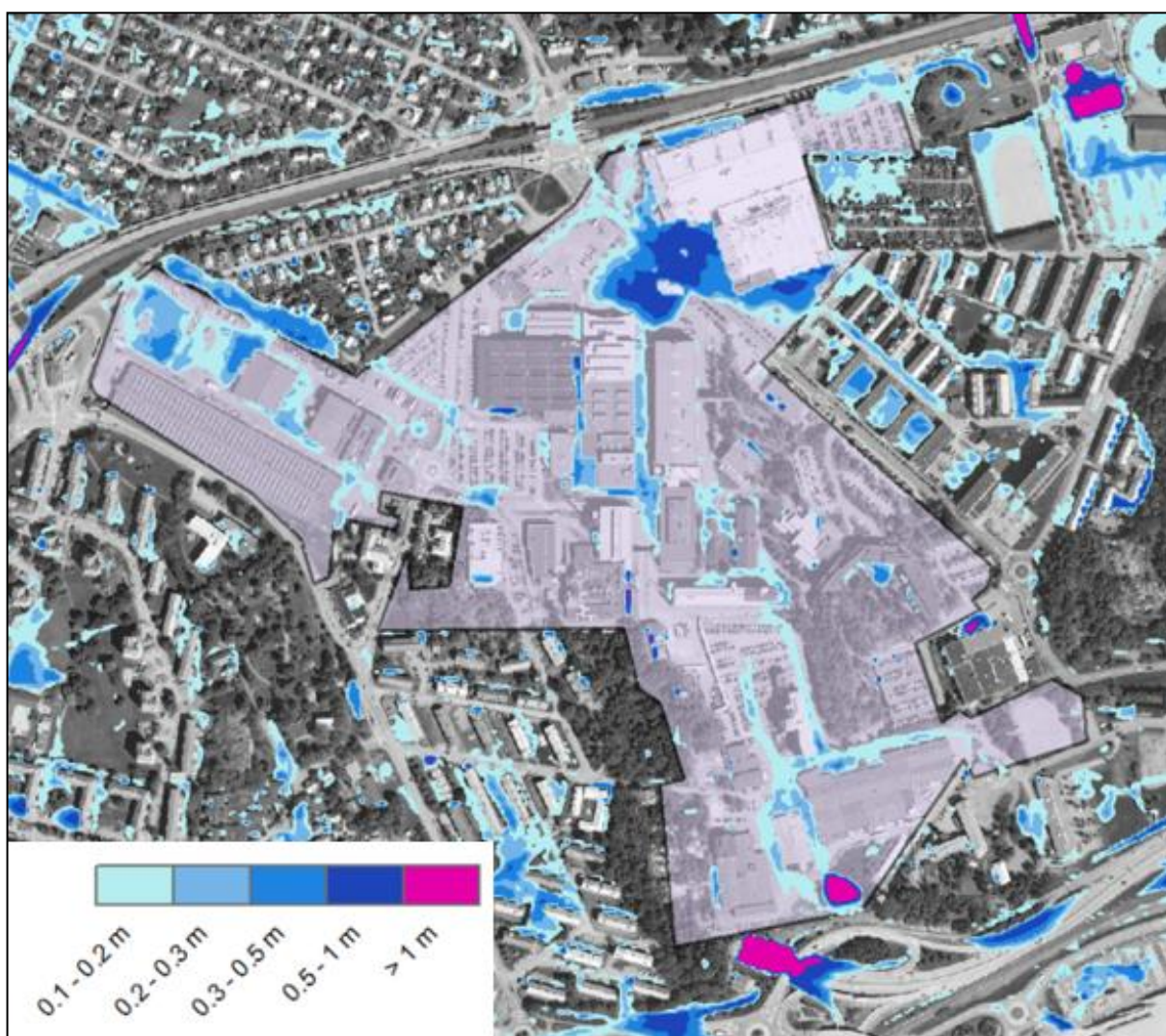


Skyfallssäkring Volvo Lundby



Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas



Skyfallssäkring Volvo Lundby

Framtagen för Göteborg Stad Kretslopp och vatten
Kontaktperson Anna Ohlin

Projektledare	Lars-Göran Gustafsson
Kvalitetsansvarig	Lars-Göran Gustafsson
Handläggare	Christofer Karlsson, Mattias Salomonsson (Sweco)

Uppdragsnummer	12803767
Godkänd datum	2017-10-16
Version	Slutlig
Klassificering	Begränsad

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
2	Förutsättningar och befintliga förhållanden.....	2
2.1	Områdesbeskrivning	2
2.2	Beskrivning av framtida exploatering	3
2.3	Markförhållanden	3
2.4	Dagvattensystem	4
2.5	Dimensioneringskrav med avseende på översvänningsrisker	5
3	Kartläggning av skyfall	6
3.1	Beräkningsförutsättningar	6
3.2	Resultat	8
3.2.1	Nulägesanalys.....	8
4	Åtgärder	12
4.1	Övre Gropegårdsgatan	12
4.2	Spetsbågen	14
5	Slutsatser.....	15

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Skyfallsberäkningar visar på betydande översvämning i ett område vid Volvo Lundby och strukturplan för Kvillebäckens avrinningsområde visar att översvämningssituationen i området är mycket svårlöst. Det översvämningsshotade området ligger inom en pågående detaljplan som ska möjliggöra ytterligare byggnadsarea om ca 200 000 m² BTA för kontor och verksamheter. Detaljplaneområdet avvattnas genom kombinerat ledningssystem.

DHI tillsammans med Sweco som underkonsult har fått i uppdrag att ta fram ett systemförslag för att uppfylla de dimensioneringskriterier som det Tematiska Tillägget för Översvämningsplanen (TTÖP) satt upp.

1.2 Syfte

Syftet med utredningen är att ta fram förslag på hur skyfallssäkring av planområdet kan göras på ett hållbart sätt. Lösningförslag utvärderas både genomförandemässigt och utifrån grova kostnadsuppskattningar.

