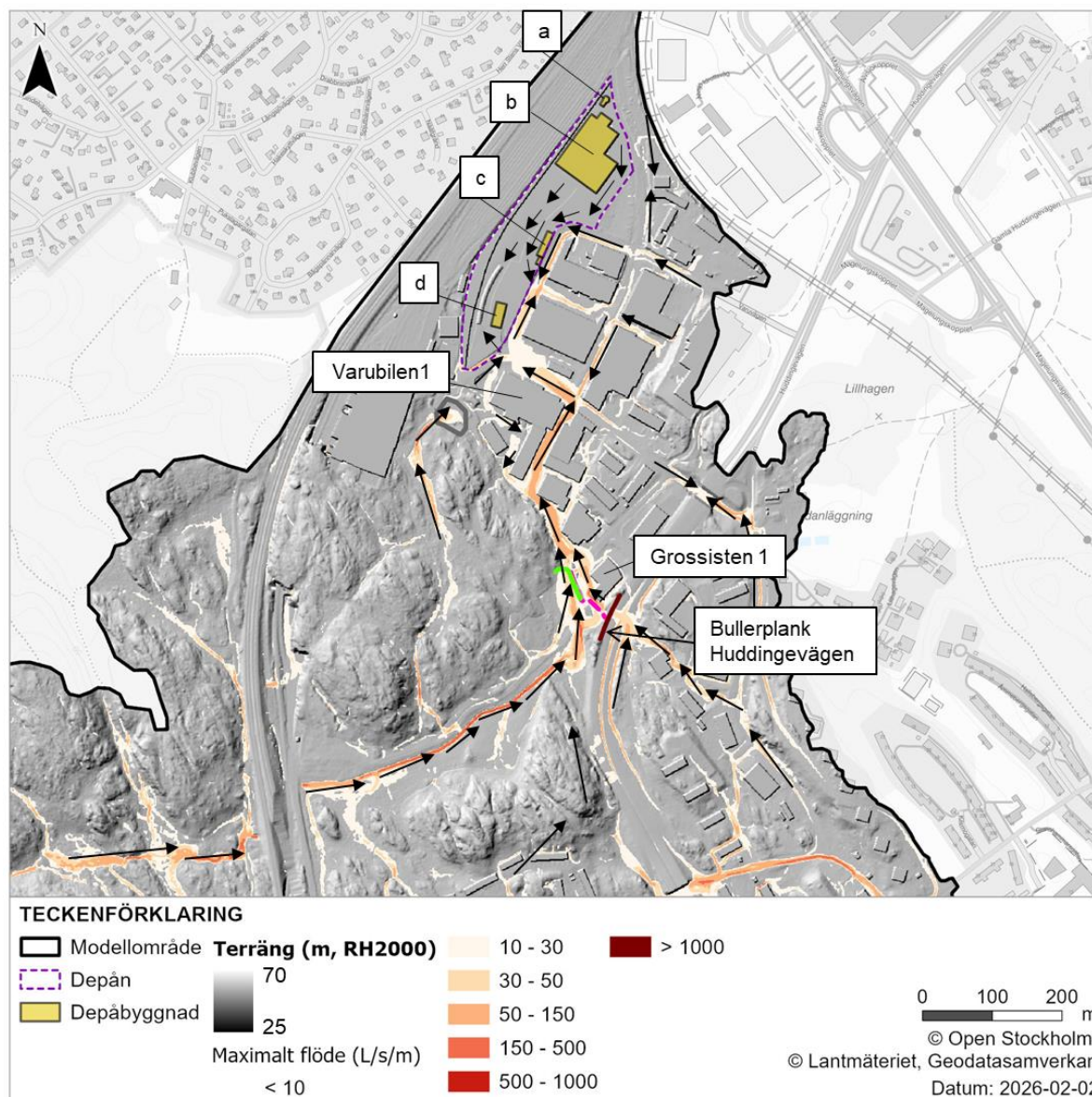


Figur 35. Maximal vattennivå (+m, RH2000) vid depån för simulerat 200-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ A. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Figur 36 visar maximalt flöde som uppstår under simulerat 200-årsregn för framtida situation inklusive åtgärder alternativ A. Den största avrinningen sker både från industriområdet i öst samt naturområdena i söder. Samma generella flödesvägar som för 100-årsregnet uppstår även under 200-årsregnet. Det vatten som ansamlas på de hårdgjorda ytorna i norra delen av depån rinner förbi byggnad c och vidare söderut mot Varuvägen, se Figur 36.

Vidare uppstår även ett flöde från de hårdgjorda ytorna i södra delen av depån som rinner vidare mot tråget. Under simuleringen blir även ballasten mättad och som en konsekvens rinner vatten in i tråget från den norra ballastytan inom depån. Totalt rinner ca 100 m³ vatten ner i tråget vid ett 200-årsregn.

Ett flöde uppstår även i södra delen av depån, från Varuvägen, som beror på att höjdsättningen är densamma som den maximala vattennivån; +26,3 m. Här finns ytterligare behov av att se över lösningar i den fortsatta detaljprojekteringen för att hindra att vatten rinner in på området.



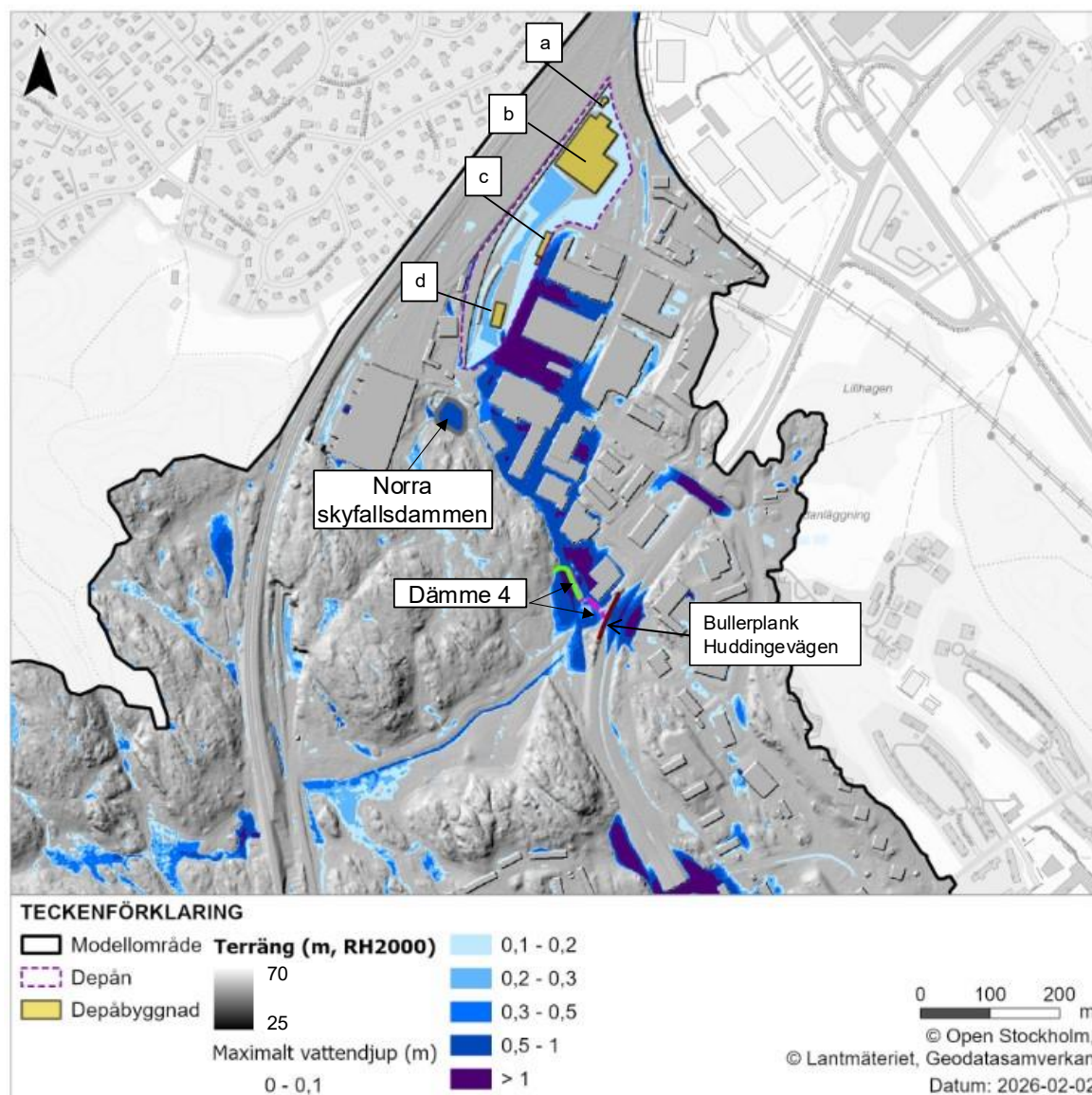
Figur 36. Maximalt flöde (l/s/m) vid depån för simulerat 200-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ A. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

