

PM – Skyfallsanalys Dp 4a - Evenemangskvarteren

Slakthusområdet, Stockholms stad
2023-09-20

Sweco Sverige AB	556767-9849
Uppdrag	Skyfallsutredning Slakthusområdet
Uppdragsnummer	30043761
Kund	Exploateringskontoret, Stockholms stad
Upprättad av	Alexander Salmonsson
Granskad av	Alexandros Chatzakis
Datum	2023-09-20
Dokumentreferens	pm - skyfallsanalys dp4a

Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av

Sammanfattning

Sweco Sverige AB utför på uppdrag av Exploateringskontoret, Stockholms stad, en skyfallsutredning för hela programområdet *Slakthusområdet*. Skyfallshanteringen planeras med ett helhetsgrepp där alla ingående etapper samverkar i hur och var skyfallsflöden omhändertas. I arbetet med skyfallsutredningen ingår att ta fram övergripande skyfallsmodeller för befintlig och framtida situation, en övergripande skyfallsrapport och detaljplanespecifika skyfallsanalyser.

Detaljplan 4a (Dp 4a) utgör del av etapp 4 av Slakthusområdet och går under benämningen *Evenemangskvarteren*. Etappen omfattar en huvudgata genom området, två gångbroar över Arenavägen, gång- och cykelbro över Nynäsvägen samt en park och ett torg. Inom planen ryms även en konstnärlig högskola samt plats för kontor och handel.

Inom Dp 4a planeras för ett nedsänkt torg, *Evenemangstorget*, som utformas för att kunna omhänderta de skyfallsvolymer ett klimatkompenserat 100-årsregn genererar. Omhändertagandet fördelas över en ytlig fördröjning i själva nedsänkningen som torget utgör samt en underjordisk fördröjning i ett större kassetmagasin. Gator inom Dp 4a är höjdsatta för att maximera upptagningsområdet till torget. Torget ska även kunna hantera en viss mängd vatten från uppströmsliggande Dp 2a.

Då torget ligger centralt inom detaljplanen och marken generellt lutar söderut kan inte skyfallsvatten från alla kvarter och gator ledas in på torget. En del av skyfallsvattnet från de kvarter och gator som ligger nedströms torget och som inte ryms i de anläggningar som planeras för dagvattenomhändertagandet längs med gatorna, leds vidare mot Triangelparken inom Dp 2b samt mot Dp 4b där det planeras för ytterligare skyfallsåtgärder. Den del av vattnet som inte avleds i riktning mot Dp 2b och Dp 4b leds i stället ofördröjt vidare söderut mot Enskedevägen - på samma sätt som stora delar av befintlig mark inom planområdet, med eller utan omväg, gör idag. Med anläggandet av Evenemangstorget erhålls dock totalt sett över planområdet en större fördröjningsvolym jämfört med befintlig situation.

I skyfallsmodellen har ett 100-årsregn med varaktighet 60 minuter och en klimatfaktor på 1,25 (för hänsynstagande till ett förväntat förändrat klimat med intensivare och större nederbörds mängder) simulerats. I den detaljplanespecifika skyfallsanalysen för Dp 4a har följande kunnat konstateras:

Risk för översvämning inom planområdet

- Inom planområdet åligger risk för översvämning vid planerat entréläge vid Tele2 arena/Tolvs nordvästra hörn, vid korsningen Arenavägen/Arenaslingan. Riskens finns redan i dagsläget och vad gäller vattendjup utgör exploateringen i sig inte någon förhöjd risk. Samordning kring entrélägen och höjder samt åtgärder i gatan pågår tillsammans med byggtakören.

I övrigt finns inga tydliga områden med större översvänningsproblematik kopplat till entré och FG-nivåer.

På Blåsut-sidan av den nya GC-bron som planeras över Nynäsvägen finns risk att nytt brofundament orsakar olägenheter för intilliggande fastighet ifall inte planerade åtgärder vidtas. En trumma genom fundamentet finns projekterad och behöver vidareutvecklas i detaljprojekteringsskedet. Likaså behöver befintlig dikesanvisning mellan GC-banan och fastigheten förstärkas för att leda flödet mot trummans intagspunkt. Genom att anlägga trumman och tillhörande dike tyder skyfallssimuleringarna på att skyfallsbilden faktiskt kan förbättras för aktuell fastighet jämfört med befintligt scenario.

I övrigt föreligger ej någon risk för oönskad översvämning inom planområdet.

Framkomlighet inom och intill området

- Framkomligheten inom planområdet bedöms som god. Inga vattendjup över 20 cm påträffas i gatorna och de vattendjup som generas ligger generellt runt 10 cm. Vattendjupen på gatorna beror av tillfälligt höga flöden och de är endast kortvariga. Vid djup upp till 20 cm bedöms mindre fordon och ambulanser kunna ta sig fram utan större besvär.

Närmsta stora trafikled är Enskedevägen. Planområdet nås i första hand från Enskedevägen via anslutningen mot Arenavägen. I det östra körfältet finns en lokal lågpunkt som utgör ett framkomlighetshinder med vattendjup uppemot ca 30 cm. Det västra körfältet är emellertid framkomligt och framkomlighet kan således ändå säkras. Lågpunkten ligger på gränsen mellan Dp 4a och Dp 4b. Den bedöms kunna avhjälpas ytterligare i vidare detaljprojektering.

Planområdet kan även nås norrifrån, via Arenavägen inom Dp 2a.

Risk för att planområdet försämrar nedströms

- Skyfallshanteringen inom Dp 4a bör ses som en del av den övergripande skyfallshanteringen för Slakthusområdet. Dp 4a spelar exempelvis en viktig roll för omhändertagande av en del skyfallsflöden från Dp 2a. Med hjälp av differenskartor som jämför maximala vattendjup för befintlig och framtida situation har ingen försämring nedströms Slakthusområdet kunnat påvisas. Situationen är i mångt och mycket densamma före och efter exploatering. Där skillnader mellan de två scenarierna har identifierats har det varit till det bättre, dvs vattendjupen nedströms Slakthusområdet minskar på vissa ställen efter exploatering vid det simulerade skyfallet. Planens uppförande bedöms inte försämma översvämningsrisken nedströms Slakthusområdet.

Innan permanenta skyfallsåtgärder inom Dp 4b och Dp 2b byggs föreslås att en tillfällig skyfallsåtgärd anläggs inom mark som staden har rådighet över söder om Diagonalen (inom Dp 4b) för att inte tillfälligt riskera att öka skyfallsbelastningen från Dp 4a på befintliga fastigheter inom området som utgör Dp 4b. Åtgärden kan bestå av en grop eller motsvarande och behöver kunna hantera ca 200 m³ vatten.

Med ovan aspekter beaktade och med genomförandet av de åtgärdsförslag som föreslås i förestående PM bedöms planen nå en lämplig status med avseende på risken för översvämning.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
1 Inledning	5
1.1 Slakthusområdet	5
2 Underlag och riktlinjer.....	6
2.1 Underlag	6
2.2 Riktlinjer.....	6
2.2.1 Riktvärden för översvämningsdjup	7
3 Områdesbeskrivning Dp 4a	8
3.1 Avrinningsområden	8
3.2 Markanvändning och geotekniska förutsättningar	9
3.2.1 Befintlig markanvändning	9
3.2.2 Framtida markanvändning	10
3.2.3 Geotekniska förutsättningar	11
3.3 Planerade skyfallsåtgärder	11
3.4 Ledningsnätet.....	12
4 Skyfallsmodell.....	13
4.1 Metodik.....	13
4.1.1 Höjdmodell	13
4.1.2 Markytans strömningsmotstånd.....	15
4.1.3 Nederbörd	15
4.1.4 Underjordiska strukturer	16
4.2 Modelleringsresultat	17
4.2.1 Befintlig situation	17
4.2.2 Framtida situation	19
4.2.3 Påverkan på/från andra detaljplaner	31
5 Vidare arbete/Input till projektering.....	32
6 Slutsatser.....	33
7 Referenser.....	36

Inledning

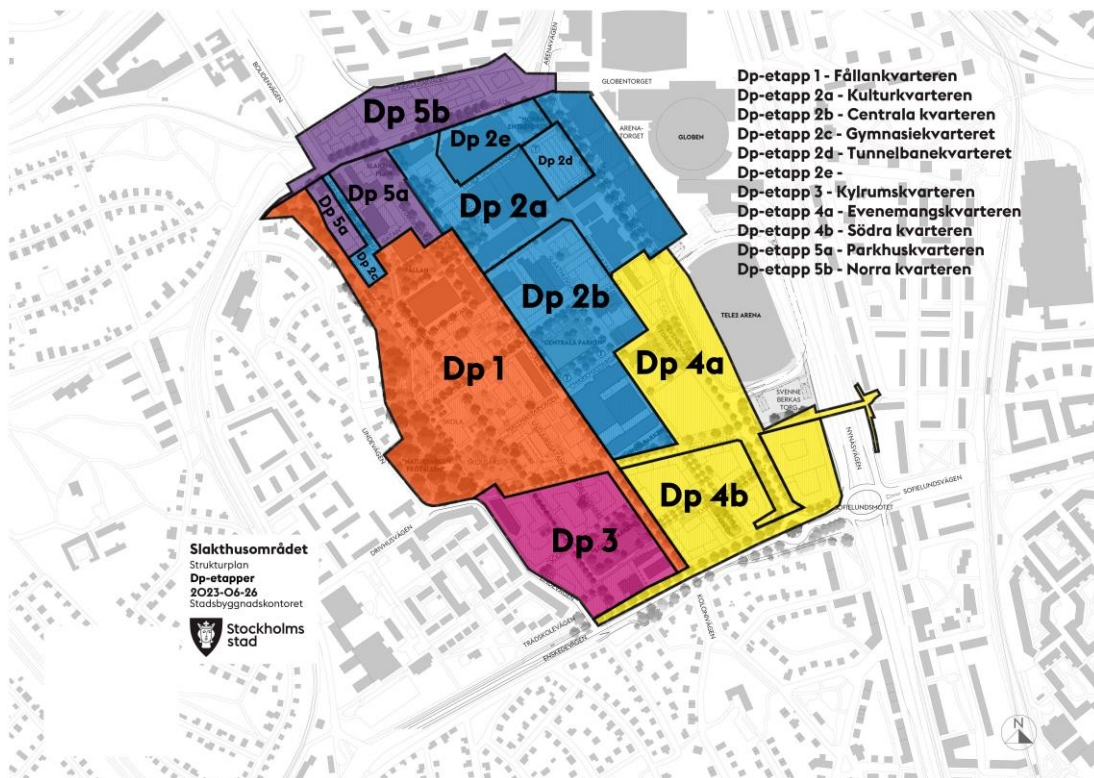
Sweco Sverige AB arbetar på uppdrag av Exploateringskontoret, Stockholms stad, med en uppdatering av en sedan tidigare framtagen skyfallsmodell för programområdet Slakthusområdet i stadsdelen Johanneshov. Skyfallsmodellen som tas fram täcker in flera detaljplaner. Förestående PM syftar till att utreda och ta fram åtgärdsförslag för skyfallshanteringen samt att bedöma detaljplan 4a:s (Dp 4a) lämplighet med avseende på risken för översvämning.

1.1 Slakthusområdet

Slakthusområdet är ett större stadsutvecklingsprojekt i Stockholm som syftar till att utveckla området från dagens industriområde till en funktionsblandad stadsdel med både bostäder, arbetsplatser, skolor, handel och andra verksamheter. Stadsdelen ska ha ett stort fokus på mat, kultur och upplevelser. Totalt planeras för ca 3 000 bostäder och 14 000 arbetsplatser. Området är uppdelat i flera detaljplaner/etapper, se Figur 1.

Detaljplan 4a (Dp 4a) utgör del av etapp 4 av Slakthusområdet och går under benämningen *Evenemangskvarteren*. Etappen omfattar enligt Stockholms stads informationssida för projektet, "Stockholm växer", huvudgata genom området (Arenavägen), två gångbroar över Arenavägen, gång- och cykelbro över Nynäsvägen samt ett torg. Inom planen ryms även en konstnärlig högskola samt plats för kontor och handel. Etappen utgör en viktig del i att koppla ihop Slakthusområdet med Globenområdet och vidare mot Blåsut.

Dp 4a gränsar i väster mot Dp 2b, i norr mot Dp 2a, i öster mot Tele2 arena och i söder mot Dp 4b. Arenavägen som löper genom området ingår i Dp 4a hela vägen ner till anslutningen mot Enskedevägen i syd.



Figur 1 Programområdet Slakthusområdet uppdelat i detaljplaneområden. Stockholms stad, 2023-06-26

2 Underlag och riktlinjer

2.1 Underlag

Till skyfallsanalysen har följande underlag erhållits och använts:

- Skyfallsmodell Slakthusområdet och tillhörande rapport, WSP – mottagen 2022-06-02
- Triangelmodell nytt gatunät västra delen av Slakthusområdet, Sweco – mottagen 2022-10-17
- Triangelmodell nytt gatunät östra delen av Slakthusområdet, Sweco – mottagen 2023-07-04
- Triangelmodeller parker och torg inom Slakthusområdet, Nyréns, Landskapslaget och White – mottagna under hösten 2022 och våren 2023.
 - Höjdmodell Evenemangstorget, White – mottagen 2023-02-09
 - Utbredning/volym skyfallsmagasin under Evenemangstorget, Sweco – mottagen 2023-02-10
 - Höjdmodell Svenne Berkas torg, Nyréns – mottagen 2023-05-17
 - Höjdmodell Triangelparken, Landskapslaget – mottagen 2023-05-31
- Fotavtryck byggnader inom Slakthusområdet, respektive byggaktör – mottagna 2022-12-20
- Ledningsnätmodeller från SVOA för deras planerade nät, MIKE Urban – mottagna 2022-12-22
- Entrénivåer byggnader inom Dp 4a, respektive byggaktör – inhämtat från projektportalen Byggnet med datumstämpling 2023-04-28
- Planmodell dagvatten- och skyfallsomhändertagande Evenemangstorget, Sweco - inhämtad från projektportalen Byggnet med datumstämpling 2023-04-28

2.2 Riktlinjer

Översvämning kan inträffa i lokala lågpunkter och längs rinnsträckor till följd av ytaavrinning vid kraftiga regnhändelser (skyfall) mot en lågpunkt eller ett vattendrag. En skyfallsdriven översvämning kallas för en *pluvial* översvämning. Stockholms och Västra Götalands länsstyrelser har tillsammans tagit fram ett faktablad kallat *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall* (Länsstyrelsen, 2018). Rekommendationerna är ämnade att ge stöd åt kommuner i att beskriva risken för översvämning vid större nederbördsmängder samt dess hantering i enskilda detaljplaner. De punkter som främst berör aktuellt planområde redovisas nedan:

- Översvämningsrisken vid nyexploateringar ska undersökas med 100-årsregn med en inkluderande klimatfaktor om 1,2 till 1,4. Vilken klimatfaktor som används beror på regionala variationer (SMHI, 2017). I Stockholms stad används klimatfaktor 1,25.
- Ny bebyggelse planeras så att den varken tar eller orsakar skada (både nedströms och uppströms planområdet) vid ett 100-årsregn. Omkringliggande obebyggda områden kan användas som översvämningsskydd för planerad byggnation.
- Framkomligheten till och från planområdet ska bedömas och vid behov säkerställas. Detta främst för att räddningstjänsten ska kunna nå och utrymma byggnader.
- En lågpunktskartering är inte tillräcklig som beslutsunderlag, varken för översiktsplan eller detaljplan. Detta beror på att utbredningen av ett översvämningsområde kan variera beroende på nederbördens intensitet och varaktighet. En modellering som inkluderar hydrauliken och tidsaspekten måste därför göras.

