

Dagvattenutredning för detaljplan för Lillängens förskola, del av Sicklaön 40:14

Nacka kommun



RAPPORT nr 2018-1155-A

Författare: Tova Forkman, WRS AB
Granskad av: Jonas Andersson, WRS AB

Upprättad 2018-03-14. Reviderad 2018-04-04

Sammanfattning

Planområdet är beläget på obebyggd mark i Lillängsskogen och planerad exploatering innefattar en förskola. Som en följd av planerad exploatering inom planområdet kommer även Fjällstigen att breddas med tillkommande parkeringsplatser och en gång- och cykelväg. Vid exploateringen inom, och utom, planområdet kommer dagvattenflöden och transporten av dagvattenburna föroreningar att förändras jämfört med dagsläget. Nedan sammanfattas de viktigaste dagvattenaspekterna som framkommit vid genomförandet av dagvattenutredningen:

- Planområdet ligger inom ytvattenrecipienten Järlasjöns avrinningsområde men området är i dagsläget inte anslutet till något ledningsnät. Dagvattnet tas i dagsläget till stor del upp av vegetationen i Lillängsskogen och avrinningen från planområdet till Järlasjön kan i dagsläget antas vara försumbar. Avrinningen från Fjällstigen antas i dagsläget i största mån avledas via det kommunala dagvattennätet till Järlasjön. Dock finns det, vid lågpunkten längs Fjällstigen vid korsningen med Musikvägen, risk för att vatten blir stående.
- Planområdet är beläget på mestadels berg med ett lager av morän. Detta innebär att naturlig perkolation och grundvattenbildning inom området är begränsad. Dock bör markundersökningar genomföras för att bl.a. utreda om det finns möjlighet till lokal infiltration och perkolation inom någon del av området.
- Exploateringen inom planområdet medför att det beräknade teoretiska dagvattenflödet för ett dimensionerande 10-årsregn ökar från ca 9 l/s i dagsläget (utan klimatfaktor) till ca 79 l/s efter planerad exploatering (med klimatfaktor). Exploateringen utanför planområdet en ökning från ca 1,4 l/s i dagsläget (utan klimatfaktor) till ca 17 l/s efter planerad exploatering (med klimatfaktor).
- För att uppfylla kravet om att fördröja 10 mm nederbörd krävs en fördröjningsvolym på ca 30 m³ inom planområdet och ca 6 m³ för planerad exploatering utanför planområdet. För att uppfylla kravet om att utgående flöde inte får öka jämfört med dagsläget krävs för planområdet fördröjning av ytterligare ca 30 m³.
- Exploateringen medför även att de beräknade teoretiska föroreningsmängderna i dagvattnet ökar, både inom planområdet och för tillkommande parkering och gång- och cykelväg utanför planområdet. Även om dagvattenåtgärder i form av t.ex. infiltrationsstråk anläggs så ökar de beräknade teoretiska mängderna jämfört med dagsläget. Detta är svårt att undgå vid exploatering av grönområden där förutsättningar för perkolation saknas.
- Dagvattnet föreslås tas omhand i anläggningar som bygger på infiltration (företrädevis genom grönyta) samt med ett underliggande poröst lager (t.ex. makadam) för att uppnå en hög avskiljning av föroreningar samtidigt som erforderliga fördröjningsvolymmer skapas.
- För att undvika översvämningar vid skyfall bör höjdsättningen av området motverka att vattnet leds in mot byggnaden. Då dagvattnet från stora delar av planområdet riskerar att avrinna ytledes mot Lillängens station och Saltsjöbanan i

sådana situationer föreslås järnvägens underliggande makadambanks
magasinskapacitet och avtappning utredas vidare.

Innehåll

Sammanfattning	2
1 Bakgrund och syfte.....	4
2 Förutsättningar	4
2.1 Markanvändning i dagsläget	4
2.2 Planerad framtida bebyggelse.....	5
2.3 Geologi och topografi	6
2.4 Nuvarande dagvattenhantering.....	7
2.5 Ytvattenrecipient	9
2.6 Grundvattenrecipient.....	9
2.7 Mål och krav för dagvattenhantering och vattenkvalitet	10
2.7.1 Riktlinjer för dagvattenhantering	10
2.7.2 Försämringsförbud.....	11
3 Dimensionerande avrinning före och efter exploatering utan åtgärder .	11
4 Beräknad föroreningsbelastning före och efter exploatering utan åtgärder	13
5 Åtgärdsförslag	16
5.1 Principlösningar för takdagvatten.....	17
5.1.1 Infiltration i gräsytor eller andra genomsläppliga ytor.....	18
5.1.2 Infiltrationsstråk.....	19
5.1.3 Växtbäddar/regnbäddar.....	19
5.1.4 Gröna tak	20
5.2 Principlösningar för dagvatten från gårdsyta.....	21
5.3 Principlösningar för dagvatten från körytor och parkering	21
5.3.1 Träd i skelettjord	22
5.3.2 Genomsläpplig beläggning	23
5.4 Principlösningar för dagvatten från gång- och cykelväg	24
6 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder	24
6.1 Fördröjning och utformning av anläggningar	24
6.2 Flödessituation vid extrema flöden	27
6.3 Reningseffekt	28
7 Förslag till utformning av planbestämmelser	30

1 Bakgrund och syfte

Nacka kommun har beslutat att ta fram en detaljplan för Lillängens förskola, del av Sicklaön 40:14. Planens syfte är att tillskapa förskolelokaler motsvarande 10 avdelningar. Planområdet är beläget på obebyggd mark vid Lillängsskogen och omfattar cirka 5 000 m². Planerad bebyggelse kommer att placeras i Lillängsskogens nordöstra del, där Fjällstigen möter Stationsvägen. Förskolan ingår i detaljplaneprogram för centrala Nacka och överensstämmer med gällande översiktsplan.

Som underlag för detaljplanearbetet behöver en dagvattenutredning tas fram, för att säkerställa hållbar dagvattenhantering. Syftet med dagvattenutredningen är att:

- Beräkna och beskriva dagvattenavrinning, flöden och föroreningshalter för nuvarande markanvändning samt till följd av planerad bebyggelse
- Undersöka berörda vattenförekomsternas status och förväntad påverkan av exploateringen
- Undersöka ev. hydrauliskt instängda områden eller riskområden
- Beskriva principer för lokal dagvattenhantering för fördröjning och rening inom planområdet
- Föreslå formuleringar till planbestämmelser

Miljö- och stadsbyggnadsnämnden har beslutat att planarbetet bör inriktats så att påverkan på naturområdet begränsas så mycket som möjligt.