5.7.2 500-årsregn med åtgärder alternativ A

Figur 37 visar maximalt vattendjup som uppstår under simulerat 500-årsregn för framtida situation inklusive åtgärder alternativ A. Vattendjupet ökar och större delar av lågpunkten i Varuvägen/Konsumentvägen når vattendjup över 1,6 m. Hela depån vattenfylls och nu uppstår vattendjup på runt 0,3 m inom ballastytan på depån.

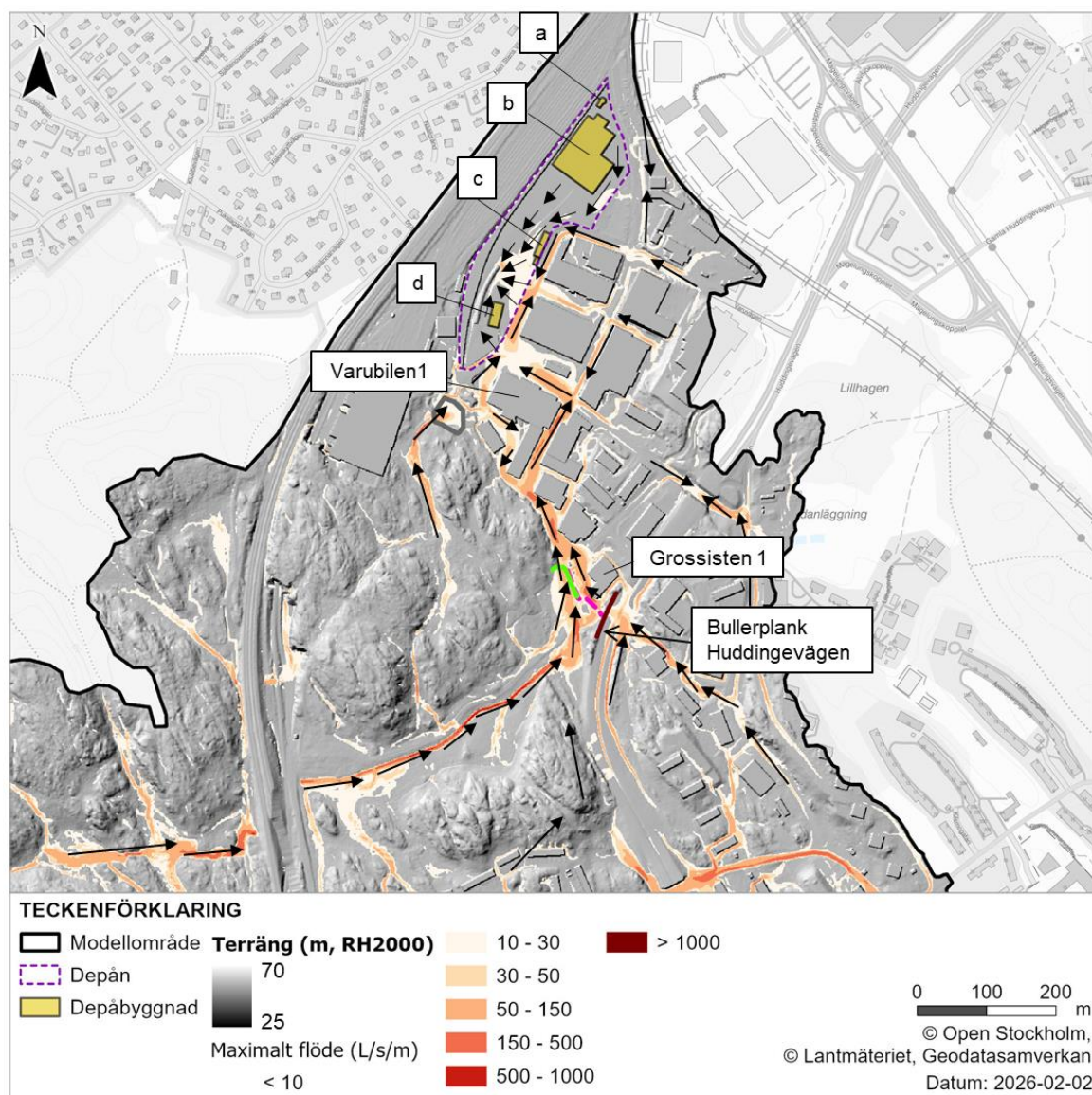
Vid ett 500-årsregn uppgår vattennivån i den framtida situationen med åtgärder alternativ A strax under +26,5 m. Det är ca 2 cm längre jämfört med befintlig situation vars nivå är strax över +26,5 m. Vattennivån minskar då vatten avvattnar ner i tråget. Eftersom simuleringen slutar efter 8 timmar när vatten fortfarande rinner ner i tråget är nivåerna inom hela Älvsjö industriområde inte representerade i resultaten. Om vatten inte tillåts rinna ner i tråget kommer vattennivån att öka jämfört med befintlig situation vid samma regn.

Konsekvenserna av 500-årsregnet kommer att utredas i detaljprojekteringsskedet och eventuella skyddsåtgärder kommer att ske inom den egna fastigheten.



Figur 37. Maximalt vattendjup (m) vid depån för simulerat 500-årsregn i framtida situation med åtgärder alternativ A. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Figur 38 visar maximalt flöde som uppstår under simulerat 500-årsregn för framtida situation inklusive åtgärder alternativ A. Den största avrinningen sker både från industriområdet i öst samt naturområdena i söder precis under de mindre regnhändelserna. Skillnaden i detta scenario är att vatten börjar rinna ner i tråget även från Varuvägen. Vid ett 500-årsregn avvattnar mer än 10 000 m³ ner i tråget. I verkligheten kommer vatten att fortsätta avvattna ner i tråget tills nivån sänks av till +26,3 m vilket är lägsta nivån längs med Varuvägen.



Figur 38. Maximalt flöde (l/s/m) vid depån för simulerat 500-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ A. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

5.8 Summering vattennivåer

Följande avsnitt summerar maximala vattennivåer i den instängda lågpunkten vid Varuvägen/Konsumentvägen för samtliga scenarier för att få en överblick av modellresultaten för att på sått bedöma både risk för depån och omgivningspåverkan (vid 100-årsregn), se Tabell 8. En jämförelse mellan samtliga regnhändelser för befintlig situation och framtidsscenarierna kompletterar tabellen.

Resultaten visar att framtida situation utan åtgärder höjer den maximala vattennivån med 12 cm vid simulerat 100-årsregn jämfört med befintlig situation. Den ökade vattennivån beror på att marken inom depån höjs vilket innebär att utbredningen av den befintliga sammanhängande lågpunkten minskas och mindre vatten får chans att breda ut sig inom depån jämfört med befintlig situation. I båda framtida scenarion med åtgärder uppstår ingen skillnad i vattennivå i lågpunkten vid Varuvägen/Konsumentvägen.

Vid simulerat 200-årsregn höjs den maximala vattennivån med 8 cm och vid ett simulerat 500-årsregn sänks den maximala vattennivån med 2 cm i lågpunkten vid Varuvägen/Konsumentvägen.

Sänkningen av vattennivån vid simulerat 500-årsregn beror på att hela depån översvämmas och avvattning sker via tråget. Under 500-årsregnet rinner mer än 10 000 m³ vatten ner i tråget.