- Låglänta områden som lätt översvämmas bör utgöras av parker, multifunktionella ytor eller naturmarksområden. Planerade byggnader bör placeras på högre höjder.
- Skyfall är något som inte kan hanteras i det slutna dagvattenssystemet då detta system inte är dimensionerat för sådana stora mängder vatten. Det är inte heller rimligt att dimensionera det slutna ledningssystemet för dagvatten som VA-huvudmannen tillhandahåller för dessa händelser då de inträffar för sällan för att det ska vara samhällsekonomiskt rimligt. Översvämningsrisken till följd av skyfall för ny bebyggelse behöver i stället huvudsakligen hanteras på markytan.
- Avsteg från länsstyrelsens rekommendationer skall motiveras genom riskbedömningar och särskilda utredningar.

I Boverkets stöd till Länsstyrelsen vid riskbedömning av översvämningsrisk vid planläggning ger de även råd kring hur bedömningen ska tillämpas och när avsteg kan vara aktuella¹. Sammanfattningsvis pekar de på nödvändigheten i flexibilitet i tillämpningen av de grundläggande utgångspunkterna när det gäller detaljplaner med speciella förutsättningar och att det i vissa fall kan vara motiverat att acceptera en högre sannolikhet för översvämning under förutsättning att konsekvenserna bedöms kunna hanteras på ett godtagbart sätt. Ett sådant fall där det kan uppstå svårigheter att fullt ut tillämpa de grundläggande utgångspunkterna är vid ombyggnad och förtätning av befintlig miljö – vilket är fallet i Slakthusområdet.

2.2.1 Riktvärden för översvämningsdjup

I arbetet med skyfallshantering inom Slakthusområdet används riktvärden från Göteborgs stads *Guide för analys av översvämningsrisker* (Göteborgs stad/COWI, 2016) kopplat till beräknade vattendjups påverkan på framkomligheten längs gator. Där anges att normala räddningstjänstfordon inte kan ta sig fram vid vattendjup över 0,5 m eller DV större än 0,6 (produkten av vattendjupet (D) och flödeshastigheten(V)). Redan vid vattendjup över 0,2 m kan mindre fordon och ambulanser endast ta sig fram med begränsad framkomlighet. Detta kan utgöra ett hinder för räddningstjänstfordons framkomlighet i och med trafikstopp.

Vid stora djup ökar också risken för både materiella skador samt hälsorelaterade skador.

Samtidigt är det viktigt att ha i åtanke att alla översvämningar inte nödvändigtvis utgör ett problem. Problem uppstår först när vattnet orsakar en värdeförlust, påverkar kommunikation/transport, eller riskerar hälsa och liv. Även översvämningens uppehållstid kan vara en viktig faktor när risker och skador kvantifieras.

¹ https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/tillampning-och-avsteg/

3 Områdesbeskrivning Dp 4a

3.1 Avrinningsområden

De centrala och de södra delarna av Slakthusområdet, där Dp 4a ingår, avvattnas ytligt efter att lokala lågpunkter inom planområdet fyllts upp vid skyfallshändelser idag och även i framtiden via Enskedevägen i en sydvästlig riktning mot korsningen Enskedevägen/Sockenvägen, intill Enskede Idrottsplats. Härifrån rinner vattnet vidare längs Sockenvägen mot Vårflodsparken i Enskedefältet. Från Enskedefältet rinner vattnet vidare i riktning mot Årstafältet och därifrån via ett parkstråk i Årsta mot recipienten Årstaviken. Den beskrivna flödesvägen redovisas i Figur 2.

Observera att det längs avrinningssträckan mot Årstaviken finns flertalet lågpunkter i terrängen där mycket av skyfallsvolymer kommer ansamlas. Den avrinningssträcka som redovisas i figuren är endast teoretisk utifrån höjddata och utgår från att alla lågpunkter är fyllda och tröskelnivåer i respektive lågpunkt överskrids. För vattnet från Slakthusområdet påträffas den första större lågpunkten i området kring Enskedefältet och Enskede IP och i praktiken fastnar mycket vatten där och avvattnas succesivt av via det allmänna ledningsnätet snarare än att ytligt rinna vidare mot Årstafältet.

Mer lokala avrinningsvägar inom och intill Dp 4a beskrivs och redovisas i avsnitt 4.2 Modelleringresultat.



Figur 2 Avrinningsområde Södra Slakthusområdet (grön markering) och dess avvattningsriktning mot Årstaviken (svagare röd linje). Baseras på befintlig situation. Planområdesgräns Dp 4a i röstreckad linje. Källa: SCALGO Live, 2023-01-30

3.2 Markanvändning och geotekniska förutsättningar

3.2.1 Befintlig markanvändning

Området som utgör Dp 4a består idag nästan uteslutande av hårdgjorda ytor i form av byggnader och asfalterade kör- och parkeringsytor. Karaktären på området är den likt ett industriområde med småskaliga verksamheter. I Figur 3 redovisas plangränsen ovanpå Lantmäteriets ortofoto från 2021-11-18.

Tele2 Arena ligger delvis inom plangränsen. I gatuplan är denna del av arenan utformad som en överdäckning över gång- och körbanor, se Figur 4.



Figur 3 Befintlig markanvändning med inskissade takytor av redan rivna byggnader. Planområdesgräns Dp 4a i röstreckad linje. Ortofoto från Lantmäteriet, inhämtad via SCALGO Live, 2023-03-20.



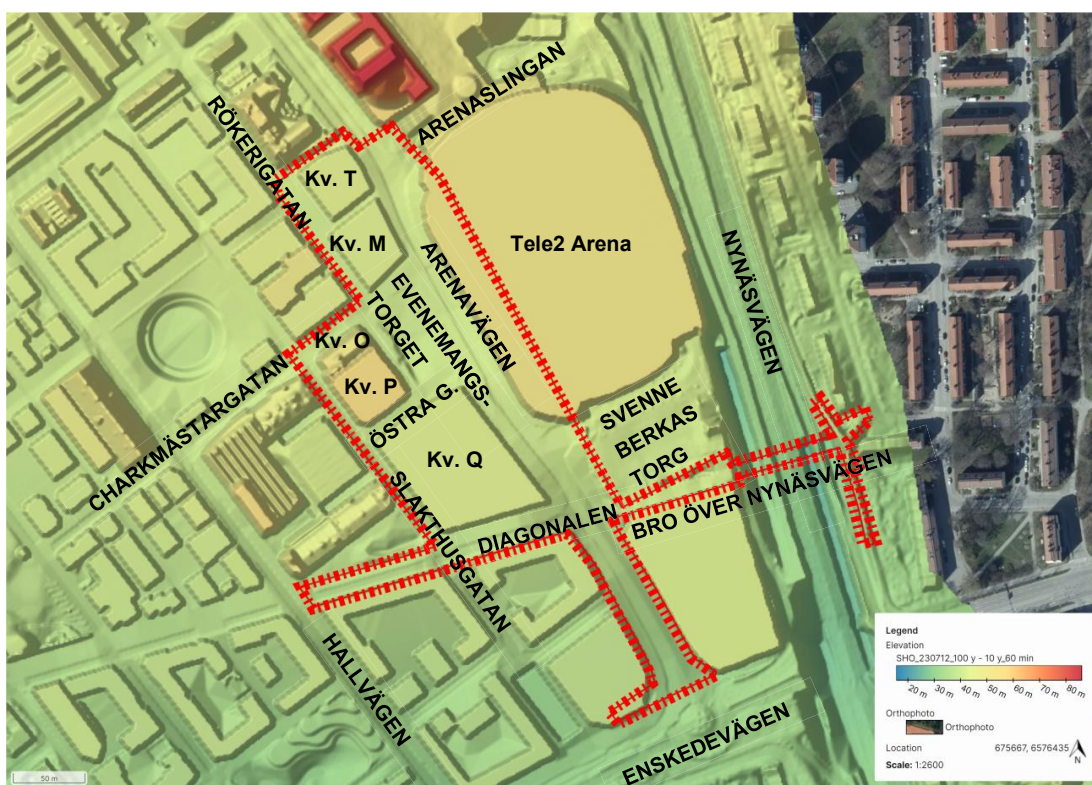
Figur 4 Gång- och körbana under Tele2 Arena. Bildkälla: <https://www.google.se/maps>, hämtad 2023-03-21

3.2.2 Framtida markanvändning

Framtida kvartersstruktur framgår av Figur 5. Nya kvarter tillkommer samt ett större torg centralt i planen, *Evenemangstorget*. Längs med Arenavägen och torget tillkommer trädplanteringar med tillhörande dagvattenhantering. I övrigt behåller området sin hårdgjorda karaktär. Dock med ett ökat inslag av trädrader och planteringsytor längs gator i vilka dagvatten planeras omhändertas. På det stora hela minskar områdets hårdgöringsgrad något efter genomförd exploatering.

Över Arenavägen byggs två gångbroar som binder samman Arenan och torget.

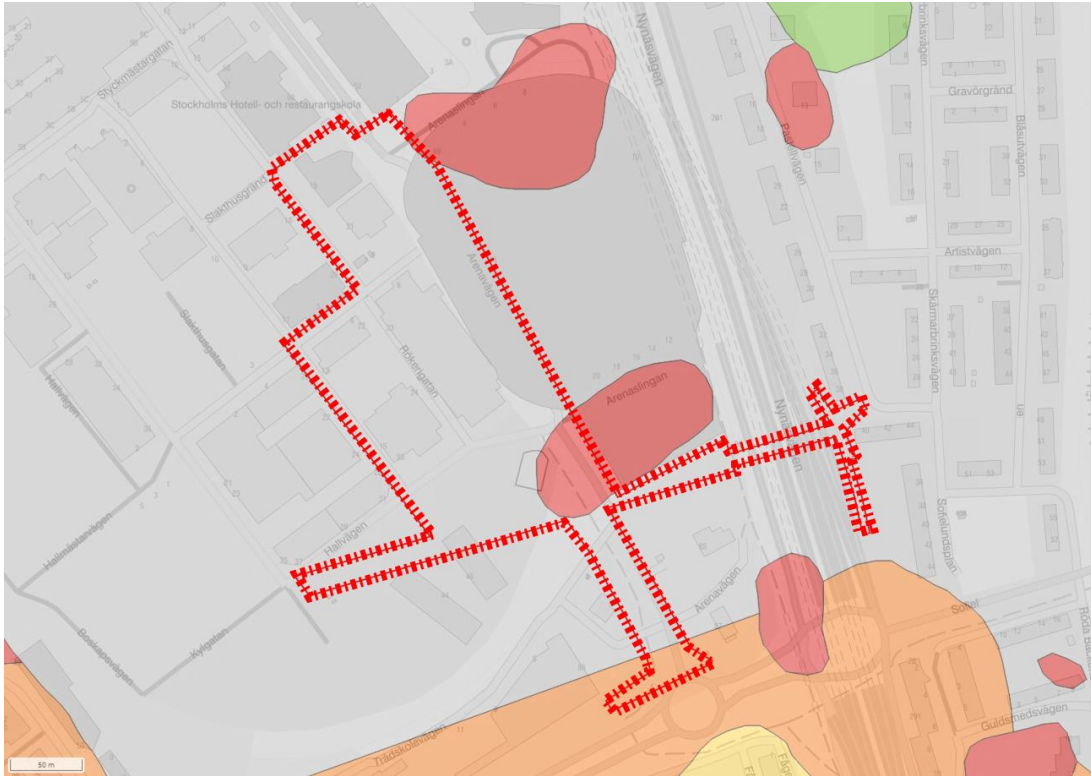
En gång- och cykelbro tillkommer även över Nynäsvägen och binder samman området med intilliggande Blåsut.



Figur 5 Framtida struktur för Dp 4a. Planområdesgräns i röstreckad linje.

3.2.3 Geotekniska förutsättningar

Ytliga jordarter som påträffas inom Dp 4a framgår av Figur 6. I stort sett hela planområdet vilar på fyllnadsmassor. Norr och söder om Tele2 Arean påträffas yttligt berg. Vid den södra anslutningen av Arenavägen mot Enskedevägen förekommer postglaciala sandlager.



Figur 6 Jordarter inom Dp 3. Grått = Fyllning, Rött = Urberg, Orange = Postglacial sand, Gult = Postglacial lera, Grön = Isälvsediment. Planområdesgräns i rödstreckad linje. Uppgifter från SGU, inhämtad via SCALGO Live, 2023-06-13.

För en mer ingående beskrivning av områdets geotekniska förutsättningar hänvisas till det geotekniska PM som WSP har tagit fram för Slakthusområdets östra delar, *G01-2D06-190-PM Geoteknik, WSP, 2023-05-26*.

