

Dagvattenutredning

Kv. Saima, Akalla
2020-06-04

Författare Linnea Eriksson
Beställare: COWI Projektbyrå AB
Konsultbolag: Structor Vatten & Miljö Uppsala AB
Uppdragsnamn: Dagvattenutredning Kv. Saima
Uppdragsnummer: 1209
Datum: 2020-06-04
Uppdragsledare: Jonas Robertsson

Handläggare/utredare: Linnea Eriksson
Åsa Söderqvist (Structor Uppsala AB)
Granskare: Jonas Robertsson

Status: Granskningsversion

Sammanfattning

I Akalla, Stockholm stad, planerar Skolfastigheter i Stockholm AB (SISAB) uppföra skola och förskola med tillhörande idrottshall. Skolgården planeras att anläggas i två nivåer. Structor har fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för utredningsområdet. Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram alternativ för dagvattenhantering som följer gällande krav och riktlinjer i lagstiftning och i Stockholm stads åtgärdsnivå och dagvattenstrategi.

I och med exploateringen beräknas dagvattenflödet från utredningsområdet öka från 110 till 239 liter/sekund vid ett dimensionerande 20-årsregn, när hänsyn tagits till att regnintensiteten förväntas öka till följd av klimatförändringar. För att efterleva Stockholm stads åtgärdsnivå om fördröjning av 20 mm nederbörd krävs en erforderlig reningsvolym på 134 m³. Dagvatten från tak och skolgårdens övre nivå föreslås ledas till ett underjordiskt poröst lager, förslagsvis utformad som en luftig skelettjord med makadam. Det är viktigt att anläggningarna utformas så att dagvattnet får en uppehållstid på 6 – 12 timmar. För den lägre nivån föreslås att hårdgjorda ytor minimeras genom planteringar, grönytor och genomsläppliga beläggningar. Jordarterna inom utredningsområdet utgörs idag till största del av lera, vilket medför liten infiltrationsförmåga. Genom anläggande av grönytor och planteringar kan dock dagvattnet tillåtas infiltreras och tas upp av växtlighet. För hantering av kraftigare regn föreslås att skolgården lutas mot en planerad närliggande skyfallsyta intill Hanstavägen för naturlig fördröjning.

Med föreslagna reningsåtgärder visar teoretiska beräkningar av schablonhalter att föroreningsbelastningen för planerad situation minskar för samtliga ämnen med undantag av fosfor, kadmium och benso(a)pyren. Utredningsområdet avrinner till recipienten Edsviken. Med föreslagna reningsåtgärder bedöms föroreningsbelastningen minska och den planerade exploateringen bedöms inte försvåra recipientens möjligheter att uppnå god status. Ytterligare förbättring kan uppnås genom sparsam gödsling av grönytor och en mer genomsläpplig skolgård än den skolgårdsschablon som beräkningarna har utgått ifrån. Särskilt skolgårdens lägre nivå kan med fördel anläggas med en större andel grönytor än en genomsnittlig skolgård.

Utredningsområdet är idag utsatt för översvämningsrisker vid skyfall, och även i planerad situation finns översvämningsrisk vid ett 100-årsregn, främst kring den föreslagna skyfallsytan norr om skolbyggnaden. För att undvika skador på byggnader behöver därför dessa skyfallssäkras upp till de vattennivåer som kan komma att finnas inom området enligt den skyfallsmodell som Stockholms stad tagit fram för Finlandsgatan. Detta innebär bland annat att portar och fönster undviks, att fasader byggs vattentäta och att konstruktionen dimensioneras för det vattentryck som kan uppstå under kortare perioder. För att minimera ytterligare risk för översvämning vid extrema skyfall är det viktigt att kvarterets mark höjdsätts så att dagvattnet kan avrinna ytledes mot säkra avrinningsvägar utan att skada byggnader eller annan infrastruktur.

Innehåll

1. Inledning.....	5
2. Underlag och tidigare utredningar	6
3. Riktlinjer för dagvattenhantering	6
STEG 1 Förutsättningar för dagvattenhantering.....	8
4. Områdesbeskrivning	8
4.1. Recipienter	8
4.2. Markförutsättningar	9
4.3. Befintlig och planerad markanvändning	11
5. Avrinningsområden och avvattningsvägar	13
5.1. Tekniska avrinningsområden	13
5.2. Ytliga avrinningsområden.....	15
6. Dagvattenberäkningar	15
6.1. Flöden.....	15
6.1.1. Dagvattenflöden i befintlig situation	16
6.1.2. Dagvattenflöden i planerad situation.....	16
6.2. Fördrojning enligt åtgärdsnivå	17
7. Föroreningar	18
7.1. Osäkerheter i beräkningarna	20
8. Översvämningsrisker.....	20
STEG 2 Förslag till dagvattenhantering.....	22
9. Förslag på dagvattenhantering	22
9.1. Skolgårdens övre nivå.....	22
9.2. Skolgårdens lägre nivå	24
9.3. Luftig skelettjord/makadammagasin	24
9.4. Materialval	26
10. Hantering av skyfall	26
11. Helhetsbild av dagvattenhantering	29
11.1. Föroreningssituation efter rening	29
12. Sammanfattning av dagvattenhanteringen	31
12.1. Recipientpåverkan.....	32
Referenser.....	33

1. INLEDNING

I kvarteret Saima i Akalla, Stockholm stad, planerar Skolfastigheter i Stockholm AB (SISAB) att uppföra skola och förskola med tillhörande idrottshall. Utredningsområdet utgörs idag till stora delar av oexploaterad naturmark och parkeringsytor. Utredningsområdet ligger intill ett handels-/kontorsområde och avgränsas av väg 275, Finlandsgatan och Vandagatan, se Figur 1-1.

Structor har fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för utredningsområdet, som utgör en del av ett detaljplaneområde längs Finlandsgatan och Hanstavägen. Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram alternativ för dagvattenhantering som följer kommunens riktlinjer. Dagvattenutredningen ska också visa på principer för gårdsutformning och höjdsättning för att undvika skador på byggnader och anläggningar vid skyfall. En övergripande dagvattenutredning för detaljplanen har tagits fram för ett tidigare skede, en uppdaterad är under framtagande.



Figur 1-1. Utredningsområdets ungefärliga lokalisering är markerad med en röd ellips (översiktskarta från Eniro, 2020-02-25).

2. UNDERLAG OCH TIDIGARE UTREDNINGAR

Följande underlag och tidigare utredningar har legat till grund för dagvattenutredningen:

- Finlandsgatan utökad dagvattenutredning – Skyfallskartering, uppdragsnummer 293538, daterad 2020-03-02, upprättad av Tyréns
- Resultat skyfallskartering Finlandsgatan, granskningshandling, daterad 2020-06-02, upprättad av Tyréns
- Underlag till detaljplan: Skiss förstudie, daterad 2019-12-19, upprättad av Tengbom
- Preliminär situationsplan, daterad 2020-03-04, upprättad av Tengbom
- Föreslagna servispunkter, uppdragsnummer 19013, daterad 2020-02-03, upprättad av Helm Connect AB
- Samlingskartan, ärendenummer SS20-000135, daterad 2020-02-03, upprättad av Stockholms stad
- PM Geoteknik, uppdragsnummer 5297, daterad 2020-03-05, upprättad av Iterio
- Riskanalys Saima 1 m.fl., uppdragsnummer 112869, daterad 2020-03-27, upprättad av Brandskyddslaget

3. RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING

Utredningen baseras på Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering. Stockholm stad har sedan mars 2015 en av kommunfullmäktige antagen dagvattenstrategi (Stockholm stad, 2015). Utöver dagvattenstrategin har Stockholm stad även tagit fram riktlinjer och principlösningar för dagvattenhantering inom kvartersmark och allmän plats (Stockholm stad, 2020). Utredningen följer även Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvatten (Stockholm stad, 2016).

Stockholm stads mål för en hållbar dagvattenhantering

- Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
- Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
- Resurs och värdeskapande för staden
- Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholms stad

- Vid ny- och större ombyggnation ska dagvatten från hårdgjorda ytor fördröjas och renas i hållbara dagvattensystem.
- Systemen ska dimensioneras med en våtvolym på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation.

Utöver ovanstående principer gäller följande riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse (Stockholm stad, 2016)

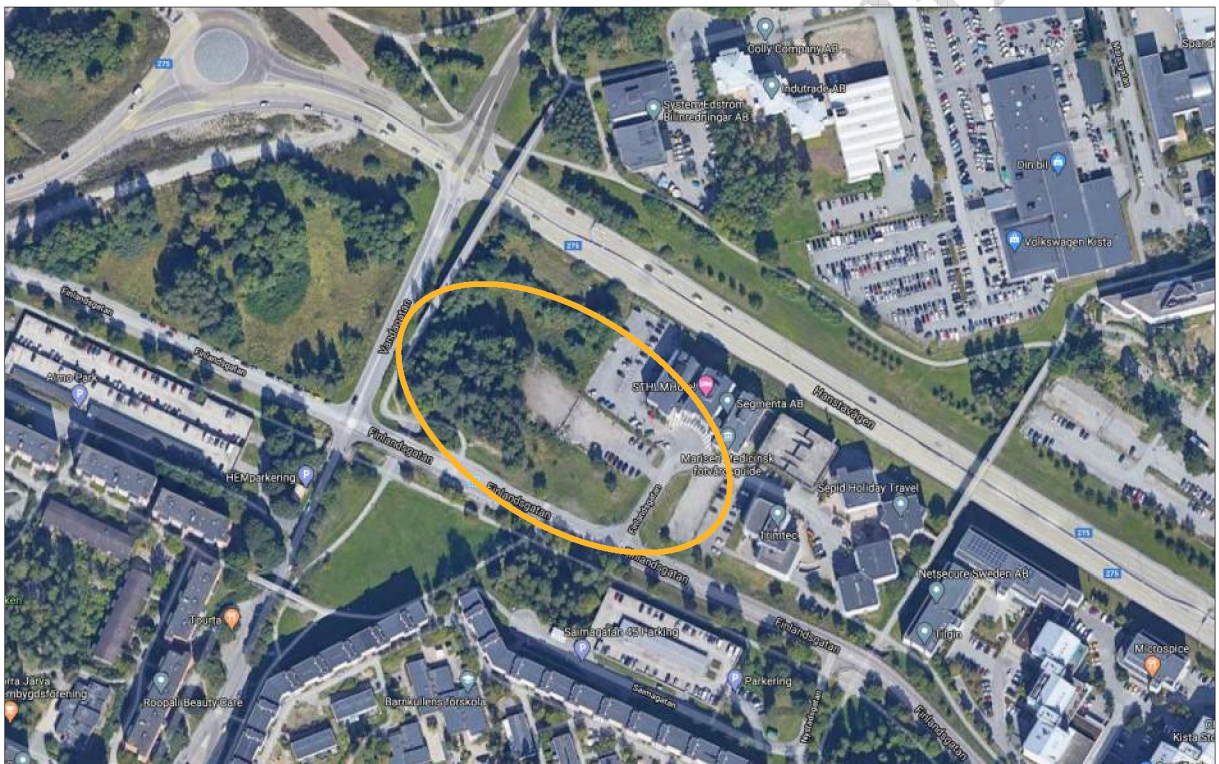
- Dagvattenanläggningarna ska utrustas med bräddfunktion så att även flöden som överskrider 20 mm ska kunna hanteras,
- kvarteren ska höjdsättas och planeras så att vattnet vid extrema nederbördstillfällen kan rinna av på markytan utan att orsaka skada,
- minska användning av miljöfarliga ämnen i byggmaterial,
- användande av gröna ytor,
- dagvatten som avleds från ytor som lutar mot gatan ska i första hand hanteras enligt följande:
 - ledas in mot gård
 - fördröjas i förgårdsmark
 - fördröjas i grönt tak

Granskningshandling

STEG 1 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING 4. OMRÅDESBESKRIVNING

Utredningsområdet ligger i Akalla i Stockholm stad och är cirka 13 000 m² stort. Området utgörs idag av oexploaterad naturmark och parkeringsytor. I öst angränsar utredningsområdet till ett handels-/kontorsområde, i norr till väg 275 (Hanstavägen), i väst till Vandagatan och i syd till Finlandsgatan. Utredningsområdets ungefärliga lokalisering visas i Figur 4-1.

Inga kända fornlämningar finns inom utredningsområdet.



Figur 4-1. Utredningsområdets ungefärliga lokalisering är markerat med en orange ellips (satellitbild från Google maps 2020-02-25).

4.1. Recipienter

Dagvatten från utredningsområdet avrinner till recipienten Edsviken (SE659024-162417), se Figur 4-2. Edsviken är en vattenförekomst som omfattas av miljö kvalitetsnormer och enligt Vatteninformationssystem Sveriges (VISS) senaste statusklassning har Edsviken otillfredsställande ekologisk status och uppnår ej god kemisk status. När undantag för överallt överskridande ämnen (kvicksilver och PBDE) tillämpas är det statusen för antracen och TBT som gör att god kemisk status inte uppnås i vattenförekomsten. Klassningen av ekologisk status till otillfredsställande baseras på miljökonsekvenstyperna övergödning och miljögifter (där icke-dioxinlika PCB:er har varit utslagsgivande, dock är tillförlitligheten i statusklassificeringen låg).

Miljökvalitetsnormen för recipienten har enligt VISS (2020) satts till god ekologisk status 2027, med motiveringen att god status inte kan uppnås till 2021 på grund av att över 60 procent av den totala näringsämnestillförseln kommer från utsjön. Åtgärder behöver ändå vidtas till 2021 för att möjliggöra god status 2027. Miljökvalitetsnormen för kemisk status har getts tidsfrist till 2027 för antracen och TBT. Motiveringen för antracen är att påverkansbilden är komplex och det är oklart vilka åtgärder som är möjliga och mest effektiva för att nå god kemisk status. För TBT är bedömningen att det kommer att ta lång tid att uppnå god kemisk ytvattenstatus och att åtgärder måste vidtas så fort som möjligt.

