

Dagvattenutredning

DP Gårdsvägen, Solna
Slutgiltig handling, 2021-11-16



Författare Jonas Robertsson, Malcolm Hargelius
Beställare: Fabege Stockholm AB
Beställarens
projektnummer:
Konsultbolag: Structor Vatten & Miljö Uppsala AB
Uppdragsnamn: Dagvattenutredning DP Gårdsvägen
Uppdragsnummer: 1260
Datum: 2021-11-16
Uppdragsledare: Per Askling
Handläggare/utredare: Jonas Robertsson, Malcolm Hargelius
Granskare: Per Askling

Status: Slutgiltig handling

Sammanfattning

Fabege planerar tillsammans med Solna stad för att bygga nya kontorslokaler och bostäder längs Gårdsvägen, belägen öster om Arenastaden och Ostkustbanan. I samband med detaljplanarbetet har Structor fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för detaljplaneområdet.

Utredningsområdet i denna PM omfattar detaljplaneområdet, som delats in i två delområden: Delområde 1 utgörs av Gårdsvägen och planerade byggnader på Gårdsvägens östra sida, Delområde 2 utgörs av Kolonnvägen och omgivande GC-område. Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram lösningar för dagvattenhantering som följer gällande krav och riktlinjer i lagstiftning och Solna stads dagvattenstrategi och riktlinjer.

I och med exploateringen beräknas dagvattenflödet från utredningsområdet vid ett dimensionerande 10-årsregn minska med 107 liter/sekund, från 468 liter/sekund i befintlig situation (utan klimatfaktor) till 361 liter/sekund i planerad situation (med klimatfaktor 1,25), när hänsyn tagits till effekten av föreslagna dagvattenåtgärder. Föreslagna åtgärder har utformats för att efterleva Solna stads dagvattenstrategi och riktlinjer för fördröjning av 20 mm nederbörd.

För att omhänderta 20 mm nederbörd krävs en fördröjningsvolym på totalt cirka 319 m³ inom utredningsområdet. För att uppnå detta föreslås att dagvatten från vägar, GC-områden och hårdgjorda ytor i gränder avleds till regnbäddar, där dagvatten kan ledas in och fördröjas både ytligt och i ett underliggande poröst lager, som fördelas ut längs gatornas sträckning och i gränderna. Dagvatten från takytor planeras i stor utsträckning att fördröjas i gröna tak med tillräcklig mäktighet för att kunna fördröja 20 mm nederbörd. Resterande dagvatten från takytorna kommer att antingen ledas till tankar för att ingå i ett recirkuleringsystem, där dagvattnet används för toalettspolning inom byggnaderna, eller ledas till regnbäddar i gränderna mellan byggnaderna. Ett recirkuleringsystem skulle innebära en minskad dricksvattenförbrukning och i hög grad efterleva kommunens strävan att utnyttja dagvattnet som en resurs.

Teoretiska beräkningar med schablonhalter visar att föroreningsbelastningen för planerad situation, med föreslagna reningsåtgärder, minskar för samtliga studerade ämnen för utredningsområdet som helhet. Genomförandet av de planerade förändringarna inom utredningsområdet bedöms därför inte ha en negativ inverkan på möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna i recipienten, givet att föreslagna anläggningar för dagvattenhantering tillämpas.

Nedströms utredningsområdet finns en lågpunkt i Gårdsvägen som vid skyfall mottar stora mängder ytligt avrinnande vatten från ett stort avrinningsområde, med kraftiga översvämningar som följd. För att avlasta lågpunkten planeras för många åtgärder inom avrinningsområdet, där åtgärder inom aktuellt utredningsområde utgör en del. För att avlasta lågpunkten planeras för underjordiska skyfallsmagasin inom de tre gränderna i

utredningsområdet. Det är viktigt att säkerställa att det vatten som vid skyfall kommer rinna ytligt längs Gårdsvägen kan ledas in till skyfallsmagasinen så att den tillgängliga volymen nyttjas. Vattnet leds till skyfallsmagasinen via upphöjda kupolbrunnar i de regnbäddar som anläggs inom gränderna, och eventuellt regnbäddar längs Gårdsvägen som är belägna intill gränderna. Det är därför viktigt att gator och gränder höjdsätts så att vattnet vid skyfall samlas i regnbäddarna till en nivå där det stiger över och kan täcka bräddbrunnen, samtidigt som närliggande byggnader inte tar skada. För detta kommer vattnet längs Gårdsvägen behöva stoppas med hjälp av upphöjningar i körbanan vid respektive gränd. Under vidare arbete med detaljprojektering rekommenderas att projekterad höjdsättning och utformning stäms av mot skyfallssituationen, för att säkerställa att de möjliggör föreslagen skyfallshantering.

Innehåll

1. Inledning.....	7
1.1. Koordinatsystem.....	7
2. Förutsättningar.....	8
2.1. Områdesbeskrivning	8
2.2. Recipient.....	9
2.3. Förorenad mark.....	10
2.4. Hydrogeologi	12
2.4.1. Topografi	12
2.4.2. Jordarter och jorddjup	12
2.4.3. Grundvatten.....	14
2.5. Befintlig dagvattenhantering.....	14
2.6. Markavvattningsföretag.....	15
2.7. Fornlämningar	15
3. Krav på dagvattenhantering.....	16
3.1. Kommunens dagvattenstrategi.....	16
3.2. Checklista	17
3.3. Kommunala riktlinjer.....	17
3.4. Rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall	17
4. Dagvattenberäkningar	18
4.1. Markanvändning.....	18
4.1.1. Befintlig situation	18
4.1.2. Planerad situation.....	18
4.2. Dimensionerande flöden	19
4.2.1. Resultat flödesberäkningar.....	22
4.3. Erforderlig fördröjningsvolym.....	23
4.4. Föroreningar	25
4.4.1. Förutsättningar och indata till StormTac	25
4.4.2. Resultat	26
5. Förslag till dagvattenhantering.....	28
5.1. Principlösningar	30
5.1.1. Tak.....	30
5.1.2. Gröna tak.....	31
5.1.3. Terrasser och vistelseytor på bjälklag.....	32
5.1.4. Regnbäddar i gatuplan (i gator och gränder)	33
6. Skyfall och sekundär avledning	35
6.1. Känd översvämningsproblematik och skyfallskarteringar	35

6.2. Ytvatten	36
6.3. Skyfallshantering	37
6.3.1. Principer för skyfallshantering	37
6.3.2. Skyfallsmagasin	39
6.3.3. Framtida översvämningssituation med skyfallsåtgärder	41
7. Slutsats och rekommendationer	43
7.1. Bedömning av recipientpåverkan	43
Referenser	45

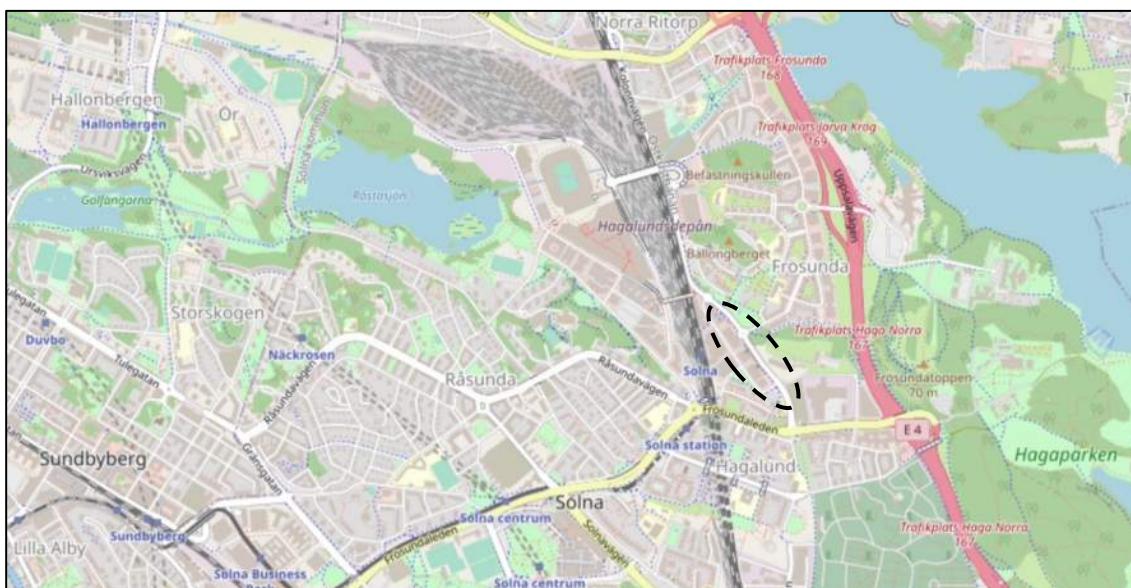
Bilagor

Bilaga 1	Avvattningsplan
Bilaga 2	StormTac-rapporter
Bilaga 3	Fördjupad skyfallsutredning Tygeln 1, 3 m.fl., Ramboll. Granskningshandling 2021-09-29

1. INLEDNING

Fabege planerar att exploatera fastigheterna Stigbygeln 2, 3 och 5 samt Tömmen 1 och 2 med kontorshus samt nya bostäder. I samband med detta ska de befintliga byggnaderna på Gårdsvägen rivras och ersättas med de nya planerade byggnaderna. Området är beläget inom Arenastaden öster om Solna station och Mall of Scandinavia, väster om stora Frösunda och norr om stadsdelen Hagalund. Delar av Kolonnvägen planeras att breddas i framtiden.

Detaljplanen berör Gårdsvägen, Kolonnvägen och fastigheterna Stigbygeln 2, 3 och 5, och Tömmen 1 och 2, vilka ligger i ett stråk i nordvästlig riktning mellan Gårdsvägen och Kolonnvägen, och delar av ovannämnda vägar. En översiktlig lokalisering över området visas i Figur 1-1. I samband med detaljplanearbetet har Structor fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för detaljplaneområdet. Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram lösningar för dagvattenhantering som följer gällande krav och riktlinjer i lagstiftning och Solna stads riktlinjer. Utredningen utgår från Solna stads dagvattenstrategi och checklista för dagvattenutredningar, och de anvisningar som där anges. Utredningen avgränsas av planerat detaljplaneområde, härnäst benämnt *utredningsområdet*.



Figur 1-1. Översiktskarta med utredningsområdets ungefärliga lokalisering markerad med en svartstreckad ellips. Bakgrundskarta: © Openstreetmaps bidragsgivare.

1.1. Koordinatsystem

Utredningen använder sig av koordinatsystem SWEREF 99 18 00 med höjdsystem RH 2000 om inget annat anges.

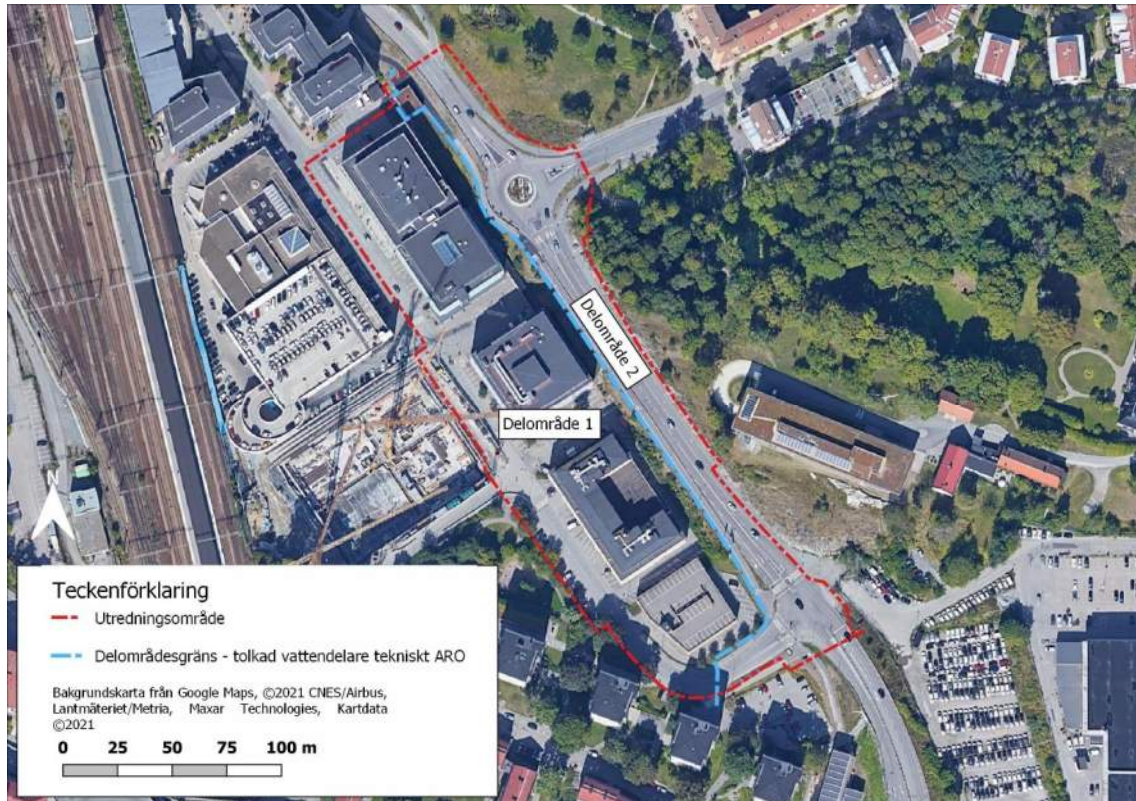
2. FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1. Områdesbeskrivning

Utredningsområdet utgörs av fastigheterna Stigbygeln 2, 3 och 5, och Tömmen 1 och 2, hädanefter benämnda S2, S3, S5, T1 och T2, tillsammans med delar av vägarna Gårdsvägen och Kolonnvägen. Utredningsområdet har en yta på cirka 2,8 hektar och utgörs idag till största del av ett kontorsområde med tillhörande gator, parkeringar och förgårdsmark. Mellan, och i vissa fall bakom, byggnaderna finns gränder med parkeringsplatser och plats för verksamheter som exempelvis bilservice. Gränden mellan T1 och T2 och gränden mellan T2 och S2 binds samman av en körbar yta med parkeringar på baksidan av T2. Hela denna yta ligger lägre än omgivande mark med marknivåer omkring +7, medan Gårdsvägen i väster ligger på cirka +10 i höjd med gränden mellan T1 och T2 och på cirka +7,5 i höjd med gränden mellan T2 och S2.

Utredningsområdet har i denna utredning delats upp i två delavrinningsområden utifrån en tolkad teknisk vattendelare mellan dagvattenledningsnätet i Gårdsvägen respektive Kolonnvägen. Utredningsområdets utbredning och indelningen i delavrinningsområden visas i Figur 2-1.

Inom Delområde 1 innebär den planerade exploateringen främst att befintlig bebyggelse rivs och ersätts med nya byggnader, vilket innebär att andelen hårdgjorda ytor inte förväntas öka. Inom Delområde 2 planeras för en breddning av Kolonnvägen och en utbyggd GC-bana mot Delområde 1, där GC-banan kommer möta planerade byggnaders fasader.



Figur 2-1. Utredningsområdets utbredning (röd streckad linje) och indelning i Delområde 1 och Delområde 2 (blå streckad linje), utifrån tolkad teknisk vattendelare mellan dagvattenledning i Gårdsvägen respektive dagvattenledning i Kolonnvägen.

2.2. Recipient

Dagvatten från utredningsområdet avleds via dagvattensystemet mot recipienten Brunnsviken (SE658507-162696). Brunnsviken har, enligt VISS (2021), *Otillfredsställande* ekologisk status och *Uppnår ej god* kemisk status. För klassningen av ekologisk status har miljökonsekvenstypen Övergödning styrts, där kvalitetsfaktorn växtplankton varit utslagsgivande, med stöd av kvalitetsfaktorn näringsämnen. Kvalitetsfaktorn Särskilda förorenande ämnen (SFÄ) klassificeras som måttlig status, då gränsvärden överskrids för PCB:er, koppar och zink. Ämnen som ej uppnår god kemisk status är enligt VISS kvicksilver, PBDE, PFOS, bly, kadmium, antracen och TBT.

För Brunnsviken finns miljö kvalitetsnormer beslutade 2019-04-26. Beslutade miljö kvalitetsnormer för ekologisk status i Brunnsviken är *God ekologisk status 2027*, med motivering för övergödning att över 60 % av den totala tillförseln av näringsämnen kommer från utsjön. Tidsfrist till 2027 gäller även för SFÄ, med motivering att det kommer ta lång tid för halterna i vattenförekomsten att nå god status även om åtgärder genomförs.

För kemisk status är beslutad miljö kvalitetsnorm *God kemisk ytvattenstatus*, med undantag i form av mindre stränga krav för PBDE och kvicksilver och undantag i form av tidsfrist till 2027 för antracen, kadmium, bly och TBT. Undantaget i form av mindre stränga krav har satts med motivering att ämnena överskrider gränsvärdena i samtliga svenska vattenförekomster och det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna till nivåer under gränsvärdena, då påverkan främst härrör från långväga luftburna föroreningar. Undantagen i form av tidsfrist har satts på grund av en komplex påverkansbild och oklarheter kring vilka åtgärder som är möjliga och mest effektiva.

I Solna stads dagvattenstrategi (Solna stad, 2017) beskrivs att Brunnsviken ingår i Kungliga nationalstadsparken och har höga natur- och rekreationsvärden. Enligt dagvattenstrategin är den kraftigt övergödd med förhöjda halter av fosfor och kväve och höga halter av metallerna zink och koppar i ytvattnet. Metallerna sägs till stor del härröra från dagvatten i tillrinningsområdet men också från historiska utsläpp. Brunnsvikens tillrinningsområde delas av Solna, Stockholm och Sundbyberg.

2.3. Förorenad mark

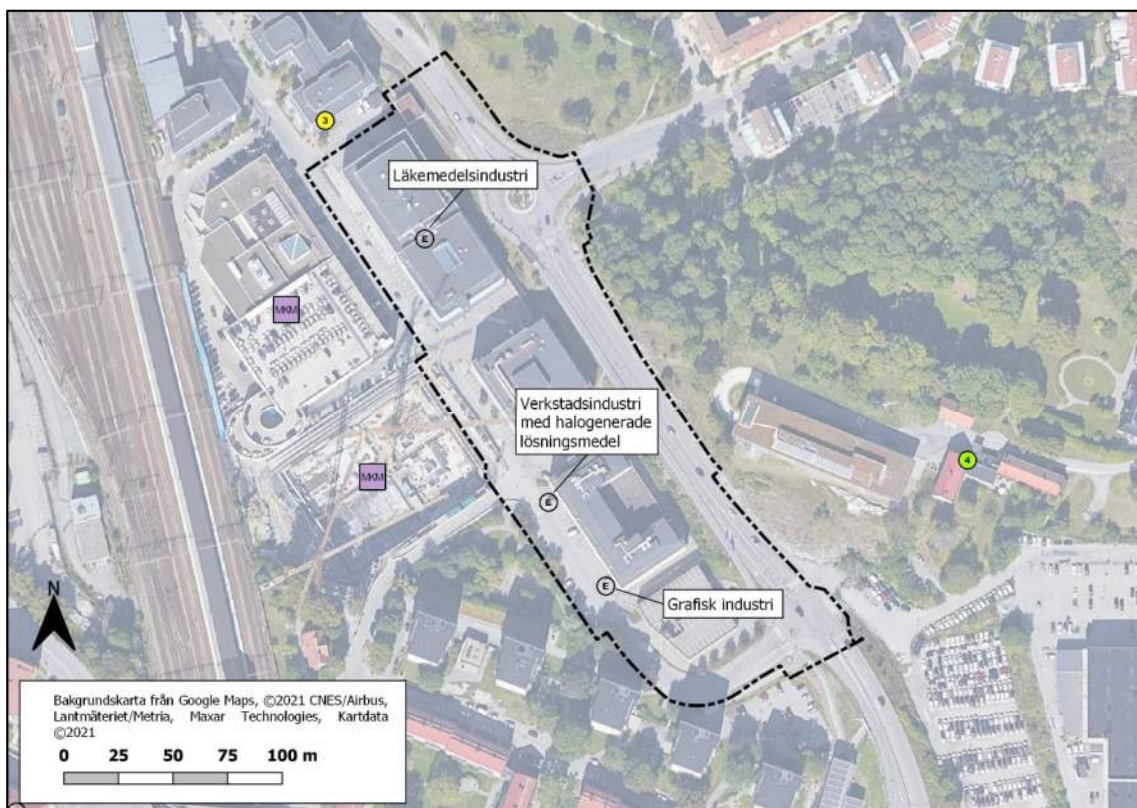
Enligt Länsstyrelsens databas (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2021), finns tre ej riskklassade potentiellt förorenade områden inom utredningsområdet, se Figur 2-2. De ej riskklassade objekten utgörs av: Läkemedelsindustri, verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel och grafisk industri. Norr om utredningsområdet finns ett potentiellt förorenat område med riskklass 3 (måttlig risk), där det enligt databasen förekommit verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel. Enligt Länsstyrelsens databas finns inga tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter inom utredningsområdet.

En miljöteknisk markundersökning inom fastigheten Tömmen 1 utfördes av Golder Associates (2013). För de ämnen som omfattades av undersökningen uppmättes halter under Naturvårdsverkets riktvärden för känslig markanvändning (KM) i samtliga studerade punkter, med undantag för koppar som uppmättes i höga halter i en punkt. Som skäl till den avvikande halten anges att en värmekabel i en betongplatta gick av i samband med undersökning i den aktuella punkten, och att metallfragment från ledningen sannolikt hamnat i provet. Vid grundvattenprovtagningen påträffades halter av klorerade lösningsmedel över Livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten i en punkt.

Golder Associates (2013) sammantagna bedömning är att verksamheterna inom fastigheten inte förorenat mark och grundvatten och att det därför inte föreligger något behov av att genomföra ytterligare miljötekniska markundersökningar såvida markanvändningen inte förändras. Där konstateras också att de påträffade föroreningshalterna av klorerade lösningsmedel i en punkt är måttliga och att grundvattenföroreningen bedöms ha begränsad utbredning, då föroreningen inte påträffades i två andra grundvattenrör, där föroreningskällan kan finnas längre uppströms.

Kompletterande miljöundersökningar har utförts av Hedenvind projekt (2021). Där konstateras att det förekommer förorenade fyllnadsmassor med i allmänhet låga och

acceptabla miljö-, hälso- och spridningsrisker men med hotspots med ställvis höga halter PAH och metaller inom Tömmen 1 och Tömmen 2. Viss förorening har även påträffats i torrskorpelera och i grundvatten (både i övre och undre grundvattenmagasin) inom utredningsområdet. Det förekommer dock inga föroreningsplymer i grundvattnet. Hedenvind projekt (2021) rekommenderar att utbredningen av hotspots inom Tömmen 1 och Tömmen 2 avgränsas vid rivning av befintliga byggnader eller grundläggning av nya byggnader. Det rekommenderas också att de låga halter av PFAS och klorerade alifater som påträffats i grundvattnet verifieras vid ett par ytterligare provtagningstillfällen.



Figur 2-2. Potentiellt förorenade områden enligt Länsstyrelsen i Stockholms län (2021).

Baserat på ovanstående rekommenderas att där det förekommer föroreningshalter som överskrider vad som bedöms utgöra låga och acceptabla miljö-, hälso- och spridningsrisker (enligt Hedenvind projekt, 2021) i grundvatten, fyllnadsmassor eller underliggande jordlager, och dessa inte schaktas bort, bör dagvattenanläggningarna konstrueras med täta sidor och botten. Detta för att minska risken för att dagvatteninfiltration för med sig föroreningar till grundvattnet eller bidrar till en ökad spridning av eventuella föroreningar som redan förekommer i grundvattnet. Exakt vilka anläggningar som behöver göras täta avgörs i senare skede, när anläggningarnas exakta placeringar beslutas.

I övrigt rekommenderas att dagvatten tillåts infiltrera för att bidra till att upprätthålla grundvattennivåerna och minska risken för bildning av torrskorpelera och sättningar.

2.4. Hydrogeologi

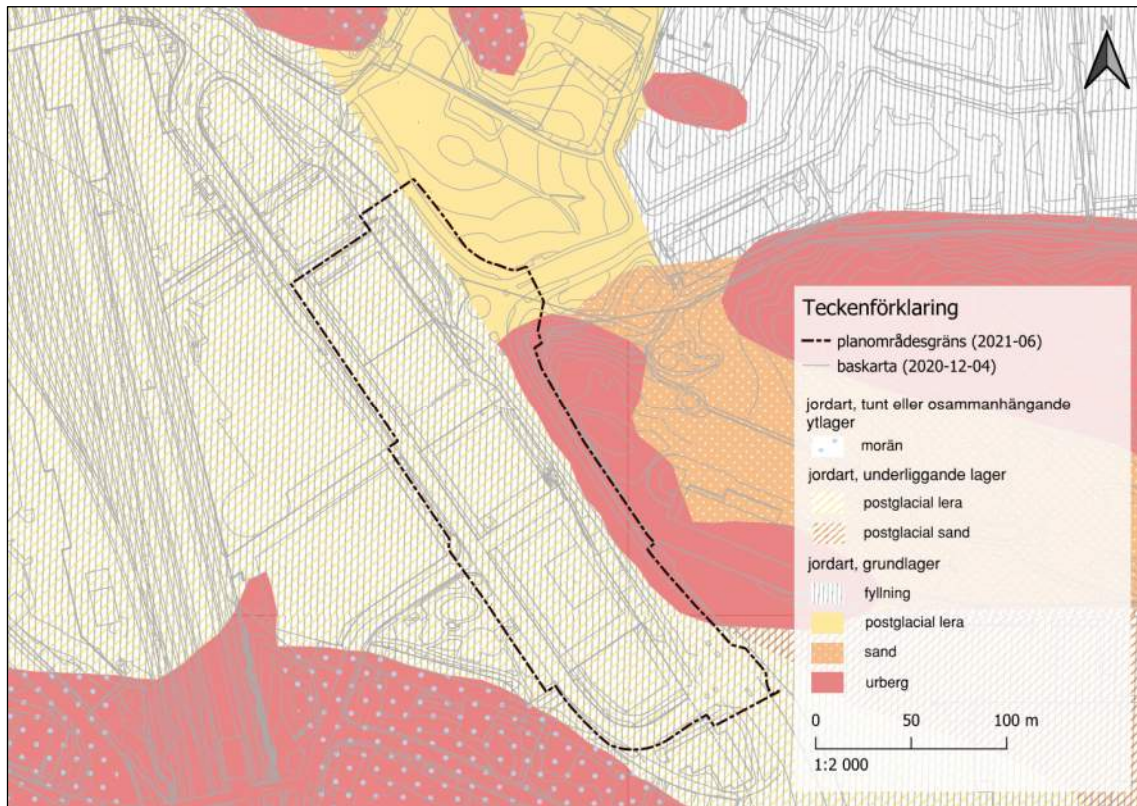
2.4.1. Topografi

Utredningsområdet har en generell lutning från söder ner mot norr, med marknivåer omkring +11 i de södra delarna och cirka +4,3 i de norra delarna. Marken har en relativt brant lutning i söder medan de norra delarna är flacka. Intill utredningsområdets nordvästra ände finns en lågpunkt i Gårdsvägens sträckning, varifrån marken lutar svagt ner mot spårområdet i väster. Spårområdet är flackt och löper i en sänka omgiven av ett höjdområde i väster och ett höjdområde i öster.

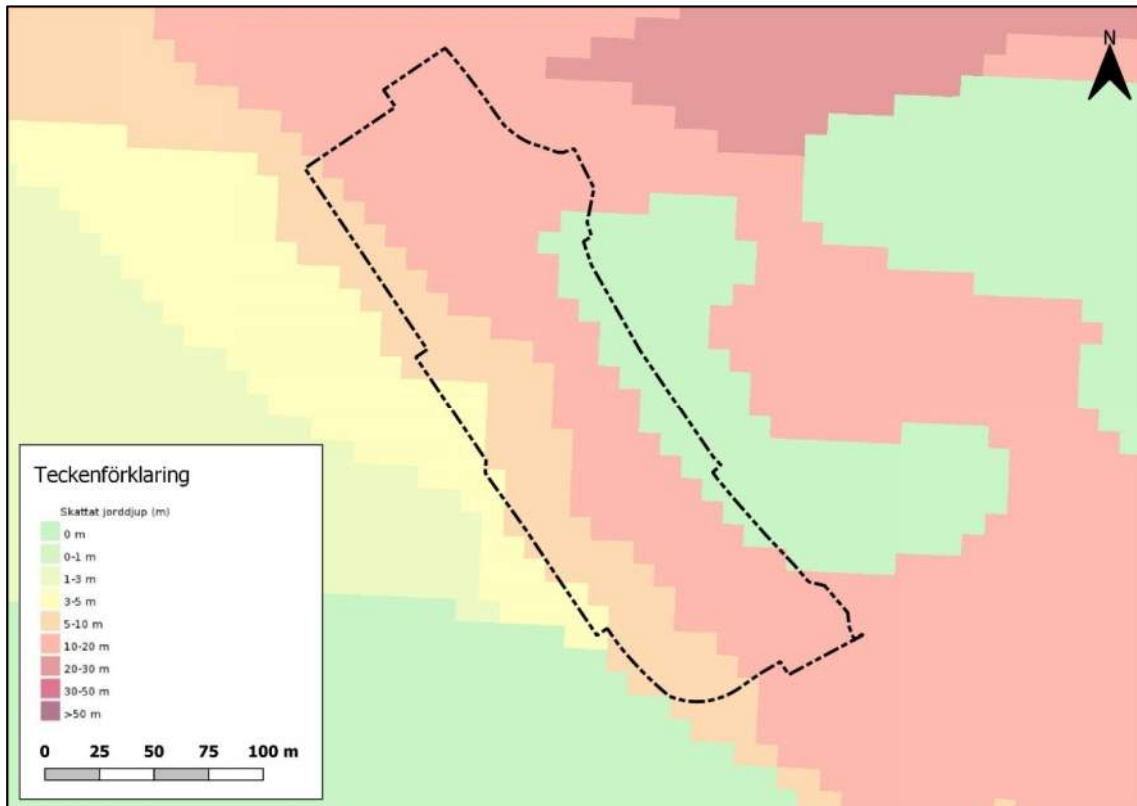
2.4.2. Jordarter och jorddjup

Jordarterna inom utredningsområdet består enligt SGU:s jordartskarta till övervägande del av fyllning som underlagras av lera, se Figur 2-3. Längs utredningsområdets östra gräns finns ett höjdområde där det förekommer berg i dagen. Strax sydöst om utredningsområdet finns ett lager med postglacial sand-grus under fyllningen. Enligt SGU:s jorddjupskarta ökar jorddjupen från öster till väster, med 0 meter inom höjdområdet längst i öster, till 3 – 5 meter i väster, se Figur 2-4. Observera att SGU:s jordarts- och jorddjupskartor bygger på modeller och syftar till att ge en översiktlig bild av jordartsförhållandena i ett område, de ska alltså inte användas för att bedöma detaljer i markförhållandena inom ett avgränsat område.

En mer detaljerad beskrivning av de geotekniska och geologiska förhållandena inom utredningsområdet ges i ELU (2021), där jordlagerföljderna redovisas per fastighet inom utredningsområdet. Även där konstateras att marken utgörs av fyllning ovan lera på friktionsjord som vilar på berg. Lerans mäktigheter uppmättes till 3 – 9 meter i norr (S5), 0,5 – 5 meter centralt (S2/T1) och 1,5 – 10 meter i söder (T2).



Figur 2-3. Jordarter enligt SGU:s jordartskarta i skala 1:25 000 - 100 000 (SGU, 2021), hämtad från SGU:s WMS-tjänst. Utredningsområdet har markerats med en svartstreckad linje.



Figur 2-4. Jorddjup enligt SGU:s jordartskarta (SGU, 2021), hämtad från SGU:s WMS-tjänst. Utredningsområdet har markerats med en svartstreckad linje.

2.4.3. Grundvatten

Grundvattennivåer i grundvattenrör inom utredningsområdet mäts regelbundet av Structor inom ramen för hydrogeologiskt mätprogram. Inom utredningsområdet förekommer övre grundvattenmagasin i fyllning ovan lerlager och undre grundvattenmagasin under lerlager. Enligt utförda mätningar varierar grundvattennivåerna i undre grundvattenmagasin inom utredningsområdet mellan cirka +6 i söder och +2 i norr. Grundvattenrör installerade i övre grundvattenmagasin har i stor utsträckning varit torra eller endast haft lite vatten i botten av grundvattenröret. De hydrogeologiska förhållandena inom och omkring utredningsområdet beskrivs mer utförligt i PM Hydrogeologi (Structor, 2021).

Det finns enligt VISS ingen utpekad grundvattenförekomst inom utredningsområdet och enligt Länsstyrelsens databas omfattas utredningsområdet inte heller av något vattenskyddsområde. Närmast belägna grundvattenförekomst är Stockholmsåsen - Solna, belägen cirka 380 meter öster om utredningsområdet, på andra sidan E4.

2.5. Befintlig dagvattenhantering

Utredningsområdet är idag till övervägande del hårdgjort och dagvatten avleds via det kommunala ledningsnätet till recipient. Inom Delområde 1 samlas dagvatten upp i en ledning som leder dagvattnet norrut längs Gårdsvägen. Inom Delområde 2 samlas

dagvattnet upp i en ledning som leder dagvattnet norrut längs Kolonnvägen och passerar under Lilla Frösunda park. I utredningsområdets nordvästra ände finns, enligt uppgift, ett underjordiskt skyfallsmagasin som syftar till att minska översvämningensrisken i det låglänta området. Längs en kortare sträckning av Kolonnvägen i nordöst finns ett svackdike som mottar dagvatten från delar av körbanan och från den intilliggande GC-vägen. I övrigt finns inga kända befintliga anläggningar för fördröjning eller rening av dagvatten inom utredningsområdet idag.

2.6. Markavvattningsföretag

Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län (2021) finns inga markavvattningsföretag mellan utredningsområdet och recipienten Brunnsviken.

2.7. Fornlämningar

Enligt Riksantikvarieämbetets tjänst Forsök finns ingen fornlämning inom utredningsområdet. Strax väster om utredningsområdet, längs Rättarvägen, finns en registrerad icke-bekräftad uppgift från 1928 om en stensättning. Då området idag är bebyggt har den sannolikt avlägsnats.