3.3 Planerade skyfallsåtgärder

Inom Dp 4a planeras för skyfallshantering på Evenemangstorget och i ett underliggande kassettmagasin. Tillrinningen dit sker, förutom det regn som faller direkt på torget, i huvudsak norrifrån, via Arenavägen och Rökerigatan.

Torget har enligt förslag som ligger i systemhandlingen en yttlig magasineringsförmåga om drygt 200 m³. Det underjordiska kassettmagasinet planeras kunna rymma en volym om 960 m³. Torgets yttliga fördröjningsvolymen har i kombination med det underjordiska kassettmagasinet dimensionerats för att kunna omhänderta ett klimatkompenserat 100-årsreg. Erforderlig volym har erhållits genom en känslighetsanalys där olika varaktigheter på det undersökta 100-årsregnet samt fördelning mellan yttlig avrinning och avrinning i ledningsnätet har simulerats.

Magasinet avtappas succesivt via ledning mot SVOA:s dagvattenledningsnät i Arenavägen. Dimensioneringen av magasinet görs dock utan hänsyn till denna avtappning. Magasinet vilar delvis på gammalt källargolv och delvis på genomsläppliga jordar – en viss infiltration av vattnet från magasinet till omgivande jordlager kan därför antas ske.

De utformningsmässiga parametrarna som testats i systemhandlingsskede och som legat till grund för till hur magasinet beskrivs i skyfallsmodellen är enligt nedan punktlista (höjdnivåer angivna i höjdsystem RH2000):

- Ytlig magasineringsvolym: ca 200 m³
- Magasineringsvolym i kassetmagasin: ca 960 m³
- Totalt magasineringsvolym (ytligt i torget + kassetmagasin): ca 1160 m³
- Antal dagvatten-/intagsbrunnar: 12 st, dimension 500 mm
- Utloppsledning från intagsbrunn: Dimension 200 mm PP
- Lägsta marknivå torget: +40,50
- Tröskelnivå ut från torget: +40,95
- Toppnivå kassetmagasin: +39,71
- Bottennivå kassetmagasin: +38,75
- VG avtappningsledning ut från kassetmagasin: +38,75

Se avsnitt 4.2.2.3 för bild och beskrivning av den övergripande skyfallshanteringen inom och intill planområdet.

3.4 Ledningsnätet

Stockholm Vatten och Avfall (SVOA) ansvarar som VA-huvudman att avleda dagvatten från området via sitt ledningsnät upp till ett visst dimensionerande regn. Information kring ledningsnätet kommer från möte med SVOA (2022-12-13) och tillhandahållna dwg- samt MIKE Urban-modeller över planerat och befintligt ledningsnät.

Det befintliga ledningsnätet inom Slakthusområdet är huvudsakligen av kombinerad karaktär, dvs dag- och spillvatten avleds i samma ledningar. Kapaciteten i befintligt ledningsnät antas vara ett 10-årsregn. Inga direkta översvämningssproblem kopplade till ledningsnätet kan påvisas i befintliga ledningsnätmodeller vid ett 10-årsregn. Dock finns en kapacitetsbrist i befintligt ledningsnät nedströms Slakthusområdet.

I och med genomförandet av den nya exploateringen separeras dag- och spillvatten inom Slakthusområdet i separata ledningar. Ledningsnätet dimensioneras för att kunna hantera ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,25 utan att orsaka trycknivåer ovan mark. I lokala lågpunkter och intill samhällsviktig infrastruktur (tunnelbaneentréer) har nätet dimensionerats för att kunna hantera upp till ett 30-årsregn med klimatfaktor 1,25. Ledningsnätet är indelat i en nordlig och en sydlig del. Avvattningen från den södra delen sker främst via dagvattenledning mot befintlig dagvattentunnel, Östbergatunneln. Dp 4a ligger inom denna södra del som avleds mot Östbergatunneln. Kapaciteten i tunneln bedöms av SVOA vara god, sett till de dimensionerande regn de ska kunna klara av att hantera.

4 Skyfallsmodell

4.1 Metodik

Skyfallsmodelleringen har utförts i programvaran MIKE+ (release 2023). Skyfallsmodellen innefattar hela Slakthusområdet och utgörs i grunden av en 2D-modell från MIKE 21 FM, i vilken ytavrinningen beräknas. Av SVOA har en ledningsnätsmodell för planerat ledningsnät erhållits, vilken har kopplats samman med ytaavrinningsmodellen för att i det framtida scenariot kunna visa på effekterna av det nya ledningsnätet på skyfallsbilden och på så sätt få en bättre dynamisk bild över skyfallsförloppet inom Slakthusområdet. Modellresultat från den kopplade skyfallsmodellen används i analysen av skyfallsbilden inom Slakthusområdet.

Ingen ledningsnätsmodell för befintligt scenario har erhållits. Befintligt scenario beskrivs således med en modell utan ledningsnätsskoppling. För att ge en rättvis bild i jämförelsen av hur planerad exploatering påverkar nedströmsliggande bebyggelse har därför även modeller för framtida scenario utan ledningsnätsskoppling tagits fram.

Sweco arbetar övergripande med skyfallsutredningar för hela Slakthusområdet och bygger en gemensam modell där alla detaljplaner ingår. Modellen och resultaten som beskrivs i detta PM grundar sig på simuleringar utförda i den övergripande modellen. För en mer övergripande beskrivning av modellen och modellresultaten hänvisas till den övergripande skyfallsrapporten för hela Slakthusområdet.

Sammanfattningsvis utnyttjas en kopplad modell för att undersöka och analysera skyfallsbilden inom programområdet för det framtida scenariot samt att utifrån det dimensionera skyfallsåtgärder. I jämförelseanalyser för att bedöma påverkan på områden nedströms programområdets gränser används modeller för befintligt och framtida scenario utan ledningsnätsskoppling.

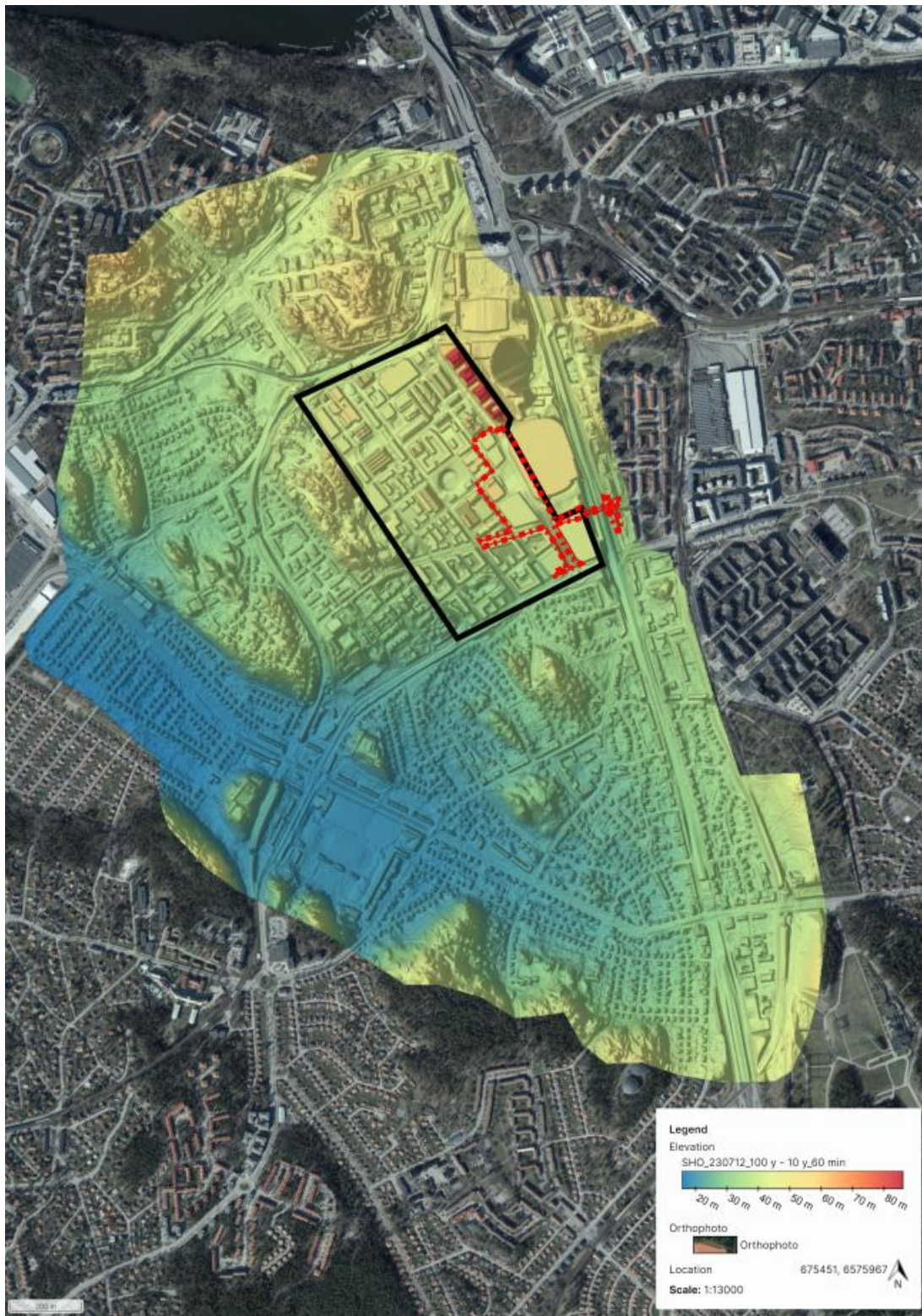
4.1.1 Höjdmodell

Höjdmodell för befintlig situation har hämtats från WSPs tidigare skyfallsmodell (WSP, 2022) vilken grundar sig på de förutsättningar som rådde i området då projektet inleddes år 2018. Justeringar har gjorts längs Enskedevägen där befintliga bullerplank har förstärkt i modellen och GC-passagen strax väster om korsningen Enskedevägen/Lindevägen som tidigare var nedbränd i höjdmodellen har fyllts igen och ersatts med en trumma (se avsnitt 4.1.4 Underjordiska strukturer). Ett nyligen anlagt farthinder i Palmfeltsvägen, i närheten av Frötallen har också lagts in i höjdmodellen.

Höjdmodell för den framtida situationen bygger på höjdunderlag för hela Slakthusområdet från projektörer inom teknikområdena Gata och Landskap samt underlag gällande byggnadernas fotavtryck från berörda byggaktörer. Kvarterens innergårdar har i modellen höjdsatts så att vatten kan ta sig ut från dem.

Modellområdet täcker en betydligt större yta än bara själva Slakthusområdet och redovisas i Figur 7. Modellområdet sträcker sig inte hela vägen till slutrecipient utan bara tillräckligt långt för att kunna göra en bedömning av påverkan på områden i relativt nära anslutning nedströms Slakthusområdet.

Höjdmodellen täcker en yta om ca 3,8 km², dvs 380 ha. Dp 4a utgör en yta motsvarande ca 4,8 ha.



Figur 7 Höjdmodell utnyttjad i skyfallsmodellen för den framtida situationen. Slakthusområdet markerat med svart, och Dp 4a med röstreckad linje

4.1.2 Markytans strömningsmotstånd

Markens strömningsmotstånd spelar en viktig roll i att beskriva hur snabbt vattnet rinner på ytan, vilket i sin tur påverkar vattendjup. Markens strömningsmotstånd beskrivs genom Mannings tal. Alla ytor inom avrinningsområdet har tilldelats ett värde på Mannings tal utifrån sin markanvändning. Mannings tal enligt Tabell 1 har tillämpats. Inom Slakthusområdet har innergårdar tilldelats samma värde som markanvändningarna *Gator* och *Tak*.

Tabell 1 Värden på Mannings tal för markanvändningen inom utredningsområdet

Markanvändning	Mannings tal [$m^{1/3}/s$]
Grönytor	10
Blandytor*	30
Gator	50
Tak	50
Innergårdar	50

*Till blandytor räknas torg och skolgårdar av skiftande karaktär mellan hårdgjort och bevuxet

4.1.3 Nederbörd

I modellen simuleras ett skyfall motsvarande ett 100-årsregn av CDS-karaktär. Varaktigheten är satt till 60 minuter (vilket på ett ungefär representerar de längsta rinnsträckorna inom Slakthusområdet) och en klimatkfaktor på 1,25 används för att ta hänsyn till ett framtida klimat med förväntat ökade nederbördsmängder. Ett 100-årsregn enligt detta motsvarar 68,2 mm innan avdrag för ledningsnätets kapacitet och infiltration. Simuleringen tillåts pågå tre timmar efter avslutat regn.

För att ta hänsyn till ledningsnätet görs i modellkörningar utan ledningsnätskoppling ett schablonavdrag utifrån dess kapacitet. För både det befintliga- och framtidsscenarioet görs ett generellt avdrag från pålagd regnbelastning med ett 10-årsregn av CDS-karaktär, med varaktighet 60 minuter och utan klimatkfaktor. Avdraget görs för alla hårdgjorda markytor.

Inom programområdets gränser görs ett ytterligare avdrag motsvarande 5 mm för det framtida scenarioet. Syftet med avdraget är att ta viss hänsyn till den fördröjning som planeras i växtbäddar och andra dagvattenanläggningar inom området. För Slakthusområdet gäller stadens åtgärdsnivå som krävställer ett dagvattenomhändertagande på 20 mm. Det är dock skillnad på dagvatten- och skyfallsanläggningar i det avseendet att anläggningar för fördröjning av dagvatten ofta inte har den intagskapacitet via brunnar, kantstensläpp och dylikt som krävs för att kunna föra in de intensiva flöden som genereras vid ett skyfall. Dock bedöms dagvattenåtgärderna ha en viss fördröjande effekt även vid skyfall, varmed 5 mm-avdraget tillämpas.

För grönytor görs ett avdrag på regnet som belastar dessa ytor i form av en avrinningskoefficient på 0,3. Grönytor med underliggande magasin belastas dock som övriga ytor inom Slakthusområdet. Detta då det vatten som infiltrerar i parken tillförs magasinet och upptar volym däri.