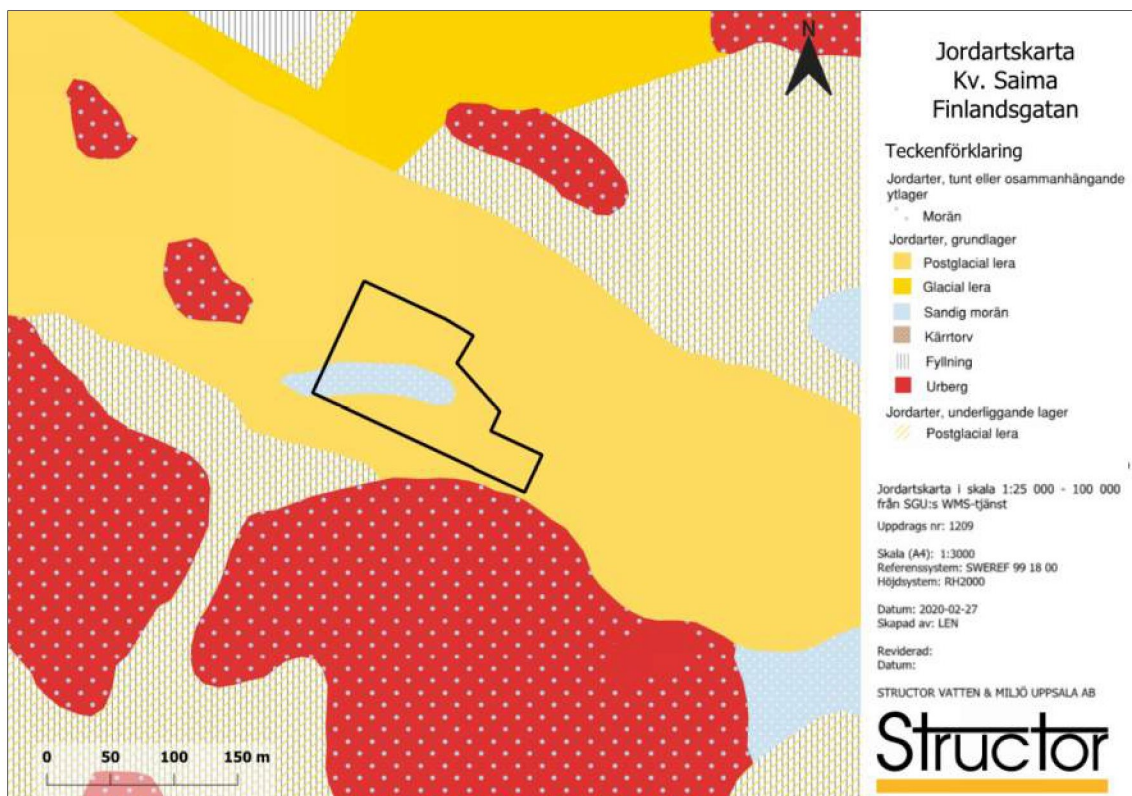


Figur 4-2. Recipienten Edsviken markerad med en blå polygon. Utredningsområdets ungefärliga placering är markerad med en svart ellips (VISS, 2020).

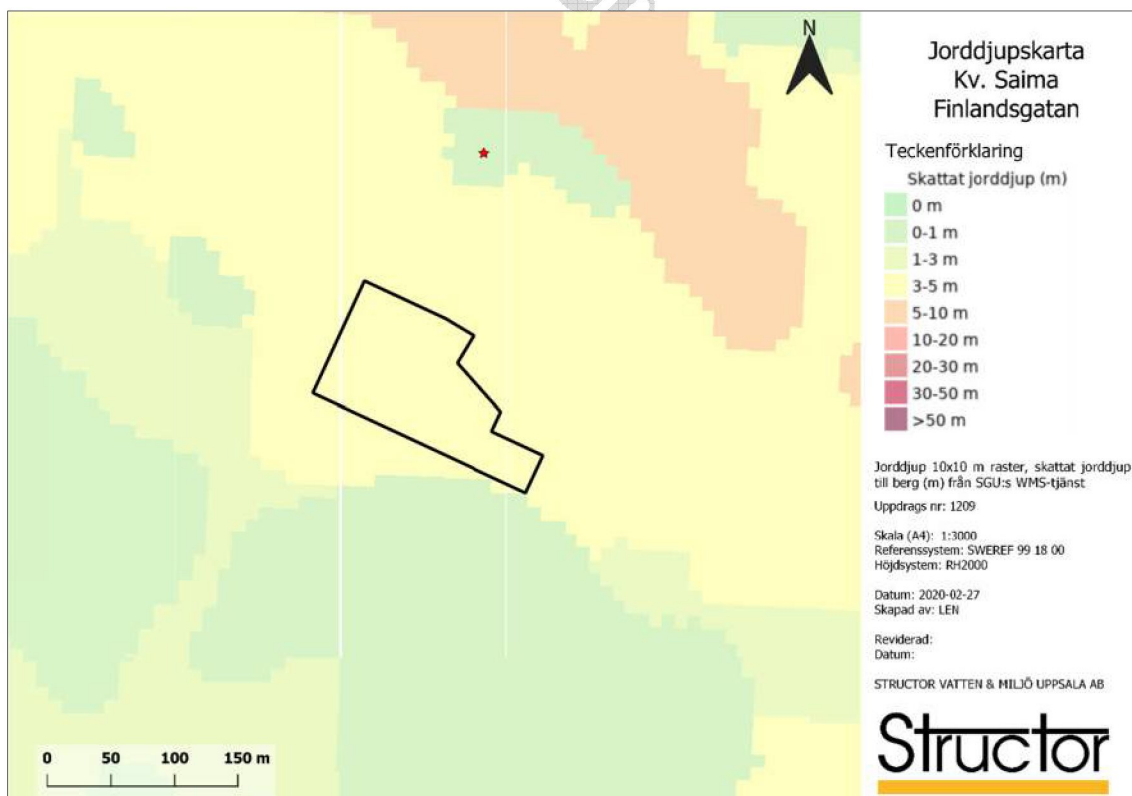
4.2. Markförutsättningar

Enligt SGU:s jordartskarta består jordarterna inom utredningsområdet till övervägande del av postglacial lera, se Figur 4-3, med undantag av ett område i utredningsområdets sydvästra del som utgörs av sandig morän. Jorddjupen skattas enligt SGU:s jorddjupskarta till mellan 3 – 5 meter, se Figur 4-4. Enligt PM Geoteknik (2020) är lermäktigheten som minst 13 meter på platsen. Inga uppgifter finns om lerans hållfasthets- eller sättningsegenskaper.

Inom undersökningsområdet finns ett känt grundvattenrör som har mätts från december 1982 till februari 2008. Antalet mätningar är inte känt men grundvattenytan har varierat mellan cirka +16,1 och +18,5, vilket vid grundvattenröret motsvarar cirka 1,4 till 3,8 meter under markytan. Det finns enligt VISS (2020) inga definierade grundvattenförekomster inom eller i närheten av utredningsområdet. Enligt Länsstyrelsens databas över potentiellt förorenade områden (Länsstyrelsen Stockholm, 2020) finns inga kända förorenade områden inom eller i utredningsområdets direkta närhet.



Figur 4-3. Jordarter enligt SGU:s jordartskarta i skala 1:25 000. Utredningsområdets ungefärliga utbredning har markerats med en svart polygon.



Figur 4-4. Jorddjup enligt SGU:s jorddjupskarta. Utredningsområdets ungefärliga utbredning har markerats med en svart polygon.

4.3. Befintlig och planerad markanvändning

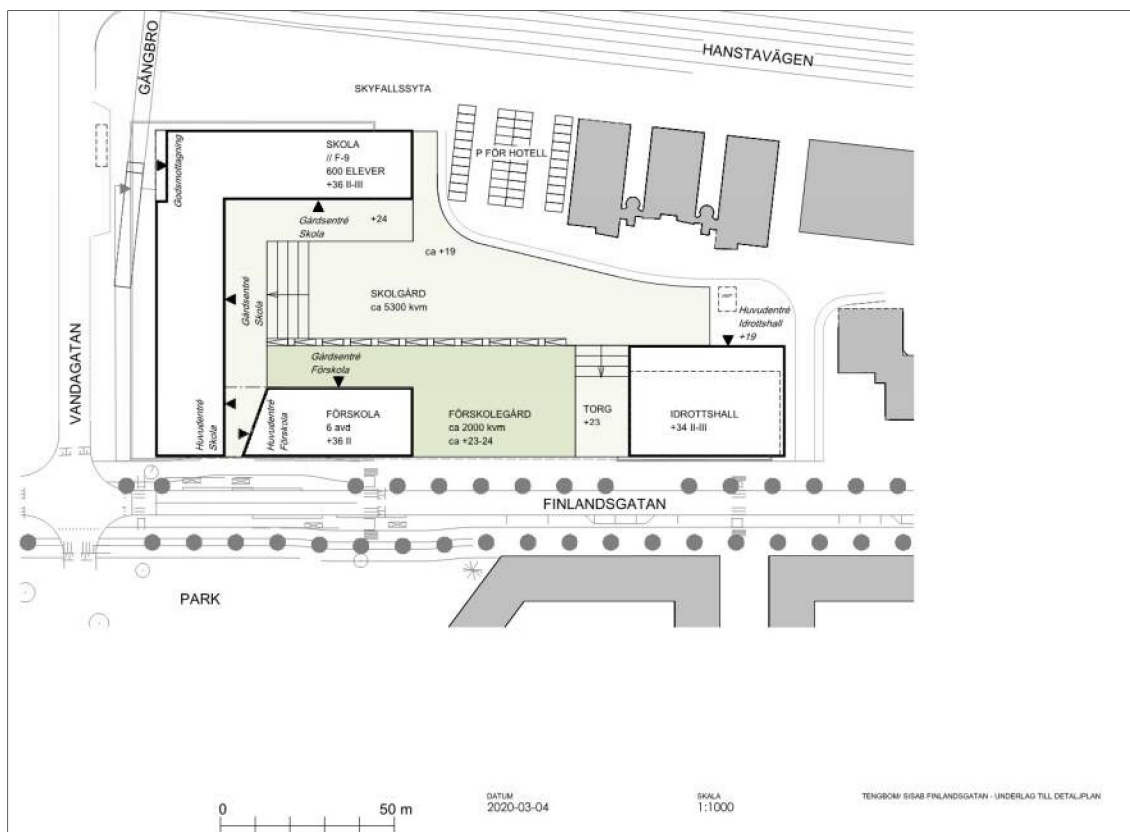
Området utgörs idag av oexploaterad naturmark, en gång- och cykelväg och parkeringsytor, både i form av asfalt och grus, se Figur 4-5. I sydöstra delen av utredningsområdet finns idag en viadukt under Finlandsgatan. För beräknade areor per markanvändningstyp hänvisas till Tabell 6-2.

Planerad markanvändning inom utredningsområdet består av skola och förskola med tillhörande idrottshall och skolgård, se preliminär situationsplan i Figur 4-6 och sektionsskiss i Figur 4-7. Befintlig viadukt planeras att fyllas igen. Hur byggnader och skolgård kommer att utformas är i detta skede ej fastställt, varför markanvändningen inom utredningsområdet har ansatts till "skolområde" enligt P110, vilket visas i Figur 4-8. För beräknade areor per markanvändningstyp hänvisas till Tabell 6-3.

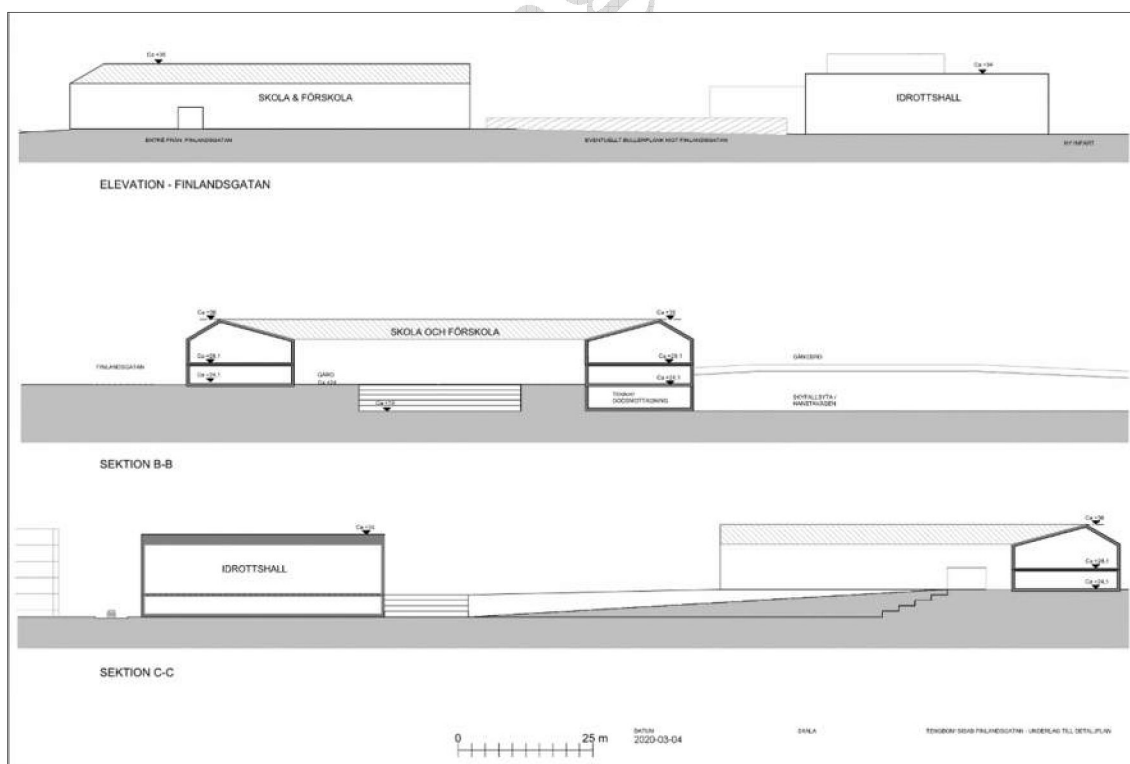
Inga kända markavvattningsföretag finns inom eller i närheten av utredningsområdet.



