



Steningeparken med vy från Skagersvägen/Bolidenplan (bild tagen 2016-09-06)

Dagvattenutredning Steningeparken

NY SKOLA OCH IDROTTSHALL, STOCKHOLMS STAD

Uppdragsnr. AFRY:	763135/785134	Förenklad dagvattenutredning för ny skola och idrottshall i Steningeparken, Stockholms stad
Daterad:	2020-06-12	
Status:	Granskningshandling	
Reviderad:	-	
Handläggare:	Zanna Sefane	
Granskare:	Lina Thorén	

DAGVATTENUTREDNING STENINGEPARKEN NY SKOLA OCH IDROTTSHALL

KONSULT

AFRY
Årstaängsvägen 17
117 43 Stockholm

+46 10 505 00 00
Org.nr: 556185-2103
www.afry.com
info@afconsult.com



KONTAKTPERSON

Zanna Sefane
zanna.sefane@afry.com

KUND

SISAB (Skolfastigheter i Stockholm AB)



Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och uppdragsbeskrivning	1
2	Underlag och tidigare utredningar	2
3	Riktlinjer för dagvattenhantering	3
3.1	Stockholms stads riktlinjer	3
4	Beräkningsmetoder och analysverktyg.....	3
4.1	Flöden och regnintensitet.....	3
4.2	Avrinningskoefficienter	4
4.3	Magasinsvolym.....	4
4.4	Föroreningsberäkningar	4
4.5	SCALGO Live	5
4.6	Referenssystem	5
5	Områdesbeskrivning	6
5.1	Topografi och områdesbeskrivning.....	6
5.2	Recipienter och statusklassning.....	7
5.3	Vattenskyddsområde och markavvattningsföretag.....	8
5.4	Vattendom	8
5.5	Lokala åtgärdsprogram (LÅP)	8
5.6	Markförutsättningar.....	9
5.7	Befintlig och framtida markanvändning	11
6	Avrinningsområden och avvattningstvågar	13
6.1	Befintlig avledning av dagvatten.....	13
7	Dagvattenflöden och fördröjningsbehov.....	13
7.1	Flöden.....	13
7.2	Fördröjningsbehov	15
8	Föroreningar	15
9	Översvämningsrisker.....	16
9.1	Närliggande ytvatten.....	16
9.2	Instängda områden och lågpunkter	16

9.3	Ledningsnät	18
10	Övriga relevanta förutsättningar	18
11	Förslag på dagvattenhantering	18
11.1	Allmänna rekommendationer	18
11.2	Principlösningar för dagvattenhantering	19
11.3	Föreslagen dagvattenhantering	23
12	Hantering av skyfall.....	27
13	Helhetsbild av dagvattenhanteringen	29
13.1	Föroreningar efter rening	29
13.2	Flöden inklusive dagvattenåtgärd.....	31
14	Sammanfattning och slutsats.....	31
14.1	Förslag på vidare utredningsarbete	32
15	Referenser	33

BILAGOR

BILAGA 1 – Schablonhalter föroreningar

BILAGA 2 – Föreslagen dagvattenhantering

1 Inledning

AFRY har på uppdrag av Skolfastigheter i Stockholm AB (SISAB) tagit fram en förenklad dagvattenutredning som underlag i detaljplanearbetet för en ny skola och idrottshall i Steningeparken i Årsta, Stockholms stad (se Figur 1.1). Detaljplanearbetet pågår sedan början av 2016 och samråd om planförslaget hålls preliminärt under 2020.



Figur 1.1. Flygbild över Steningeparken (Bildkälla: Google Earth, hämtad 2020-05-20)

1.1 Bakgrund

Detaljplanen utgör en del av etapp 3 i utbyggnaden av Årstastråket, i vilken fyra planer arbetas fram parallellt. I området runt Bolidenplan planeras 1 500-2 000 nya bostäder.

1.2 Syfte och uppdragsbeskrivning

Uppdraget syftar till att utreda förutsättningarna för dagvattenhantering på kvartersmark inom detaljplan Steningeparken samt hur bygget av en ny grundskola F-9 och idrottshall kan komma att påverka dagvattenflödet och föroreningarna i dagvattnet från området. Som guide används *Stockholms stads checklista-f till förenklade dagvattenutredningar för kvartersmark som del av detaljplan*.

I uppdraget ingår att inom utredningsområdet:

- Beskriva markförutsättningarna.
- Beskriva recipienten dit dagvattnet från området avleds och statusen i denna.
- Redovisa befintlig och framtida markanvändning.
- Redovisa marknivåer och avrinningsområden.
- Redovisa dimensionerande flöden för befintlig och framtida situation, med och utan åtgärder.

- Redovisa halter och mängder av föroreningar för befintlig och framtida situation, med och utan åtgärder.
- Beskriva eventuella översvämningsrisker.
- Ge förslag på dagvattenhantering och redovisa vilka fördröjningsvolym och ytor som behöver planeras in för att uppnå åtgärdsnivån.
- Ge förslag på skyfallshantering.

2 Underlag och tidigare utredningar

Det finns ingen tidigare dagvattenutredning för Steningeparken. Tidigare utredningar för Årstastråket etapp 3 inkluderar:

- Dagvattenutredning för Årstastråket 3, Sweco, 2017-03-23.
- Utredning med förslag på översvämningsytor för Årstastråket etapp 3, Sweco, 2018-03-06.

Följande underlag från projektet och Stockholms stad har använts i denna utredning:

Underlag	Datum
Steningeparken baskarta (DWG)	2016
Situationsplan Steningeparken från AFRY (DWG)	2020-06-10
Tomtgräns/användningsgräns (DWG))	2020-06-09
Samlingskartan från Stockholm Vatten (DWG)	2016
Checklista-f till förenklade dagvattenutredningar som del av detaljplan, Stockholms stad	2019-09-27
Rapportmall-f för förenklad dagvattenutredning inom kvartersmark, Stockholms stad	2019-10-10
Dagvattenstrategi, Stockholms stad	2015-03-09
Handlingsplan för god vattenstatus, Stockholms stad	2015-03-09
Dagvattenhantering – åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation (version 1.1), Stockholms stad	2016-11-15
Geoteknisk inventering för Årstastråket DP 3, Grontmij	2014-08-28
Utrednings PM Geoteknik – Markförhållanden och grundläggning, Structor	2018-11-30
Personlig kommunikation, telefon, Stockholm Vatten och Avfall	2017-11-06

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår
P104	Svenskt Vatten	2011
P105	Svenskt Vatten	2016
P110	Svenskt Vatten	2016
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	n.d.
WebbGIS (lågpunktskartering)	Länsstyrelsen	n.d.
Genomsläpplighetskarta	SGU	n.d.
Jordartskarta	SGU	n.d.
Jorddjupskarta	SGU	n.d.

Ett platsbesök gjordes i september 2016.

3 Riktlinjer för dagvattenhantering

3.1 Stockholms stads riktlinjer

Stockholms stad har ett flertal dokument som strukturerar upp hur arbetet med dagvattenhanteringen ska ske i kommunen. Den senaste dagvattenstrategin antogs av kommunfullmäktige 2015-03-09 och gäller vid all om- och nybyggnation samt för åtgärder i den befintliga miljön. I strategin redogörs för fyra grundläggande mål och medföljande principer för att uppnå målen. De fyra målen är:

1. *Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten.*
2. *Robust och klimatanpassad dagvattenhantering.*
3. *Resurs och värdeskapande för staden.*
4. *Miljömässigt och kostnadseffektivt utförande.*

I principerna för att uppnå målen anges bland annat att:

- Åtgärder för att minska föroreningar i första hand ska ske vid källan, i andra hand nära uppkomsten och i tredje hand i anläggningar som samlar vatten från flera källor.
- Andelen genomsläppliga ytor ska maximeras och infiltration eftersträvas.
- Dagvattensystem ska dimensioneras och höjdsättas efter förväntade klimatförändringar och framtida planerad utbyggnad.
- Sekundära avrinningsvägar ska identifieras vid nybyggnation samt så långt som möjligt vid åtgärder i den befintliga miljön.
- Dagvattenlösningarna ska vara effektiva ur ett drift- och underhållsperspektiv.

Staden har även tagit fram dokument med åtgärdsnivåer och exempel på dagvattenlösningar. Enligt åtgärdsnivån ska 20 mm regn fördröjas i syfte att reducera föroreningsbelastningen med 70-80 % på allmän platsmark och kvartersmark. Systemen ska ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolymer utformas som en permanentvolym eller en volym som kan avtappas via filtrerande material med en hastighet som ger effektiv avskiljning av föroreningar.

4 Beräkningsmetoder och analysverktyg

4.1 Flöden och regnintensitet

Vid beräkning av dimensionerande dagvattenflöden före och efter exploatering har rationella metoden använts. Formeln, som visas nedan, används företrädesvis på områden mindre än 20 ha (Svenskt Vatten P110):

$$q_{d \text{ dim}} = A \cdot \varphi \cdot i_A \cdot \text{klimatfaktor}$$

Där:

$q_{d \text{ dim}}$ = dimensionerande flöde, [l/s]

A = avrinningsområdets area, [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

i_A = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimatfaktor

Regnintensiteten har uppskattats med hjälp av Dahlströms formel enligt Svenskt Vatten P110. Formeln visas nedan och gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn:

$$i_{\bar{A}} = 190 \cdot \sqrt[3]{\bar{A}} \cdot \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:

$i_{\bar{A}}$ = regnintensitet, [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet, minuter

\bar{A} = återkomsttid, månader

För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30. I denna utredning används klimatfaktor 1,25 enligt Svenskt Vattens rekommendation.

4.2 Avrinningskoefficienter

En avrinningskoefficient motsvarar den andel av nederbörden som rinner av en yta. Till exempel innebär en avrinningskoefficient på 0,8 att 80 % av nederbörden avrinner från ytan medan 20 % hålls kvar. Avrinningskoefficienter väljs generellt enligt Svenskt Vatten P110 och StormTac.

För skyfallsflöden har avrinningskoefficienten korrigerats för att ta höjd för minskad markinfiltration. Därmed har en justering skett av vardera avrinningskoefficient så att koefficienten inte blir lägre än 0,2 eller högre än 1,0. Den korrigerade avrinningskoefficienten för asfalterad väg har till exempel satts till 1,0 i stället för 0,8 vid beräkning av skyfallsflöden.

4.3 Magasinsvolym

Magasinsvolymen motsvarar den volym vatten som kan fördröjas i en dagvattenanläggning. Beräkningarna för magasinsvolym har utförts med nedanstående formel där den reducerade arean för anslutande yta multipliceras med regndjupet enligt Stadens åtgärdsnivå.

$$V = A * \varphi * d$$

Där:

A = area [m^2]

d = regndjup [m]

φ = avrinningskoefficient [–]

4.4 Föroreningsberäkningar

För beräkning av föroreningar i dagvattnet har StormTac Web v.20.2.2 använts. StormTac är en dagvatten- och recipientmodell som bland annat används till att beräkna föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar. Modellen innehåller schablonvärden baserade på långvariga och flödesproportionella provtagningar från områden och anläggningar över hela världen. I modellen används även nederbördsdata och kartlagd markanvändning.

Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) och årliga föroreningsmängder (kg/år) från Steningeparken har beräknats för StormTacs 13 standardämnen¹ för befintlig markanvändning samt markanvändning efter exploatering, med och utan LOD². Till detta har påverkan från några av de ämnen som inte uppnår god status i recipienten lagts till (se avsnitt 5.2.2 samt kapitel 8).

4.5 SCALGO Live

SCALGO Live är ett webbaserat program skapat för att ge en övergripande bild kring havsnivåhöjningar, lågpunkter, flödesvägar och avrinningsområden utifrån terrängdata. Terrängdata för Sverige är främst baserad på Lantmäteriets GSD-Höjddata med upplösning 2x2 meter. Data för byggnader kommer från GSD- Fastighetskartan.

I programmet definieras nederbörds mängden i millimeter regn. Det innebär att nederbörds mängden kan vara samma för regn med olika återkomsttider beroende på regnets varaktighet. Den angivna nederbörden är den volym vatten som avrinner på ytan. Programmet analyserar alltså hur en viss angiven regnmängd kan förväntas ansamlas på en yta. All nederbörd inom ett avrinningsområde bidrar och ansamlas i lågpunkterna. När en mindre lågpunkt når sin tröskelnivå fylls lågpunkten nedströms på osv, tills vattnet når avrinningsområdets utlopp.

Modellen tar inte hänsyn till ledningsnät eller infiltration och därmed är avrinningskoefficienten alltid 1, vilket innebär att det är det värsta möjliga scenariot som analyseras. Modellen tar inte heller hänsyn till tidsaspekten eller det dynamiska förloppet, dvs avrinningsvägar redovisas baserat på höjd men ingen hänsyn tas till råheten på ytmaterial. Detta skapar en viss osäkerhet i de eventuella rinnvägar vattnet tar.

I denna utredning har SCALGO Live använts för att studera avrinningsområden och rinnvägar och för att skapa en övergripande bild av vilka områden som kan drabbas av översvämning vid skyfall. Bedömningen har gjorts utifrån flödesvägar och lågpunkter. SMHI definierar ett skyfall som minst 50 mm nederbörd på en timme, vilket används som utgångspunkt i analysen.