De applicerade regnens respektive volymtillskott uttryckt i mm redovisas i Tabell 2.

Tabell 2 Regnbelastning i den ytliga delen av skyfallsmodellen beroende på typ av yta

Regnbelastad yta	Regnmängd [mm]
Hårdgjorda ytor	41,5
Hårdgjorda ytor inom Slakthusområdet	36,5
Grönytor	20

Ett 100-årsregn med varaktighet 60 minuter och en klimatkfaktor 1,25 motsvarar en regnmängd på 68,2 mm, utan avdrag för ledningsnät och/eller infiltration

4.1.3.1 Nederbörd i kopplad skyfallsmodell

I den kopplade skyfallsmodellen görs samma schablonavdrag från ytavrinningsmodellen som i modellen utan ledningsnätkoppling. Skillnaden ligger i att det regnet som dras av från ytavrinningsmodellen läggs på som en belastning på ledningsnätet. Dvs det schablonmässiga avdraget motsvarande 10-årsregnet som görs för ledningsnätet i den okopplade modellen tas inte bort ur beräkningarna utan läggs på ledningsnätsmodellen i stället. Mellan ledningsnätet och ytmodellen finns kopplingspunkter i noder som motsvarar dagvattenbrunnar i vilken ett utbyte mellan de två modellerna kan ske. Finns det kapacitet i ledningsnätet kommer vatten från ytmodellen kunna rinna ner i ledningsnätet. Går däremot ledningsnätet fullt och trycknivåerna överskrider marknivån kommer i stället ledningsnätet släppa vatten till ytmodellen.

Det nya ledningsnätet som planeras inom Slakthusområdet är som nämnts tidigare dimensionerat för att klara av att hantera ett 20-årsregn samt 30-årsregn invid samhällsviktiga objekt samt i vissa lågpunkter. Det initiala avdraget som görs från regnet som belastar ytmodellen och i stället läggs på ledningsnätsmodellen motsvarar dock endast ett 10-årsregn. Detta görs för att det är troligt att en del dagvattenbrunnar är helt eller delvis igensatta när skyfallet kommer och för att skyfallsflödena vid ett regn med en relativt kort varaktighet är så pass intensiva att kapaciteten i dagvattenbrunnarna inte är tillräcklig för att kunna omhänderta allt vatten som tillrinner dem. Genom att inte belasta ledningsnätet med sin fulla kapacitet på en gång får vi på så sätt en annan dynamik i modellen där vattnet delvis faktiskt måste tillrinna en brunn för att ta sig ner till ledningsnätet. En till anledningen till att inte allt vatten tillförs ytmodellen, för att sedan tillåtas leta sig ner till ledningsnätet via brunnar, är att det modelltekniskt kan ge upphov till vissa instabiliteter med bland annat skapandet av fiktivt vatten.

I den kopplade modellkörningen görs samma 5 mm-avdrag från det pålagda regnet för LOD-anläggningarna inom Slakthusområdet som i den okopplade modellen.

4.1.4 Underjordiska strukturer

De underjordiska strukturerna som tillämpats i denna skyfallsmodell utgörs av:

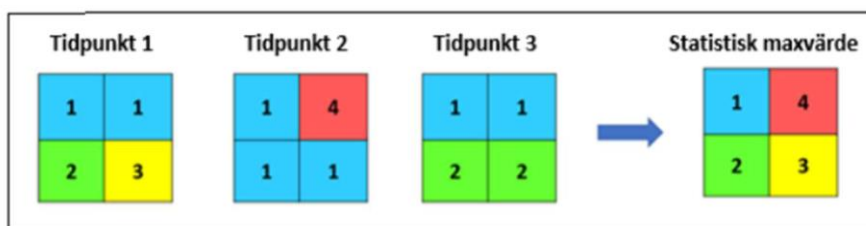
- SVOA:s ledningsnätsmodell
 - För ledningar som i modellen avslutas i punkter där anslutning mot befintligt ledningsnät tar vid har randvillkor utifrån uppgifter på maxflöden i dessa ledningar, erhållna från SVOA tillämpats.
- Ledningskopplingar mellan SVOA:s modell och parker och torg för avvattning av dessa ytor. Kopplingarna utgörs av brunn motsvarande en dagvattenbrunn/kupolbrunn 500 mm med ledningskoppling 200 mm PP – om inte annat finns angivet i projekteringsunderlag.
- Gångtunnelpassagen under Enskedevägen, strax väster om korsningen med Lindevägen – Representeras med en rektangulär ledningsstruktur om 2 m x 4 m.
- Kassetmagasin under Evenemangstorget – Representeras med en rektangulär ledningsstruktur med en dimension som motsvarar de 960 m³ som magasinet

planeras kunna hantera. Tillförseln till magasinet sker via 12 st dagvattenbrunnar med dimension 500 mm (250 mm angivet i modellen för att bättre återspegla faktisk intagskapacitet genom galler) med utloppsledningar i dimension 200 mm PP.

- Trumma i dimension 400 mm genom brofundament på Blåsut-sidan av ny GC-bro över Nynäsvägen.
- Makadammagasin under Södra parken (Dp 3) – Representeras med en rektangulär ledningsstruktur med en dimension som motsvarar de 1 100 m³ som makadammagasinet planeras kunna hantera.

4.2 Modelleringsresultat

Skyfallskarteringen ger information om flöde och vattendjup längs avrinningsstråk och vattenansamlingar i lågpunkter, och hur dessa varierar i tid. Under skyfallsmodellens beräkningsperiod uppstår naturligt olika stora djup 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 modellperioden. Detta visualiseras förenklat i Figur 8.



Figur 8 Visualisering över hur statistiskt maximalt vattendjup beräknas.

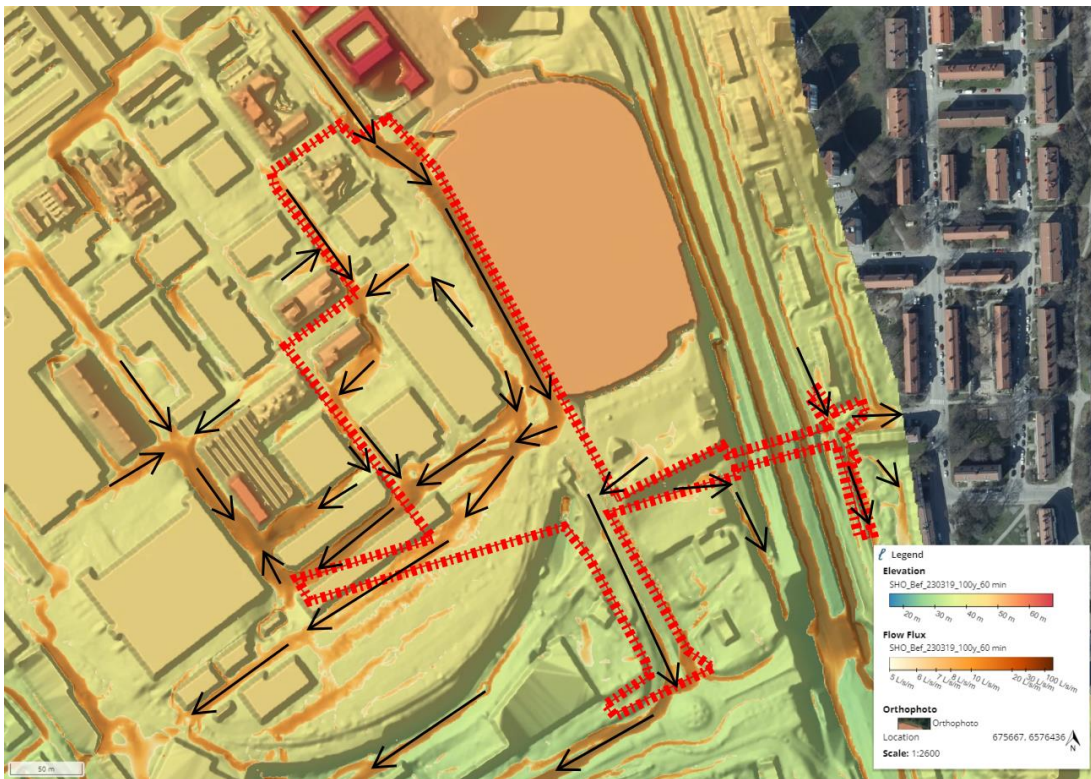
4.2.1 Befintlig situation

Med befintlig situation avses de förhållanden som rådde inom hela Slakthusområdet innan exploateringen och rivningsarbeten påbörjades.

4.2.1.1 Avrinningsvägar och flöden

I Figur 9 redovisas hur skyfallsflöden ser ut i befintlig situation i det område som utgör Dp 4a. Till planområdet tillförs vatten utifrån plangränsen huvudsakligen från norr via Arenavägen. Skyfallsflödena tar precis söder om Tele2 Arena en västlig riktning. En del av det flödet leds i riktning mot det område som utgör Dp 3 och därifrån vidare mot Enskedevägen. Den största andelen av det västliga flödet leds dock mot en större lågpunkt i gränsen mellan DP 1 och Dp 2b. Till denna lågpunkt avvattnas majoriteten av de ytliga flöden inom området som utgör Dp 4a.

Skyfallsflöden som genereras söder om den västliga riktningsförändringen i Arenavägen avrinner via gatans förlängning i sydlig riktning mot Enskedevägen.



Figur 9 Avrinningsvägar vid befintlig situation in och ut ur detaljplaneområdet för Dp 4a. Svarta pilar indikerar generell flödesriktning. Nyanser av orange indikerar olika storlekar på flödet, större flöden vid mörk nyans.

4.2.1.2 Maximala vattendjup

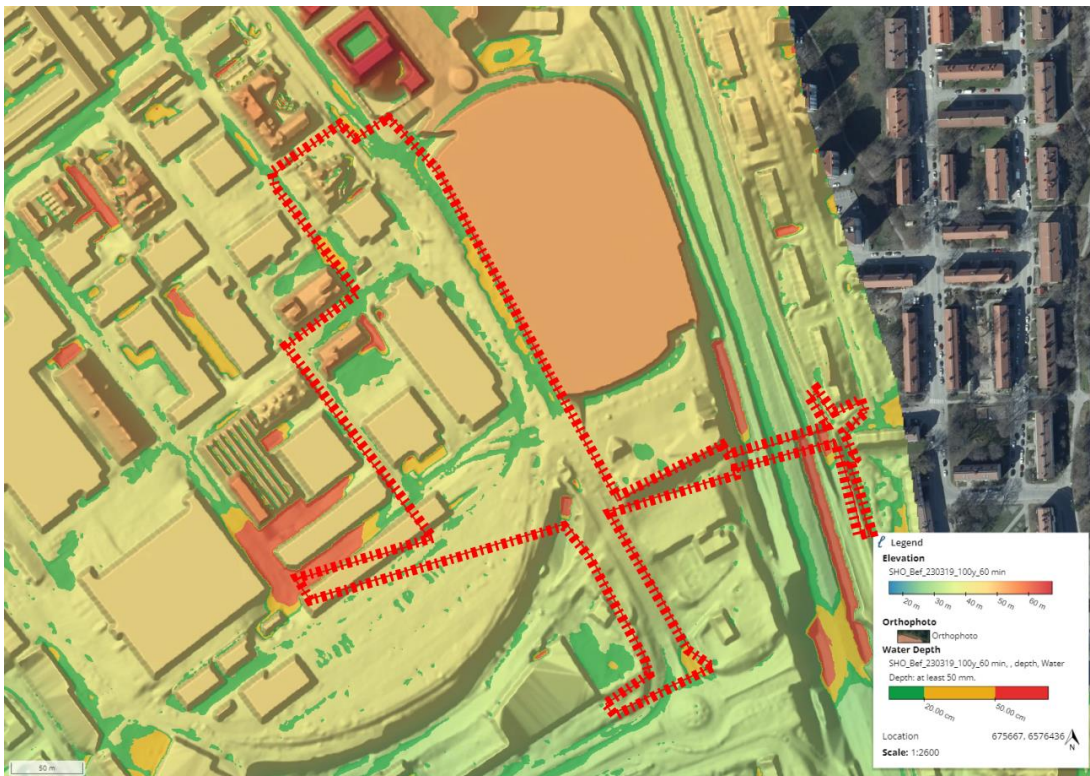
I Figur 10 framgår maxvattendjupen inom och i anslutning till detaljplaneområdet vid befintlig situation. Vattendjup under 5 cm har exkluderats i redovisningen för att undvika brus i resultatet samt för att det i de flesta fall inte bedöms orsaka några större olägenheter.

Inom området finns inget större lågpunktsområde. I Arenavägen, längsmed Tele2 Arena, påträffas vattendjup på över 20 cm och som maximalt ca 35 cm, vilket bedöms ha en betydande inverkan på framkomligheten. Detta är på sträckan av vägen som går under den överdäckade delen av Arenavägen. Där finns entréer till lokaler och verksamheter i gatuplan som således idag löper risk för översvämning vid ett skyfall.

I övrigt är maximala uppnådda vattendjup under 20 cm bortsett från två mindre lågpunkter intill befintliga byggnader. Lågpunkterna utgörs av ramper/garagedrifter.

Den betydande lågpunkten där det mesta av skyfallsvolymer från Dp 2a ansamlas ligger inom det område som utgör den i väster angränsande planen Dp 2b. Vattendjup på över 50 cm och upp mot 2 m påträffas. Här finns idag en påtaglig risk för stora materiella skador vid ett skyfall. De stora djupen beror av ramper/nedfarter till garage och lastytor.

Den totala ytliga magasineringens volym som alla lokala lågpunkter inom området ger upphov till uppgår till ca 690 m³.



Figur 10 Maxvattendjup vid befintlig situation inom och runt om detaljplanegränsen för Dp 4a. Vattendjup enligt följande; grön = 0,05-0,2 m, gul = 0,2-0,5 m, röd = >0,5 m

4.2.2 Framtida situation

Med framtida situation avses den strukturutformning och den projektering som var gällande inom hela Slakthusområdet vid tidpunkten för författandet av detta PM.