3. KRAV PÅ DAGVATTENHANTERING

3.1. Kommunens dagvattenstrategi

Solna stad (2017) har tagit fram dokumentet *Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna Stad*. Strategin är ett verktyg för att stödja arbetet för en långsiktigt hållbar dagvattenhantering i både ny och befintlig bebyggelse. Särskilt tyngdpunkt ligger på att minimera föroreningar i dagvattnet, motverka skadliga översvämningar och tillvarata möjligheten att använda dagvattnet som en resurs i stadsplaneringen. Arbetet med att uppnå en långsiktigt hållbar dagvattenhantering ska ske genom fyra övergripande strategier, som i sin tur har riktlinjer för hur strategin ska uppnås:

1. Strategi för att minimera föroreningar i dagvatten och säkerställa god vattenkvalitet
 - Dagvatten ska omhändertas och renas lokalt så nära källan som möjligt och med bästa möjliga teknik. Utformning ska ske så att minst 20 mm nederbörd fördröjs och renas
 - Dagvatten ska inte medföra att gällande miljö kvalitetsnormer för stadens vattenförekomster inte kan följas
 - Dagvatten ska inte medföra att vattenkvaliteten i stadens grundvatten försämras eller att grundvattennivåer ändras
 - Från vägar ska staden i takt med stadens ut- och ombyggnad se till att rening av dagvatten sker före utsläpp till recipient
 - Byggnads- och anläggningsmaterial innehållande miljöstörande ämnen ska undvikas
2. Strategi för att minimera översvänningsrisker och ta hänsyn till förutsättningar av ett förändrat klimat
 - Dagvatten ska omhändertas och renas lokalt så nära källan som möjligt och med bästa möjliga teknik. Utformning ska ske så att minst 20 mm nederbörd fördröjs och renas
 - Bebyggelse, infrastruktur och dagvattenhantering ska höjdsättas och utformas så att dagvatten inte riskerar att orsaka skadliga översvämningar, varken inom eller utom utredningsområdet, varken nu eller i ett framtida förändrat klimat
3. Strategi för att möjliggöra att dagvattenhanteringen bidrar till mervärden i stadsmiljön
 - Dagvatten ska användas som en resurs vid stadens utbyggnad för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön
4. Strategi för att säkerställa att den långsiktiga dagvattenhanteringen sker på ett effektivt sätt
 - Dagvatten ska beaktas i varje skede av stadsbyggnadsprocessen
 - Dagvattenhanteringen ska systematiskt ses över och åtgärdas när åtgärder i den befintliga staden genomförs

3.2. Checklista

Solna stad har tagit fram en checklista, daterad 2017-11-23, som ska tillämpas för dagvattenutredningar inom kommunen.

3.3. Kommunala riktlinjer

Enligt Solna stads dagvattenstrategi och checklista ska dagvattenanläggningar utformas för att omhänderta 20 mm nederbörd, motsvarande 20 liter/m² hårdgjord yta, inom utredningsområdet. Anläggningarna ska också bidra till att dagvattnet kan tillvaratas som en resurs.

3.4. Rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall

Länsstyrelserna (2018) har tagit fram ett faktablad med rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall, som ska fungera som ett stöd vid fysisk planering. Enligt faktabladet är 100-årsregn vägledande för när en bedömning av översvämningsrisken ska göras. En klimatfaktor ska inkluderas för att bedöma översvämningsrisken i ett förändrat klimat. I rekommendationerna anges bland annat att ny bebyggelse planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.

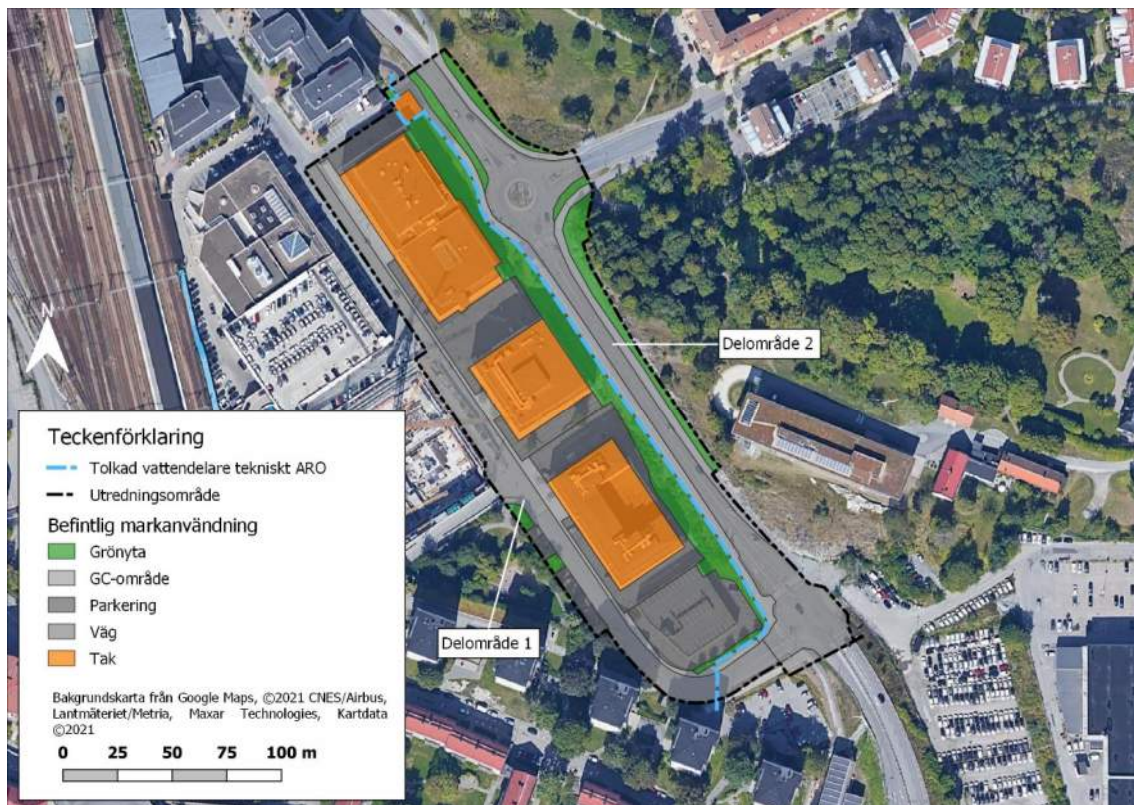
Vid förtätning av ett område anser Länsstyrelserna att den fysiska planeringen av tillkommande bebyggelse behöver syfta till att minska sårbarheten för eventuella översvämningar i hela området. Kommunen behöver säkerställa att den nya bebyggelsen inte ökar översvämningsrisken för omkringliggande bebyggelse. Omkringliggande obebyggda områden kan dock tas i anspråk och fungera som skydd.

4. DAGVATTENBERÄKNINGAR

4.1. Markanvändning

4.1.1. Befintlig situation

Utredningsområdet utgörs i befintlig situation till stor del av bebyggelse och andra hårdgjorda ytor. De grönytor som finns inom utredningsområdet utgörs till övervägande del av en bevuxen slänt mellan Kolonnvägen och byggnaderna längs Gårdsvägen. En ytkartering av befintlig markanvändning har utförts utifrån baskarta, med stöd av ortofoto och iakttagelser vid ett platsbesök som genomfördes 2021-06-08. Tolkade markanvändningskategorier redovisas i Figur 4-1.

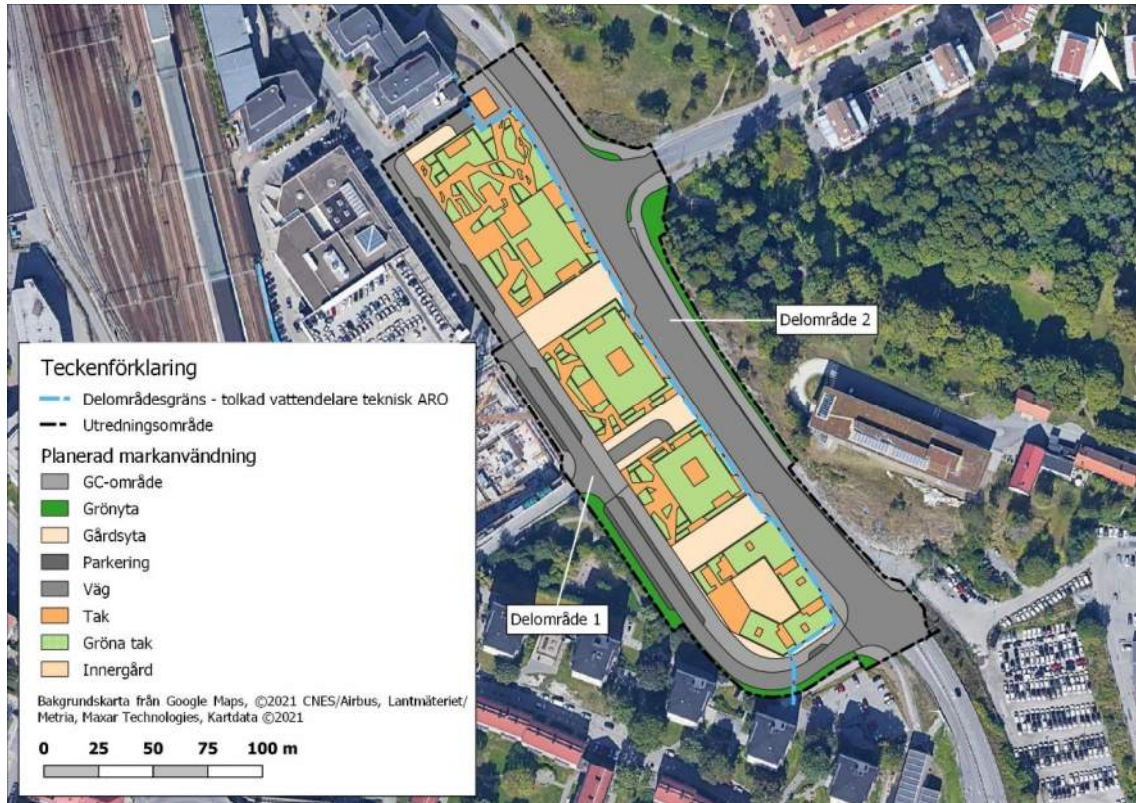


Figur 4-1. Befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

4.1.2. Planerad situation

Inom Delområde 1 kommer befintliga byggnader att rivas och ersättas med nya byggnader som i första hand planeras omfatta kontor och bostäder. Gårdsvägens sträckning inom utredningsområdet kommer också att byggas om och det kommer skapas ett gångstråk mellan gatan och de planerade byggnaderna. Kolonnvägen planeras att breddas, och ett nytt GC-stråk väster om Kolonnvägen kommer ansluta direkt till de nya byggnaderna. Gränden mellan S3S5 och S2 kommer att utformas med en trappning som förbinder Gårdsvägen i väster med Kolonnvägen i öster. En kartering av planerad

markanvändning har utförts utifrån en situationsplan från CF Møller (erhållen 2021-09-26), se Figur 4-2. Vattendelaren har justerats något jämfört med befintlig situation, utifrån antagandet att det planerade GC-området längs Kolonnvägen kommer att anslutas till dagvattenledning i Kolonnvägen.



Figur 4-2. Planerad markanvändning inom utredningsområdet, enligt erhållen situationsplan (CF Møller, 2021-09-26). Gränsen mellan Delområde 1 och Delområde 2 har markerats med en blåstreckad linje.

4.2. Dimensionerande flöden

Dagvattenberäkningar enligt Svenskt Vattens publikation P110 har utförts för befintlig situation och planerad situation för vart och ett av de två delområdena.

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats med rationella metoden, vilken redovisas i Ekvation 1.

$$Q_{dim} = A \cdot \Phi \cdot i(t) \cdot K_f \quad (\text{Ekvation 1})$$

, där

Q_{dim} = dimensionerande dagvattenflöde [l/s]

A = utredningsområdets area [m²]

Φ = avrinningskoefficient [-]

$i(t)$ = dimensionerande regnintensitet beroende av regnets varaktighet t [l/s ha]

K_f = klimatfaktor [-]

Regnintensiteten beror på återkomsttid och av regnets varaktighet. I P110 rekommenderas att dimensioneringen ska ta hänsyn till att mer intensiva regn förväntas i framtiden till följd av klimatförändringar. Därför bör, utifrån P110, regnintensiteten räknas upp med en klimatfaktor 1,25 vid regn med varaktighet under en timme, som i detta fall. Den längsta rinntiden inom utredningsområdet har beräknats till cirka 3 minuter, då vattnet vid ett sådant regn antas avledas i ledningsnätet med en rindhastighet på 1,5 m/s (enligt P110) och den längsta rinnsträckan inom utredningsområdet uppgår till cirka 300 meter. Den dimensionerande regnvaraktigheten har därför för båda delområdena satts till 10 minuter, som är den lägsta rekommenderade regnvaraktigheten enligt P110.

I enlighet med Solna stads checklista för dagvattenutredningar utgår beräkningarna av dimensionerande flöde från 10 års återkomsttid. För befintlig situation har beräkningarna utförts utan (nuläge) och med (nollalternativ) klimatfaktor 1,25, i enlighet med Solna stads checklista. För planerad situation har beräkningarna utförts med klimatfaktor 1,25. Indata till flödesberäkningarna visas i Tabell 4-1.

För att ta hänsyn till effekten av dagvattenanläggningar, som dimensionerats enligt Solna stads riktlinjer om fördröjning av 20 mm nederbörd, vid beräkning av dimensionerande flöden i planerad situation har en metodik med förlängd rinntid tillämpats. För ett 10-årsregn har regnvolymer 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 15 minuter (se Figur 4-3), när hänsyn tagits till att regnintensiteten förväntas öka till följd av klimatförändringarna. Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 4-4) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 15 minuter till utredningsområdets rinntid på 10 minuter, vilket resulterar i en total rinntid på 25 minuter, med dimensionerande regnintensiteter enligt Tabell 4-1.

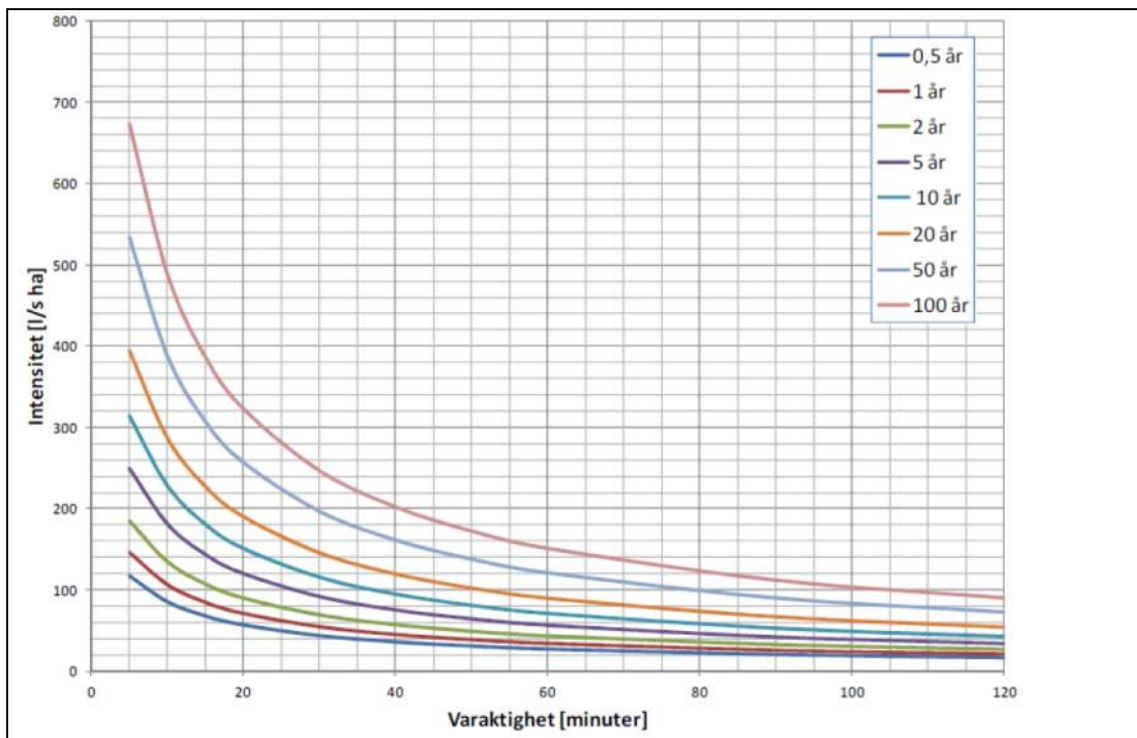
Tabell 4-1. Indata till flödesberäkningar. Regnintensiteten utan klimatfaktor har använts för befintlig situation och regnintensiteten inklusive klimatfaktor har använts för befintlig situation (nollalternativ) och för planerad situation. Dimensionering av dagvattenanläggningar har utförts för regn med 10 års återkomsttid, enligt Solna stads anvisningar för utformning av dagvattensystem.

Återkomsttid	120	månader	120	månader
Varaktighet	10	minuter	25	minuter
Regnintensitet	228	liter/sekund·hektar	130,7	liter/sekund·hektar
Klimatfaktor	1,25	-	1,25	-
Regnintensitet inkl. klimatfaktor	285	liter/sekund·hektar	163	liter/sekund·hektar

För ytterligare beskrivning av beräkningsmetodikerna hänvisas till Stockholms stad (2017).



Figur 4-3. Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid, från Stockholms stad (2017).



Figur 4-4. Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström (2010).

4.2.1. Resultat flödesberäkningar

I Tabell 4-2 redovisas areor, avrinningskoefficienter, reducerad area och beräknade dimensionerande flöden för befintlig situation, uppdelat på Delområde 1 och Delområde 2. Beräkningarna baseras på karterad markanvändning enligt kapitel 4.1.1 och kapitel 4.1.2 .

Tabell 4-2. Beräknade areor och dimensionerande flöden för befintlig situation inom Delområde 1 och Delområde 2.

Markanvändning	Area [m ²]	ϕ [-]	Red. area [m ²]	Q 10 år, nuläge [l/s]	Q 10 år, nollalternativ ⁽¹⁾ [l/s]
<i>Delområde 1</i>					
Grönyta	2 860	0,1	286	7	8
Tak	6 950	0,9	6 255	143	178
Parkering	5 810	0,8	4 648	106	132
Väg	2 840	0,8	2 272	52	65
GC-område	1 000	0,8	800	18	23
Summa	19 460	0,73⁽²⁾	14 261	326	406
<i>Delområde 2</i>					
Grönyta	1 260	0,1	126	3	4
Tak	120	0,9	108	3	3
Väg	4 960	0,8	3 968	90	113
GC-område	2 510	0,8	2 008	46	57
Summa	8850	0,73⁽²⁾	6 210	142	177
Totalt utredningsområdet	28 310	0,72⁽²⁾	20 471	468	583

⁽¹⁾ Nollalternativ enligt Solna stads checklista – befintlig situation med klimatfaktor 1,25.

⁽²⁾ Sammanvägd ϕ = Summa reducerad area/Summa area

I Tabell 4-3 redovisas areor, avrinningskoefficienter, reducerad area och beräknade dimensionerande flöden för planerad situation, uppdelat på Delområde 1 och Delområde 2. Gröna tak har i beräkningarna givits avrinningskoefficient 1, eftersom all nederbörd som faller inom dessa ytor kommer att belasta anläggningarnas kapacitet och därmed behöver tas höjd för i dimensioneringen av anläggningarna. Detta enligt den beräkningsmetodik som redovisas i Stockholms stad (2017). Det dimensionerande flödet redovisas exklusive respektive inklusive åtgärder för fördröjning och rening av 20 mm nederbörd, i enlighet med Solna stads riktlinjer. Beräkningen av det dimensionerande flödet inklusive åtgärder har utförts enligt metodiken i kapitel 4.2.

Tabell 4-3. Beräknade areor och dimensionerande flöden för planerad situation vid ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 inom Delområde 1 och Delområde 2.

Markanvändning	Area [m ²]	φ [-]	Red. area [m ²]	Q 10 år, exkl. åtgärder [l/s]	Q 10 år, inkl. åtgärder [l/s]
Delområde 1					
Grönyta	630	0,1	63	2	1
Gårdsyta	2 720	0,45	1 224	35	20
Gröna tak	7 340	1 ⁽¹⁾	7 340	209	120
Takterrasser, tak	2 620	0,8	2 096	60	34
Parkering	520	0,8	416	12	7
Väg	2 320	0,8	1 856	53	30
GC-område	2 170	0,8	1 736	49	28
Summa	18 320	0,80⁽²⁾	14 731	420	240
Delområde 2					
Grönyta	620	0,1	62	2	1
Gårdsyta	60	0,45	27	1	0
Tak, hårdgjort	100	0,9	90	2	1
Parkering	20	0,8	16	1	0
Väg	6 280	0,8	5 024	142	81
GC-område	2 910	0,8	2 328	66	38
Summa	9 990	0,76⁽²⁾	7 547	214	121
Totalt utredningsområdet	28 310	0,79⁽²⁾	22 278	634	361

⁽¹⁾ Gröna tak utgör en anläggning för dagvattenhantering och ges därmed avrinningskoefficient 1, eftersom all nederbörd som faller på anläggningen kommer att hamna i anläggningsvolymen

⁽²⁾ Sammanvägd φ = Summa reducerad area/Summa area

Enligt beräkningarna uppgår det totala dimensionerande flödet från utredningsområdet till 468 liter/sekund för befintlig situation exklusive klimatfaktor och 361 liter/sekund för planerad situation, inklusive klimatfaktor och effekten av fördröjning i anläggningar dimensionerade för 20 mm nederbörd. Utan hänsyn till fördröjning i anläggningarna blir det dimensionerande flödet för planerad situation i stället 634 liter/sekund, där merparten av den beräknade flödesökningen jämfört med befintlig situation beror på klimatfaktorn.

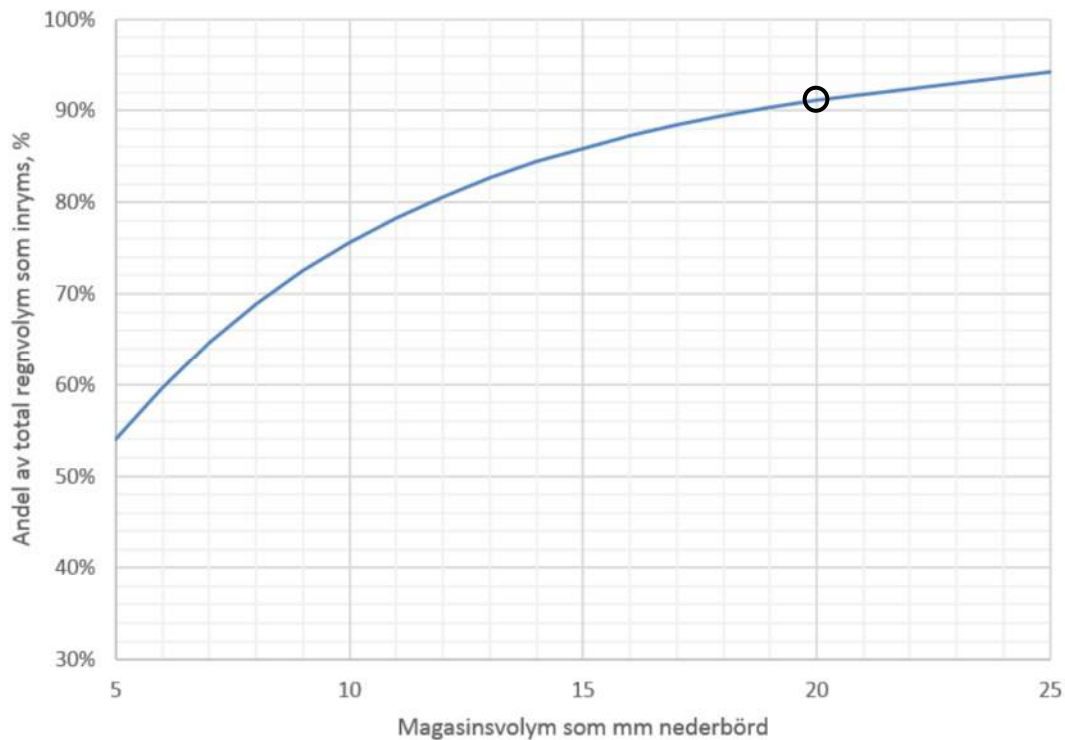
4.3. Erforderlig fördröjningsvolym

Utifrån Solna stads riktlinjer för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd renas inom utredningsområdet. Genom att anläggningarna dimensioneras för 20 mm nederbörd kommer cirka 90 % av den totala årsnederbörden att omhändertas, se Figur 4-5.

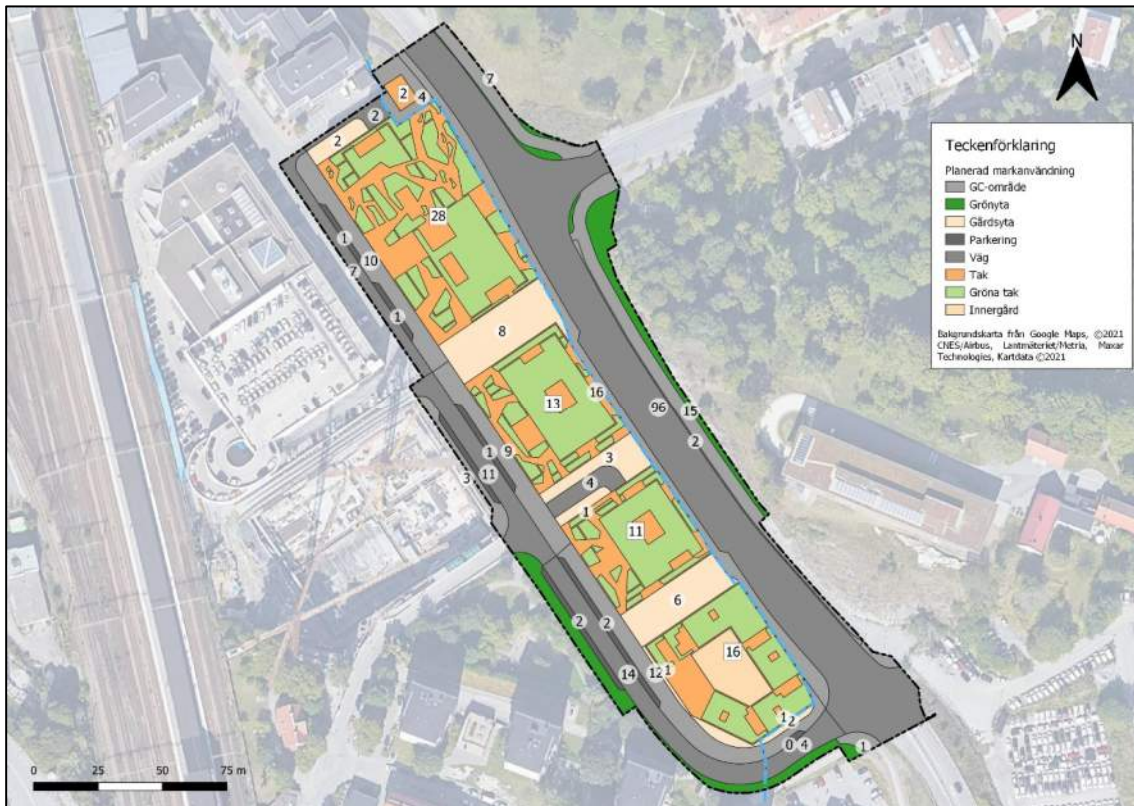
För att uppnå Solna stads riktlinjer om fördröjning av 20 mm nederbörd för hårdgjorda ytor krävs totalt 319 m³ fördröjningsvolym inom utredningsområdet, beräknat utifrån

reducerad area enligt Tabell 4-3. Den erforderliga volymen bör fördelas med 231 m³ inom planerad allmän platsmark och 88 m³ inom planerad kvartersmark, utifrån en fördelning proportionell mot reducerad area. Utöver angivet volymbehov för kvartersmark tillkommer gröna tak med kapacitet att hålla 20 mm nederbörd, med utbredning enligt Tabell 4-3. Om utbredningen av gröna tak ökar eller minskar ändras den resterande erforderliga volymen i motsvarande grad.

Fördröjningsvolymerna bör fördelas ut proportionellt mot respektive markanvändningstyps andel av den totala reducerade ytan inom utredningsområdet. Erforderlig volym per delyta redovisas i Figur 4-6 och i avvattningsplanen i Bilaga 1. Målsättningen bör vara att skapa dessa erforderliga volymer inom respektive område, men i vissa fall, exempelvis vad gäller olika typer av tak och terrasser, kan delar av den erforderliga volymen i stället skapas i anläggningar i gatuplan.



Figur 4-5. Andel av total regnvolymer (årsvolymer i procent), angivet på y-axeln, som inryms i olika magasinvolym (som mm nederbörd), angivet på x-axeln. Grafen gäller för uppehållstiden 12 timmar i magasinet. Den svarta cirkeln markerar den punkt längs kurvan som sammanfaller med magasinvolymen 20 mm. Källa: DHI, 2015.



Figur 4-6. Erforderliga fördröjningsvolym, i m³, inom olika delar för att uppnå kommunens riktlinjer om fördröjning av 20 mm nederbörd. Siffror med kvadratisk bakgrund avser total erforderlig volym för respektive byggnads takyta, när gröna tak tillämpas i omfattning enligt Tabell 4-3. Siffror med cirkulär bakgrund visar erforderlig volym inom den yta där siffran är placerad.

4.4. Föroreningar

Föroreningsbelastningen från utredningsområdet för befintlig och planerad situation har beräknats i dagvatten- och recipientmodellen StormTac web (version 21.3.1). I StormTac web används schablonhalter av föroreningar, vilka baseras på resultat från studier med flödesproportionella provtagningar vid olika typer av markanvändningar. Det finns olika mycket data och studier för olika typer av markanvändningar, vilket gör att osäkerheten varierar mycket mellan olika data. Utöver osäkerheter i underlagen har föroreningshalter i dagvatten stor variation mellan olika platser och tidpunkter. Sammantaget gör detta att beräkningar likt dessa aldrig kommer bli exakta utan ska ses som grova uppskattningar. Föroreningstransporter, föroreningsbelastning och renings-effekter beräknas på normalregn och genomsnittlig årsnederbörd och inte för dimensionerande regn.

4.4.1. Förutsättningar och indata till StormTac

Den markanvändning som matats in i StormTac har utgått från de markanvändningskategorier som anges i Tabell 4-2 och Tabell 4-3. För mer ingående data om in- och utdata, se Bilaga 2. Gårdsvägen och Kolonnvägen har antagits ha olika trafikintensitet där Kolonnvägen har en högre intensitet och Gårdsvägen en lägre.

I modellen har ingen rening implementerats för befintlig situation, då inga kända reningsanläggningar finns inom utredningsområdet idag (undantaget en kortare sträckning med svackdike längs Kolonnvägen i utredningsområdets norra ände, vars effekt bedömts vara försumbar). För planerad situation har rening i anläggningar enligt kapitel 5 implementerats i modellen. För halva Kolonnvägen har ingen rening antagits med anledning av att Kolonnvägen kommer bli bomberad och skelettjordar endast planeras på ena sidan av gatan.

4.4.2. Resultat

I Tabell 4-4 och Tabell 4-5 presenteras beräknade föroreningshalter respektive föroreningsmängder för befintlig och planerad situation. Fullständiga beräkningar från StormTac Web redovisas i Bilaga 2.

Beräkningarna visar på minskade föroreningshalter och årliga föroreningsmängder för samtliga studerade föroreningar för planerad situation jämfört med för befintlig situation, givet att föreslagna åtgärder för dagvattenhantering genomförs. Eftersom utformningen av utredningsområdet inte görs om i någon större utsträckning samtidigt som fler dagvattenåtgärder sätts in är detta väntat. Föroreningsbelastningen indikerar att minska med mellan 50–70% på årsbasis, vilket är mycket positivt för recipienten och dess möjlighet att uppnå de uppsatta miljö kvalitetsnormerna.

Tabell 4-4. Beräknade föroreningshalter för befintlig och planerad situation, före och efter rening.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation	
			Före rening	Efter rening
Fosfor, P	µg/l	140	140	73
Kväve, N	mg/l	1,7	1,8	0,65
Bly, Pb	µg/l	8,8	4,3	1,8
Koppar, Cu	µg/l	21	18	6,9
Zink, Zn	µg/l	49	31	12
Kadmium, Cd	µg/l	0,44	0,35	0,11
Krom, Cr	µg/l	7,3	5,8	2,1
Nickel, Ni	µg/l	6,7	4,7	2,2
SS ⁽¹⁾	mg/l	60	41	18
Benso(a)pyren, BaP	ng/l	20	12	6,5

⁽¹⁾ SS: suspenderat material.

Tabell 4-5. Beräknad föroreningsbelastning för befintlig och planerad situation, före och efter rening.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation		Renings-effekt (%) ⁽¹⁾	Förändring befintlig/planerad situation efter rening (%) ⁽²⁾
			Före rening	Efter rening		
Fosfor, P	kg/år	1,8	1,7	0,88	48%	51%
Kväve, N	kg/år	23	22	7,8	65%	66%
Bly, Pb	g/år	120	51	21	59%	83%
Koppar, Cu	kg/år	0,28	0,22	0,083	62%	70%
Zink, Zn	kg/år	0,67	0,38	0,14	63%	79%
Kadmium, Cd	g/år	6,0	4,1	1,3	68%	78%
Krom, Cr	g/år	99	69	25	64%	75%
Nickel, Ni	g/år	91	56	26	54%	71%
SS ⁽³⁾	kg/år	820	500	210	58%	74%
Benso(a)pyren, BaP	g/år	0,28	0,14	0,078	44%	72%

⁽¹⁾ Reduktion föroreningar uttryckt i % för planerad situation med och utan rening.

⁽²⁾ Procentuell förändring i föroreningsbelastning för planerad situation efter rening jämfört med befintlig situation.

⁽³⁾ SS: suspenderat material.

5. FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

Föreslagen utformning för dagvattenhantering bygger på att det dagvatten som bildas inom utredningsområdet omhändertas och renas lokalt så nära källan som möjligt och används som en resurs för att skapa attraktiva inslag i stadsmiljön, i enlighet med riktlinjerna i Solna stads dagvattenstrategi. För att efterleva riktlinjerna föreslås anläggningar som kan placeras direkt på tak- och bjälklagsgårdar tillsammans med anläggningar som i möjligaste mån placeras intill de gator, GC-områden och andra hårdgjorda ytor som planeras i utredningsområdet.

För hårdgjorda takytor och överskottsvatten från takytor finns två alternativa lösningar inom utredningsområdet. Ett alternativ är att vattnet från takytorna samlas upp i täta system och leds till tankar där det kan recirkuleras in i byggnaderna och användas för toalettspolning. Därigenom skulle den nederbörd som faller utnyttjas som en resurs som minskar byggnadernas användning av dricksvatten, och bidrar till ett minskat behov av vattenuttag för dricksvatten i samhället. Möjligheterna att implementera denna typ av vattenhantering behöver dock studeras närmare i senare skeden, då den är avhängig av bland annat tillgängligt utrymme för vattentankar i mark, invändiga utrymmen för renings- och distributionsanläggningar med mera. Dimensioneringen av dessa anläggningar beror också av antalet personer som dessa ska försörja.