4.6 Referenssystem

I utredningen används koordinatsystem Sweref99 18 00 och höjdsystem RH2000, om inget annat anges.

¹ Fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd) krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), partiklar (SS) olja, polycykliska aromatiska kolväten (PAH16), bens(a)pyren (BaP)

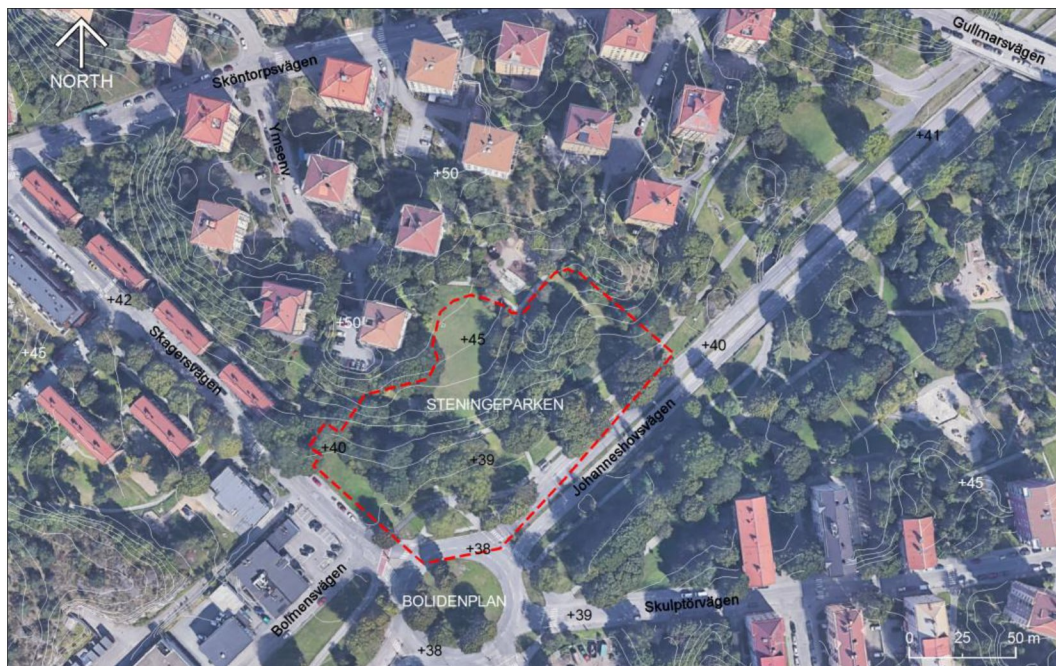
² LOD = lokalt omhändertagande av dagvatten. Det inkluderar bland annat gröna tak, växtbäddar, skelettjordar, grönytor och diken

Förutsättningar för dagvattenhantering

5 Områdesbeskrivning

5.1 Topografi och områdesbeskrivning

Tomten är belägen i Steningeparken, som ligger i en kil mellan Johanneshovsvägen i sydöst och Skagersvägen i sydväst. Området har stora nivåskillnader mellan norra och södra delen med höjder från ca +38 i söder till +46 i norr (se höjdkurvor i Figur 5.1).



Figur 5.1. Översiktsbild med preliminär tomtragrens, befintliga markhöjder och höjdkurvor

Området kring Steningeparken består till stor del av flerfamiljshus och mindre verksamheter som teknik- och serviceföretag. Några verkstadsindustrier finns i området, däribland bilförsäljare och bilvårdsanläggningar. Länsstyrelsen har identifierat ett flertal av dessa verksamheter som potentiellt förorenade platser. De flesta saknar riskklassning (kemtvätt), en verkstadsindustri i riskklass 4 (liten risk) och fyra verksamheter i riskklass 3 finns söder om Bolidenplan inom 500 m radie från Steningeparken. Ingen av verksamheterna påverkas direkt av planerat arbete. Tillsammans med den låga riskklassen bedöms därför dessa inte förorena dagvattnet från utredningsområdet.

Under korsningen Johanneshovsvägen/Skagersvägen går riksväg 75, även kallad Södra länken. Södra länken är en tunnelförlagd stadsmotorväg mellan Hammarbybacken och Årstaberg. Vägen är av Trafikverket rekommenderad för farligt gods men med inskränkningar vissa tider på dygnet. Eftersom Södra länken går under området bedöms inte eventuella utsläpp från farligt gods påverka dagvattnet från utredningsområdet.

5.2 Recipienter och statusklassning

Området avvattnas genom ett kombinerat ledningsnät i Johanneshovsvägen som avleds mot Henriksdals reningsverk. Teknisk recipient är vattenförekomsten Strömmen (SE591920-180800), till vilken det finns bräddmöjligheter vid Hammarbyslussen. Strömmen tillhör vattenkategorin kustvatten och har en area om cirka 4 km². Utbredning av recipienten visas i Figur 5.2.



Figur 5.2. Utbredning av vattenförekomsten Strömmen inom cyanfärgad polygon. Läge för Steningeparken skola och idrottshall markerat med svart kryss

5.2.1 Miljökvalitetsnormer för vatten

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN). Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma tillrätta med miljöpåverkan från bland annat diffusa utsläppskällor.

Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Statusklassificering sker inom två områden för ytvattenförekomster: ekologisk status och kemisk status. För kemisk status bedöms de två klasserna god eller uppnår ej god kemisk status. För ekologisk status bedöms klasserna med en femgradig skala efter hög, god, måttlig, otillfredsställande eller dålig status. För konstgjorda eller kraftigt modifierade vatten görs bedömningen för vattnets potential med liknande femgradiga skala. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2021 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats.

5.2.2 Status och MKN för Strömmen

Strömmen har en otillfredsställande ekologisk status och uppnår inte god kemisk status enligt klassning från 2020-03-11, se Tabell 5.1.

Tabell 5.1. VISS statusklassificering av recipienten Strömmen samt MKN

VATTENFÖREKOMST	EKOLOGISK STATUS		KEMISK STATUS	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
SE591920-180800	Otillfredsställande ekologisk status	Måttlig ekologisk status 2027	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus*

*Undantag i form av mindre strängt krav gäller för PBDE och Hg.

Utslagsgivande för klassning av ekologisk status är miljögifterna koppar (Cu) och icke-dioxinlika PCB:er, som inte uppnår god status. De miljögifter som överstiger godkända nivåer i Strömmen är bromerade difenyleter (PBDE), kvicksilver (Hg), kadmium (Cd), antracen, bly (Pb), perfluoroktansulfon (PFOS) och tributyltenn (TBT). I enlighet med Bilaga 6 i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter har ett undantag i form av ett mindre strängt krav avseende både PBDE och Hg utfärdats då det bedöms som tekniskt omöjligt att sänka halterna på grund av att de främst påverkas av långväga luftburna föroreningar. Halterna för de båda föroreningarna bedöms överskridas i fisk i samtliga svenska vattenförekomster och de räknas som överallt överskridande ämnen.

5.2.2.1 Påverkanskällor

Strömmen påverkas av dagvatten från kringliggande industrier, reningsverk och förorenade områden samt stadsmiljöer, jordbruk och andra diffusa källor. Vattnet påverkas även av Mälaren då sjön har sitt utflöde i Strömmen genom Norrström och Söderström.

5.3 Vattenskyddsområde och markavvattningsföretag

Utredningsområdet omfattas inte av Östra Mälarens vattenskyddsområde, som utgör dricksvattentäkt för Stockholm. Det finns heller inte några markavvattningsföretag inom eller i nära anslutning till området.

5.4 Vattendom

En vattendom finns för Södra länken. Syftet med vattendomen var att reglera att grundvattennivån inte sänks. Hänsyn till detta ska tas i stadsbyggnadsprocessen.

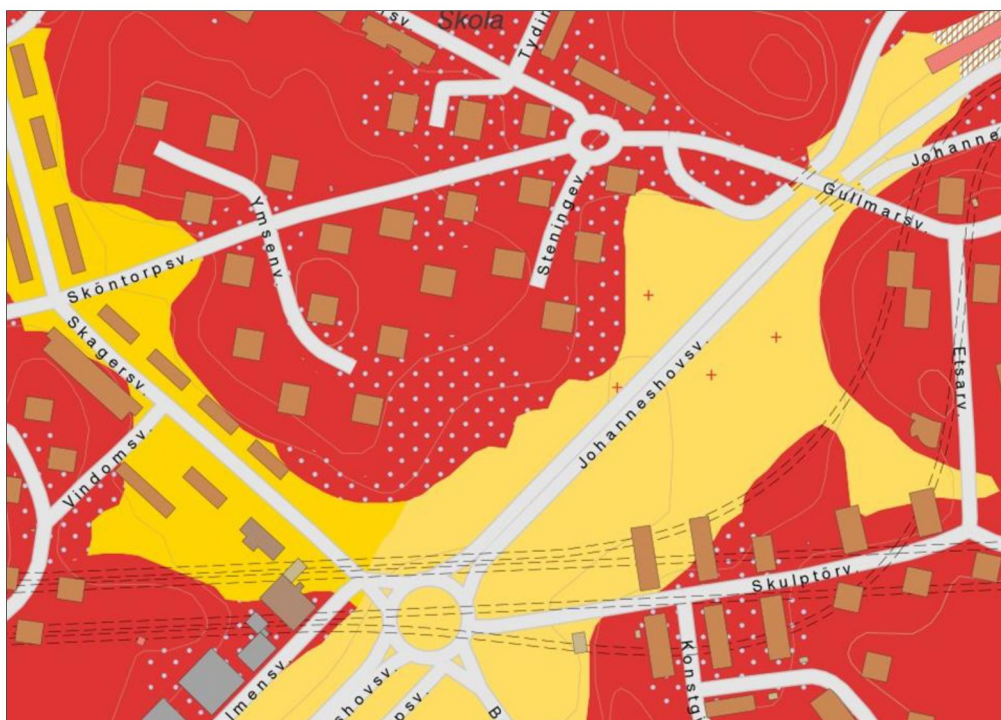
5.5 Lokala åtgärdsprogram (LÅP)

I Stockholms stad tas lokala åtgärdsprogram (LÅP) fram för stadens vattenförekomster, vilka syftar till att ge förslag på åtgärder för att uppnå MKN för vattenförekomsterna. En typ av åtgärd är att rena avrinning från befintlig bebyggelse. Ett LÅP för Strömmen planeras att tas fram.

5.6 Markförutsättningar

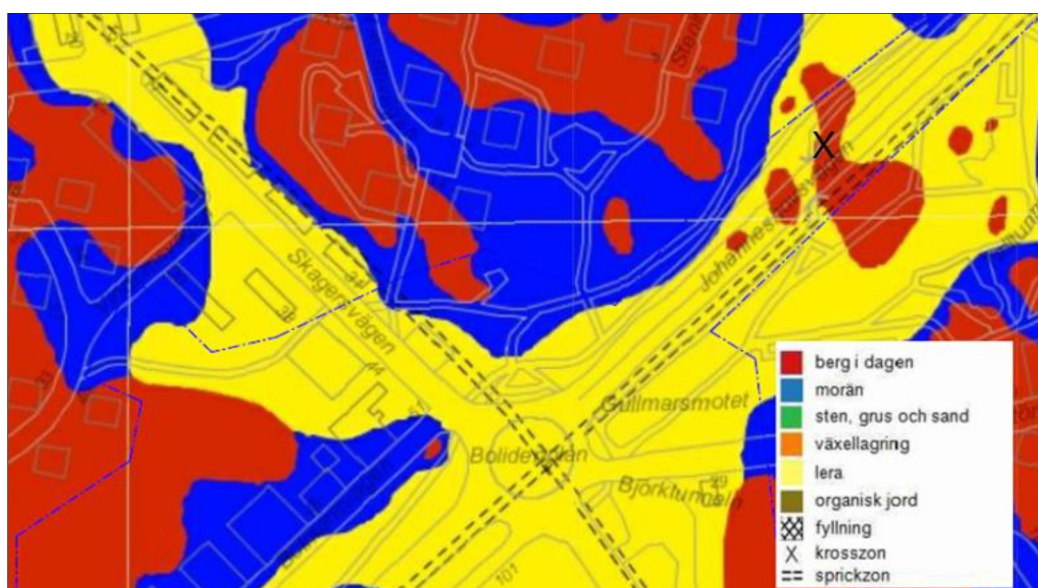
5.6.1 Geologiska förutsättningar

Enligt jordartskarta från SGU består den norra delen av utredningsområdet av ett tunt ytligt lager av morän på urberg. I väst mot Skagersvägen består marken av glacial lera och i öst längsmed Johanneshovsvägen finns postglacial lera (Figur 5.3).



Figur 5.3. Jordartskarta. Röda områden visar urberg, ljusgula områden visar postglacial lera, mörkgula områden visar glacial lera, prickar visar områden med morän (SGU kartvisare)

Figur 5.4 visar jordarter enligt geoteknisk och geohydrologisk utredning av Grontmij (2014) för Årstastråket 3.