2 Förutsättningar

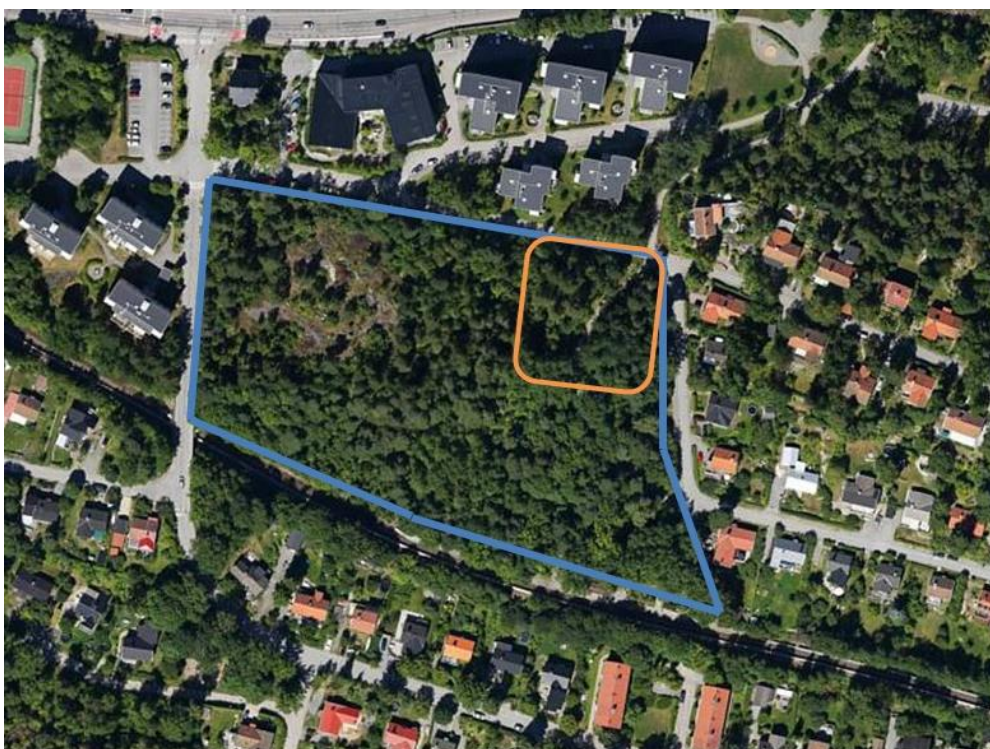
2.1 Markanvändning i dagsläget

Planområdet ligger inom skogsområdet Lillängsskogen i Nacka (se Figur 1 och Figur 2). Planerad bebyggelse kommer ta i anspråk cirka 5 000 m² av det som i dagsläget är blandskog med inslag av berg i dagen. I skogsområdet finns flera stigar samt en asfalterad cykel- och gångbana i den östra delen. Berget i nordvästra hörnet (utanför planområdet) används i dagsläget vid Valborgsfirande. I söder gränsar Lillängsskogen till saltsjöbanans järnvägsspår och Lillängens station. Skogen används i dagsläget även av boende i området som ett rekreationsområde och innehåller, enligt genomförd naturinventering¹, även skyddsvärda naturvärden så som äldre träd, talticka, blåsippor, liljekonvalj m.fl.

¹ Sweco, 2017. Naturvärdesinventering i Lillängsskogen, Nacka kommun



Figur 1. Översiktsskild med planområdet markerat med rött. Källa: kartor.eniro.se



Figur 2. Flygfoto med Lillängsskogen markerat i blått. Planområdets preliminära avgränsning är markerat med orange. Källa: kartor.eniro.se

2.2 Planerad framtida bebyggelse

En privat aktör kommer att exploatera området som kommer att innefatta en förskolebyggnad med tillhörande lekplats/innegård samt parkering. I Figur 3 återges preliminärt förslag på utformning av perfektområdet efter exploatering. Utanför planområdet planeras delar av Fjällstigen att breddas med nya parkeringsplatser samt en gång- och cykelväg som en följd av planerna för förskolan.



Figur 3. Illustrationsskiss för planerad bebyggelse. Svart streckad linje visar ungefärlig plangräns och ny fastighet för förskola. Tillkommande perkeringsplatser och gc-väg utanför planområdet återges i blått (längs med Fjällstigen). Nacka kommun, 2018-02-19

Förskolebyggnaden planeras att utformas med suterräng. I mitten av byggnaden planeras en innegård, s.k. atrium, att anläggas. Atriumgåden planeras att ha öppet tak. Infart och utfart till och från förskolan planeras att ske mot Fjällstigen. Även parkering planeras att anläggas mellan Fjällstigen och förskolebyggnaden (norr om förskolebyggnaden). Nedanför (söder om) förskolebyggnaden planeras det för utrymme för barnvagnsparkering (under tak) samt lektytor.

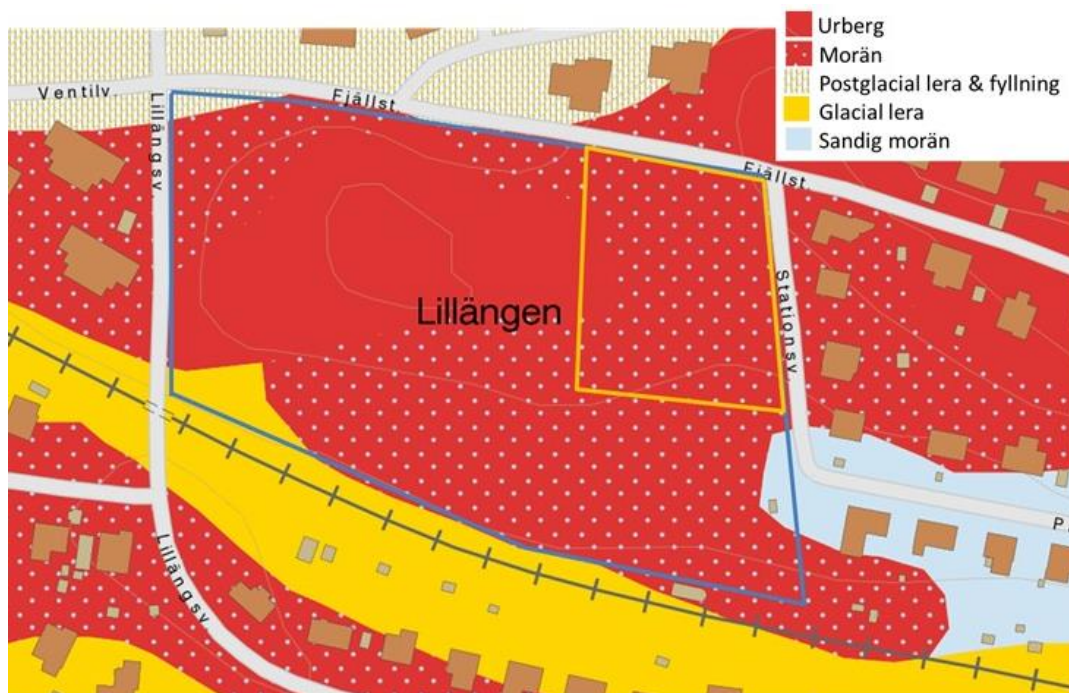
Området planeras inte att byggas ut med kommunalt dagvattennät för tillfället.

2.3 Geologi och topografi

Enligt SGU:s jordartskarta (se Figur 4) utgör urberg grunden till majoriteten av Lillängsskogen. Inom planområdet för den planerade förskolan täcks berget av ett tunt lager morän. Längs med järnvägen (väst-östlig riktning söder om Lillängsskogen) finns glacial lera medan det i det nordvästra hörnet finns fyllning ovanpå postglacial lera. Ett litet område med sandig morän finns även i den sydöstra delen av skogen.

Planområdet lutar från Fjällstigen ner mot järnvägsspåret (ca +30 m RH2000) med höjdpunkt i korsningen mellan Fjällstigen och Stationsvägen (ca +40 m RH2000).