2 Förutsättningar och befintliga förhållanden

2.1 Områdesbeskrivning

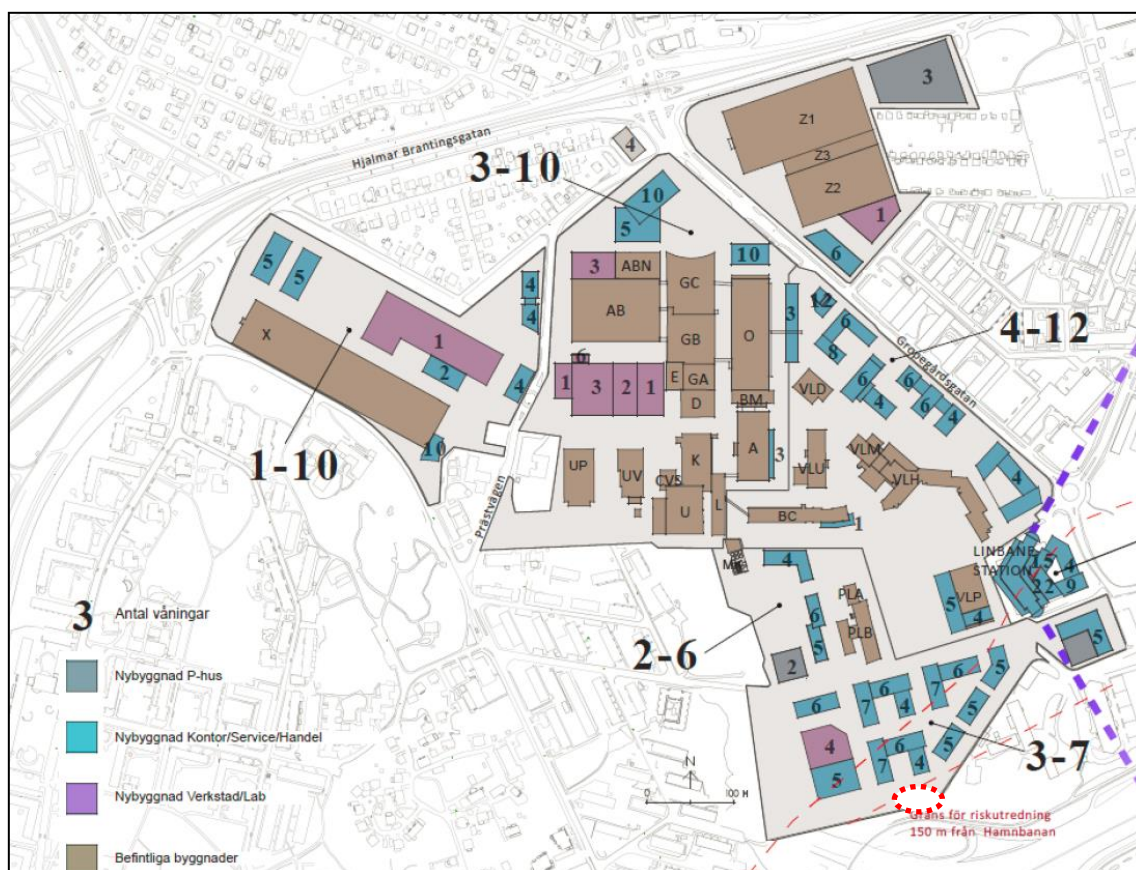
Volvos område ligger i Lundby på Hisingen. Planområdet ligger söder om Hjalmar Brantingsgatan och avgränsas i söder av Lundbyleden, i öst av Gropegårdsgatan samt Lundby koloniträdgårdar och i väst av Fyrväpplingsgatan (se Figur 2–1 nedan). Området är industrimark med stora asfalterade ytor och omfattar cirka 38 hektar. Strukturförändringar som är planerade vid ny exploatering kommer innebära en förtätning men inte någon större förändring i hårdhetsgrad.



Figur 2–1. Ortofoto och planområdesgräns.

2.2 Beskrivning av framtida exploatering

Kvartersstrukturen är inte helt fastställd men flertalet nya byggnader planeras. I anslutning till Gropegårdsgatan planeras dagens parkeringsytor ge plats till nya byggnader medan parkering kan komma att lösas genom parkeringshus. I den södra delen av området planeras ett antal befintliga byggnader att rivas och en ny kvartersutformning görs. I den sydligaste delen projekteras en på-/avfartsanslutning till Lundbyleden. Anslutning görs i ett befintligt grönområde med en tydlig lågpunkt, Figur 2–2. Anläggandet av väg innebär att lågpunkten får fyllas igen.



Figur 2–2. Utformning av området utifrån planskiss erhållen 2017-06-01, exakt utformning är inte bestämd och uppdatering av situationsplanen har gjorts sedan analysen genomfördes. Rött inringat område i södra delen av planområdet pekar ut ungefärlig plats för anslutning mot Lundbyleden i befintligt grönområde.

2.3 Markförhållanden

Marken utgörs framförallt av befintliga byggnader och hårdgjorda ytor. Grönområden inom området består primärt av ett par kullar som utgörs av berg i dagen.

Terrängen är relativt platt och varierar från ca +8 i den mest sydöstra delen av planområdet söder om Inlandsgatan till ca +37 på de lokala bergskullarna. Större delen av området ligger över +20.

Vid schaktning ska beaktas att jorden kan vara flytbenägen i vattenmättat tillstånd.

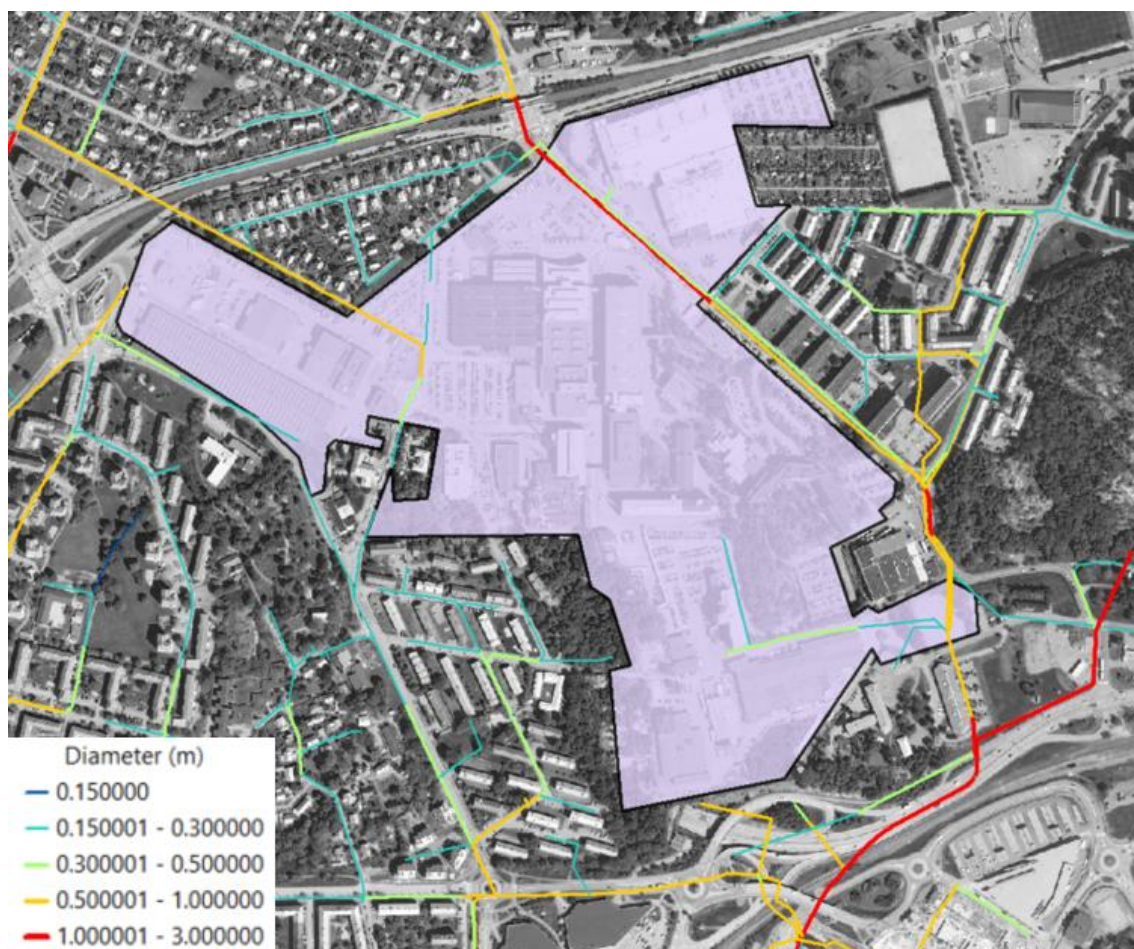
Av jordartskartan framgår att marken inom planområdet huvudsakligen består av lera, med inslag av berg på kullarna norr om Inlandsgatan och väster om Volvogatan.