Tabell 8. Maximala vattennivåer (plushöjder) i lågpunkten vid samtliga scenarier.

Scenario	Befintlig situation	Framtida situation utan åtgärder	Framtida situation åtgärd alt. 2	Framtida situation åtgärd alt. 3	Skillnad djup utan åtg. (cm)	Skillnad djup åtg. alt 2 (cm)	Skillnad djup åtg. alt 3 (cm)
100-årsregn, KF 1,2	+26,0	+26,11	+26,0	+26,0	+11	0	0
200-årsregn, KF 1,2	+26,23	-	+26,31	+26,31	-	+8	+8
500-årsregn, KF 1,2*	+26,51	-	+26,49	+26,49	-	-2	-2

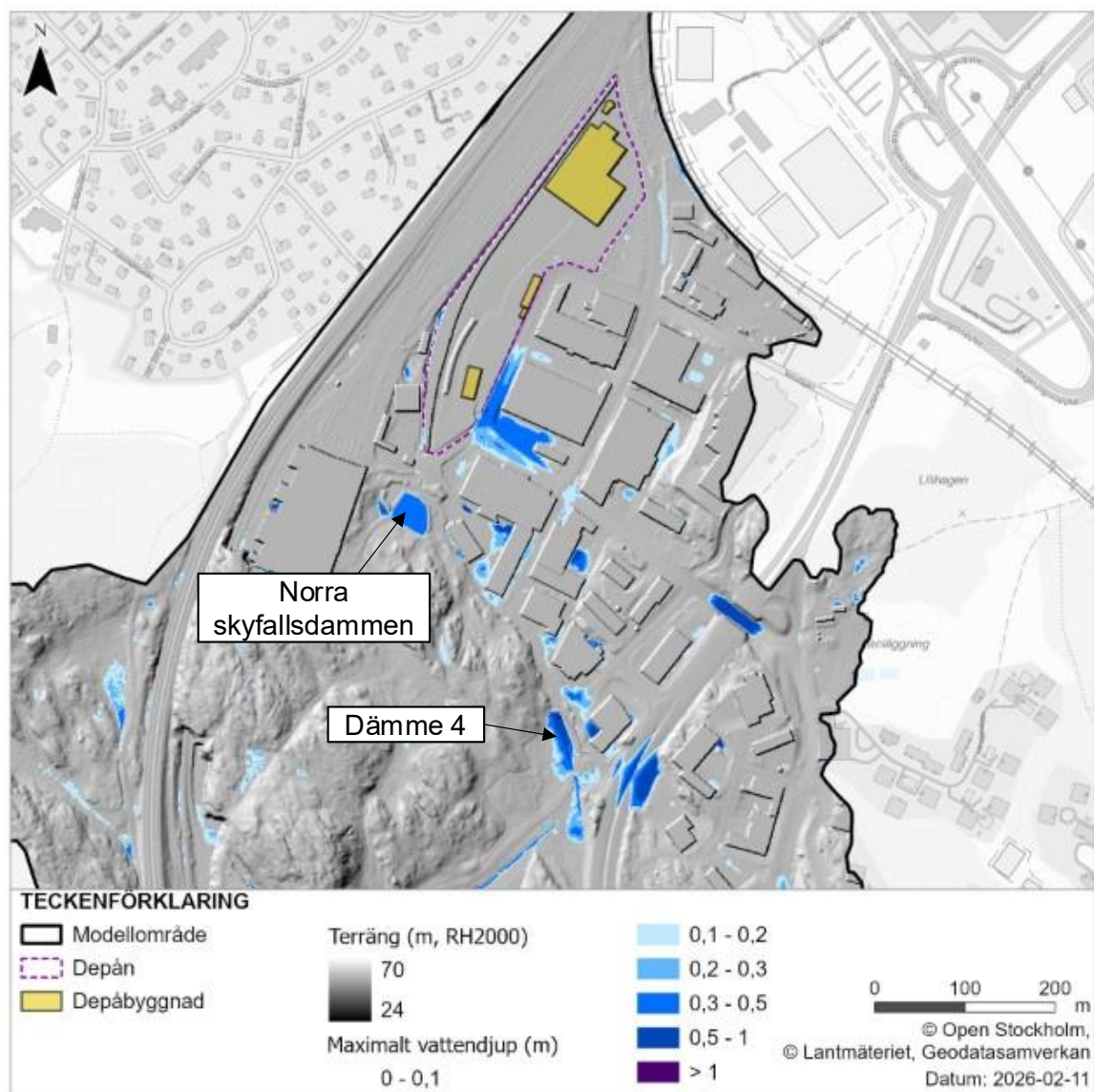
*Vattennivån sänks av från befintlig situation på grund av att vatten avvattnar ner i tråget.

5.9 Analys mindre regnhändelser

Föreslagna åtgärder, i form av en damm samt dämmen, möjliggör fördröjning av stora volymer och kommer därför att gynna översvämningssituationen i hela industriområdet även vid mindre regn. Analysen är gjord med resultat från den hydrodynamiska modellen där tidssteg för resultat kan tas ut. 60 mm regn motsvarar tidssteg 41 och 67 mm regn motsvarar tidssteg 48.

Vid ett regn på 60 mm, vilket motsvarar ett 30-årsregn med klimatfaktor 1,2, kommer djupet i vissa delar av industriområdet att minska med upp till 20 cm tack vare uppströms fördröjningsåtgärder. Vid 67 mm regn, vilket motsvarar ett 50-årsregn med klimatfaktor 1,2, kommer nivån att minska med upp till 40 cm.

Särskilt fördelaktigt är det för den södra delen av industriområdet, där både norra skyfallsdammen samt Dämme 4 vid entrén till Hagsätraskogens naturreservat resulterar i att volymer som i befintlig situation ansamlas vid byggnaderna i Älvsjö industriområde nu fördröjs, se Figur 39.