Figur 5.4. Jordarter enligt geoteknisk utredning. Krysset i bilden markerar ungefärligt läge för den punkt där grundvattennivån mätts in

Grontmij's rapport samt Utrednings PM Geoteknik (Structor, 2018) beskriver att området generellt utgörs av cirka 0,5-2 m fyllning på 0-5 m torrskorpelera/lera och/eller siltig morän på berg. Fyllningen består av mulljord, sand, grus, silt och lera samt tegelrester i ett område.

Området längsmed Johanneshovsvägen och Skagersvägen utgörs främst av torrskorpelera med en mäktighet på cirka 2-3 m, undantaget två områden längs Johanneshovsvägen där berg i dagen sticker upp. Lös lera förekommer främst i nordvästra, södra och sydöstra delen av området för planerade byggnader. I övrigt består området av fastmark i form av morän och berg. Moränen har en mäktighet på cirka 0,5-2 m.

5.6.2 Hydrogeologiska förutsättningar

Ett undre grundvattenmagasin finns i friktionsjorden under leran inom södra, östra och nordvästra delen av utredningsområdet. Två grundvattenrör har installerats inom området för planerad skolbyggnad, ett i östra delen och ett i västra delen. Mätningar under augusti till november 2018 visar att grundvattennivån i rören låg mellan 4,7-5,0 m under marknivån.

Ett äldre grundvattenrör intill Johanneshovsvägen, söder om Bolidenplan, uppmätte år 2010 en grundvattennivå mellan 2,1-5,8 m under mark. Grundvattennivån har vid två tillfällen bestämts i en punkt i utkanten av Steningeparken där berg i dagen finns (se krysset i Figur 5.4). Grundvattennivån i punkten låg vid inmätningarna 2,8-4,1 m under marknivån. Fler mätningar av grundvattennivån rekommenderas under en längre period för att verifiera variationen av grundvattenförhållandena inom utredningsområdet.

Infiltrationskapaciteten bedöms vara låg i områden med lera och medelhög i områden med morän enligt SGU:s genomsläpplighetskarta.

5.6.3 Ras- och skredrisk

I Structors Utrednings PM Geoteknik (2018) bedöms risken för skred och ras som liten i befintliga förhållanden. Förklaringen är att norra delen av området utgörs av fastmark och att området med lösa jordar är plant.

5.6.4 Markföroreningar

Uppmätta halter av PAH, summa H, kadmium, koppar, kvicksilver, bly och zink överstiger Naturvårdsverkets riktvärden på nivån 0-0,6 m i en punkt i västra delen av området för planerad skolbyggnad (Structor, 2018). I samma punkt överstigs halterna av kvicksilver i mark på nivån 1-2 m samt i en punkt i östra delen av planerad skolbyggnad på nivån 0-0,6 m.

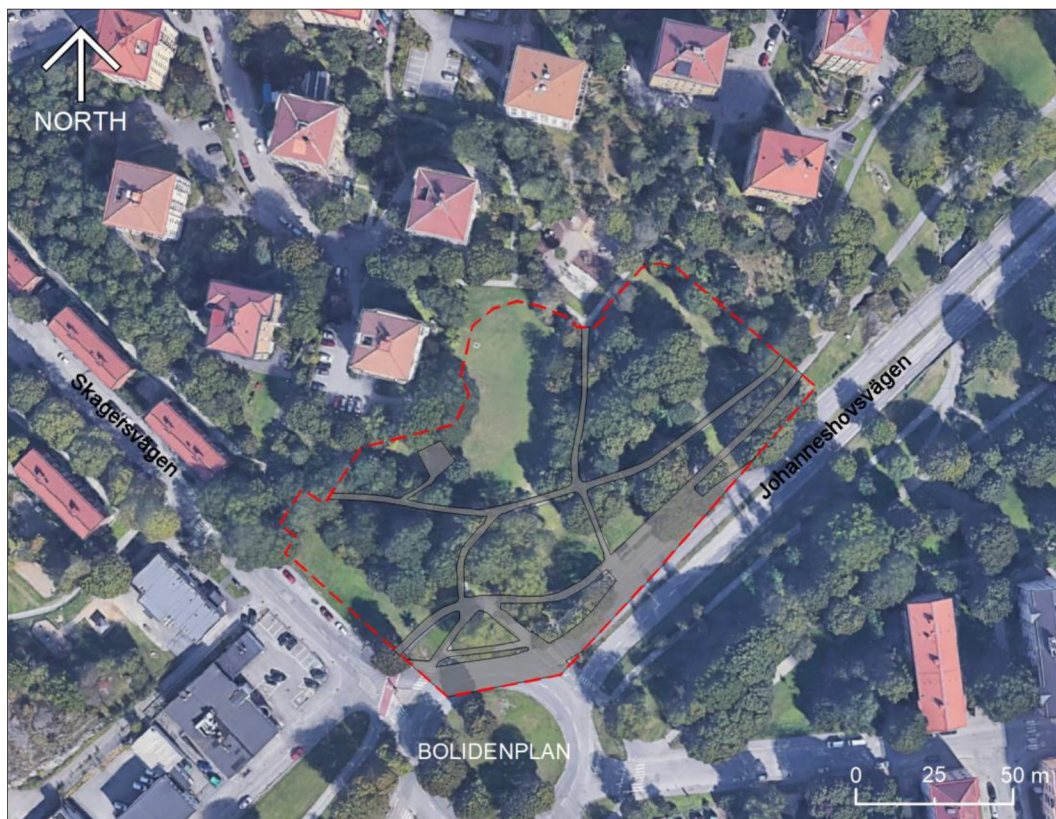
5.6.5 Schakt- och fyllningsarbeten

Schakt får inte utföras under nivån +33,5 i den västra delen av planerad skolbyggnad och under +35,5 i den östra delen för planerad skolbyggnad (Structor, 2018).

5.7 Befintlig och framtida markanvändning

5.7.1 Befintlig markanvändning

Utredningsområdet är cirka 1,25 ha. På området finns idag träd, gräsytor och en gång- och cykelväg (Figur 5.5).



Figur 5.5. Befintlig markanvändning. Preliminär tomtgräns för Steningeparken skola och idrottshall inom röd streckad polygon, grå yta är befintlig GC-bana i parken

I Tabell 5.2 redovisas area, avrinningskoefficienter (se förklaring i avsnitt 4.2) samt reducerad area för befintlig markanvändning. Avrinningskoefficient för park har korrigerats för att stämma bättre överens med verkligheten. Enligt StormTac är den 0,1 men i och med att parkmarken är relativt brant och bergig har avrinningskoefficienten ökats till 0,2.

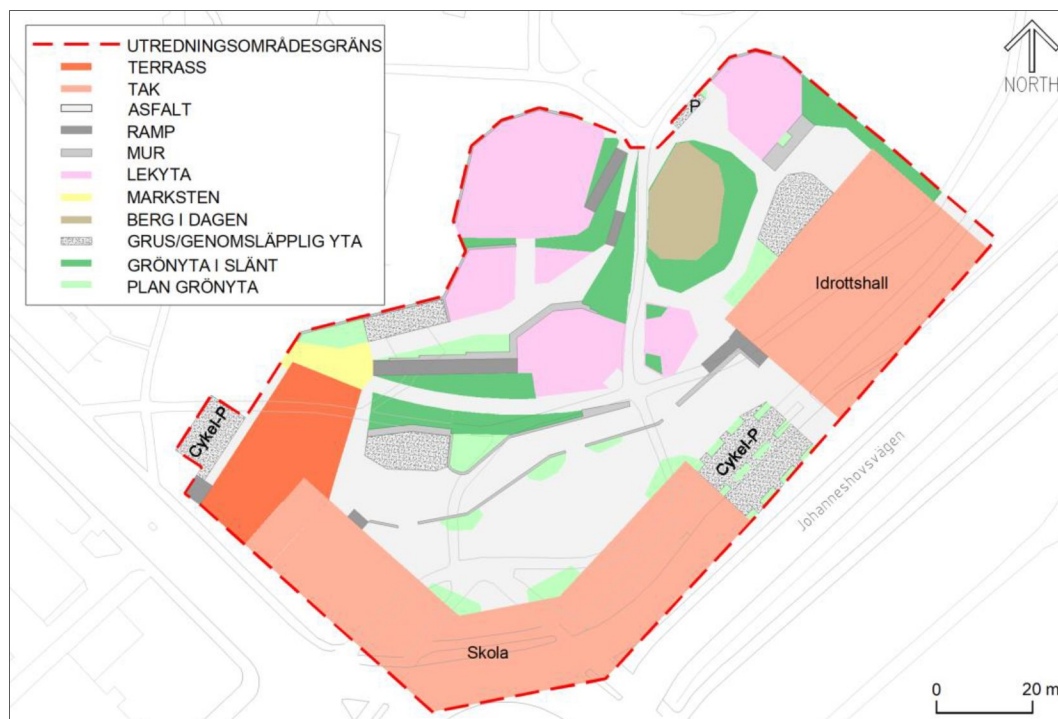
Tabell 5.2. Befintlig markanvändning

Markanvändning	Area [m ²]	Avrinningskoefficient, ϕ [-]	Reducerad area [m ²]	ϕ skyfall [-]	Reducerad area skyfall [m ²]
Gång och cykelväg	2 370	0,8	1 896	1	2 370
Park	10 115	0,2	2 023	0,3	3 035
TOTALT	12 485	0,31*	3 919	0,43*	5 405

*Viktad avrinningskoefficient

5.7.2 Framtida markanvändning

I detaljplanen planeras för en ny grundskola och idrottshall enligt föreslagna ytor i Figur 5.6. Idrottshallen markeras av takytan till höger och skolbyggnaden är den orangea ytan i sydvästra hörnet.



Figur 5.6. Framtida markanvändning

I Tabell 5.3 redovisas area, avrinningskoefficienter samt reducerad area.

Tabell 5.3. Framtida markanvändning. Inom parentes visas den markanvändning som angetts i StormTac, om den skiljer sig från den som står först

Markanvändning	Area [m ²]	Avrinningskoefficient, ϕ [-]	Reducerad area [m ²]	ϕ skyfall [-]	Reducerad area skyfall [m ²]
Ramp (asfaltsyta)	230	0,9	207	1	230
Takyta	3 705	0,9	3 335	1	3 705
Mur (betongplatta)	310	0,8	248	1	310
Asfaltsyta	5 010	0,8	4 008	1	5 010
Torg/terrass (marksten)	740	0,7	518	0,9	666
Bergsyta	310	0,7	217	0,9	279
Cykelparkering (gång och cykelväg)	400	0,5	200	0,6	240
Grus	350	0,4	140	0,6	210
Grönyta i slänt (blandat grönområde)	720	0,2	144	0,3	216
Plan grönyta (gräs)	310	0,1	31	0,2	142
Växtbäddar** (gräs)	400	1,0	400	1,0	400
TOTALT	12 485	0,76*	9 448	0,91*	11 328

*Viktad avrinningskoefficient

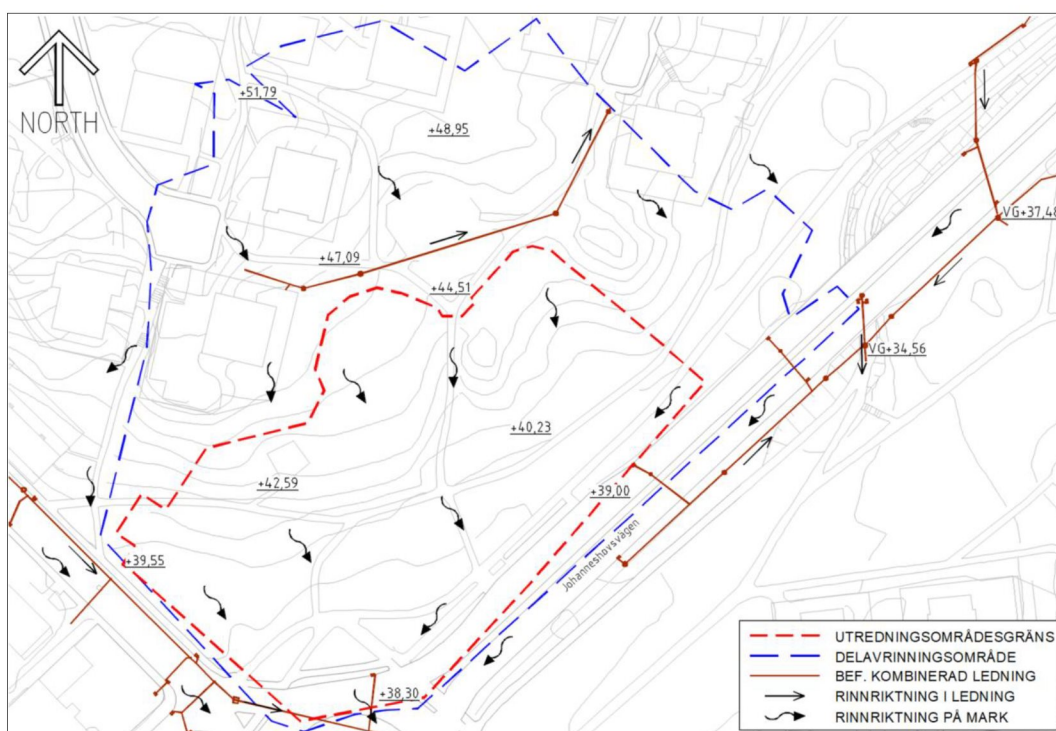
**Ytor med växtbäddar visas i Figur 11.8

Enligt planförslaget blir skolgården relativt hårdgjord med asfalterade ytor och hårdgjorda ytor för lek. I västra hörnet av skolbyggnaden föreslås en takterrass. Markanvändningen på ytan har i denna utredning räknats som marksten, liksom torgytan nedanför terrassen som är markerad med gult i Figur 5.6.