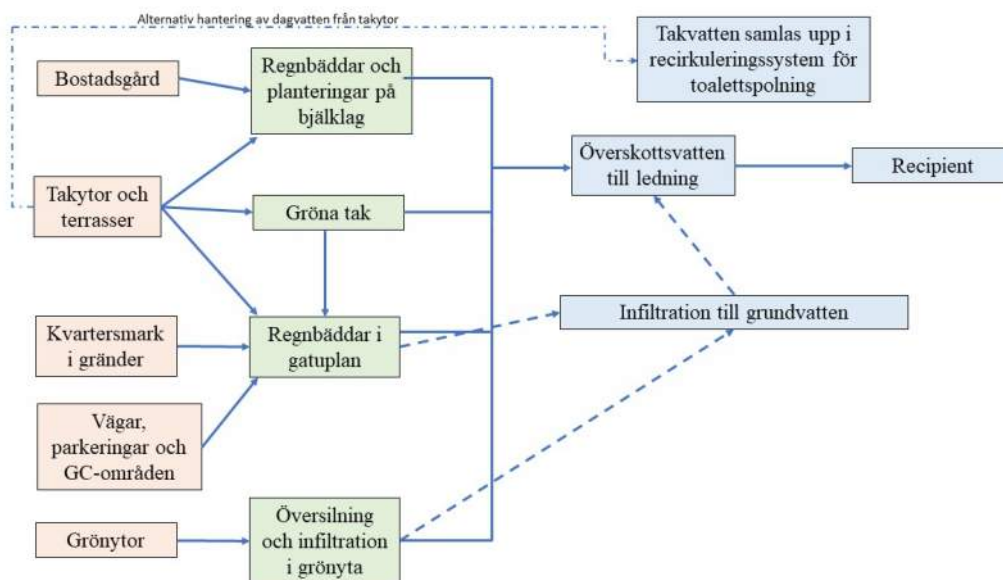
Med hänsyn till att ovanstående lösning inte kan säkerställas i detta skede har en annan lösning för dagvattenhantering tagits fram, som kan tillämpas om det i senare skede visar sig att en lösning med recirkulation av regnvatten inte är möjlig. Beräkningar av flöden och föroreningsbelastning baseras på denna lösning. Om recirkulation i stället kommer användas skulle detta resultera i lägre dimensionerande flöden och en lägre föroreningsbelastning, eftersom en del av dagvattnet inte skulle avledas från utredningsområdet i dagvattensystemet, utan i stället samlas upp och används lokalt.

Föreslagen dagvattenhantering omfattar gröna lösningar på takytorna som hanterar en stor del av den erforderliga volymen som krävs för att uppnå riktlinjen om fördröjning av 20 mm inom takytorna. Överskottsvatten från takytorna leds till anläggningar i form av nedsänkta regnbäddar förlagda i gränderna mellan byggnaderna, som också planeras utgöra kvartersmark. Samma anläggningar mottar dagvatten från grändernas hårdgjorda ytor, som föreslås avvattnas ytligt till anläggningarna via en höjdsättning av gränderna med lutning mot anläggningarna.

Inom allmän platsmark, som till övervägande del utgörs av gatemark och GC-områden, föreslås att dagvattenhanteringen utformas med regnbäddar. Längs Gårdsvägen placeras dessa mellan körbana och GC-område på vägens östra sida. Gatan enkelskevas mot anläggningarna, vilket möjliggör för dagvatten från hela körbanans bredd att omhändertas i anläggningarna. Längs Kolonnvägen föreslås anläggningar på motsvarande sätt mellan körbana och GC-område på vägens södra sida. Det kommer enligt uppgift inte vara möjligt att utföra anläggningar längs vägens norra sida, då utrymmet begränsas av en GC-bana och en intilliggande bergskärning. Möjligheterna att

leda om vägdagvattnet från de delarna av vägytan är också begränsade. De växtbäddar som Solna stad nyligen anlagt längs Kolonnvägens sträckning söder om utredningsområdet ligger högre än den aktuella vägytan, och dagvatten kan således inte ledas dit via självfall. Den befintliga dagvattenledning som avvattnar Kolonnvägen och leder dagvattnet norrut passerar cirka 3 meter under Lilla Frösunda park, som annars hade varit en lämplig yta för hantering av vägdagvatten. Parken ligger också utanför aktuell detaljplan och eventuella möjligheter att nyttja parken för hantering av trafikdagvatten, och de omläggningar av dagvattenledningar i omgivande gatunät som detta skulle medföra, behöver i sådant fall studeras av Solna stad i ett bredare sammanhang. Den aktuella delen av vägytan inom Kolonnvägen kommer därför eventuellt, precis som idag, att även fortsättningsvis behöva avledas utan åtgärder för fördröjning och rening. Möjliga alternativa lösningar för att rena dagvattnet även från denna vägyta, exempelvis genom en mindre utökning av detaljplaneområdet i nordöst, ska studeras vidare inför granskning av detaljplanen.

En principiell beskrivning av föreslagen dagvattenhantering visas i Figur 5-1. En översiktlig avvattningsplan som illustrerar föreslagen dagvattenhantering och hur stora volymer som behöver hanteras inom respektive yta för att uppnå kommunens riktlinjer om fördröjning av 20 mm nederbörd visas i avvattningsplanen i Bilaga 1. För att åstadkomma fördröjning av 20 mm nederbörd krävs en total fördröjningsvolym på 319 m³, varav 231 m³ inom allmän platsmark och 88 m³ inom kvartersmark.



Figur 5-1. Boxmodell med principillustration av hur dagvatten från olika markanvändningstyper föreslås att omhändertas.

Byggnadernas taktytor planeras förses med gröna tak, andra gröna lösningar och takplanteringar, utan vilka fördröjningsbehovet inom kvartersmark hade varit långt större. I detta fall planeras för gröna tak med i genomsnitt 125 mm mäktighet och en

uppbyggnad av pimpsten, som är ett poröst material med god vattenhållande förmåga. Denna typ av gröna tak bedöms ha kapacitet att omhänderta minst 20 mm nederbörd, vilket utifrån planerad area (se Tabell 4-3) innebär en tillgänglig volym på 147 m³.

Kvarvarande volym omhändertas i andra anläggningar, som fördelas ut över utredningsområdet. Gator och övriga hårdgjorda ytor föreslås höjdsättas så att så stora ytor som möjligt kan avledas ytligt till anläggningar. Vid behov kan i stället brunnar med inlopp till anläggningarnas underjordiska del användas.

Exakt placering och utformning av anläggningar beslutas i ett senare skede i samband med detaljerad markplanering och beslut kring placering av stuprör med mera, i samråd med landskapsarkitekt. För att illustrera ytbehovet har en överslagsberäkning utförts där allt dagvatten antas omhändertas i regnbäddar (se kapitel 5.1.4) med en övre fördröjningszon med 0,1 meters djup och ett underliggande poröst lager med 0,7 meters mäktighet och 30 % porositet. En sammanställning över totala tillgängliga fördröjningsvolym och erforderliga areor för regnbäddar, fördelat på kvartersmark och allmän platsmark, och för gröna tak visas i Tabell 5-1. De erforderliga areorna utgör cirka 4 % av respektive delområdes totala area, vilket bedöms vara möjligt att samordna med områdenas behov av gröna ytor och planteringar.

Tabell 5-1. Tillgängliga fördröjningsvolym och anläggningsareor för föreslagna dagvattenanläggningar. Areor för regnbäddar har beräknats utifrån en uppbyggnad med 0,1 meters djup i övre fördröjningszon och ett underliggande poröst lager med 0,7 meter mäktighet och 30 % porositet.

Anläggning	Volym [m ³]	Area [m ²]
Gröna tak	147	7 350
Regnbäddar – kvartersmark	231	745
Regnbäddar – allmän platsmark	88	285

5.1. Principlösningar

5.1.1. Tak

De vanliga, hårdgjorda takytorna som planeras inom utredningsområdet kan, i de fall de omges av sedumtak, tillåtas avvattnas ut över dessa för fördröjning. Eventuellt kan då mindre rännदार och spridningsstråk i exempelvis grus anläggas ut i sedummattan för att få en bättre fördelning av vattnet över hela ytan. Se vidare kapitel 5.1.2 för beskrivning av gröna tak.

I de fall takytorna avvattnas direkt mot byggnadens yttre kant tas dagvattnet från taket i stället omhand i markförlagda anläggningar i gatunivå, se vidare kapitel 5.1.4. Vid invändig takavvattning kan vattnet antingen ledas ut direkt till det underliggande porösa lagret i de markförlagda anläggningarna, eller ledas ut ytligt till anläggningen genom öppningar i fasaden.

5.1.2. Gröna tak

Ett yteffektivt sätt att fördröja och minska avrinningen från tak är att takytorna bekläds med växtsubstrat och växtlighet, så kallade *gröna tak*. Dessa kan anläggas tunna eller med större mäktighet, där de mäktigare gröna taken kan hålla en större vattenvolym och medger en mer varierad växtlighet. Exempel på utformning av gröna tak i form av ett biotoptak ges i Figur 5-2.

Gröna tak ger inte rening av dagvatten i någon större utsträckning, och kan vid felaktig skötsel snarare utgöra en föroreningskälla, men bidrar positivt till en hållbar dagvattenhantering genom att minska avrinningen från takytorna då vattnet i stället kan magasineras och evapotranspirera. De gröna taken kan också bidra positivt till biologisk mångfald i stadskärnor och andra områden som i övrigt är mycket hårdgjorda.

De gröna taken magasineras i princip all nederbörd tills de blivit vattenmättade, då avrinningen närmast kan jämföras med den från ett vanligt tak. Överskottsvatten från de gröna taken föreslås därför samlas upp och ledas till andra dagvattenanläggningar, antingen gröna ytor på lägre belägna terrasser (se kapitel 5.1.3) eller till regnbäddar i gatuplan (se kapitel 5.1.4).



Figur 5-2. Biotoptak Foajén i Malmö. Foto erhållet från CF Møller Architects.

5.1.3. Terrasser och vistelseytor på bjälklag

Inom gårdsytor och terrasser belägna på tak planeras för en blandning av vistelseytor och gröna ytor som kan nyttjas för dagvattenhantering.

Inom flera av de planerade byggnaderna planeras det för flera mindre terrasser och vistelseytor som kommer inkludera och omgärdas av bland annat gröna tak och andra typer av planteringar. Dessa planteringar bedöms inte kunna omhänderta allt dagvatten från de hårdgjorda delarna av terrasserna, men de bidrar till att minska

dagvattenbildningen och därmed den erforderliga fördröjningsvolym från terrasserna som i stället behöver omhändertas i gatuplan (se kapitel 5.1.4). Hårdgjorda vistelseytor föreslås lutas mot omgivande planteringar och sedumtak, där dagvattnet översilar och infiltrerar i planteringsytan. Planteringarna kan med fördel göras något nedsänkta eller skålade för att möjliggöra ytlig magasinering av dagvatten. Planteringarna kan också nyttjas för fördröjning av överskottsvatten från högre belägna takytor, som kan avvattnas till anläggningen via stuprör och rännalar genom vistelseytorna.

En exempelillustration av hur dagvattenhantering på en bjälklagsgård kan utformas visas i Figur 5-3. I exempelillustrationen sker avledningen i öppna rännalar, men den kan också utformas med underjordiska ledningar om öppna vattenytor önskas undvikas.

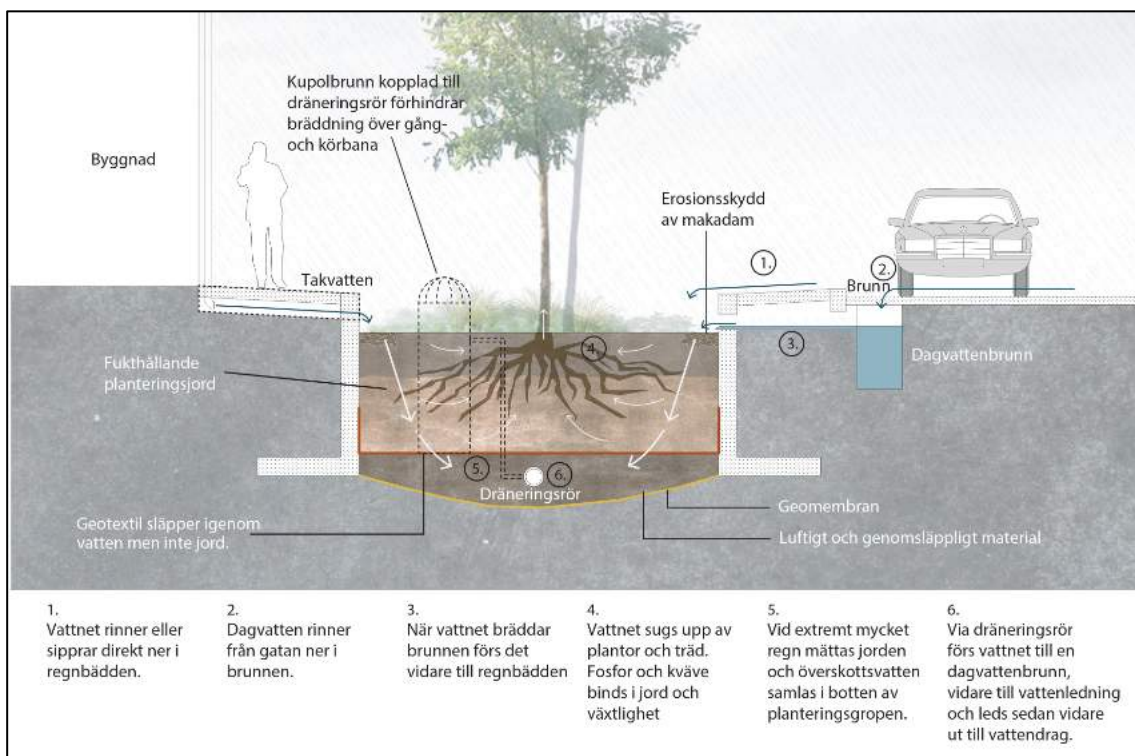


Figur 5-3. Avledning av takvatten till planteringar via rännalar anlagda i gatsten. Exempelillustration från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).

5.1.4. Regnbäddar i gatuplan (i gator och gränder)

För att hantera dagvatten från vägar och andra hårdgjorda ytor i markplan föreslås att planteringsytor i form av regnbäddar anläggs längs gator och GC-områden inom allmän platsmark och i gränderna inom kvartersmark. Regnbäddar är en form av biofilter, där magasinvolymen dels utgörs av en fördröjningszon ovanpå jordlagret där det kan bildas en vattenspegel vid intensiva regn, dels av porvolymen i jordlagren. En fördel med regnbäddar är att de kan skapa en tilltalande miljö med rik och varierad växtlighet. Regnbäddar byggs upp av ett poröst dräneringslager i botten, som överlagras av en mineraljord och en övre jordblandning. Regnbäddar kan antingen anläggas som upphöjda "lådor" eller nedsänkta i marken. I det senare fallet utgörs fördröjningszonen av höjden mellan växtbäddens jordyta och den omkringliggande marknivån.

En exempelillustration för utformning av regnbäddar visas i Figur 5-4. Regnbäddar omhändertar i första hand dagvatten från omgivande vägar och andra hårdgjorda ytor, men även eventuellt överskottsvatten från närliggande takytor föreslås ledas in ytligt i regnbäddar belägna inom kvartersmark. Det rekommenderas också att upphöjda kupolbrunnar anläggs i regnbädden. Kupolbrunnarna syftar till att leda överskottsvatten från den övre fördröjningszonen till det underliggande porösa lagret när den övre zonen fyllts upp, vilket kan ske vid särskilt kraftiga regn. Regnbäddarna i gränderna, och eventuellt regnbäddar längs Gårdsvägen som är belägna nära gränderna, förses med kupolbrunnar som ansluter till de skyfallsmagasin som planeras i gränderna för att avlasta ett översvämningsutsatt område längre nedströms längs Gårdsvägen, se vidare kapitel 6.



Figur 5-4. Exempelillustration för utformning av regnbäddar inom utredningsområdet (Kragh&Berglund landskapsarkitekter, 2020). Observera att upphöjda kupolbrunnar i gränder och eventuellt i närliggande regnbäddar längs Gårdsvägen ansluter till skyfallsmagasinen.

6. SKYFALL OCH SEKUNDÄR AVLEDNING

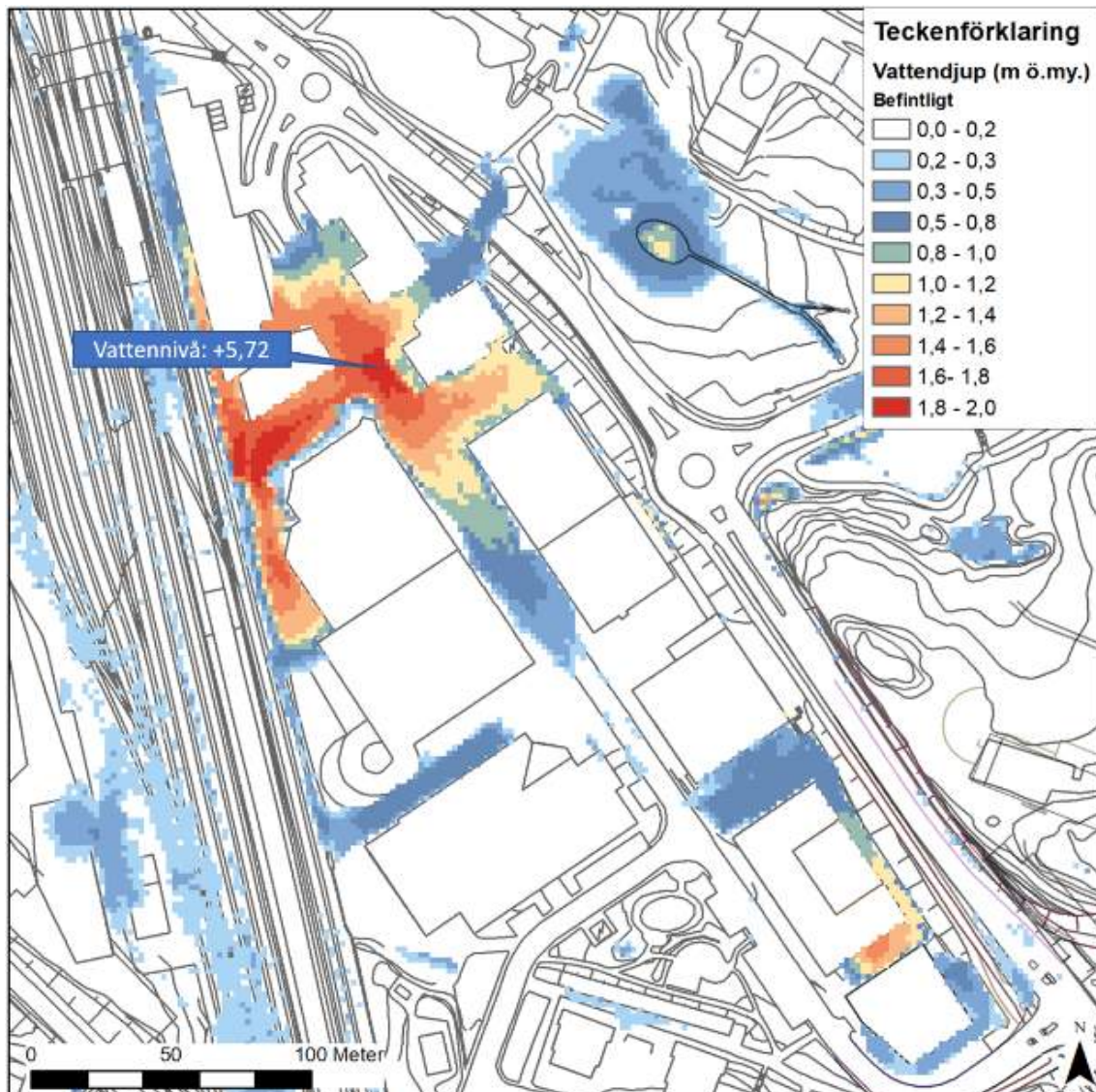
6.1. Känd översvämningsproblematik och skyfallskarteringar

Utredningsområdet har en generell lutning ner mot norr. De norra delarna är låglänta, med marknivåer omkring +4. I en korsning strax norr om utredningsområdet finns en lågpunkt som inestängs av höjder i norr, öster och söder och av järnvägen i väster. Här finns en känd översvämningsproblematik och lågpunkten riskerar att drabbas av stora översvämningsdjup vid skyfall eftersom det saknas ytliga evakueringsvägar för vattnet.

Golder Associates (2020) har tidigare, i samarbete med Ramboll, utfört en skyfallsutredning för detaljplan omfattande Tygeln 1 och Tygeln 3, direkt väster om utredningsområdet. Ett utdrag från skyfallsutredningen visas i Figur 6-1, där modellerade översvämningsdjup för ett klimatanpassat 100-årsregn vid befintliga förhållanden visas.

Parallellt med framtagandet av denna rapport har Ramboll utfört en skyfallsmodellering med en större skyfallsmodell som omfattar hela avrinningsområdet till lågpunkten, med syfte att identifiera möjliga skyfallsåtgärder längre uppströms och kunna beräkna vilka återstående volymer som fortsatt behöver hanteras i området längs Gårdsvägen (Ramboll, 2021, se Bilaga 3). Som en del av en helhetslösning för skyfallsproblematiken planeras det för skyfallsmagasin i gränderna inom utredningsområdet, som ska hjälpa till att ytterligare avlasta lågpunkten längre nedströms.

Inom utredningsområdet finns idag lågpunkter som riskerar att översvämmas i form av de nedsänkta parkeringsytorna som omger Tömmen 1 och Tömmen 2, se Figur 6-1. Där riskerar vatten idag att ansamlas och tränga in i befintlig byggnads källarvåningar via garageportar som finns inom den nedsänkta ytan. I samband med ombyggnationen kommer hela ytan att bebyggas och höjas upp, vilket riskerar att förflytta ytterligare skyfallsvolymer mot lågpunkten längre nedströms. Enligt uppgift från Ramboll kan idag cirka 1 600 m³ vatten ansamlas inom de lågt liggande parkeringsytorna vid Tömmen 1 och Tömmen 2. Genom att införa skyfallsåtgärder längre uppströms i avrinningsområdet kommer volymen som skulle ansamlas på de nedsänkta parkeringsytorna vid ett 100-årsregn, och därmed riskera att förflyttas längre nedströms i samband med ombyggnationen, minska till 700 m³. De skyfallsmagasin som kommer att anläggas i gränderna mellan planerade byggnader inom utredningsområdet, se kapitel 6.3.2, kommer att kunna magasinera 1 570 m³, och därmed kompensera för dessa 700 m³ och bidra till en ytterligare minskning av skyfallsvolymer som når det översvämningsutsatta området längre nedströms.



Figur 6-1. Urklipp från Golder Associates (2020), som visar modellerade översvämningsdjup för ett klimatanpassat 100-årsregn i befintlig situation. Kraftigast översvämning kan ses i lågpunkten i norr, men även de nedsänkta ytorna runt Tömmen 1 och Tömmen 2 riskerar att översvämmas.

6.2. Ytvatten

Enligt tillgängliga översvämningskarteringar (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2021) föreligger inga risker för översvämnings inom utredningsområdet till följd av höga flöden i närliggande ytvatten, dock bör noteras att någon översvämningskartering inte finns tillgänglig för Råstaån och Råstasjön. Enligt karteringen för 100-års vattenstånd i Östersjön kommer nivåerna i Råstasjön att stiga något i ett sådant scenario, vilket kan indikera en dämning av Råstaån.

6.3. Skyfallshantering

Åtgärder inom utredningsområdet utgör en del av en helhetslösning som tas fram för att avlasta det översvämningsutsatta området vid lågpunkten i Gårdsvägen, belägen strax norr om utredningsområdet. För en mer utförlig beskrivning av skyfallssituationen och de åtgärder som planeras inom avrinningsområdet hänvisas till skyfallsutredningen av Golder Associates (2020) och den skyfallsutredning som Ramboll (2021) tagit fram parallellt med denna dagvattenutredning (Bilaga 3).

Det aktuella utredningsområdet planeras inkludera tre underjordiska skyfallsmagasin i gränderna mellan planerade byggnader. Utöver detta behöver planerad höjdsättning och utformning av Gårdsvägen i utredningsområdets södra del utföras så att ytligt avrinnande vatten från områden längre söderut samlas upp i Gårdsvägens sträckning och leds in mot en planerad skyfallsanläggning inom Fröparken, väster om Gårdsvägen i höjd med Tömmen 1.

6.3.1. Principer för skyfallshantering

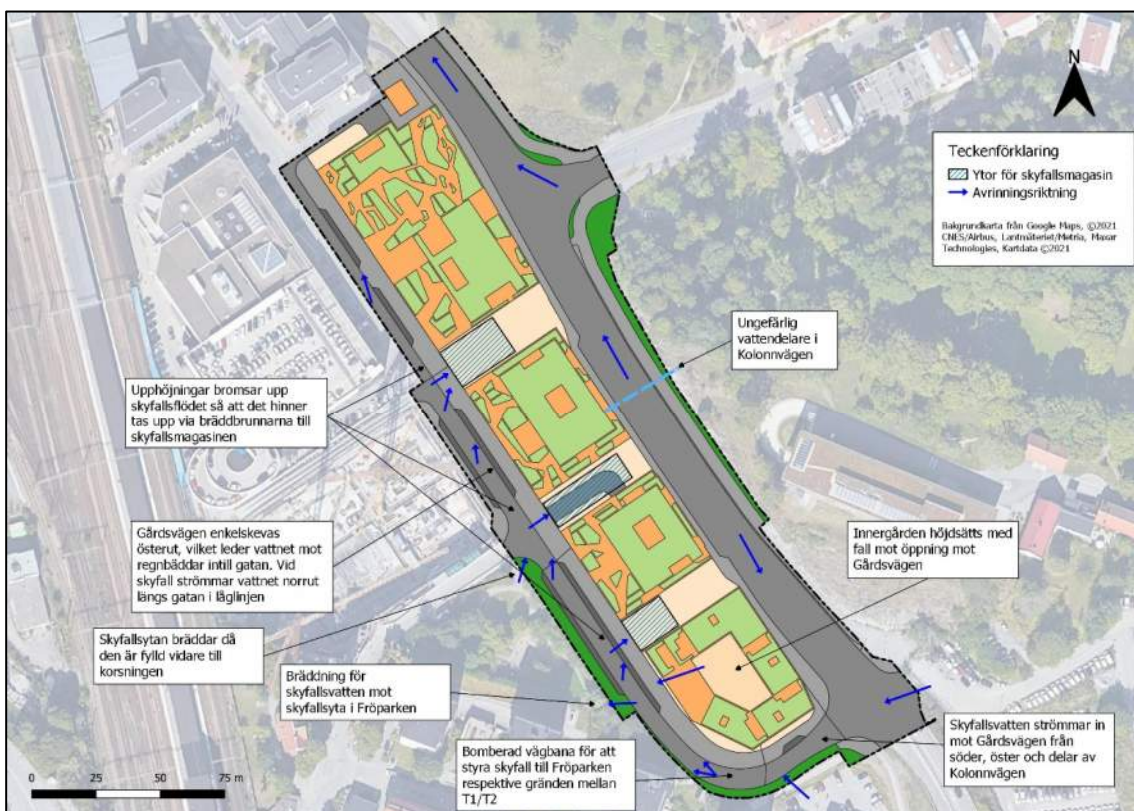
För att vattnet inte ska strömma längs Gårdsvägen och förbi de planerade skyfallsmagasinen, med så hög hastighet att vattnet inte kan tas upp av skyfallsmagasinen, bör Gårdsvägen utformas med tvärgående upphöjningar som bromsar upp vattnet. Utformning och höjdsättning av Gårdsvägen återfinns i utförd gatuprojektering. Upphöjningarna ska löpa från kantsten till kantsten och kan, tillsammans med Gårdsvägens planerade enkelskevning åt öster, användas för att styra vattnet mot inloppen till skyfallsmagasinen, som placeras som upphöjda kupolbrunnar i föreslagna regnbäddar, se vidare kapitel 6.3.2. Vid skyfall kommer vatten då strömma längs Gårdsvägen och styras in mot dagvattenanläggningarna i gränderna. När anläggningen fyllts med vatten kommer vattnet att brädda vidare ned i den upphöjda kupolbrunnen som leder vattnet direkt till skyfallsmagasinet. Därigenom separeras hanteringen av skyfallsvatten och den dagvattenhantering som utformas för hantering av normala dimensionerande regn.

I gränden mellan T1/S2 kommer det planerade skyfallsmagasinet anläggas i närheten av ett befintligt bergrum som finns under Kolonnvägen, öster om S2. Skyfallsmagasinet föreslås seriekopplas med bergrummet, så att dagvatten från skyfallsmagasinet kan brädda vidare in i bergrummet när vattennivån i skyfallsmagasinet börjar stiga. Därigenom kan även bergrummets volym nyttjas för skyfallshantering.

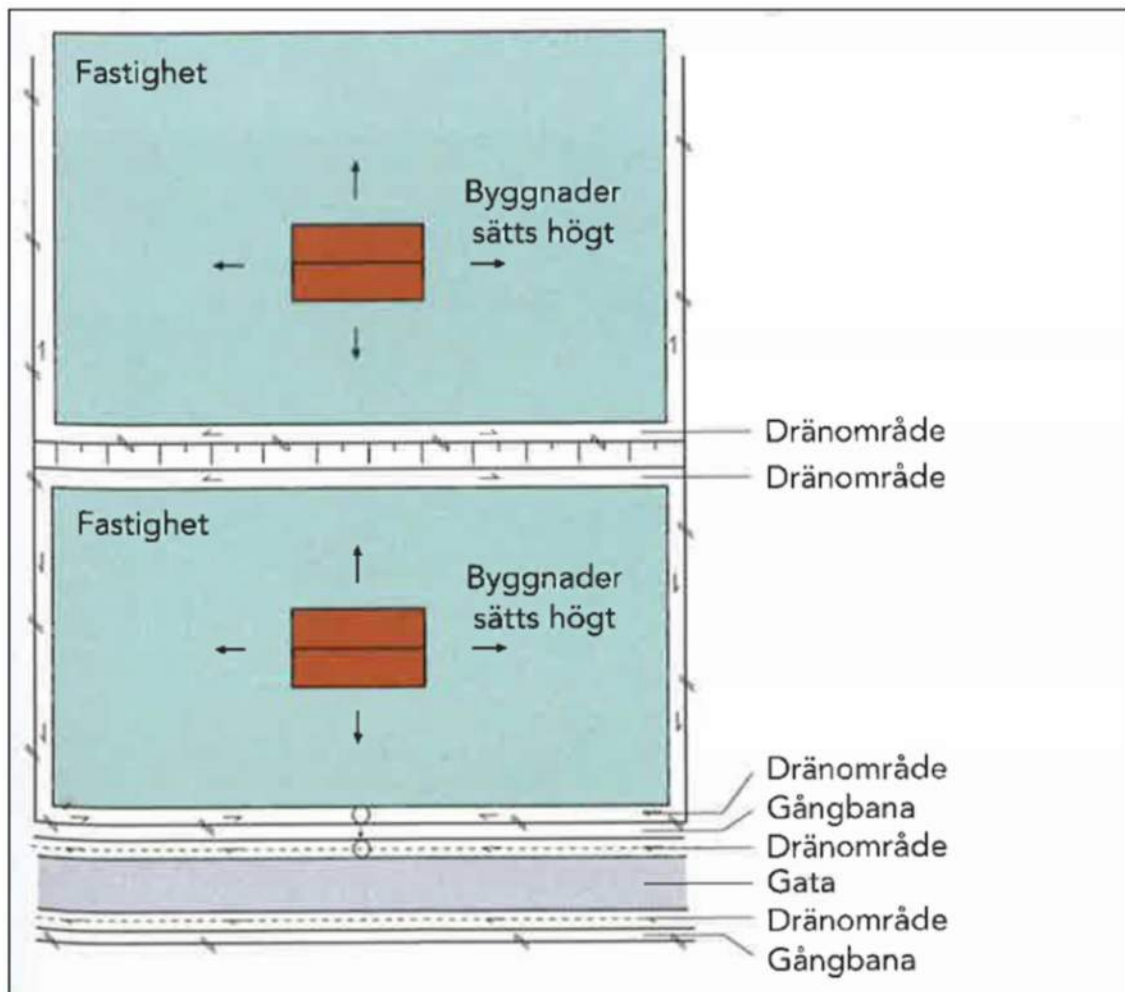
Gårdsvägens sträckning i söder bomberas för att skyfallsvatten som når Gårdsvägen från områden längre uppströms också ska kunna ledas in i en planerad skyfallsanläggning i Fröparken. Skyfallsanläggningen omfattas inte av den detaljplan som föreliggande utredning avser, men Gårdsvägens utformning är viktig för att skyfallsanläggningen ska uppnå avsedd effekt.

Principerna för hur utredningsområdet bör utformas för att åstadkomma föreslagen skyfallshantering visas i Figur 6-2. Funktionen hos planerad utformning av gator, inlopp till skyfallsmagasin med mera, så att systemet fungerar som det är avsett, verifieras i den skyfallsutredning som utförts av Ramboll (2021), Bilaga 3. Utöver detta är det

viktigt att planerade byggnader utformas på ett sätt som säkerställer att de inte tar skada vid skyfall. Bland annat ska entrénivåer och ytor intill entréer utformas med en höjdsättning så att vatten avrinner bort från byggnaden, se principskiss i Figur 6-3. Det är även viktigt att det inom innergårdar och andra takytor på planerade byggnader inte skapas instängda områden från vilka vattnet inte har någon ytlig evakueringsväg. Innergårdar och takytor behöver därför gestaltas med öppningar mot omgivande gatumark, och ytor som anläggs med en svag lutning mot dessa öppningar. På det viset skapas en evakueringsväg för vatten som annars skulle ansamlas inom gården när dess tekniska system är överbelastade, vilket sker vid skyfall som överstiger dimensionerande regnintensitet.



Figur 6-2. Principer för hur utredningsområdet behöver utformas för att åstadkomma föreslagen skyfallshantering.