Någon markundersökning har i nuläget inte gjorts i området. Detta är dock att rekommendera innan påbörjad exploatering för att undersöka infiltrationsmöjligheter samt eventuella föroreningar och även grundvattennivåer.



Figur 4. Jordartskarta över Lillängsskogen (blått), planområde för planerad förskola markerat med orange. Utsnitt från SGU:s jordartskarta (kartvisaren).

2.4 Nuvarande dagvattenhantering

Planområdet är i dagsläget inte ansluten till något dagvattenledningsnät och vattnet från planområdet avrinner i dagsläget främst ut mot intilliggande delar av Lillängsskogen. Avrinningen sker i sådana fall yttledes och följer lutningarna inom Lillängsskogen. Till viss del kan dagvatten från planområdets norra del avrinna ut mot vägdiket som går längs med Fjällstigen. Nederbörden tas i dagsläget även till stor del (vissa årstider) upp av vegetationen genom växtupptag och evapotranspiration samt infiltrering i markprofilens översta lager.

Vid extrem nederbörd avrinner vattnet yttledes ner mot södra delen av Lillängsskogen och mot järnvägsspåret. Järnvägsspåret bedöms utifrån platsbesök att vara lagt på en makadambank som kan antas rymma relativt stora vattenvolymer. Dock är jordarten under, enligt SGU:s jordartskarta, glacial lera varpå perkolationen kan antas vara väldigt liten. Fjällstigen har en högpunkt i korsningen med Stationsvägen och lutar bort mot korsningen med Lillängsvägen, dock med en lågpunkt i höjd med Musikvägen. Längs med Fjällstigen finns även ett befintligt vägdike som antas ta emot dagvatten som avrinner dels från Lillängsskogen och dels från Fjällstigen, se Figur 5. Stationsvägen lutar i stort sett mot söder längs hela sträckan ut med Lillängsskogen.

I Lillängsskogens östra del finns en svacka som gör avrinning till Stationsvägen minimal. I korsningen Lillängsvägen och Fjällstigen finns två dagvattenbrunnar som kan tänkas ta emot små mängder från Lillängsskogen om det rinner ner från berget, detta är dock dagvatten från Lillängsskogen, som inte planeras att förändras jämfört med nuläget. Dagvattenbrunnarna tar även emot dagvatten som avrinner från stora delar av Fjällstigen.

Hur mycket som infiltrerar i dagsläget är svårt att avgöra. Infiltrationen kan vara mycket låg på grund av urbergsgunden i området men det kan även tänkas att det finns möjligheter till infiltration ner mot grundvatten i kanten av berget.



Figur 5. Dike längs fjällstigen. Foto taget mot väst. Foto:WRS

DHI har genomfört en skyfallskarting åt Nacka kommun (2014). I Figur 6 ses de områden som har pekats ut i karteringen där det finns risk för översvämning vid skyfall. På Fjällstigen finns en lågpunkt där vatten riskerar att ansamlas redan idag. Även längs cykelvägen som delvis går genom planområdet verkar det finnas en sådan risk.



Figur 6. Karta över översvämningsriskområden vid skyfall. Blå områden motsvarar områden som riskerar att bli stående under vatten vid extrem nederbörd. Källa: Nacka kommun skyfallsanalys för Västra Sicklaön (DHI, 2014)

2.5 Ytvattenrecipient

Lillängsskogen ligger inom Järlasjöns avrinningsområde, dock bidrar området antagligen inte i dagsläget med något nämnvärt flöde till Järlasjön. Detta på grund av att dagvattnet förväntas tas omhand av växtlighet inom Lillängsskogen samt på grund av avsaknad av dagvattenledningsnät inom området.

Från och med 1 jan 2018 måste alla sjöar över 0,5 km² ingå i en vattenförekomst. Järlasjön är ingen egen vattenförekomst utan en del av vattenförekomsten Nackaån. Det finns ännu inga miljö kvalitetsnormer för Nackaån varför kommunen förhåller sig till miljö kvalitetsnormerna för Sicklasjön.

Sicklasjön är klassad som en vattenförekomst enligt EU:s ramdirektiv för vatten (2008/105/EG) och har enligt den senaste statusklassningen måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status². Utslagsgivande för den sammanvägda bedömningen av ekologisk status är måttlig status för växtplankton-klorofyll a. Beräknat referensvärde för totalfosfor i Sicklasjön är 15,4 µg/l, och medelvärdet av uppmätta halter är 53 µg/l.

Ämnen som inte uppnår god kemisk status i vattenförekomsten, förutom överallt överskridande ämnena kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE), är kadmium, bly och antracen, vilka är ämnen som är vanligt förekommande i dagvatten.

I senaste miljö kvalitetsnormen för Sicklasjön (beslutad och kungjord 2016-12-21) så ska sjön uppnå god ekologisk status och god kemisk status till år 2027, med undantag för de överallt överskridande ämnena kvicksilver och PBDE.

2.6 Grundvattenrecipient

Till följd av underliggande berg är möjligheterna till perkolation till grundvatten inom området begränsade till ev. sprickzoner i berget samt till kant mellan berg och annan

² VISS, Sicklasjön. Hämtad: 2017-08-16.

jordart. Dagvattnet som uppkommer inom planområdet i dagsläget är relativt rent då det utgörs av dagvatten som från naturmark och den del som eventuellt lyckas perkolera till grundvattnet antas inte ha någon negativ påverkan på grundvattenkvalitén. I VISS finns inga registrerade grundvattenförekomster i närheten av området³.

2.7 Mål och krav för dagvattenhantering och vattenkvalitet

2.7.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Nedan angivna riktlinjer gäller för samtliga exploateringar inom Nacka Stad. Dessa ska följas såväl på kvarterersmark som på allmän plats. Riktlinjerna är framtagna i linje med de mål som beskrivs i kommunens Dagvattenstrategi och Dagvattenpolicy samt med hänsyn till branschnormerna som presenteras i Svenskt Vattens publikation P105 och P110.

- Avrinningen ska begränsas genom anläggande av en stor andel grönytor, exempelvis gröna tak, växtbäddar och genomsläppliga beläggningar, som allt dagvatten ska ledas mot.
- Dagvattnet renas genom avledning till LOD-lösningar innan anslutning till ledningsnät. (Med LOD-lösning avses avledning via växtbädd/regnbädd/skelettjord eller annan grön lösning). Vid kapacitetsbrist i befintliga ledningssystem kan ytterligare fördröjning krävas. Det anges av VA-huvudmannen.
- LOD-lösningarna ska dimensioneras för ett regndjup på minst 10 mm. Volymen beräknas för den reducerade arean. $\text{Area} \cdot \text{avrinningskoefficient} \cdot 10 \text{ mm}$ ger den totala volymen som behöver hanteras (inrymmas volymmässigt) i grönyta innan avledning till kommunens ledningsnät.
- Uppehållstiden/tömningstiden på dessa 10 mm avrunnen volym ska vara mellan 6-12 h i den föreslagna LOD-lösningen (75-80 % av årsnederbörden kommer då att fördröjas och renas). Målsättningen är att ha så lång uppehållstid som möjligt, normalt 12 h, detta kan anpassas beroende på recipient.
- LOD-lösningarna ska gestaltas så att de skapar attraktiva miljöer. De ska bidra till en ökad biologisk mångfald och skapande av ekosystemtjänster i Nacka Stad.
- Perkolation till omgivande mark och grundvatten får inte ske där det föreligger risk för förorenings-spridning från förorenade områden.
- Höjdsättning av kvarter och allmän plats utförs så att dagvatten kan avledas på markytan vid extremregn då ledningsnätet är fullt. Det ska upp till ett 100-årsregn med klimatfaktor inte kunna ske någon skada på fastighet eller andra samhällsviktiga funktioner.
- Det skall för LOD-lösningarna upprättas skötsel- och egenkontrollprogram. Av dessa ska det bl.a. framgå hur och när sediment och växtrester ska tas bort och hanteras. Programmen tas fram vid projekteringen av anläggningarna.
- LOD-lösningar för rening av dagvatten ska inte gödslas så att det kan leda till att näringsämnen sköljs ut till recipienten.