6 Avrinningsområden och avvattningsvägar

6.1 Befintlig avledning av dagvatten

Naturligt avrinner dagvattnet söderut inom utredningsområdet. Befintliga kombinerade avloppsledningar finns i Skagersvägen och Johanneshovsvägen (Figur 6.1). Dagvatten från området avleds åt nordost i ledningarna till Henriksdals reningsverk. Vid stora regn finns bräddmöjligheter över ett skibord vid Fredriksdalsrondellen innan Skanstullsbron. Vattnet leds därifrån vidare till Strömmen (SVOA, personlig kommunikation, 2017-11-06). Befintliga ledningar är kombinerade men Stockholm Vatten och Avfall arbetar med att separera dagvatten från avloppsvatten i och med utbyggnaden av Årstastråket. Anvisad förbindelsepunkt till de nya dagvattenledningarna saknas dock i nuläget.



Figur 6.1. Befintlig avrinning. Naturligt delavrinningsområde som påverkar utredningsområdet avgränsas av den blå streckad linjen. Pilarna visar rinnriktning på mark och i ledning, mörkröda linjer är befintligt kombinerat avloppssystem för dagvatten och spillvatten

7 Dagvattenflöden och fördröjningsbehov

7.1 Flöden

Flödesberäkningar görs för 10-årsregn utan klimatfaktor med syftet att skapa underlag för Stockholm Vatten och Avfall att bedöma om befintligt nät har tillräcklig kapacitet för

anslutning. Flödesberäkningar görs även för dimensionerande flöden enligt Svenskt Vatten P110, inklusive klimatfaktor 1,25. P110 säger att VA-huvudmannens ansvar i områden med tät bostadsbebyggelse är att dimensionera nya dagvattensystem så att de kan omhänderta ett 5-årsregn vid fylld ledning och ett 20-årsregn för trycklinje i marknivå. Kommunen ansvarar för att omhänderta regn med en återkomsttid över 100 år för att hindra marköversvämning med skador på byggnader.

7.1.1 Befintliga flöden

Tabell 7.1 visar resultatet av flödesberäkningarna för befintlig markanvändning (se Figur 5.5). Reducerad area och avrinningskoefficienter enligt Tabell 5.2.

Tabell 7.1. Flöden för befintlig markanvändning

	10-årsflöde [l/s]*	5-årsflöde [l/s]*	20-årsflöde [l/s]*	100-årsflöde [l/s]*
Gång och cykelväg	43	34	54	116
Park	46	37	58	148
TOTALT	89	71	112	264

*Flöde exklusive klimatfaktor

7.1.2 Framtida flöden

Tabell 7.2 visar framtida flöden per markanvändning (se Figur 5.6) för skolgården efter exploatering. Reducerade ytor och avrinningskoefficienter enligt Tabell 5.3.

Tabell 7.2. Flöden för framtida markanvändning, utan dagvattenåtgärder

	10-årsflöde [l/s]*	5-årsflöde [l/s]**	20-årsflöde [l/s]**	100-årsflöde [l/s]**
Ramp	4,7	4,7	7,4	14
Takyta	76	75	119	226
Mur	5,7	5,6	8,9	19
Asfaltsyta	91	91	143	306
Torg/terrass	12	12	19	41
Bergsyta	4,9	4,9	7,8	17
Cykelparkering	4,6	4,5	7,2	15
Grus	3,2	3,2	5,0	13
Grönyta i slänt	3,3	3,3	5,2	13
Plan grönyta	0,7	0,7	1,1	3,8
Växtbädd	9,1	9,1	14,3	24
TOTALT	215	214	338	692

*Flöde exklusive klimatfaktor

**Dimensionerande flöde inklusive klimatfaktor 1,25

Den procentuella ökningen av flödet vid ett 10-årsregn utan klimatfaktor från befintlig situation till planerad är ca 142 % utan åtgärder.

7.2 Fördröjningsbehov

Enligt Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering ska 20 mm dagvatten fördröjas och renas på kvartersmark, vilket ungefär motsvarar ett 10-årsregn med varaktighet 25 minuter. Det innebär att totalt 189 m³ ska fördröjas inom kvartersmark. Erforderlig volym delas upp på olika anläggningar, vilket beskrivs mer i avsnitt 11.3.

8 Föroreningar

Föroreningsberäkningar av årlig belastning och totalhalter har gjorts för befintlig och planerad situation i StormTac Web (läs om programvaran i avsnitt 4.4). Årlig nederbörd är satt till 600 mm/år enligt rekommendation från Stockholms stad.

I Tabell 8.1 och Tabell 8.2 presenteras resultaten från föroreningsberäkningarna för halter respektive mängder. Schablonhalter för föroreningar från valda markanvändningstyper redovisas i Bilaga 1.

Tabell 8.1. Föroreningshalter (µg/l) för hela utredningsområdet före och efter exploatering. Halter som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Framtida situation
Fosfor (P)	µg/l	140	110
Kväve (N)	µg/l	1 400	1 500
Bly (Pb)	µg/l	3,8	2,8
Koppar (Cu)	µg/l	14	14
Zink (Zn)	µg/l	19	23
Kadmium (Cd)	µg/l	0,23	0,41
Krom (Cr)	µg/l	3,9	4,7
Nickel (Ni)	µg/l	2,5	3,4
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,028	0,026
Suspenderad substans (SS)	µg/l	15 000	15 000
Olja	µg/l	410	370
PAH16	µg/l	0,097	0,35
Bens(a)pyren (BaP)	µg/l	0,0072	0,015
Antracen (ANT)	µg/l	0,012	0,014
Tributyltenn (TBT)	µg/l	0,0017	0,0018

Tabell 8.2. Föroreningsmängder (kg/år) för hela utredningsområdet före och efter exploatering. Mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Framtida situation
Fosfor (P)	kg/år	0,42	0,66
Kväve (N)	kg/år	4,3	9,3
Bly (Pb)	kg/år	0,012	0,018
Koppar (Cu)	kg/år	0,043	0,087
Zink (Zn)	kg/år	0,059	0,14
Kadmium (Cd)	kg/år	0,00073	0,0025
Krom (Cr)	kg/år	0,012	0,029
Nickel (Ni)	kg/år	0,0077	0,021
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,000086	0,00016
Suspenderad substans (SS)	kg/år	45	94
Olja	kg/år	1,3	2,3
PAH16	kg/år	0,0003	0,0022
Bens(a)pyren (BaP)	kg/år	0,000022	0,000093
Antracen (ANT)	kg/år	0,000036	0,000085
Tributyltenn (TBT)	kg/år	0,0000051	0,000011

Resultaten visar att halterna av P, Pb, Cu, Hg, SS och olja minskar med framtida markanvändning utan åtgärder för rening av dagvattnet. Halterna av resterande ämnen ökar, likaså årsbelastningen av samtliga undersökta ämnen.

Risk för utsläpp som kan förorena dagvattnet bedöms inte förekomma från utredningsområdet och därmed finns det inget behov av att anlägga katastrofskydd.

9 Översvämningsrisker

9.1 Närliggande ytvatten

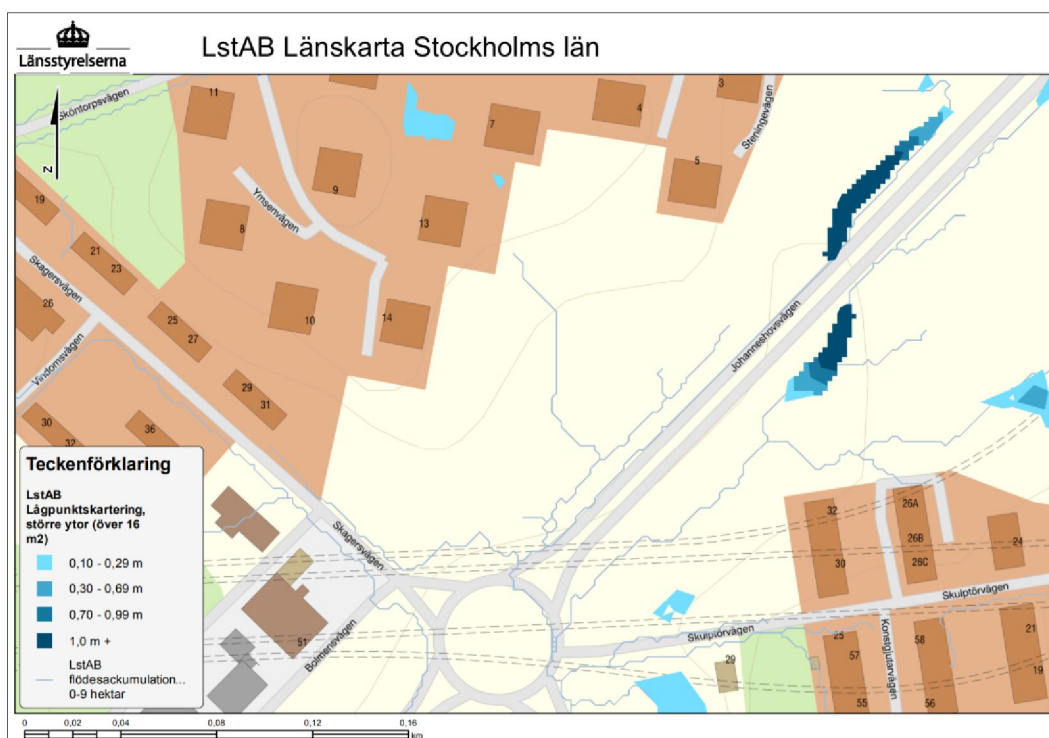
Ej aktuellt för denna utredning.

9.2 Instängda områden och lågpunkter

Eventuella befintliga lågpunkter på området har studerats i Länsstyrelsens lågpunktskartering samt i SCALGO Live (se metodbeskrivning i avsnitt 4.5).

9.2.1 Länsstyrelsens lågpunktskartering

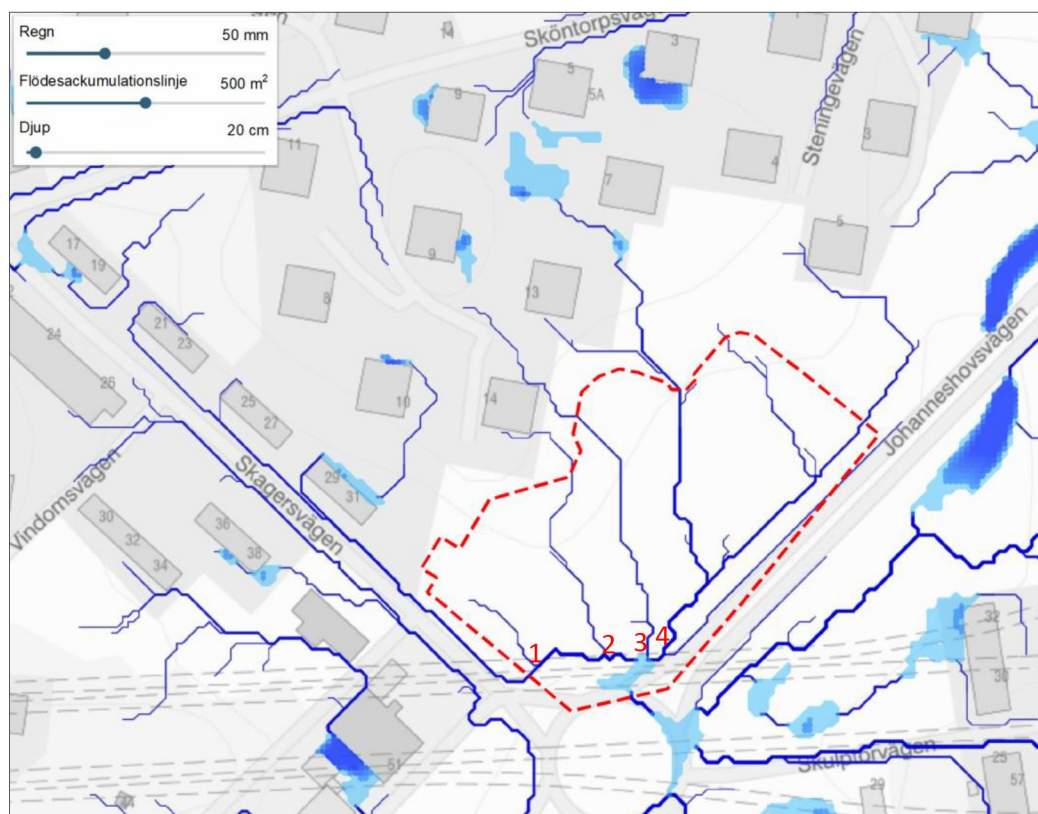
Resultatet från länsstyrelsens kartering visas i Figur 9.1. Enligt figuren finns det inga lågpunkter på området med en area över 16 m². Figuren visar en flödesackumulationslinje som passerar centralt genom området samt en i södra delen av området parallellt med Johanneshovsvägen. Vattnet rinner sedan vidare mot Bolidenplan.