2.4 Dagvattensystem

Inom Volvos handels-/industriområde finns ett privat dagvattenförande ledningssystem av mindre dimensioner som är anslutet till den allmänna dagvattenanläggningen.

Dagvattnet från östra delen av planområdet avleds via dagvattenledningar utmed Gropegårdsgatan söderut medan dagvattnet från västra delen av området avleds via ledningar utmed Institutgatan västerut.

Dagvattenmodell för området är uppsatt av Göteborgs Stad Kretslopp och vatten. I denna finns inte det privata ledningssystemet för Volvo beskrivet hydrauliskt, däremot har belastning av bidragande ytor för systemet gjorts med stöd av ritningsunderlag till kopplingspunkter för det kommunala nätet.



Figur 2–3. Befintliga kommunala dagvattenledningar inom planområdet beskrivna i ledningsnätsmodellen.

2.5 Dimensioneringskrav med avseende på översvämningsrisker

Vid extrema skyfall, vars återkomsttid överstiger de regn som används vid dimensionering av dagvattenssystemet, framgår dimensionerande riktlinjer av Tematiskt Tillägg till Översiktsplanen utifrån samrådshandling 2016-05-17 (TTÖP). Figur 2–4 visar gällande riktlinjer för höjdsättning av ny bebyggelse där risk för översvämning från höga havsnivåer, vattendragsflöden och skyfall föreligger. Planområdet har identifierats som utsatt för översvämning vid skyfall, varför ny bebyggelse och framkomlighet för räddningstjänst måste planeras med avseende på översvämning vid skyfall.

FUNKTION/ SKYDDSOBJEKT	DIMENSIONERANDE HÄNDELSE/SÄKERHETSMARGINAL		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning – nyanläggning	1,5 meter marginal till vital del	Över nivå för beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 meter marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning – befintlig	0,5 meter marginal till vital del för funktion		
Byggnader – nyanläggning	0,5 meter marginal till underkant golvbjälklag och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 meter marginal till underkant golvbjälklag och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet	Max djup 0,2 meter		
Framkomlighet Räddningstjänst	Max djup 0,5 meter		

Figur 2–4. Riktlinjer vid höjdsättning av byggnader och vägar med avseende på översvämningsrisk.

3 Kartläggning av skyfall

Analysen av översvämningsrisk i samband med skyfall baseras på hydrodynamiska beräkningar med 2D markavrinningsmodell som är sammankopplad med en ledningsnätmodell för dagvattenförande ledningar inom Lundby avrinningsområde.

I följande avsnitt redovisas beräkningsförutsättningar (avsnitt 3.1) och resultat (avsnitt 0).

3.1 Beräkningsförutsättningar

Befintlig MIKE21-modell (Sweco och DHI, 2015) har kopplats till hydraulisk ledningsnätmodell (MIKEURBAN) framtagen av Göteborgs Stad Kretslopp och vatten. Modellerna har begränsats till Lundby avrinningsområde (Figur 3-1). Markens infiltrationskapacitet och råhet har uppdaterats i MIKE21 baserat på markanvändningsdata som legat till grund för MIKEURBAN-modellen.

Den kopplade modellen har belastats med ett framtida 100-årsregn (dimensionerande enligt TTÖP) av typen CDS med en total varaktighet på sex timmar och med klimatkoefficient 1.2.

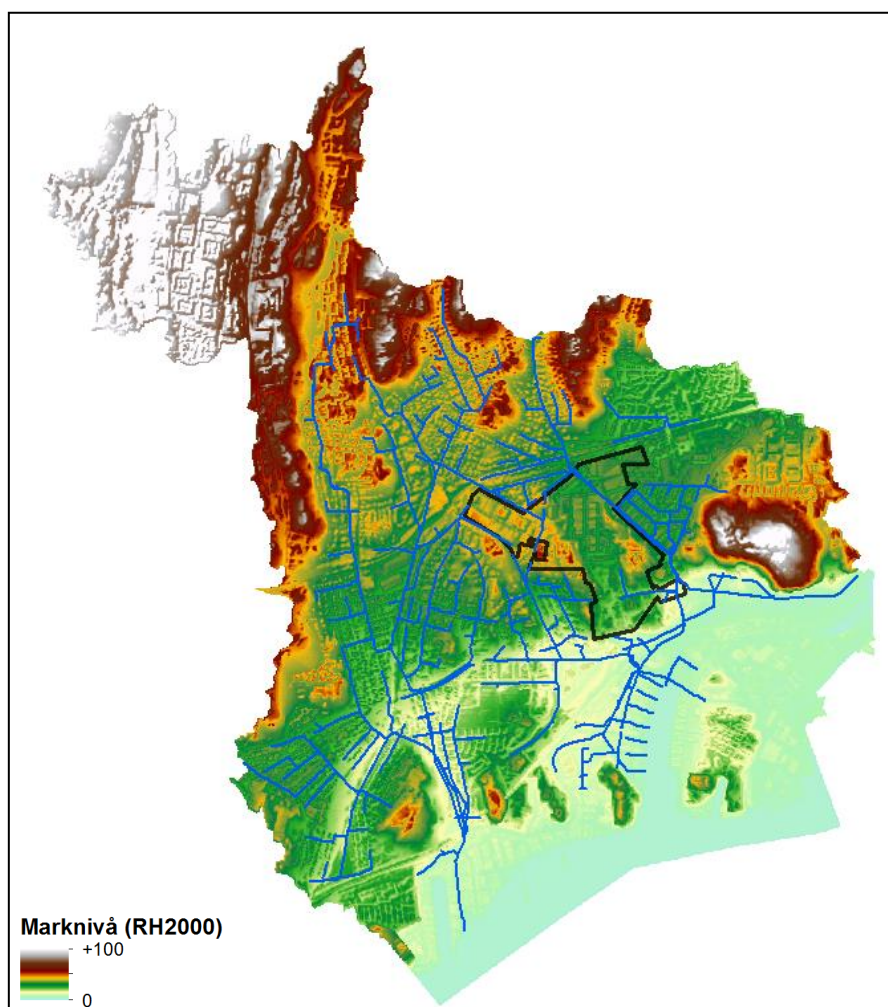
Regn på hårdgjorda ytor har fördelats mellan MIKEURBAN och MIKE21. Hela förregnet och efterregnet belastar endast MIKEURBAN, medan endast den del av regntoppen som motsvarar ett 10-årsregn belastar MIKEURBAN, vilket motsvarar bedömd kapacitet för rännstensbrunnar och hängrännor. Resten av regntoppen belastar områden motsvarande hårdgjorda ytor i MIKE21. Regn på genomsläppliga ytor läggs i sin helhet på markytan i MIKE21.