Figur 4-5. Markanvändning i befintlig situation.



Figur 4-6. Preliminär situationsplan erhållen av Tengbom 2020-03-04.



Figur 4-7. Preliminär sektionsskiss, erhållen av Tengbom 2020-03-04.



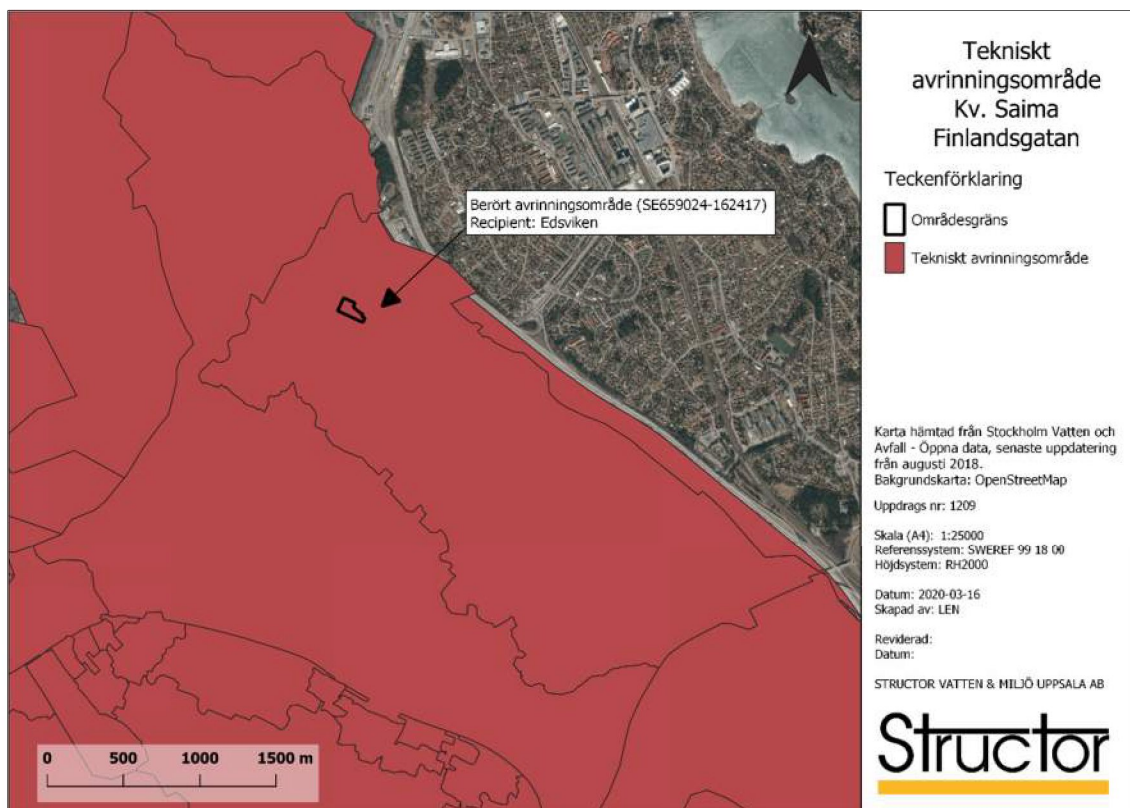
Figur 4-8. Markanvändning i planerad situation som har använts vid dagvattenberäkningar, i enlighet med P110. Markanvändning "skolområde" inkluderar en blandning av byggnader, parkerings- och lastytor, hårdgjorda skolgårdar och grönytor.

5. AVRINNINGSMRÅDEN OCH AVVATTNINGSVÄGAR

5.1. Tekniska avrinningsområden

Utredningsområdet är relativt plant men har en generell lutning och avvattning norrut, mot Hanstavägen. I utredningsområdets sydvästra del är en höjd belägen från vilken dagvattnet dels rinner utmed angränsande gång- och cykelbana och vidare ned i viadukten under Finlandsgatan, dels mot Hanstavägen i norr. Utredningsområdet är beläget lägre än Finlandsgatan och avgränsas av ett anlagt dike parallellt med Hanstavägen, som vid platsbesök 2020-02-25 hade stående vatten. Någon kupolbrunn eller liknande dagvattenanläggning kunde ej observeras inom eller i anslutning till diket. Utredningsområdet ligger enligt Stockholm Vatten och Avfalls WMS-tjänst inom det tekniska avrinningsområdet för Edsviken, se Figur 5-1.

I höjd med befintlig grusplan där idrottshallen planeras har Finlandsgatan en nivå på cirka +22,6 (RH2000) för att sedan öka till cirka +24 i korsningen med Vandagatan. Parallellt med Finlandsgatan finns en kommunal dagvattenledning. Den mindre del av utredningsområdet där dagvattnet rinner till viadukten avleds via ledningen. Hanstavägens nivå vid korsning med Vandagatan är cirka +21. Vid östra fastighetsgränsen ligger Hanstavägen på nivån +19,4. För ytliga avrinningsvägar i befintlig situation, se Figur 5-2. Avrinningen har bedömts utifrån platsbesök och utifrån PM Geoteknik, upprättad av Iterio, daterad 2020-03-05. Inga särskilda åtgärder för dagvattenhantering är kända inom utredningsområdet idag.



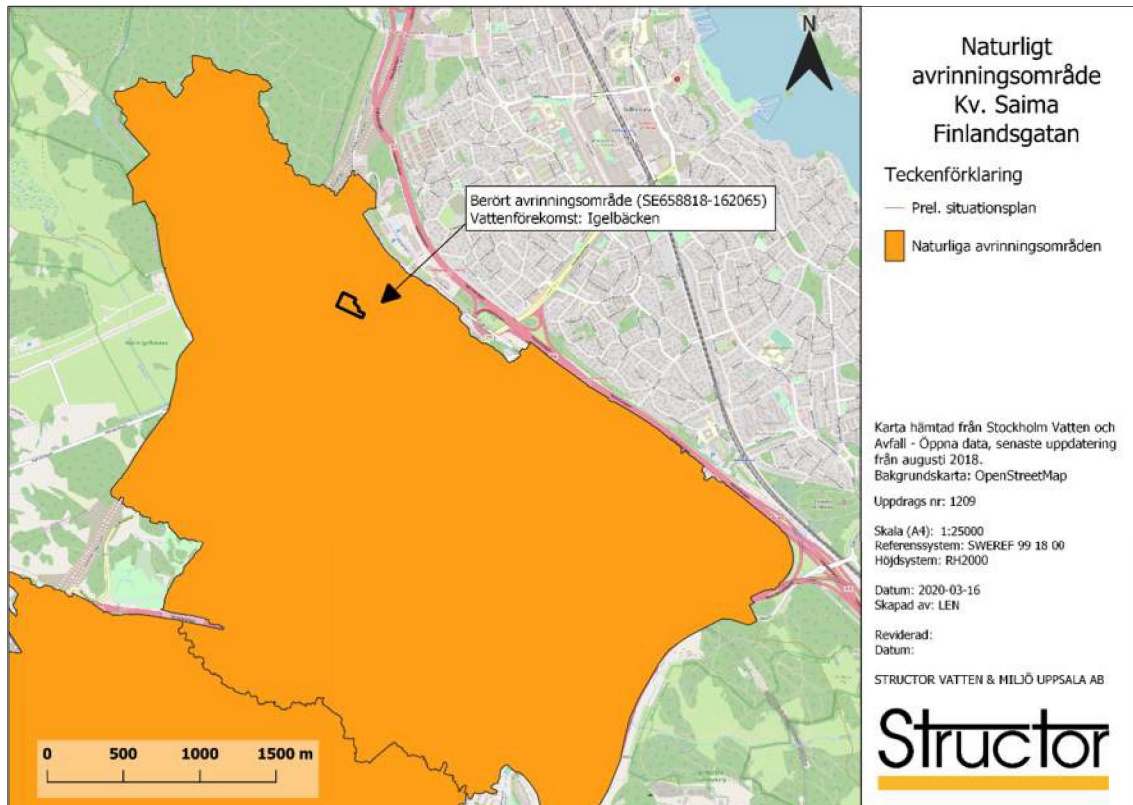
Figur 5-1. Tekniskt avrinningsområde, vilket innefattar utloppspunkt i dagvattenledningsnätet.



Figur 5-2. Befintliga ytliga avrinningsvägar med befintlig dagvattenledning och ungefärlig lokalisering av befintligt dike.

5.2. Ytliga avrinningsområden

Ytligt naturligt avrinningsområde leder till Igelbäcken, och visas i Figur 5-3.



Figur 5-3. Berört naturligt avrinningsområde.

6. DAGVATTENBERÄKNINGAR

6.1. Flöden

Dagvattenberäkningar enligt Svenskt Vattens publikation P110 har utförts för befintlig situation och planerad situation för ett dimensionerande 20-årsregn, med och utan klimatfaktor. I enlighet med Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering har beräkningarna av dimensionerande flöde även utförts för 10 års återkomsttid, utan klimatfaktor.

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 = klimatkfaktor [-]

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 klimatkfaktor 1,25 vid regn med varaktighet under en timme, som i detta fall. Indata till flödesberäkningarna visas i Tabell 6-1. För både befintlig och planerad situation har regnintensiteten för ett 10-årsregn, utan klimatkfaktor, och för ett 20-årsregn, med klimatkfaktor, använts.

Tabell 6-1. Indata till flödesberäkningar för ett dimensionerande regn med 10 respektive 20 års återkomsttid.

Återkomsttid	120	månader	240	månader
Varaktighet	10	minuter	10	minuter
Regnintensitet	228	liter/sekund·hektar	287	liter/sekund·hektar
Klimatkfaktor	1,25	-	1,25	-
Regnintensitet inkl. klimatkfaktor	285	liter/sekund·hektar	358	liter/sekund·hektar

6.1.1. Dagvattenflöden i befintlig situation

Markanvändningen i befintlig situation har bedömts utifrån ortofoto och visas i Tabell 6-2 tillsammans med flödesberäkningar. Flödesberäkningar har gjorts för ett dimensionerande 10-årsregn och ett dimensionerande 20-årsregn, med och utan klimatkfaktor 1,25. Avrinningskoefficienterna för ytorna har ansatts enligt P110.

Tabell 6-2. Beräknade areor för markanvändningen och dagvattenflöden i befintlig situation för ett dimensionerande 10-årsregn, utan klimatkfaktor, och ett dimensionerande 20-årsregn, utan och inklusive klimatkfaktor.

Yta	Area [m ²]	ϕ [-]	Red. area [m ²]	Q 10 år [l/s]	Q 20 år [l/s]	Q 20 år x 1,25 [l/s]
GC-väg	350	0,8	280	6	8	10
Parkering	3 200	0,8	2 560	58	73	92
Grönyta	9 800	0,1	980	22	28	35
Totalt	13 350	0,26⁽¹⁾	3 490	87	110	137

⁽¹⁾ Sammanvägd Φ = Total reducerad area/Total area

6.1.2. Dagvattenflöden i planerad situation

Markanvändningen i planerad situation har bedömts utifrån bebyggelsestyp (skolområde) i enlighet med P110. Denna grova schablon bedöms som mest representativ då den exakta utformningen av skolgården ej är slutgiltig beslutat. Bedömningen av markanvändningen visas i Tabell 6-3. Flödesberäkningar för ett dimensionerande 10-årsregn och ett dimensionerande 20-årsregn inklusive klimatkfaktor 1,25, visas i Tabell 6-3. Avrinningskoefficienterna för ytan har ansatts enligt P110.

Tabell 6-3. Beräknade areor för markanvändningen och dagvattenflöden i planerad situation för ett dimensionerande 20-årsregn med klimatfaktor.