Figur 9.1. Utdrag ur länsstyrelsens lägpunktskartering

9.2.2 Skyfallsanalys i SCALGO

I SCALGO Live går det, liksom i länsstyrelsens kartering, inte att identifiera några större lågpunkter inom befintligt utredningsområde, se Figur 9.2.



Figur 9.2. Flödesackumulationslinjer och lågpunkter vid 50 mm regn enligt SCALGO Live. Ljusblå ytor markerar lågpunkter där vattnet kan stiga upp till 20 cm, mörkblå ytor markerar lågpunkter med vattendjup över 20 cm vid valt regn

Fyra större flödesackumulationslinjer kan identifieras i figuren vilka numrerats med 1-4. I SCALGO går det att avläsa volymen vatten som avrinner till varje punkt. Analysen visar en volym på ca 90 m³ i punkt 1, 120 m³ i punkt 2, 140 m³ i punkt 3 och 800 m³ i punkt 4. Vid 50 mm regn rinner således totalt ca 1 150 m³ vatten genom utredningsområdet till Bolidenplan och vidare västerut på Johanneshovsvägen. Befintliga flödesvägar korsar de ytor där framtida skola och idrottshall planeras. Det blir därmed viktigt att höjdsätta den nya marken så att dagvattnet fortsatt kan ledas ut mot Johanneshovsvägen.

Notera att hänsyn inte tas till markinfiltration mm i SCALGO (se avsnitt 4.5) så den verkliga volymen vatten är troligtvis mindre.

9.3 Ledningsnät

Det finns ingen översvämningsanmälan längs ledningsnätet i Johanneshovsvägen och därmed inga kända problem i befintligt ledningsnät (SVOA, personlig kommunikation, 2017-11-06).

10 Övriga relevanta förutsättningar

Norr om utredningsområdet planerar Staden att anlägga en gångväg. En lågpunkt finns centralt vid den norra utredningsområdesgränsen (se Bilaga 2). Stadens önskemål är därmed att leda dagvattnet från delar av gångbanan, ca 300 m², genom kvarteretsmark för att ansluta till förbindelsepunkten i Johanneshovsvägen. På så sätt undviks att dra en ledning runt kvarteret. Hur detta ska hanteras avtalsmässigt är en fråga som måste beslutas angående bl.a. ansvarsgränser och kostnadsfördelning.

Förslag på dagvattenhantering

11 Förslag på dagvattenhantering

I detta kapitel beskrivs föreslagen dagvattenhantering för skolan och idrottshallen i avsnitt 11.3. För att ge en förståelse av de olika föreslagna dagvattenåtgärderna beskrivs de först under avsnitt 11.2 och under avsnitt 11.1 ges allmänna rekommendationer.

11.1 Allmänna rekommendationer

Inom de delar av skolgården som är backiga och asfalterade, på ramper och trappor ska en väl genomtänkt höjdsättning bidra till att minska flödena centralt på själva gångbanan och därmed reducera risken för halka på vintern. Marken på gångbanor bör t.ex. skevas så att rinnvägen lokaliseras till gångbanans kant.

För att undvika översvämnung och fuktskador på hus och se till att vatten rinner ytledes från byggnaderna är höjdsättningen en viktig faktor. I Svenskt Vatten P105 rekommenderas att marken lutar med 1:20 ca 3 m från huslivet för att sedan övergå i en flackare lutning.

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas. Kända material som avger föroreningar är till exempel takbeläggningar, belysningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar. Ett exempel på ett miljöskadligt ämne är kadmium, som ofta finns i zinkmaterial och kan förorena dagvatten när läckage av zink sker. Därför bör zinkprodukter undvikas där det är möjligt. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen.

11.2 Principlösningar för dagvattenhantering

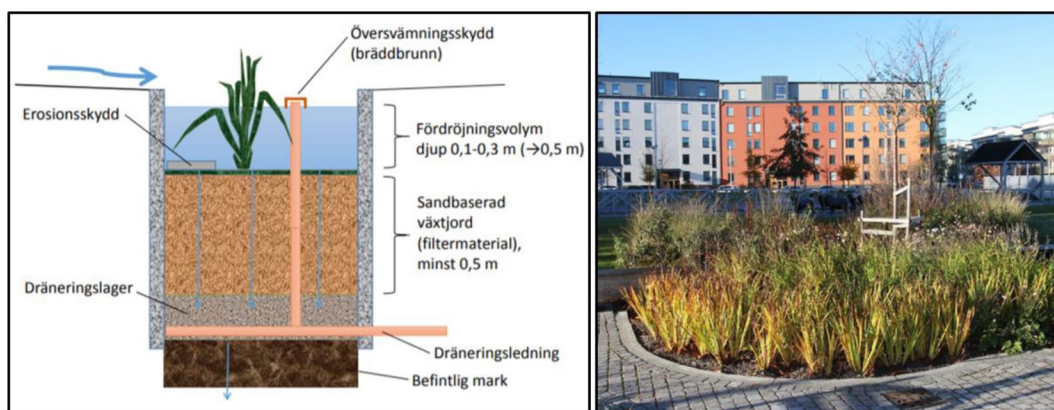
11.2.1 Växtbäddar och träd i skelettjord

Växtbäddar eller biofilter används för att fördröja, infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med kraftiga regn. Konstruktionen kan utformas så att allt vatten tillåts infiltrera till underliggande jord, alternativt med dräneringsledningar för bortledning till dagvattensystemet, eller som en kombination av de två. Dagvattenledningen bör ha en liten dimension för att fördröja dagvattnet men den ska säkerställa att vattnet kan dräneras inom 12-48 timmar. Fördröjning sker i en zon ovanför växtbädden och i den underliggande jorden där porvolymen, beroende på material, uppskattas till ca 10-40 %. En kupolbrunn installeras för bräddning och spolbrunnar för spolning.

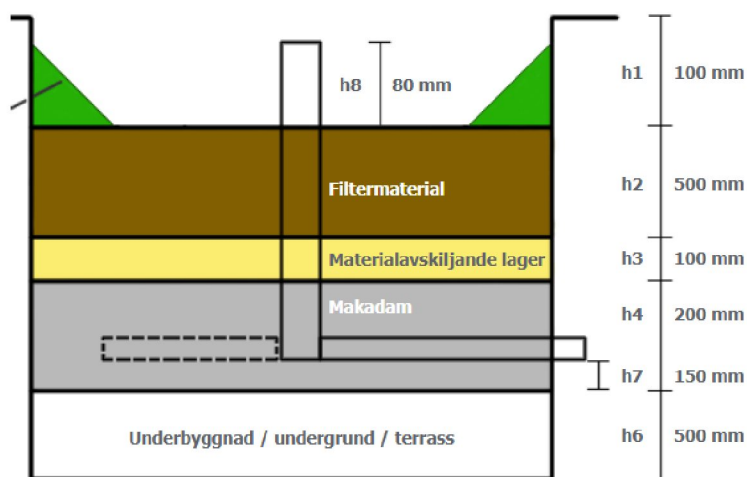
Växterna i en växtbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och klimat. Vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc.

Vid vinterdrift har det visat sig att reningen av suspenderade partiklar och metaller fortfarande fungerar men att reningen av fosfor och kväve försämras. På vintern finns det även risk för att ytan på jorden fryser. Frysrisk kan förebyggas genom att tillgodose god infiltration i växtbädden samt genom att utforma inlopp och bräddfunktion så att riskerna att de fryser minimeras.

Figur 11.1 visar en principskiss över en växtbädd och ett exempel på en nedsänkt växtbädd. Figur 11.2 visar hur växtbäddarna som föreslås i Steningeparken byggts upp i StormTac. Exakt utformning bestäms i detaljprojekteringsskedet.

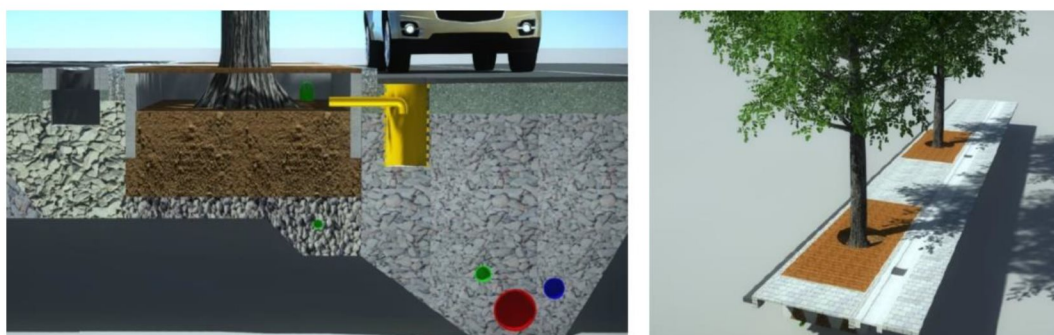


Figur 11.1. Principskiss för nedsänkt växtbädd med magasinvolym ovanför bädden (Stockholms stad, n.d.) och exempel på nedsänkt växtbädd (Solna stad dagvattenstrategi, 2018)



Figur 11.2. Växtbädd i sektion med olika lagertjocklekar. h_1 =reglervolym, h_2 =filtermaterial, h_3 =materialavskiljande lager, h_4 =dräneringslager, h_7 =avstånd vattengång dräneringsrör till undergrunden, h_8 =avstånd inlopp bräddbrunn till den övre bäddens yta (StormTac Web, 2020)

I Nacka kommun används en princip med täckta växtbäddar med trädplantering som kan utnyttjas för att inte gå miste om de hårda ytorna. Trädet planteras i en växtbädd täckt med galler. En fördröjningsvolym skapas av att växtbädden är nedsänkt i förhållande till gatan. Skelettjord anläggs under och vid sidan om växtbädden enligt Figur 11.3.



Figur 11.3. Täckta växtbädd. Dagvatten leds från GC-banan via luftningsbrunn med sandfång och perforerad sida till skelettjorden. Dagvatten från gata leds via inloppsbrunn med sandfång till nedsänkt växtbädd täckt med markgaller (Nacka kommun, 2018)

Skelettjordar är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i hårdgjorda stadsmiljöer. Enligt Stockholm Vatten och Avfall (2017) ska varje träd ges en skelettjordsvolym på minst $15 \text{ m}^3/\text{träd}$. Trädrötterna ska ges möjlighet att växa i princip obegränsat i åtminstone två riktningar. Minimibredden på växtbädden bör inte understiga 4 meter för större skogsträd, typ lind, lönn och ek. För mindre träd, typ rönn, körsbär och prydnadsapel, ska bredden inte understiga 2 meter. Växtbädden bör ha ett djup på 0,8-1 meter. En fördröjningsvolym skapas av porvolymen som i vanliga fall är omkring 12 %. I en luftig skelettjord är den cirka 30 % av den totala volymen.

11.2.2 Permeabla beläggningar

En genomsläpplig beläggning kan användas som alternativ till traditionell asfalt och bidrar med flödesutjämning och rening av dagvatten. Flacka hårdgjorda ytor, såsom parkeringar, gårdar och enskilda gångvägar kan anläggas med genomsläppliga

beläggningar. Beläggningarna kan vara rasterytor fyllda med gräs eller grus, marksten med genomsläppliga fogar, genomsläpplig asfalt eller betong. Under den översta beläggningen kan ett lager av porös makadamfyllning läggas. På det sättet släpps dagvatten igenom samtidigt som det renas i flera steg genom sedimentation, filtrering och fastläggning. Ytor som släpper igenom vatten minskar risken för översvämning vid kraftiga regn. Viktigt är att nollfraktion undviks i topplager och underliggande lager för att förhindra igensättning.

Beroende på markens infiltrationskapacitet finns det olika anläggningssätt. Om infiltrationskapaciteten är begränsad kan dräneringsledningar anläggas för att gynna infiltrationen. Är det mindre än en meter mellan grundvattenytan och överbyggnaden bör vattnet inte infiltreras och en tät duk och ledningar som avleder vattnet kan då anläggas i botten. I Figur 11.4 visas exempel på ytor som anlagts med genomsläpplig beläggning.

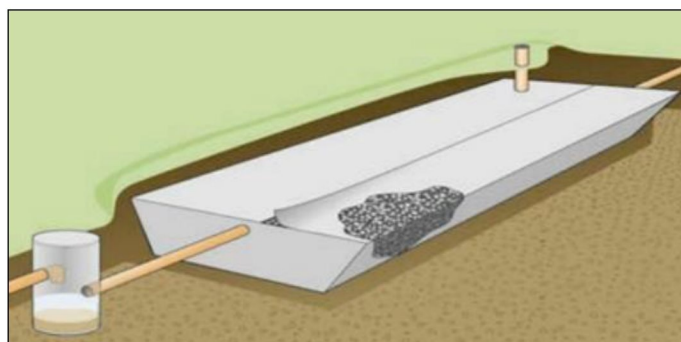


Figur 11.4. Exempel på genomsläpplig beläggning. Till vänster marksten och gräsförsedd rasteryta, till höger permeabel asfalt och rasteryta (Stockholms stad, 2016)

Drift och underhåll är av stor vikt för att genomsläppligheten inte ska försämrats eftersom sand och mindre partiklar kan täppa igen porerna. Ytan bör sopas vid behov samt grusas istället för att sandas vid vinterunderhåll.