³ VISS, karttjänst. Hämtad: 2017-08-16

- Vid exploatering där avledning sker till befintligt dagvattennät ska utjämningsvolymerna beräknas. Utjämningsvolym (fördröjningsvolym) ska beräknas för ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 efter exploatering. Dagvattenflödena efter exploatering får inte öka.

2.7.2 Försämringsförbud

Miljö kvalitetsnormerna för vatten (MKN) är bindande och en verksamhet eller åtgärd får inte tillåtas om den kan innebära en försämring av en vattenförekomst status. Det betyder att Länsstyrelsen vid prövning av en detaljplan kan upphäva kommunens antagandebeslut om planen riskerar att leda till försämrad vattenstatus.

3 Dimensionerande avrinning före och efter exploatering utan åtgärder

I beräkningarna nedan har planområdet för den planerade förskola tagits med samt så har dimensionerande avrinning för Fjällstigen beräknats till följd av planerad breddning.

Områdets avrinning efter exploatering har beräknats enligt Svenskt Vattens publikation P110 och indata till beräkningarna redovisas i Tabell 1. I Tabell 2 redovisas använda areor och avrinningskoefficienter för flödesberäkningarna inom planområdet samt resultatet av flödesberäkningarna både med och utan en klimatfaktor på 1,25. I Tabell 3 redovisas använda areor och avrinningskoefficienter för flödesberäkningarna för planerad förändring längs med Fjällstigen samt resultatet av flödesberäkningarna både med och utan en klimatfaktor på 1,25. Rinntiden i området har beräknats och är cirka 10 min i dagsläget och även efter planerad exploatering.

Tabell 1. Indata för beräkning av dimensionerande flöden. Från Svenskt Vatten, P110

	10-årsregn
Återkomsttid	120 månader
Varaktighet	10 minuter
Regnintensitet vid 10 min varaktighet utan fördröjningsåtgärder	228 l/s, ha
Regnintensitet vid 10 min varaktighet utan fördröjningsåtgärder med klimatfaktor på 1,25	285 l/s, ha

Area – Area av yta [m²]

Φ – Avrinningskoefficient [-]

Area_{Red} – Reducerad area [m²], $Area_{Red} = Area * \Phi$

Q - Flöde [l/s]

Tabell 2. Dimensionerande avrinning för befintlig situation och efter exploatering utan dagvattenåtgärder, utan respektive med klimatfaktor inom planområdet

Yta	Area [m ²]	Φ [-]	Area _{Red} [m ²]	Q 10 år [l/s]	Q 10 år x 1,25 [l/s]
<i>Före exploatering</i>					
Skog	4 290	0,05	225	5	6
Gång- och cykelväg	200	0,8	160	4	5
Totalt före exploatering	4 490	0,08	375	9	11
<i>Efter exploatering</i>					
Parkering	190	0,8	152	3,5	4,3
Köryta	650	0,8	520	12	15
Grön rondell	90	0,1	9	0,2	0,3
Takyta (inkl. tak för barnvagnsparkering)	1 480	0,9	1 332	30	38
Atrium	80	0,1	8	0,2	0,2
Hårdgjord gård	1 000	0,8	800	18	23
Grönyta	1 000	0,1	100	2	3
Totalt efter exploatering	4 490	0,65	2 921	67	83

Tabell 3. Dimensionerande avrinning för befintlig situation och efter exploatering utan dagvattenåtgärder, utan respektive med klimatfaktor för tillkommande exploatering längs med Fjällstigen utanför planområdet (till följd av planerad exploatering inom planområdet)

Yta	Area [m ²]	Φ [-]	Area _{Red} [m ²]	Q 10 år [l/s]	Q 10 år x 1,25 [l/s]
<i>Före exploatering</i>					
Skog	600	0,05	30	0,7	0,9
Grusyta med träd (mellan Fjällstigen och Lillängsskogen)	152	0,2	30	0,7	0,9
Totalt före exploatering	752	0,08	60	1,4	1,7
<i>Efter exploatering</i>					
Parkering	275	0,8	220	5	6
Ny gång- och cykelväg längs Fjällstigen	477	0,8	382	9	11
Totalt efter exploatering	752	0,8	602	14	17

Observera att ovanstående beräkningar är schablonmässiga och bland annat inte tar hänsyn till växtupptag i områdena nedanför och runt omkring planområdet dit vattnet antagligen kommer att avledas. I praktiken kan det antas att flödet ut från planområdet till recipienten Järlasjön är minimalt i dagsläget. Kravet att inte öka utgående flöde jämfört med nuläget innebär därmed att flödet ut från området även efter exploatering behöver vara i stort sätt noll.

Flödet från planområdet efter exploatering kommer att avrinna ytledes ut mot intilliggande skog, med möjlighet till bräddning till det kombinerade spillvattennätet från

nedan föreslagna LOD-anläggningar. Lösningen med bräddningsmöjlighet till spillvattennätet är en tillfällig lösning fram tills dagvattennätet har byggts ut i området. Vid extrema situationer kommer vattnet att avrinna ytledes genom Lillängsskogen söderut mot järnvägsspåret och antagligen infiltrera i makadambanken där. Utgående flöde kommer således även inte i fortsättningen att påverka Järlasjön nämnvärt.

Enligt Nacka kommuns dagvattenpolicy ska avrinningen från 10 mm nederbörd fördröjas och renas lokalt. I Tabell 4 redovisas beräknat behov av volymer som behöver renas och fördröjas inom förskoleområdet efter exploatering enligt 10 mm-kravet samt behov av fördröjningsvolym för tillkommande breddning med p-platser och gc-väg längs med Fjällstigen.

Tabell 4. Beräknat behov av magasinvolym och avrinning efter exploatering inom planområdet samt för Fjällstigen

Yta	Motsvarande volym vid 10 mm nederbörd[m³]
<i>Efter exploatering inom planområdet</i>	
Parkering	1,5
Köryta	5
Grön rondell	0
Takyta (inkl. tak för barnvagnsparkering)	13
Atrium	0
Hårdgjord gård	8
Grönyta	1
Totalt inom planområdet	29
<i>Exploatering längs med Fjällstigen</i>	
Parkeringsplatser	2
Gång- och cykelväg	4
Totalt utanför planområdet	6

Enligt 10 mm-kravet krävs fördröjning och rening av ca 30 m³ dagvatten inom planområdet. Till följd av de planerade förändringarna längs med Fjällstigen krävs fördröjning och rening av ca 6 m³ dagvatten. Detta ska, enligt Nacka kommuns dagvattenriktlinjer, företrädesvis ske i gröna lokala dagvattenanläggningar.