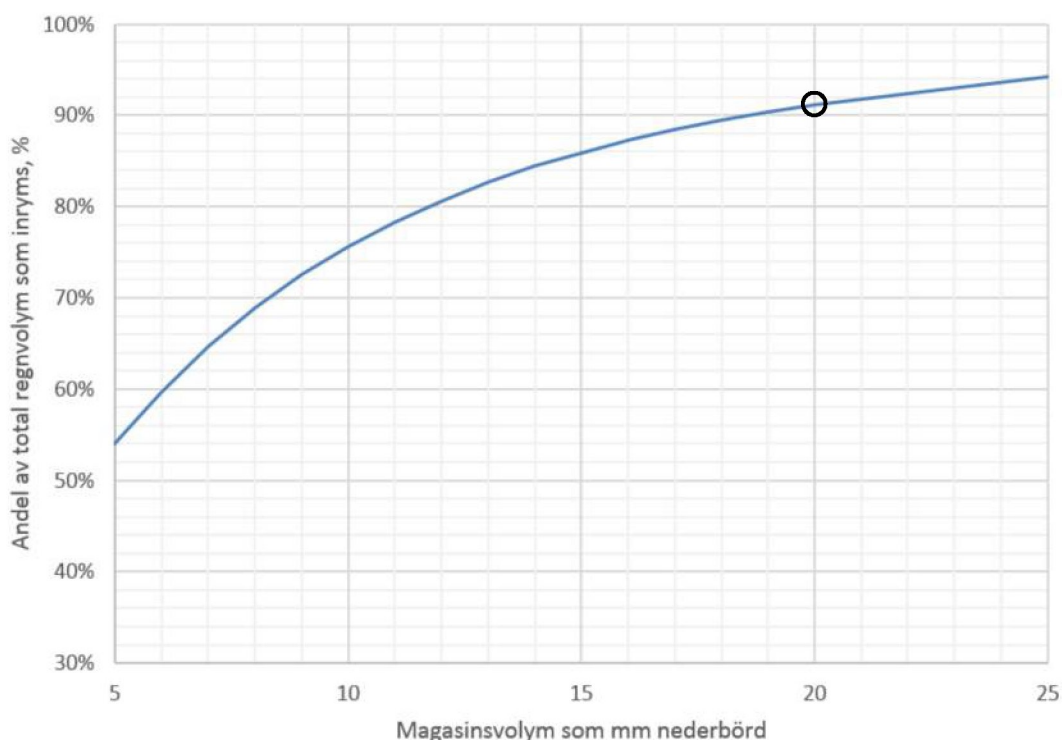
Yta	Area [m ²]	ϕ [-]	Red. area [m ²]	Q 10 år [l/s]	Q 20 år x 1,25 [l/s]
Skolområde	13 350	0,5	6 675	152	239
Totalt	13 350	0,50⁽¹⁾	6 675	152	239

⁽¹⁾ Sammanvägd Φ =Total reducerad area/Total area.

Enligt beräkningarna uppgår det dimensionerande flödet från utredningsområdet i planerad situation till 239 liter/sekund för ett dimensionerande 20-årsregn, inklusive klimatfaktor. Genomförandet av den planerade exploateringen innebär, om inga åtgärder vidtas, således en ökning av flödet från utredningsområdet med 130 liter/sekund, där 48 liter/sekund kan förklaras av klimatfaktorn. Den procentuella ökningen av flödet vid 10-årsregn, utan klimatfaktor, är 75 %.

6.2. Fördröjning enligt åtgärdsnivå

Utifrån Stockholm 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 6-1.



Figur 6-1. 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.

Genom införande av LOD-åtgärder för 20 mm nederbörd, i enlighet med Stockholms stads åtgärdsnivå, minskar det dimensionerande flödet till 158 liter/sekund. Beräkningen baseras på att det vid ett 20-årsregn tar cirka 10 minuter för 20 mm nederbörd att falla och utredningsområdet därmed får en förlängd rinntid (och därmed också en förlängd dimensionerande regnvaraktighet) med 10 minuter. En regnvaraktighet på 20 minuter ger regnintensiteten 237 liter/sekund-hektar inklusive klimatfaktor. Beräkningarna visar att det således kvarstår en flödesökning med 49 liter/sekund för ett dimensionerande 20-årsregn, inklusive klimatfaktor, även med anläggningar dimensionerade för 20 mm nederbörd.

7. FÖRORENINGAR

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web, som baseras på schablonvärden framtagna vid empiriska studier och dataserier för årsnederbörd. I modellen har ingen rening implementerats för befintlig situation då inga kända reningsanläggningar finns inom utredningsområdet idag. I Tabell 7-1 och Tabell 7-2 presenteras resultaten från genomförda föroreningsberäkningar. I enlighet med Stockholm stads rapportmall visas förväntade halter och mängder som lämnar utredningsområdet på årsbasis för befintlig situation och för planerad situation utan reningsåtgärder. För resultat från genomförda föroreningsberäkningar utifrån föreslagen dagvattenhantering hänvisas till Avsnitt 11.1. Fullständiga beräkningar från StormTac Web redovisas i Bilaga 2.

Hanstavägen har i riskanalys av Brandskyddslaget (2020) utpekats som en primär transportled för farligt gods. I närområdet finns även en bensinstation. Risker för förorenings spridning in till utredningsområdet vid en eventuell olycka på Hanstavägen undviks genom att utredningsområdets höjdsättning säkerhetsställer att eventuella läckage längs vägarna stannar kvar i vägområdet och inte rinner in i utredningsområdet. Detta åstadkoms med samma höjdsättning av utredningsområdet som erfordras för en säker skyfallshantering, se vidare Avsnitt 10.

Beräkningarna visar på att föroreningshalterna i planerad situation utan dagvattenåtgärder minskar för flertalet ämnen, med undantag av fosfor, zink, kadmium, krom, nickel, olja och benso(a)pyren (BaP). Som en indikation för huruvida utgående föroreningshalter från utredningsområdet bör betraktas som höga för planerad situation har halterna jämförts med gränsvärden för dricksvatten enligt Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2), se Tabell 7-1. Utgående halter för samtliga ämnen är avsevärt lägre än vad som bedöms som otjänligt för dricksvatten, även utan dagvattenåtgärder, med undantag av bly, PAH16 och BaP, där värdet för PAH16 är något missvisande då riktvärdet gäller för PAH 4.

Beräkningarna visar på att den årliga föroreningsbelastningen i planerad situation utan dagvattenåtgärder ökar för samtliga ämnen med undantag av kvicksilver och PAH16, se Tabell 7-2. För beräknad föroreningsbelastning efter föreslagna åtgärder hänvisas till Avsnitt 11.1.

Tabell 7-1. Förväntade föroreningshalter från utredningsområdet för befintlig situation och för planerad situation, utan dagvattenåtgärder. Röda celler visar en ökning av föroreningshalter jämfört med befintlig situation, gröna celler en minskning.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder	Gränsvärde för dricksvatten
Fosfor, P	µg/l	130	260	-
Kväve, N	µg/l	1 700	1 600	-
Bly, Pb	µg/l	16	12	10 ⁽²⁾
Koppar, Cu	µg/l	25	23	200 ⁽³⁾ ; 2000 ⁽²⁾
Zink, Zn	µg/l	77	87	-
Kadmium, Cd	µg/l	0,29	0,58	5,0 ⁽²⁾
Krom, Cr	µg/l	8,2	10	50 ⁽²⁾
Nickel, Ni	µg/l	7,8	8,2	20 ⁽²⁾
Kviksilver, Hg	µg/l	0,045	0,027	1,0 ⁽²⁾
SS ⁽¹⁾	µg/l	78 000	60 000	-
Olja	µg/l	480	590	-
PAH 16	µg/l	1,7	0,49	0,10 ⁽²⁾ (PAH 4)
Benso(a)pyren, BaP	µg/l	0,031	0,042	0,010 ⁽²⁾

⁽¹⁾ SS: suspenderat material.

⁽²⁾ Gränsvärde där dricksvatten bedöms som otjänligt, Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2).

⁽³⁾ Gränsvärde där dricksvatten bedöms som tjänligt med anm., Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2).

Tabell 7-2. Förväntade föroreningsbelastningar från utredningsområdet för befintlig situation och för planerad situation, utan dagvattenåtgärder. Röda celler visar en ökning på mer än 10 % från befintlig situation, gröna celler en minskning på mer än 10 %, gula celler visar en förändring på +/- 10 % i jämförelse med befintlig situation.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder
Fosfor, P	kg/år	0,44	1,2
Kväve, N	kg/år	5,9	7,4
Bly, Pb	g/år	55	59
Koppar, Cu	g/år	87	110
Zink, Zn	g/år	276	410
Kadmium, Cd	g/år	1,6	2,7
Krom, Cr	g/år	30	48
Nickel, Ni	g/år	28	39
Kviksilver, Hg	g/år	0,17	0,13
SS ⁽¹⁾	kg/år	270	280
Olja	kg/år	1,7	2,8
PAH 16	g/år	5,8	2,3
Benso(a)pyren, BaP	g/år	0,12	0,26

⁽¹⁾ SS: suspenderat material.

7.1. Osäkerheter i beräkningarna

Resultaten från StormTac Web skall ses som indikationer på förändringar då modellen ibland innehåller stora osäkerheter.

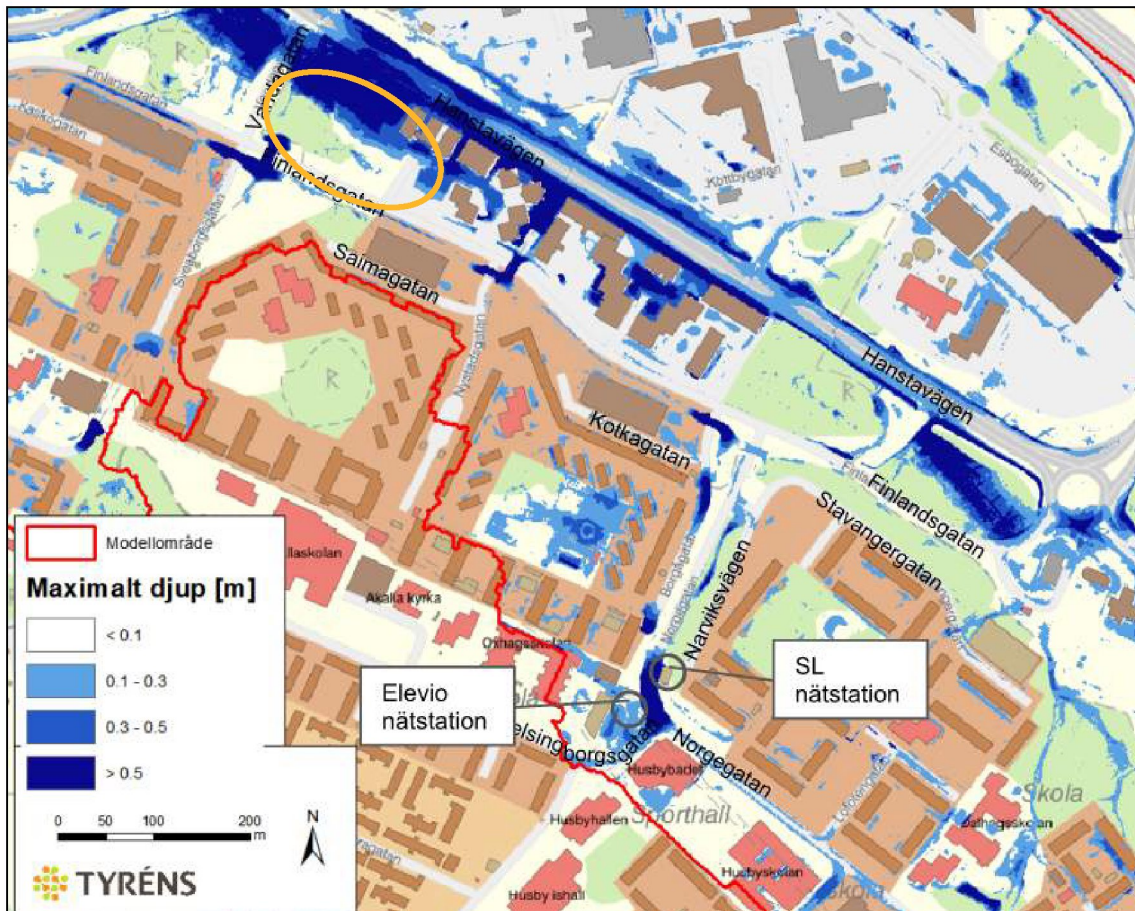
- I StormTac Web utförs beräkningarna baserade på schablondata från befintliga områden. Majoriteten av de mätningar som är med är ej utförda i Sverige under liknande förhållanden.
- För samtliga ämnen saknas tillräckligt med mätningar att kunna beräkna standardavvikelse för dagvattenhalt per markanvändning ”skolområde”, och säkerheten för utförda beräkningar klassificeras enligt StormTac Web som låg för samtliga ämnen inom markanvändning ”skolområde”. För absoluta osäkerheter per ämne, se Bilaga 2.
- Den dagvattenhantering som föreslås implementeras utnyttjar i möjligaste mån möjligheterna att infiltrera dagvatten till grundvatten, för att bidra till att bibehålla grundvattennivåerna i utredningsområdet. Anläggningar kommer alltså att utföras som genomsläppliga, och sannolikt kommer en del av dagvattenbildningen att istället bilda grundvatten vid mindre kraftiga regn. Den årliga dagvattenbildningen, och därigenom föroreningsbelastningen, från utredningsområdet kommer därför sannolikt vara lägre i verkligheten än vad som beräknats i detta fall, då modellen inte fullt ut tar hänsyn till sådan grundvattenbildning.

Punkterna ovan bidrar till osäkerheter i beräkningarna. Beräknade föroreningshalter och föroreningsmängder bör därmed ses som indikationer mer än faktisk sanning. För att uppnå bättre precision i kunskapen om föroreningsbelastningarna före och efter planerad exploatering skulle det behövas flödesproportionerlig provtagning på utgående dagvatten under en längre period, gärna flera år.

8. ÖVERSVÄMNINGSRISKER

Lågpunkter för befintlig situation presenteras i Figur 8-1 utifrån Tyréns skyfallsmodellering för klimatkompenserat 100-årsregn. Redovisad figur är hämtad från en version av skyfallsutredningen daterad 2020-03-02. Skyfallsutredningen är under revidering och figuren kommer därför ha uppdaterats något i senare version, som vid färdigställandet av denna utredning inte hunnit bli tillgänglig. Enligt uppgift kommer dock den modellerade skyfallssituationen kring utredningsområdet sannolikt inte att förändras i någon betydande omfattning i och med revideringen.

Resultaten från Tyréns skyfallsmodellering stämmer överens med resultaten enligt Stockholm stads skyfallskartering, som utifrån en terrängmodell redovisar områden där vatten riskerar att stängas in vid skyfall. Ett utdrag ur denna redovisas i Figur 8-2. Stadens skyfallskartering tar ingen hänsyn till eventuella effekter från dagvattennätet. Utifrån detta visas att det idag finns översvämningsrisk vid Hanstavägen och i viadukten under Finlandsgatan.