Perioden motsvarande förregnet beräknas endast med MIKEURBAN, medan den mest intensiva halvtimmen av regntoppen och efterregnet modelleras med den kopplade modellen, med initialförhållanden i ledningsnätet hämtade från beräkningen med MIKEURBAN. Initialförhållanden till infiltrationsmodulen i MIKE21 ansätts manuellt genom hänsynstagande till regnvolymer i förregnet. Beräkningsperioden har förlängts med ytterligare 5 h efter regnets slut för att kunna analysera översvämningsriskens varaktighet.

Brunnar och utlopp i ledningsnätmodellen har kopplats till markavrinningsmodellen. Kopplingen innebär att dagvatten både kan tränga upp ur, eller rinna ner i ledningsnätet, beroende på om det finns outnyttjad kapacitet i ledningssystemet eller ej. Detta ger en korrekt bild över hela översvämningsförloppet och tar samtidigt hänsyn till de lokala skillnaderna som finns runt om i ett dagvattensystem.

Ledningsnätmodellen innehåller främst vanliga nedstigningsbrunnar. Flöde mellan de båda modellerna begränsas av storleken på brunnen. Brunnarna har modellerats utan lock. Detta antagande görs då majoriteten av rännstensbrunnarna inte finns med i modellen vilket kompenseras med att ansätta en större kapacitet i nedstigningsbrunnarna. Locknivåer för samtliga brunnar och vattengång för utlopp har satts utifrån terrängmodellen. Kulvertar och vägtrummor som ej är sammankopplade med ledningssystemet men spelar en viktig roll för vattentransporten har lagts till i modellen.

Randvillkor för utloppen i Göta älv har satts utifrån medelvattennivån i älven, +0.15 (RH2000). En känslighetsanalys har utförts där randvillkoren även höjts till framtida medelvattennivå +0.85 (RH2000) utan påverkan på resultaten. För ledningar som går ut ur modellområdet mot pumpstation vid Herkulesgatan har trycknivåer satts till marknivå utifrån antagandet att pumpstationen inte är dimensionerad för flöden vid ett framtida 100-årsregn, med risk för helt fyllda ledningar med hög trycknivå. Modellområdet sträcker sig långt nedströms planområdet och antagandet kommer inte påverka trycknivåerna inom Volvo.



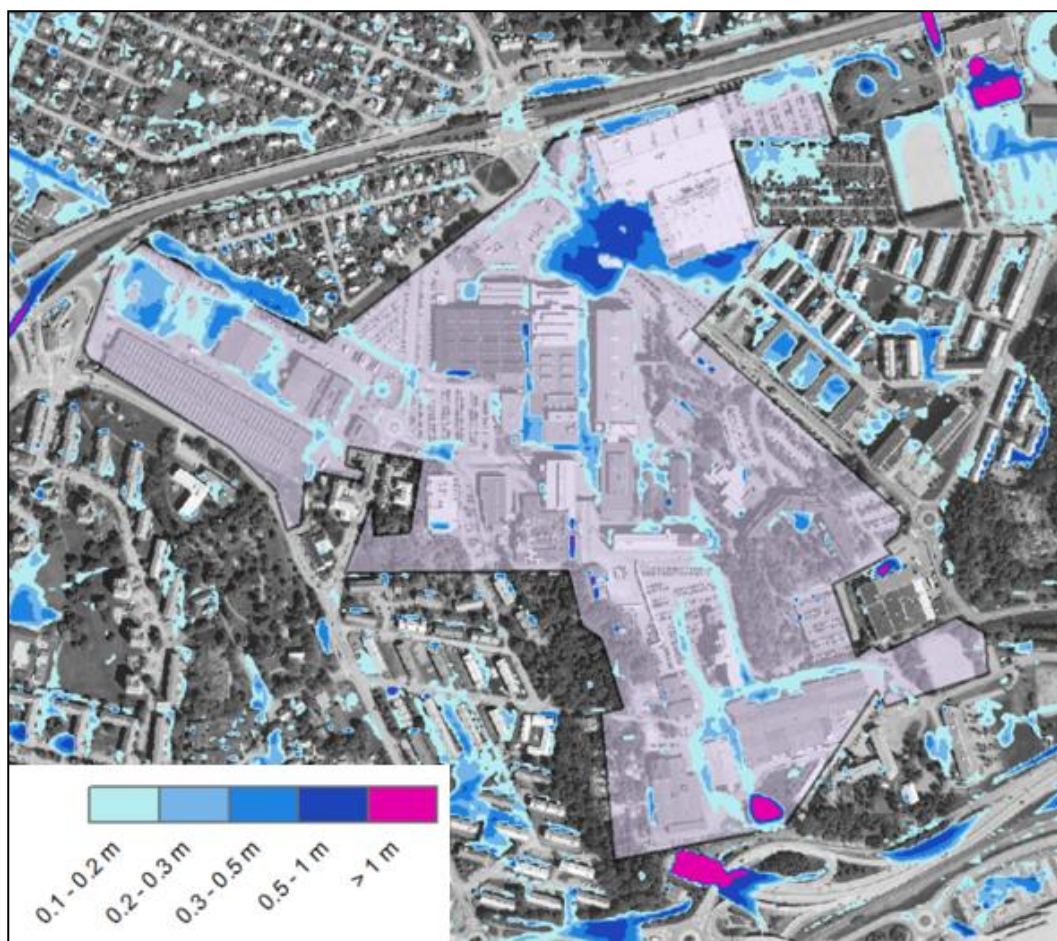
Figur 3–1 Modellområde för Lundby och beskrivet ledningssystem. Planområdesgräns för Volvo beskrivs med svart linje.