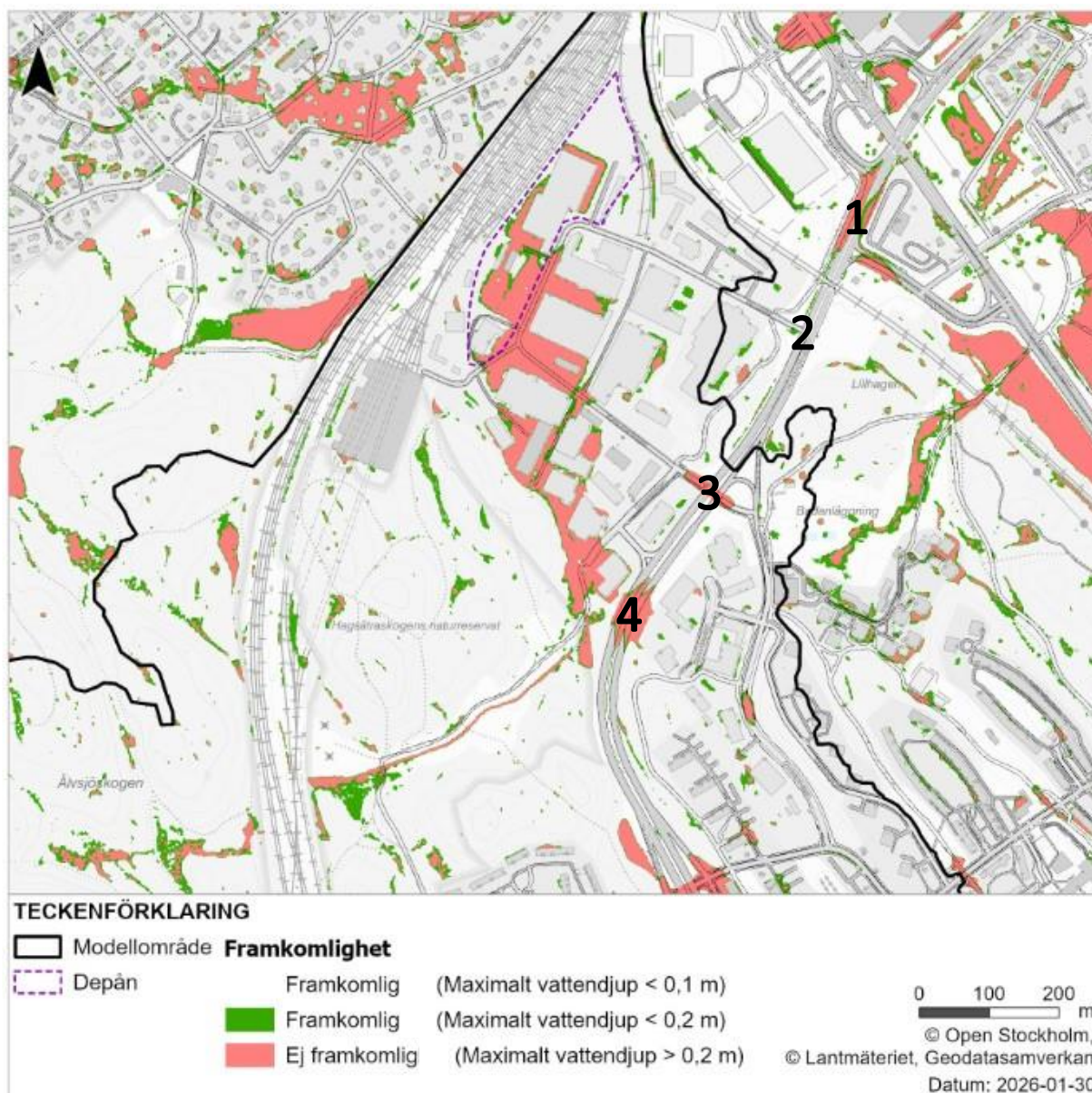


Figur 39. Maximalt vattendjup vid 60 mm regn, motsvarande ett 30-årsregn. Vatten ansamlas i norra skyfallsdammen samt vid Dämme 4 i stället för att rinna vidare mot Älvsjö industriområde.

Eftersom det finns en befintlig trumma som leder Ormkärresbäcken till ledningsnätet kommer vatten inte bli stående bakom dämnet vid mindre regnhändelser såsom 5–10-årsregn, utan kommer avvattnas via ledningsnätet, precis som i befintlig situation. Trots att naturreservaten är utanför verksamhetsområde för dagvatten, se avsnitt 2.4.2.3, kommer ledningsnätet att kunna hantera dessa volymer annars hade problem uppstått redan i befintlig situation.

5.10 Framkomlighet

Enligt (Stockholms stad, 2024) får vattendjup uppgå till maximalt 20 cm för att en väg ska anses framkomlig. Framkomligheten i och omkring depåområdet har analyserats med hänsyn till detta kriterium. Då framkomligheten till området kan vara problematisk längre från depåområdet har resultaten för befintlig situation inom modellområdet kompletterats med resultat från Stockholms stads skyfallsmodell 2024 (100-årsregn med klimatfaktor 1,4 och statistik från Stockholmsregn) utanför modellområdet, se Figur 40. För framtida scenario är översvämningssituationen densamma som i befintlig situation.



Figur 40. Maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn. Resultat från befintlig situation vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 inom modellområdet samt 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 med statistik Stockholmsregn från Stockholm stads skyfallskartering från 2024 utanför modellområdet.

Vägar som bedöms särskilt kritiska (1–4) i Figur 40 analyseras med hänsyn till resultatet samtliga scenarier:

1. Huddingevägen, norra. Enligt Stockholms stads skyfallsmodell 2024 uppgår vattendjupet på Huddingevägens södergående riktning till ca 0,8 m och som mest till 0,2 m i norrgående riktning.
2. Varuvägen. Fri från vattenansamlingar och körbar under samtliga scenarion. Infarten till depån är belägen i områdets norra del, vilket möjliggör framkomlighet till depån vid samtliga scenarier och regn.
3. Konsumentvägen. Under större delen av skyfallet är tillgängligheten till depån via Konsumentvägen begränsad. Det största vattendjupet uppstår vid korsningen av Varuvägen/Konsumentvägen och överstiger 1 m i samtliga scenarier.
4. Huddingevägen, södra. I söder uppstår vattenansamlingar med vattendjup på minst 1 m. Detta medför att Huddingevägen inte är körbar för vare sig personbilar eller räddningsfordon.

6 Diskussion och slutsatser

Området där depån planeras att byggas ingår i ett större instängt område som riskerar att översvämmas vid större nederbördsmängder redan i befintlig situation. Redan i dagsläget ställer sig över 1 m vatten i lågpunkten vid simulerat 100-årsregn. Med den projekterade höjdsättningen skyddas depån från översvämning vid samma regn i framtida situation utan åtgärder. Dock leder den framtida depån till en ökning av den maximala vattennivån med omkring 12 cm i lågpunkten, vilket förvärrar översvämningsrisken för flera befintliga verksamheter.

För att inte öka vattennivån och således försämra för omkringliggande verksamheter behöver minst 2950 m³ fördröjas eller magasineras uppströms eller inom depån vid ett 100-årsregn. Under utredningens gång har två möjliga åtgärdsscenarioer undersökts för att fördröja det erforderliga volymer; dels genom magasinering i en damm i en större flödesväg i norra delen av Hagsätraskogens naturreservat, dels genom dämmen i Ormkärresbäcken söder om Hagsätraskogens naturreservat, vilket fördröjer och förhindrar en del av flödet att rinna till lågpunkten i Älvsjö industriområdet. Norra skyfallsdammen, som kan fördröja omkring 750 m³ vatten ingår i samtliga åtgärdsscenarioer medan resterande volym föreslås att hanteras genom uppdamning enligt de två olika alternativ. Båda alternativen uppfyller Länsstyrelsens och Stockholms stads krav om icke-försämring för omgivningen vid ett 100-årsregn.

Alternativ A inkluderar ett dämme (Dämme 4) utanför Hagsätraskogens naturreservat i anslutning till Hagsätraskogens entré som kan hantera resterande 2200 m³ vatten som behöver fördröjas. Detta förslag innebär ingen sänkning av marknivån utan vattnet däms genom att en vall anläggs och ändrat höjdläge på gång- och cykelvägen.

Alternativ B inkluderar samma dämme som i Alternativ A samt tre uppströms dämmen inne i Hagsätraskogens naturreservat. Alternativ B fördröjer även det omkring 2200 m³ vatten. Detta förslag innebär ingen sänkning av marknivån utan vattnet däms genom vallar och ändrat höjdläge på gång- och cykelvägen. I förslaget har trummor med en dimension om 1 m inkluderats under Dämme 1–3 för att behålla det naturliga flödet av Ormkärresbäcken. Dimensionen på de antagna trummorna var för stor vilket resulterar i att dämmena inte fördröjer vatten inom reservatet. Det är endast Dämme 4 som fördröjer den volym som krävs för att inte försämra vid ett 100-årsregn. Därmed blir resultaten från Alternativ A och Alternativ B desamma. Om utformning och/eller funktion på trummorna ändras kan det resultera i att vatten även fördröjs inom naturreservatet och därmed förbättra situationen för hela industriområdet. Dock behöver det säkerställas att vatten hinner rinna undan i lågpunkten Varuvägen/Konsumentvägen innan avtappning sker från dämmena inom reservatet.

Norra skyfallsdammen är utformad som en torrdamm och dämmenas utformning utförs för att säkerställa att vatten inte blir stående bakom dämmena vid normala regnhändelser.

Inom depån

Vid samtliga framtidsscenarioer med 100-årsregn ansamlas vatten (+26,4 m) i norra delen av depån vars mark är hårdgjord. Vattennivån är som maximalt någon cm över marknivå men behöver beaktas i den fortsatta detaljprojekteringen av entrénivåer. Vattnet i norra delen av depån rinner söderut och vidare ut på Varuvägen.

Eftersom depån byggs i en instängd lågpunkt resulterar en mindre höjning av marknivån inom depån till att stora volymer vatten hindras från att rinna in på området. Det omvända gäller om

marknivån skulle sänkas, då riskerar stora volymer att rinna in på depåområdet och vidare ner i tråget och tunneln.