Figur 8-1. Maximalt vattendjup för befintliga förhållanden. Utredningsområdets ungefärliga lokalisering är markerat med orange ellips. Hämtad från Tyréns (2020-03-02). Skyfallsutredningen är under revidering men enligt uppgift kommer den modellerade skyfallssituationen kring utredningsområdet inte att förändras i någon betydande omfattning i och med revideringen.



Figur 8-2. Utdrag från Stockholm stads skyfallskartering, hämtad från Stockholm stads dataportal. Utredningsområdets ungefärliga utbredning är markerad med en svart ellips.

STEG 2 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

9. FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING

En översiktlig avvattningsplan som visar föreslagen dagvattenhantering finns i Bilaga 1. Där visas förslag på hur den erforderliga reningsvolymen på 134 m³, som krävs för att uppnå Stockholms stads åtgärdsnivå, kan fördelas ut mellan olika anläggningar och vilka ytor som lämpligen avleds till respektive anläggning.

Anläggningarna för rening av 20 mm nederbörd ska enligt Stockholm stads anvisningar utformas så att dagvattnet har en mer långtgående rening än sedimentation. Då stående vatten i ytliga dagvattenanläggningar helst undviks inom skolgårdar, med hänsyn till drunkningsrisk, föreslås underjordiska lösningar i form av luftiga skelettjor, förslagsvis makadammagasin, vilket beskrivs utförligare nedan. Skolgården planeras att anläggas i två etage. Beroende på nivå på serviser kan pump krävas om dagvattenledningar ska sammankopplas. Därför rekommenderas olika dagvattenlösningar för de olika nivåerna.

För att höja skolgårdens attraktionsvärde kan vatteninstallationer anläggas som inbjuder till trygg lek och experiment. Dagvattnet kan fördröjas i dessa anläggningar innan det antingen infiltreras till magasinen eller avleds till skyfallsytan. Exempel på sådana installationer är öppna stensatta rännor och öppningsbara slussar, pumpar och kopplingar, se exempel i Figur 9-1.



Figur 9-1. T.v.: Exempel på stensatt öppen ränna (Stockholm stad, 2015). T.h.: Exempel på hur vatteninstallationer kan inbjuda till lek. Observera att dagvattnet behöver ledas vidare till magasin eller översvämningssyta (Junehag, 2017).

9.1. Skolgårdens övre nivå

Dagvatten från hårdgjorda ytor föreslås avledas till porösa underjordiska lager, via rännstensbrunnar med sandfång och dräneringsledningar, alternativt via kombinerade luftnings- och dagvattenbrunnar. Förslagsvis utformas det porösa lagret i form av luftiga skelettjor, med ett djup på 1 meter och en total area om 450 meter vid den övre nivån, se Bilaga 1. Djupet kan justeras om arean ökas, dock rekommenderas den inte till mindre än 0,20 meter. Magasinen rekommenderas att i möjligaste mån anläggas under planterade träd, buskar eller annan växtlighet för att förbättra reningsförmågan under växtperioden. Genomsläpplig botten rekommenderas för att ge dagvattnet möjlighet till att infiltrera till grundvattnet. I och med att omgivande mark består av lera bedöms

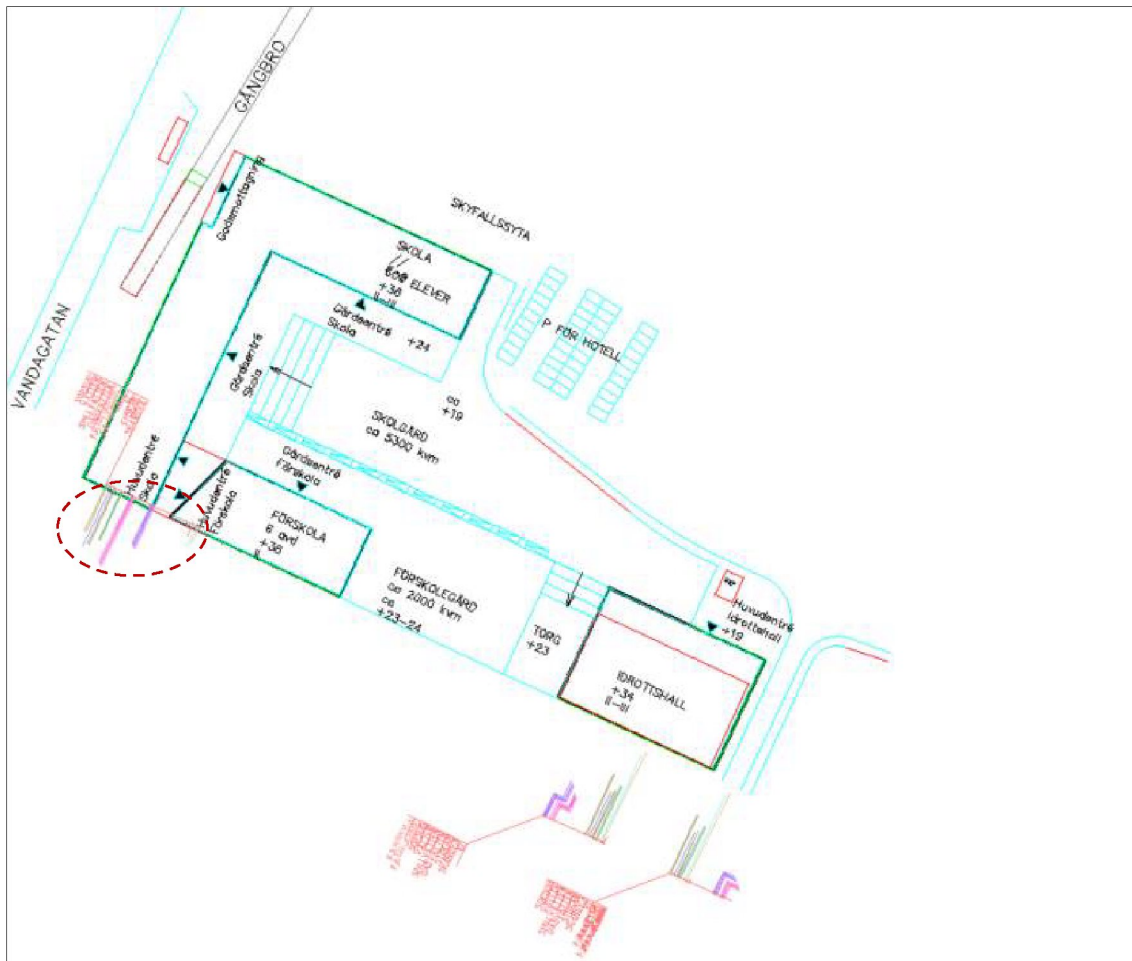
riskerna för grundvatteninträngning i magasinen som liten. Om förutsättningarna visar sig vara annorlunda vid anläggning kan de luftiga skelettjordarna behöva anläggas med tätskikt för att undvika att de fylls med grundvatten. Det är viktigt att det säkerställs att magasinen, när de är vattenfyllda, inte riskerar att ge ett så kraftigt sidotryck att de trycker ut terrasseringens vägg mellan det högre och lägre etaget.

Taktytor föreslås avvattnas via ledningar från stuprör till de luftiga skelettjordarna för rening och fördröjning. För skolbyggnaden planeras enligt uppgift från Tengbom 2020-04-24 sadeltak där två tredjedelar vetter inåt gården och en tredjedel ut mot gata. Idrottshallen uppges avvattnas längs de två långsidorna. Samråd bör hållas med Stockholm stad för att undersöka möjligheten att skapa förgårdsmark där det kan anläggas exempelvis regnbäddar på utsidan av byggnaderna. Erforderliga fördröjningsvolymerna från de taktytor som vetter ut mot gata blir då sammanlagt ungefär 35 m³ och visas i Bilaga 1. Avvattnas taktyterna såsom angetts innebär detta att fördröjningsvolymen inom kvartsmark kan minskas med motsvarande volym (i detta fall från 134 till 99 m³).

Vid dimensionerande regn leds överskottsvatten från de luftiga skelettjordarna genom bräddavlopp vidare till anslutning till det kommunala ledningsnätet. Möjlig anslutningspunkt för dagvatten finns längs dagvattenledning vid Finlandsgatan söder om utredningsområdet, se Figur 9-2. Föreslagen anslutningspunkt är enligt Helm Connect AB preliminär och kan komma att justeras till andra punkter längs Finlandsgatan.

För att minska bevattningsbehovet inom skolgården kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar och gräsytor. Detta görs förslagsvis genom att höjdsätta hårdgjorda ytor så att dagvattnet leds ut ovanpå planteringar och ges möjlighet att infiltrera till underliggande mark och bidra till att upprätthålla den naturliga grundvattenbalansen. Vid torrperioder kan bevattning av dessa områden komma att behövas. För att undvika stående vatten vid kraftiga regn bör överskott ledas direkt till brunn. Detta görs förslagsvis genom att tillåta översilning och anlägga rännstensbrunnar utanför planteringen som samlar upp överskottsvatten när vatten inte hinner infiltrera i planteringsytan, och leder ner det i skelettjorden. Regelbunden rensning av brunnar behövs för att vattentillförseln ska upprätthållas på sikt. Ett annat alternativ till att bidra till flödesutjämning och rening är att vid anläggning av hårdgjorda ytor använda sig av genomsläpplig beläggning såsom gräsarmering, grus eller gatsten. Detta passar dock inte eventuella områden med brant lutning, där vatteninstallationer som exempel i Figur 9-1 istället kan vara att föredra.

För händelser med kraftiga skyfall som överskrider dagvattenssystemets kapacitet behöver säkra ytliga avrinningsvägar säkerställas vid utformning och höjdsättning av skolgården. Ytliga och säkra avvattningsvägar vid extrema skyfall beskrivs i Avsnitt 10.



Figur 9-2. Situationsplan och av ledningssamordningen preliminärt föreslagen servispunkt. Möjlig placering av anslutningspunkt har markerats med en rödstreckad ellips. Material från Byggnet, 2020-03-04.

9.2. Skolgårdens lägre nivå

På grund av höjdskillnader har det i denna utredning antagits att dagvatten från nedre etage sannolikt ej avledas till föreslagna anslutningspunkter genom självfall, då höjder för dagvattenledningen i Finlandsgatan ej varit kända. Istället föreslås att hårdgjord yta i största möjliga mån undviks för att tillåta infiltration. Ny vegetation föreslås skapas för att förbättra markens infiltrationskapacitet. Ytor lutas mot översilningsområde norr om undersökningsområdet, mot Hanstavägen, där dagvattnet tillåts infiltrera. Föreslagna avrinningsvägar visas i Bilaga 1. Om dagvattenledningen i Finlandsgatan ligger tillräckligt djupt för att avledning dit ska kunna ske med självfall rekommenderas att hårdgjorda ytor via reningsanläggningar och brunnar istället avvattnas dit.

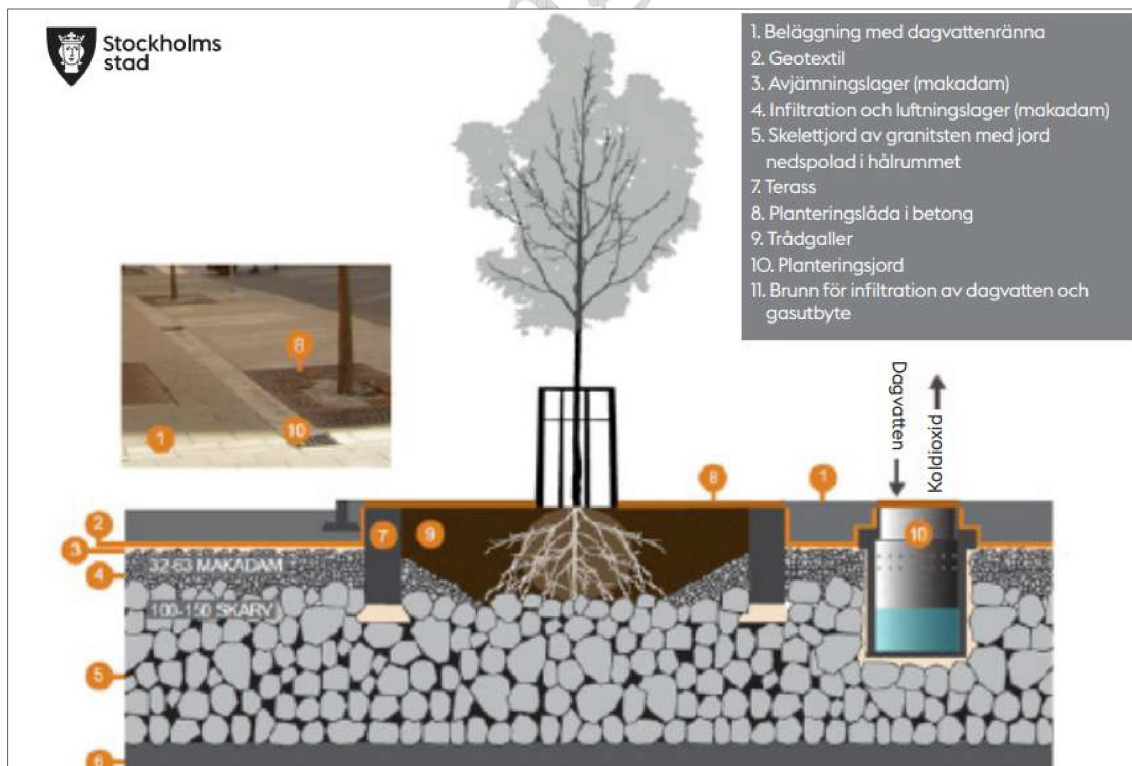
9.3. Luftig skelettjord/makadammagasin

Det porösa underjordiska lagret anläggs förslagsvis i form av en luftig skelettjord av makadam, som ökar den vattenhållande förmågan och förbättrar reningseffekten. Reningen uppstår när dagvattnet filtrerar genom skelettjorden, genom sedimentation av partiklar på skelettjordens botten och vid växtsäsongen genom trädens upptag av vatten och näringsämningen. Genom att plantera träd i skelettjorden kan alltså en del av avrinningen, och föroreningarna, tas upp av trädet. Under växtsäsongen bidrar även träd

till att avrinningen av vatten minskar vilket i sin tur också minskar föroreningsbelastningen till dagvattenrecipienter.