4.2.2.1 Avrinningsvägar och flöden

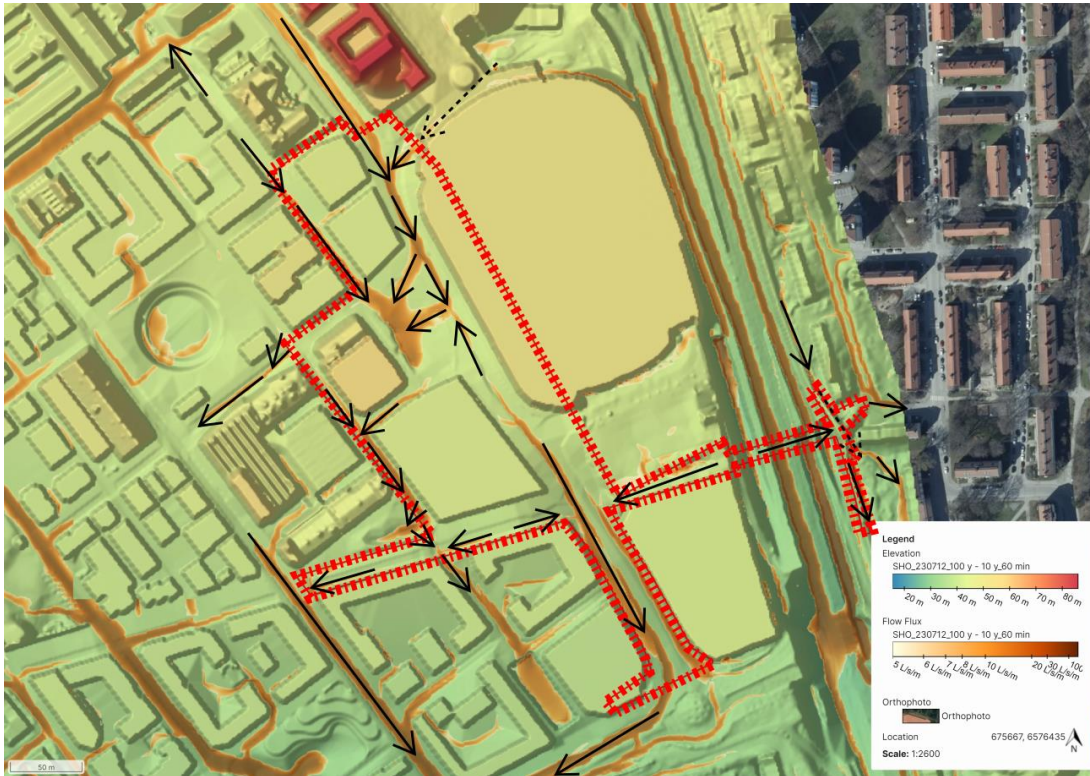
I Figur 11 redovisas de huvudsakliga flödesvägarna inom samt in och ut ur planområdet. Precis som för den befintliga situationen kommer inkommande flöden utifrån Dp 4a huvudsakligen norrifrån från Dp 2a via Arenavägen. Ett visst inflöde kommer även in över plangränsen via Rökerigatan.

Arenavägen höjdsätts så att skyfallsflöden riktas in mot Evenemangstorget där det omhändertas både ytligt och i det underjordiska kassetmagasinet. Även Rökerigatan avvattas mot Evenemangstorget. Torget dimensioneras för att kunna omhänderta ett klimatkompenserat 100-årsregn. Vid större regn än så bräddar vatten från torget vidare i västlig riktning via Östra gatan mot Slakthusgatan. Slakthusgatan höjdsätts så att det är möjligt att leda in vattnet i en parkyta kallad Triangelparken som håller på att utformas inom arbetet med Dp 2b. Vatten som inte ryms i Triangelparken, vilken väntas ha en begränsad omhändertagande kapacitet, flödar vidare söderut längs Slakthusgatan och tillförs Dp 4b, där skyfallslösning planeras för att omhänderta vattnet.

Flöden som genereras på Arenavägen nedströms den höjdrygg som skiljer vilket vatten som kan ta sig in i Evenemangstorget flödar precis som vid befintlig situation vidare söderut mot Enskedevägen.

Öster om detaljplanen återfinns Svenne Berkas torg. Torget ska samverka med den gång- och cykelväg som planeras i anslutning till den planerade gc-bron över Nynäsvägen. Vatten

som inte tas omhand inom torget kommer flöda västerut mot Arenavägen och sedermera Enskedevägen. GC-bron över Nynäsvägen lutar i riktning mot Blåsut. Denna bro är inte beskriven i höjdmodellen. Flödet som genereras på bron, i riktning mot Blåsut bedöms inte ha någon betydande inverkan på skyfallsbilden i det området.



Figur 11 Avrinningsvägar vid framtida situation inom samt in och ut ur detaljplanegränsen för Dp 4a. Svarta pilar indikerar generell flödesriktning. Streckad pil indikerar flöde under överdäckning/i dagvattentrumma. Nyanser av orange indikerar olika storlekar på flödet, större flöden vid mörk nyans.

4.2.2.2 Maximala vattendjup

Figur 12 redovisar maxvattendjupen inom och runt om Dp 4a under simuleringsperioden för det framtida scenariot. Vattendjup under 5 cm har exkluderats i redovisningen för att undvika brus i resultatet samt för att det i de flesta fall inte bedöms orsaka några större olägenheter.

Inom området påträffas vattendjup över 20 cm på önskat ställe, i Evenemangstorget. Tillrinningen till torget uppgår vid undersökt skyfallsscenario till knappt 900 m³. Av dessa 900 m³ har ca 230 m³ beräknats komma från områden norr om plangränsen.

Även i området för Svenne Berkas torg fås en mindre ansamling vatten vars djup överskrider 20 cm. Lågpunkten inom detta område kan med den utformning som föreslås i systemhandlingen hantera ca 100 m³ ytligt vatten. Lågpunkten utgörs främst av nedsänkta ytor som syftar till att hantera dagvatten och skyfall.

I Arenavägen påträffas vattendjup omkring 10 cm i det västra körfältet. Ett djup på 10 cm utgör inget hinder sett till framkomligheten för fordonstrafik. Inga vattenansamlingar som bedöms ha en påverkan på framkomligheten inom planområdet påvisas av modellresultatet bortsett från en lokal lågpunkt i anslutning mot Enskedevägen där djup uppemot 30 cm genereras.

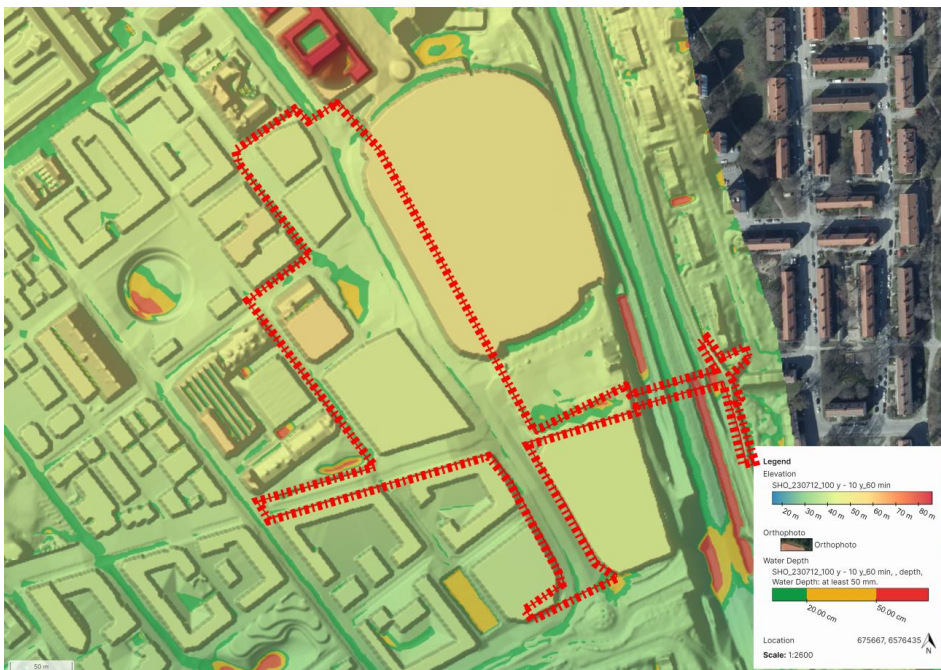
I Arenaslingan, intill anslutningen mot Arenavägen genereras vattendjup på drygt 10 cm. Denna ansamling utgör inga bekymmer för framkomligheten men utgör en

översvämningsrisk för intilliggande entréer. Djupen är i paritet med de djup som fås vid samma läge i befintligt scenario (se vidare i avsnitt 4.2.2.5 under *Tele2 Arena*).

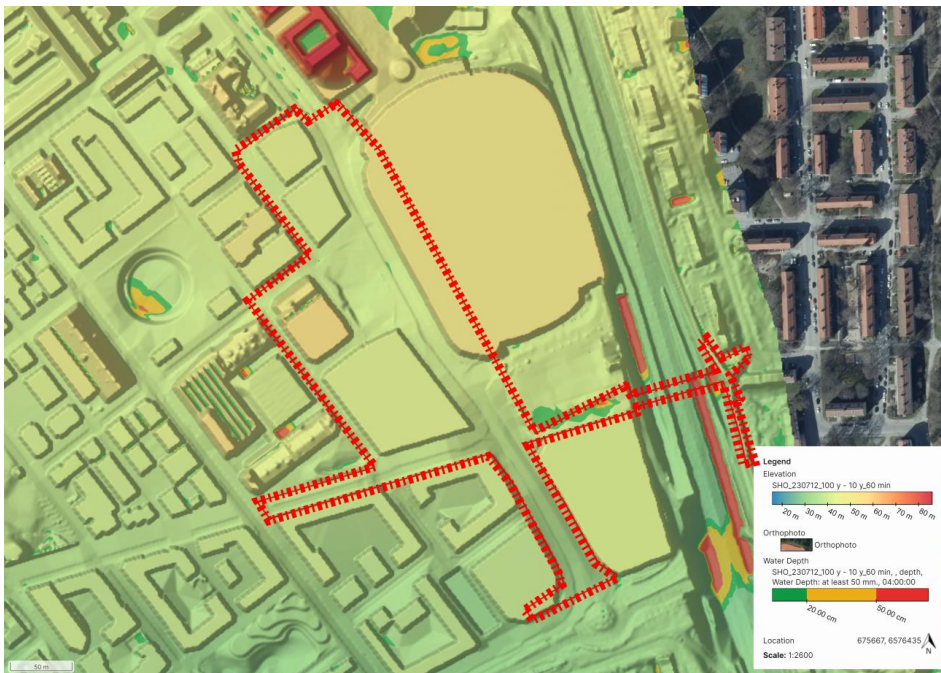
Den totala magasineringensvolymen inom området uppgår till ca 1 260 m³, fördelat över den ytliga och underjordiska magasinensvolymen i Evenemangstorget och den ytliga fördröjningen i gång- och cykelområdet intill Svenne Berkas torg. 1 260 m³ är ungefär dubbelt så mycket volym som områdets nuvarande lågpunkter kan hantera (690 m³) och rent volymmässigt tillräckligt mycket för att kunna hantera torgets beräknade tillrinningsvolym.

Generellt gäller att maxvattennivåerna på gator uppnås då flödet är som kraftigast för att sedan rinna vidare i riktning med gatans längslutning alternativt tillföras det allmänna dagvattennätet i den mån kapacitet i ledningarna finns att tillgå. I simuleringarna är varaktigheten för dessa toppnivåer längs gatorna under 30 minuter. I lågpunkter beror varaktigheten av översvämning, önskad eller ej, av möjligheterna till avtappning mot det allmänna ledningsnätet. Finns ingen avtappning/ledningsnät i modellen för aktuell lågpunkt kommer översvämningens eventuella avtagande med tiden inte kunna utläsas, utan vatten blir stående till dess simuleringen avslutas. Detta är fallet för Svenne Berkas torg. I vidare projektering kommer denna yta kompletteras med brunnar och ledningar.

I Figur 13 illustreras vattendjupen vid simuleringsslutet (3 timmar efter regnet har upphört). Av figuren framgår att lågpunkterna succesivt avvattas mot ledningsnätet och till stora delar töms av under simuleringsförloppet, där koppling mot ledningsnätet finns i modellen.



Figur 12 Maxvattendjup vid framtida situation inom och runt om detaljplanegränsen för Dp 4a. Vattendjup enligt följande; grön = 0,05-0,2 m, gul = 0,2-0,5 m, röd = >0,5 m



Figur 13 Vattendjup vid framtida situation inom och runt om detaljplanegränsen för Dp 4a vid simuleringens slutpunkt. Vattendjup enligt följande; grön = 0,05-0,2 m, gul = 0,2-0,5 m, röd = >0,5 m

På Blåsutsidan av Nynäsvägen, där planerad GC-bro över vägen ansluter skärs en befintlig yttlig flödesväg i nord-sydlig riktning läng befintlig GC-bana. Skyfallsbilden inne på fastigheten norr om broanslutningen riskerar att försämrats om inte åtgärder i form av trumma genom brofästet och en dikesanvisning som leder vattnet till trummans inloppspunkt anläggs. I Figur 14 redovisas översvämningsskildern för aktuellt område med trumma och dikesanvisning inlagd i modellen och under avsnitt 4.2.2.3 *Skyfallshantering* beskrivs förslaget avvattningsystem. Genom att anlägga trumman och diket kan maximala vattendjup och översvämningsskildern förbättras jämfört med befintlig situation. Max vattendjupet intill byggnad kan sänkas från ca 8 cm till ca 5 cm. Om trumman inte anläggs skapas här ett instängt område vilket i sin tur bidrar till ökade maxvattendjup intill byggnad. Modellkörningar utan trumman inlagd indikerar på maxvattendjup på ca 12 cm intill byggnad.

En vattenansamling uppstår intill brofästet rakt söder om den norra fastigheten. Denna ansamling utgör ingen risk för skada på byggnad men bör oavsett hanteras i kommande projekteringskede, antingen genom en dagvattenbrunn kopplad mot dagvattentrumman eller genom en översyn av höjdsättningen för att undvika en lågpunkt i detta läge. Denna yta har inte detaljstuderats i systemhandlingsprojekteringen.