Vid ett 200-årsregn i framtida situation med åtgärder (båda alternativen) rinner vatten in från den egna fastigheten och vidare ner i tråget. Volymen uppgår till omkring 100 m³. Det skulle gå att undvika genom att öka magasineringen inne på området, exempelvis genom att öka tjockleken av ballasten. Ett flöde uppstår även i den södra delen av depån, från Varuvägen, som beror på att höjdsättningen motsvarar den maximala vattennivån; +26,3 m. Här finns ytterligare behov av att se över lösningar i den fortsatta detaljprojekteringen för att hindra att vatten rinner in på området.

Vid ett 500-årsregn i framtida situation med åtgärder (båda alternativen) ansamlas vatten inom hela depån och stora mängder vatten rinner ner i tråget. Simuleringen pågår i 8 timmar och under den tiden rinner runt 10 000 m³ vatten ner i tråget. Flödet in i tråget pågår även vid simuleringen slut, varför volymen skulle öka vid en ökad simuleringsperiod. Det skall dock noteras att modellering har skett utan ledningsnät kopplat till markytan varför dessa volymer är osäkra. Samtidigt är dagvattenledningsnät inte dimensionerat för att omhänderta stora nederbördsmängder. Det rekommenderas därför att hitta en lösning eftersom tunnelbanan klassas som samhällsviktig verksamhet, som enligt Länsstyrelsen bör säkras för att kunna upprätthållas även vid extrema händelser. En lösning skulle kunna vara ett lokalt översvämningsskydd runt tråget, men en sådan lösning hanteras inte inom ramen för detta arbete. Detta bör utredas i detaljprojekteringsskedet.

Utanför depån

Utanför depån sker förbättringar för stora delar av södra industriområdet med mellan 1–11 cm och i norra delen är nivåerna oförändrade mot befintlig situation.

Utanför depån sker en försämring för tre byggnader.

- Byggnad väster om depån, tillhörande Trafikförvaltningen, region Stockholm, bedöms kunna hanteras i vidare detaljprojektering genom att jämna ut marken och på så sätt leda vatten förbi byggnaden i stället för att ansamlas runt byggnaden.
- Byggnad söder om depån, tillhörande Trafikförvaltningen, region Stockholm, bedöms även den kunna hanteras i vidare detaljprojektering då försämringen beror på att Varuvägen höjs. Ett dike som leder vatten vidare mot Varuvägen är en möjlig lösning.
- Runt Grossisten 1 sker både förbättring och försämring av översvämningssituationen. På västra sidan, där entréer är belägna uppstår en förbättring med ca 2 cm medan det på östra och norra sidan uppstår en upp till 5 cm försämring. Även detta bör hanteras i vidare detaljprojektering. En lösning kan eventuellt vara att ändra höjdsättning av Dämme 4. Den ökade höjdsättningen medför att flödet förhindras från att rinna mot Grossisten 1 och i stället leds norrut, precis som i befintlig situation.

Vid mindre nederbördsmängder kommer fördröjningen som norra skyfallsdammen och dämmena resulterar i att ha en övergripande positiv effekt på översvämningssituationen för hela området. Exempelvis kommer maxvattendjupet i lågpunkten att minska med upp till 20 cm vid ett 30-årsregn och upp till 40 cm vid ett 50-årsregn.

Det finns stora osäkerheter kopplat till kapaciteten av den trumma som avvattnar Ormkärrsbäcken till dagvattennätet. Enligt rekommendationer från SVOA bör kapaciteten i trumman ej inkluderas i modellen då området som avtappas i trumman är utanför SVOA:s verksamhetsområde för dagvatten. Rimligen kommer delar av volymen som nu ansamlas bakom Dämme 4 att avvattnas till ledningsnätet. Utredningen i närområdet vars trycknivå som mest

uppgår till +23,9 m indikerar att det inte kommer ske någon upptryckning genom ledningsnätet vid ett 100-årsregn.

Tillgängligheten till depån är möjligt i både befintlig och framtida situation för samtliga regn via norra delen av Varuvägen. Däremot är Konsumentvägen och södra delen av Varuvägen oframkomlig för fordon under samtliga scenarier. Då det i modellen inte finns någon koppling mellan markyta och dagvattenledningsnätet går det inte att svara på hur länge dessa vägar (som utgörs av lågpunkter) bedöms som oframkomliga.

Översvämningsproblematiken till följd av skyfall är ett stort och redan befintligt problem för hela Älvsjö industriområde eftersom det är en instängd lågpunkt. En gemensam lösning för hela området är därför fördelaktig när översvämningslösningar ska tas fram. Det är även av stor vikt att dagvattenledningsnätet kan leda bort ett 10-årsregn utan att orsaka marköversvämning vilket är SVOA:s ansvar som VA-huvudman. I dagsläget är dagvattenledningsnätet underdimensionerat och i behov av åtgärder. Även regelbundet underhåll, såsom rensning av brunnar är av stor vikt för att bibehålla kapaciteten och inte leda till högre vattennivåer än de beräknade i modellen.

7 Vidare arbete

Följande skyddsåtgärder och försiktighetsmått rekommenderas att inkludera i det fortsatta arbetet med skyfallssäkring av depån för att klara FUT:s krav på anläggningen:

- Det ska säkerställas att byggnader inom depån klarar av stående vatten alternativt höja till en översvämningssäker nivå.
- Det ska säkerställas att samtliga entréers tröskelnivåer ligger över de vattennivåer som uppstår inom depån vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2.
- Det ska säkerställas att det finns ett ogenomsläppligt material mellan ballasten och tråget under markytan. Detta för att vatten inte ska tillåtas leta sig ner i tråget via ballasten.
- Det är viktigt att utformningen av underbyggnaden för spåren på bangården fram till tunnelmynningen görs med utgångspunkt att maximal bortledning av regn sker till omkringliggande ballast.
- Det ska säkerställas att det vatten som blir stående i ballasten inte minskar hållfastheten.
- Det ska säkerställas att muren runt tråget är ogenomsläppligt, för att förhindra vatten från att rinna in via trågets sidor vid ett skyfall.
- Det ska säkerställas att påverkan av förhöjda nivåer för fastigheten Grossisten 1. Eventuellt förhöjd nivå på Dämme 4 kan förhindra flöde i södra delen av byggnaden. Alternativt säkerställa om skyddsåtgärder är nödvändiga för att inte förvärpa situationen för fastigheten.
- Det ska säkerställas att skyfallsdammen och dämmen klarar av det vattentryck som uppstår av stående vatten utan att de eroderar eller kollapsar.
- Tunnelbanan klassas som en samhällsviktig verksamhet och bör enligt Länsstyrelsen säkras för ett större skyfall. Känslighetsanalysen visar att vatten riskerar att rinna ner i tråget vid simulerat 200-årsregn både vid åtgärdsförslag alternativ A och B. Det bedöms kunna undvikas genom att öka magasineringen inne på området, exempelvis genom att öka tjockleken av ballasten. Nödvändiga åtgärder vidtas inom planområdet.
- En konsekvensanalys ska göras för 500-årsregn i fortsatt detaljprojektering och vid behov ska nödvändiga åtgärder vidtas inom planområdet.

Referenser

FUT. (2023). *Projekt Älvsjö Kravlista 2023-001. Dokumentnummer 1351-P11-48-00064_001.* Region Stockholm, Förvaltning för utbyggd tunnelbana.

FUT. (2024). *PM Skyfall och översvämning Älvsjö depå, dokumentID: 7100-C72-22-00021.* Region Stockholm, förvaltning för utbyggd tunnelbana.

FUT. (2025). *PM Dagvatten.* Region Stockholm, förvaltning för utbyggd tunnelbana.

Länstyrelserna. (2018). Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall - stöd i fysisk planering. Stockholms län, Västra Götalands län.

MSB. (2017). *Vägledning för skyfall - Tips för genomförande och exempel på användning.* Karlstad: MSB.

MSB. (2023). *Metod för skyfallskartering av tätorter.*

Ramboll. (2026). *PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån.*

SMHI. (2017). *Extremregn i nuvarande och framtida klimat, Klimatologi Nr 47.* SMHI.