En luftig skelettjord innehåller till skillnad från en vanlig skelettjord enbart makadam och har en hög porositet i hela volymen, se Figur 9-3 för ett exempel på utformning. Förslagsvis anläggs skelettjorden så att vattnet kan perkolera vidare till underliggande mark för att bidra till ytterligare fastläggning av lösta föroreningar och till att upprätthålla vattenbalansen. Dräneringsledningen rekommenderas att placeras en bit över skelettjordens botten för att skapa ett sedimentationsmagasin, vilket ökar reningensgraden.

Skelettjordar avskiljer främst partikelbundna föroreningar. Eftersom föroreningsberäkningar, se Avsnitt 7, visar på för höga belastningar från framförallt fosfor, rekommenderas att planteringsytor överlagras makadamlagret när möjligt. Vid utformning av planteringsytor överlagras makadamlagret vanligen med ett tunt mulljordslager (10 – 20 centimeter), vilket ökar reningseffekten av lösta föroreningar såsom näringsämnen och metaller. Själva makadamlagret antas ha en porositet på 30 %. Makadamlagret har ofta en mäktighet på 20 – 100 centimeter. Förutom makadam kan det porösa lagret utformas i form av en växtbädd, och anläggs då med lättare material såsom lecakulor, vilket ger en större fördröjande och renande effekt samtidigt som växtlighet inte torkar ut vid perioder med små nederbörds mängder. En lägre vikt är särskilt gynnsam om konstruktionen anläggs på exempelvis bjälklag. Det är viktigt att anlägga skelettjorden med god infiltrationskapacitet för att minska risken för frysning, vilket minskar reningseffekten.



Figur 9-3. Principskiss för skelettjord, hämtad från Stockholm Vatten och Avfall.

9.4. Materialval

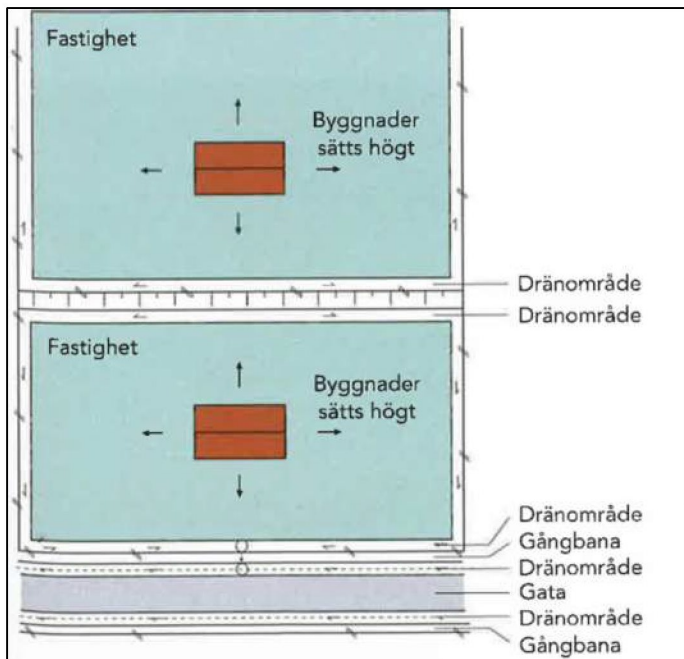
Ett av de mest effektiva sätten att minska dagvattnets föroreningsinnehåll är att införa åtgärder så nära källorna som möjligt. Utöver reningsåtgärder kan förekomsten av vissa materialval minskas genom medvetna materialval i anläggningsskedet. Hållbarhetskrav ställs från Stockholm stad att uppfylla kriterier enligt Byggvarubedömningens (BVB) bedömningskriterier. Vidare undviks användning av tak- eller fasadmateriäl som riskerar att urlaka metaller eller andra föroreningar till dagvattnet, i enlighet med Stockholm stads hållbarhetskrav (2017).

10. HANTERING AV SKYFALL

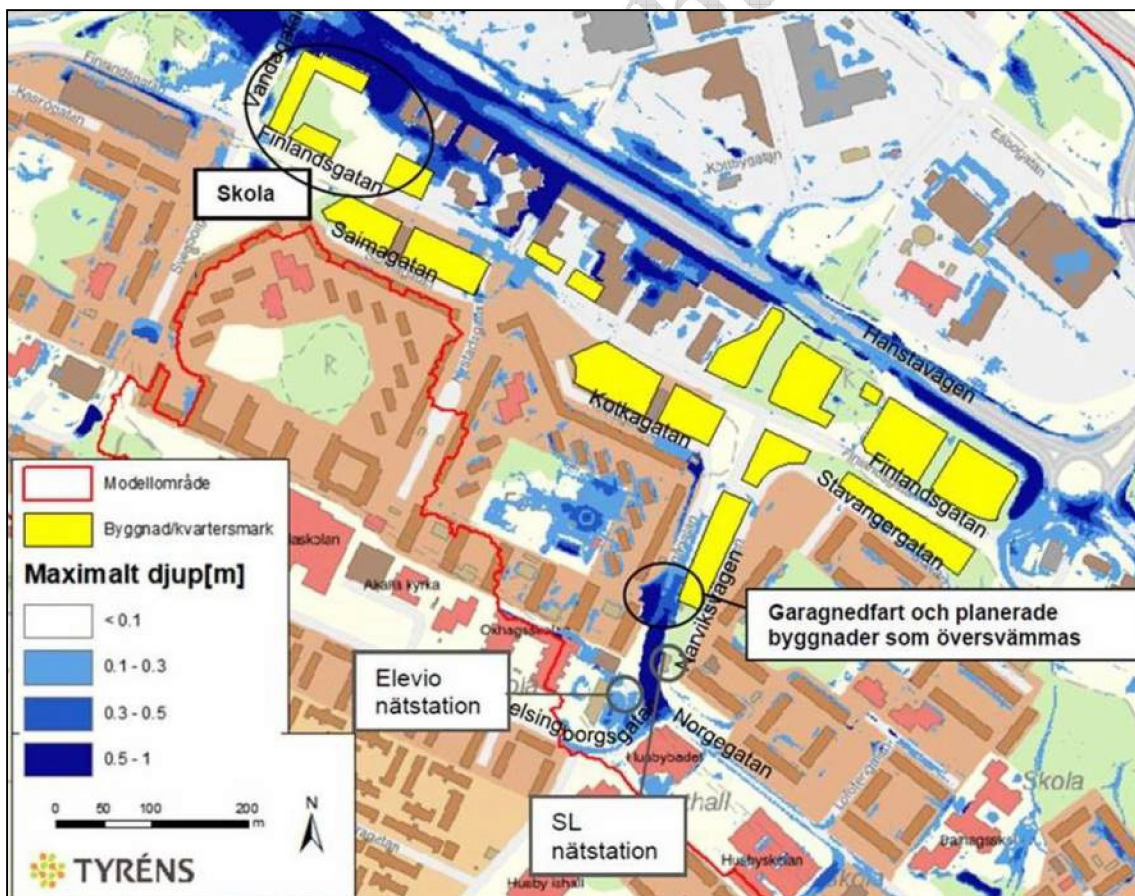
Vid extrema regn som är större än dimensionerande för utredningsområdet är det vid ny exploatering viktigt att höjdsättningen är utförd så att dagvattnet kan avrinna ytledes längs säkra avrinningsvägar utan att skada byggnader eller annan infrastruktur. För det aktuella utredningsområdet innebär det att gårdsytorna behöver höjdsättas så att vatten inte riskerar att stängas in mot någon byggnad utan att det kan avledas ytligt via gårdsytor och infartsvägar, se principskiss i Figur 10-1. I anslutning till utredningsområdet planeras en skyfallsyta som bör utnyttjas. Ett alternativ är även att anlägga exempelvis en multifunktionell yta, exempelvis i form av en nedsänkt idrottsplan som kan samla upp vatten extrem nederbörd. Idrottsplanen förses med rännstensbrunnar kopplade till de luftiga skelettjordarna för hantering av nederbörd i enlighet med stadens åtgärdsnivå. Föreslagna avrinningsvägar inom utredningsområdet visas i avvattningsplan i Bilaga 1.

En skyfallskartering har gjorts av Tyréns (2020) för framtida situation, se Figur 10-2. Viadukten under Finlandsgatan planeras att fyllas igen och vattnet kommer ledas ned mot en skyfallsyta söder om Hanstavägen. Enligt uppgift från Stockholm stad (e-post 2020-02-21) visar preliminära resultat från skyfallsmodellering att en höjdsättning på +20 på skolgården varken påverkar skolgården eller omkringliggande områden negativt. Skyfallsmodellen visar att den preliminära utformningen inte kommer att förvärra översvämningssituationen för omgivningen, se Figur 10-3. För det tilltänkta skyfallsområdet där stående vatten kan förväntas vid 100-årsregn visar modellen inte på någon skillnad i vattendjup mellan befintlig och framtida situation.

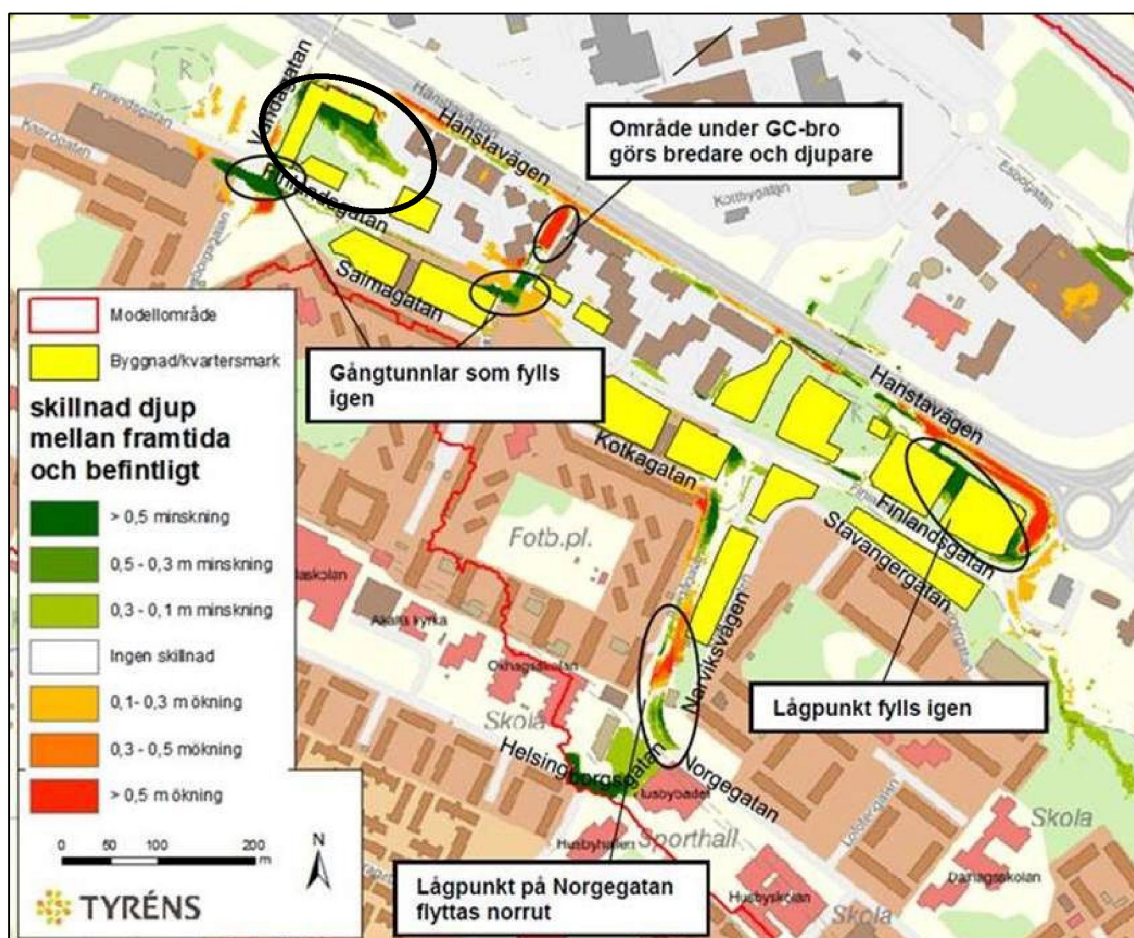
Skyfallsmodellen har visat att den preliminära utformningen av skolområdet inte riskerar att ge några översvämningsskador på byggnader, förutsatt byggnaderna skyfallssäkras upp till de modellerade vattennivåerna enligt Figur 10-2. Detta innebär bland annat att portar och fönster undviks och att fasaden görs i vattentåligt material (exempelvis vattentät betong). Det behöver också säkerställas att konstruktionen tål det vattentryck som temporärt uppkommer från det vatten som förväntas bli stående mot byggnaden vid ett 100-årsregn.