3.2 Resultat

I följande avsnitt redovisas beräkningsresultat från nulägesituationen (avsnitt 3.2.1) i form av vattenbalanser samt översvämningsutbredning och ytvattenflöden. Därefter presenteras framtagna lösningsförslag tillsammans med dimensionerande volymer

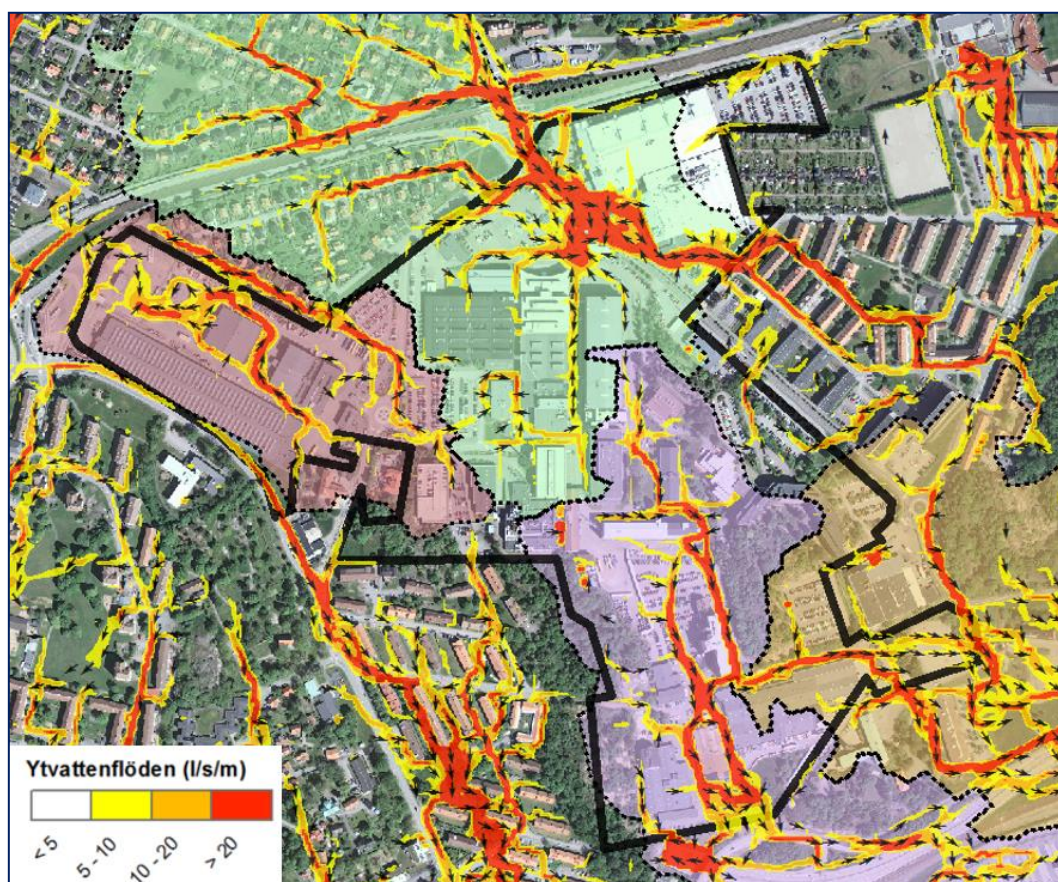
3.2.1 Nulägesanalys

I Figur 3–2 visas maximala översvämningsdjup för klimatanpassat 100-årsregn. Ytvattenflöden, flödesriktning och specifika avrinningsområden vid regnscenariot presenteras i Figur 2-3. Kartorna visar inte förhållandena vid en särskild tidpunkt under beräkningen, eftersom maximala vattendjup och flöden kommer att uppstå vid olika tidpunkter i olika delar av området under översvämningsförloppet. En större översvämning uppstår i den nordöstra delen av planområdet (övre delen av Gropegårdsgatan samt in mot Volvo Penta) där vatten förhindrar framkomlighet samt ställer sig mot byggnaden. Även i den mest västra delen av planområdet (Spetsbågen) uppstår en betydande marköversvämning.



Figur 3–2 Beräknade maximala vattendjup i samband med ett framtida 100-årsregn. Markerat område visar utsträckning på planområdet.

Genom tolkning av ytvattenflöden kan planområdet delas in i fyra primära avrinningsområden, nordost, nordväst, söder och sydost, se Figur 3–3. Det nordöstra området rinner ned i lågpunkt runt Volvo Penta för att därefter rinna in mot bebyggelse i öster. I nordväst leds vattnet mot Spetsbågen och Institutgatan. I det södra området ses större flöden från Volvo Trucks Port C och ned mot dagvattendamm samt vidare ned på Lundbyleden. Det sydöstra området tar emot delar av flödet från det södra området och leds sedan österut längs Herkulesgatan.



Figur 3–3. Beräknade maximala vattenflöden i samband med ett framtida 100-årsregn. Planområdet avgränsas av svart linje. Delavrinningsområden inom planområdet presenteras som olikfärgade områden avgränsade med svartstreckade linjer.

I Tabell 3.1 redovisas vattenbalanser för planområdet. Vattenbalansen visar hur stor del av regnvolymer, som faller inom området för ett klimatanpassat 100-årsregn, som stannar i området, rinner ut från området eller till ledningsnätet. För nuläget stannar ca 67 % (13 400 m³) av regnvolymer (20 400 m³) inom området och skapar en översvämning medan resterande volym rinner ut från området. Knappt hälften av denna marköversvämning (5 600 m³) återfinns i den större lågpunkten vid Volvo Penta och ytterligare 13 % (1 700 m³) av översvämningen ses längs Spetsbågen i den västra delen av planområdet.

Tabell 3.1 Vattenbalans för planområdet vid dimensionerande regn.

Vattenbalansposter	Volym (m ³)
Nederbörd	20 400
Marköversvämning	13 400
Ledningsnät	4 100
Infiltration	2 100
Nettoutflöde från området	700

Utifrån beräknade översvämningdjup, ytvattenflöden och uppsatt vattenbalans, samt planerad detaljstruktur, har två områden med stora åtgärdsbehov identifierats. Dels området runt Volvo

Penta och infart till Volvo Lundby på övre Gropegårdsgatan (nordöstra avrinningsområdet) samt runt tvätthall utmed Spetsbågen (västra avrinningsområdet).

Övre Gropegårdsgatan

Av den totala översvämningsvolymen inom Volvos planområde utgörs knappt hälften av marköversvämning ($5\,600\text{ m}^3$) vid den större lågpunkten vid Volvo Penta (Figur 3–4). Sammanhängande marköversvämningen vid Gropegatan täcker en yta $12\,000\text{ m}^2$ med en dämningssnivå på $+19,62$, medeldjup på $0,40\text{ m}$ och ett största vattendjup om $0,78\text{ m}$.

Genom att analysera ytvattenflödena vid det dimensionerande regnet, Figur 3-3, ses att stor del av tillrinningsområdet till lågpunkten på Gropegårdsgatan återfinns norr om planområdet. I en analys av tillrinningsvolymen för området framgick att $1\,000\text{ m}^3$ kommer till området via järnvägsunderfart samt att 300 m^3 kommer från bostadsområdet på Institutgatan. Detta betyder att den största delen av marköversvämningen ($4\,300\text{ m}^3$) genereras av regn inom planområdet.