SMHI. (2025). *Klimatologi Nr 74, 2025, Klimatunderlag för klimat- och sårbarhetsanalyser.*

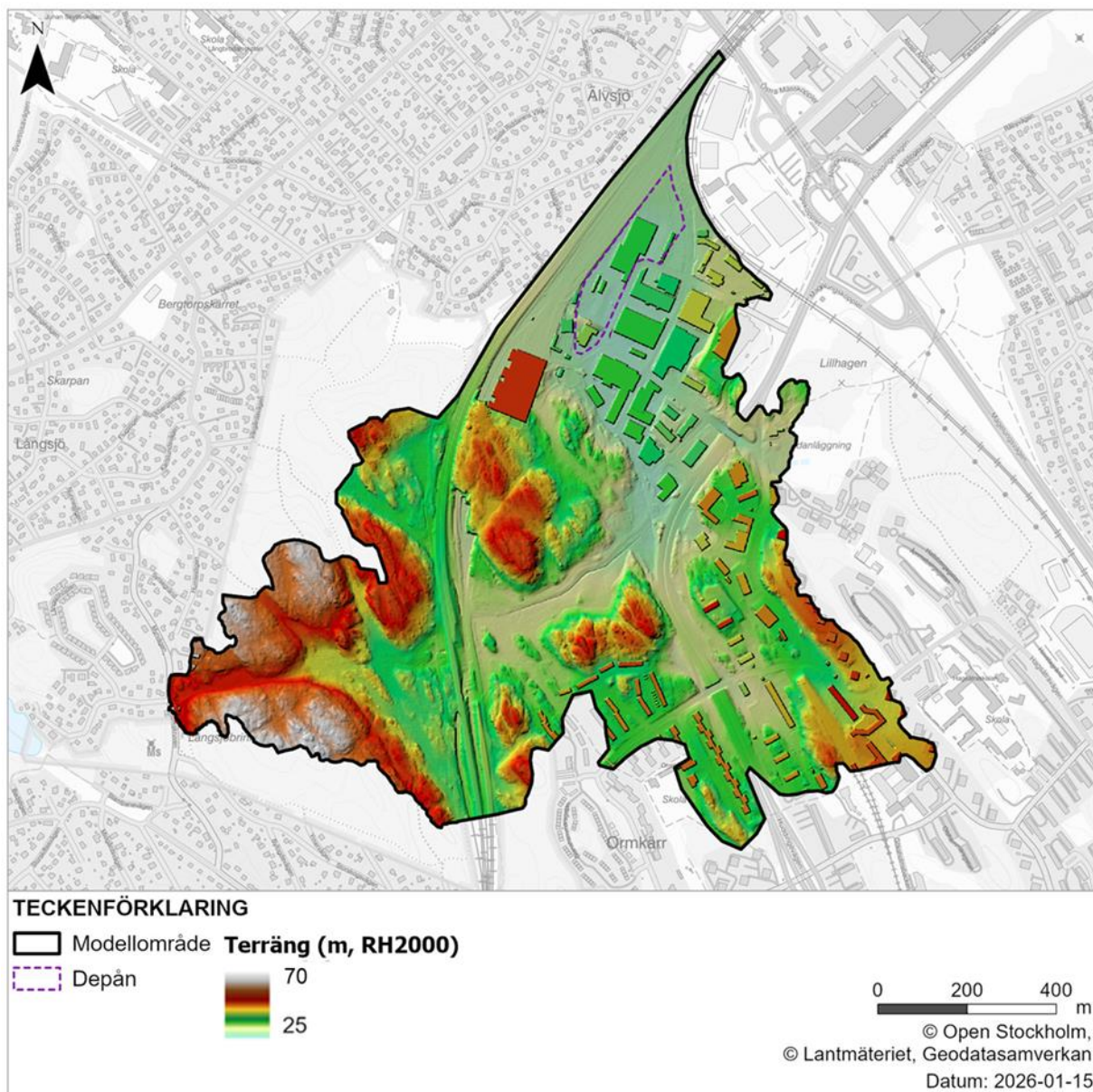
SMHI. (den 10 02 2026). *Klimatscenariotjänsten.* Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenariotjansten/klimatscenariotjansten>.

Stockholms stad. (2024). *Handläggarstöd - Skyfallshantering i plan- och exploateringsprocessen samt vid ombyggnation.* Stockholms stad.

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän och spillvatten.* Svenskt Vatten.

Trafikkontoret, Stockholms Stad. (2024). *Skyfallskartering Stockholms stad (ARBETSMATERIAL 2024-03-07).* Stockholm.

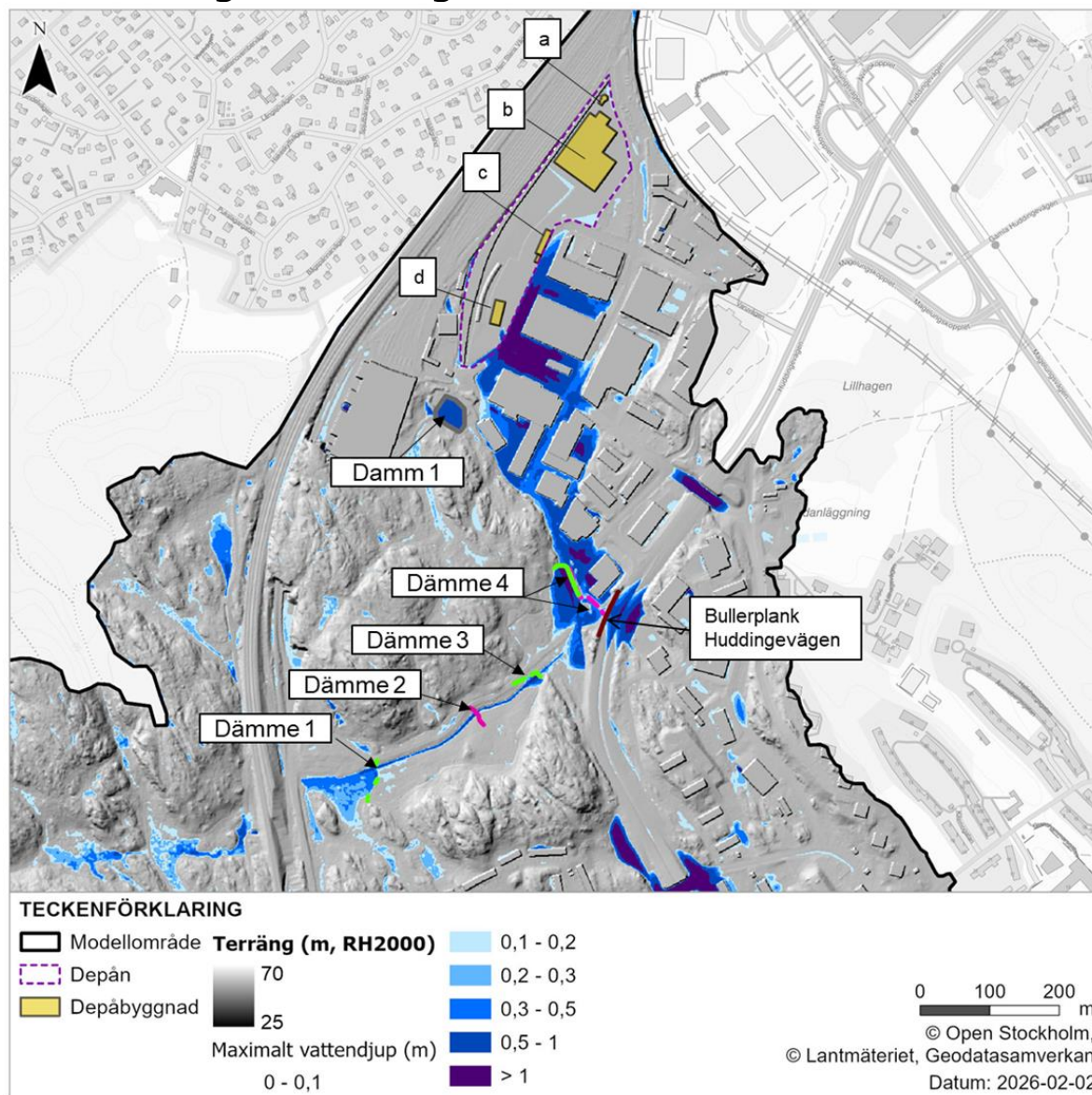
Bilaga 1 – befintliga höjder modellområdet