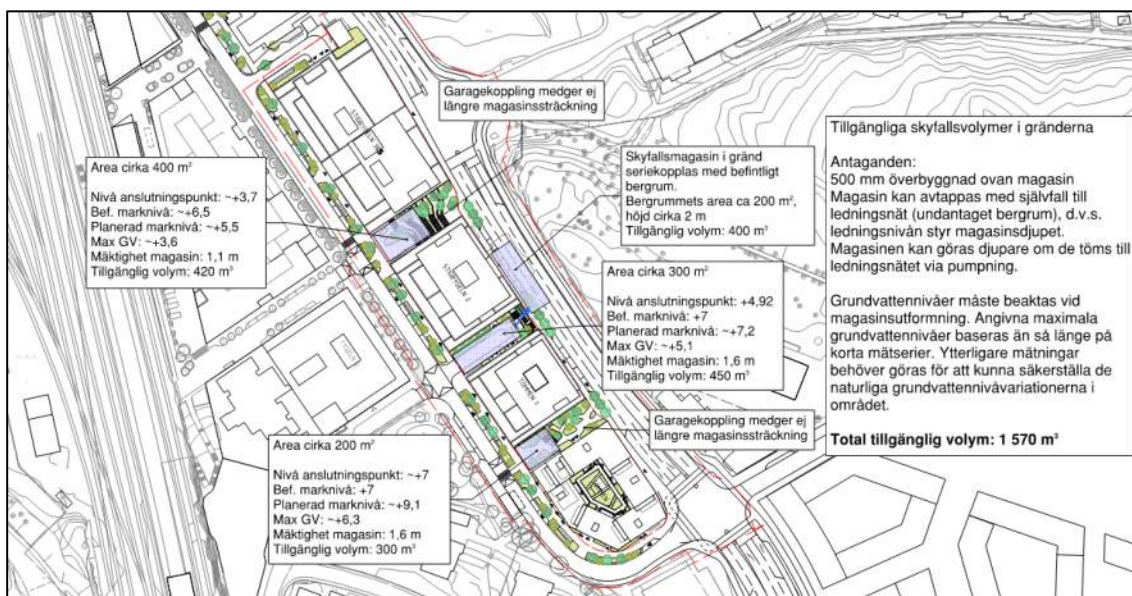


Figur 6-3. Principskiss för höjdsättning av byggnader inom fastighetsmark så att dagvatten kan rinna av mot dränområden längs med gata. (Källa: P105, Svenskt Vatten)

6.3.2. Skyfallsmagasin

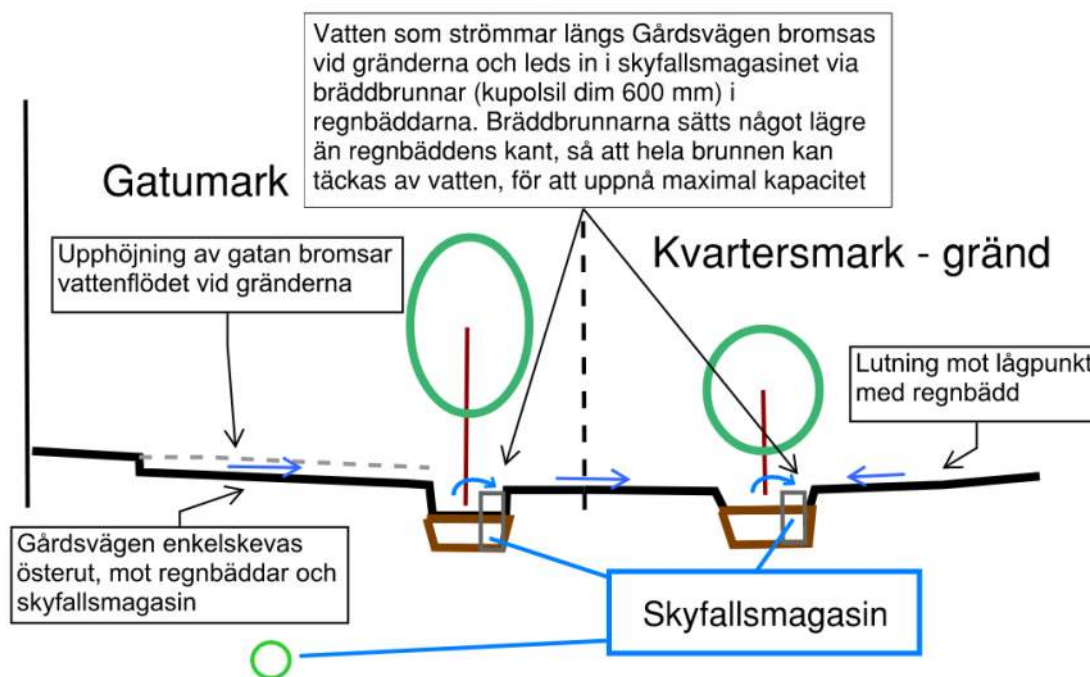
För att fördröja vatten vid skyfall planeras underjordiska skyfallsmagasin i gränderna mellan T1/T2, T1/S2 och S2/S3S5. Skyfallsmagasinerna föreslås utföras med en volymeffektiv fördröjning, exempelvis plastkassetter eller rörmagasin, eftersom de kan anläggas under körbara ytor och har en effektiv vattenhållande volym på cirka 95 % av magasinets storlek. Inom gränderna T1/T2 och S2/S3S5 kommer delar av grändernas ytor att nyttjas för garagegenomfart mellan de planerade byggnaderna, vilket innebär att enbart delar av grändernas yta kommer att kunna användas för skyfallsmagasinering. Det behöver också finnas plats för ytliga regnbäddar för rening av dagvatten från hårdgjorda ytor och överskottsvatten från byggnadernas tak. Ett befintligt bergtrum under Kolonnvägen, bakom S2 och gränden T1/S2, planeras också att nyttjas som skyfallsmagasin. Bergtrummet seriekopplas då med skyfallsmagasinet i T1/S2, så att vatten kan ledas från skyfallsmagasinet till bergtrummet när vattennivån stiger i skyfallsmagasinet.

Förutsättningarna för skyfallsmagasinen och uppskattad tillgänglig volym för skyfallshanteringen visas i Figur 6-4. I beräkningarna har det antagits att skyfallsmagasinen kräver cirka 500 mm överbyggnad och att avtappning av skyfallsmagasinen ska kunna ske med självfall till dagvattenledning i Gårdsvägen. Dagvattenledningens nivå har därmed varit styrande för skyfallsmagasinsens djup. Bergrummet kommer att behöva avtappas till ledningsnät genom pumpning. Eventuellt kan skyfallsmagasinen behöva förses med avstängningsanordningar i anslutningen till kommunal dagvattenledning, vilket behöver ses över i senare skeden. Detta för att säkerställa en så långsam avtappning som möjligt och därmed en långsam tillförsel av dagvatten till lågpunkten och pumpstationen i nordväst. Skyfallsmagasinen kan då avtappas till ledningsnätet när vattennivåerna i lågpunkten åter sjunkit efter skyfallet.



Figur 6-4. Förutsättningar för skyfallsmagasin i respektive gränd, tillsammans med uppskattad tillgänglig volym för respektive skyfallsmagasin.

För att den skyfallsmagasinsvolym som skapas ska kunna nyttjas vid ett skyfall är det viktigt att områdets höjdsättning och inlopp till skyfallsmagasinen utformas så att vattnet hinner tas upp i skyfallsmagasinen och inte bräddar vidare mot lågpunkten i Gårdsvägen innan skyfallsmagasinen fyllts upp. En principsektion som illustrerar hur avledning till skyfallsmagasinen föreslås utföras visas i Figur 6-5. Inloppen till skyfallsmagasinen utformas som upphöjda kupolbrunnar i föreslagna regnbäddar i gränderna. Även närliggande regnbäddar i gatumark kan förses med bräddbrunnar som ansluter till skyfallsmagasinet för ökad avtappningskapacitet.



Figur 6-5. Principsektion som illustrerar föreslagen avledning av vatten till grändernas skyfallsmagasin.

6.3.3. Framtida översvämningssituation med skyfallsåtgärder

De skyfallsmagasin som planeras inom utredningsområdet utgör en del av ett större arbete med att minska de vattenvolymer som vid skyfall riskerar att ansamlas i lågområdet i utredningsområdets nordvästra ände, där det i befintlig situation riskerar att uppstå ett översvämningdjup på +5,71 (Figur 6-1). Föreslagna skyfallsmagasin inom utredningsområdet har föreslagits med en utbredning och mäktighet som är den största som bedöms vara möjlig med hänsyn till omgivande byggnader, markförhållanden, grundvattennivåer med mera, och beräknas kunna magasinera 1 570 m³ vatten.

Skyfallsmagasinen utgör en del av en helhetslösning för det översvämningssutsatta lågområdet längre nedströms på Gårdsvägen, där åtgärder för att minska översvämningdjupet planeras på flera håll inom avrinningsområdet. Effekten av planerade skyfallsåtgärder inom avrinningsområdet och den planerade ombyggnationen inom utredningsområdet på översvämningdjupet i lågområdet har studerats i en skyfallsutredning av Ramboll (2021), se Bilaga 3. Skyfallsåtgärderna tas fram som en helhetslösning av Fabege och Skanska i samverkan, eftersom ingen enskild detaljplan kan åtgärda övergripande översvämningssituationer i låglänta områden. Föreslagna skyfallsmagasin inom utredningsområdet har lagts in i skyfallsutredningens skyfallsmodell, och där visat sig ha avsedd effekt. Vid senare detaljprojektering bör funktionen säkerställas genom att projekterad utformning implementeras i modellen.

Skyfallsutredningen som tagits fram av Ramboll (2021) visar på att översvämningdjupet i lågområdet kommer att minska till +4,76 genom införande av

där listade åtgärder för skyfallshantering inom hela lågpunktens avrinningsområde, av vilka de skyfallsåtgärder som föreslås i denna utredning utgör en del. Enligt uppgift planeras nivå för FG i entréplan inom utredningsområdet till som lägst +4,90 och närliggande byggnad (som tillhör Skanska) har en planerad nivå för FG på +5,0. Planerade byggnader påverkas därmed inte av den modellerade översvämningsutbredningen. Garagedfarter förses med trösklar på minst samma nivå som FG för entréplan för att säkerställa att vatten inte heller tränger in i garagen.

7. SLUTSATS OCH REKOMMENDATIONER

Enligt genomförda beräkningar blir det dimensionerande dagvattenflödet inom utredningsområdet större för planerad situation jämfört med för befintlig situation om inga åtgärder för dagvattenhantering införs. Merparten av flödesökningen beror på den klimatfaktor som används för att ta höjd för ökade regnintensiteter i ett framtida klimat. Genom att anläggningar för omhändertagande av 20 mm nederbörd implementeras i samband med de föreslagna förändringarna minskas flödet för utredningsområdet som helhet med 273 liter/sekund, från 634 liter/sekund till 361 liter/sekund, vilket motsvarar en minskning med cirka 40 %.

Teoretiska beräkningar med schablonhalter visar att den årliga föroreningsbelastningen minskar för samtliga studerade ämnen, och de planerade förändringarna inom utredningsområdet bedöms därför ha en positiv inverkan på recipientens möjligheter att uppnå miljö kvalitetsnormerna. Den beräknade minskningen är förväntad, då utredningsområdet idag till övervägande del är hårdgjort och att det inte finns några anläggningar för rening av dagvatten, undantaget ett svackdike som renar dagvatten från en mindre del av Kolonnvägens sträckning.

Förslagen till anläggningar för dagvattenhantering har tagits fram utifrån målen i Solna stads dagvattenstrategi och riktlinjer om fördröjning av 20 mm nederbörd. Riktlinjerna har tagits fram som ett led i kommunens åtagande om att god vattenstatus ska kunna uppnås i kommunens vattenförekomster, och genom att uppfylla riktlinjerna bidrar utredningsområdet till uppnåendet av detta. Det planerade recirkuleringsystemet för dagvatten från byggnaderna, där dagvattnet kan användas för spolning av toaletter i byggnaden, skulle också innebära positiva effekter i form av minskad dricksvattenförbrukning om detta i senare skeden visar sig vara genomförbart.

Det är viktigt att säkerställa att säkra avrinningsvägar och ytor för hantering av skyfall skapas inom utredningsområdet. Särskild vikt bör läggas vid höjdsättning av Gårdsvägen och intilliggande gränder, för att säkerställa en avvattning i enlighet med vad som föreslås i denna utredning där skyfallsvatten som strömmar längs Gårdsvägen kan tas upp av föreslagna skyfallsmagasin. Utformningen verifieras i skyfallsutredningen av Ramboll (2021), se Bilaga 3. Under vidare arbete med detaljprojektering rekommenderas att projekterad höjdsättning och utformning stäms av mot skyfallssituationen, för att säkerställa att föreslagen skyfallshantering kan åstadkommas.

7.1. Bedömning av recipientpåverkan

Vid bedömning av recipientpåverkan bör det noteras att detaljplaneområdet endast utgör ett litet bidrag till recipientens totala näringsämnestillförsel, då enligt VISS (2021) den största andelen av den totala näringsämnestillförseln till recipienten Brunnsviken kommer från utsjön. Recipientens ekologiska status har klassats som *Otillfredsställande*, där övergödning varit utslagsgivande, men har även klassats som

Måttlig status avseende bland annat koppar och zink. Ämnen som ej uppnår god kemisk status är bland annat kvicksilver, bly och kadmium.

De teoretiska beräkningarna med schablonhalter visar att den årliga föroreningsbelastningen för samtliga studerade ämnen kommer att minska med föreslagna dagvattenåtgärder för utredningsområdet som helhet. De föreslagna förändringarna inom utredningsområdet bedöms därför ha en positiv inverkan på recipientens möjligheter att uppnå god status, givet att föreslagna lösningar för dagvattenhantering genomförs.

Planerade byggnader rekommenderas därför att anläggas med takytor som byggs i material utan metaller som koppar, kadmium och zink. För att minska läckage av näringsämnen från detaljplaneområdet rekommenderas att grönytor, gröna tak och planteringar gödslas sparsamt. Föroreningsmängderna som erhålls vid beräkningarna i StormTac utgår från schablonhalter där både regnbäddar, gröna tak och andra grönytor gödslas i viss utsträckning. Även vid utformning och gestaltning av gatumiljö bör medvetna materialval göras vad gäller exempelvis stolpar, räcken och skyltar för att undvika urlakning av skadliga ämnen. Exempelvis används zink ofta i vägutrustning, och då recipienten Brunnsviken ej uppnår god status med bland annat avseende på zink kan medvetna materialval inom avrinningsområdet bidra till ökade möjligheter att nå god status.

Genom att materialval och skötsel/gödsling tillämpas enligt ovan kan föroreningsbelastningen minskas ytterligare.

REFERENSER

DHI, 2015. *Kompletterande regnstatistik för Stockholm*

ELU, 2021. *PM Geoteknik – Detaljplan Gårdsvägen*. Uppdrag: 40336, Förhandskopia daterad 2021-07-09.

Golder Associates, 2013. *Miljöteknisk markundersökning av fastigheten Tömmen 1 i Solna*, 2013-10-03.

Golder Associates, 2020. *Tygeln 1 och 3 i Solna – Skyfallsutredning för detaljplan*, 2020-10-17.

Hedenvind projekt, 2021. *Miljöteknisk markundersökning – Stigbygeln 2, 3 och 5 samt Tömmen 1 och 2, Solna stad*, 2021-09-14.

Länsstyrelsen i Stockholms län, 2021. WebbGIS, hämtat 2021-04-07, <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=d1b3761e5e944f129a698acc7e7ed183>

Länsstyrelserna, 2018. *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall*, Fakta 2018:5, Länsstyrelsen i Stockholms län, Länsstyrelsen i Västra Götalands län.

Ramboll, 2021. *Fördjupad skyfallsutredning Tygeln 1, 3 m.fl., granskningshandling* 2021-10-01.

SGU, 2021. *SGU:s kartvisare*, <https://apps.sgu.se/kartvisare/>, hämtat 2021-07-12.

Solna stad, 2017. *Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna Stad*, December 2017.

Stockholms stad, 2017. *Dagvatten PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport*, version 1.0.

Structor, 2021. *PM Hydrogeologi*, Structor Vatten & Miljö Uppsala AB, utkast juli 2021.

VISS, 2021. *Brunnsviken*, SE658507-162696, <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA68040883>, hämtad 2021-04-07.

Bilaga 1 - Avvattningsplan

Siffror i respektive yta anger erforderlig fördröjningsvolym (m³) för hantering av 20 mm nederbörd, i enlighet med Solna stads riktlinjer.

Siffror med kvadratisk bakgrund avser total erforderlig volym för respektive byggnad, när gröna tak tillämpas i uttridad omfattning.

Siffror med cirkulär bakgrund visar erforderlig volym inom den yta där siffran är placerad.



Teckenförklaring

- Delområdesgräns
- Planerad markanvändning
 - GC-område
 - Grönyta
 - Gårdsyta
 - Parkering
 - Väg
 - Tak
 - Gröna tak
 - Innergård

Bakgrundkarta från Google Maps, ©2021 CNES/Airbus, Lantmäteriet/Metria, Maxar Technologies, Kartdata ©2021

Befintligt svackdike

Överskotts-takvatten från S3S5 till toalettspolning, alternativ till växtbäddar i gränder

Kolonnvägen byggs om. Dagvatten från västra sidan avleds till trädrader med skelettjordar mellan väg och GC-bana. Utrymme för dagvattenanläggningar saknas längs östra sidan, p.g.a. GC-område och bergskärning.

Överskotts-takvatten från S2 till toalettspolning, alternativt till växtbäddar i gränder

Överskotts-takvatten från T1 till toalettspolning, alternativt till växtbäddar i gränder

Dagvatten inom T2 hanteras på innergård, i gränden mot T1 och i förgårdsmark i söder och väster

Den halva av gatubredd som omfattas av DP avvattnas till trädrad/skelettjord

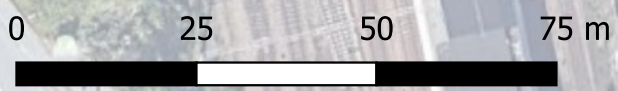
Gårdsvägen enkelskevas mot trädrad/skelettjord i öster

Regnbäddar i gränderna renar dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor och överskottsvatten från omgivande takytor. Regnbäddarna placeras vid sidan av planerade skyfallsmagasin. Bräddutlopp i form av kupolsilar (dim 600 mm) ansluter till skyfallsmagasinen

Gårdsvägen enkelskevas mot trädrad/skelettjord i öster

Bräddning för skyfallsvatten mot Fröparken. Vid bräddpunkten kan regnbädd anläggas för rening av dagvatten vid andra nederbördshändelser

Bomberad väg bana för att styra skyfall till Fröparken. Östra sidan avvattnas till trädrader. Västra till anläggning vid inlopp till Fröparken





Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Nederbörd		600	mm/år	10	60
Dimensionerande regnvaraktighet vid studerat flöde	$t_{r,Qstudy}$	6.0	h		
Avrinningsområde	A	2.5	ha	10	0.25
Rinnsträcka	s	600	m	0	0
Dim.vattenhastighet	v	1.0	m/s	0	0
Återkomsttid	N	10	år		
Klimatfaktor	f_c	1.25			
Studerat flöde *		12	l/s		
Koefficient för basflöde	K_x	0.70		20	0.14

* Studerat flöde, t.ex. ingående flöde till en anläggning om ett delflöde bräddas förbi eller pumpat flöde till en anläggning.

Delavrinningsområde

	Vol.avr.koeff. (ϕ_v)	Dim.avr.koeff. (ϕ_d)	Dagvatten (ha)	Grundvatten (ha)	Utredn. omr. (dim. flöde) (ha)
			ha	ha	ha
Väg 2	0.80	0.80	0.23	0.23	0.23
Väg 4(Halva Kolonnvägen)	0.80	0.80	0.31	0.31	0.31
Parkering	0.80	0.80	0.050	0.050	0.050
Takyta	0.90	0.90	0.41	0.41	0.41
Grönt tak	0.20	0.60	0.57	0.57	0.57
Gång & cykelväg	0.80	0.80	0.54	0.54	0.54
Gårdsyta inom kvarter	0.45	0.45	0.24	0.24	0.24
Gräsyta	0.10	0.10	0.16	0.16	0.16
Totalt	0.60	0.69	2.5	2.5	2.5
Relativ osäkerhet (%)	20	20	10	10	10
Absolut osäkerhet (+/-)	0.12	0.14	0.25	0.25	0.25
Reducerat avrinningsområde			1.5		1.7

Urban area *	2.4	ha _{urbant}
(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning, endast urbana areor *	0.64	
Urbant reducerad avrinningsyta *	1.5	ha _{red,urbant}



1.2 Utdata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Basflöde, årsmedel	Q_b	0.039	l/s	24	0.0096
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	0.29	l/s	24	0.071
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	0.33	l/s	22	0.071
Basflöde, årsmedel	Q_b	1200	m ³ /år	24	302
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	9100	m ³ /år	24	2229
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	10000	m ³ /år	22	2250
Medelavrinning	Q_m	4.6	l/s		
Dim. flöde	Q_{dim}	500	l/s	20	99
Dim. varaktighet vid Q_{dim}	t_r	10	min		
Rinnhastighet	v	1.0	m/s		
Dimensionerande regndjup vid Q_{study}	$r_{d,Qstudy}$	17	mm		
Reducerat flöde (studerat flöde / reducerad area)	Q_{red}	7.9	l/s/ha _{red}		
Det studerade flödets andel av den totala årliga avrinningsvolymen		88	%		



2. Transport och flödesutjämning

2.1 Indata

Dagvattenledning

Lutning	0.0050
Material	Betong, gjutjärn, stål

Flödesutjämning

Maximalt utflöde	Q_{out2}	100	l/s
Relativ osäkerhet (%)		0	%
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Magasinfyllning, andel av porer		1	
Reducerad flödesfaktor	f_{Qred}	0.67	
Klimatfaktor		1.25	
Reducerad infiltrationsområde		1	
Exfiltrationshastighet		0	mm/h
Anläggningens längd		60	m
Anläggningens bredd		32	m
Anläggningens djup		1.5	m

2.2 Utdata

Dagvattenledning

Innerdiameter dagv.ledning	\varnothing	1400	mm
Ledningskapacitet	Q_{cap}	4200	l/s
Säkerhetsfaktor		8.51	

Flödesutjämning

Erforderlig anläggningsvolym	V_d	310	m ³
Relativ osäkerhet (%)		20	%
Absolut osäkerhet (+/-)		62	m ³
Total erforderlig anläggningsvolym	$V_{d,tot}$	310	m ³
Utformad anläggningsvolym		2900	m ³
Exfiltrationsutflöde		0	l/s
Dim. varaktighet vid dim. V_d	t_r	40	min



3. Föroreningstransport

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på www.stormtac.com.

Markanvändning	Faktor *
Väg 2	1.0
Väg 4 (Halva Kolonnvägen)	5.0
Parkering	5.0
Takyta	5.0
Grönt tak	5.0
Gång & cykelväg	5.0
Gårdsyta inom kvarter	5.0
Gräsyta	5.0

* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10).

Enhet: -. 5 = standard schablonhalt från databasen för den specifika markanvändningen, 0 = minimum schablonhalt, 10 = maximum schablonhalt.



Relativ osäkerhet (%)

Basflöde / ämne	20
Dagvatten / ämne	20

Basflödeshalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Vägar	52	1600	2.0	13	55	0.034	1.8	5.4	25000	0.0042
Parkering	29	960	3.6	11	47	0.041	2.5	2.2	35000	0.010
Takyta	21	880	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	1200	0.0035
Grönt tak	21	1100	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	1200	0.0035
Gång & cykelväg	21	880	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	1200	0.0010
Gårdsyta inom kvarter	26	930	0.57	4.7	9.5	0.026	0.50	1.0	4900	0.0010
Gräsyta	100	990	0.76	6.7	14	0.036	1.0	1.0	7100	0.0010



Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Väg 2	150	1900	3.7	22	16	0.28	7.2	5.7	76000	0.011
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	nd	42000	nd
Väg 4 (Halva Kolonnvägen)	160	2000	6.7	26	47	0.31	8.2	6.4	82000	0.017
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	nd	42000	nd
Parkering	140	2400	30	40	140	0.45	15	15	140000	0.060
SD	45	450	94	24	120	0.97	9.6	nd	98000	nd
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	25000	0.010
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	29000	75
Grönt tak	290	3900	1.0	15	23	0.070	3.0	3.0	19000	0.010
SD	640	4300	2.1	18	120	0.030	nd	0.85	64000	nd
Gång & cykelväg	85	1800	3.5	23	20	0.30	7.0	4.0	7400	0.010
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Gårdsyta inom kvarter	220	1900	3.7	16	29	0.23	3.7	2.3	41000	0.0067
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Gräsyta	160	1100	6.0	15	28	0.30	2.5	1.3	47000	0.010
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet



3.2 Utdata

Basflödeshalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Basflödeshalt	34	1100	0.86	6.7	19	0.028	0.82	1.8	7000	0.0028
Absolut osäkerhet (%)	6.9	220	0.17	1.3	3.8	0.0056	0.16	0.37	1400	0.00056

Dagvattenhalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Dagvattenhalt	150	1900	4.4	19	30	0.40	6.1	4.8	40000	0.012
Absolut osäkerhet (+/-)	30	380	0.88	3.8	6.0	0.080	1.2	0.95	7900	0.0025

Basflödesmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Basflödesmängd	0.042	1.3	0.0011	0.0082	0.024	0.000035	0.0010	0.0023	8.6	0.0000034
Absolut osäkerhet (+/-)	0.013	0.42	0.00033	0.0026	0.0075	0.000011	0.00032	0.00072	2.7	0.0000011

Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Föroreningsmängd	1.4	17	0.040	0.17	0.27	0.0037	0.056	0.043	360	0.00011
Absolut osäkerhet (+/-)	0.44	5.4	0.013	0.054	0.087	0.0012	0.018	0.014	110	0.000036



Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Beräkning	C	140	1800	4.0	17	29	0.36	5.5	4.4	36000	0.011
Riktvärde	C _{gr,sw}	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	40000	0.030
Absolut osäkerhet (+/-)	C	52	650	1.5	6.5	10	0.14	2.1	1.6	13000	0.0042
Relativ osäkerhet (%)	C	38	37	38	37	36	38	38	37	38	38



Föroreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Föroreningsmängd	1.4	18	0.041	0.18	0.30	0.0037	0.057	0.046	370	0.00012
Absolut osäkerhet (+/-)	0.44	5.4	0.013	0.054	0.087	0.0012	0.018	0.014	110	0.000036
Relativ osäkerhet (%)	31	29	31	30	29	31	31	30	31	31

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
0.57	7.3	0.016	0.071	0.12	0.0015	0.023	0.018	150	0.000046



Föroreningshalter (µg/l) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Väg 2	138	1911	3.6	21	19	0.26	6.8	5.7	71417	0.011
Väg 4 (Halva Kolonnvägen)	147	1973	6.3	25	48	0.28	7.7	6.3	77788	0.016
Parkering	131	2285	28	38	133	0.42	14	14	131580	0.056
Takyta	160	1179	2.5	7.3	27	0.75	3.8	4.3	23429	0.0096
Grönt tak	193	2906	0.83	12	18	0.054	2.1	2.3	12834	0.0077
Gång & cykelväg	80	1726	3.3	22	19	0.28	6.5	3.7	6903	0.0093
Gårdsyta inom kvarter	187	1710	3.2	14	26	0.19	3.1	2.1	34823	0.0057
Gräsyta	130	1043	3.2	11	20	0.16	1.7	1.1	25914	0.0052



Föroreningsmängder (kg/år) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Väg 2	0.17	2.3	0.0044	0.026	0.023	0.00031	0.0082	0.0069	87	0.000013
Väg 4 (Halva Kolonnvägen)	0.24	3.2	0.010	0.040	0.078	0.00046	0.013	0.010	127	0.000026
Parkering	0.034	0.60	0.0073	0.0098	0.035	0.00011	0.0037	0.0037	34	0.000015
Takyta	0.38	2.8	0.0058	0.017	0.064	0.0018	0.0089	0.010	56	0.000023
Grönt tak	0.20	3.0	0.00087	0.012	0.019	0.000057	0.0022	0.0024	13	0.0000081
Gång & cykelväg	0.23	4.9	0.0092	0.061	0.054	0.00078	0.018	0.011	19	0.000026
Gårdsyta inom kvarter	0.15	1.3	0.0025	0.011	0.020	0.00015	0.0024	0.0016	27	0.0000045
Gräsyta	0.026	0.21	0.00066	0.0022	0.0042	0.000033	0.00035	0.00023	5.3	0.0000011



Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Väg 2	0.0051	0.16	0.00019	0.0013	0.0053	0.0000033	0.00017	0.00052	2.4	0.00000040
Väg 4 (Halva Kolonnvägen)	0.0068	0.21	0.00026	0.0017	0.0072	0.0000045	0.00024	0.00070	3.2	0.00000054
Parkering	0.00061	0.020	0.000076	0.00023	0.00098	0.0000085	0.000052	0.000045	0.73	0.00000021
Takyta	0.0032	0.14	0.000078	0.00078	0.0016	0.0000039	0.000078	0.00016	0.19	0.00000055
Grönt tak	0.0074	0.38	0.00018	0.0018	0.0036	0.0000091	0.00018	0.00036	0.44	0.0000013
Gång & cykelväg	0.0046	0.20	0.00011	0.0011	0.0023	0.0000057	0.00011	0.00023	0.27	0.00000023
Gårdsyta inom kvarter	0.0034	0.12	0.000075	0.00062	0.0012	0.0000034	0.000065	0.00013	0.64	0.00000013
Gräsyta	0.011	0.11	0.000082	0.00072	0.0015	0.0000039	0.00011	0.00011	0.76	0.00000011



Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Väg 2	0.16	2.2	0.0042	0.024	0.018	0.00031	0.0081	0.0064	84	0.000013
Väg 4 (Halva Kolonnvägen)	0.23	3.0	0.0100	0.039	0.071	0.00046	0.012	0.0095	124	0.000026
Parkering	0.034	0.58	0.0072	0.0096	0.034	0.00011	0.0036	0.0036	34	0.000014
Takyta	0.38	2.7	0.0058	0.017	0.062	0.0018	0.0089	0.0100	55	0.000022
Grönt tak	0.20	2.7	0.00069	0.010	0.016	0.000048	0.0021	0.0021	13	0.0000069
Gång & cykelväg	0.22	4.7	0.0091	0.060	0.052	0.00078	0.018	0.010	19	0.000026
Gårdsyta inom kvarter	0.14	1.2	0.0024	0.010	0.019	0.00015	0.0024	0.0015	27	0.0000043
Gräsyta	0.015	0.11	0.00058	0.0014	0.0026	0.000029	0.00024	0.00012	4.5	0.00000096

BILAGA FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

- EFTER EXPLOATERING

StormTac Web v21.3.1

Filnamn: Gårdsvägen

Datum: 2021-07-09

Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter ϕ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	ϕ_v	ϕ	A2 Efter exploatering rening	A3 Efter exploatering ej rening	Tot
Gårdsvägen	0.80	0.80	0.23	0	0.23
Kolonnvägen	0.80	0.80	0.31	0.31	0.62
Parkering	0.80	0.80	0.050	0	0.050
Takyta	0.90	0.90	0.41	0	0.41
Grönt tak	0.20	0.60	0.57	0	0.57
Gång & cykelväg	0.80	0.80	0.54	0	0.54
Gårdsyta inom kvarter	0.45	0.45	0.24	0	0.24
Gräsyta	0.10	0.10	0.16	0	0.16
Totalt	0.62	0.70	2.5	0.31	2.8
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			1.5	0.25	1.8
Reducerad dim. area (ha_{red})			1.7	0.25	2.0

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A2 Efter exploatering rening	A3 Efter exploatering ej rening
Klimatfaktor	f_c	1.25	1.25
Rinnsträcka	m	600	600

Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10	10

1.2 Utdata

Flöden

		A2 Efter exploatering rening	A3 Efter exploatering ej rening	Tot
Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning)	m ³ /år	10 000	1 600	12000
Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning)	l/s	0.33	0.052	
Medelavrinning	l/s	4.6	0.76	
Dim. flöde	l/s	500	71	

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering rening	1.4	18	0.041	0.18	0.30	0.0037	0.057	0.046	370	0.00012
A3	Efter exploatering ej rening	0.24	3.2	0.010	0.040	0.078	0.00046	0.013	0.010	130	0.000026
	Total	1.7	22	0.051	0.22	0.38	0.0041	0.069	0.056	500	0.00014

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.59	7.6	0.018	0.078	0.13	0.0015	0.024	0.020	180	0.000050

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering rening	140	1800	4.0	17	29	0.36	5.5	4.4	36 000	0.011
A3	Efter exploatering ej rening	150	2000	6.3	25	48	0.28	7.7	6.3	78 000	0.016
	Total	140	1800	4.3	18	31	0.35	5.8	4.7	41 000	0.012
	Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	40 000	0.030

3. Transport och flödesutjämning

3.1 Indata

Flödesutjämning

		A2	A3
Maximalt utflöde	Q _{out}	100	200
Klimatfaktor		1.25	1.25

3.2 Utdata

Flödesutjämning

		A2	A3
Erforderlig utjämningsvolym	V _{d,max}	310	0

4. Föroreningsreduktion

4.2 Utdata

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering rening	55	75	73	76	78	77	79	66	76	56
A3	Efter exploatering ej rening										

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering rening	0.78	14	0.030	0.14	0.23	0.0028	0.045	0.030	280	0.000065
A3	Efter exploatering ej rening	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering rening	0.64	4.5	0.011	0.042	0.065	0.00085	0.012	0.016	87	0.000052
A3	Efter exploatering ej rening	0.24	3.2	0.010	0.040	0.078	0.00046	0.013	0.010	130	0.000026
	Total	0.88	7.8	0.021	0.083	0.14	0.0013	0.025	0.026	210	0.000078

Summa belastning kg/ha/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering rening	0.25	1.8	0.0044	0.017	0.026	0.00034	0.0048	0.0062	35	0.000021
A3	Efter exploatering ej rening	0.77	10	0.033	0.13	0.25	0.0015	0.040	0.033	410	0.000083

Summa föroreningshalt µg/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering rening	62	440	1.1	4.1	6.3	0.082	1.2	1.5	8400	0.0050
A3	Efter exploatering ej rening	150	2000	6.3	25	48	0.28	7.7	6.3	78000	0.016
	Total	73	650	1.8	6.9	12	0.11	2.1	2.2	18000	0.0065
Riktvärde		160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	40000	0.030

Fabege

Fördjupad skyfallsutredning Tygeln 1, 3 m.fl.

Granskningshandling
2021-09-29

Fördjupad skyfallsutredning Tygeln 1, 3 m.fl.

Datum	2021-10-01
Uppdragsnummer	1320053926
Utgåva/Status	Granskningsleverans

Lena Sjögren
Uppdragsledare

S Sandberg/J Brobeck/A Blomqvist
Handläggare

Patrik Gliveson
Granskare

Ramboll Sweden AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00

Unr 1320053926 Organisationsnummer 556133-0506

Innehåll

1.	Inledning	1
1.1	Omfattning.....	1
2.	Tidigare utredningar.....	1
2.1	Skyfallsutredning för detaljplan, Golder.....	1
2.2	Höjdstudie Haga Norra, Ramboll	1
3.	Beskrivning av samtliga föreslagna skyfallsåtgärder.....	2
3.1	Matildatorget	3
3.1.1	Reflektioner.....	6
3.2	Wijnbladsparken	6
3.2.1	Princip för skyfallslösning.....	7
3.2.2	Almagatans typsektion vid parken.....	7
3.2.3	Utformning av underjordiska skyfallsmagasin.....	8
3.2.4	Rinnväg 3, 4 och 5	8
3.2.5	Rinnväg 2 och 7	9
3.2.6	Rinnväg 1	10
3.2.7	Reflektioner.....	10
3.3	Allmänna principer för skyfallsåtgärder i Mathildatorget och Wijnbladsparken	10
3.4	Lilla Frösunda	12
3.4.1	Parken.....	12
3.4.2	G/C tunnel	13
3.5	Gårdsvägen.....	13
3.5.1	Gränderna.....	13
3.6	Fröparken	14
3.7	Tygeln 1	15
4.	Skyfallsmodell.....	17
4.1	Modelltyp.....	17
4.2	Underlag.....	17
4.3	Modellerat område.....	17
4.4	Höjdmodell.....	18
4.5	Underjordiska skyfallslösningar	19
4.6	Regn	20
4.7	Infiltration.....	20
4.7.1	Infiltrationshastighet.....	21

4.7.2	Översta jordlagrets mäktighet	21
4.7.3	Översta jordlagrets porositet	21
4.7.4	Läckagehastighet	21
4.7.5	Initialt vatteninnehåll	21
4.8	Ledningar.....	22
4.9	Dagvattenpumpstation vid Gårdsvägen	24
4.10	Järnväg	24
4.11	Resultat och diskussion	24
4.11.1	Befintlig situation	24
4.11.2	Framtida situation med åtgärder	24
4.12	Osäkerheter	28
5.	Drift och underhåll.....	29
5.1	Drift- och underhållsåtgärder Mathildatorget, Wijnbladsparken, Tygeln 1 och Tygeln 3	29_Toc83823493
5.2	Reinvesteringsbehov, lösningens livslängd	30
5.3	Drift- och underhållsåtgärder Lilla Frösunda	31
5.4	Drift- och underhållsåtgärder Gårdsvägen.....	32
5.5	Drift- och underhållsåtgärder Fröparken	32

Bilagor

Bilaga 1	L0001901-Översikt
Bilaga 2	L0001901-Underjordiska magasin
Bilaga 3	L0001901-Rinnväg -1
Bilaga 4	L0001901-Rinnväg -2 och 7
Bilaga 5	L0001901-Rinnväg 3, 4, 5
Bilaga 6	W0005101-Sektion magasin _ schakt 1.2
Bilaga 7	W0005102-Sektion magasin _ schakt 4.1

Fördjupad skyfallsutredning Haga Norra (PM/Rapport)

1. Inledning

Fabege och Skanska planerar tillsammans med Solna stad för att bygga nya kontorslokaler, bostäder mm, belägen öster om Arenastaden och Ostkustbanan. I samband med det arbetet har Ramboll tagit fram en skyfallsutredning för området.