I Gropegårdsgatan ligger både en 1200-mm och en 375-mm ledning. Regnvolymen för studerat skyfall överstiger kapaciteten för ledningsnätet kraftigt. Till följd av detta uppstår marköversvämning med en varaktighet som direkt påverkas av ledningssystemets kapacitet, dvs. i vilken takt som ledningarna kan ta emot regnvattnet. För studerat dimensionerande regn (CDS-regn med 6h varaktighet) har översvämningsdjup intill Volvo Pentas byggnad minskat till under 1 dm efter 6h och beroende på exakt placering av rännstensbrunnar bör vägen vara framkomlig inom 7-9 h efter skyfallet.

Gropegårdsgatan 3.1 är både en prioriterad väg av Göteborg stad samt utpekad uttryckningsväg. Maximalt översvämningsdjup på Gropegårdsgatan överstiger $0,5\text{ m}$ vilket är satt som gräns för framkomlighet för räddningstjänst (Figur 3–2). Varaktigheten för vattendjup större än $0,5\text{ m}$ bedöms till ca 2,5 h.



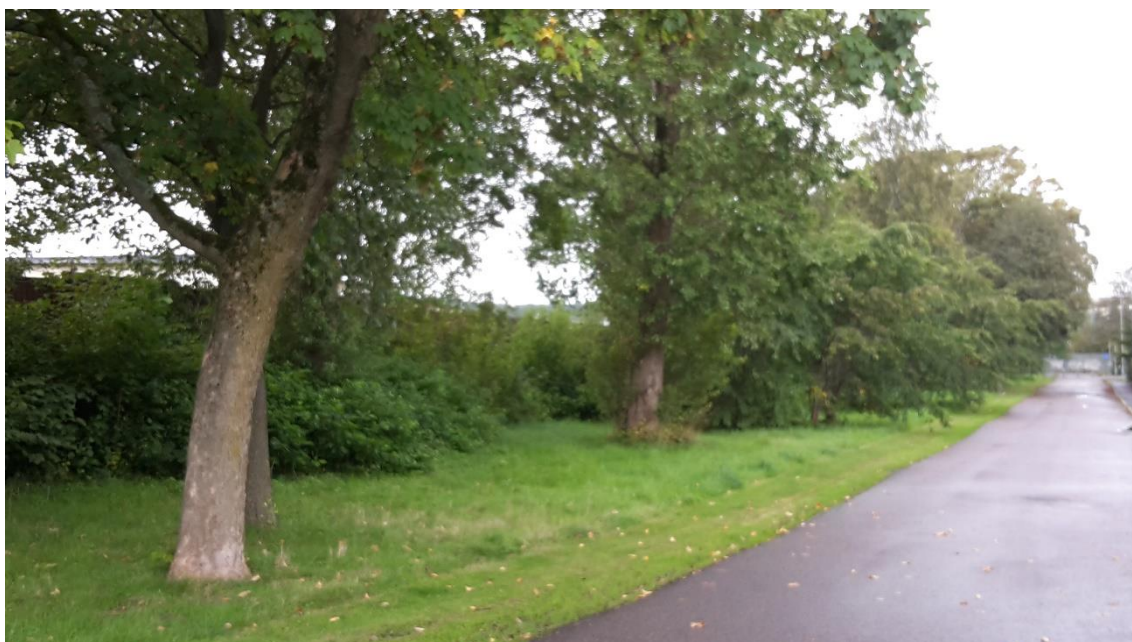
Figur 3–4. Bild av Gropegårdsgatan vid entré för Volvo Penta. (Foto: Eva-Marie Pålsson, september 2017).

Spetsbågen

Längs Spetsbågen återfinns 13 % (1 700 m³) av marköversvämningen inom planområdet. Översvämningsvolymen genereras nästan uteslutande av regn som faller inom planområdet (se Figur 3–3).

I planförslaget för utformning av bebyggelse planeras en förtätning med nya byggnader utmed Spetsbågen. Översvämningen kommer därmed att flyttas och kan orsaka större översvämningsdjup och förvärra översvämningssituationen ytterligare om inga åtgärder görs.

Inom avrinningsområdet återfinns två lågpunkter och förutom översvämningsvolymen längs Spetsbågen ses även en större marköversvämning utanför planområdet (1 300 m³) i villaområdet norr om Institutsgatan. Bidragande ytor för denna översvämning återfinns till stor del inom Volvos planområde och avleds till villaområdet via Kohagsgatan (se Figur 3–3). Mellan Volvos mark och villaområdet löper ett grönstråk med buskage och äldre lövträd (Figur 3–5). Detta grönstråk ligger högre än omkringliggande mark och utgör en vall mot vilken vattnet står, vilket ses tydligt i beräknade översvämningsdjup (Figur 3–2).



Figur 3–5. Bild längs Institutsgatan i riktning mot Hjalmar Brantingsgatan. Grönstråk längs vänstersidan gränsar till Volvos planområde. (Foto: Eva-Marie Pålsson, september 2017).

Övriga områden

Ytterligare områden värda att nämna är den södra delen av planområdet. Ingen större marköversvämning uppstår i detta område men då dagvattendammen planeras att fyllas igen för att ge utrymme för anslutning mot Lundbyleden kommer de 300 m³ skyfallsvatten som dammen magasineras att avledas utan fördröjning ner mot Lundbyleden. Vid ett skyfall sker utifrån dagens situation redan en yttlig avrinning från planområdet ner mot Lundbytunneln i en storleksordning om 2 500 m³, vilket innebär att den ökade avrinningen ger en ökning på drygt 10 %.

4 Åtgärder

För att lösa skyfallsproblematiken inom planområdet måste ytor allokeras för att kunna hantera överskottsvatten som ledningssystemet inte kan leda bort. Detta görs antingen genom lokal magasinering/fördröjning inom planområdet eller genom att leda vidare vatten mot utpekad skyfallsyta nedströms planområdet.

Områdesspecifika åtgärdsförslag för identifierade problemområden presenteras nedan.

4.1 Övre Gropegårdsgatan

Den stora marköversvämningen vid Volvo Penta orsakas av ett stort tillrinningsområde med hög andel hårdgjord yta. För att leda vattnet vidare nedströms planområdet måste avledning göras längs Gropegårdsgatan. Utifrån gatans höjdsättning krävs en markhöjning med 1,6 m av de lägst liggande delarna för att avledning sydost längs Gropegårdsgatan ska vara möjlig. En sådan höjning av gatan medför problem kring tillgänglighet till området. Dessutom skulle avledning via Gropegårdsgatan kräva att omkringliggande ytor höjs ovan vägen, vilket skulle resultera i en markhöjning på mellan 1-2 meter för områdena runt Volvo Penta och Volvo Lundby Port B. Om magasinering/fördröjning av översvämningsvolymen på 5 600 m³ ska göras inom planområdet krävs att stora ytor utnyttjas för detta ändamål. De öppna ytorna inom problemområdet planeras att utnyttjas till max med hårdgjorda ytor för motortrafik. Utifrån dessa förutsättningar har nedan fyra åtgärdsalternativ tagits fram. Vissa av alternativen kan med fördel kombineras med varandra.