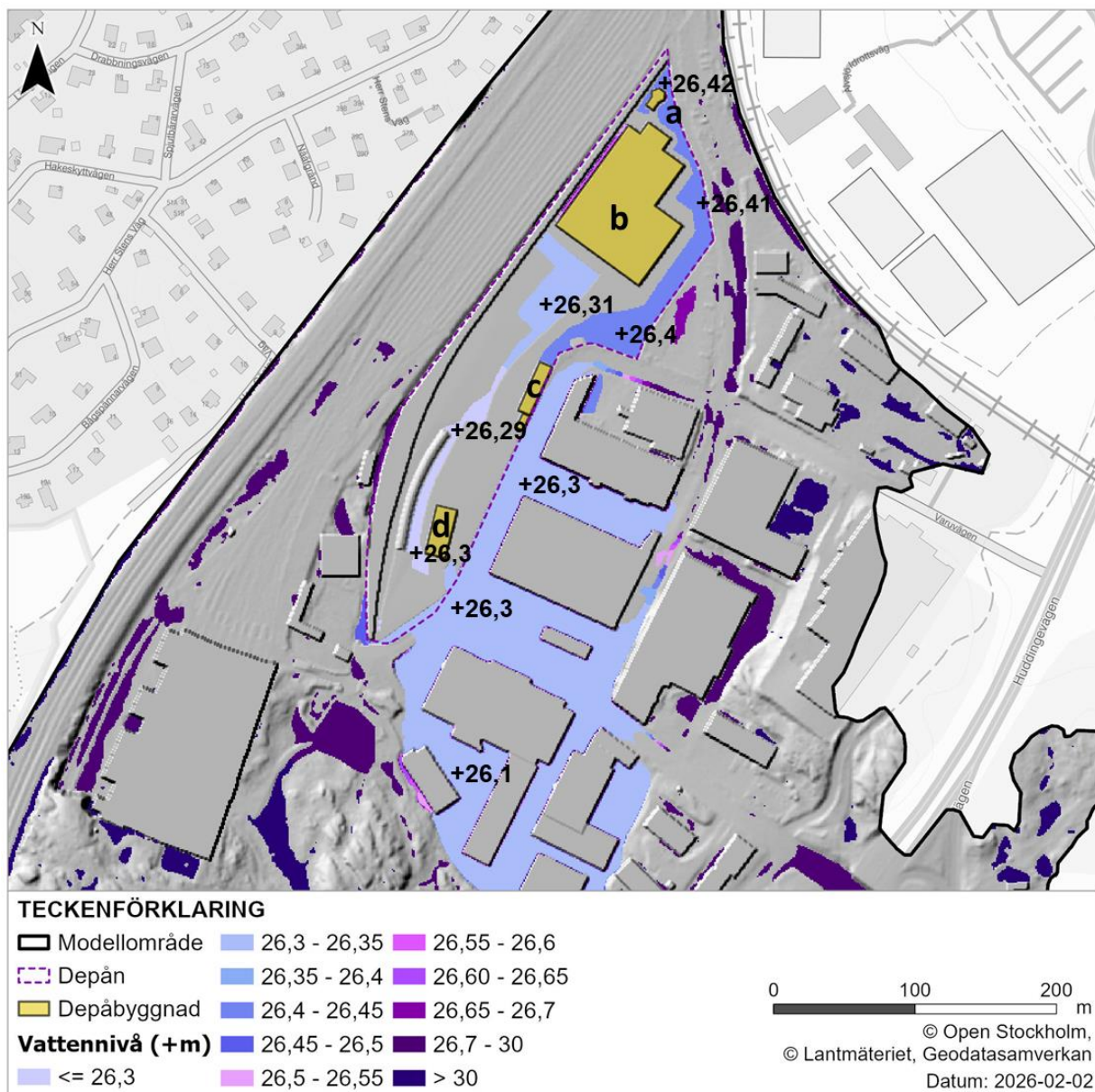
Figur 41. Befintlig höjdmodell över hela modellområdet inklusive depån.

Bilaga 2 - Känslighetsanalys alternativ B

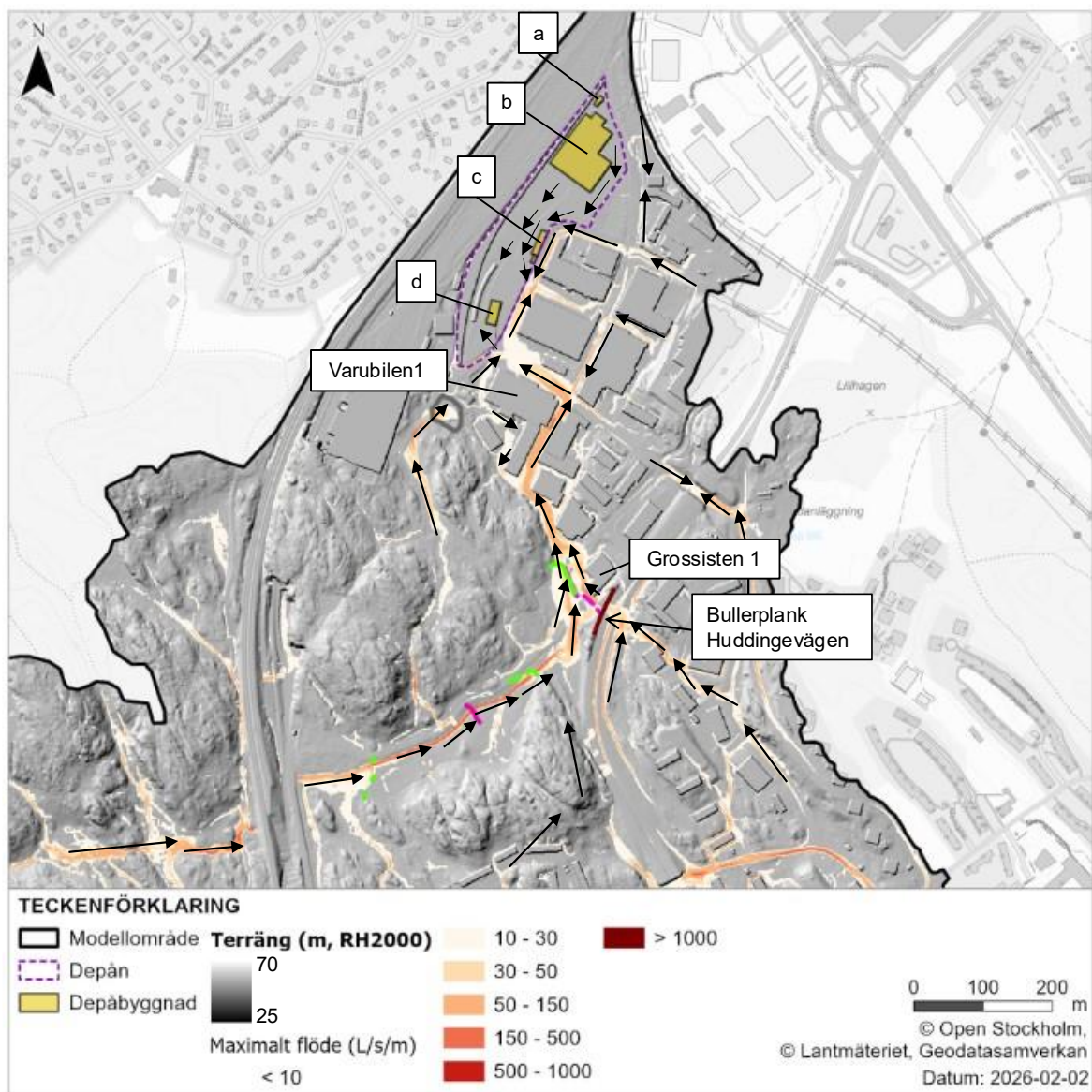
200-årsregn med åtgärder alternativ B



Figur 42. Maximalt vattendjup vid depån för simulerat 200-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ B. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