4 Beräknad föroreningsbelastning före och efter exploatering utan åtgärder

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet från planområdet och för området längs med Fjällstigen som planeras att exploateras har beräknats med hjälp av beräkningsprogrammet StormTac och med en årlig nederbörd på 600 mm⁴. Utvalda ämnen för beräkningarna är fosfor, kväve, de vanligaste tungmetallerna, partiklar (förkortat SS, suspenderade ämnen), olja och PAH16 (i fortsättningen angivet som PAH).

Nedan redovisade mängder av föroreningar bygger på beräkningar utifrån schablonvärden och ska ses om ungefärliga eftersom osäkerheter i både nederbörd,

⁴ Stockholm Vatten och Avfall (samt WRS och RISE Urban Water Management), 2017-06-27, *PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport*, http://www.stockholmvattnenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/pm_berakningsmetodik.pdf. Hämtad: 2017-08-14.

avrinningskoefficienter och schablonhalter sänker tillförlitligheten på beräkningarna. Observera att föroreningstransporten till recipienten Järlasjön från planområdet inte motsvaras av nedanstående mängder i dagsläget då planområdet inte antas bidra med någon direkt avrinning till Järlasjön. Nedanstående mängder motsvarar ett teoretiskt scenario där ytavrinningen från planområdet, både i dagsläget och efter exploatering, avrinner till Järlasjön. Anledningen till att mängderna ändå redovisas är för att ge en bild av hur dagvattnets innehåll förändras av planerad exploatering.

För dagvattnet som avrinner från tänkta exploateringsytor längs med Fjällstigen kan det dock antas att det i större utsträckning avrinner via det kommunala dagvattennätet till Järlasjön, både i dagsläget och efter exploatering. Dock kommer dagvattnet i dagsläget till viss del först avrinna till det befintliga diket längs med Fjällstigen. Efter planerad exploatering kommer det befintliga diket längs med Fjällstigen södra del att försvinna till fördel för p-platser och gc-väg.

I Tabell 5 återges beräknad föroreningsbelastning för nuvarande markanvändning och framtida situation utan reningsåtgärder för planområdet. Området har för nuläget angetts till skogsmark med en liten andel gc-väg och efter planerad bebyggelse som skolområde i StormTac webbapplikation v.18.1.1. I beräkningen ingår även bidraget från basflödet, det vill säga torrvädersavrinningen.

Tabell 5. Beräknad teoretisk föroreningsbelastning vid befintlig situation och efter exploatering utan reningsåtgärder

Ämne	Enhet	Nuvarande belastning	Belastning efter planerad exploatering
P	kg/år	0,022	0,38
N	kg/år	0,49	2,3
Pb	g/år	1,4	19
Cu	g/år	4,4	38
Zn	g/år	7	130
Cd	g/år	0,065	0,86
Cr	g/år	1,3	15
Ni	g/år	1,4	12
Hg	g/år	0,0076	0,039
SS	kg/år	5,6	89
Olja	kg/år	0,12	0,88
PAH	g/år	0,013	0,74

I Tabell 5 redovisas resultatet av belastningsberäkningarna i StormTac. Genom att exploatera området från skogsmark till (för)skolområde ökar det avrunna dagvattnets innehåll av alla medtagna parametrar.

Som tidigare sagt så kommer troligtvis dagvattnet som avrinner vidare mot Järlasjön i praktiken inte att innehålla lika stora mängder av förorenande ämnen som ovan anges, detta då dagvattnet dels kan antas tas omhand i viss utsträckning av kvarvarande växtlighet i Lillängsskogen och dels då dagvattnet, om det även i fortsättningen inte är anslutet till ett dagvattennät, inte kommer att avrinna direkt till Järlasjön.

Observera även att det finns fler ämnen som kan ha en negativ inverkan på intilliggande skog samt på recipienten. Ett sådant ämne är t.ex. mikroplaster. Forskning pågår kring dagvattens innehåll av mikroplaster samt mikroplasternas påverkan på olika naturmiljöer varför inga beräkningar avseende mikroplaster har genomförts i den här dagvattenutredningen. Det bör dock lyftas fram att om material som t.ex. ”gummiasfalt” eller konstgräs används inom förskoleområdet så bör det finnas en reningsläggning som bygger på infiltration i anslutning till sådana ytor. Överlag bör om möjligt andra material användas, så som t.ex. bark, sand, gräs eller stenmjöl för att undvika att släppa ut mikroplaster i intilliggande naturmiljöer.

I Tabell 6 återges beräknad föroreningsbelastning för nuvarande markanvändning och framtida situation utan reningsåtgärder för området längs med Fjällstigen som planeras att exploateras till följd av exploateringen inom planområdet för förskolan.

Markanvändningen i dagsläget har angetts som skog och grusyta med träd och markanvändningen efter exploatering har angetts till parkering och gång- och cykelväg. I beräkningen ingår även bidraget från basflödet, det vill säga torrvädersavrinningen.

Tabell 6. Beräknad teoretisk föroreningsbelastning vid befintlig situation och efter exploatering utan reningsåtgärder för tillkommande exploatering längs med Fjällstigen till följd av exploateringen inom planområdet

Ämne	Enhet	Nuvarande belastning	Belastning efter planerad exploatering
P	kg/år	0,0043	0,035
N	kg/år	0,095	0,62
Pb	g/år	0,26	5,1
Cu	g/år	0,68	11
Zn	g/år	1,6	25
Cd	g/år	0,011	0,14
Cr	g/år	0,15	3,8
Ni	g/år	0,18	3,1
Hg	g/år	0,00091	0,019
SS	kg/år	1,5	22
Olja	kg/år	0,010	0,30
PAH	g/år	0,023	0,52

I Tabell 6 redovisas resultatet av belastningsberäkningarna i StormTac för området längs med Fjällstigen som planeras att exploateras. Genom att exploatera området från skogsmark och grusyta med träd till parkeringsplatser och gång- och cykelväg ökar det avrunna dagvattnets innehåll av alla medtagna parametrar.

De dagvattenåtgärder som införs inom, och utom, planområdet bör möjliggöra rening av dagvattnet för att inte medföra en negativ inverkan på nedströms liggande naturmiljöer och i slutändan, recipienten.

5 Åtgärdsförslag

Föreslagen principiell utformning av dagvattenhanteringen i efterföljande avsnitt syftar till flödesutjämning och avskiljning av partiklar och i möjligaste mån även lösta föroreningar lokalt på plats i den dagvattenalstrande ytan eller dess direkta närhet.

Principlösningarna inom planområdet bygger på öppen hantering med reningsmöjligheter där dagvatten fördröjs genom en kombination av åtgärder som träd i skelettjordsplanteringar, genomsläpplig beläggning, planteringar i växtbäddar, infiltration i grönytor samt i gräsbeklädda infiltrationsstråk. Då området som planeras utgörs av en förskola föreslås att dagvattenhanteringen bidrar till lek och lärande i säkra vattenmiljöer för barnen.

Dagvattenanläggningarna föreslås utformas med genomsläpplig botten och/eller väggar för att möjliggöra viss infiltration i underliggande marklager. I de fall infiltration ner i underliggande lager inte är möjlig på grund av t.ex. dålig infiltrationskapacitet i underliggande jordlager så avtappas dagvattnet genom en dräneringsledning vilken placeras en bit ovanför botten i respektive dagvattenanläggning. Dräneringsledningen bör sedan avledas ut mot en uppsamlade lösning, t.ex. ett infiltrationsstråk eller svackdike, som kan tillåtas att översvämmas vid behov. Alternativ utformas respektive dagvattenanläggning med ett bräddavlopp till det kommunala spillvattennätet. Bräddning till det kommunala spillvattennätet är inte önskvärt och anläggningarna bör utformas så att en sådan situation inte behöver uppstå.