Figur 14. Maxvattendjup vid framtida situation inom och runt om detaljplanegränsen för Dp 4a på Blåsutsidan av Nynäsvägen. Vattendjup enligt följande; grönt = 0,05-0,2 m, gult = 0,2-0,5 m, rött = >0,5 m. I Figuren redovisas även flödespilar i heldraget och sekundär flödesväg i streckad pil. Tjocka svarta streck indikerar dagvattenrumma och linjeavvattningsrännor. Svaga gråa linjer redovisar befintliga fastighetsgränser.

4.2.2.3 Skyfallshantering

Den övergripande skyfallshantering inom Dp 4a presenteras i Figur 15.

Skyfallshantering är huvudsakligen koncentrerad till Evenemangstorget. Torget utgörs dels av en yttlig magasinering volym om drygt 200 m³ och en underjordisk volym om 960 m³ i form av plastkassetter. Utbytet mellan den yttliga volymen och den underjordiska planeras att ske via ett flertal dagvattenbrunnar. Det är viktigt att dessa brunnar är av ett tillräckligt stort antal för att de tillsammans ska ha kapacitet nog att hantera det inkommande flödet. Inkommande maxflöde till torget har beräknats till ca 700 l/s. I skyfallsmodellen har 12 brunnar enligt aktuell dagvattenprojektering kopplats mot magasinet. Brunnarna är placerade i den nedsänkta delen av torgets västra del. Intagskapaciteten i brunnarna samt utloppskapaciteten i de ledningar som är kopplade till brunnarna beror av hur högt vattenståndet blir över dem. Ju högre vattenstånd, desto bättre avtappningskapacitet bidrar respektive brunn med. Aktuella brunnspaceringar och antalet brunnar visar sig i modellen vara tillräckliga för att tillsammans med den utjämningsvolym som den nedsänkta torgytan innebär vara tillräckligt för att hindra vatten från att brädda vidare från torget. Genom att

optimera placeringen på intagsbrunnarna är det möjligt att bättra på den sammanlagda intagskapaciteten till magasinet vilket skulle innebära en sänkt maxvattennivå i torget och därmed en ökad marginal mot intilliggande byggnaders entrénivåer.

Skyfallsvatten leds till torget dels via Rökerigatan som lutar rakt mot torgytan, dels via Arenavägen. Arenavägen höjdsätts så att en lokal lågpunkt skapas intill torget. Från denna lågpunkt tillåts skyfallsvattnet spilla över till torget. Som en del i att kunna skapa en lågpunkt har även en höjdrygg skapats söder om densamma. Det möjliggör för en del vatten söder om inloppspunkten mot torget att också tillrinna det. Norr om lågpunkten i Arenavägen planeras för ett upphöjt övergångsställe. Den största andelen av det norrifrån kommande flödet kommer vika av in mot torget redan här. Det rinner längs en trappkonstruktion tillhörande kv M som inte bedöms ta skada av vattnet. Ytterligare längre norrut på Arenavägen, strax norr om korsningen med Arenaslingan övergår bomberingen av gatan till en enkelskevning åt väster, detta för att förenkla anvisningen av skyfallsflödet mot Evenemangstorget men också för att undvika att vatten från Arenavägen leds in på Arenaslingan där det skulle bidra till en ökad översvämningrisk för den entré som planeras i Tele2 Arenas/Tolvs nordvästra hörn.

Söder om höjdryggen i Arenavägen flödar vattnet vidare längs gatan i riktning mot Enskedevägen. Ingen faktiskt skyfallsåtgärd planeras längs denna del av gatan. Längs gatan planeras för dagvattenåtgärder i form av kolmakadambäddar med intag via dagvattenbrunnar längs kantsten. Dagvattenbrunnarna har en kapacitetsbegränsning vad gäller flödesintag. För att öka intagskapaciteten till växtbäddarna även vid skyfall bör det undersökas ifall intagsbrunnarna kan sättas med högre täthet längs vägsträckor som inte avvattnas mot en specifik skyfallsåtgärd.

I Enskedevägen, inom Dp 4b, undersöks möjligheten till ett skyfalls- och dagvattenomhändertagande i vägens mittremsa. En sådan lösning är troligen enskilt mer effektiv än att via brunnar och rännor försöka maximera intaget till underjordiska växtbäddar. Dock behöver inte det ena utesluta det andra och ju fler åtgärder som anläggs, desto bättre ut skyfallssynpunkt. Det ska därtill påpekas att detta är förbättringsåtgärder och inget måste för att uppfylla skyfallshanteringen.

Slakthusgatan höjdsätts så att skyfallsflöden ytligt kan ta sig in i Triangelparken. Triangelparken utformas inom arbetet med Dp 2b men kommer huvudsakligen hantera skyfallsvatten från Dp 4a. Förutsatt att Evenemangstorget klarar av att hantera sina erforderliga volymer och inte bräddar vidare mot Slakthusgatan och följaktligen Triangelparken behöver Triangelparken kunna hantera drygt 200 m³ för att i sin tur inte brädda vidare mot Dp 4b. Projekteringen av Triangelparken befinner sig i ett tidigt skede och med nuvarande förslag på utformning kan ca 100 m³ av de erforderliga ca 200 m³ hanteras. Det innebär att resterande 100 m³ behöver kunna omhändertas i planerad skyfallsåtgärd inom Dp 4b.

Gång- och cykelstråket utformas för att tillsammans med Svenne Berkas torg kunna omhänderta så stora skyfallsvolymer som möjligt. Då delar av ytan i dagsläget avrinner åt öster, mot Nynäsvägen, och för att inte öka den ackumulerade avrinningen i riktning mot Arenavägen från samma yta jämfört med dagsläget behöver magasineringens volymen uppgå till ca 170 m³. I den för framtidssimuleringen använda höjdmodellen är den ytliga magasineringens volymen i torgytan ca 100 m³. Detta inkluderar inte den volym som ryms i de planerade nedsänkta växtbäddarnas jordsubstrat. Stora delar av denna yta är underbyggd vilket begränsar möjligheterna till större nedsänkningar och/eller underjordiska magasin. Växtbäddarna planeras att utifrån platsens förutsättningar utföras så stora och djupa som möjligt för att kunna omhänderta så mycket vatten som möjligt. Det ska dock klargöras att även fastän inte alla de 170 m³ som skulle behöva fördröjas för att inte öka flödet från denna specifika yta inte ryms inom de ca 100 m³ som ytans utformning möjliggör så visar skyfallssimuleringarna på att volymtillskottet kompenseras för med hjälp av andra åtgärder

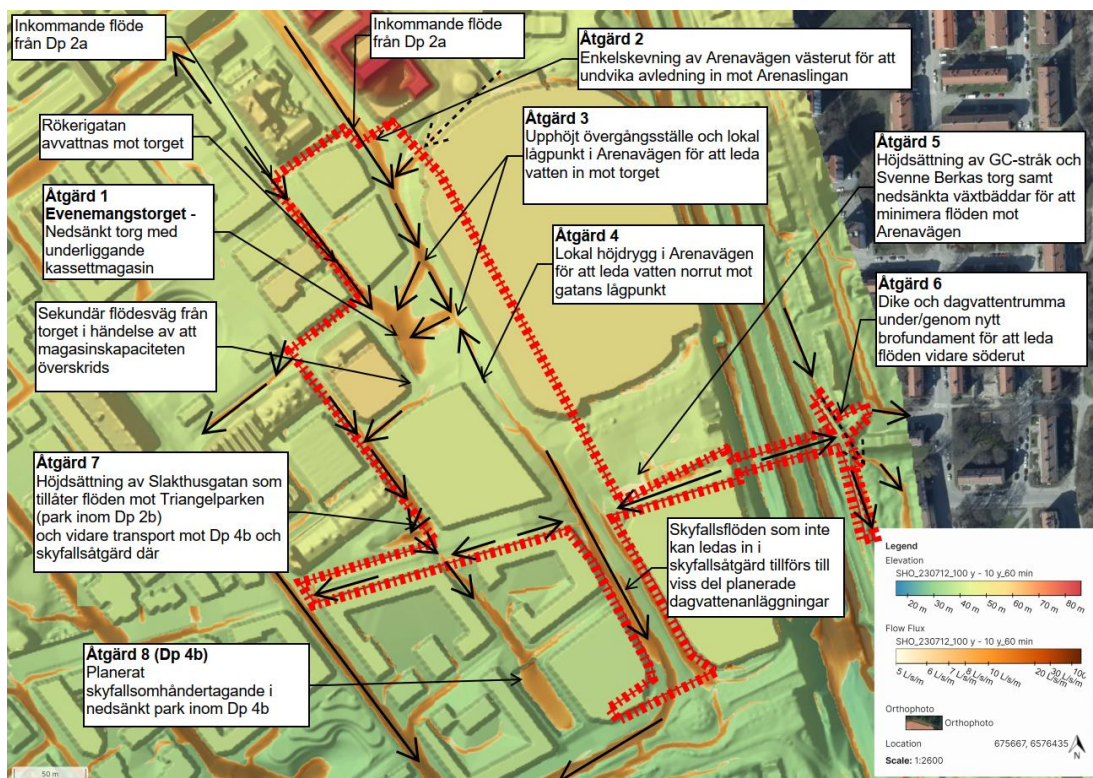
inom Slakthusområdet i stort. Utformningen på det kvarter som inom Dp 4b planeras intill Svenne Berkas torg kommer också ha en inverkar på hur mycket skyfallsvatten som tillförs torget. Utformningen på kvarteret och dess taklutningar har inte varit fastställda då detta PM sammanställs.

På Blåsut-sidan av Nynäsvägen anläggs ett nytt brofundament för den bro som ska gå mellan Svenne Berkas torg och Blåsut, över Nynäsvägen. För att inte brofundamentet ska dämna upp befintliga flödesvägar och därmed orsaka skyfallsmässiga olägenheter för intilliggande fastigheter planeras för en trumma genom/under fundamentet (se Figur 14). Trumman behöver vara av dimension 400 mm för att kunna hantera det genererade skyfallsflödet om ca 300 l/s. Dimensionen beror av vilket fall ledningen slutligen kan förläggas med. För att rikta vatten mot trummans inloppspunkt och undvika spill in mot fastigheten behöver en dikesanvisning ordnas uppströms inloppspunkten.

Vid trummans utlopp, söder om brofästet bör marken höjdsättas eller utloppet riktas så att vattnet huvudsakligen flödar vidare söderut längs befintligt dike intill GC-banan och inte viker av österut i riktning mot befintlig byggnad.

Vidare detaljprojektering behöver utföras för att hitta lösningar för hur detta flöde ska kunna tillföras ledning utan att intagsbrunnen (eller brunnarna) ska utgöra en begränsande faktor. Vidare detaljstudier krävs också för att rent tekniskt kunna hitta en väg för trumman genom fundamentkonstruktionen.

Bron i sig lutar mot Blåsut men genererar inga större skyfallsflöden. De flöden som uppkommer bedöms kunna omhändertas av den linjeavvattningsränna som planeras i brons slutpunkt. Rännan behöver anslutas mot trumman genom brofästet.



Figur 15 Planerad skyfallshantering inom Dp 4a. Tjocka pilar visar på flödesriktningar. Streckad linje visar flöde genom trumma.

4.2.2.4 Nedströmspåverkan

För analys i form av jämförelsekartor av nedströmspåverkan utnyttjas simuleringsresultaten för framtidsmodellen utan kopplad ledningsnätsmodell. Detta då ledningsnätsmodell för befintligt scenario inte funnits tillgänglig. I jämförelser mellan framtidsmodeller med och utan ledningsnätskoppling visar modellerna med koppling på en mindre översvämningsutbredning nedströms Slakthusområdets programområdesgräns. Att använda modellen utan ledningsnätskoppling i jämförelseanalysen kan därför ses som ett mer konservativt antagande.

Nedströms Dp 4a, i områden utanför programområdesgränsen för hela Slakthusområdet påvisas inga betydande skillnader i maximala vattendjup mellan den befintliga och framtida situationen. Nedströmssituationen beror till stora delar på vad som händer i Slakthusområdet som helhet. Sett till att skyfallsarbetet utförs med ett helhetsgrepp för hela området är det svårt att särskilja Dp 4a:s enskilda påverkan på nedströmsområden på ett rättvist sätt. Vad som kan konstateras utifrån den lågpunktsanalys som gjorts är att magasineringsvolymen inom planen ökar från ca 690 m³ till ca 1260 m³ i och med genomförandet av planen.

Det kan samtidigt konstateras att den ackumulerade volymen ut mot Enskedevägen via Dp 4a ökar med ca 35 % - det motsvarar en ökning på knappt 200 m³. Denna ökning kommer inte av att lågpunkter inom Dp 4a byggs bort eller liknande, utan är främst en följd av att större delar av de flöden som i och med genomförandet av planen tillförs Enskedevägen via Arenavägen jämfört med befintligt scenario. I befintligt scenario avrinner en större andel av detta flöde västerut inom Slakthusområdet för att delvis tillföras Enskedevägen i en punkt inom Dp 3. Så flödet omdirigeras i och med exploateringen men når i slutänden samma punkt. För samtidigt som flödet ut från Dp 4a mot Enskedevägen ökar i och med genomförandet av planen minskar det betydligt i Dp 3. När Slakthusområdet ses som en helhet blir de sammantagna ackumulerade volymerna ut från programområdet mot Enskedevägen i själva verket något lägre i och med exploateringen. I modellresultatet visas heller inga förhöjda maxflöden i ett undersökt gatusnitt i Enskedevägen strax söder om programområdet.

Skillnader i maxvattendjup mellan nuläges- och framtidsscenarierna redovisas i en differenskarta i Figur 16 där områden med färger i rödskala indikerar ett ökat maxvattendjup efter exploateringen och områden i blåskala indikerar ett minskat maxvattendjup. Som framgår av den fås förändrade situationer där gator från Slakthusområdet ansluter till Enskedevägen. Inga maxvattendjup över 20 cm genereras bortsett från där Arenavägen ansluter mot Enskedevägen. Där fås djup uppemot 30 cm i en lokal lågpunkt. Denna lågpunkt kommer behöva ses över i den vidare gatuprojekteringen.