Figur 10-1. Princip för höjdsättning av byggnader inom fastighetsmark så att dagvatten kan rinna av mot dräneringsstråk längs med gata. (Källa: P105, Svenskt Vatten)



Figur 10-2. Maximalt framtida vattendjup enligt Tyréns (2020-06-02). Utredningsområdet är markerad med en svart ellips. Byggnader behöver skyfallssäkras upp till modellerad vattennivå. Skyfallsutredningen är under revidering men enligt uppgift kommer den modellerade skyfallssituationen kring utredningsområdet inte att förändras i någon betydande omfattning i och med revideringen.



Figur 10-3. Skillnad mellan framtida och befintligt vattendjup enligt Tyréns (2020-06-02). Utredningsområdet är markerat med en svart ellips. Skyfallsutredningen är under revidering men enligt uppgift kommer den modellerade skyfallssituationen kring utredningsområdet inte att förändras i någon betydande omfattning i och med revideringen.

11. HELHETSBILD AV DAGVATTENHANTERING

Skolgården planeras att anläggas vid två etage. Förslagsvis utformas den luftiga skelettjorden i detta fall med ett djup på 1 meter och en total area om 450 meter vid den högre nivån, se Bilaga 1. Magasinen rekommenderas att anläggas under planterade träd för att förbättra reningsförmågan under växtperioden. Genomsläpplig botten rekommenderas för att ge dagvattnet möjlighet till att infiltrera till grundvattnet. På grund av höjdskillnader kan dagvatten från nedre etage sannolikt ej avledas till föreslagna anslutningspunkter genom självfall. Istället föreslås att hårdgjorda ytor i största möjliga mån undviks för att tillåta infiltrering. Ytor lutar mot översilningsområde norr om undersökningsområdet, mot Hanstavägen där dagvattnet tillåts infiltrera. Föreslagna avrinningsvägar visas i Bilaga 1.

Tabell 11-1. Beräknade flöden inklusive dagvattenåtgärder vid ett dimensionerande 10-årsflöde utan klimatfaktor, och ett dimensionerande 20-årsflöde inklusive klimatfaktor.

	Q 10 år [l/s]	Q 20 år x 1,25 [l/s]
Befintlig situation	87	137
Planerad situation	152	239
Planerad situation inklusive LOD	70	158

11.1. Föroreningssituation efter rening

För planerad situation har rening i anläggningar motsvarande avvattningsplanen, se Bilaga 1, implementerats i modellen i form av underjordiska makadammagasin. Ytorna har representerats av de markanvändningskategorier och avrinningskoefficienter som redovisas i Tabell 6-2 och Tabell 6-3.

Beräkningarna visar på att föroreningshalterna i planerad situation efter rening minskar för samtliga ämnen, förutom för fosfor och kadmium, där kadmium har en marginell ökning, se Tabell 11-2. Som en indikation för huruvida utgående föroreningshalter från utredningsområdet bör betraktas som höga för planerad situation har halterna jämförts med gränsvärden för dricksvatten enligt Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2). Utgående halter för samtliga studerade ämnen, med undantag av BaP och PAH16 (där gränsvärdet för PAH är fastställt för PAH4) är avsevärt lägre än vad som bedöms som otjänligt för dricksvatten, givet att föreslagna åtgärder för dagvattenhantering genomförs.

Tabell 11-2. Förväntade föroreningshalter från utredningsområdet för befintlig situation och för planerad situation, före och efter rening. Röda celler visar en ökning av föroreningshalter jämfört med befintlig situation, gröna celler en minskning.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation		Gränsvärde för dricksvatten
			Före rening	Efter rening ⁽¹⁾	
Fosfor, P	µg/l	130	260	200	-
Kväve, N	µg/l	1 700	1 600	1 100	-
Bly, Pb	µg/l	16	12	5,2	10 ⁽³⁾
Koppar, Cu	µg/l	25	23	13	200 ⁽⁴⁾ , 2000 ⁽³⁾
Zink, Zn	µg/l	77	87	46	-
Kadmium, Cd	µg/l	0,29	0,58	0,33	5,0 ⁽³⁾
Krom, Cr	µg/l	8,2	10	5,7	50 ⁽³⁾
Nickel, Ni	µg/l	7,8	8,2	4,9	20 ⁽³⁾
Kviksilver, Hg	µg/l	0,045	0,027	0,018	1,0 ⁽³⁾
SS ⁽²⁾	µg/l	78 000	60 000	29 000	-
Olja	µg/l	480	590	290	-
PAH 16	µg/l	1,7	0,49	0,29	0,10 ⁽³⁾ (PAH 4)
Benso(a)pyren, BaP	µg/l	0,031	0,042	0,025	0,010 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Dagvatten inom utredningsområdet har genomgått rening i makadammagasin. Dagvatten som avleds till översilningsyta har ej räknats med någon rening.

⁽²⁾ SS: suspenderat material.

⁽³⁾ Gränsvärde där dricksvatten bedöms som otjänligt, Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2).

⁽⁴⁾ Gränsvärde där dricksvatten bedöms som tjänligt med anm., Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2).

Beräkningarna visar på en minskning av den förväntade årliga föroreningsbelastningen för samtliga ämnen med undantag av fosfor, kadmium och benso(a)pyren, givet att föreslagna åtgärder för dagvattenhantering genomförs. Ökningen för kadmium och benso(a)pyren beräknas till 1 respektive 4 %, medan ökningen från fosforutsläpp beräknas öka med 118 %, se Tabell 11-3. Maximal reningseffekt uppnås inte genom dagvattenanläggningarna eftersom skolgårdens nedre etage inte avleds till de luftiga skelettjordarna. I beräkningarna antas därför ingen rening för nederbörden som faller inom detta område. Med minimal hårdgörning tillåts detta dagvatten att delvis infiltrera till marken, och tillsammans med avledning av resterande dagvatten till översilningsyta mot Hanstavägen kan en högre reningseffekt förväntas. För att ytterligare minska föroreningsbelastningen för fosfor rekommenderas minimerad gödsling inom området.

Tabell 11-3. Förväntade föroreningsbelastningar från utredningsområdet för befintlig situation och för planerad situation, före och efter rening. Röda celler visar en ökning på mer än 10 % från befintlig situation, gröna celler en minskning på mer än 10 %, gula celler visar en förändring på +/- 10 % i jämförelse med befintlig situation.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation		Renings-effekt (%) ⁽¹⁾	Förändring befintlig/ planerad situation efter rening (%) ⁽²⁾
			Före rening	Efter rening		
Fosfor, P	kg/år	0,44	1,2	0,96	20	+118
Kväve, N	kg/år	5,9	7,4	5,2	30	-12
Bly, Pb	g/år	54,58	59	25	58	-54
Koppar, Cu	g/år	86,58	110	62	44	-28
Zink, Zn	g/år	275,8	410	220	46	-20
Kadmium, Cd	g/år	1,58	2,7	1,6	41	+1
Krom, Cr	g/år	29,58	48	27	44	-9
Nickel, Ni	g/år	27,58	39	23	41	-17
Kvicksilver, Hg	g/år	0,1658	0,13	0,087	33	-48
SS ⁽³⁾	kg/år	270	280	135	52	-50
Olja	kg/år	1,7	2,8	1,4	50	-18
PAH 16	g/år	5,8	2,3	1,4	39	-76
Benso(a)pyren, BaP	g/år	0,1158	0,258	0,12	53	+4

⁽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.

12. SAMMANFATTNING AV DAGVATTENHANTERINGEN

Enligt genomförda beräkningar blir det dimensionerande dagvattenflödet större för planerad situation jämfört med för befintlig situation. Flödesökningen beror på hårdgörande av det som idag är grönytor, vilket innebär att minimering av hårdgjorda ytor kan reducera dagvattenflödet. Genom att anläggningar för omhändertagande av 20 mm nederbörd implementeras i och med exploateringen minskas flödet vid ett 20-årsregn för planerad situation med cirka 34 % (från 239 liter/sekund till 158 liter/sekund).

Teoretiska beräkningar av schablonhalter visar att föroreningsbelastningen minskar för samtliga ämnen, med undantag av fosfor, kadmium och BaP, där ökningen för kadmium och BaP är mindre än 10 % jämfört med befintlig situation. Detta förutsatt att föreslagna dagvattenåtgärder genomförs. För att minska utsläppet av fosfor föreslås att träd och växter planteras ovan skelettjorden samt att gödsling i planteringar undviks.

Föreslagna reningsanläggningar uppfyller Stockholm stads riktlinjer om fördröjning av 20 mm nederbörd. Riktlinjen har tagits fram som ett led i stadens mål om klimatanpassade dagvattenlösningar och god vattenkvalitet inom staden, och genom att uppfylla detta bidrar den planerade exploateringen till uppnåendet av detta. Det är viktigt att anläggningarna utformas så att dagvattnet får en uppehållstid på 6 – 12

timmar för att uppnå en effektiv avskiljning av föroreningar. I senare skede behöver föreslagna lösningar projekteras mer i detalj för att säkerställa att tillräckliga volymer uppnås i respektive anläggning.

Inom utredningsområdet finns i planerad situation en översvämningsrisk vid ett 100-årsregn, främst kring den föreslagna skyfallsytan (Figur 10-2). För att undvika skador på byggnader behöver dessa därför skyfallssäkras upp till modellerade vattennivåer. Detta innebär bland annat att portar och fönster undviks, att fasader byggs vattentäta och att konstruktionen ska dimensioneras för att under kortare perioder kunna tåla det vattentryck som kan uppstå vid stående vatten.

12.1. Recipientpåverkan

Vid bedömning av recipientpåverkan bör det noteras att utredningsområdet endast utgör ett litet bidrag till recipientens totala näringsämnestillförsel, då enligt VISS (2020) den största andelen av den totala näringsämnestillförseln till recipienten Edsviken kommer från Östersjön.

Recipienten Edsviken uppnår ej god kemisk status med avseende på antracen och TBT. Den ekologiska statusen klassas som otillfredsställande baserad på övergödning och miljögifter, där icke-dioxinlika PCB:er har varit utslagsgivande. Tillförlitligheten i statusklassificeringen för miljögifter är dock låg.

De teoretiska beräkningarna med schablonhalter visar att den årliga föroreningsbelastningen för PAH:er, där antracen ingår, kommer att minska med föreslagna dagvattenåtgärder. För fosfor beräknas den årliga belastningen öka. Med undantag av ovan nämnda fosfor samt kadmium och BaP minskar föroreningsbelastningen från utredningsområdet för samtliga studerade ämnen. Genom materialval kan de teoretiska utsläppen minska ytterligare, eftersom tak (som markanvändning) i StormTacs schablonhalter genererar utsläpp av metaller. Planerade byggnader rekommenderas därför att anläggas med taktytor som byggs i material utan koppar och kadmium, exempelvis tegel. Detta är i enlighet med Stockholm stads hållbarhetskrav.

För att minska läckage av näringsämnen från utredningsområdet rekommenderas att grönytor och planteringar gödslas sparsamt. Föroreningsmängderna som erhålls vid beräkningarna i StormTac utgår från schablonhalter och att markanvändningen ”skolorråde” gödslas i viss utsträckning. Maximal reningseffekt uppnås inte genom dagvattenanläggningarna eftersom skolgårdens nedre etage inte avleds till de luftiga skelettjordarna. I beräkningarna antas därför ingen rening för nederbörden som faller inom detta område. Genom minimal hårdgörning i detta område tillåts infiltration till marken, och planeras även träd eller buskage inom området kan en högre reningsgrad förväntas och en minskning av läckage av näringsämnen.

Utifrån resultatet av beräkningarna och ovanstående resonemang bedöms inte den planerade exploateringen försvåra recipientens möjligheter att uppnå god status, givet att föreslagna anläggningar för dagvattenhantering införs och att materialval och

skötsel/gödsling tillämpas enligt ovan. Med sparsam gödsling och utnyttjande av gröna ytor bedöms en stor andel av de potentiella föroreningskällorna reduceras.

REFERENSER

DHI, 2015. Kompletterande regnstatistik för Stockholm.

Iterio AB, 2020. PM Geoteknik. Finlandsgatan, Akalla, Stockholms kommun. Daterad 2020-03-05.

Juneag, 2017. Äventyrslek i naturmark, Ett idéförslag till en naturanpassad lekmiljö i Gustavsberg, Värmdö kommun. Examensarbete vid landskapsarkitektprogrammet, SLU.

Stockholm stad, 2015. Inspirationskatalog Utbildningsförvaltningens skolgårdar. Daterad 2015-02-04. [<https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1786492>]

Stockholm stad, 2015. Dagvattenstrategi. Antagen av kommunfullmäktige 2015-03-09.

Stockholm stad, 2016. Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse. Version 1.1.

Stockholm stad, 2020. Dagvattenwebben. [<https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/>] Besökt 2020-02-25.

Tyréns, 2020. Resultat skyfallskartering Finlandsgatan. Granskningshandling daterad 2020-06-02.