För att minimera ingreppet i den värdefulla naturen som skogsområdet utgör föreslås att placeringen av dagvattenlösningarna noga avvägs för att kunna bevara så stor del som möjligt av den befintliga skogsmiljön. Anläggningar som kan tänkas innebära ett större ingrepp på grund av t.ex. ytbehov föreslås placeras i anslutning till ytor som ändå kommer att bebyggas eller exploateras. De kan även med fördel gestaltas för att få en mjuk övergång mellan de mer tillrättalagda miljöerna och den mer ”vilda” skogen.

När magasinskapaciteten i föreslagna dagvattenanläggningar överskrids, vid t.ex. hundraårsregn, ska höjdsättningen säkerställa att avledning i första hand sker längs säkra avrinningsvägar ytledes utan att byggnader och annan viktig infrastruktur kommer till skada. Höjdsättningen i planområdet i dagsläget innebär att vattnet vid sådana situationer främst kommer att avrinna mot perrongen och järnvägen. Då järnvägen antas vara lagd på en makadambank finns det i makadambanken troligtvis stora möjligheter till magasinering av dagvatten. Det bör dock utredas vidare hur vattnet sedan avtappas och avleds från makadambanken. Den informationen har inte funnits tillgänglig i denna dagvattenutredning.

För tillkommande exploatering längs med Fjällstigen utanför planområdet föreslås att parkeringsplatserna utformas med genomsläpplig beläggning (t.ex. grus, betonghålsten eller genomsläpplig asfalt) och att dagvatten från gång- och cykelvägen tas omhand i ett infiltrationsstråk som sedan avleds och dräneras mot det befintliga kommunala dagvattennätet i korsningen Fjällstigen/Lillängsvägen. Dagvattnet från parkeringsplatserna kan även avledas mot infiltrationsstråk eller nedsänkta växtbäddar om det inte är lämpligt att utforma dem med genomsläpplig beläggning.

5.1 Principlösningar för takdagvatten

Taken föreslås utformas så att dagvattnet avrinner ut mot intilliggande genomsläppliga ytor. De genomsläppliga ytorna bör lutas bort från husen mot t.ex. infiltrationsstråk, svackdiken eller intilliggande skogsområden. Höjdsättningen bör möjliggöra avledning av vattnet ytledes även vid extrema situationer.

Markytorna som utformas med genomsläpplig beläggning kan anläggas med t.ex. gräs, bark, sand, grus, stenmjöl eller andra genomsläppliga material. För att möjliggöra en större magasinvolym kan de genomsläppliga ytorna utformas med underliggande poröst material som möjliggör infiltration och fördröjning under markytan.

Avledningen från taket föreslås ske via stuprör med utkastare. Utkastarna kan ha sitt utlopp i dagvattenrännor för att synliggöra vattnet för barnen och även för att bidra till säkra vattenmiljöer för lek och lärande, se Figur 7 för exempel.



Figur 7. Exempel på utformning av rännor för avledning av takdagvatten. Foto: WRS

Utkastarna kan även ha sitt utlopp direkt mot genomsläppliga eller gröna ytor, se Figur 9 för exempel. Den lokala infiltrationen kan förstärkas genom att mindre stenkitor anläggs för omhändertagande av takvatten.

Markytorna kan även utformas med vissa skålade (nedsänkta) partier dit vattnet avleds via ytledes avrinning i t.ex. rännor enligt exempel ovan och där vattnet i vissa situationer kan tillåtas stå och långsamt infiltrera eller avdunsta. Djupet på skålningen anpassas dels efter säkerhetsaspekter för barnen och dels efter tillgänglig yta. Företrädesvis kan sådana nedsänkta ytor anläggas med gräs, se Figur 8.



Figur 8. Två exempel på skålade ytor i stadsnära miljö som även kan inbjuda till lek.
Foto: WRS

Om planteringslösningar eftersträvas kan takdagvattnet avledas till växtbäddar via stuprör, se Figur 10 för exempel. Växtbäddarna kan ha en nedsänkt yta för att möjliggöra en större magasinvolym. Anläggningar som placeras i barnens lekmiljöer bör utformas för att fungera både som dagvattenlösningar och säkra och pedagogiska lekmiljöer. Viktigt att tänka på i sådana situationer är även skötseln av anläggningarna så att takdagvattnet från stuprören kan tillåtas infiltrera i jorden och att rännor och rör inte sätts igen av lekande barn. Med rätt utformning och skötsel finns det inga direkta problem med att kombinera planteringsytor och lekmiljöer. T.ex. så kan mer tåliga växter planteras, så som buskar eller liknande.

Om det inte finns någon möjlighet att utforma de gröna delarna av gården enligt något av ovanstående förslag kan taket på byggnaden utformas som ett grönt tak, se Figur 11.

5.1.1 Infiltration i gräsytor eller andra genomsläppliga ytor

Grönytor kan fördröja, rena och avleda dagvatten⁵. Fördröjningseffekt och rening fås av både mark och växter. Denna enkla lösning är billig och stabil men kräver i gengäld stor yta. De kan utformas på olika sätt, exempelvis som en skålformad eller plan gräsyta, se Figur 9 för exempel. För att gynna infiltration kan hög andel sand användas i det ytligaste lagret. I det underliggande lagret bör det finnas ett grovkornigt material för att ge god dränering. Avskiljning av partikelbundna föreningar uppgår till 60-95 % beroende på jorddjup, jordtyp och infiltrationskapacitet. Vid låg temperatur kan isbildning minska reningseffektivitet samt infiltrationsmöjligheter.

⁵Stockholm Vatten och Avfall, 2017-06-30, *Infiltration i grönyta*, http://www.stockholmavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/infigron_h.pdf. Hämtad: 2017-08-16



Figur 9. Stuprör med utkastare mot grönytan. Vattnet kan infiltrera i grönytan och vid större flöden avleds vattnet ytledes mot ett svackdike (t.v. i bild). Foto: WRS

Även andra material kan användas, t.ex. bark, sand, grus eller liknande. Det är dock viktigt att ha rätt kornstorlek på fraktionerna för att uppnå en hög infiltrationskapacitet. Reningseffekten påverkas av val av material.

5.1.2 Infiltrationsstråk

Infiltrationsstråk används för att fördröja och rena (samt avleda) dagvatten. Stråken utformas som ett dike med sluttande slänter. Stråken byggs upp med en makadamfyllning i botten, följt av ett grusskikt och därefter sandblandad matjord och avslutas med ett vegetationsskikt (oftast gräs). För att vattnet ska kunna rinna ut i infiltrationsstråken ska gräsytan ligga cirka fem centimeter lägre än angränsande hårdgjord yta. Stråkens lutning i längdled bör vara svag och kan vid behov delas upp i terrasserade sektioner. I dikets dräneringslager placeras ofta ett dräneringsrör som ansluter till dagvattennät. Diket kan även utformas med bräddbrunnar.