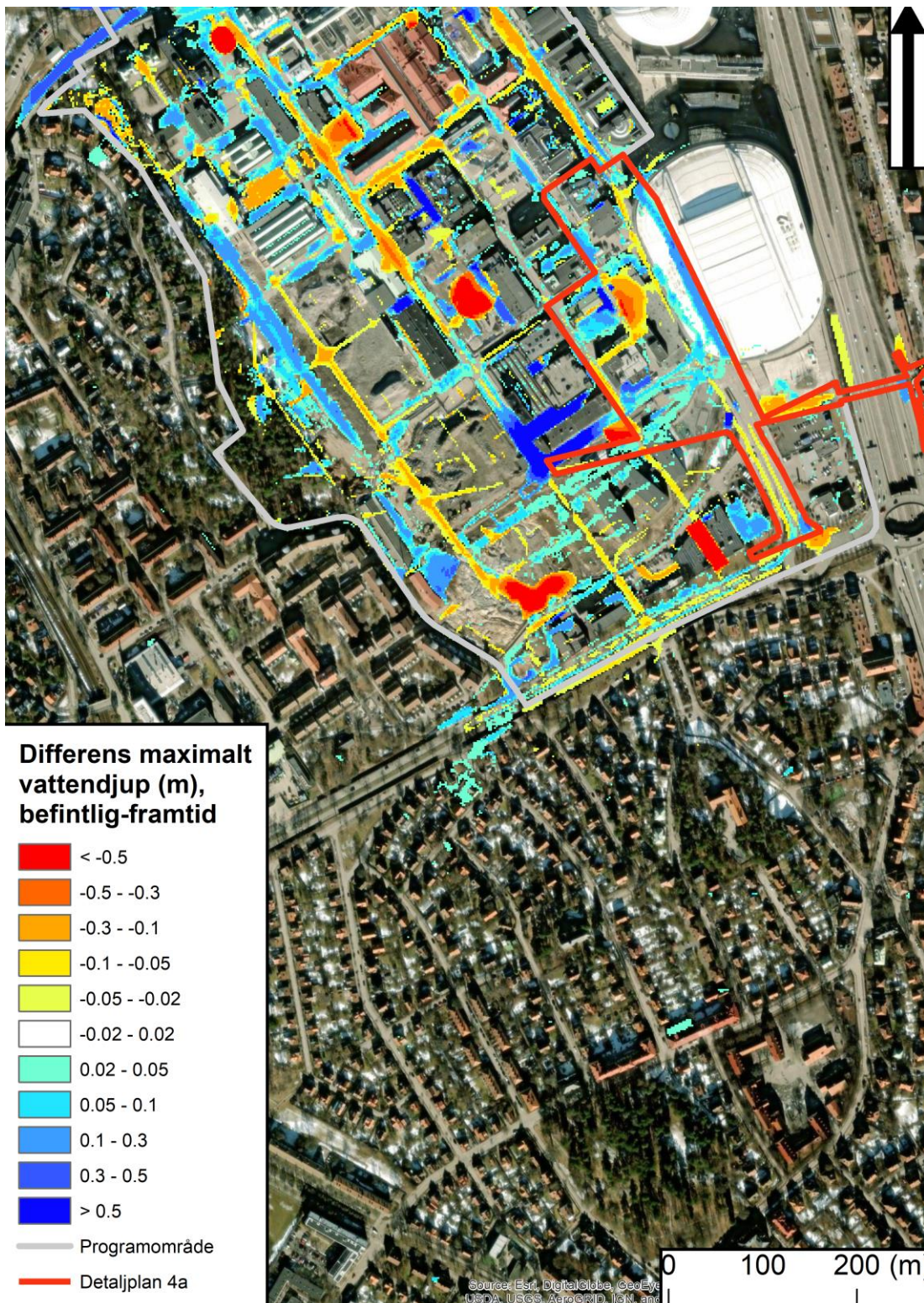
Vidare västerut längs Enskedevägen, nedströms Slakthusområdet syns inga betydande skillnader i vattendjup.

Minskade vattendjup påträffas fläckvis inom villaområdet söder om Enskedevägen. Det beror troligen delvis på att vattenflödet mot gång- och cykelpassagen under Enskedevägen, strax väster om Slakthusområdets sydvästra hörn minskar i och med exploateringen. Det blir på så sätt en minskad vattenvolym som via GC-passagen tar sig in i villaområdet vid ett skyfall. Minskade flöden ger också upphov till lägre temporära vattendjup i flödesvägarna.

På Nynäsvägen syns en differens mellan befintligt och framtida scenario i två lågpunkter. Skillnaden motsvarar några få cm och bedöms ligga inom modellens felmarginal.

Intill det nya brofundamentet på den östra sidan av Nynäsvägen ses en viss ökning i påträffade vattendjup i jämförelsen när ledningsnätet inte ligger med som en del av modellen. Som beskrivits i avsnitt 4.2.2.3 *Skyfallshantering* planeras brofundamentet fördes

med en dagvattentrumma för att tillåta vatten passera igenom och undvika att ett instängt område skapas. Genom anläggandet av trumman minimeras påverkan på intilliggande fastighet och maxvattendjupet blir lägre än det är vid befintlig situation. Om ingen trumma anläggs kommer däremot vattennivåerna intill befintlig byggnad öka med ca 4 cm vid det simulerade 100-årsregnet.



Figur 16 Differenskartan för maximala vattendjup vid en jämförelse mellan befintligt scenario och framtidsscenariot. Röd färgskala indikerar ett ökat maxvattendjup efter exploatering och blå färgskala indikerar ett minskat maxvattendjup. Röd linje = Plangräns Dp 4a. Grå linje = ungefärlig programområdesgräns Slakthusområdet.

4.2.2.5 *Kontroll mot entrénivåer*

Att bygga nytt i befintlig miljö är ofta komplext ur en skyfallssynpunkt då möjligheterna att höjdsätta om området i syfte att styra vatten till önskade platser ofta försvåras eller begränsas till följd av befintligheter så som entrénivåer.

För att visa på risken för översvämning av byggnad har det maxvattendjup som genereras i skyfallsmodellen vid det simulerade 100-årsregnet jämförts mot planerade entrénivåer för respektive kvarter inom planområdet. Entrénivåer har erhållits från respektive byggaktör

En projektspecifik målbild som Stockholms stad själva utgår ifrån inom Slakthusområdet är att försöka tillskapa en marginal på 10 cm mellan entré-/FG-nivå och intilliggande högsta vattennivå. Det gäller i första hand för nybyggda kvarter men är även eftersträvarsvärt för befintliga kvarter. Som nämnts ovan finns det dock en begränsning i hur mycket både gatuhöjdsättningen och befintliga entrénivåer kan justeras vilket innebär att en 10 cm-marginal är svår att åstadkomma på flera håll. Observera att 10 cm-marginalen är en målbild och inte något skall-krav.

Som nämnts i avsnitt 2.2 *Riktlinjer* fastslår Boverket att det vid planarbete i befintlig miljö finns viss flexibilitet i kraven som vanligtvis gäller för skyfall och skyfallspåverkan. Där översvämningensrisken inte helt kan avskrivas i skyfallsanalys behöver berörd byggaktör ta fram konsekvensåtgärder med tillhörande åtgärder.

Nedan följer en redovisning av skyfallskontrollen mot entrénivåer, kvarter för kvarter. Nivåerna har erhållits ur ledningsnätskopplad simulering. Generellt gäller att varaktigheten för maxvattennivåerna i gatunätet intill kvarteren som kontrollen grundar sig på ligger på knappt 30 minuter. För kvarterens läge i plan, se Figur 5.

Kvarter M

Längs med Rökerigatan går en skyfallsväg som leder vattnet i riktning mot Evenemangstorget. Rökerigatan skevar åt väster, dvs bort från Kv M. I gatan uppstår dock vattendjup om ca 10 cm vilket är tillräckligt för att utbredningen på översvämningen ska nå nära byggnadens västra fasad.

Färdiga golvnivåer inom byggnaden varierar från +41,60 i norr till +41,20 i söder. På samma sträcka varierar högsta vattennivåer i Rökerigatan från +41,53 till +41,11. Marginalen till högsta vattennivå varierar således mellan 7 cm i norr till 9 cm i söder.

Kvarter O

Kvarterets byggnadsdel som vetter mot Charkmästargatan utgörs av en inglasad lastkaj. Här genereras en högsta vattennivå om +41,22 vilket endast är 1 cm lägre än lägsta marknivå intill fasaden. Ingen entré är planerad i detta läge. Om det utgör en risk för skada på byggnad vid vatten stående mot den behöver höjdsättningen av Charkmästargatan ses över här i syfte att skapa en tydligare låglinje i gatan för effektivare bortledning av vattnet.

I Evenemangstorget fås en högsta vattennivå på +40,91. Entrén som vetter mot torget, i byggnadens nordöstra hörn har en planerad entrénivå på +41,15.

Kvarter P

Längs Slakthusgatan genereras vid skyfall med flöden som ger upphov till vattendjup på ca 5 cm ovan gatans låglinje. Gatan skevar mot Kv P. Längs denna del av byggnaden finns en huvudentré som ligger väl skyddad mot skyfall sett till att den är upphöjd med en trapplösning. Intill trappan finns en planerad entré för lastintag. Nivån på denna entré är ca 20 cm högre än högsta vattennivå och bedöms därför inte riskera att översvämmas.

Mot Evenemangstorget anges det i underlag från byggaktören att entrélägen är möjliga längs hela fasaden. Entrénivåer planeras till +41,15 med färdig golvnivå innanför på +41,17. Högsta vattennivå i Evenemangstorget ligger på +40,91.

Kvarter Q

Längs Kv Q:s norra och västra fasad löper ett skyfallsstråk. Längs den norra fasaden, som vetter mot Östra gatan, varierar högsta vattennivå från +40,95 i öster närmast Evenemangstorget, till +40,30 i väster i anslutningen mot Slakthusgatan. För entréer på denna del av byggnaden planeras färdig golvnivå +41,00. I anslutning till Evenemangstorget finns byggnadens huvudentré planerad. Då färdiggolvnivå där ligger på +41,00 är marginalen till högsta vattennivå i Evenemangstorget (+40,91) 9 cm. Tröskelnivån ut från Evenemangstorget ligger på +40,95.

Längs Slakthusgatan planeras för några entréer, innanför vilka färdig golvnivå ligger på +39,50. Den nordligaste av dessa entréer ligger intill en punkt där högsta vattennivå uppnår just +39,50. Enligt gatuprojekteringen ligger marknivå intill fastighet på +39,70 i denna punkt. Så länge entrénivån kan anpassas efter detta så föreligger ingen risk för översvämning.

Kvarter T

För Kv T föreligger ingen översvämningsrisk vid simulerat skyfallsscenario.

Tele2 Arena

I det nordvästra hörnet av Tele2 Arena fås i modellen en vattenansamling i en lokal lågpunkt i Arenaslingan som stiger till en nivå om +42,33 vilken är sådan att risk för översvämning i entréer som planeras där föreligger. Tröskelnivån ut från vattenansamlingen mot Arenavägen ligger i gatuprojekteringen på +42,25. Vid befintligt scenario finns ingen lokal lågpunkt i gatan, men ytan är väldigt flack och maximala vattennivåer på samma nivå som dem som fås i framtidsmodellen genereras. Befintligt ledningsnät inne på Arenaslingan tillhör inte SVOA och finns således inte med i den ledningsnätmodell som används i skyfallssimuleringarna. Framtidsresultatet är således mer konservativt i denna del av planområdet jämfört med övriga delar av planen där ledningsnätet hjälper till att succesivt avvattna gatan under simuleringsförloppet.

Skyfallssimuleringar har gjorts både där Arenaslingans överdäckning finns med och där den är bortbränd i framtidsmodellen som en känslighetsanalys för att undersöka inverkan på skyfallsbilden från vatten som då kan eller inte kan tillföras området för planerad entré från befintlig vändplan vid Tele2 Arenas nordöstra hörn (intill Quality Hotel Globe). Skillnaden i resultat är liten, men generellt blir översvämningsdjupen 2 cm lägre intill planerat entréläge när överdäckningen ligger med som en barriär i modellen jämfört med när den är bortbränd. Dvs vatten från vändplanen tillförs Arenaslingans västra del vid studerat 100-årsregn genom att rinna under överdäckningen. Ovan nämnda vattennivå om +42,33 gäller vid scenariot där överdäckningen är bortbränd.

Under vändplanen finns emellertid ett större befintligt krossmagasin för dagvattenomhändertagande. Magasinet ägs och driftas inte av Stockholms stad och dess effekt vid skyfall är okänd. Därför finns det inte inlagt i skyfallsmodellen. Modells scenariot där överdäckningen är kvar och skär av flödesvägen från vändplanen mot planerat entréläge kan dock i teorin motsvara ett scenario där allt vatten från vändplanen och dess tillrinnande ytor omhändertas av detta magasin och därför inte tillförs det planerade entréläget vid arens nordvästra hörn.

Även om nyexploateringen inte förvärrar dagens situation vid simulerat 100-årsregn och även om tillrinningen från vändplanen är begränsad så föreligger fortfarande en översvämningsrisk för nämnd entré. Samordning pågår mellan byggaktören och stadens

projektörer pågår för att åstadkomma en acceptabel lösning. Ur skyfallssynpunkt vore det att föredra att justera föreslaget entréläge västerut, så att entrén vetter mot Arenavägen i stället för Arenaslingan. Är det inte möjligt att vidare justera gatunivåer, entréhöjder och/eller entrélägen behöver byggaktören identifiera riskreducerande åtgärder för att minimera de negativa konsekvenserna inom fastigheten vid en potentiell översvämning.

Längs Tele2 Arenas västra fasad som vetter mot Arenavägen utförs gatan med en enkelskevning i riktning mot Evenemangstorget, dvs bort från Tele2 Arena. När gatans kantstensnivå överskrids bräddar vattnet över till torget. Ingen risk för översvämning mot arenan längs denna sträcka bedöms föreligga utifrån modellresultaten.