1.1 Omfattning

I detta PM presenteras konkretiserade förslag för åtgärder för omhändertagandet av skyfall för Lilla Frösunda, Stora Frösunda, Gårdsvägen, Fröparken samt Tygeln 1 och 3. Skyfallsåtgärderens effekt är simulerade i en hydraulisk modell, en skyfallsmodell, för att bland annat visa vattennivån i områdets lågpunkt på Gårdsvägen.

PM:et är en bilaga för skyfallshantering till Dagvattenutredning DP Gårdsvägen, Solna, Structor 2021-09-29 och bygger på skyfallsåtgärder som arbetats fram av Ramboll, Structor, CF Möller architects, Landskapslaget samt även på underlag av L.T.V Laktena Trafik-&Vägplanering AB.

2. Tidigare utredningar

2.1 Skyfallsutredning för detaljplan, Golder

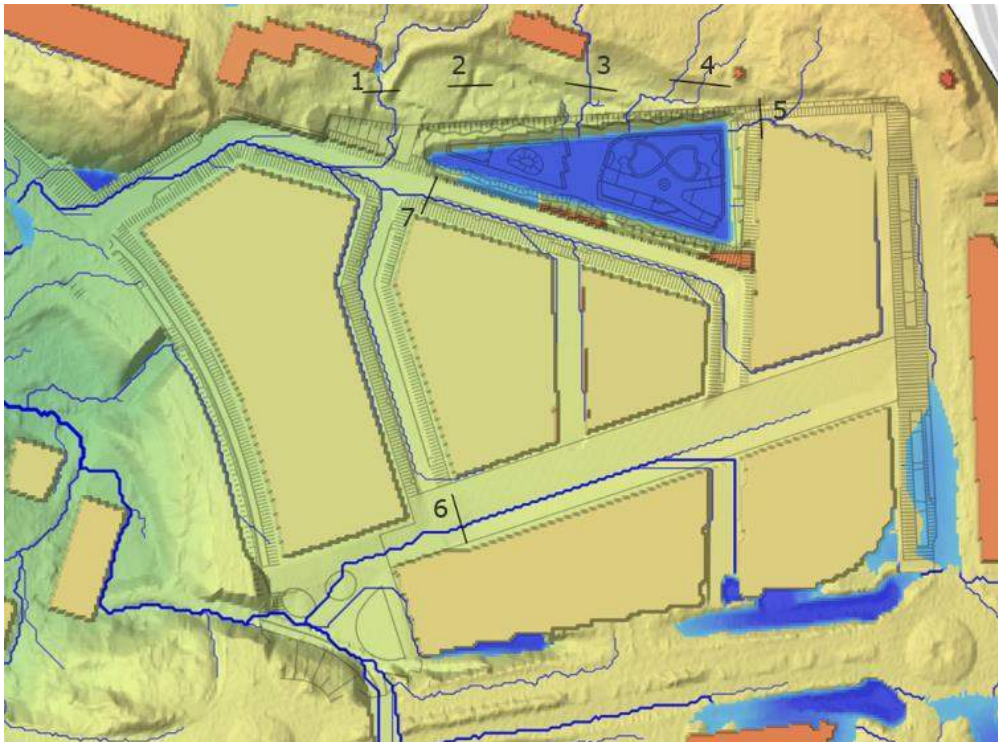
Golder visar i sin skyfallsutredning, daterad 2020-10-17, ett översiktligt resultat som beskriver att det lokala dagvattensystemet för området inte räcker till för skyfallshantering. En skyfallssimulering är därför utförd för befintlig situation samt för en framtida situation.

Planområdet har en tydlig lågpunkt på Gårdsvägen mellan Tygeln 1 och 3 där risken för översvämning är stor och där vattennivån i lågpunktens översvämning är kritisk för befintlig och planerad bebyggelse. Enda avtappningen av lågpunkten är en befintlig dagvattenpumpstation. För att avhjälpa översvämningsrisken vid lågpunkten presenteras förslag till skyfallsåtgärder på flera platser uppströms i avrinningsområdet. Dessa åtgärder har sedan simulerats i modellen och vattennivån i lågpunkten minskar då från +5,72 till +4,66.

2.2 Höjdstudie Haga Norra, Ramboll

I Haga Norra, höjdstudie, daterad 2021-04-20, visas en analys av planerade markhöjder som tagits fram av Solna stad. Syftet med analysen var att arbeta vidare med de skyfallsåtgärder som föreslagits i Golders utredning i Haga Norra. Höjdstudien visar att skyfallet från vissa delar av Haga Norra inte kommer att

kunna ledas in i de föreslagna skyfallsåtgärderna såsom det var tänkt i Golders utredning. Studien visar också skyfallets rinnvägar, vilka flöden de har och hur stor volym som passerar i en specifik sektion under hela simuleringstiden, se Figur 1: . Ett första övergripande förslag till konkretisering av skyfallsåtgärderna togs fram.

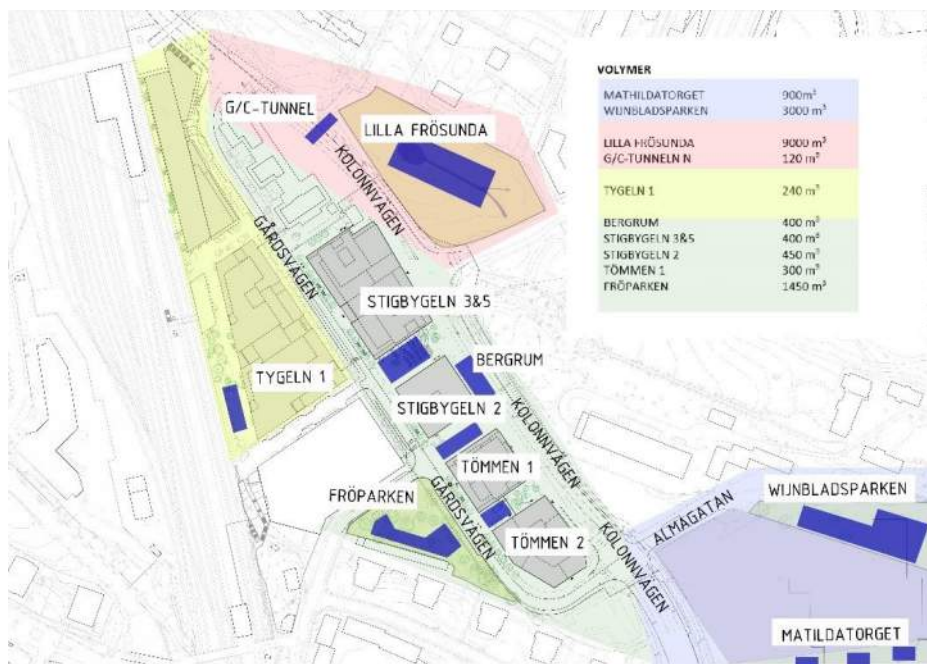


Figur 1: Rinnvägar som leder skyfallet mot områdena där skyfallsmagasin planeras i Haga Norra.

Rinnvägarnas flöden vid simulerat regn (100-års regn med klimatfaktor) varierar enligt Golders utredning, mellan 200 - 450 l/s vid Wijnbladsparken och ca 400 l/s vid Mathildatorget.

3. Beskrivning av samtliga föreslagna skyfallsåtgärder

I Figur 2: visas en översiktsbild över alla skyfallsåtgärder som arbetats in i skyfallsmodellen. Tabellen visar den volym som respektive skyfallsåtgärd rymmer. Samtliga skyfallsåtgärder beskrivs nedan mer i detalj.



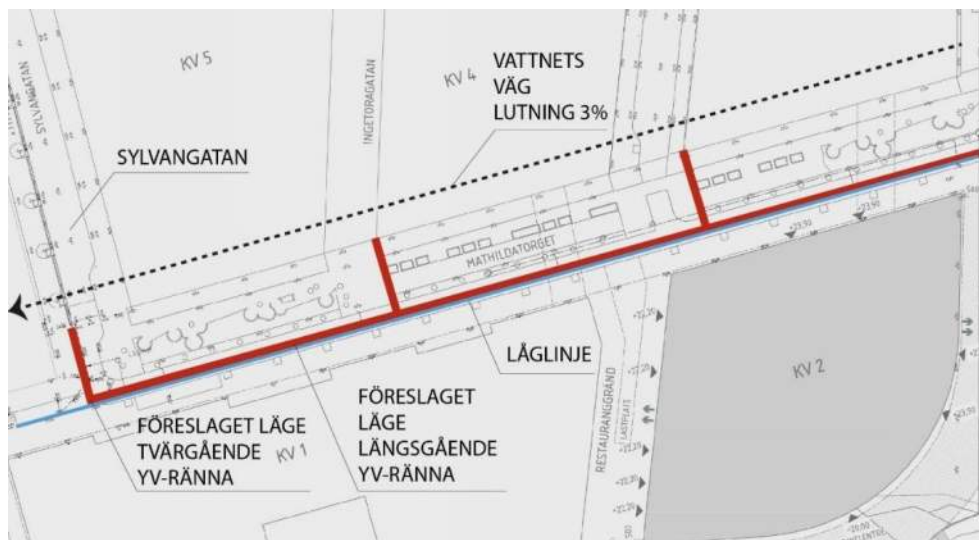
Figur 2: Översikt som visar alla skyfallsåtgärder som arbetats in i skyfallsmodellen. I tabellen visas den volym som respektive åtgärd rymmer.

3.1 Matildatorget

Vid ett skyfall behöver en total volym på ca 900 m³ hanteras på Matildatorget för att inte bidra med skyfallsvolym vid Tygeln 1 och 3. Lösningen som studerats är möjligheten att anlägga underjordiska skyfallsmagasin, så kallade kassetmagasin, under Matildatorget. I detta skede har ingen hänsyn tagits till gestaltningen på torget. Det finns i detta skede ingen dagvattenutredning för Mathildatorget utförd, varav principer för dagvattenhanteringen endast beskrivs som konsekvenser av skyfallsåtgärden. Skyfallsmagasinen och dagvattensystemet kommer att samordnas med de underjordiska parkeringsytorna.

Matildatorget har en lutning på ca 3% mot Torfredsplatsen som ligger västerut i avrinningens riktning. Lösningförslaget bygger på att stoppa vattnet innan det når Torfredsplatsen. För att förhindra att vattnet når Torfredsplatsen föreslås flera tvärgående ytvattenrännor och en längsgående ytvattenränna som leder skyfallsvattnet vidare till de underjordiska magasinen via bräddbrunnar. Rännornas placering går att anpassa till torgets utformning men behöver ligga tvärs över torgets hela bredd.

För att hela skyfallsflödet ska kunna fångas upp har tre tvärgående rännor föreslagits på Matildatorget. En bedömning har gjorts att endast tvärgående rännor ej är tillräckligt för att få ner ett 100-årsregn till magasinen. Ett lösningförslag är att komplettera med en längsgående ränna som löper längs med hela, eller delar av låglinjen längs torget. Förslag till placering av dessa rännor visas i Figur 3: F.



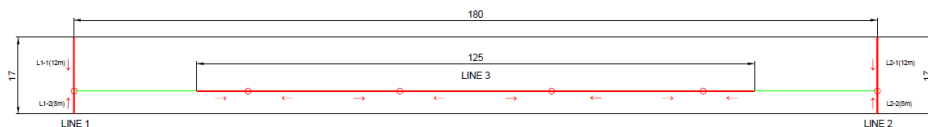
Figur 3: Förslag till placering av rännsystemet i Matildatorget.

Det som varit styrande för bedömningen om placering av rännor och av de underjordiska magasinen har bl.a. varit schaktvinklar, överbyggnad för de körbara ytorna på torget och höjden på planerade dagvattennät. Schaktvinklarna har tagits fram för att kunna bedöma om det finns begränsningar i hur stor yta magasinen kan ha då de kan behöva kunna grävas upp och då schakten inte ska kunna påverka intilliggande byggnaders grundläggning.

I detta skede har trafikklass E (60 ton) antagits för torgets överbyggnad, vilket ger en uppskattad överbyggnadstjocklek på 600 mm. Dagvattennätet beräknas ligga på ca 2 m djup enligt Systemhandling Solna, 2018-11-19.

I lösningsförslaget eftersträvas att i största möjliga mån skilja dagvattnet från skyfallsvattnet. Detta görs genom att vattnet leds via i ytvattenrännorna ner till en bräddbrunn där bräddningen till skyfallsmagasinet ligger högre än dagvattenutloppet.

Ytvattenrännorna, måste ha tillräcklig kapacitet för att hela flödet ska kunna rinna ner i dem och tillräcklig kapacitet när vattnet väl kommit ner i rännorna för avledning av skyfallsflödet. Ytvattenrännorna bedöms därför behöva flera utlopp som är kopplade på den ledning som leder vattnet vidare till bräddbrunnarna. Se principskiss i Figur 4: .



Förslag på ränna i tre sektioner, Matildatorget

R200G30R – Ulma Drainage MultiV+200
 Ränna i polymerbetong (frostsäker)
 Belastningsklass D400 – tål 40 ton i punktbelastning
 Rekommenderat galler i gjutjärn för bästa inloppsareal.

Rek antal utlopp för ränna ett och två (norr & syd på yta märkt LINE 1 & 2) 1 utlopp
 Utlopp placeras i sand-fång av dimension 200.
 Längd på ränna 17 m / st
 Rek antal utlopp för ränna tre(längsta ränna utmed lågpunkt märkt LINE 3) 4 utlopp
 Utlopp placeras i sand-fång av dimension 200.
 Längd på ränna 125 m

För att anslutande rör skall kunna ta hela flödet
 bör den vara av dimension 400.

Ränna placeras enligt skiss i lågpunkt.
 Rännornas sammanlagda kapacitets överskrider angivet flöde om 370L/s

Figur 4: Principskiss med förklaringstext från leverantören Plastinject.

Magasinens placering och utformning har tagits fram med målet att magasinerna ska ta upp så liten yta som möjligt och samtidigt vara så grunda som möjligt.

Magasinens utlopp kan antingen utformas med avtappning med självfall till dagvattensystemet eller till en brunn där en länspump kan placeras för tömning efter att magasinet utnyttjats. En självfallsanslutning begränsar höjden på magasinet vilket i sin tur påverkar magasinets area. I bilagorna 6 och 7 visas magasinutformning med avtappning med självfall till dagvattensystemet. I bilaga 7 visas också utformning av djupt magasin med utlopp till så kallad blindbrunn för länspump.

Magasinerna placeras på grund av torgets längdslutning uppströms ytvattenrännorna. Ett djupare magasin kräver en mindre area och skulle därmed utgöra mindre risk för problem med schakt, även om djupet är stort, om magasinet skulle behöva grävas upp. Ett grundare magasin tar upp en större yta men uppgrävning går att säkerställa för säker schakt. Med en schaktvinkel på 4:1 kan magasinet ha en ännu större yta men detta medför att säker schakt inte uppfylls. Schaktväggarna kan då behöva spontas. För att få en bild av hur stor yta magasinerna kan ta upp under mark med olika schaktvinklar och olika djup visas en sammanfattande bild i Figur 5: Utbredning av magasin beroende på schakt i Matildatorget.. För sektioner för djupt och grunt magasin, se bilaga 6 och 7. Enligt bilden nedan är det endast förslag C som uppnår att magasinera en volym om >1000m³. Magasin A troligtvis ha en större area och skulle därmed kunna magasinera mer än nuvarande 900m³.



Figur 5: Utbredning av magasin beroende på schakt i Matildatorget.

3.1.1

Reflektioner

Eftersom Matildatorget troligtvis kommer att ha en rik gestaltning blir magasinens placering eventuellt en fråga att utreda med mer exakt noggrannhet. Större träd och stora fundament kan tex inte placeras på magasinerna. Vidare bör även exakta placeringar och höjder för två underjordiska tunnlar mellan husen studeras mer detaljerat samt att planerade ledningar som till exempel VA och sopsug behöver samordnas med magasinlösningen. Eventuellt kan magasinerna placeras ovanpå tunnlarerna men detta skulle i så fall behöva utredas vidare.

3.2

Wijnbladsparken

Sex rinnvägar som leder skyfallet in mot Wijnbladsparken har identifierats, rinnväg 1, 2, 3, 4, 5 och 7, enligt Figur 6. Den totala skyfallsvolymen som behöver hanteras i området är ca 3 000 m³.



Figur 6: Rinnvägar mot skyfallsåtgärd.

Det finns i detta skede ingen komplett dagvattenutredning för Wijnbladsparken men ett dagvattenmagasin i form av ett kanal- eller dikesliknande stråk planeras i parken längs Almagatans norra kant.

3.2.1 Princip för skyfallslösning

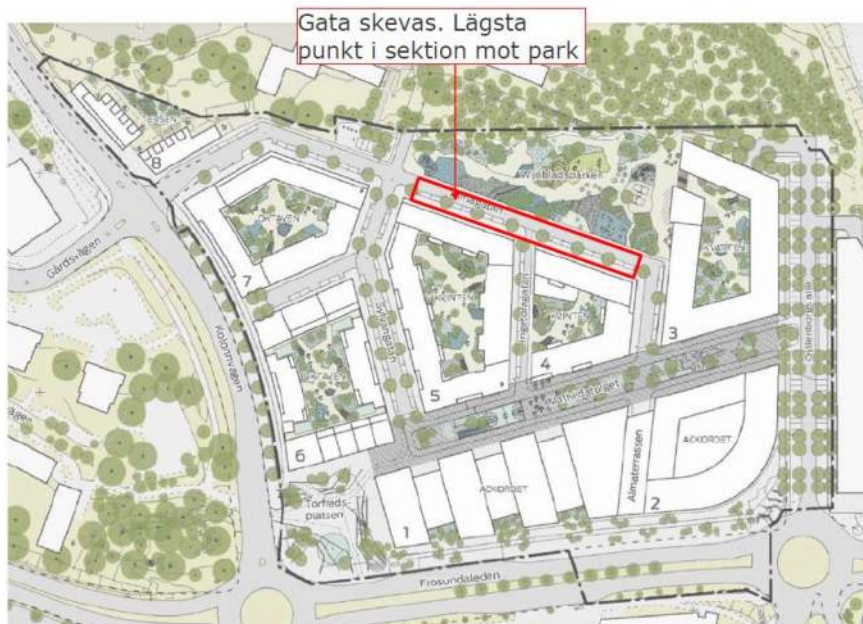
Samtliga rinnvägar omhändertas och leds till skyfallsmagasinen som föreslås utformas som underjordiska magasin, under parken. Lösningarna delar upp hanteringen av dagvatten, som leds för anslutning mot ledningsnätet, och hantering av skyfall, som leds till de underjordiska magasinerna.

Ambitionen är att bevara utformningen som föreslås i Systemhandling Solna, 2018-11-19, med undantag för omskevning av Almagatan (se vidare nedan).

Se bilaga 1 för detaljerad och skalenlig handling.

3.2.2 Almagatans typsektion vid parken

Förslaget för skyfallslösning bygger på att hela Almagatans vägsektion skevas med lutning mot parken, vilket skiljer sig mot förslaget i systemhandlingen där gatan är bomberad. En bomberad gata försvårar avrinningen mot parken och mot det dagvattenmagasin som också planeras längs med gatan i parkens södra kant. I Figur 7 visas sträckan på Almagatan som istället behöver skevas mot parken.



Figur 7: Almagatan, den sträcka som behöver skevas mot parken.

3.2.3 **Utformning av underjordiska skyfallsmagasin**

För att bevara utformningen och hantera den totala vattenvolymen vid skyfall föreslås underjordiska magasin anläggas. Att ha en ytlig lösning skulle innebära en sänkning av parkytan på flera meter vilket inte anses rimligt.

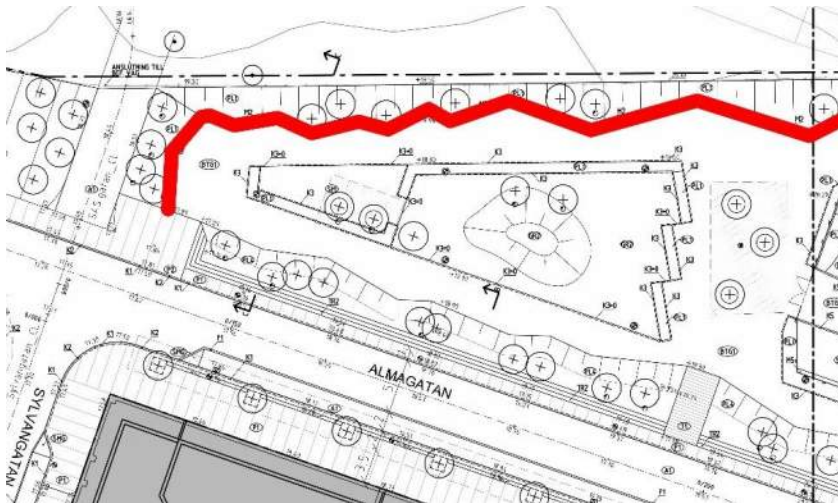
Magasinens placering och utformning utgår ifrån att onödig schakt och bergkrock ska kunna undvikas i möjligaste mån. Lösningförslaget bygger på att magasinerna utformas med avtappning via blindbrunn där länsvattenpump kan placeras, då det med självfallsavtappning mot dagvattennätet är svårt att erhålla hela den vattenvolym som ska hanteras. Om avtappningen ska kunna ske med självfall behöver de två magasinerna, som också föreslås ligga trappade i höjd (se bilaga 4), ha en mycket större area än det framtagna förslaget. Bergschakt kommer då att krävas.

Magasinerna är föreslagna att ha varsin blindbrunn för avtappning men skulle kunna seriekopplas så att de högre liggande magasinerna avtappas till det lägst liggande magasinet. Detta skulle dock kräva en noggrannare studie för att volymen ska kunna fördelas mellan magasinerna så att alla magasinerna verkligen utnyttjas till sin fulla kapacitet och så att allt vatten inte rinner till det lägsta magasinet. Eventuellt kan avstängningsanordningar anordnas på ledningen mellan magasinerna i så fall.

Se bilaga 2 för detaljerad och skalenlig handling.

3.2.4 **Rinnväg 3, 4 och 5**

Rinnvägarna norr om parken (3 och 4) samlas upp i brunnar bakom muren se Figur 8 som är planerad i parkens norra del. Muren dämmer vattnet innan det rinner ner i kupolbrunnen som har en överkant några cm under murens överkant. Dagvattnet från dessa brunnar kopplas till dagvattendiket (dagvattenmagasinet) i söder, och skyfallet till det östra underjordiska magasinet. Brunnar och ledningar är djupa nog att ligga under överbyggnaden i parkytan och under murens grundläggning.



Figur 8: Muren i Wijnbladsparken se markering i rött. (Projekterad plan Tyréns 2018).

Den östra rinnvägen (5) bedöms kunna hanteras genom modifiering av höjderna inom parken, till exempel genom att skapa lokala höjdryggar, och på så sätt kan vattnet ledas ytligt mot dagvattendiket i söder. Ambitionen för vidare projektering bör vara att få vattnet att rinna ner i dagvattendiket så långt österut i diket som möjligt.

Se bilaga 5 för detaljerad och skalenlig handling.

3.2.5

Rinnväg 2 och 7

Rinnväg 2 hanteras enligt samma princip som rinnväg 3 och 4. Här leds däremot dagvattnet till ledningsnätet och skyfallet till det västra underjordiska magasinet.

Rinnväg 7 rör sig längs Almagatan. Den nya skevningen av gatan, förstärkt med tvärgående rännor, typ rännodalar eller ytvattenrännor, gör att vattnet rinner längs den norra kantstenen på gatan. Kantstenen förses med släpp ned till dagvattendiket alternativt att ytvattenrännorna mynnar direkt i diket. Diket föreslås sektioneras med någon form utav murelement för att kunna fördröja dagvattnet på ett effektivt sätt. Murelementet förses med ett hål i botten för ett mindre konstant flöde av dagvatten. Vid skyfall kommer murarna däremot dämna vattnet och magasinera sin fulla kapacitet innan vattnet bräddas via kupolbrunnar som kopplas till de underjordiska magasinen. Överkant kupolbrunn ligger ett par cm under gatans höjd för att säkerställa att vattnet vid skyfall inte rinner vidare på gatan.

Se bilaga 4 för detaljerad och skalenlig handling.

Den bästa lösningen för gatan vore om ingen kantsten alls sätts utan att vattnet kan avrinna direkt från en enkelsidigt skevad gata ner mot det långsgående dagvattenmagasinet. Det är viktigt att skyfallet verkligen stoppas tvärs över gatan

och leds ner i systemet, annars byggs ett för stort skyfallsmagasin till ingen nytta. Ett skyfallsflöde är stort och kommer att rinna längs en gata, på större delen av gatan med ett vattendjup på kanske någon decimeter. Det behöver styras tydligt så att flödet skärs av tvärs över gatan.

3.2.6 Rinnväg 1

Vattnet fångas upp genom att ett dikesavslut i slänten skapas. Nedsänkningen dämmer vattnet tills det bräddar i en kupolbrunn. Dagvattnet leds till ledningsnätet och skyfallet leds i ledning till det västra underjordiska magasinet.

Se bilaga 3 för detaljerad och skalenlig handling.

3.2.7 Reflektioner

Det finns anledning att se över placeringen av träd i förhållande till placering av de underjordiska magasinen. De större träden behöver minst ha 1 000 mm djup växtbädd. Det är också viktigt att se över artvalen så att arter som står i torra lägen, exempelvis längst öster ut i dagvattendiket kan klara av torra och näringsfattiga perioder. Vidare finns det anledning att titta närmre på vilka platser man lokalt kan sänka ner i parken för att avlasta flödena vid normala regn. Detta kommer dock inte ha någon nämnvärd påverkan på skyfallshanteringen.

3.3 Allmänna principer för skyfallsåtgärder i Mathildatorget och Wijnbladsparken

Det nya ledningsnätet för dagvatten i Haga Norra är dimensionerade för att upp i markytan kunna hantera ett 30-års regn. Det är dock oklart om befintligt ledningsnät nedströms klarar upp till ett 30-års regn med trycklinjen under marknivån. På grund av att skyfallsmagasinen är underjordiska och då bräddningen till skyfallsmagasinen sker via samma brunnar som hanterar dagvattnet, kommer bräddningen till skyfallsmagasinen ske innan dimensionerande regn fyllt systemet. Exakt vid vilket regn är svårt att avgöra utan en hydraulisk modellkontroll, där både ytavrinnningen och hela dagvattensystemet är inlagt. Uppskattningsvis kommer bräddningen börja ske vid ett 20-årsregn.

Inloppen i kupolsilsbrunnar, dimension 1 000 mm med stor betäckning, är tillräckligt stora för flödena ner från backen mot Wijnbladsparken. Brunnarna behöver placeras något nedsänkta bakom den föreslagna muren för att intagets fulla kapacitet ska kunna utnyttjas. Muren behöver alltså vara lite högre än kupolsilens höjd. Ytavvattningsrännorna på Mathildatorget finns också för den kapacitet som behövs där. Det är dock viktigt i alla lösningarna, att utloppsledningarna från brunnar och rännor också har tillräcklig kapacitet för att obehindrat leda flödet vidare.

Den detaljerade höjdsättningen i Wijnbladsparkens dagvattenmagasin (diket) är mycket viktig för att dagvattnet (upp till dimensionerande regn, eller strax därunder) ska kunna skiljas från skyfallet (över dimensionerande regn).

Självtömmande magasin går endast att skapa om magasinens botten ligger högre än det planerade dagvattennätet. Dagvattennätet som redan är anlagt ligger på ca 2 m djup.

Magasinen behöver ligga med tillräcklig täckning för att bärigheten ska fungera, både för magasinerna och för vägkonstruktionen (se vidare i kap 5 om bärighet). Det innebär att magasinens ovankant hamnar på ca 1 m djup. Fluktueringsnivån i magasinerna blir då mellan -1 och -2 m under markytan, vilket ger en stor area för magasinerna eftersom de blir grunda. Djupa magasin ger en mindre area, men självfallsavtömning blir svårt till omöjligt.

Att göra magasinerna täta för att hindra inläckage är möjligt, men grundvattennivån i området ligger tillräckligt lågt för att inte påverka magasinerna. Om magasinens botten inte tätas kan en del av vattenvolymen infiltrera. Att ha infiltration som enda avtappningsmöjlighet kommer orsaka att vatten blir stående i magasinerna under en mycket lång tid innan de är tomma och lösningen rekommenderas i så fall att kombineras med blindbrunn för länsugning. Där risken för förorenad mark finns ska magasinerna utformas täta.

Inom Wijnbladsparken omfattas skyfallsanläggningen primärt av magasinering över och under mark. Magasineringen innebär fördröjning av dagvattnet. En mindre del av vattnet kan komma att infiltreras i mark men möjligheten är begränsad eftersom den omättade zonen är liten upp mot höjdområdet vid Stora Frösunda som ligger på berg. I den mån det finns markföroreningar finns de i fyllning som kommer att behöva schaktas ur för själva anläggningen. Precis nedströms Wijnbladsparken finns en spilloljeförorening från Bilja som kommer att saneras. Sammantaget kommer det inte finnas några markföroreningar som kan påverkas av infiltration från skyfallsanläggningen.

Inom Mathildatorget omfattas skyfallsanläggningen av magasinering av dagvattnet men med större möjlighet till infiltration eftersom den omättade zonen är större. För att infiltration ska fungera behöver anläggningen ligga i sandlager som är oförorenade. Vid Mathildatorget finns mindre föroreningar i fyllningen som utgör överskottsmassor och som kommer att omhändertas. Anmälan enligt miljöbalken om efterbehandling enligt 28 § förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd för Mathildatorget och kvarter 1 är inlämnad och under behandling hos Solna stad.

Infiltration under alla skyfallsanläggningar är till sin natur lokal och tillfällig. För markföroreningar är den storskaliga infiltrationen över lång tid vad som kommer att påverka föroreningsspridningen.

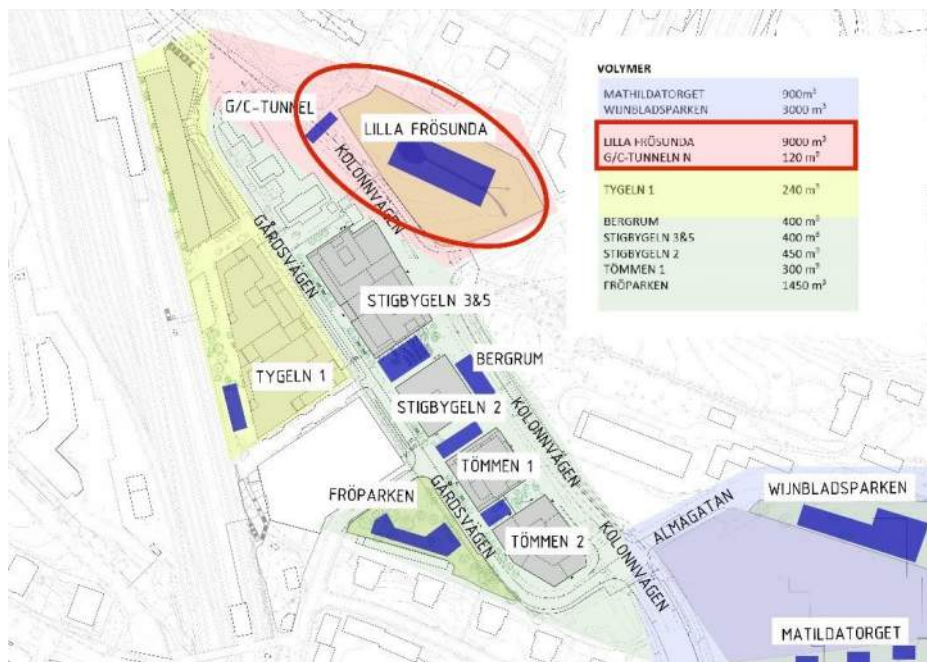
Summerat för både Wijnbladsparken och Mathildatorget: Det finns inga eller kommer inte finnas några markföroreningar under eller nedströms skyfallsanläggningarna som kan påverkas av en ökad infiltration.

3.4 Lilla Frösunda

Skyfallsåtgärderna har arbetats fram av Landskapslaget 2021.

3.4.1 Parken

Lilla Frösunda är en av Solnas fem stadsdelsparker och fungerar redan idag som dagvattenmagasin. Den främsta anledningen till parkens omgestaltning är att ytan ska magasinera vatten vid skyfall. I parken finns en befintlig damm som är kopplad till dagvattenledning längs Kolonnvägen. För att kunna magasinera ett skyfall behöver en dammvall byggas i den nordvästra delen av parken. Total fördröjningsvolym i Lilla Frösunda uppgår till 11000 m³. Vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 utnyttjas dock enbart 9000 m³ av den totala fördröjningsvolymen. För att skyfallsvattnet ska styras in i magasinet görs även en del höjdsättningsåtgärder på gångvägen upp mot Ballongberget. Åtgärdens placering visas i Figur 9 och en sektion genom parken med skyfallsåtgärden i Figur 10.



Figur 9: Skyfallsåtgärd i Lilla Frösunda visas inringad i figuren.

LILLA FRÖSUNDA SEKTIONER



Figur 10: Sektion genom skyfallsmagasin vid Lilla Frösunda (Landskapslaget 2021)

3.4.2 G/C tunnel

Genom att stänga G/C-tunneln som går under Kolonnvägen vid Lilla Frösunda förhindras skyfallsvatten att rinna ner mot Gårdsvägen via portalen på fastigheten Stigbygeln 6. Tunneln blir istället ett skyfallsmagasin som beräknas rymma 120m³ genom att den västra delen av tunneln stängs. Nedledning av vatten sker via dagvattenbrunnar. Avtappning sker antingen till dagvattennätet eller till blindbrunn för läns-pumpning.