Magasinering på takytor

En möjlighet är att reducera marköversvämningen genom att använda takytor för utjämning och fördröjning. Detta skall inte förknippas med traditionella s.k. gröna tak. Dessa kan ha god effekt på "vanliga" regn, med vid skyfall kommer effekten på avrinningen vara obefintlig. För att få effekt på avrinningen vid skyfall krävs snarare att taket utformas så att en damm skapas. Denna yta är sedan kopplat till ett strypt utlopp, förslagsvis med kapacitet för ett 10-årsregn som ansluts till befintlig dagvattenanläggning. Detta är en ganska kontroversiell lösning, och sannolikt finns det inte ens några verkliga exempel på en sådan lösning i Sverige. Internationellt finns det däremot många exempel, och på vissa håll i världen, där intensiva skyfall är mer vanligt förekommande, är detta mer eller mindre standard i takutformningen.

Överslagsräkning på möjlig volym att fördröja har gjorts baserat på dimensionerande taklast för byggnader i Göteborg. Utifrån Boverkets konstruktionsregler (BKR) framgår att Göteborg ligger inom snözon 1,0 vilket innebär att hus bör vara konstruerade för en snölast på 100 kg/m², vilket motsvarar 100 mm regn per m². Under antagandet att taken har kapacitet att avleda ett 10-årsregn återstår en ackumulerad nederbörd under den intensivaste halvtimmen av dimensionerande skyfall på ca 35 mm, vilket således är mindre än hälften av dimensionerande maxlast för taket. Inom delavrinningsområdet för Gropegårdsgatan är den sammanlagda takytan för de större byggnaderna omkring 50 000 m². Om 35 mm nederbörd kan hanteras på dessa tak skulle det innebära att 1 700 m³ skulle kunna magasineras, en volym som motsvarar ca 30 % av översvämningen på Gropegårdsgatan.

Lämpligheten för magasinering på tak skiljer sig åt för de olika byggnaderna och så även kostnaden för åtgärden, som är mycket svår att bedöma. Det är heller inte självklart att samtliga byggnader har en takkonstruktion som klarar denna last, även om dimensioneringsnormen anger detta med mycket god marginell. Detta måste naturligtvis undersökas inför en sådan lösning. Detta är annars en intressant lösning som är lämplig att kombinera med något av de andra alternativen som beskrivs nedan.

Underjordiskt magasin

Ett radikalt alternativ är att anlägga ett underjordiskt magasin som kan hantera hela översvämningsvolymen. Det krävs då i storleksordningen en yta om ca 3 000 m² med ca 2 m effektiv höjd, vilket således ger en magasinsvolym på 6 000 m³. Detta är ett ovanligt sätt att lösa översvämningsrisker kopplade till skyfall, som oftast består av öppna lösningar. I det aktuella fallet är det dock en effektiv lösning som efter genomförande inte stör övrig verksamhet, men låser upp stora ytor vid anläggningen. Kostnaden för denna lösning uppskattas till cirka 60 Mkr.

Nackdelen med lösningen är att den kommer att kräva pumpning för att kunna tömmas till dagvattenssystemet. Detta då den på grund av platsbristen kommer att behöva anläggas på större djup. Detta medför också att det är mycket svårt att hitta samordningsvinster med hanteringen av "vardagsdagvatten". Lösningen kan således enbart användas för de regn som överskrider dagvattenssystemet kapacitet.

Skyfallskulvert

Ett annat alternativ är en skyfallskulvert med en längd på 700-900 m längs Gropegårdsgatan. För denna krävs en diameter på 1600 mm och lutning på 2 promille för att ge tillräcklig avledning från området. Längs Gropegårdsgatan är det svårt med höjdsättningen då gatan inte har så stor lutning. Recipient för kulvert skulle kunna vara grönyta söder om Lundbyleden, men då staden planerar för exploatering runt detta område är ytterligare översvämningsvolymen inom detta nedströmsområde inte optimalt. Avledning skulle eventuellt kunna ske hela vägen ner till Göta älv istället, men utförandet kan bli problematiskt då det är svårt att på förhand avgöra vilka problem som kan uppstå under bygget. Sannolikt är borrhning av mikrotunnel en nödvändig metod för att anlägga kulverten. Det är synnerligen svårt att bedöma kostnad för detta alternativ på grund av alla osäkra faktorer i form av hinder i marken, men uppskattningsvis skulle det handla om cirka 40 Mkr.

Skyfallstålga byggnader och justerad höjdsättning

Ovanstående alternativ innebär ett stort ingrepp med höga kostnader i förhållande till sannolikheten för att ett skyfall inträffar. Ett alternativ för att skydda byggnader inom identifierat problemområde är istället att göra byggnaderna skyfallstålga. Detta kan uppnås genom vattentäta dörrar och skydd av fasaden för att kunna klara en översvämning.

Gropegårdsgatan är en utpekad prioriterad väg samt uttryckningsväg där framkomlighet är av stor vikt. Det finns dock alternativ till uttryckningsväg och evakueringsvägar inom området. Prästvägen kan vara ett alternativ till uttryckningsväg och evakueringsstråk för att sammanlänka Hjalmar Brantingsgatan och Lundbyleden. Maximalt vattendjup på Prästgatan överstiger inte 0.2 m och klarar därmed riktlinjer för framkomlighet enligt TTÖP. Från Volvo Penta nås Hjalmar Brantingsgatan från parkering på östra sidan om byggnaden. Beroende på om möjligheten att använda sig av alternativ uttryckningsväg finns eller inte ger det olika förutsättningar för krav på översvämningshantering längs Gropegårdsgatan.

För att räddningstjänst ska kunna ta sig fram måste vattendjupet vara mindre än 0.5 m. Om Gropegårdsgatan skall fungera som uttryckningsväg även i samband med skyfall måste dämningarnivån på vägen sänkas under +19.3 (RH2000). Detta kräver att en yta kan identifieras som kan innehålla en volym om ca 3500 m³ under denna nivå. Ytan framför Volvo Lundby Port B kommer fungera som ett entrétorg och uppställning för lastbilar, vilka enligt uppgift klarar en översvämning på upp emot 1 m. En möjlig lösning är att höjdsätta detta entrétorg så att denna volym kan innefattas under nivån +19.3. Med en yta på ca 3500 m² erfordras då att marknivån sänks till ca +18.3, vilket är en drastisk justering av dagens marknivå på ca +19.5. Därutöver måste översvämningståligt skydd för omkringliggande byggnader upp till +19.3 etableras.

Om istället alternativ uttryckningsväg kan lösas, t ex genom omledning via Prästgatan enligt ovan, kan översvämningsdjupen på Gropegårdsgatan accepteras. Den enda åtgärden som då erfordras är att omkringliggande byggnader görs skyfallstålga upp till nivå +19.65.

Kostnadsbedömning av ovanstående alternativ kräver en detaljerad bedömning för respektive byggnad.