4.2.3 Påverkan på/från andra detaljplaner

Skyfallshanteringen inom Dp 4a beror av vad som händer uppströms i avrinningsområdet. Del av de volymer som behöver hanteras kommer från tillrinning norrifrån, från Dp 2a. Tillrinningen utifrån plangränsen sker från sträckor som saknar planerade skyfallsåtgärder inom den egna planen. Bedömningen är således att tillförseln inte bedöms kunna öka nämnvärt till följd av ändringar som kan komma att göras i den planen.

Från "Diagonalen" tillförs skyfallsvatten från Dp 4a både Dp 4b (via Slakthusgatan) och Dp 1 (via Hallvägen). Dessa flöden är förhållandevis små och bedöms inte ha någon betydande inverkan på helhetsbilden av Slakthusområdets skyfallshantering.

Via Slakthusgatan tillförs skyfallsflöden Triangelparken som ligger inom Dp 2b. Triangelparken behöver alltså utformas för att kunna hantera skyfallsvolymer från Dp 4a. Tillrinningsvolymen från Dp 4a mot Triangelparken uppgår till ca 200 m³, förutsatt att erforderlig magasineringsvolym uppnås i Evenemangstorget. Kan Triangelparken inte alls eller endast delvis hantera dessa volymer kommer de i stället tillrinna Dp 4b där motsvarande volym behöver hanteras för att inte släppa det vidare ofördröjt mot Enskedevägen. Projekteringen av Triangelparken befinner sig i ett tidigt skede. I nu liggande förslag kan den hantera knappt 100 m³. För att hantera den avrinnande volymen från Dp4a innan permanenta skyfallsåtgärder inom Dp 4b och Dp 2b byggts föreslås att en tillfällig skyfallsåtgärd anläggs inom mark som staden har rådighet över söder om Diagonalen (inom Dp 4b). Åtgärden kan bestå av en grop eller motsvarande.

Intill korsningen Slakthusgatan/Charkmästargatan planeras inom Dp 2b för en tunnelbaneentré. Höjdsättningen av denna korsning har gjorts med ett helhetstänk där behov i intilliggande detaljplan tillgodoses i fråga om skyfallsavledning. Ingen negativ påverkan på tunnelbaneentrén kan påvisas i modellresultaten.

Öster om Nynäsvägen, på Blåsut-sidan där brofundamentet för bron över nämnda väg ansluter finns risk för skyfallspåverkan på befintliga fastigheter i och med att brofundamentet stoppar upp befintlig flödesväg. Förslag på trumma genom/under fundamentet har visat sig ha en avhjälpande effekt men vidare projektering och detaljstudier krävs för att landa i en lösning som dels eliminerar risken helt och som dels är tekniskt genomförbar.

5 Vidare arbete/Input till projektering

I det vidare arbetet med detaljprojektering av Dp 4a finns det några större punkter som behöver ses över/vidareutvecklas.

- **Intagskapaciteten i brunnar i Evenemangstorget:**

Det är viktigt att intagskapaciteten i brunnarna som tar in vatten från det ytliga till det underjordiska magasinet är tillräcklig för att kunna utnyttja den volym som tillgängliggörs i och med anläggandet av kassetmagasinet fullt ut. Nuvarande projekterat antal intagsbrunnar och lägen på desamma är tillräckligt för att kunna omhänderta erforderliga flöden och tillrinningsvolymen till torget vid ett klimatkompenserat 100-årsregn. I den vidare projekteringen finns dock möjlighet att optimera systemet ytterligare och på så sätt öka intagskapaciteten till magasinet och därmed sänka den genererade maxvattennivån i torget. Brunnar som placeras på en lägre nivå kommer att aktiveras tidigare och på så sätt i större grad vara aktiv i att avvattna de till torget inkommande flödena och den ytliga magasineringsvolymen.

Justering av lägen på brunnar behöver dock samordnas med intagsbrunnar till växtbäddar för den vanliga dagvattenhanteringen eftersom det är till dessa brunnar vattnet önskas tillrinna i första hand.

- **Intag till kolmakadambäddar i Arenavägen, söder om Evenemangstorget:**

För vägsträckor som ligger nedströms skyfallsanläggningar bör det undersökas om det är möjligt att öka antalet intagsbrunnar till dagvattenanläggningarna för att optimera intaget till dessa och till fullo utnyttja den fördröjningsvolym som finns tillgänglig i dem även vid skyfallshändelser.

Ett alternativ eller komplement till ett ökat antal intagsbrunnar kan vara ytliga, tvärgående dagvattenrännor. Ett sådant alternativ behöver förankras med väghållaren.

- **Utformning av trumma genom brofundament, Blåsut:**

Vidare detaljprojektering behöver utföras för att hitta lösningar för hur skyfallsflödet som behöver passera igenom brofundamentet ska kunna göra det. Både vad gäller utformning/sträckning av trumman samt hur vattnet via en dikesanvisning ska kunna tillföras trumman utan att intagsbrunnen (eller brunnarna) ska utgöra en begränsande faktor.

Även höjdsättning kring brofästets slänter mot befintlig mark bör ses över så att inte mindre lokala lågpunkter skapas, alternativt att avvattningsplanering av dessa lågpunkter via dagvattenbrunnar planeras.

- **Höjdsättning av Slakthusgatan intill Triangelparken:**

Höjdsättningen av gatan intill Triangelparken behöver följas upp i kommande projekteringsskede utifrån hur parken kommer att utformas i sin vidare projektering. Detta för att säkerställa att skyfallsflöden har möjlighet att strömma in i parken. Parken ska i sin tur utformas så att den bräddar tillbaka ut på Slakthusgatan och inte i riktning mot Hallvägen.

- **Översyns entrénivåer:**

Risk för översvämning av entré i Tele2 Arenas nordvästra hörn behöver hanteras, se avsnitt 4.2.2.5. Arbetet med detta pågår. Kan risk ej uteslutas behöver byggaktören identifiera riskreducerande åtgärder för att minimera de negativa konsekvenserna

inom fastigheten vid en potentiell översvämning.

- **Tillfällig skyfallslösning inom område för Dp 4b:**
Till dess att skyfallslösningar inom Dp 2b (Triangelparken) och Dp 4b (Södra Entréparken) är byggda kan det bli aktuellt med en provisorisk skyfallsåtgärd inom område för Dp 4b som staden förfogar över. Detta för att inte tillfälligt förvärra skyfallssituationen för befintliga fastigheter nedströms Dp 4a samt i Enskedevägen. Åtgärden kan bestå av en grop. Erforderlig magasineringsvolym för en sådan anläggning uppgår till ca 200 m³.
- **Uppföljning och kontroll av utnyttjat höjdunderlag:**
Det är viktigt att underlag i skyfallsmodellen är uppdaterat utifrån senast gällande projektering. I det fortsatta arbetet behövs kontinuerliga avstämningar med övriga berörda teknikområden, så som gatuprojektör, landskapsarkitekt och dagvattenprojektör.
- **Kontroll av takplaner:**
Takplaner bör inför vidare detaljprojektering kontrolleras vartefter sådana tillgängliggörs för att bedöma om taklutningar eller andra takkonstruktioner har en påverkan på flödesvägar från de taken som i modellen förenklat beskrivs som platta.

6 Slutsatser

Nedan följer ett antal slutsatser och diskussionspunkter från analys av resultatet från skyfallsmodelleringen.

- **Flödesvägar:** Skyfallsflöden leds till Evenemangstorget via huvudsakligen Arenavägen och Rökerigatan. Delar av dessa flöden har sin uppkomst i uppströmsliggande detaljplaner. Flöden i Arenavägen som genereras nedströms den vattendelare som möjliggör att vatten kan riktas in mot torget leds som i dagsläget ofördröjt vidare mot Enskedevägen. Längs gatan planeras dagvattenhantering i trädtrader stående i kolmakadambäddar. Genom att öka antalet inloppspunkter till dessa anläggningar kan de även få en tydligare effekt i skyfallshanteringen. Flöden som uppkommer i övriga ytor inom Dp 4a, söder om Evenemangstorget avleds i riktning mot Dp 2b och Dp 4b där separata skyfallsåtgärder planeras.
- **Framkomlighet:** Inom planområdet påträffas inga vattendjup i gatorna som överskrider 20 cm. Framkomligheten bedöms därmed som god inom hela planområdet.

Planområdet nås dels via Enskedevägen, dels Arenavägens förlängning upp i Dp 2a och dels via Diagonalens västra förlängning. I anslutningspunkten mot Enskedevägen finns en lågpunkt i gatan i vilken vattendjupet uppgår till 30 cm i det ena körfältet, den utgör därmed en begränsande faktor i framkomligheten in i planområdet men omöjliggör den inte då det andra körfältet har full framkomlighet. Arenavägen uppströms Dp 4a har ett generellt maxvattendjup på ca 10 cm och fläckvis ca 20 cm. De större djupen är begränsade i tid och bedöms inte utgöra ett betydande hinder för framkomligheten in i planområdet. Planområdet kan även nås via Diagonalen som i sin tur ansluter till Hallvägen i vilken det finns en koppling till Enskedevägen. Denna sträcka har inga betydande framkomlighetshinder.

- **Översvämningssområden:** Inga större översvämningssområden, annat än på önskat ställe på Evenemangstorget och på Svenne Berkas torg finns inom planområdet. En lokal lågpunkt intill korsningen Arenavägen/Arenaslingan riskerar att översvämma befintlig entré till lokalerna som finns/planeras under Tele2 arena. Arbete pågår för att minimera konsekvenserna. För byggaktören kommer det bli aktuellt att identifiera riskreducerande åtgärder för att minimera de negativa konsekvenserna inom fastigheten om risk för översvämning ej kan avskrivas.

Längs flödesvägar genereras ett visst vattendjup, men endast under en kortare tidsperiod om knappt 30 minuter, då skyfallsflödet är som mest intensivt.

- **Evenemangstorget:** Torget har en total magasineringskapacitet om ca 1 160 m³. 200 m³ ytligt på torget och 960 m³ i ett underjordiskt kassettmagasin. Till torget tillrinner knappt 900 m³ vid det studerade regnet. Rent volymmässigt har kassettmagasinet i sig således tillräcklig kapacitet för att hantera hela det tillrinnande skyfallsflödet. Den begränsade faktorn utgörs av intagskapaciteten hos de brunnar som leder vatten till magasinet. Med aktuell projektering är intagskapaciteten tillräckligt god för att tillsammans med den buffertvolym som det nedsänkta torget utgör kunna omhänderta allt tillrinnande vatten vid det studerade 100-årsregnet. Maxvattennivån +40,91 erhålls i skyfallsmodellen.
- **Ledningsnätets kapacitet:** Skyfallsmodellen är uppbyggd som en kopplad modell, dvs att den både innehåller en ytavrinningsmodell och en ledningsnätmodell som är kopplade till varandra och kan utbyta vattenvolymer sinsemellan. Ledningsnätmodellen har erhållit från SVOA och grundar sig i deras projekterade ledningsnät inom hela Slakthusområdet. Ledningsnätet är huvudsakligen dimensionerat för att kunna hantera ett 20-årsregn utan att orsaka marköversvämningar. I modellen belastas ledningsnätet initialt med ett 10-årsregn, resterande del av regnet läggs på ytavrinningsmodellen. Vatten kan fortfarande hitta ner i ledningsnätet via brunnar och fyllas på från den ytan till dess att ledningarnas dimensionerande kapacitet är uppnådd. Denna angreppsvinkel ses som en mer konservativ sådan sett till den ytliga skyfallsutbredningen jämfört med att belasta ledningsnätet med sin fulla kapacitet på en gång.
- **Jämförelser befintlig/framtida situation:** Att jämföra hur skyfallsbilden för befintlig och framtida situation ser ut nedströms Dp 4a är svårt utan att blanda in skyfallshanteringen för övriga detaljplaner inom Slakthusområdet. Detta då skyfallshanteringen för Slakthusområdet behöver ses som en helhet. Med hjälp av differenskartor har det dock kunnat påvisas att ingen försämring för nedströmsliggande områden sker annat än vid de gatuanslutningar mellan Slakthusområdet och Enskedevägen där en omfördelning av maxvattendjupen över körbanorna sker. Skillnaderna i djup mellan befintligt och framtida scenario i denna del av Enskedevägen är mindre än 10 cm.

Helhetsbedömningen är att planen bedöms lämplig med avseende på risken för översvämning ifall de åtgärder som föreslås och belyses i detta PM efterlevs. Åtgärder för att avhjälpa den identifierade översvämningssrisken vid Tele2 Arenas nordvästra hörn i korsningen Arenavägen/Arenaslingan bedöms vara möjliga att åstadkomma i den fortsatta projekteringen/kommunikationen med berörd byggaktör.

Skyfallshantering vid ombyggnad/förtätning i befintlig stadsmiljö är ofta komplext med begränsade möjligheter att justera gatunivåer och FG-nivåer i syfte att leda vatten till önskvärda ytor. Svårigheterna att helt uppfylla krav kopplat till översvämning i

planarbeten i redan bebyggda miljöer adresseras av Boverket i deras råd kring hur kraven ska tillämpas och vilka avsteg som bedöms rimliga.

7 Referenser

Göteborgs stad/COWI, 2016 - Guide för analys av översvämningsrisker – Göteborgs stad,
https://goteborg.se/wps/wcm/connect/a3df8ea3-f65e-44e2-879a-f35bb4cf202c/Guide_160426.pdf?MOD=AJPERES, hämtad 2023-01-30

Länsstyrelserna, 2018 - Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall
 – stöd i fysisk planering, Fakta 2018:5

SMHI, 2017 - Extremregn i nuvarande och framtida klimat – Analyser av observationer och
 framtidsscenarioer, Klimatologi nr 47, 2017

Sweco, 2022 - Slakthusområdet Detaljplan 4a, Dagvattenutredning för allmän platsmark och
 sammanfattning med kvartersmark, 2022-05-11

WSP, 2022 – Rapport Skyfallsanalys Slakthusområdet, Detaljplaneområde 2A, 2C, 2D, 3
 och 4A, 2022-02-11, rev. datum 2022-04-27