11.2.3 Underjordiskt makadammagasin

Underjordiska makadammagasin placeras under mark. En nackdel med anläggningstypen är att de främst avskiljer partikelbundna föroreningar och inte tillför någon grönska till miljön. Fördelen med denna typ av magasin är att de tar en relativt liten markyta i anspråk. Drift inkluderar regelbunden rensning av sandfång vid inloppet. För ökad rening kan anläggningen kompletteras med ett filter på utloppssidan. Figur 11.5 visar en skiss över ett underjordiskt makadammagasin.



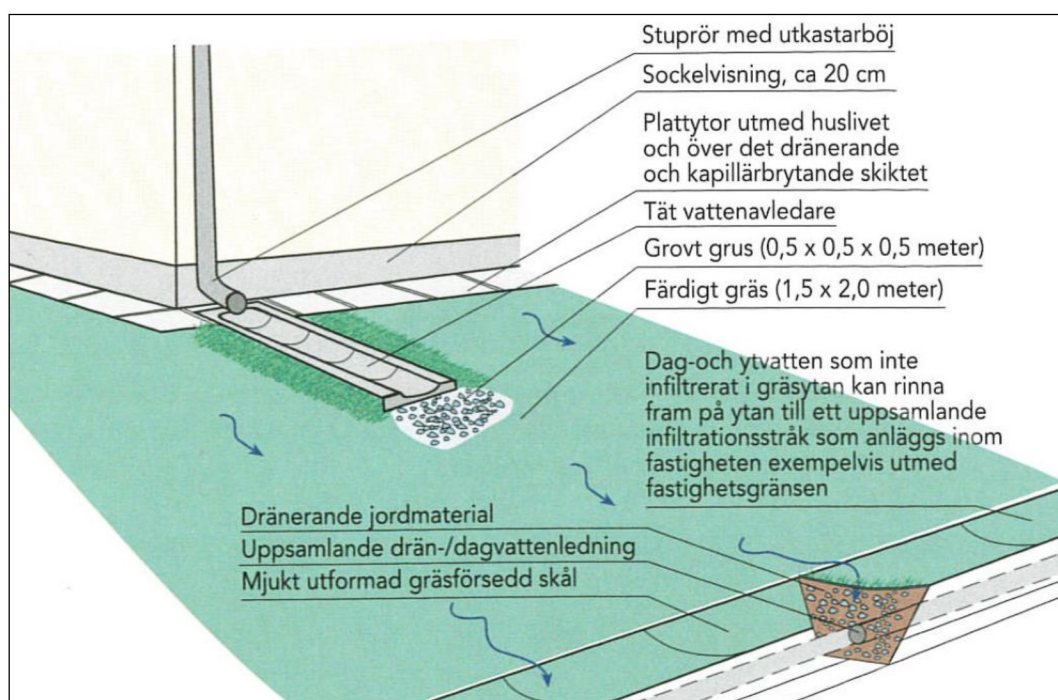
Figur 11.5. Underjordiskt makadammagasin (Stockholms stad, 2016)

11.2.4 Stuprörsutkastare och ytlig avledning

Har ett medvetet materialval för tak gjorts kan takdagvatten i de flesta fall betraktas som rent. Rent takdagvatten bör källsorteras, det vill säga separeras från förorenat dagvatten från exempelvis kör- och parkeringsytor genom att avleda det enskilt på tomtmark.

Avledning från hustak kan göras ytligt med stuprörsutkastare, på så sätt utnyttjas vattnet som ett positivt inslag i bostadsmiljön. Genom att låta vattnet avrinna ytligt och infiltrera ovanifrån erhålls rening genom luftning och avsättning av partiklar i det översta markskiktet.

Vid användning av stuprörsutkastare är det viktigt att marken är hårdgjord närmast huset, alternativt kan en tät duk användas. Cirka 3 m från byggnaden ska marken luta 5 % och därefter cirka 1-2 %. För att underlätta infiltrationen kan den mottagande ytan anläggas med krossmaterial de första metrarna. En principskiss för stuprörsutkastare visas i Figur 11.6.



Figur 11.6. Principskiss på stuprörsutkastare där tak- och ytvatten leds ut över mark till uppsamlande dräneringsstråk (Svenskt Vatten P105)

11.2.5 Gröna tak

Gröna tak, även kallade sedumtak, är ett effektivt sätt att fördröja och minska avrinningen från tak på fastighetsmark. Taken kan anläggas som tunna eller tjocka och på både plana och lutande underlag. I denna utredning beräknas inte effekten av gröna tak på flöden och föroreningar men lösningen redovisas här eftersom det möjligtvis är ett alternativ på idrottshallens tak.

Tunna gröna tak är vanligast i Sverige, dessa magasineras i genomsnitt cirka 50 % av årsavrinningen genom ökad avdunstning och vattenupptag i växterna. Taken tar i huvudsak hand om många mindre regntillfällen och är därmed inte särskilt effektiva vid

kraftigare regn (Svenskt Vatten P105). Vid högre flöden kan ytterligare magasineringsalternativ därmed krävas innan avledning till kommunalt ledningsnät.

Taken kan byggas upp som så kallade extensiva tak (Svenska Naturtak, 2016), se Figur 11.7. Enligt leverantör kan cirka 20 l/m² fördröjas på ett extensivt tak med en bygghöjd på 50 mm och avrinningskoefficienten kan minskas till 0,6 jämfört med 0,9 för konventionella tak. Det finns även semiintensiva gröna tak, som har en högre bygghöjd och kan använda ett större urval växter. Avrinningskoefficienten för dessa kan sänkas till mellan 0,2 och 0,6, beroende på utformning.



Figur 11.7. Extensivt grönt tak. Gröna tak kan anläggas på både platta och lutande underlag (Svenska Naturtak, 2016)

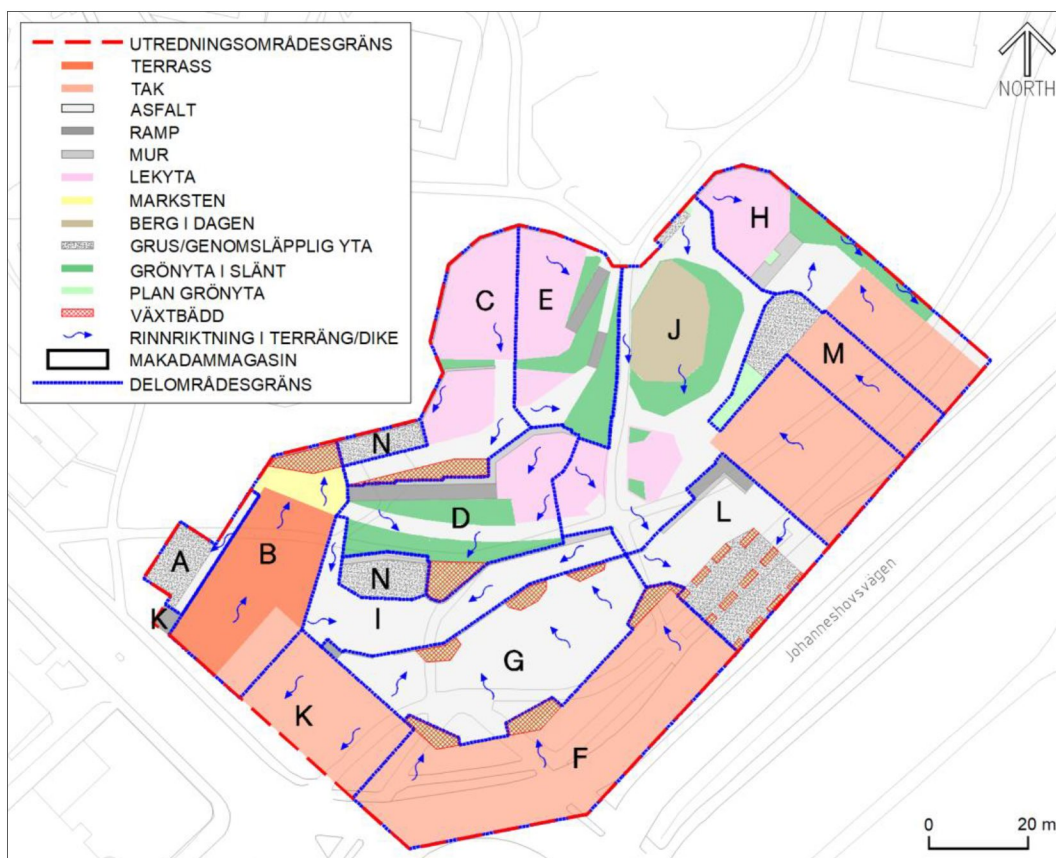
Schablonhalter visar att gröna tak bidrar till läckage av fosfor och kväve (StormTac, 2020). Takens vattenretention bör däremot minska näringsläckagets påverkan. Gödslingsmängd och gödslingsmetod påverkar också näringsläckaget varpå gödslingsens effekt för växternas tillväxt och funktion bör kontrolleras. Ett genomtänkt val av jordsubstrat och skötselinsatser kan minimera fosforläckaget.

11.3 Föreslagen dagvattenhantering

Föroreningsberäkningar har utförts för hela Årstastråket 3 (Sweco, 2017), vari detaljplaneområdet för Steningeparken inkluderas. Resultaten visar att det är viktigt att LOD-åtgärder anläggs på fastighetsmark för att minska utgående dagvattenflöden och föroreningar i dagvattnet. En slutsats i rapporten är att om dagvattnet renas i växtbäddar med en storlek motsvarande 10 % av avrinningsområdets reducerade area reduceras föroreningshalter och föroreningsmängder under befintliga utsläpp. Om LOD inte utförs på kvartersmark visar beräkningarna i rapporten att halterna av fosfor, kväve, nickel och kadmium ökar i förhållande till befintlig situation.

Ytor för dagvattenhantering visas i Figur 11.8, med delavrinningsområden baserade på var åtgärder för dagvattenhantering föreslås. Förklaringar per delområde följer i avsnitt 11.3.1 till och med 11.3.12. Dagvatten från utredningsområdet föreslås i så stor utsträckning som möjligt avledas till öppna eller täckta nedsänkta växtbäddar för rening och fördröjning av de första 20 mm regn. I andra hand föreslås fördröjning i

skelettjordar på sluttande mark, alternativt underjordiskt makadammagasin. I dessa lösningar leds dagvattnet in i krossmaterialet direkt via ledning under mark.



Figur 11.8. Föreslagen dagvattenhantering inom utredningsområdet

Allt dagvatten som rinner till anläggningar och brunnar beräknas samlas upp i nya dagvattenledningar på tomten och ledas till förbindelsepunkten i Johanneshovsvägen (i Bilaga 2 finns en mer detaljerad skiss som inkluderar schematiskt placerade dagvattenledningar). Idag saknas dock underlag för framtida dagvattenledningar i gatan så i kommande skeden är det viktigt att kontrollera så att nivåerna anslutningarna anpassas till varandra. Placering och utformning av dagvattenåtgärderna samordnas fortsatt med landskapsarkitekter och övriga relevanta teknikområden.

11.3.1 Avrinningsområde A

Avrinningsområde A utgörs av en cykelparkering och en asfalterad gångväg (se Figur 11.8). Gångvägen föreslås höjdsättas så att den lutar mot cykelparkeringen, som för reningseffektens skull föreslås anläggas med ett genomsläppligt material med underliggande makadamlager. På så sätt kan dagvattnet infiltrera och fördröjas direkt i ytan. Erforderlig fördröjningsvolym från område A är ca 2,2 m³. Erhållen fördröjningsvolym är ca 3,1 m³ med ett 100 mm djupt och 100 m² stort makadamlager.

Överskottsvatten bör samlas upp via dagvattenbrunn och dräneringsledning som ansluts till en dagvattenledning. Förbindelsepunkten föreslås vid cykelparkeringen mellan idrottshallen och skolbyggnaden (vid område L) men eftersom det inte finns något utrymme mellan byggnaden och fasaden för att dra en ledning från område A till förbindelsepunkten är ett alternativ att hängsla ledningen på skolbyggnadens grundmur.

Ett annat alternativ är att dra ledningen i skolans källartak. På detta sätt kan även dagvattnet från den lilla rampen väster om avrinningsområde A samt dagvattnet från den takyta som lutar mot gatan (område K) samlas upp (se vidare avsnitt 11.3.9). Lösningen måste samordnas med konstruktörer och andra relevanta teknikområden.

11.3.2 Avrinningsområde B

Inom avrinningsområde B finns en terrassyta och en torgyta med markplattor samt en plan planteringsyta. Planteringsytan föreslås byggas upp som en nedsänkt växtbädd för att kunna fördröja den volym vatten som genereras från terrassen. Dagvattnet kan ledas till växtbädden via stuprörsutkastare och rännor samt via höjdsättning av marken så att den lutar mot växtbäddens inlopp. I botten anläggs en dräneringsledning som ansluter till en dagvattenledning.