BILAGOR

Bilaga 1: Avvattningsplan

Bilaga 2: StormTac-rapport



Prel. avvattningsplan upprättad av:
Linnea Eriksson 2020-03-18
Reviderad: 2020-06-04
Underlag: Prel. situationsplan erhållen
av Tengbom 2020-03-04

Viktigt att byggnad
skyfallsäkras för att klara
av ett 100-årsregn

Skyfallsyta
Prel. area ~2000 m²

Ev. lågstråk för avledning mot
skyfallsyta vid 100-årsregn

Förslag på dagvattenanläggning:
Luftig skelettjord under mark som kan
fördelas över flera anläggningar inom
skolgårdens övre nivå.
Area: 450 m²
Djup: 1 m
Porositet: 0,3
Tillgänglig fördröjningsvolym: 135 m³

Tak som prel. avvattnas mot allmän
platsmark (1/3 av takyten)
Takyta: ~ 3700 m²
Erforderlig fördröjningsvolym: ~22 m³

EXEMPEL PÅ AVVATTNINGSPÅN KV. SAIMA, FINLANDSGATAN

I enlighet med Stockholm stads åtgärdsnivåer ska systemen dimensioneras med en våtvolum på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För detta föreslås ett underjordiskt poröst lager i form av luftig skelettjord i skolgårdens övre nivåer, förslagsvis med ovanliggande planteringar. Ytliga dagvattenlösningar undviks inom skolgården. Dagvatten från tak, hårdgjorda ytor och överskottsvatten från genomsläppliga bettygningar/planteringar leds via rännstensbrunnar till de luftiga skelettjordarna. Där tak avvattnas mot allmän platsmark bör samråd hållas med Stockholm stad för att undersöka möjligheten att anlägga exempelvis regnbäddar på utsidan av byggnaderna som kan omhänderta erforderliga fördröjningsvolymer (sammanslag 35 kubikmeter). Om så är fallet kan den luftiga skelettjordens volym inom skolgården minskas med motsvarande 35 kubikmeter.

För skolgårdens lägre nivå föreslås att hårdgjord yta i största möjliga mån undviks för att tillåta infiltrering. Ytor lutas mot skyfallsyta norr om undersökningsområdet, där dagvattnet tillåts infiltrera. Dagvattnet kan med fördel avledas via vatteninstallationer som inbjuder till trygg lek och experiment.

Läge för servispunkt för dagvatten planeras och meddelas av VA-huvudman i samband med VA-anmälan. Preliminär anslutningspunkt har utpekats av Helm Connect AB, men kan justeras längs Finlandsgatan.

Tak som prel. avvattnas mot allmän
platsmark (1/2 av takyten)
Takyta: ~ 1400 m²
Erforderlig fördröjningsvolym: ~13 m³

Teckenförklaring

- Prel. situationsplan
- Förslag servispunkt dagvatten
- Prel. områdesgräns
- Tak
- Luftig skelettjord
- Skyfallsyta
- Flödesriktning skyfall
- Avvattning från tak

0 25 50 m

2020-06-04 13:36:59



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		640	mm/år	10	64
Dimensionerande regnvaraktighet vid studerat flöde	$t_{r, Q_{study}}$	6.0	h		
Avrinningsområde	A	0.43	ha	10	0.043
Rinnsträcka	s	50	m	0	0
Dim.vattenhastighet	v	1.0	m/s	0	0
Återkomsttid	N	20	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
Skolområde	0.45	0.50	0.43	0.43	0.43
Totalt	0.45	0.50	0.43	0.43	0.43
Relativ osäkerhet (%)	20	20	10	10	10
Absolut osäkerhet (+/-)	0.090	0.10	0.043	0.043	0.043
Reducerat avrinningsområde			0.19		0.21

Urban area *	0.43	ha_{urbant}
(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning, endast urbana areor *	0.45	
Urbant reducerad avrinningsyta *	0.19	$ha_{red,urbant}$

1.2 Utdata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Basflöde, årsmedel	Q_b	0.0092	l/s	24	0.0022
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	0.039	l/s	24	0.0094
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	0.048	l/s		0.0097
Basflöde, årsmedel	Q_b	290	m ³ /år	24	71
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	1200	m ³ /år	24	298
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	1500	m ³ /år		306
Medelavrinning	Q_m	0.58	l/s		
Dim. flöde	Q_{dim}	76	l/s	20	15
Dim. varaktighet vid Q_{dim}	t_r	10	min		
Rinnhastighet	v	1.0	m/s		
Dimensionerande regndjup vid Q_{study}	$r_{d, Q_{study}}$	140	mm		
Reducerat flöde (studerat flöde / reducerad area)	Q_{red}	63	l/s/ha _{red}		
Det studerade flödets andel av den totala årliga avrinningsvolymen		99	%		



2. Transport och flödesutjämning

2.1 Indata

Dagvattenledning

Lutning	0.0050
Material	Betong, gjutjärn, stål

Flödesutjämning

Maximalt utflöde	Q_{out2}	200	l/s
Relativ osäkerhet (%)		0	%
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Magasinffyllning, andel av porer		1	
Reducerad flödesfaktor	f_{Qred}	0.67	
Klimatfaktor		1.00	
Reducerad infiltrationsområde		1	
Exfiltrationshastighet		0	mm/h
Anläggningens längd		48	m
Anläggningens bredd		24	m
Anläggningens djup		1.5	m

2.2 Utdata

Dagvattenledning

Innerdiameter dagv.ledning	$\varnothing$	1200	mm
Ledningskapacitet	Q_{cap}	2800	l/s
Säkerhetsfaktor		37.04	

Flödesutjämning

Erforderlig anläggningsvolym	V_d	0	m ³
Relativ osäkerhet (%)		20	%
Absolut osäkerhet (+/-)		0	m ³
Total erforderlig anläggningsvolym	$V_{d,tot}$	0	m ³
Utformad anläggningsvolym		1700	m ³
Exfiltrationsutflöde		0	l/s
Dim. varaktighet vid dim. V_d	t_r	3.0	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*
Skolområde	5.0

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

Relativ osäkerhet (%)

Basflöde / ämne	20
Dagvatten / ämne	20

Basflödeshalt (ug/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Skolområde	87	1400	1.8	8.3	33	0.064	2.0	4.9	0.012	17000
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Skolområde	120	0.050	0.0083							



Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Skolområde	300	1600	15	27	100	0.70	12	9.0	0.030	70000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Skolområde	700	0.60	0.050							
SD	nd	nd	nd							

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet



3.2 Utdata

Basflödeshalt (ug/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödeshalt	87	1400	1.8	8.3	33	0.064	2.0	4.9	0.012	17000	120	0.050	0.0083
Absolut osäkerhet (%)	17	280	0.36	1.7	6.7	0.013	0.40	0.97	0.0024	3500	24	0.010	0.0017

Dagvattenhalt (ug/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Dagvattenhalt	300	1600	15	27	100	0.70	12	9.0	0.030	70000	700	0.60	0.050
Absolut osäkerhet (+/-)	60	320	3.0	5.4	20	0.14	2.4	1.8	0.0060	14000	140	0.12	0.010



Basflödesmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödesmängd	0.025	0.41	0.00052	0.0024	0.0097	0.000018	0.00058	0.0014	0.0000035	5.0	0.035	0.000014	0.0000024
Absolut osäkerhet (+/-)	0.0080	0.13	0.00017	0.00076	0.0031	0.0000058	0.00018	0.00045	0.0000011	1.6	0.011	0.0000046	0.00000076

Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	0.36	1.9	0.018	0.033	0.12	0.00085	0.015	0.011	0.000036	85	0.85	0.00073	0.000061
Absolut osäkerhet (+/-)	0.12	0.62	0.0058	0.010	0.038	0.00027	0.0046	0.0035	0.000012	27	0.27	0.00023	0.000019



Föroreningshalter (ug/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	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Beräkning	C	260	1600	12	23	87	0.58	10	8.2	0.027	60000	590	0.49	0.042
Riktvärde	C _{cr,sw}	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030
Absolut osäkerhet (+/-)	C	73	440	3.5	6.6	25	0.16	2.9	2.3	0.0075	17000	170	0.14	0.012

Områdets acceptabla halt (ug/l)

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Områdets acceptabla halt	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd



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

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	0.39	2.4	0.019	0.035	0.13	0.00087	0.015	0.012	0.000040	90	0.89	0.00074	0.000063
Absolut osäkerhet (+/-)	0.12	0.63	0.0058	0.010	0.039	0.00027	0.0046	0.0035	0.000012	27	0.27	0.00023	0.000019

Områdets acceptabla belastning och reningsbehov (kg/år)

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Områdets acceptabla belastning	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Områdets reningsbehov	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
0.92	5.5	0.044	0.083	0.31	0.0020	0.036	0.029	0.000094	210	2.1	0.0018	0.00015



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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Skolområde	259	1562	12	23	87	0.58	10	8.2	0.027	59899
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Skolområde	589	0.49	0.042							

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Skolområde	0.39	2.4	0.019	0.035	0.13	0.00087	0.015	0.012	0.000040	90
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Skolområde	0.89	0.00074	0.000063							



Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Skolområde	0.025	0.41	0.00052	0.0024	0.0097	0.000018	0.00058	0.0014	0.0000035	5.0
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Skolområde	0.035	0.000014	0.0000024							

Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Skolområde	0.36	1.9	0.018	0.033	0.12	0.00085	0.015	0.011	0.000036	85
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Skolområde	0.85	0.00073	0.000061							



5. Recipient

5.1 Indata

Avrinningsområde

	Avrinningsarea	Grundvattenarea
	ha	ha
Villaområde	147.70	147.70
Radhusområde	5.70	5.70
Flerfamiljshusområde	1.30	1.30
Skogsmark	148.00	148.00
Ängsmark	3.00	3.00
Våtmark	8.80	8.80
Totalt exkl. recipient	310	310
Totalt exkl. recipient, endast urbana areor *	150	-
Totalt inkl. recipient	350	350
Urbant reducerad avrinningsyta *	39	-

(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning	0.20
(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning, endast urbana areor *	0.25

* Specifikt värde för de urbana (antropogent påverkade) areorna som exkluderar naturmark såsom skogsmark, ängsmark och våtmark etc.

Recipient

Typ av recipient	Sjöar		
Recipientens vattenyta	A_{rec}	32.20	ha
Recipientens vattenvolym	V_{rec}	640000	m ³



5.2 Utdata

Föroreningshalter i recipient (ug/l)

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
Beräkning/mätdata	C _{rec}	53	730	0.47	1.7	3.6	0.025	0.52	3.1
Halt efter rening	C _{rec,after}	53	730	0.47	1.7	3.6	0.025	0.52	3.1
Riktvärde	C _{cr,rec}			1.2 ^{bio}	0.50 ^{bio}	5.5 ^{bio}	0.080 ^{diss}	3.4 ^{diss}	4.0 ^{bio}
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Beräkning/mätdata	C _{rec}	0.0020	2200	0.31	0.10	0.021			
Halt efter rening	C _{rec,after}	0.0020	2200	0.31	0.10	0.021			
Riktvärde	C _{cr,rec}					0.00017			

Egen indata/uppmätt halt C _{rec}	diss (löst fraktion), bio (biotillgänglig fraktion)
---	---



Föroreningsmängder till recipient (kg/år)

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
Total belastning	L _{in}	74	920	4.1	8.3	31	0.19
Acceptabel belastning	L _{acc}	nd	nd	11	2.4	48	0.61
Reningsbehov	Δ L	nd	nd	0	5.9	0	0
Avskiljd mängd	Δ L1	0	0	0	0	0	0
Återstående reningsbehov	Δ L2	nd	nd	0	5.9	0	0
		Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16
Total belastning	L _{in}	2.3	3.2	0.011	19000	150	0.19
Acceptabel belastning	L _{acc}	15	4.1	nd	nd	nd	nd
Reningsbehov	Δ L	0	0	nd	nd	nd	nd
Avskiljd mängd	Δ L1	0	0	0	0	0	0
Återstående reningsbehov	Δ L2	0	0	nd	nd	nd	nd
		BaP					
Total belastning	L _{in}	0.016					
Acceptabel belastning	L _{acc}	0.00013					
Reningsbehov	Δ L	0.016					
Avskiljd mängd	Δ L1	0					
Återstående reningsbehov	Δ L2	0.016					

Acceptabel belastning per hektar i recipientens tillrinningsområde.

Används för att beräkna (plan)områdets acceptabla belastning (kg/år) som presenteras i delmodell Föroreningstransport.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
Lacc,area,calc (kg/ha/år)	0	0	0.034	0.0076	0.15	0.0019
	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16
Lacc,area,calc (kg/ha/år)	0.048	0.013	0	0	0	0
	BaP					
Lacc,area,calc (kg/ha/år)	0.00000042					



Massbalans (kg/år)

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Belastning dagvatten	L	54	430	3.5	6.1	22	0.16	2.0	2.4
Belastning atmosfärisk deposition	L _a	6.6	230	0.29	0.47	1.7	0.018	0.086	0.12
Belastning basflöde	L _b	14	270	0.37	1.8	6.8	0.014	0.21	0.69
Belastning utflöde från recipienten	L _{out}	42	580	0.37	1.4	2.8	0.020	0.41	2.5
Punktflöde från tex. andra sjöar, industriella utsläpp etc.	L _{point}	0	0	0	0	0	0	0	0
Nettobelastning till (+) / från (-) sedimenten	L _{netsed}	32	340	3.8	7.0	28	0.17	1.9	0.74
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Belastning dagvatten	L	0.0053	16000	130	0.17	0.014			
Belastning atmosfärisk deposition	L _a	0.0035	0	0	0.014	0.00072			
Belastning basflöde	L _b	0.0019	2300	26	0.011	0.0017			
Belastning utflöde från recipienten	L _{out}	0.0016	1700	0.24	0.081	0.017			
Punktflöde från tex. andra sjöar, industriella utsläpp etc.	L _{point}	0	0	0	0	0			
Nettobelastning till (+) / från (-) sedimenten	L _{netsed}	0.0091	17000	150	0.11	-0.00027			

Vattenbalans

Utflöde från recipient	Q _{out}	790000	m ³ /år
Totalt inflöde till recipient	Q _{in}	980000	m ³ /år
Dagvattenflöde	Q	400000	m ³ /år
Basflöde	Q _b	370000	m ³ /år
Atmosfärisk flöde	Q _a	200000	m ³ /år
Avdunstning från recipienten	Q _e	190000	m ³ /år
Punktflöde från tex. andra sjöar, industriella belastningar etc.	Q _{point}	0	m ³ /år