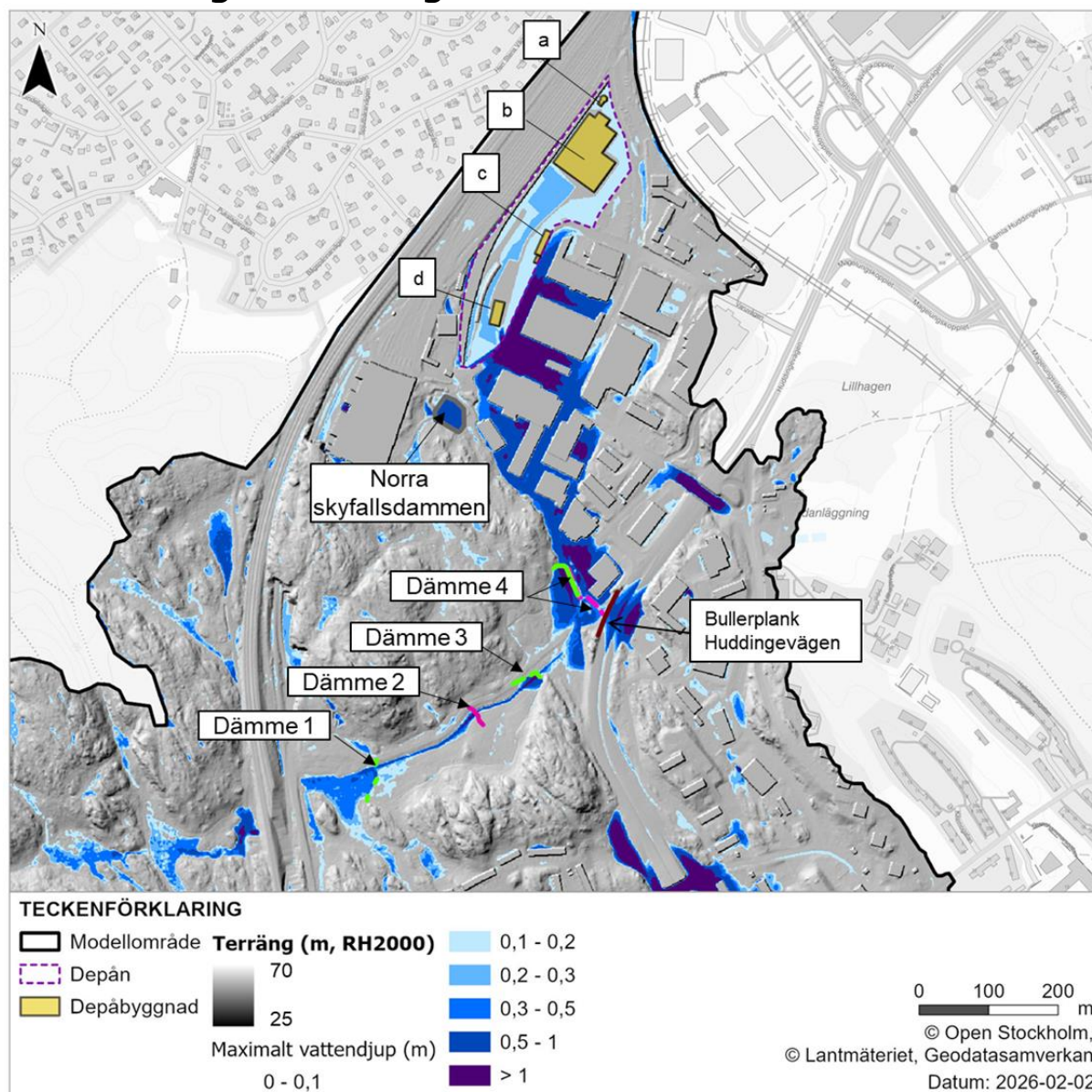


Figur 43. Maximal vattennivå (+m, RH2000) vid depån för simulerat 200-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ B. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

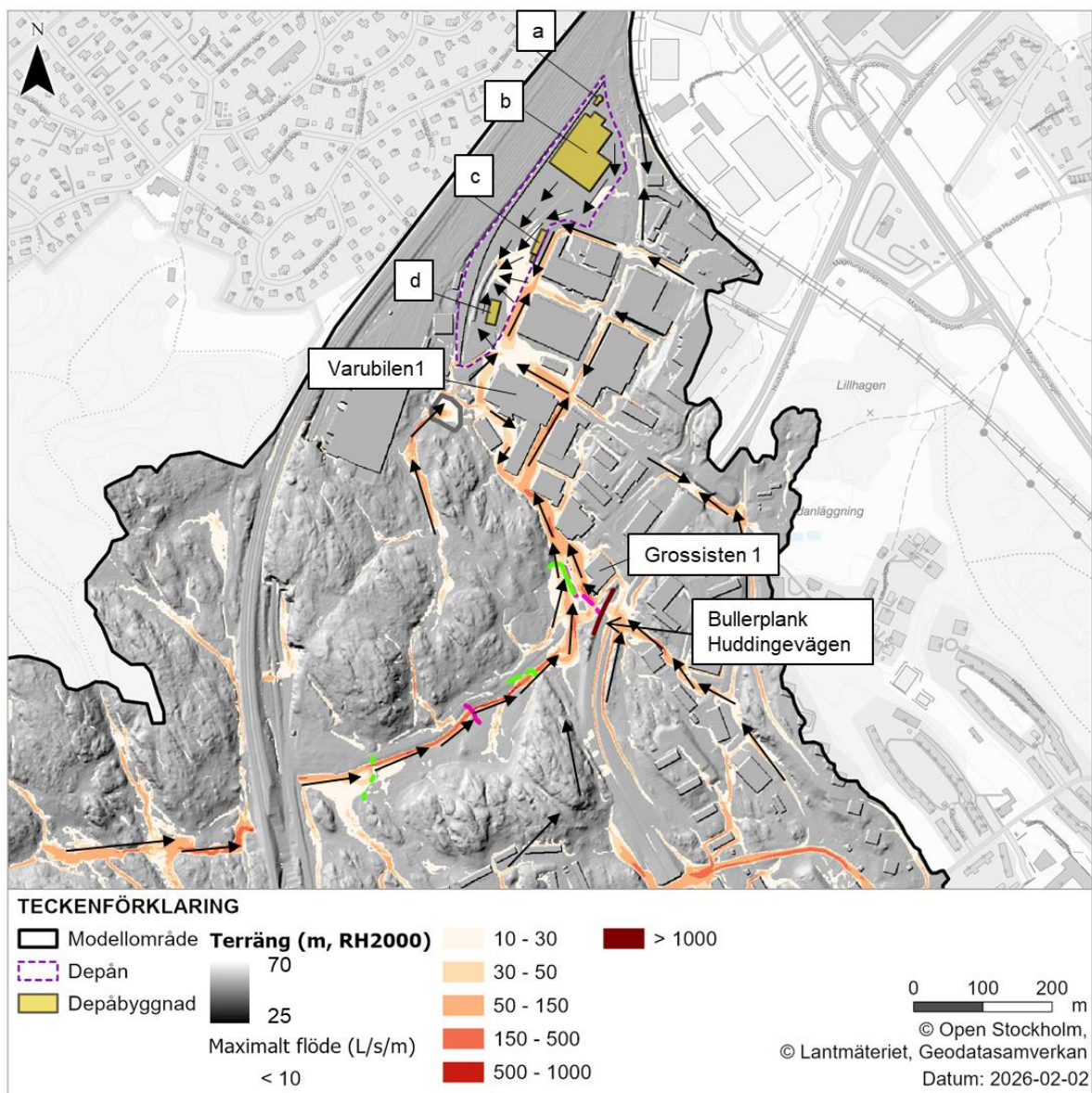


Figur 44. Maximalt flöde (l/s/m) vid depån för simulerat 200-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ B. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

500-årsregn med åtgärder alternativ B



Figur 45. Maximalt vattendjup vid depån för simulerat 500-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ B. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.



Figur 46. Maximalt flöde (l/s/m) vid depån för simulerat 500-årsregn för framtida situation med åtgärder alternativ B. Depåbyggnader redovisas med bokstav: a) sprinklercisternen, b) depåbyggnad, c) teknikbyggnader, d) hall för arbetsfordon.

Bilaga 3 - PM Utredning skyfallsyta Älvsjödepån

Den som önskar läsa Bilaga 3 kan begära ut den från Region Stockholm