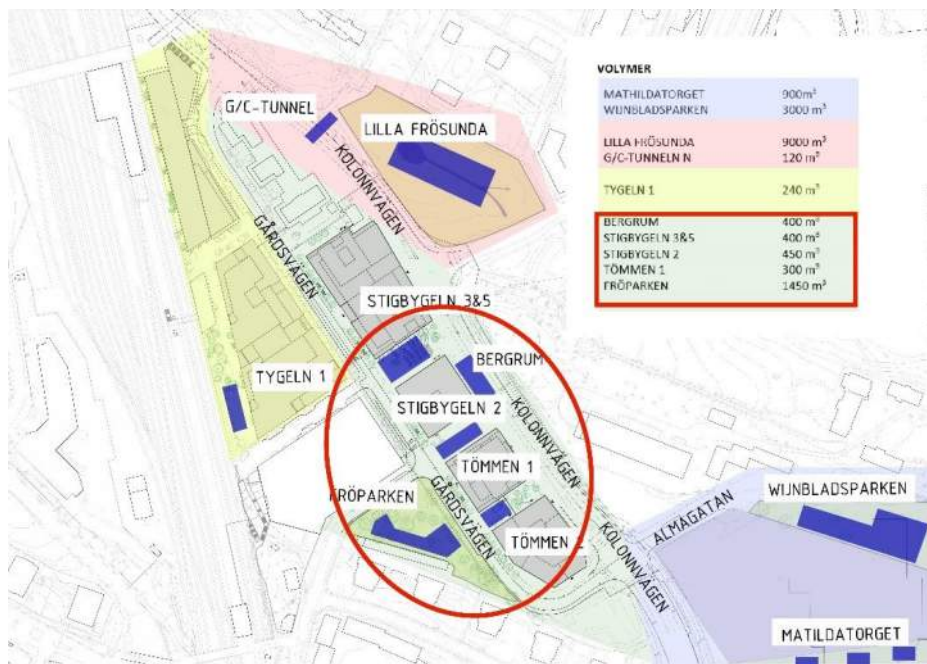
3.5 Gårdsvägen

Skyfallsåtgärderna beskrivs i Structors Dagvattenutredning DP Gårdsvägen, Solna.

Längs Gårdsvägen ligger byggnaderna Tömmen 1 och 2 och Stigbygeln 2, 3 och 5. I gränderna mellan husen föreslås underjordiska kassetmagasin för att hantera skyfallsvatten dels från kvarteren i sig, dels från vatten på Gårdsvägen. Den skyfallsvolym som behöver magasineras lokalt vid Gårdsvägen är ca 800 m³ enligt Golders utredning 2020-10-17. Under arbetet med denna utredning har magasinsbehovet visat sig behöva vara större än i den tidigare utredningen.

3.5.1 Gränderna

I gränderna föreslås tre underjordiska kassetmagasin som kan magasinera en volym om totalt 1150 m³. Magasinet mellan Tömmen 1 och Stigbygeln 3 kopplas samman med ett befintligt bergrum där ytterligare en volym om 400 m³ kan magasineras. Området kring Gårdsvägen kan därmed totalt magasinera 1550 m³. Placering av åtgärderna visas i Figur 11.



Figur 11: Skyfallsåtgärderna vid Gårdsvägen visas inringade i figuren.

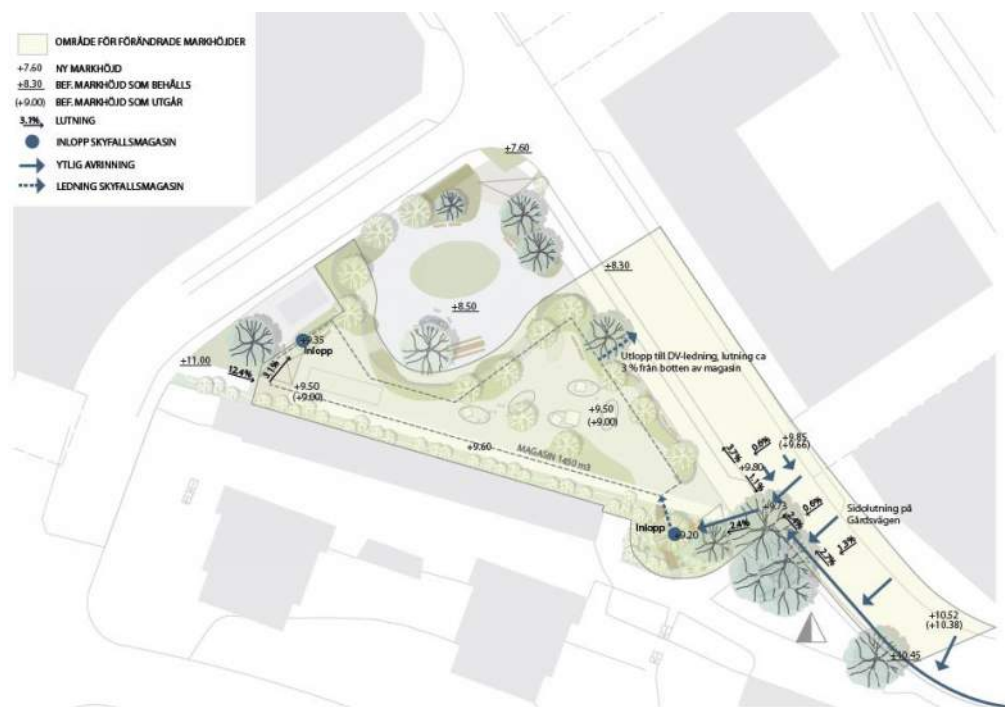
Gårdsvägen bomberas från anslutningen mot Kolonnvägen och fram längs Gårdsvägen tills Fröparken börjar. För att styra skyfallsvattnet till parken skevas gatan längs Gårdsvägen, parallellt med parken. Därefter skevas gatan mot kvarteren för att leda skyfallet till de underjordiska magasinen i gränderna.

För att få ner vattnet i magasinen i gränderna skapas upphöjda ytor nedströms gränderna. De upphöjda ytorna samt kvartersmarken lutar sedan mot nedsänkta växtbäddar. Under växtbädden i gränden är kassetmagasinet placerat med avtappning till dagvattenledning eller bräddbrunnar (ø600mm). Bräddbrunnarna ligger upphöjda i de nedsänka växtbäddarna med samma höjd på betäckningens inlopps nivå som den upphöjda ytans högsta nivå. Princip visas i Dagvattenutredningen i figur 6-5.

3.6

Fröparken

Skyfallslösningen i Fröparken är framtagen av Landskapslaget. Förslaget visas i *Figur 12:* .



Figur 12: Fröparkens skyfallsmagasin och inledning av flödena mot magasinet (Landskapslaget 2021)

Fröparken är idag en liten lekpark vid Gårdsvägen. Här föreslås ett underjordiskt skyfallsmagasin som ska kunna magasinera 1450 m³. För att tvinga in flödet till magasinet har gatorna runtomkring höjdsatts för att leda in vattnet i parken.

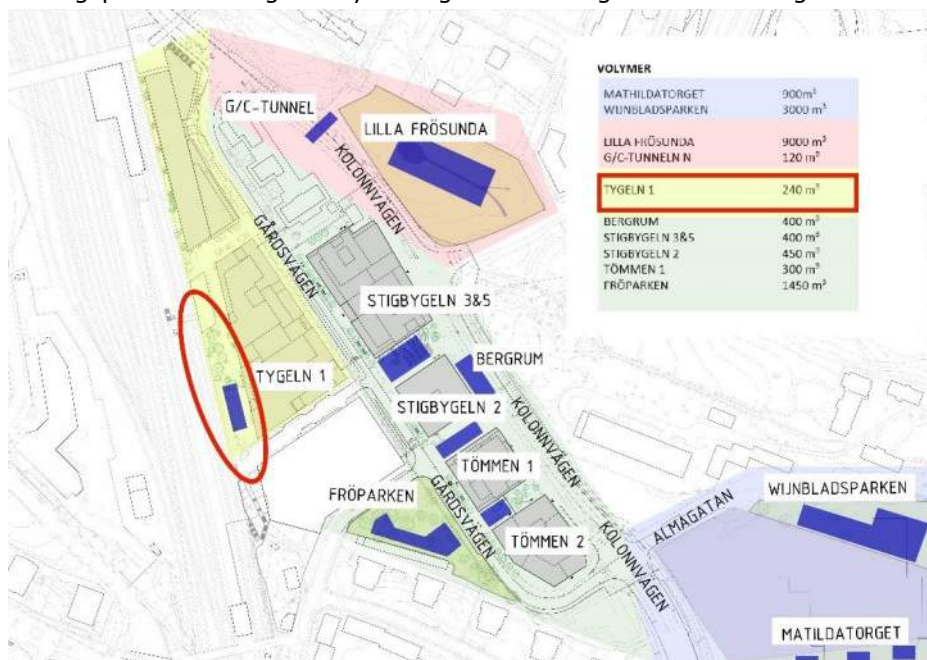
Gårdsvägen bombereras och ett dike längs Gårdsvägen, i parkens södra del, styr avrinningen in i parken där inloppet till magasinet är placerat. Rinnvägar som kommer söderifrån ner mot parken fångas upp genom dämning bakom en mur och genom kupolbrunnar som tar omhand det dämnda vattnet och leder ner det till magasinet.

Vid Rättarvägen, på parkens västra sida, skapas en tydlig avskärning av flödet i form av t ex en lokal sänka eller upphöjning på vägen i kombination med t ex ytvattenrännor. Detta för att tvinga ett så stort skyfallsflöde som möjligt in i parken.

3.7

Tygel 1

Tygel 1 är befintlig. Delar av byggnaden rivs för att byggas ut med nya våningsplan. Placering av skyfallsåtgärd vid fastigheten visas i Figur 13.



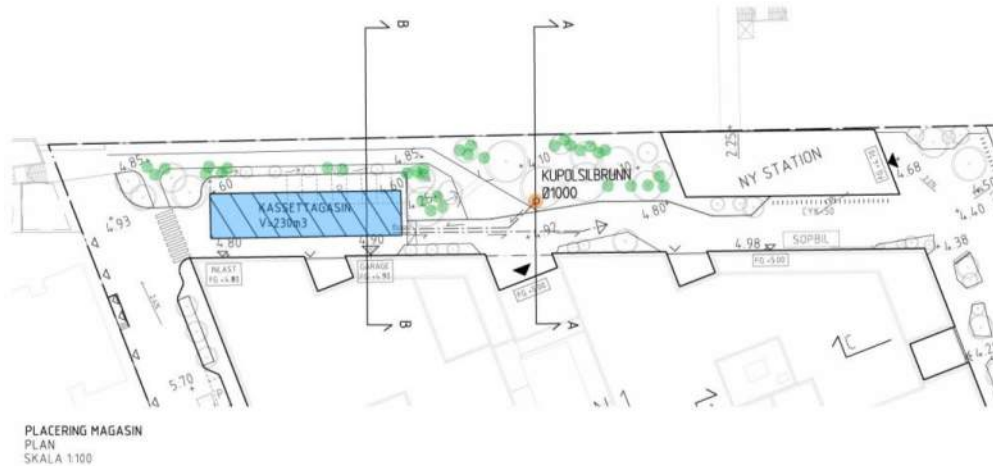
Figur 13: Skyfallsåtgärder för Tygel 3 visas inringad i figuren.

Ytan mellan Tygel 1 och järnvägen består av angöringsytor, parkeringsyta samt av en nedsänkt växtyta se figur . I den nedsänkta växtytan sätts upphöjda kupolsilsbrunnar med dimension 1000 mm som översvämning vid skyfall kan brädda ner i. Brunnarnas utlopp leder vattnet till ett underjordiskt magasin, t ex ett kassetmagasin som placeras under den södra angöringsytan och parkeringsytan. Magasinets volym blir 240 m³ för att anläggning, drift och underhåll ska vara möjligt utan att byggnaden och träd påverkas nämnvärt.

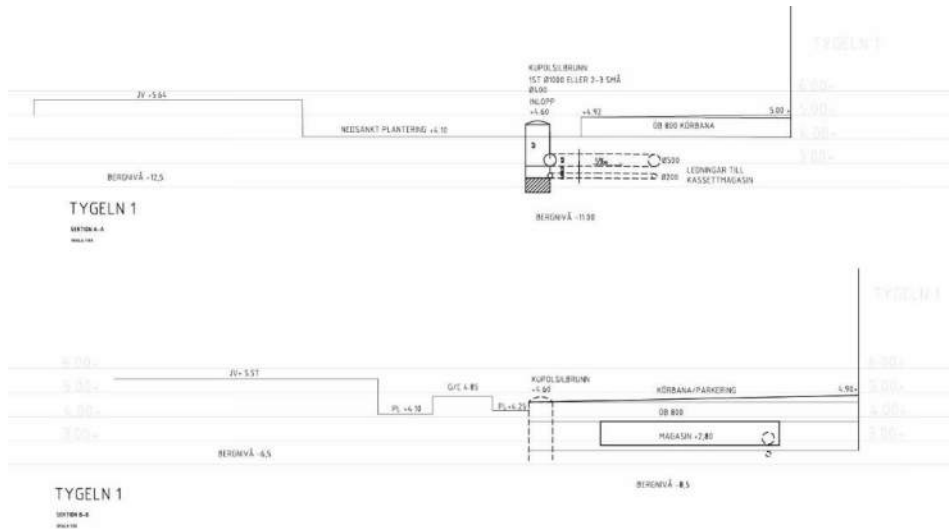
Magasinet planeras att vara ca 1 m djupt. Ett grundare magasin underlättar både vid anläggning och skötsel. Ett djupare magasin skulle kunna innebära att

magasinetts yta minskar och ändå behålla samma volymkapacitet. Det kräver dock vidare utredning och mer detaljerad projektering om hur avtappning av skyfallsvattnet ska ske då om utlopps-nivån inte fungerar för självfallsavtömning.

Magasinetts utlopp ansluts med självfallsledning till befintligt dagvattennät. Principen visas i plan i och sektion/profil .



Figur 14: Underjordiskt kassettmagasin. Volym 230 m³. Utformningsplanen är framtagen av Landskapslaget (2021) och skyfallsåtgärderna är framtagna av Ramboll.



Figur 15: Profil Underjordiskt magasin för Tygeln 1.

4. Skyfallsmodell

4.1 Modelltyp

Skyfallsmodellen är uppbyggd i DHI:s mjukvaruprogram MIKE FLOOD och är en tvåvägskopplad modell som tar hänsyn till den ytliga markavrinningen och den del av avrinningen som ledningsnätet hanterar.

Markavrinningsmodellen är en hydrodynamisk 2D-modell som är uppbyggd av Ramboll i programvaran MIKE 21. Ledningsnätsmodellen har erhållit från Solna Vatten och är en 1D-modell som täcker in stora delar av Solna kommuns befintliga ledningsnät. Genom att koppla dessa två modeller har det dynamiska utbytet mellan markyta och ledningsnät kunna modellerats.

4.2 Underlag

Underlag som använts för modellens uppbyggnad är:

- SBG_Rastabacken_20191014_1_djo.mdb (MIKE URBAN-modell)
- Lantmäteriets GSD-höjddata, grid 2+ (hämtad från SCALGO)
- SGU:s jordartkarta (hämtad från SCALGO)
- Naturvårdsverkets Nationella Marktäckedata (hämtad från SCALGO)
- PM pumpstation Gårdsvägen 20150421.pdf (Tyréns, 2015-04-21)
 - GV-2014-021.pdf
 - GV-2014-022.pdf
 - GV-2014-023.pdf
 - GV-2014-024.pdf
 - GV-2014-025.pdf
 - GV-2014-026.pdf
- Utökad samlingskarta Signalen_mod2.dwg
- inm badhus 3d.dwg (Nivåer kring ishallen)
- L-31-P-01.dwg (Nivåer kring ICA, 2020-03-17)
- Solna station dag.dwg (Ledningskarta, 2019-11-14)
- Gårdsvägen VA 2019-11-18.dwg (Ledningskarta)
- Kolonnvägen GIIIB VA.dwg (Ledningskarta, 2019-12-13)
- Lilla Frösunda VA.dwg (Ledningskarta, 2019-12-13)

4.3 Modellerat område

Skyfallsmodellen har avgränsats genom att analysera de delavrinningsområden som ligger kring studieområdet. För att säkerställa att samtliga flöden som kan tänkas påverkas av den framtida exploateringen och eventuella åtgärder har ett område större än det avrinningsområde som avrinner till Gårdsvägen inkluderats i markavrinningsmodellen. Modellerat område redovisas i Figur 16.



Figur 16: Område som inkluderats i markavrinningsmodellen inramat med röd linje.

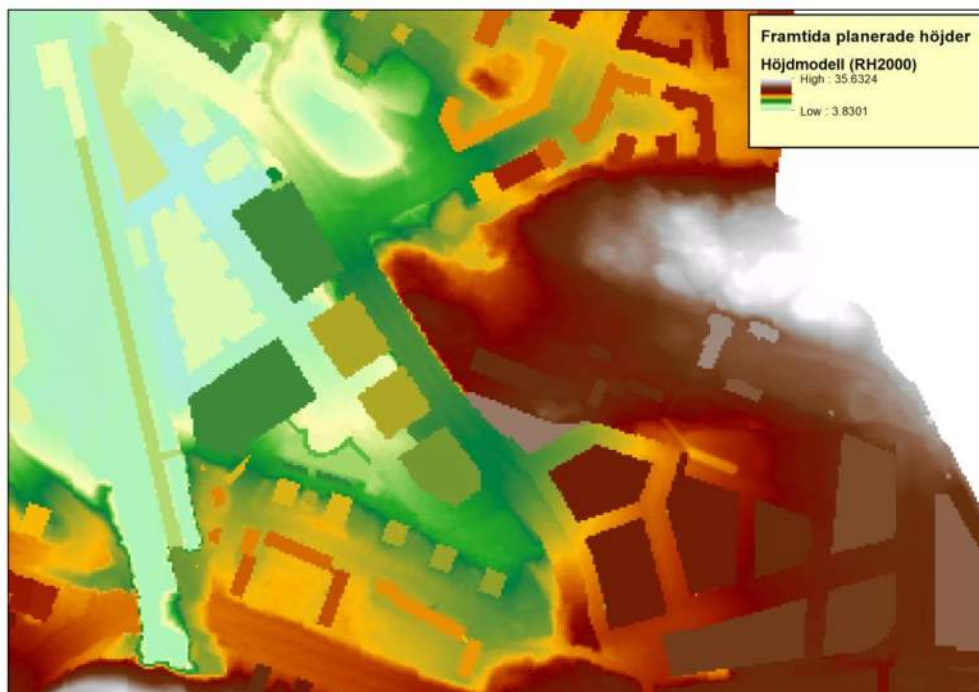
4.4

Höjdmodell

Ett scenario med befintliga markhöjder har simulerats för att kunna utgöra ett jämförelsesscenario ("nollalternativ"), det vill säga för att kunna analysera konsekvenserna av den planerade exploateringen kring Gårdsvägen. Befintliga markhöjder baseras på Lantmäteriets nationella höjdmodell "GSD-höjddata, grid 2+" och har en upplösning på 2x2 m i horisontalplanet. Nollalternativet inkluderar planerade byggnader och höjder inom Haga Norra då byggnation inom detta område redan har påbörjats. Skyfallsåtgärder inom Haga Norra har dock inte inkluderats i nollalternativet.

Framtida höjdmodell har utgått från befintlig höjdmodell där projekterade vägar, byggnader och skyfallsåtgärder har arbetats in i höjdmodellen i GIS. De projekterade vägarna innefattar Kolonnvägen och Gårdsvägen, och de planerade byggnader innefattar Kv Tygeln 1 & 3, Tömmaren 1 samt Stigbygeln 2, 3 och 5. Även planerad utformning av Lilla Frösunda samt framtida GC-väg söder om Kv Ballongberget 1 har inkluderats i höjdmodellen, se Figur 17.

Till följd av höjdmodellens upplösning på 2x2 m i horisontalplanet är det inte möjligt att få med markytans alla detaljer som kan tänkas bidra vid skyfall. För att modellen ska fungera som planerat har vissa justeringar gjorts. Exempelvis har en vall lagts in över Rättarvägen för att avleda vatten till Fröparken, vilket projekterad väg kommer göra. Vallen bidrar inte till någon fördröjningsvolym, utan enbart till att det underjordiska magasinet i Fröparken fylls som planerat. Detta gäller även Almagatan där delar av vägen i höjd med Wijnbladsparken ska avvattnas till Wijnbladsparken men inte gör det till följd av höjdmodellens upplösning.



Figur 17: Framtida höjder, byggnader och ytliga skyfallsåtgärder kring Gårdsvägen och Haga Norra.

4.5 Underjordiska skyfallslösningar

Samtliga underjordiska magasin som presenteras i kapitel 3 har inkluderats i ledningsnätmodellen. Det underjordiska magasinet i Fröparken har beskrivits som en "Basin" i MIKE URBAN, medan övriga magasin (inklusive igensatt GC-tunnel vid Lilla Frösunda) beskrivits som rörmagasin av modelltekniska skäl. Syftet med att inkludera magasinen har varit att säkerställa att rätt fördröjningsvolym finns beskriven i modellen, medan exakt utformning och funktion har bedömts vara sekundärt.

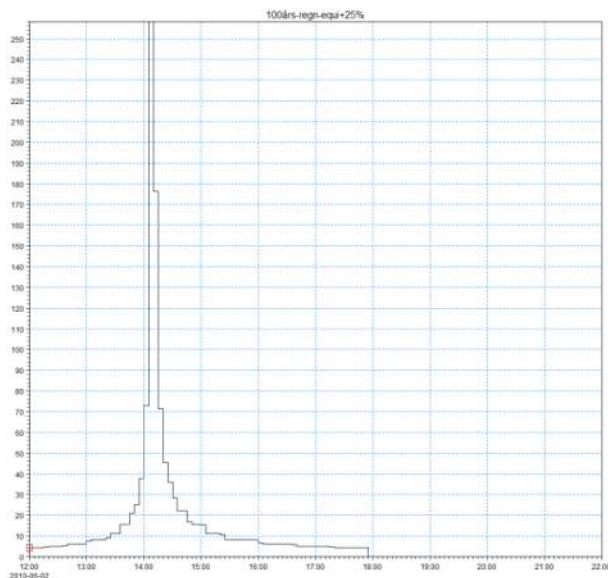
De underjordiska magasinen har i modellen inte kopplats till övrigt ledningsnät, utan de har enbart fyllts via ytliga inflöden och har inte haft någon form av avtappning. Om magasinen utformas med självfallsavtömning till ledningsnätet är det viktigt att de även förses med avstängning för avtömning när vattnet runnit

igenom i ledningsnätet. Detta skulle säkerställa att magasinen inte bidrar till höga trycknivåer i övriga ledningsnätet vid skyfall.

4.6 Regn

Simuleringarna har utförts med ett fiktivt 100-årsregn med en klimatkfaktor på 1,25 av typen CDS (Chicago Design Storm) framtaget med Dahlström metodik i enlighet med Svenskt Vattens publikation P104. 100-årsregnet har en total varaktighet på 6 timmar, centralblock på 5 minuter och en maximal regnintensitet på 258 mm/h. Total nederbörds mängd under regnscenariot uppgår till ca 105 mm, se Figur 18.

Efter de första 6 timmarna har simuleringen pågått ytterligare 4 h för att säkerhetsställa att större vattenrörelser avstannat och maximala översvämningsdjup uppnåtts. Den totala simuleringstiden är således 10 h. Regnet har belastats direkt på markytan istället för MIKE URBANS avrinningsområden.



Figur 18: CDS-regn som använts i simuleringen. Återkomsttiden är 100 år med en klimatkfaktor på 1,25. Y-axeln redovisar nederbördsintensitet (mm/h), medan X-axeln redovisar tid.

4.7 Infiltration

Den infiltration som kan ske i genomsläppliga ytor (grönytor) i den här utredningens modell grundar sig på den metodik som togs fram vid upprättandet av Stockholms stads skyfallsmodell. Infiltrationen har inkluderats genom en så kallad infiltrationsmodul som beaktar de parametrar som presenteras nedan och i Tabell 1. Då infiltration vid skyfall är starkt beroende av lokala förutsättningar som är svåra att förutse har metodiken framtagen av Stockholms stad justerats i denna utredning för att få ett mer konservativt resultat med större säkerhetsmarginal. För mer detaljerad information om infiltrationsmodulen och

dess antaganden hänvisas till Stockholm stads skyfallsmodellsrapport (SVOA, 2018).

4.7.1 Infiltrationshastighet

Infiltrationshastighet genom det översta jordlagret antas vara konstant över samtliga grönytor (baserat på Naturvårdsverkets Nationella Marktäckedata), även om infiltrationshastigheten i verkligheten varierar stort. Ingen infiltration sker på hårdgjorda ytor. Infiltrationshastigheten baseras enligt Stockholm stad på värden från litteraturen samt på kalibrering av skyfallet i Malmö 2014 som DHI utfört.

4.7.2 Översta jordlagrets mäktighet

Det översta jordlagrets mäktighet antas vara konstant (0,3 m) i modellen, medan den i verkligheten varierar.

4.7.3 Översta jordlagrets porositet

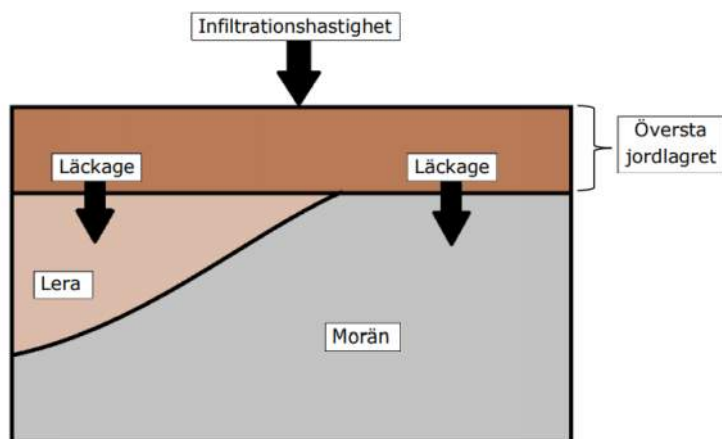
Porositeten antas vara konstant i modellen, men varierar i verkligheten beroende på typ av jordart.

4.7.4 Läckagehastighet

Avser den hastighet som vatten kan perkolera från översta jordlagret till de underliggande jordarterna, vilken varierar beroende på jordart. De underliggande jordarterna inom modellen har differentierats från SGU:s jordartskarta.

4.7.5 Initialt vatteninnehåll

Det initiala vatteninnehållet avser mättnadsgraden i de olika jordarterna vid simuleringens början. I denna utredning har mättnadsgraden för samtliga jordarter satts till 100% vilket skiljer sig från Stockholms stads skyfallsmodell. I verkligheten är det troligt att mättnadsgraden är lägre, men värdet har valts då det leder till att en mindre mängd vatten infiltrerar vilket ger en säkerhetsmarginal. Schematisk exempelbild visas i Figur 19 och parametrar för infiltrationsmodulen visas i Tabell 1.



Figur 19: Schematisk exempelbild över infiltrationsmodulens olika delar.

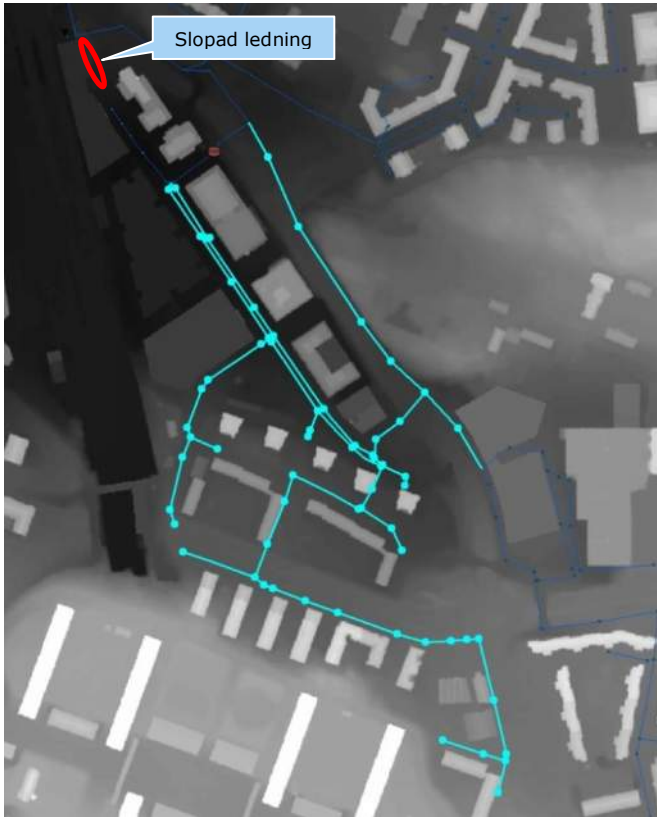
Tabell 1. Parametervärden som använts i infiltrationsmodulen.

	Grönytor		Hårdgjorda ytor		
Infiltrationshastighet (mm/h)	36		0		
Porositet (%)	40		40		
Mäktighet (m)	0,3		0,3		
	Grus, sand, åsmaterial	Morän och växtlagring	Organisk jord	Silt och lera	Berg i dagen
Läckagehastighet (mm/h)	360	36	3,6	0,36	0
Initialt vatteninnehåll (%)	100	100	100	100	100

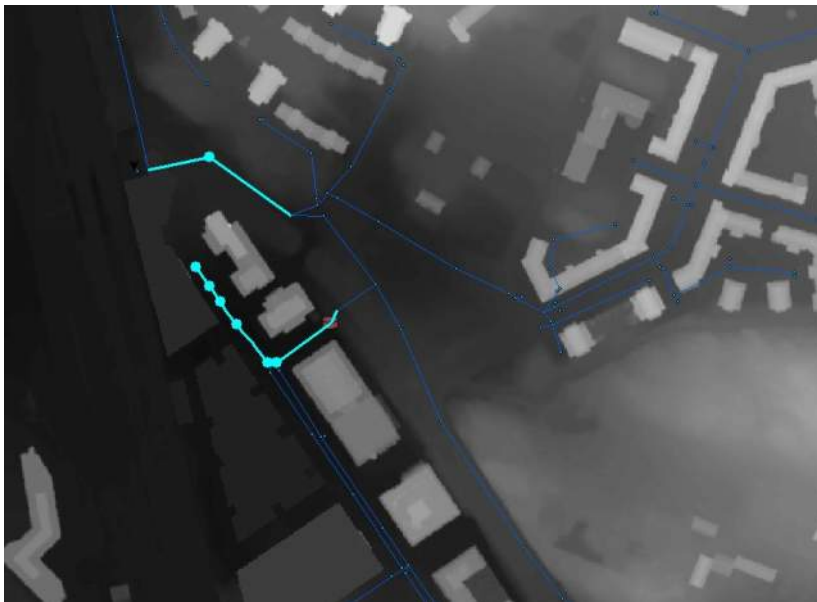
4.8

Ledningar

Befintliga ledningar inom studieområdet baseras på de ledningar som inkluderats i den erhållna MIKE URBAN-modellen. Vissa sträckor har dock justerats då de förändrats sedan modellen upprättades. I Figur 20 presenteras de ledningar och brunnar som uppdaterats i aktuell modell. Uppdateringen inkluderar vattengångar, ledningsdimensioner och sträckning. Vissa ledningssträckor saknar uppgift om vattengångar, varpå de har antagits och interpolerats fram. Interpolerade och antagna ledningssträckor presenteras i Figur 21.



Figur 20: Ledningar och brunnar inlagda/uppdaterade utifrån underlagsfilerna Solna station dag.dwg och Gårdsvägen VA.dwg markerade med ljusblått.



Figur 21: Ledningssträckor med bristande information om vattengång markerade med ljusblått.

4.9 Dagvattenpumpstation vid Gårdsvägen

I den erhållna modellen från Solna Vatten var pumpstationen placerad i norra änden av Gårdsvägen. Pumpstationen har i denna utredning placerats på den plats där den i verkligheten har anlagts mellan Kv Stigbygeln 5 och 6. Maximal pumpkapacitet uppgår till 1100 l/s. Start- och stoppnivå finns dokumenterad i Tyréns rapport PM pumpstation Gårdsvägen 20150421.pdf. Nivåerna är enligt rapporten preliminära. Nivåerna har i modellen utgått från rapportens relativa start- och stoppnivåer till sumpbotten, och justerats efter pumpritningarnas angivna sumpbotten. Pumpsumpen har en volym på cirka 80 m³.

Tabell 2. Inlagda parametrar för de tre olika pumparna i Gårdsvägens pumpstation.

Pump	Startnivå	Stoppnivå	Kapacitet
Pump_Gårdsvägen_P1	+2,35 m	+0,55 m	550 l/s
Pump_Gårdsvägen_P2	+2,75 m	+0,55 m	350 l/s
Pump_Gårdsvägen_P3	+3,15 m	+0,55 m	200 l/s

4.10 Järnväg

I Lantmäteriets höjdmödel representeras järnvägen med ballastens högsta nivå, och tar således in höjd för att vatten kan brädda in från omgivande mark till järnvägens ballast på en lägre nivå. För att ta höjd för detta har ballastens hålrum representerats i modellen som ett 500 m långt magasin längs med Solna station. Enligt uppgift från Golder Associates har ballasten ett djup på 0,6 m. Ballasten har antagits ha en porositet på 30%, varpå spårets verkliga bredd reducerats till 30%. I modellen representeras därför porositeten som en enda volym, istället för ett nätverk av små sammanhängande hålrum. Ballastens råhet har satts till ett relativt lågt Manningstal på 9 för att efterlikna den tröghet ballasten utövar på flödena. Ett dynamiskt utbyte mellan markytan och ballasten sker på 6 platser där översvämning uppstår. I norra delen av modellerad ballast finns ett fiktivt utlopp.