4.2 Spetsbågen

Inom avrinningsområdet för Spetsbågen återfinns två stycken större marköversvämningar med en total volym på 3 000 m³, 1 300 m³ inom Volvos planområde samt 1 700 m³ utanför planområdet. Bidragande ytor för översvämning utanför planområdet återfinns till stor del inom Volvos planområde. I området för spetsbågen finns goda förutsättningar att fördröja/magasinera överskottsvatten lokalt för vilket två alternativ på lösning har identifierats.

Skyfallsyta

Längs Spetsbågen återfinns stora asfalterade ytor vilka kan höjdsättas för att skapa magasin för fördröjning, i Figur 4–1 presenteras förslag på lämpliga ytor för att magasinera nederbörd vid skyfall. Markerad skyfallsyta motsvarar en area på 10 000 m², för att hantera identifierad marköversvämning på 3 000 m³ krävs ett medeldjup på 3 dm vatten över hela denna yta. Skapad skyfallsyta avvattnas genom dagvattennätet.



Figur 4–1. Förslag på placering och grov utformning av skyfallsyta.

Svackdike och skyfallsyta

Ett annat förslag är att anlägga ett svackdike i grönområdet mellan Volvos mark och villatomterna i norr. Utifrån förutsättningarna i området kan svackdiket vara ca 200-250 m långt, 10-15 m brett och cirka 1 meter djupt, vilket ger en volym på omkring 1 300 m³. Denna lösning kan på så sätt hantera den översvämning som bildas direkt utanför planområdet, Figur 3–2, och skydda villorna norr om Institutsgatan från översvämning. För att skapa diket måste antagligen befintlig vegetation tas bort och ersättas med ny. Att anordna ett svackdike på den kommunala marken bedöms kosta cirka 4-5 Mkr, inklusive återplantering. Då denna yta är kommunalägd och ligger utanför planområdet, krävs att Göteborgs stad bidrar med aktiva åtgärder här, då rådigheten över marken inte ligger hos Volvo.

Alternativt kan motsvarande svackdike anläggas på Volvos fastighet. Om denna lösning väljs är det viktigt att säkerställa ytlig avledning mot svackdiket från omkringliggande ytor längs Spetsbågen och skära av befintlig avledning via Kohagsgatan till Institutsgatan.

Då volymen för föreslaget svackdike är mindre än marköversvämningen krävs att skyfallsytor identifieras inom Volvos fastighet där kompletterande 1700 m³ kan hanteras.

5 Slutsatser

I utredningen har två områden inom planområdet med behov av skyfallssäkring identifierats; övre Gropegårdsgatan och Spetsbågen. Med stöd av beräkningsunderlag från skyfallsanalys har lösningsförslag utvärderats både genomförandemässigt och utifrån grova kostnadsuppskattningar.

Lösningsförslagen förordar lokal hantering av överskottsvatten vid skyfall inom planområdet, vilket enbart förbättrar översvämningssituationen i omkringliggande områden jämfört med nuläget. Alternativet med skyfallskulvert är dock ett undantag som innebär att vatten avleds till utpekad skyfallsyta (enligt strukturplan för Kvillebäcken), med ökad volym att hantera, eller alternativt direkt till Göta älv.

Gropegårdsgatan

Förutsättningarna vid Gropegårdsgatan kräver okonventionella lösningar som innebär stora ingrepp på befintliga ytor. En sammanställning av föreslagna åtgärder presenteras i Tabell 5.1, där lösning tillsammans volymer, kostnader och lösningsspecifika kommentarer presenteras.

Tabell 5.1 Sammanställning av lösningsalternativ för Gropegårdsgatan. Volym som hanteras av åtgärd tillsammans med kvarstående översvämningssvolym presenteras och likaså en grov kostnadsuppskattning. Kommentar som beskriver innebörd av lösningen.

Lösningsalternativ	Hanterad volym (m ³)	Kvarstående volym (m ³)	Kostnad	Kommentar
Underjordiskt magasin	5 600	-	60 MSEK	Stor kostnad. Stora problem under byggtid. Kan ej samordnas med dagvattenhantering.
Skyfallskulvert	5 600	-	40 MSEK	Stor kostnad. Stora risker. Stora problem under byggtid. Påverkan nedströms.
Takmagasin	1 700	3 900	*	Kräver kompletterande lösning: Förutsätter takkonstruktioner enligt byggnorm.
Skyfallståliga byggnader med sänkt entrétorg	3 500	2 100	*	Drastiskt ingrepp i höjdsättning för entrétorg. Möjliggör framkomlighet för räddningstjänst. Kräver skydd på byggnader upp till +19.3
Skyfallståliga byggnader med alternativ uttryckningsväg	-	5 600	*	Översvämning kvarstår. Kräver skydd på byggnader upp till +19.65

* Separat utredning krävs där platsspecifika åtgärder utformas

Utifrån nuvarande kunskapsläge bedöms alternativet med skyfallståliga byggnader vara den rimligaste lösningen. Det rekommenderas därför att detta alternativ detaljstuderas för att klarlägga vilka åtgärder som krävs för respektive byggnad för att klara ett vattendjup på ca 0.5 m stående mot både portar och fasad.

Vidare bör möjligheterna till alternativ uttryckningsväg i samband med skyfall undersökas, t ex genom omledning via Prästgatan. Om detta inte är möjligt, eller av olika skäl inte kan accepteras, bör planerat entrétorg utanför Volvos port B höjdsättas så att de maximala översvämningsdjupen på Gropegårdsgatan inte överstiger 0,5 m (maximalt vattendjup för framkomlighet för räddningstjänsten enligt TTÖP). Då en sådan lösning kräver omfattande förändring av dagens marknivå, är det intressant att klarlägga möjlighet till magasinering på de större hustaken inom området. En sådan åtgärd har potential att reducera magasineringsbehovet på entrétorget till ca hälften.

Alternativa lösningar är antingen ett underjordiskt magasin eller en skyfallskulvert. Dessa alternativ skulle efter genomförande kunna hantera hela översvämningsvolymen utan att det påverkar byggnader och tillfartsväg i området. Åtgärderna innebär dock mycket höga kostnader med stora ingrepp under byggtiden, som dessutom medför risk för stora indirekta störningar, både för Volvo och övrig trafik och boende inom området. Detta bör ställas i relation till nyttan och sannolikheten av att ett skyfall inträffar. Dessa alternativ bedöms därför inte vara rimliga.

Spetsbågen

Spetsbågen har stora öppna ytor som kan höjdsättas för att fördröja och magasinera skyfallsvolymer. Asfalterade ytor på omkring 10 000 m² kan utnyttjas för att skapa skyfallsyta som kan hantera överskottsvolym inom området på 3000 m³.

Som alternativ och kompletterande lösning för Spetsbågen kan ett svackdike anläggas på grönytan mellan villaområdet och Volvos mark, med kapacitet att fördröja 1300 m³. Detta skulle avhjälpa översvämningsproblem både för Volvo och villaområdet. Ingreppet kommer innebära att flera av de nuvarande träden måste avverkas och nya träd planteras, Volvo har ej rådighet över marken vilket kräver medverkan av Göteborgs stad för att kunna genomföras.