Erforderlig fördröjningsvolym är ca 14 m³. Erhållen fördröjningsvolym enligt uppbyggnad i Figur 11.2 är ca 17 m³. Växtbäddens yta är 55 m².

11.3.3 Avrinningsområde C

Avrinningsområde C är det högst belägna området med föreslagna nya höjder på +45,6 längs områdets norra sträcka. Området utgörs av hårdgjorda lektyor, en asfaltsyta samt en plan planteringsyta. Dagvattnet från den övre lekytan föreslås samlas upp i en ränna med släpp på erosionsskydd i den lutande grönytan. Därifrån leds vattnet vidare till växtbädden i område C, antingen via dagvattenränna eller genom att marken höjdsätts med lutning mot växtbädden. I botten anläggs en dräneringsledning som ansluter till en dagvattenledning (se Bilaga 2).

Erforderlig fördröjningsvolym är ca 14 m³. Erhållen fördröjningsvolym enligt uppbyggnad i Figur 11.2 är ca 20 m³. Växtbäddens yta är 63 m².

11.3.4 Avrinningsområde D

Avrinningsområde D utgörs av en ramp som lutar österut, sluttande grönytor med trädplantering, en asfalterad yta och del av en hårdgjord lektya. Inom området föreslås yttlig avledning till en plan del av den stora grönytan i södra delen av delområdet, där fördröjning och rening föreslås i en nedsänkt växtbädd.

Erforderlig fördröjningsvolym är ca 11 m³. Erhållen fördröjningsvolym enligt uppbyggnad i Figur 11.2 är ca 18 m³. Växtbäddens yta är 58 m².

11.3.5 Avrinningsområde E

Dagvattnet från de hårdgjorda lektyorna och asfaltsytan inom område E föreslås samlas upp i dagvattenbrunnar i anslutning till grönytor, som föreslås anläggas med skelettjordskonstruktion. Dagvattnet kan sedan spridas ut i skelettjorden med hjälp av perforerade rör. För att skapa en fördröjande effekt bör skelettjorden terrasseras eller byggas upp med dämmen.

Erforderlig fördröjningsvolym är ca 9 m³ vilket innebär att skelettjordsvolymen behöver vara ca 75 m³, om porositeten i materialet är 12 %.

11.3.6 Avrinningsområde F

Avrinningsområde F utgörs av de takytor på skolan som lutar in mot gården. Växtbäddar föreslås intill fasad för att ta emot takdagvatten via stuprör. Stuprörsplaceringen ska därmed i kommande utredningsskede anpassas till växtbäddarnas placering, eller vice versa.

Erforderlig fördröjningsvolym är ca 29 m³. Erhållen fördröjningsvolym enligt uppbyggnad i Figur 11.2 är ca 32 m³. Växtbäddarnas yta är 100 m².

11.3.7 Avrinningsområde G

Avrinningsområde G utgörs av den asfalterade skolgården närmast skolbyggnaden. Marken inom delområdet är höjdsatt så att den lutar norrut och österut vilket får dagvattnet att rinna från byggnaden. Norra delen av delområdet utgörs av en mur som stoppar upp dagvattnet. Där föreslås att dagvattnet samlas upp i nedsänkta växtbäddar för fördröjning och rening innan det leds vidare i ledning mot område L.

Erforderlig fördröjningsvolym är ca 18 m³. Erhållen fördröjningsvolym enligt uppbyggnad i Figur 11.2 är ca 18 m³. Växtbäddarnas yta är 60 m².

För att erhålla en större fördröjningsvolym och därmed öka reningseffekten kan växtbäddarna sammankopplas med skelettjord som sträcker sig under alla tre planteringsytor. På så sätt skulle de även kunna användas till att fördröja en del dagvatten från delområde I.

11.3.8 Avrinningsområde H

Avrinningsområde H utgörs av hårdgjorda ytor, en del av takytan på idrottshallen samt en större sluttande yta med naturmark. Marken är höjdsatt så att dagvattnet rinner mot grönytan, i vilken ett dike föreslås längs med utredningsområdesgränsen. Diket fördröjer och renar dagvattnet till viss del men har inte kapacitet att fördröja åtgärdsvolymen. Därför föreslås att dagvattnet samlas upp i en brunn och leds vidare till ett stort underjordiskt makadammagasin som föreslås inom delområde L, se vidare avsnitt 11.3.10.

Erforderlig fördröjningsvolym är ca 16 m³. Volymen makadam som behövs är ca 53 m³, om porvolymen i materialet är 30 %.

11.3.9 Avrinningsområde I, J & K

Område I och J utgörs mestadels av hårdgjorda ytor och några befintliga träd som ska bevaras. Utrymme finns inte för att anlägga nya öppna dagvattenlösningar. Därför föreslås dagvattenbrunnar som samlar upp vattnet och leder det till ett underjordiskt makadammagasin som föreslås anläggas under cykelparkeringen i delområde L. Magasinet tar även emot dagvatten från område K, vilket innefattar den takyta och ramp som lutar mot Skagersvägen, samt från område H. Överskottsvatten från övriga anläggningar inom området kommer att ledas till makadammagasinet, på så sätt erhålls tvåstegsrening för detta dagvatten.

Erforderlig fördröjningsvolym i område I, J och K är ca 54 m³ och 16 m³ från område H. Total erforderlig fördröjningsvolym är därmed 70 m³, vilket motsvarar ca 240 m³

makadam om porvolymen är 30 %. Om magasinet är 0,75 m djupt upptar det en yta om 320 m². Ytan illustreras i Bilaga 2 och Figur 11.8. Som nämnts tidigare är det viktigt att kontrollera så att nivåerna från utloppet av magasinet kan anpassas till anvisad förbindelsepunkt, när en sådan finns.

11.3.10 Avrinningsområde L

Avrinningsområde L utgörs av en större grusad cykelparkering intill Johanneshovsvägen, planteringsytor samt en asfalterad yta. Cykelparkeringen utgör en lågpunkt så vattnet från omkringliggande mark kommer att rinna dit, varpå planteringsytorna kan ta hand om dagvattnet.

Erforderlig fördröjningsvolym är ca 11 m³. Erhållen fördröjningsvolym enligt uppbyggnad i Figur 11.2 är ca 17 m³. Växtbäddarnas yta är 55 m².

11.3.11 Avrinningsområde M

För att höja reningseffekten föreslås en del av idrottshallens takdagvatten ledas ut i grusytan precis norr om byggnaden via stuprörsutkastare. Ett 200 mm tjockt och 140 m² stort makadamlager med porositet 30 % erfordras för att fördröja åtgärdsnivån på 8 m³.

11.3.12 Avrinningsområde N

Avrinningsområde N utgörs av grusade ytor där dagvattnet föreslås infiltrera direkt ner i överbyggnaden till en underliggande uppbyggnad av makadam. Erforderlig volym är ca 2,3 m³ vilket kräver en makadamvolym om ca 7,6 m³. Utspritt på båda grusytorna, ca 200 m², innebär det i teorin att tjockleken på makadamlagret endast behöver vara ca 4 cm.

12 Hantering av skyfall

Sweco har tagit fram PM Översvämning för Årstastråket etapp 3 (2018), i vilket rekommendationen är att skapa översvämningssytor uppströms Johanneshovsvägen för att minska flödena och belastningen i lågpunkterna på vägen. I PM:et har översvämningssytor föreslagits efter tillgänglig volym på platsen. I Steningeparken beräknades en volym på 87 m³ kunna fördröjas på en yta om 361 m².

Framtida 100-årsflöde med klimatfaktor har uppskattats till 692 l/s (se Tabell 7.2), det motsvarar ca 415 m³ på 10 min. Enligt åtgärdsnivån ska 189 m³ fördröjas inom området, vilket betyder att 226 m³ rinner av ytligt vid större regn. Hänsyn till detta har tagits genom att skapa lågpunkter på skolgården som kan tillåtas översvämmas, ytorna visas i Figur 12.1.



Figur 12.1. Förslag på framtida skyfallshantering. Blå ytor markerar tillfälliga översvämningsytor

Vid skyfallsflöden är tanken att dagvattnet från större delen av den västra halvan av utredningsområdet får rinna söderut till lågpunkter i område G och I. Vattnet får där fyllas upp till en tröskelnivå, vid vilken vattnet kan fortsätta rinna vidare till område L. Tröskelnivån är i aktuell situationsplan satt till +39,30, vilket är 8 cm under nivån för entréerna till skolan.

Ytterligare en lågpunkt har skapats i cykelparkeringsytan mellan idrottshallen och skolan. Lägsta nivå på marken i lågpunkten är satt till +38,95. Ytan kommer att ta emot skyfallsflöden från marken norrifrån samt från lågpunkten i område G.

De markerade lågpunkterna i Figur 12.1 har en total area om ca 880 m². Med en nedsänkning på 10 cm kan 88 m³ fördröjas i ytorna, vilket drygt motsvarar den volym som Sweco tog fram i PM Översvämning. Till volymen bidrar även åtgärdsvolymen som föreslagits fördröjas i växtbäddar och övriga åtgärder.

Dagvatten från uppströms liggande parkmark och kvartersmark norr om detaljplanen kommer att påverka skolans område vid skyfall. Förmodade rinnvägar för detta dagvatten visas i Figur 12.1 men påverkas av utformningen av gångbanan på allmän platsmark.

13 Helhetsbild av dagvattenhanteringen

Nedan redovisas föroreningsberäkningar och flöden efter rening och fördröjning i de dagvattenåtgärder som föreslagits.

13.1 Föroreningar efter rening

I denna utredning har föroreningsberäkningar utförts i StormTac inom utredningsområdesgränsen. Reningseffekten från olika LOD-lösningar har testats i modellen. Eftersom hårdgöringsgraden ökar så pass mycket från befintlig till framtida situation ökar även föroreningarna i dagvattnet påtagligt efter exploatering. Växtbäddar, som kan uppnå en god reningseffekt om de är konstruerade på rätt sätt, föreslås därmed där utrymme finns i plan för att reducera mängderna och halterna av föroreningar i dagvattnet. Resultatet av föroreningsberäkningarna inklusive de åtgärder som beskrivits under avsnitt 11.3 redovisas i Tabell 13.1 för totalhalter och Tabell 13.2 för årliga föroreningsmängder.

Tabell 13.1. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för hela utredningsområdet före och efter exploatering, med LOD. Halter som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Framtida situation	Reducering*
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	140	44	69 %
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1 400	520	63 %
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	3,8	0,46	88 %
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	14	3,8	73 %
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	19	4,1	78 %
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,23	0,087	62 %
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	3,9	1,4	64 %
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	2,5	1,5	40 %
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,028	0,0090	68 %
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	15 000	4 400	71 %
Olja	$\mu\text{g/l}$	410	47	89 %
PAH16	$\mu\text{g/l}$	0,097	0,062	36 %
Bens(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,0072	0,0050	31 %
Antracen (ANT)	$\mu\text{g/l}$	0,012	0,0048	60 %
Tributyltenn (TBT)	$\mu\text{g/l}$	0,0017	0,00063	63 %

*Reducerade halter i dagvattnet från befintlig situation jämfört med framtida, inklusive åtgärder

Tabell 13.2. Årliga föroreningsmängder (kg/år) för hela utredningsområdet före och efter exploatering, med LOD. Mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Framtida situation	Reducering*
Fosfor (P)	kg/år	0,42	0,27	36 %
Kväve (N)	kg/år	4,3	3,1	28 %
Bly (Pb)	kg/år	0,012	0,0028	77 %
Koppar (Cu)	kg/år	0,043	0,023	47 %
Zink (Zn)	kg/år	0,059	0,025	58 %
Kadmium (Cd)	kg/år	0,00073	0,00052	29 %
Krom (Cr)	kg/år	0,012	0,0084	30 %
Nickel (Ni)	kg/år	0,0077	0,0090	-
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,000086	0,000054	37 %
Suspenderad substans (SS)	kg/år	45	27	40 %
Olja	kg/år	1,3	0,29	78 %
PAH16	kg/år	0,0003	0,00037	-
Bens(a)pyren (BaP)	kg/år	0,000022	0,000030	-
Antracen (ANT)	kg/år	0,000036	0,000029	19 %
Tributyltenn (TBT)	kg/år	0,0000051	0,0000038	25 %

*Reducerade mängder i dagvattnet från befintlig situation jämfört med framtida, inklusive åtgärder

Resultaten efter rening av 20 mm i växtbädd, skelettjord och makadammagasin visar att samtliga halter reduceras under befintliga halter och de flesta mängder reduceras under de befintliga mängderna. Särskilt intressant att titta på av de undersökta ämnena är koppar, kvicksilver, kadmium, antracen, bly och tributyltenn, som överstiger godkända nivåer i Strömmen idag. Alla dessa ämnen reduceras under befintliga mängder och halter i dagvattnet.