4.11 Resultat och diskussion

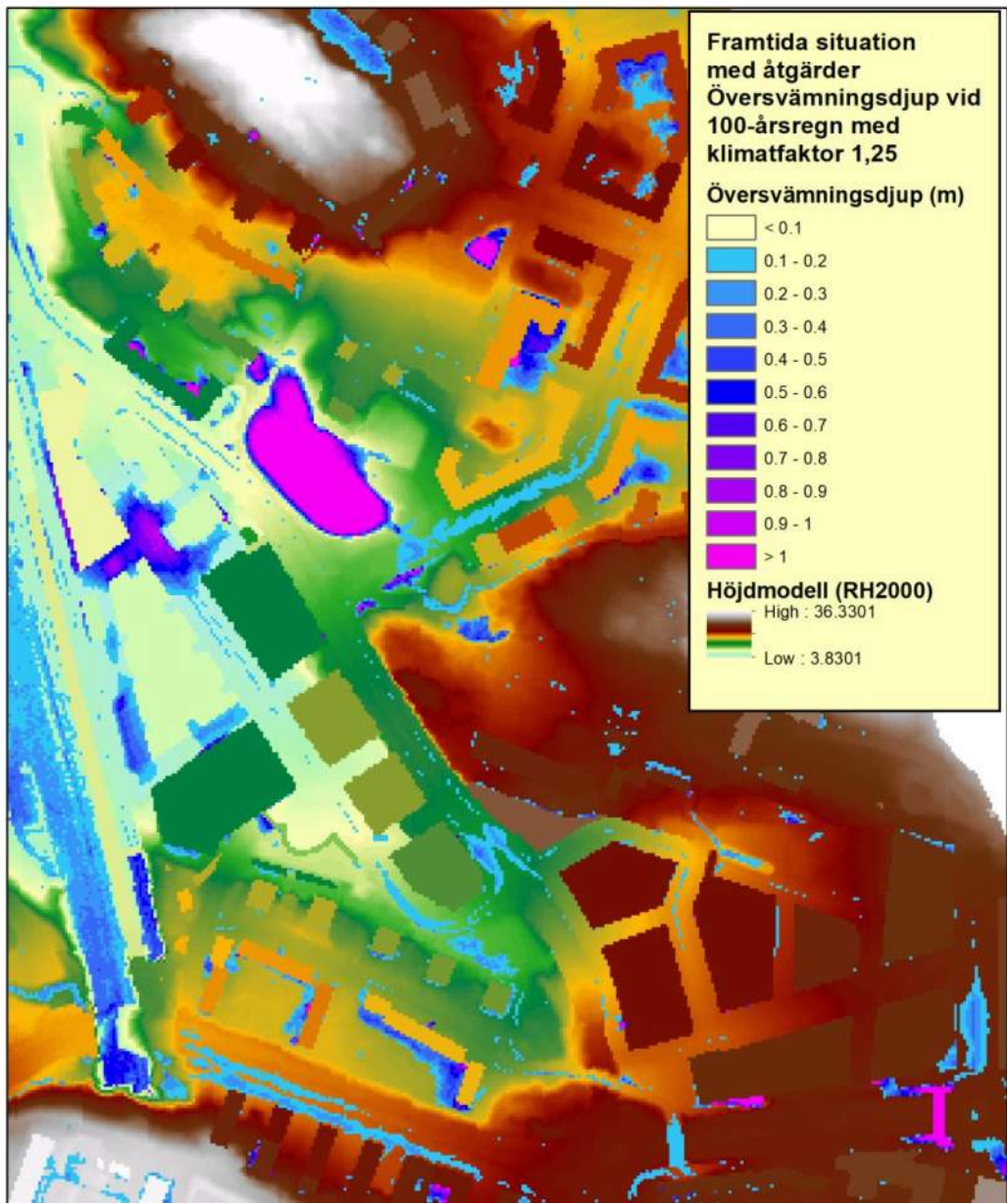
4.11.1 Befintlig situation

Golder visar i sin skyfallsutredning, daterad 2020-10-17, ett översiktligt resultat som beskriver att det lokala dagvattensystemet för området inte räcker till för skyfallshantering. Gårdsvägen är en befintlig lågpunkt som beräknas översvämmas vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25, med en maximal vattennivån på cirka +5,72 m.

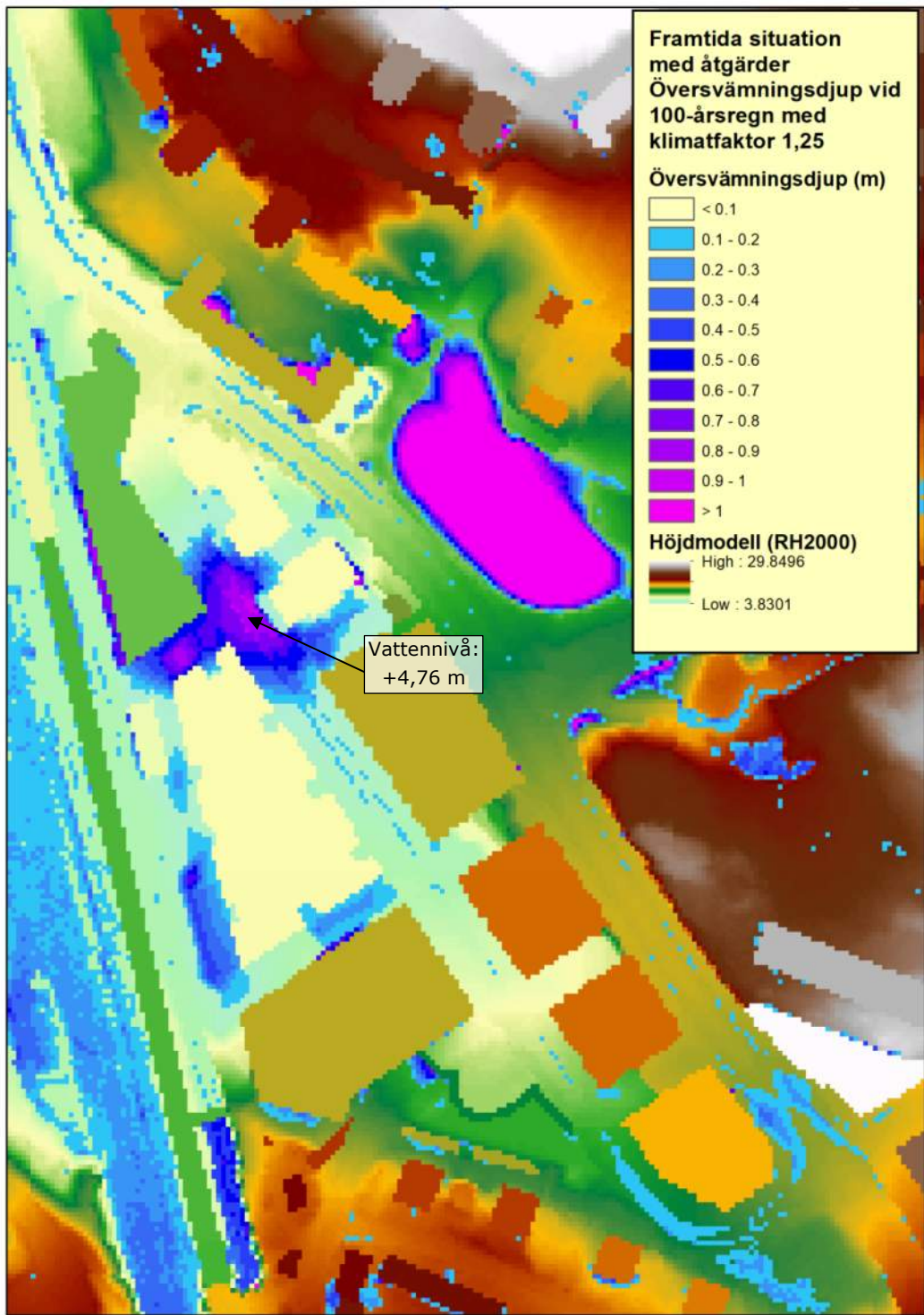
4.11.2 Framtida situation med åtgärder

I Figur 22 och Figur 23 presenteras beräknat maximalt översvämningsdjup vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 inom området kring Gårdsvägen, Lilla Frösunda och Haga Norra. Det bör noteras att de maximala vattendjupen inte nödvändigtvis inträffar vid samma tidpunkt, utan resultatet är en sammanställning av alla maximala vattendjup under simuleringsperioden.

Inom Gårdsvägens lågpunkt visar resultatet på att den maximala vattennivån uppgår till +4,76 m vilket är cirka 1 m lägre jämfört med befintlig situation. Vattennivån leder till ett generellt vattendjup på ca 0,5 m blir stående mot delar av Tygeln 1:s fasad. Översvämningen bedöms delvis uppstå till följd av att Gårdsvägen är ett instängt område som förlitar sig på ledningsnätet och dagvattenpumpstationen för att tömmas på inkommande vatten. Vid regn med hög regnintensitet riskerar därför inflödet till lågpunkten att bli högre än pumpstationens kapacitet, varpå vattennivån stiger och översvämningen uppstår. Genom anläggande av föreslagna skyfallsåtgärder (magasin och dammar) fördröjs och minskar inflödet till Gårdsvägen vilket leder till en lägre översvämningsnivå jämfört med befintlig situation och framtida situation utan åtgärder.

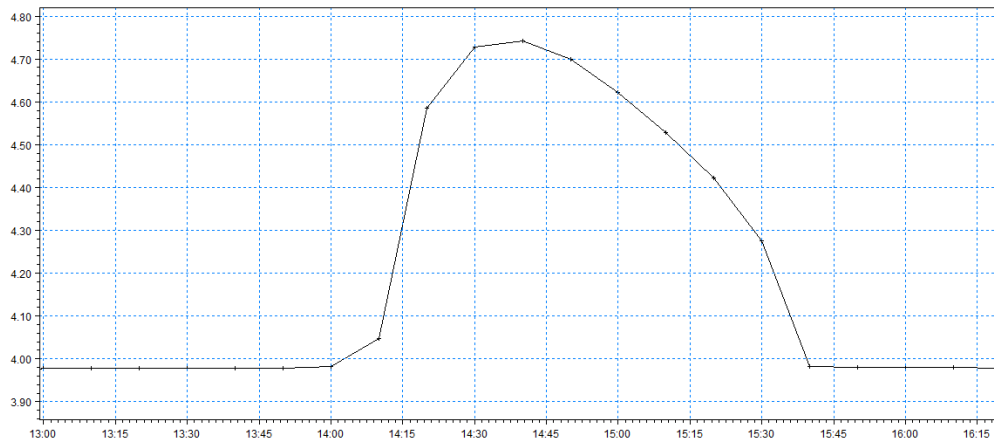


Figur 22: Beräknat maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 för framtida situation med åtgärder.



Figur 23: Beräknat maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 för framtida situation med åtgärder.

I Figur 24 redovisas hur den beräknade vattennivån inom Gårdsvägens lågpunkt varierar över tid vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Resultatet visar att översvämningen uppträder under cirka 1 timme och 45 minuter, med en vattennivå överstigande +4,6 m under cirka 45 minuter.



Figur 24: Beräknad vattennivå över tid inom Gårdsvägens lågpunkt vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25.

4.12

Osäkerheter

Syftet med en skyfallsmodell är att efterlikna de verkliga förhållandena vid ett skyfall, men modellen kan aldrig fullständigt återspegla den verkliga situationen då ett stort antal komplexa parametrar påverkar situationen vid skyfall.

En av osäkerheterna kopplade till den framtagna modellen bedöms vara infiltrationen. Vid skyfall är infiltrationshastigheten ofta begränsad och varierar till stor del av lokala markförhållanden vilket inte återspeglas i modellens infiltrationsmodul. Infiltrationsmodulen har dock justerats i denna utredning jämfört med Stockholms stads metodik för att ge en större säkerhetsmarginal.

I modellen har dagvattenpumpstationen vid Gårdsvägen antagits fungera under hela simuleringsperioden. Vid skyfall finns det dock alltid en risk att pumparna stannar till följd av elavbrott eller att den sätts igen av skräp och bråte. Det finns även en risk att gallerbrunnar sätts igen vilket leder till att vatten inte kan ta sig in i ledningsnätet.

Regnets varaktighet kan spela roll i hur omfattande översvämningen blir inom ett instängt område. Ju längre regnet är desto mer omfattande riskerar översvämningen att bli i utbredning och djup. Samtidigt ökar sannolikheten för ledningsnätets förmåga att avleda dagvattnet vid längre varaktigheter då regnets intensitet avtar med ökad varaktighet.

Höjdmoddellens upplösning påverkar även detaljeringsgraden vilket leder till viss osäkerhet. Höjdmoddellen har i denna utredning en upplösning på 2x2 m vilket

medför att mindre topografiska hinder så som murar och kantstenar inte alltid finns representerade.

5. Drift och underhåll

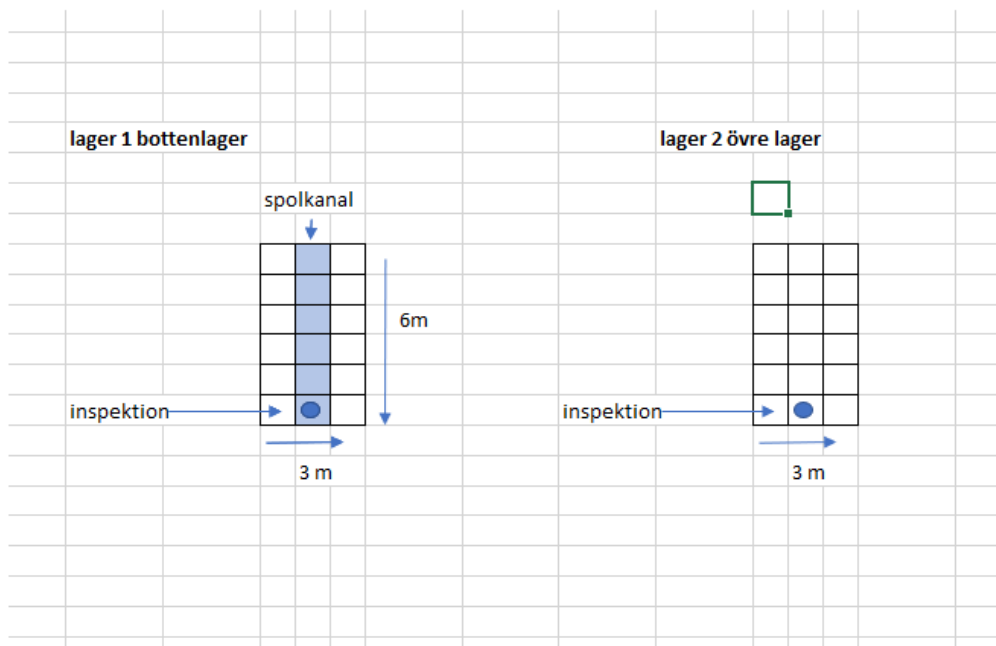
5.1 Drift- och underhållsåtgärder Mathildatorget, Wijnbladsparken, Tygeln 1 och Tygeln 3

Inlopp: i och med att bräddningen sker i dagvattenbrunnar kommer normal skötsel av dessa krävas, det vill säga normal dagvattenbrunns driftsfrekvens. Sen tillkommer extra tillsyn i samband med stor nederbörd.

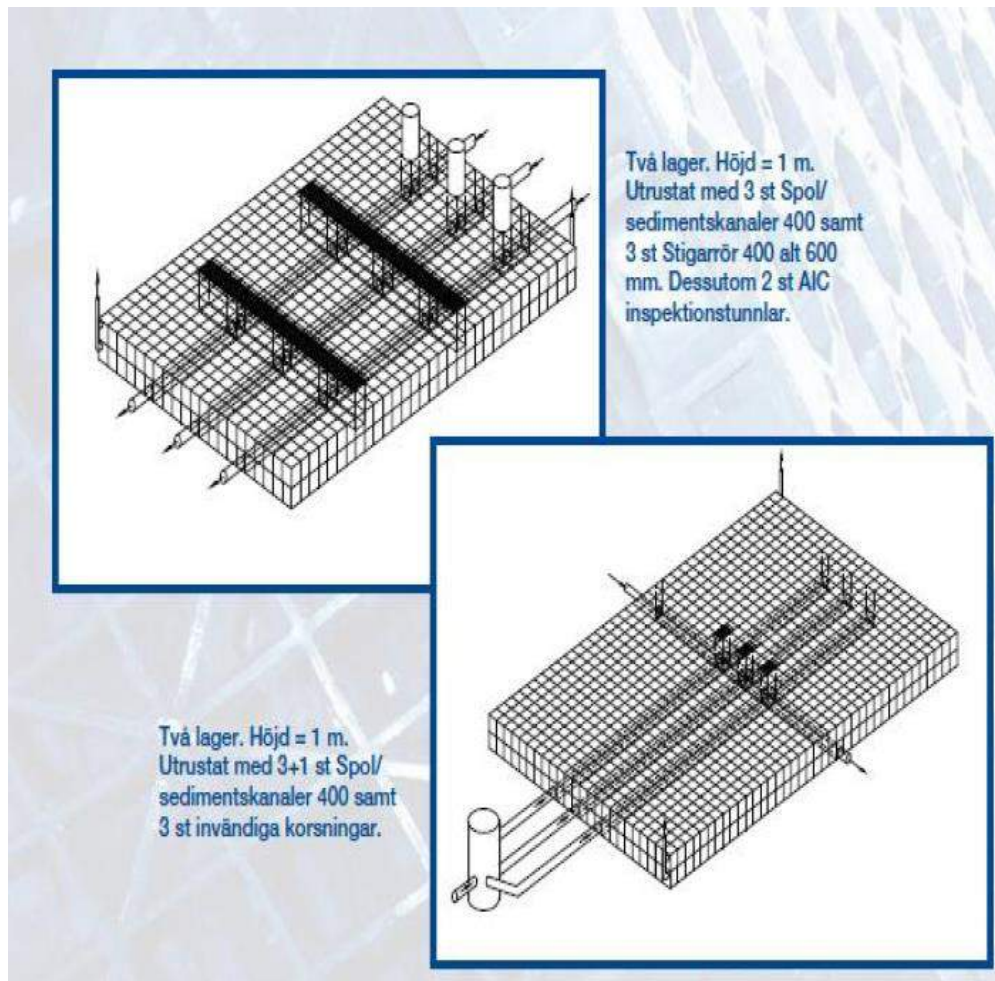
Tömning: alternativ för tömning av magasinen är självfallstömning eller tömning med pump. Självfallstömning i Mathildatorget kräver stora, grunda magasiner. Självfallstömning i Wijnbladsparken är endast möjligt mellan magasinen. Utloppen förbereds med brunn som är tillräckligt stor för placering av läns pump.

Kassettbyte: möjliggörs genom kontroll i detaljprojekteringen så att schakter kan fungera utan att till exempel grundläggningar påverkas.

Sediment: Kassettmagasinen utformas med en eller flera spolkanaler i botten för att underlätta spolning och slamsugning, se Figur 25 och Figur 26. Det ska vid vanligt förekommande regn inte brädda vatten till magasinen. Därför innebär driften årlig inspektion, medan spolning och slamsugning endast behöver göras i samband med större nederbörd.



Figur 25: Leverantörens principbild över spolkanaler i magasinet.



Figur 26: Leverantören bygger in spolkanaler på två håll på så stora magasin samt inspektionsmöjligheter ovan. Man brukar rekommendera minst en inspektion per kanal på så stora magasin.

5.2 Rein investeringsbehov, lösningens livslängd



Enligt svar från kontakt med leverantör:

Materialet är tredjeparts testat för en livstid på plus 50 år. Täckningen på magasinerna för tung trafik (E600 eller SLW 60) är minst 60 cm. Max installationshöjd 5 m.

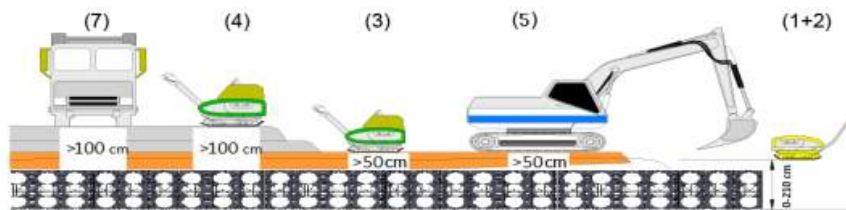
Leverantören har inte haft några oegentligheter gällande så stora magasin, man har levererat flertalet i de aktuella storlekarna och även betydligt större. Det är dock extremt viktigt med information till entreprenören om exakt hur magasinet skall läggas samt om hur material ska packas runt om och över magasinerna, se Figur 27 för återfyllningsskiss och exempel på installationsanvisning. Stabiliteten kan också säkerställas genom tillägg av sidopaneler för extra stabilitet.

Belastningstabell vid återfyllning av PiVoid XL -magasin.

OBS! ENBART MINDRE FRAKTIONER max 16-32, SOM KRINGLIGGANDE LAGER RUNT KASSETTEN! (Ca 20 cm).

Höjdangivelse	Belastning/tillåten utrustning										
0-50 cm mätt från botten av grop I samband med återfyllning av magasinets sidor	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Vibroplatta för kompaktering:</td></tr> <tr><td>Max vikt:</td><td>ca 100 Kg</td></tr> <tr><td>Format på platta:</td><td>380 mm x 500 mm</td></tr> <tr><td>Vibrationskraft:</td><td>12 kN</td></tr> <tr><td>Vibrationsfrekvens:</td><td>85 Hz</td></tr> </table>  1	Vibroplatta för kompaktering:		Max vikt:	ca 100 Kg	Format på platta:	380 mm x 500 mm	Vibrationskraft:	12 kN	Vibrationsfrekvens:	85 Hz
Vibroplatta för kompaktering:											
Max vikt:	ca 100 Kg										
Format på platta:	380 mm x 500 mm										
Vibrationskraft:	12 kN										
Vibrationsfrekvens:	85 Hz										
>50 cm mätt från botten av grop I samband med återfyllning av magasinets sidor	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Vibroplatta för kompaktering:</td></tr> <tr><td>Max vikt:</td><td>ca 255 Kg</td></tr> <tr><td>Format på platta:</td><td>600 mm x 800 mm</td></tr> <tr><td>Vibrationskraft:</td><td>35 kN</td></tr> <tr><td>Vibrationsfrekvens:</td><td>80 Hz</td></tr> </table>  2	Vibroplatta för kompaktering:		Max vikt:	ca 255 Kg	Format på platta:	600 mm x 800 mm	Vibrationskraft:	35 kN	Vibrationsfrekvens:	80 Hz
Vibroplatta för kompaktering:											
Max vikt:	ca 255 Kg										
Format på platta:	600 mm x 800 mm										
Vibrationskraft:	35 kN										
Vibrationsfrekvens:	80 Hz										
0-50 cm mätt från toppen av magasinet I samband med återfyllning av magasinets topp	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Vibroplatta för kompaktering:</td></tr> <tr><td>Max vikt:</td><td>ca 100 Kg</td></tr> <tr><td>Format på platta:</td><td>380 mm x 500 mm</td></tr> <tr><td>Vibrationskraft:</td><td>12 kN</td></tr> <tr><td>Vibrationsfrekvens:</td><td>85 Hz</td></tr> </table>  1	Vibroplatta för kompaktering:		Max vikt:	ca 100 Kg	Format på platta:	380 mm x 500 mm	Vibrationskraft:	12 kN	Vibrationsfrekvens:	85 Hz
Vibroplatta för kompaktering:											
Max vikt:	ca 100 Kg										
Format på platta:	380 mm x 500 mm										
Vibrationskraft:	12 kN										
Vibrationsfrekvens:	85 Hz										
Från 50 cm mätt från toppen av magasinet I samband med återfyllning av magasinets topp	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Vibroplatta för kompaktering:</td></tr> <tr><td>Max vikt:</td><td>ca 400 Kg</td></tr> <tr><td>Format på platta:</td><td>450 mm</td></tr> <tr><td>Vibrationskraft:</td><td>59 kN</td></tr> <tr><td>Vibrationsfrekvens:</td><td>65 Hz</td></tr> </table>  3	Vibroplatta för kompaktering:		Max vikt:	ca 400 Kg	Format på platta:	450 mm	Vibrationskraft:	59 kN	Vibrationsfrekvens:	65 Hz
Vibroplatta för kompaktering:											
Max vikt:	ca 400 Kg										
Format på platta:	450 mm										
Vibrationskraft:	59 kN										
Vibrationsfrekvens:	65 Hz										
Från 100 cm mätt från toppen av magasinet I samband med återfyllning av magasinets topp	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Vibroplatta för kompaktering:</td></tr> <tr><td>Max vikt:</td><td>ca 760 Kg</td></tr> <tr><td>Format på platta:</td><td>700 mm</td></tr> <tr><td>Vibrationskraft:</td><td>100 kN</td></tr> <tr><td>Vibrationsfrekvens:</td><td>56 Hz</td></tr> </table>  4	Vibroplatta för kompaktering:		Max vikt:	ca 760 Kg	Format på platta:	700 mm	Vibrationskraft:	100 kN	Vibrationsfrekvens:	56 Hz
Vibroplatta för kompaktering:											
Max vikt:	ca 760 Kg										
Format på platta:	700 mm										
Vibrationskraft:	100 kN										
Vibrationsfrekvens:	56 Hz										
Från 50 cm mätt från toppen av magasinet När återfyllning av magasinets topp har kompakterats	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Larvmaskin för flyttning av massor</td></tr> <tr><td>Max vikt:</td><td>20 ton</td></tr> <tr><td>Yttryck:</td><td><5 kN/m²</td></tr> </table>  5	Larvmaskin för flyttning av massor		Max vikt:	20 ton	Yttryck:	<5 kN/m ²				
Larvmaskin för flyttning av massor											
Max vikt:	20 ton										
Yttryck:	<5 kN/m ²										
Från 70 cm mätt från toppen av magasinet När återfyllning av magasinets topp har kompakterats	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Hjulfordon för flyttning av massor</td></tr> <tr><td>Max hjullast (även vid tipping):</td><td>4 ton</td></tr> <tr><td>Yttryck:</td><td>6,7 kN/m²</td></tr> </table>  6	Hjulfordon för flyttning av massor		Max hjullast (även vid tipping):	4 ton	Yttryck:	6,7 kN/m ²				
Hjulfordon för flyttning av massor											
Max hjullast (även vid tipping):	4 ton										
Yttryck:	6,7 kN/m ²										
Från 100 cm mätt från toppen av magasinet När återfyllning av magasinets topp har kompakterats	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Hjulfordon för flyttning av massor</td></tr> <tr><td>Max hjullast (även vid tipping):</td><td>6,5 ton</td></tr> <tr><td>Yttryck:</td><td>16,7 kN/m²</td></tr> </table>  7	Hjulfordon för flyttning av massor		Max hjullast (även vid tipping):	6,5 ton	Yttryck:	16,7 kN/m ²				
Hjulfordon för flyttning av massor											
Max hjullast (även vid tipping):	6,5 ton										
Yttryck:	16,7 kN/m ²										

OBSERVERA! Vid kompaktering skall endast punktbelastande vibrationsutrustning enl. ovan användas. Tyngre utrustning eller vibrationsvärlar är ej att rekommendera. Vridande punktbelastning, t.ex att stillastående vrida på lastbils styrhjul medför även det att tillåten belastning riskerar att överskridas.



Figur 27: Leverantörens anvisningar gällande belastning.

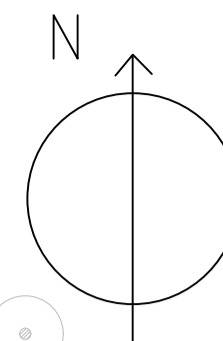
5.3

Drift- och underhållsåtgärder Lilla Frösunda

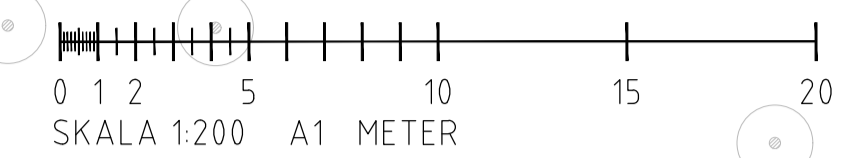
Drifts- och underhållsåtgärder är ej studerade av Ramboll.

- 5.4 **Drift- och underhållsåtgärder Gårdsvägen**
Drifts- och underhållsåtgärder framgår av Dagvattenutredning för detaljplan Gårdsvägen

- 5.5 **Drift- och underhållsåtgärder Fröparken**
Drifts- och underhållsåtgärder se funktion Mathildatorget/ Wijnbladsparken ovan.



- RINNVÄG
- KOPPLAS TILL LEDNINGSNÄTET
- KOPPLAS TILL DIKET
- KOPPLAS TILL UNDERJORDISKT MAGASIN
- BRUNN
- UTLOPP



1

2

3

4

5

7

270 m³

350 m³

717 m³

350 m³

0/150 750 m³

ÖK+18.70
VG +17.8 (SKYFALL) -0.9
VG +17.1 (DVI) -1.6

ÖK+18.65
VG +16.93 (SKYFALL) -1.72
VG +16.47 (DVI) -2.18

ÖK+19.87
VG +18.15 (SKYFALL) -1.72
VG +17.69 (DVI) -2.18

ÖK+20.85
VG +19.13 (SKYFALL) -1.72
VG +18.67 (DVI) -2.18

RINNVÄG HANTERAS GENOM YTLIG
AVLEDNING MOT ÖSTRA DELEN AV DIKET I
SÖDER. HÖJDSÄTTNING SÄKERSTÄLLS I
DETALJPROJEKTERING

Hantera rinnväg 1,2 och delar av
av rinnväg 7

700 m³
OBS 2:1 SLÄNT FRÅN BOTTEN
+14.87 Botten magasin
+17.47 Ök Magasin
+16.87 Inlopp Magasin

INLOPP MAGASIN STYRS AV HÖJDEN PÅ
DEN LÄGSTA BRUNNEN KOPLAT TILL DEN
+15.35 Botten magasin 500 m³
+17.95 Ök Magasin
+17.35 Inlopp Magasin OBS 2:1 SLÄNT FRÅN BOTTEN

INLOPP MAGASIN STYRS AV HÖJDEN PÅ
DEN LÄGSTA BRUNNEN KOPLAT TILL DEN
1800 m³
OBS 2:1 SLÄNT FRÅN BOTTEN

ÖK+17.84
VG +16.94 (SKYFALL) -0.9
VG +16.24 (DVI) -1.6

ÖK+18.35
VG +17.45 (SKYFALL) -0.9

ÖK+18.68
VG +17.78 (SKYFALL) -0.9

ÖK+19.35
VG +18.45 (SKYFALL) -0.9

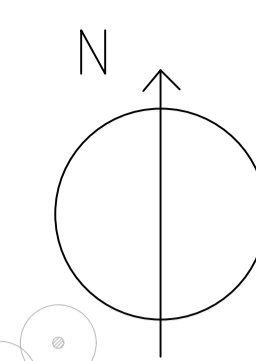
ÖK+20.02
VG +19.12 (SKYFALL) -0.9

TA BORT ETT TRÄPSTEG DÅ
INVEJ SKEVNING GER CA 20 CM
MINDRE HÖJDSKILLNAD PÅ
HÖGRA SIDAN

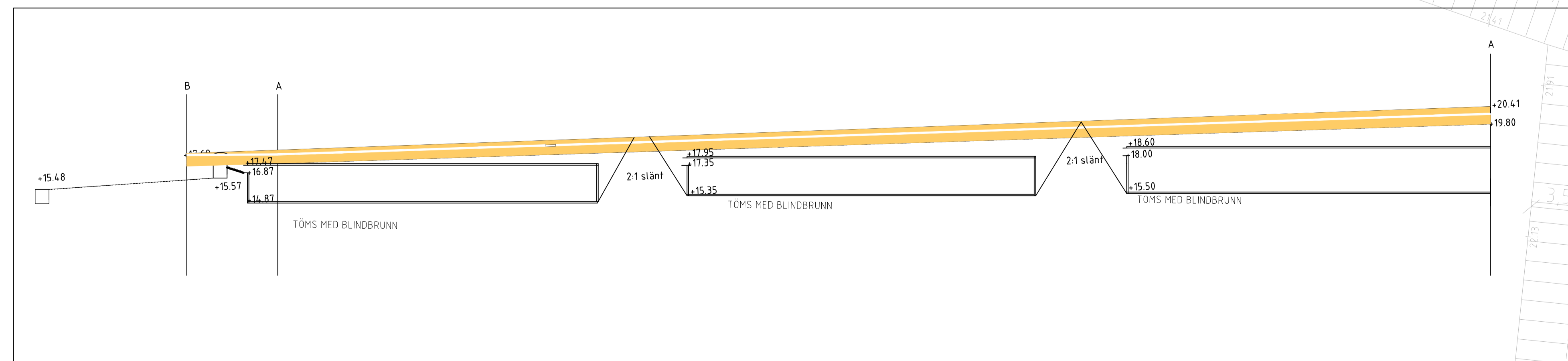
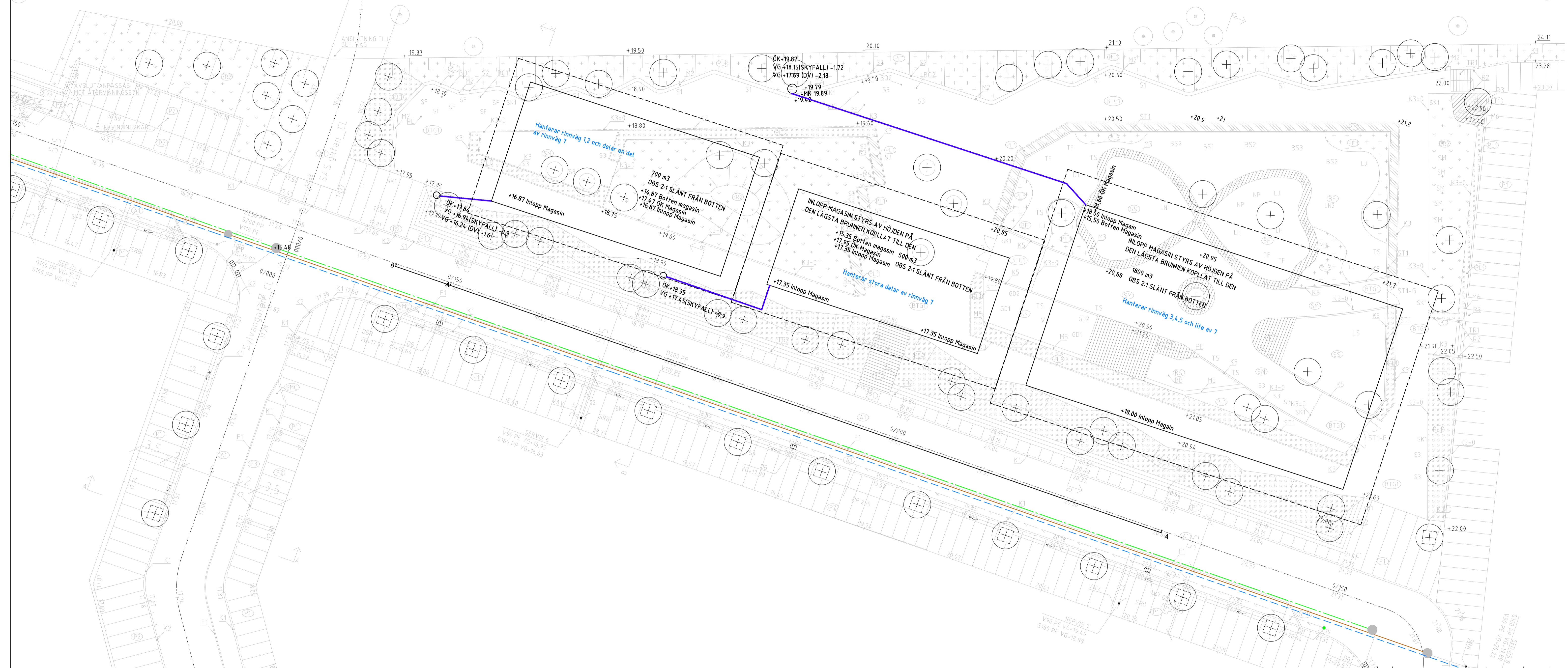
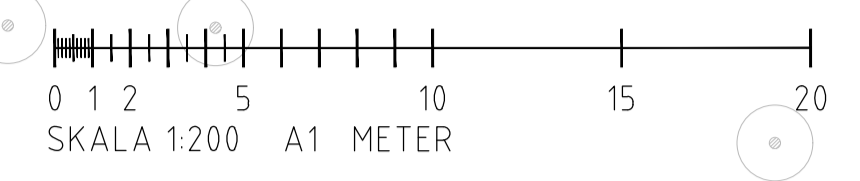
TRE TRÄPSTEG SÅNKER
BOTTEN CA 20 CM