Dessa diken kan vintertid användas för snöförvaring och kan under våren säkerställa att smältvattnet avleds, förutsatt att in- och utlopp är isfria.

5.1.3 Växtbäddar/regnbäddar

Växtbäddar kan vara upphöjda eller nedsänkta och se olika ut (se Figur 10 och Figur 12 för exempel). De har en reningskapacitet avseende föroreningar på upp till 80-90 %. Växtbäddar har även förmåga att avskilja olja och organiska miljögifter från dagvattnet vilket gör dem särskilt lämpliga i anslutning till parkeringsplatser. Djupet och ytan på markbäddarna anpassas efter den dimensionerade avrinningen från anslutande hårdgjorda ytor. De växter som väljs till de nedsänkta växtbäddarna ska vara stresståliga och klara hög vattenbelastning och långa perioder av torka. Beroende på vilket djup som skapas för

födröjningsvolymen ovan växtbäddens yta samt beroende på val av jordmaterial i växtbädden varierar magasin kapaciteten. Ett större djup och en bättre infiltrationsförmåga och porösare jord ger en ökad magasinvolym och arean för anläggningen kan minskas.



Figur 10. Exempel på växtbädd. Observera att växtbäddar kan anläggas utan något behov av mur runt omkring. Foto: WRS

5.1.4 Gröna tak

Gröna tak, det vill säga tak med vegetation, reducerar, fördröjer och renar dagvatten samtidigt som de bidrar med grönska och biologisk mångfald⁶. Utöver detta isolerar de även mot värme, kyla och buller. Dock kan mängderna av kväve och fosfor öka till följd av behov av gödning vilket inte är önskvärt ur ett vattenkvalitetsperspektiv. Tak med djupare substrat (se Figur 11 för exempel) behöver inte gödning och bidrar därför mindre till kväve- och fosforutsläpp. Djupare substrat innebär även större flexibilitet i val av växter vilket ger ett högre estetiskt värde. Därför rekommenderas ett substratdjup på minst 100 mm. I dagsläget är dock tjocka gröna tak inte brandklassade vilket i vissa fall gör att de inte går att använda. Tjocka gröna tak används dock på flera byggnader runt om i Sverige där man löst brandriskfrågan genom att t.ex. anlägga en kantzon med antingen extensiva gröna tak eller grus⁶ En särskild utredning angående brandskydd behövs för att säkerställa att det gröna taket inte utgör en förhöjd brandrisk. Exempel på hur brandrisken kan uppskattas finns bland annat i en rapport från Brandskyddslaget⁷.

⁶ Pettersson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., Capener, C., 2017-03-07, *Grönatakhåndboken: Växtbädd och vegetation*.

⁷ Gröna tak - Ur brandskyddsvinkel, BSL 2017:02



Figur 11. Exempel på grönt tak. Foto: WRS

5.2 Principlösningar för dagvatten från gårdsyta

Hårdgjorda gårdsytor bör avvattnas mot angränsande genomsläppliga ytor eller grönytor, infiltrationsstråk och planteringar på samma sätt som för takdagvattnet (se ovan). Planteringar kan utföras något nedsänkta i förhållande till den hårdgjorda ytan och utformas som t.ex. nedsänkta växtbäddar (se ovan). På så sätt skapas en större fördröjningsvolym i växtbädden. Gårdsytor bör i så stor utsträckning som möjligt utföras med genomsläppliga material.

Det är viktigt att framförallt anpassa dagvattensystemet på innergården/atrumet så att dagvattnet kan avledas även vid extrema flödessituationer (extrema regn eller snösmältning) så att det inte riskerar att översvämma byggnaden. Eventuellt kan planteringarna på innergården utformas som växtbäddar (se ovan) eller skelettjordar (se nedan).

5.3 Principlösningar för dagvatten från körytor och parkering

Dagvattnet som avrinner från körytorna och inom planområdet föreslås avledas till skelettjordsplanteringar eller växtbäddsplanteringar, se Figur 12. Avledningen av vatten till skelettjordarna eller planteringarna föreslås ske ytledes. Alternativt kan ett lokalt dagvattensystem med dagvattenbrunnar och lokalt ledningsnät användas för att avleda vattnet in mot skelettjordarna eller växtbäddarna under marknivå. Ytorna föreslås även höjdsättas så att ytledes avrinning sker bort från planerad förskolebyggnad för att minska riskerna för skador vid extrema flödessituationer.

Skelettjordsplanteringarna och växtbäddarna behöver utformas med dräneringsledning eller bräddmöjlighet. Förslagsvis leds det vattnet ut mot Fjällstigen och ansluts till dagvattenanläggningarna, via ett lokalt dagvattennät, som föreslås för gång- och cykelvägen som planeras längs med Fjällstigen. Ett sådant ledningsnät bör i så fall anläggas med självfall. Dagvattnet ansluts sedan till det kommunala dagvattennätet vid korsningen Fjällstigen och Lillängsvägen. Alternativt kan vattnet ledas söderut längs med planområdets västra gräns och anslutas till föreslagna infiltrationsstråk söder om planerad

förskolebyggnad. En sådan lösning bör dock utformas så att dagvattnet från parkeringsplatser och körytor inte ansluts till dagvattenlösningar inom barnens lekrområden då det kan antas innehålla större mängder av föroreningar än dagvattnet som avrinner från själva förskolebyggnaden.



Figur 12. Nedsänkt växtbädd längs med gata. Foto: WRS

Parkeringsplatserna inom planområdet kan utformas med genomsläpplig beläggning, t.ex. genomsläpplig asfalt eller betonghålsten, se Figur 14. Parkeringsplatserna föreslås höjdsättas så att dagvattnet även kan avrinna ut mot intilliggande skogsområde direkt väster om planerade parkeringsplatser vid fullt utnyttjad magasinskapacitet i den genomsläppliga beläggningen. Om parkeringsplatserna anläggs med hårdgjord beläggning som inte är genomsläpplig föreslås att dagvattnet från parkeringsplatserna ansluts, antingen via ytledes avrinning eller via ett lokalt dagvattennät, till föreslagna skelettjordsplanteringar eller växtbäddar enligt ovan.

För parkeringsplatserna som planeras längs med Fjällstigen föreslås att avlutas mot infiltrationsstråk eller nedsänkta växtbäddar/skelettjordar längs med gatan eller att de utformas med genomsläpplig beläggning. Höjdsättningen av parkeringsplatserna bör möjliggöra ytledes avrinning antingen ut mot Fjällstigen eller, för parkeringsplatserna längs med Fjällstigen södra sida, in mot föreslagen dagvattenlösning längs med planerad gång- och cykelväg (se nedan). Då det enligt genomförd skyfallskartering riskerar att bli stående vatten i lågpunkten längs med Fjällstigen är det viktigt att utformningen av Fjällstigen och tillkommande parkeringsplatser och gång- och cykelväg inte medför att befintlig bebyggelse längs Musikvägen riskerar att bli översvämmad vid extrema situationer.

5.3.1 Träd i skelettjord

Träd kan bidra med såväl grönska och skugga som dagvattenhantering. Med så kallad skelettjord (makadam 100-150 mm) under den ”normala” planteringsytan skapar man en extra tillväxtzon för rotsystemen vilken fungerar som ett dagvattenmagasin. Skelettjorden

kan komprimeras för tillfredställande bärighet samtidigt som den innehåller volym för luft och vatten. Den porösa skelettjorden har även en reningskapacitet avseende näringsämnen på ca 50 % och för partikelbundna metallföroreningar på upp till 85 %.