En ökning av mängderna i dagvattnet sker av nickel (1,3 g/år), PAH16 (70 mg/år) och bens(a)pyren (8 mg/år). Både PAH:er och BaP bildas vid förbränning och sprids genom atmosfärisk deposition. Nedfallet av de två ämnena följer samma mönster (Naturvårdsverket, 2017). Nickelhalterna är i StormTac höga från takytor och asfalterade ytor. Om parametern *minsta möjliga utloppshalt*, som begränsar reningseffekten i StormTac då ingående halter är för låga, väljs bort kommer dock mängderna av dessa ämnen att reduceras under befintliga.

Beräkningarna i StormTac är byggda på schablonhalter baserade på långvariga provtagningar från befintliga områden. Antalet referenser och tillförlitligheten i indata varierar mellan olika ämnen och markanvändning. Vilken markanvändning som väljs kan därmed få en stor effekt på resultatet. Resultatet för de röda värdena anses därför ligga inom felmarginalen och anses inte motiverbart att åtgärda med ytterligare reningsåtgärder. Däremot skulle en ökad andel genomsläppliga ytor kunna bidra till att mängderna minskar.

13.2 Flöden inklusive dagvattenåtgärd

I Tabell 13.3 redovisas flöden för befintlig situation samt framtida situation utan samt med fördröjning enligt åtgärdsnivån. Flöden med LOD är beräknade i StormTac Web.

Tabell 13.3. Flöden inklusive dagvattenåtgärder

	10-årsflöde [l/s]	Dimensionerande 20-årsflöde [l/s]
Befintlig situation	89*	112*
Framtida situation	215*	338**
Framtida situation med LOD	22*	82**

*Flöde exklusive klimatfaktor

**Flöde inklusive klimatfaktor 1,25

En procentuell minskning av flödet vid ett 10-årsregn utan klimatfaktor från befintlig situation till framtida sker med ca 75 % efter LOD.

14 Sammanfattning och slutsats

Föreslagen utformning av Steningeparken innebär att det gröna parkområdet hårdgörs och ersätts med en skolgård med tillhörande skolbyggnad samt en idrottshall. Området för framtida skola och idrottshall är ca 1,25 ha stort. På grund av att ytorna blir hårda kommer avrinningen från området öka och föroreningsbelastningen och föroreningshalterna i det utgående dagvattnet ökar om åtgärder för fördröjning och rening inte implementeras. Den reducerade arean ökar från ca 3 920 m² till ca 9 450 m². Flödet för ett 10-årsregn utan klimatfaktor ökar med ca 142 %, från 89 l/s till 215 l/s, utan fördröjning.

Erforderlig fördröjningsvolym enligt Stockholms stads åtgärdsnivå är 189 m³. Dagvattnet föreslås i första hand avledas till öppna eller täckta nedsänkta växtbäddar. I andra hand föreslås skelettjordar eller underjordiskt makadammagasin för rening och fördröjning. Erhållen fördröjningsvolym i de anläggningar som föreslagits är totalt ca 220 m³.

Efter rening och fördröjning av 20 mm uppskattas 10-årsflödet minska med ca 75 %, från 89 l/s till 22 l/s. Av de 15 ämnen som beräknats i StormTac visar resultatet att samtliga föroreningshalter i dagvattnet minskar efter rening och mängderna för 12 av ämnena minskar. Detta inkluderar koppar, kvicksilver, kadmium, antracen, bly och tributyltenn, som överskrider godkända nivåer i Strömmen idag. De ämnen som ökar i årsbelastning är nickel, PAH16 och ben(a)pyren. Det knappa tillskottet i dagvattnet från utredningsområdet anses inte motiverbart att rena eftersom det bedöms ligga inom felmarginalen för osäkerhet i indata. Exploateringen anses inte påverka MKN negativt om föreslagna åtgärder för LOD implementeras.

Fördelaktigt för flödesbelastningen och föroreningarna är att anlägga genomsläppliga beläggningar på flacka ytor. Det reducerar dagvattenflödet och resulterar således i minskad föroreningsbelastning i dagvattnet. Enligt stadens dagvattenstrategi nämns gräsförsedda rasterytor, gröna tak och planteringar som används för infiltration som

värdeskapande eftersom de ger en pedagogisk syn på hur dagvattnet kan utnyttjas som en resurs. På en skolgård kan därför sådana lösningar fylla en funktion.

Markföreningar överskridande Naturvårdsverkets riktvärden har uppmätts på två platser inom utredningsområdet. Hänsyn till detta ska tas och föreslagna dagvattenåtgärder bör utformas täta om det finns risk för spridning av föroreningar till grundvattnet.

I samband med pågående klimatförändringar kommer risken för extrema regn att öka. I och med att en stor del av Steningeparken ligger i en slänt är det viktigt att se till att flöden vid skyfall inte översvämmar byggnaderna. Lågpunkter har skapats på den framtida skolgården för att tillfälligt kunna fördröja dagvatten ytligt vid stora flöden och minska belastningen på Johanneshovsvägen. Byggnaderna ska då höjdsättas så att de ligger högre än gatan och kvartersmarken höjdsätts så att flödet kan avledas ytligt mot Johanneshovsvägen.

14.1 Förslag på vidare utredningsarbete

- Dagvattenutredningen för Steningeparken kan behöva revideras när utredningsområdesgränsen är bestämd och efter eventuella förändringar i situationsplanen.
- En anvisad förbindelsepunkt till det allmänna dagvattensystemet saknas. Denna bör erhållas för att anpassa nivåerna på ledningar från kvartersmarken till nivåerna på anslutande ledning.
- I projekteringsskedet ska planerat dagvattensystem samordnas med befintliga samt projekterade el-, tele- och optoledningar för att undvika konflikter.
- Risken för spridning av markföroreningar till grundvattnet vid infiltration/perkolation av dagvatten bör bedömas för att anpassa uppbyggnaden av föreslagna dagvattenåtgärder.
- Kontinuerliga mätningar av grundvattennivåer bör utföras för att verifiera grundvattenförhållandena inom utredningsområdet.
- Hantering av dagvatten från stadens mark bör beslutas, se kapitel 10.

15 Referenser

BASTA. <http://www.bastaonline.se/>

Byggvarubedömningen. <https://www.byggvarubedomningen.se/>

Nacka kommun. 2018. *Anvisningar och principlösningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats*

Naturvårdsverket. 2017. *Bens(a)pyren och andra PAH:er – halter i luft och nedfall i regional bakgrund*. www.naturvardsverket.se

Stockholms stad. 2016. Dagvattenhantering. Riktlinjer för parkeringsytor. http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_parkeringsytor.pdf

Stockholms stad. n.d. *Nedsänkt växtbädd*. <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf>

Stockholm Vatten och Avfall. 2017. *Skelettjord*. http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf

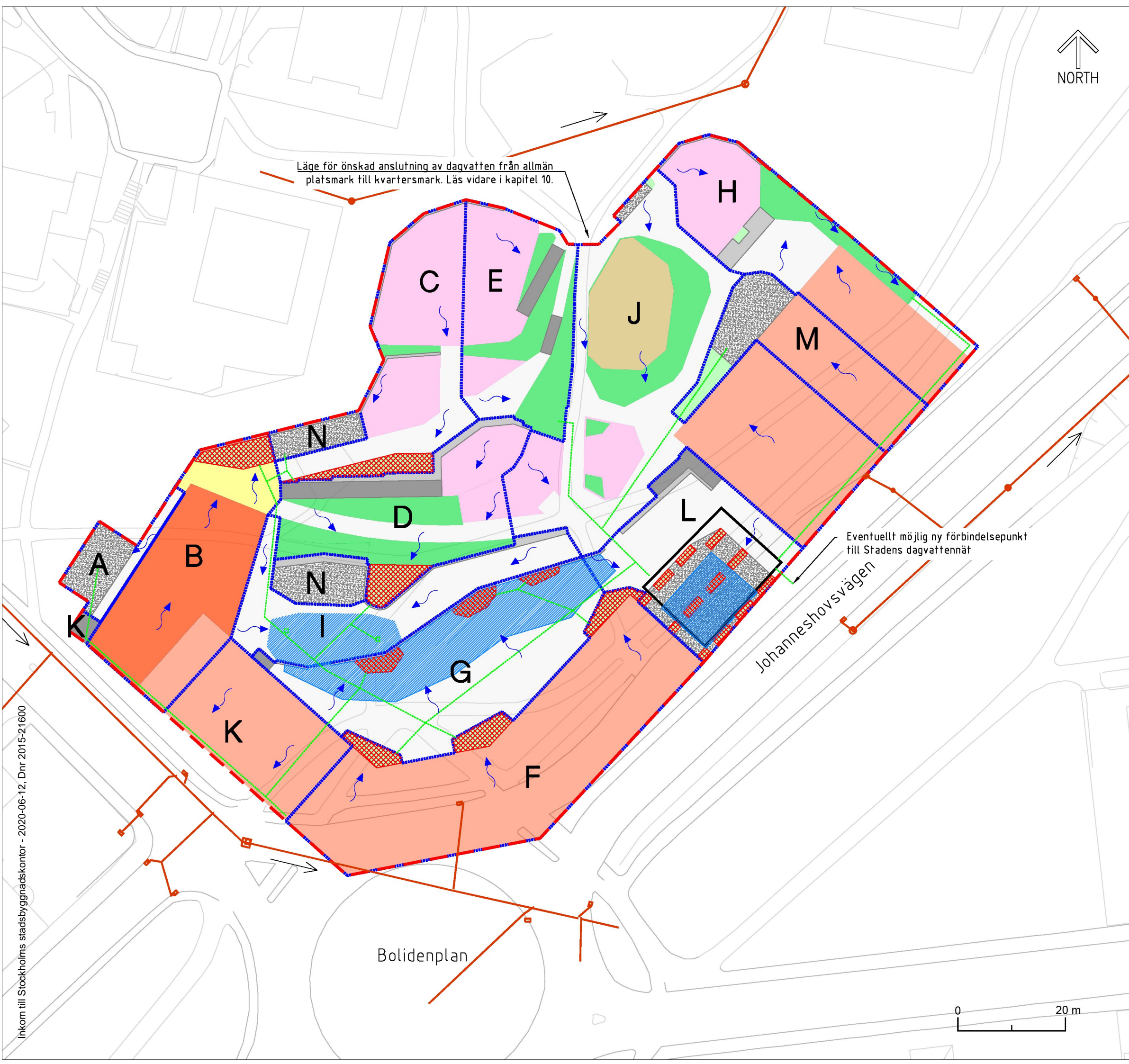
StormTac. 2020. Database v. 2020-04-12. www.stormtac.com

Svenska Naturtak AB. 2016. www.svenskanaturtak.se

BILAGA 1 – Schablonhalter föröreningar

Schablonhalter per markanvändning enligt StormTac (v.2020-04-14) ses i tabellen nedan:

	Enhet	Parkmark	Takyta	Grönt tak	Gång och cykelväg	Asfaltsyta	Betongplatta	Marksten med fogar	Grusyta	Blandat grönområde	Gräsyta	Bergsyta
P	µg/l	250	170	285	85	85	88	57	42	120	160	62
N	µg/l	1 200	1 200	3 890	1 800	1 800	2 000	2 000	2 000	1 000	1 100	1 375
Pb	µg/l	6,0	2,6	1,0	3,5	3,0	2,8	2,4	2,2	6,0	6,0	4,4
Cu	µg/l	11	7,5	15	23	21	17	13	12	12	15	12
Zn	µg/l	25	28	23	20	20	33	33	33	23	28	24
Cd	µg/l	0,30	0,80	0,070	0,3	0,27	0,19	0,14	0,11	0,27	0,3	0,20
Cr	µg/l	3,0	4,0	3,0	7,0	7,0	3,6	1,9	1,0	1,8	2,5	2,1
Ni	µg/l	2,0	4,5	3,0	4,0	4,0	2,2	1,3	0,85	1,0	1,3	1,4
Hg	µg/l	0,020	0,003	0,0067	0,05	0,050	0,045	0,028	0,019	0,01	0,013	0,025
SS	µg/l	24 000	25 000	19 000	7 400	7 400	8 700	9 350	9 675	43 000	47 000	21 350
Olja	µg/l	300	0,0	0,0	770	770	385	193	96	170	200	243
PAH16	µg/l	0,12	0,44	1,9	0,13	0,13	1,0	1,5	1,7	0,10	0,10	0,50
BaP	µg/l	0,0084	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,0050
ANT	µg/l	0,010	0,010	0,010	0,021	0,021	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,0050
TBT	µg/l	0,0020	0,0020	0,0020	0,0016	0,0016	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020



TECKENFÖRKLARING	
	UTREDNINGSOMRÅDESGRÄNS
	TERRASS
	TAK
	ASFALT
	RAMP
	MUR
	LEKYTA
	MARKSTEN
	BERG I DAGEN
	GRUS/GENOMSLÄPPLIG YTA
	GRÖNYTA I SLÄNT
	PLAN GRÖNYTA
	VÄXTBÄDD
	RINNRIKTNING I TERRÄNG/DIKE
	RINNRIKTNING I LEDNING
	MAKADAMMAGASIN
	DELOMRÅDESGRÄNS
	NY DAGVATTENLEDNING
	BEF. KOMBINERAD AVLOPPSLEDNING
	LÅGPUNKT/ÖVERSVÄMNINGSYTA

BILAGA 2

Föreslagen dagvattenhantering