Hantera rinnväg 3,4,5 och lite av 7

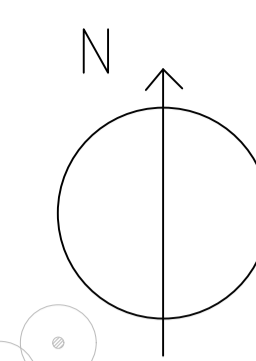
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
KONSULT		BESTÄLLARE		
UPPDRAG NR		RITAD/KONSTR AV	HANDLGGÄRE	
DATUM		GRANSKAD AV		
ÖVERSIKT				
SKALA	NUMMER			BET



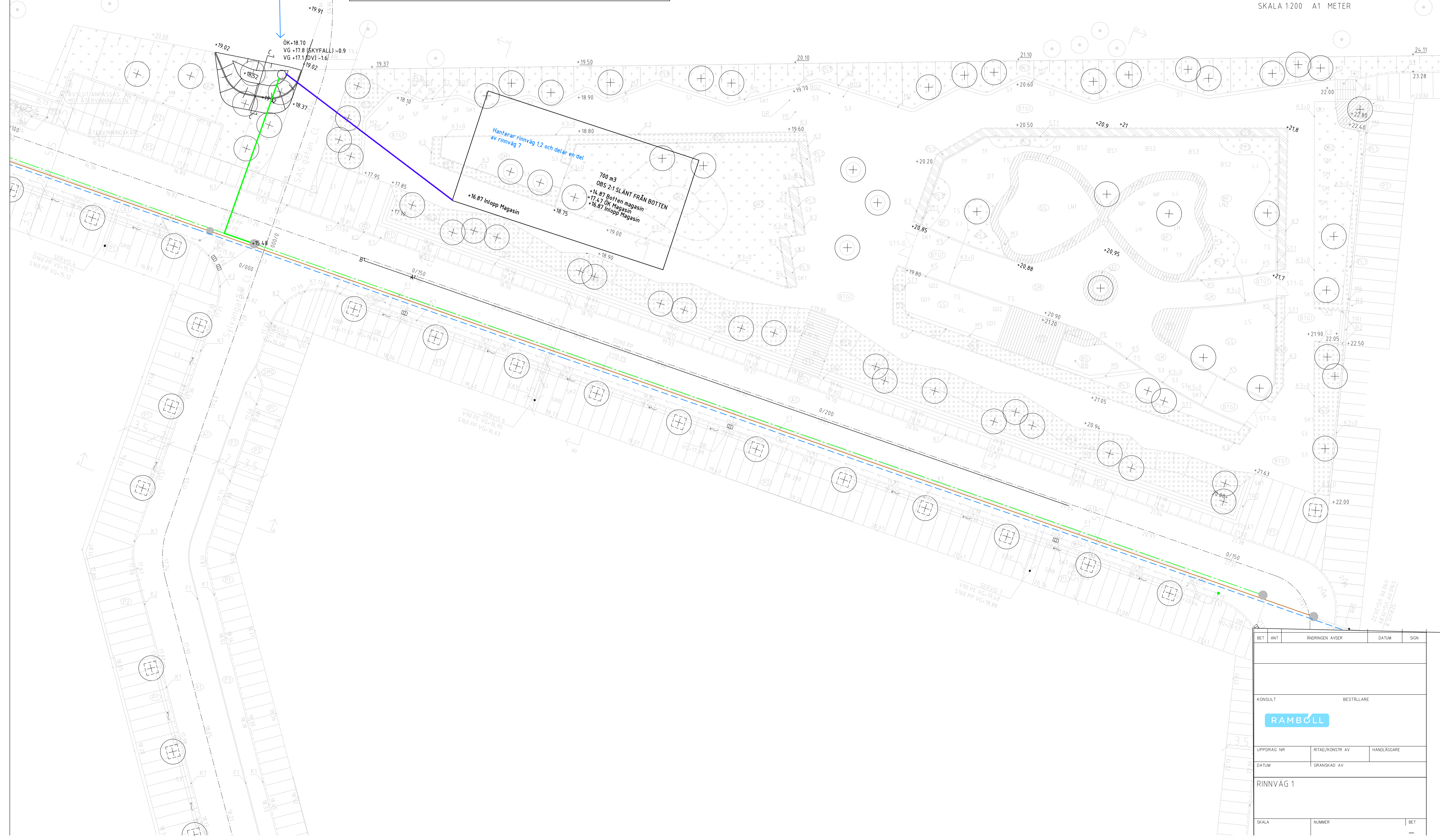
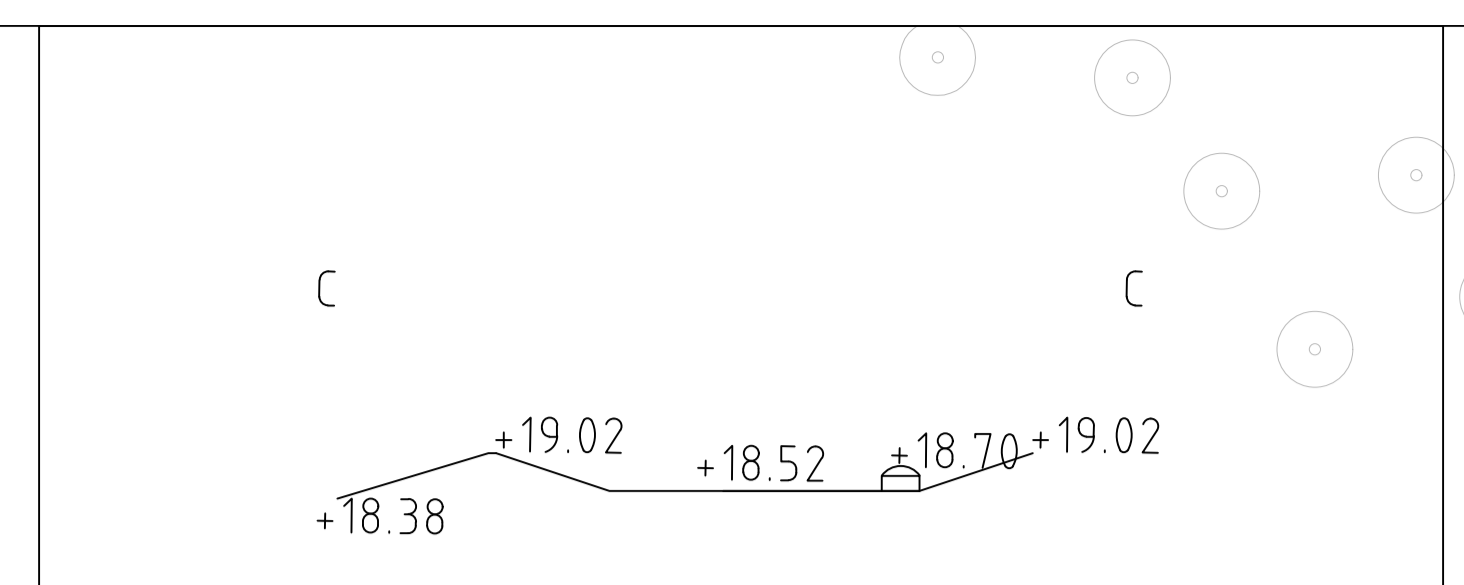
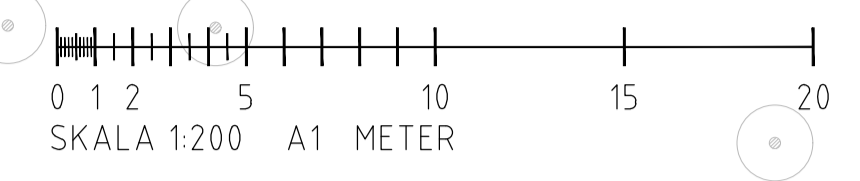
← RINNVÄG
← KOPPLAS TILL LEDNINGSNÄTET
← KOPPLAS TILL DIKET
← KOPPLAS TILL UNDERJORDSKT MAGASIN
← BRUNN
← UTLOPP



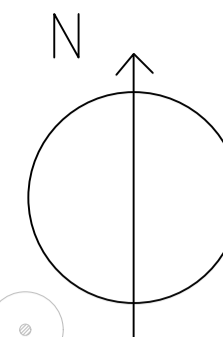
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
KONSULT		BESTÄLLARE		
RAMBOLL				
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLGGÄRE		
DATUM	GRANSKAD AV			
MAGASIN				
SKALA	NUMMER			BET



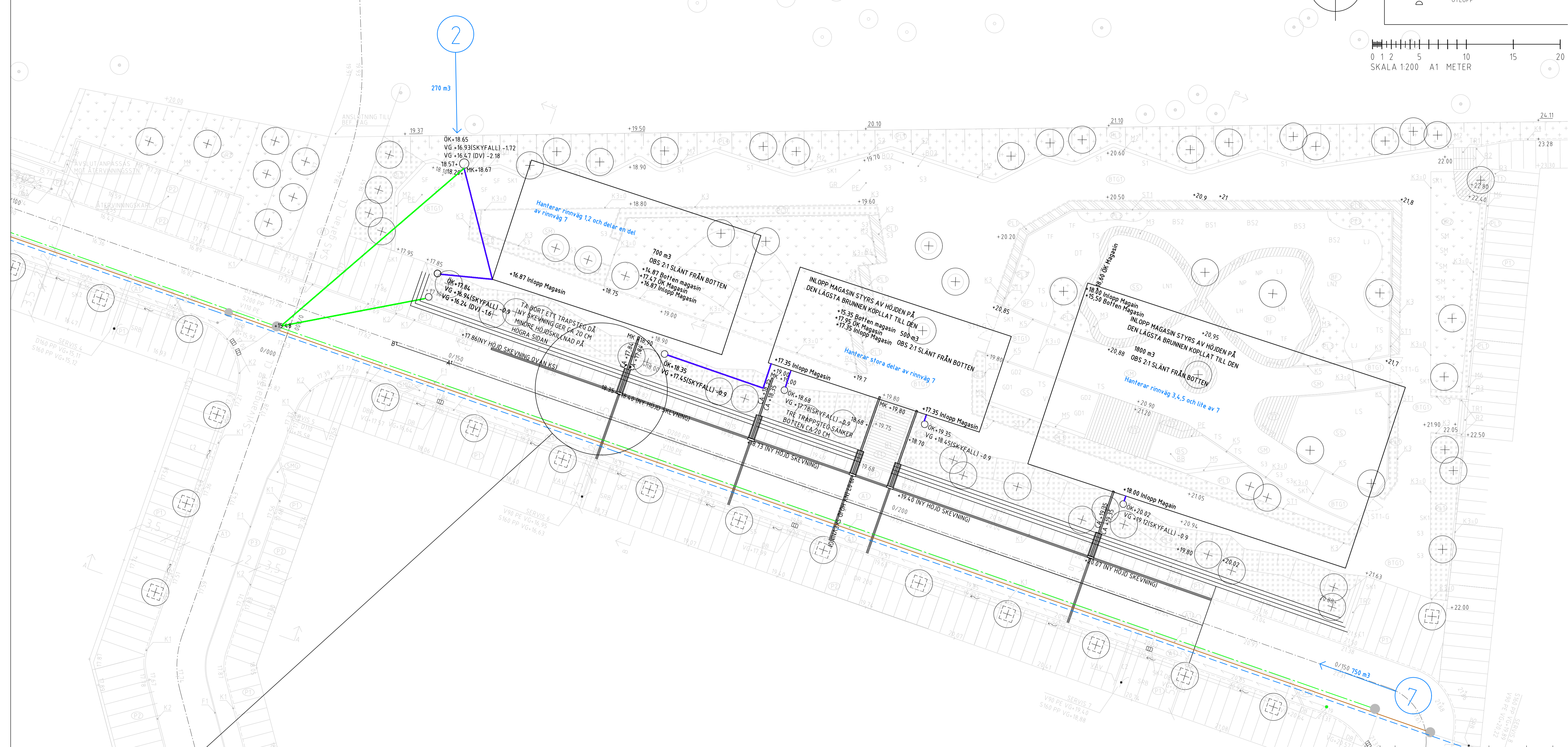
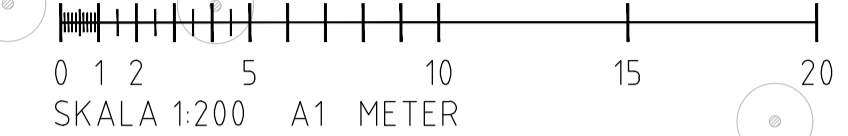
- RINNVÄG
- KOPPLAS TILL LEDNINGSNÄTET
- KOPPLAS TILL DIKET
- KOPPLAS TILL UNDERJORDISKT MAGASIN
- BRUNN
- UTLOPP



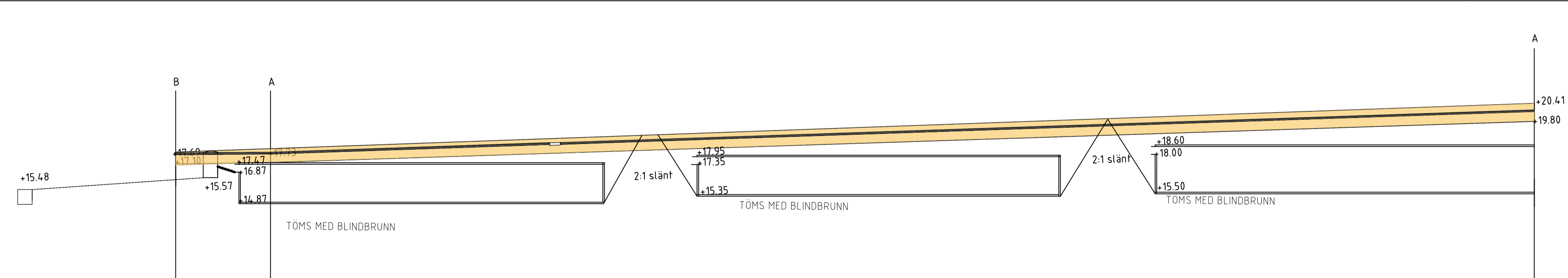
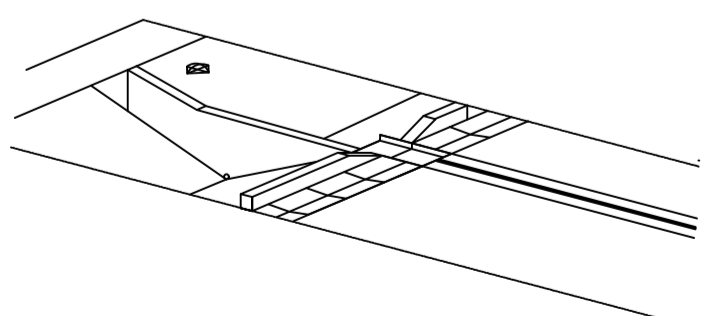
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
KONSULT		BESTÄLLARE		
RAMBOLL				
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLGGÄRE		
DATUM	GRANSKAD AV			
RINNVÄG 1				
SKALA	NUMMER	BET		



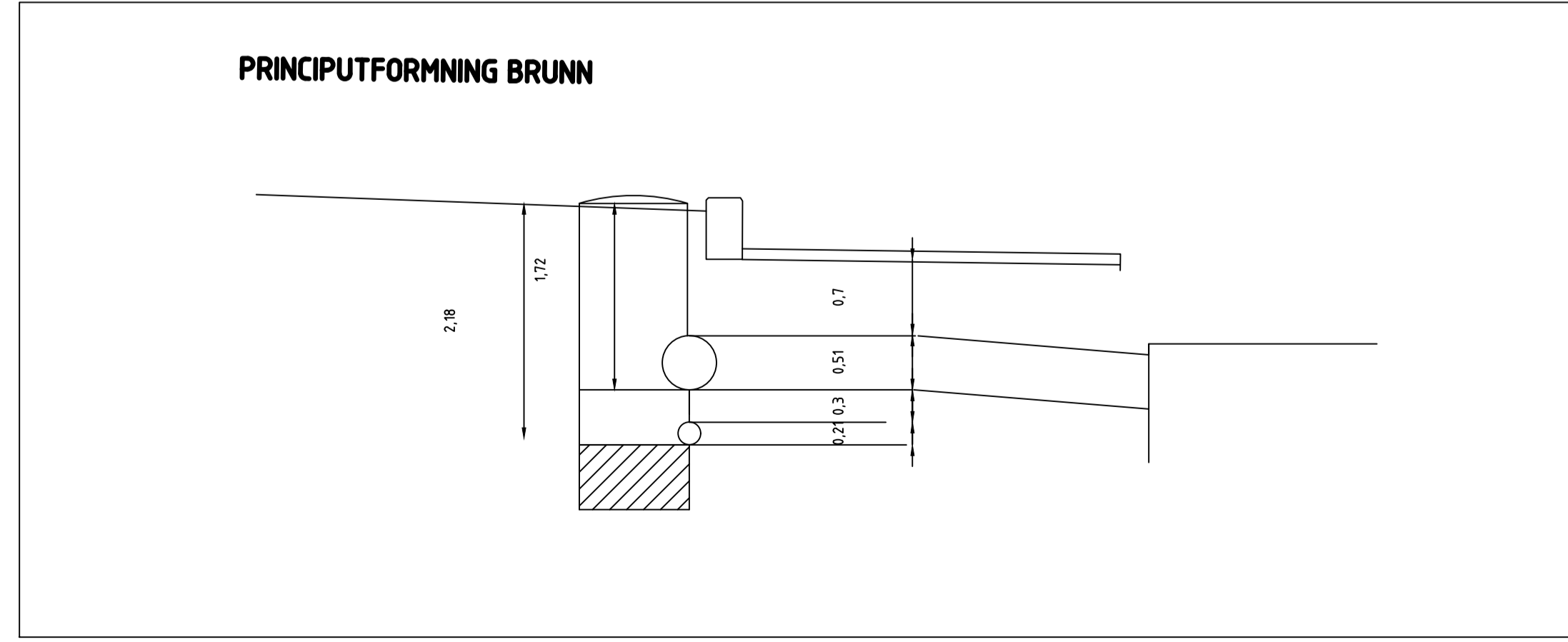
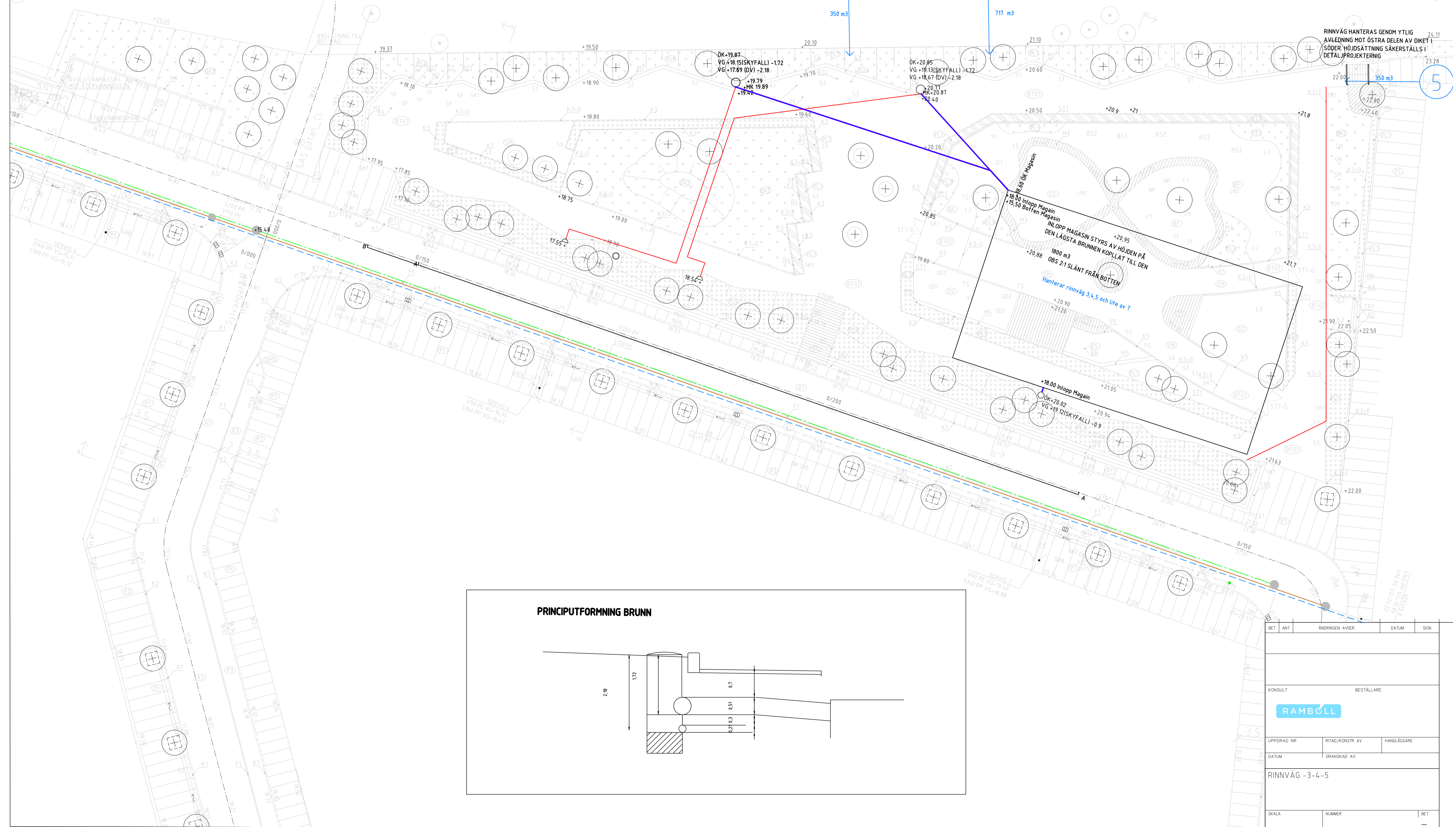
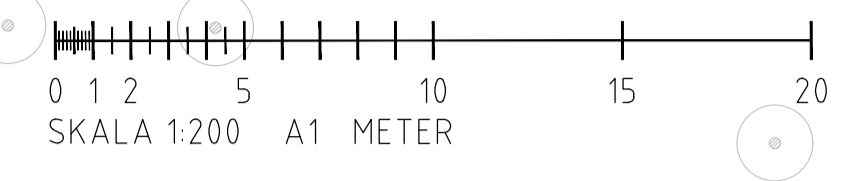
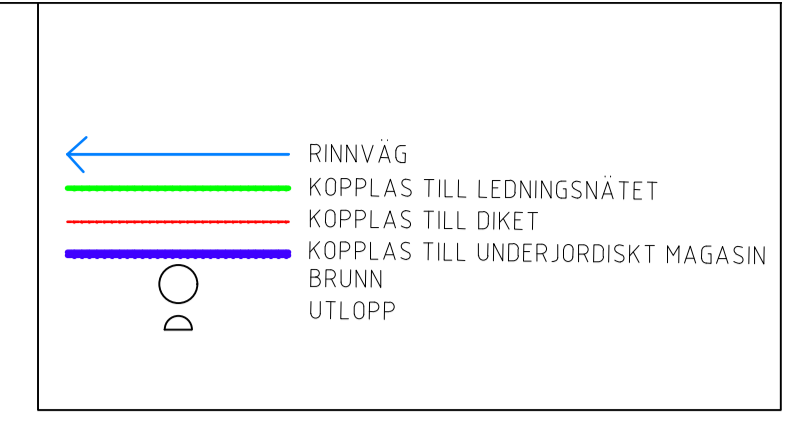
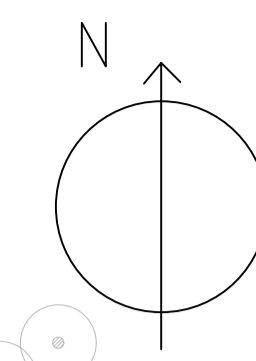
- ← RINN VÄG
- ← KOPPLAS TILL LEDNINGSNÄTET
- ← KOPPLAS TILL DIKET
- KOPPLAS TILL UNDERJORDSKT MAGASIN
- BRUNN
- UTLOPP



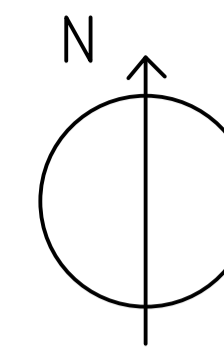
SLÄPP I KANTSTEN KOPPLAS TILL KROSSLÄNT MED DÄMME



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
KONSULT		BESTÄLLARE		
RAMBOLL				
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLIGGARE		
DATUM	GRANSKAD AV			
RINN VÄG 2 OCH 7				
SKALA	NUMMER			BET



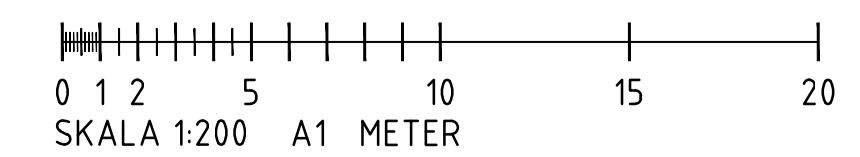
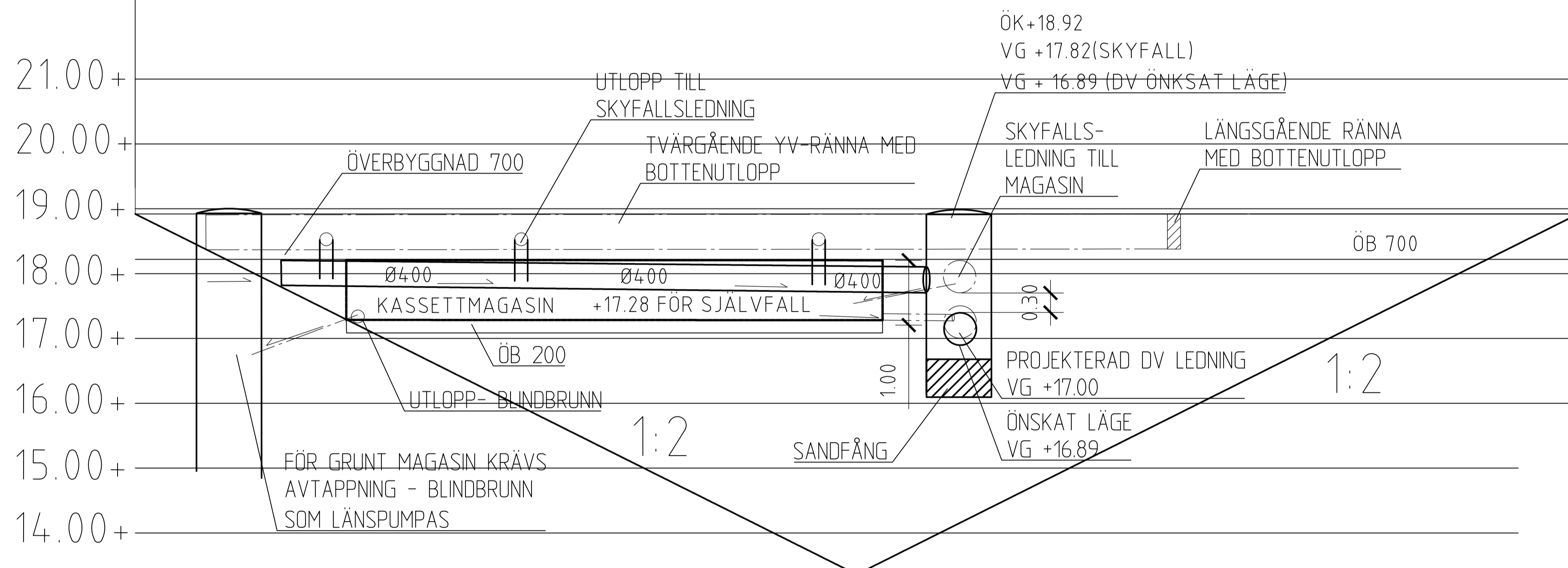
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
KONSULT		BESTÄLLARE		
RAMBOLL				
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLGGÄRE		
DATUM	GRANSKAD AV			
RINNVÄG -3-4-5				
SKALA	NUMMER			BET



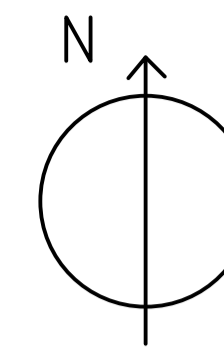
SLÄNT 1:2 (SÄKER SCHAFT)

KV5

KV1



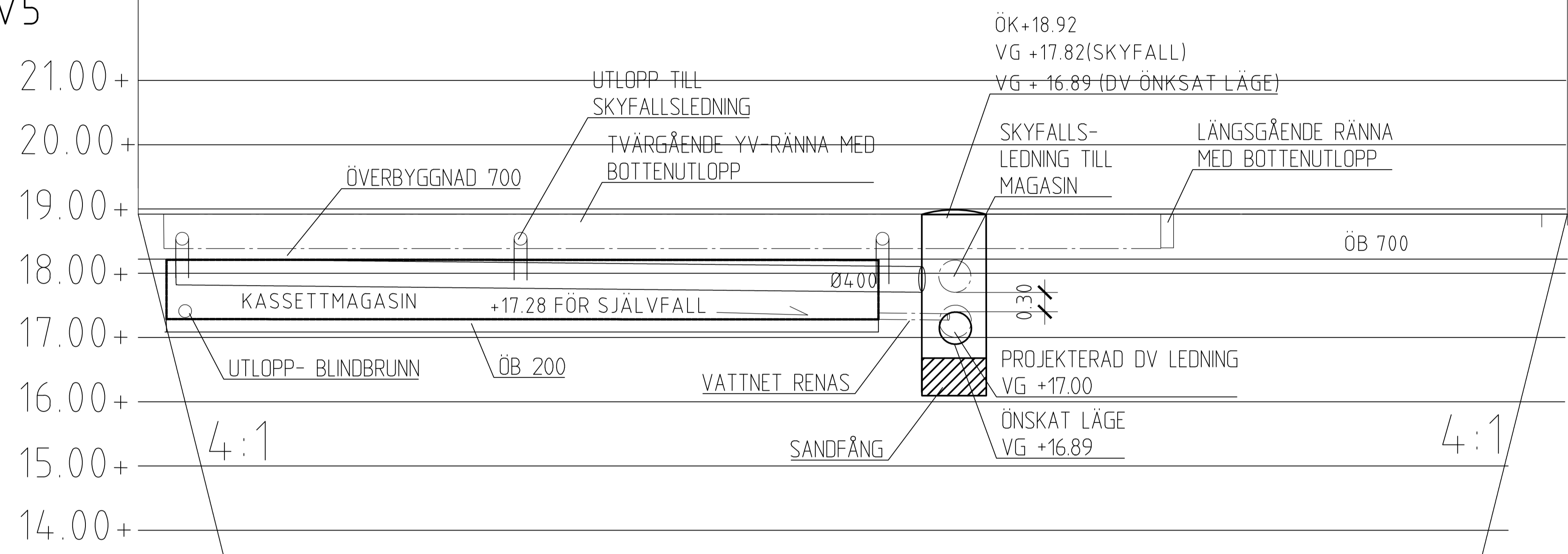
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
KONSULT		BESTÄLLARE		
RAMBOLL				
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE		
DATUM	GRANSKAD AV			
SKALA	NUMMER	BET		
1:50	W0005101	-		



SLÄNT 4:1 ELER SPONTAD 1M DJUPT MAGASIN

KV5

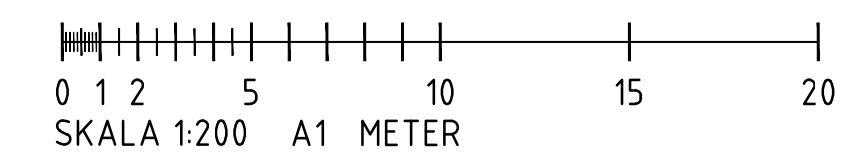
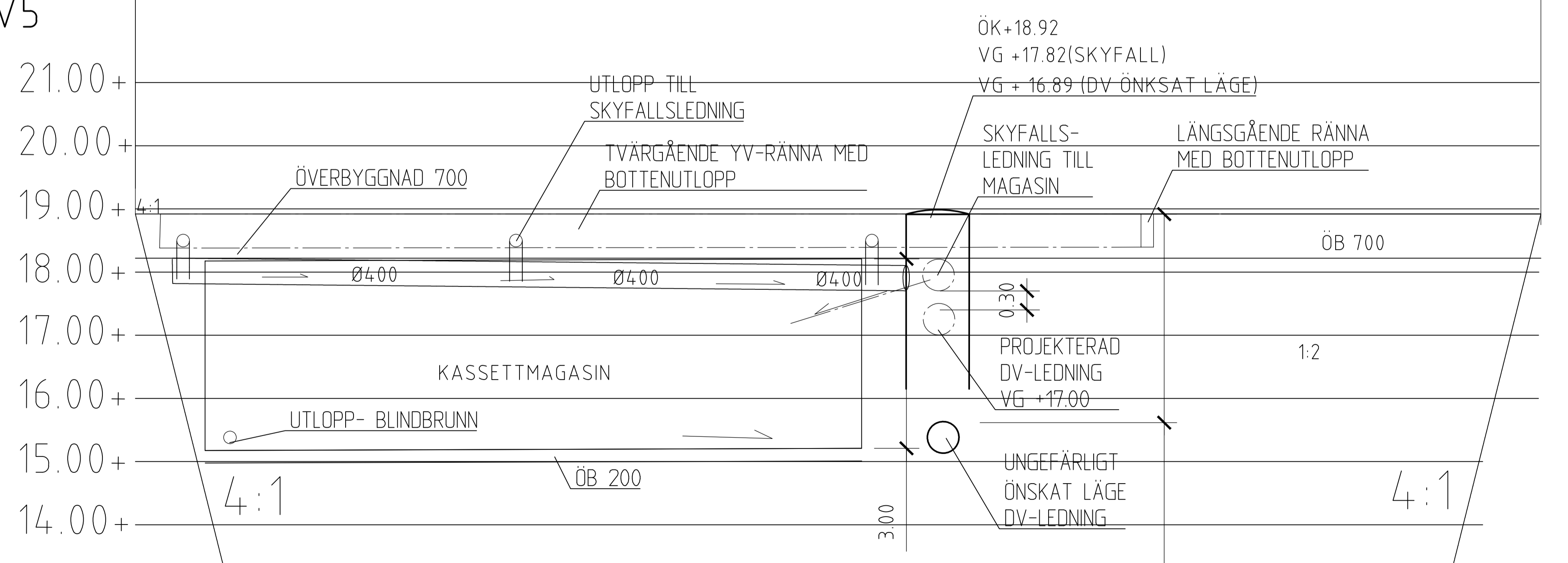
KV1



SLÄNT 4:1 ELLER SPONTAD 3M DJUPT MAGASIN

KV5

KV1



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
KONSULT		BESTÄLLARE		
RAMBOLL				
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE		
DATUM	GRANSKAD AV			
SKALA	NUMMER	BET		
1:50	W0005102	-		