För att ett mindre träd ska kunna växa krävs minst 600-1000 mm djup⁸. Buskar kräver mellan 300-600 mm i djup och kan kanske vara aktuella i kombination med stängsel runt förskolans utegård. Mindre djup innebär att större yta måste tas i anspråk för att behålla samma fördröjning av dagvattnet, dock är detta mestadels under mark.



Figur 13 Exempel på träd i skelettjord längs med gata. Bild hämtad från http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf, foto av Stockholm Vatten och Avfall.

5.3.2 Genomsläpplig beläggning

Permeabla beläggningar som asfalt och gräsarmering (se Figur 14 för exempel) läggs på ett luftigt bärlager som både ger viss fördröjning och rening. Magasinering möjliggörs om underliggande material har god porositet. Som exempel ryms 10 mm (1 cm) dagvattnet i ett 5 cm tjockt bärlager med 20 % porositet. Permeabla beläggningar har en avskiljningsgrad på ca 50 – 90 % avseende totalhalter av fosfor och tungmetaller. Permeabla beläggningar har även förmågan att fånga upp oljespill från parkerade bilar m.m. som sedan kan brytas ner.

⁸ Trafikkontoret Stockholms stad, 2009, *Växtbäddar i Stockholm stad en handbok*.



Figur 14. Hålstensbeläggning på parkering. Foto: WRS

5.4 Principlösningar för dagvatten från gång- och cykelväg

Dagvattnet som avrinner från den planerade gång- och cykelvägen längs med Fjällstigen och Lillängsskogen föreslås avledas mot infiltrationsstråk eller dike längs med gång- och cykelvägen. Stråket kan förslagsvis placeras mellan planerade parkeringsplatser och gång- och cykelvägen för att dels utgöra ett fysiskt hinder mellan bilarna och cyklisterna och fotgängarna men även för att ytlede avrinning även från parkeringsplatserna även ska kunna avledas mot stråket.

Stråket bör anläggas med lutning mot korsningen Fjällstigen och Lillängsvägen. Stråkets dräneringsledning samt ev. bräddbrunn bör anslutas till det kommunala dagvattennätet.

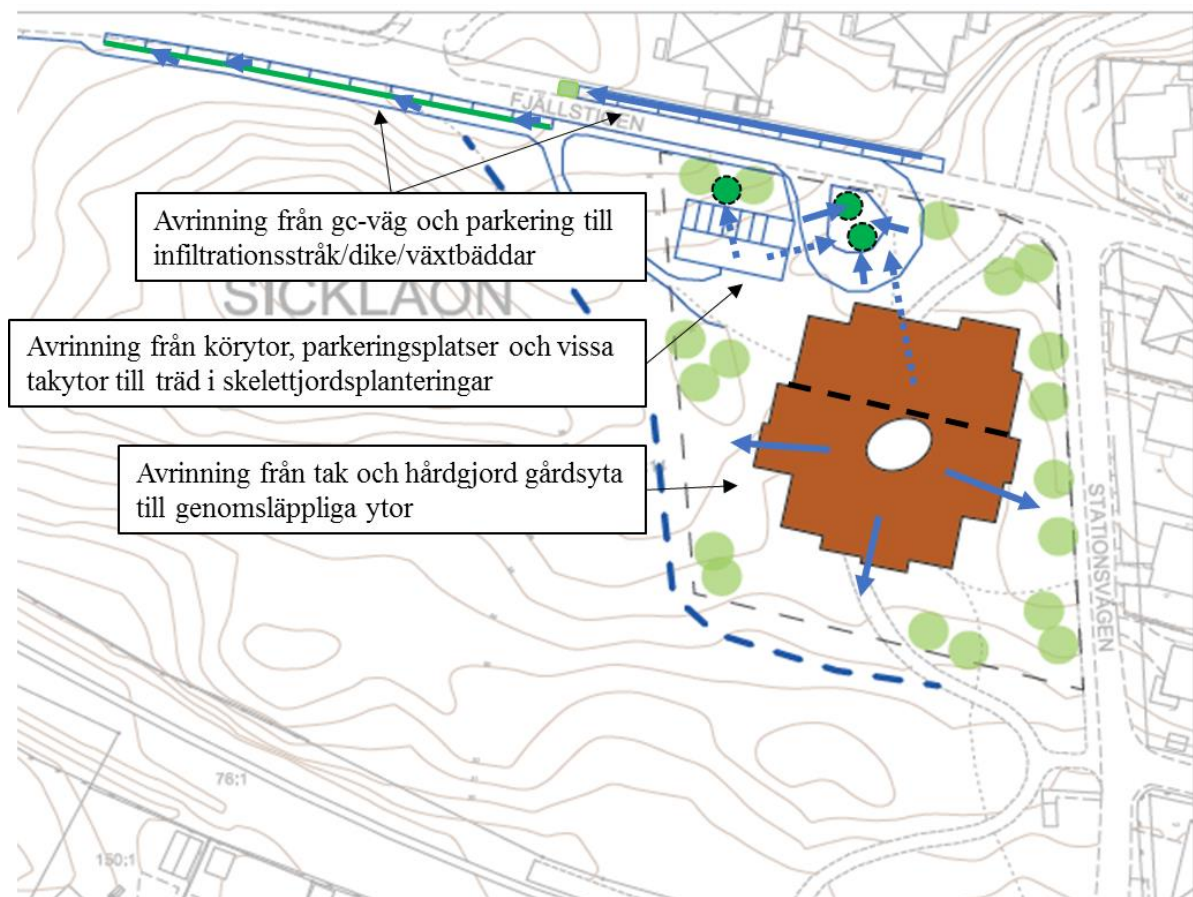
6 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

6.1 Fördröjning och utformning av anläggningar

I Tabell 7 redovisas en sammanställning av föreslagen dagvattenhantering samt förslag på utformning och ytbehov av föreslagna lösningar. I Figur 15 åskådliggörs en översikt av föreslagen dagvattenhantering inom och utom planområdet. Observera att förslagen enbart utgör ett exempel på hur dagvattenhanteringen kan utformas.

Tabell 7. Föreslagen LOD-åtgärd samt utformning av den för respektive yta för att kunna uppfylla 10 mm-kravet inom planområdet

Yta	Införd LOD-åtgärd	Utformning
Köryta inom planområde	Träd i skelettjord	Ett träd, skelettjordsvolym ca 15 m ³ med en porositet på ca 30 % (luftig skelettjord). Kan förslagvis anläggas i den gröna refugen/rondellen vid in/utfarten. Ytbehov ca 15 m ² , men anpassas efter djupet.
Parkering inom planområde	Träd i skelettjord	Dagvattnet som avrinner från parkeringsytorna vid 10 mm nederbörd motsvarar ca 1,5 m ³ . Tillsammans med det dagvatten som avrinner från körytorna är volymen som behöver tas omhand ca 6,5 m ³ . Omhändertagandet av vattnet från parkeringsytorna bör samordnas med det från körytorna och avrinningen kan ske mot två separata skelettjordsplanteringar. Observera att tillkommande vattning kan komma att bli nödvändig.
Takyta	Infiltration i skålad yta i den genomsläppliga beläggningen med avledning via "lekfrämjande" öppen ränna. Om avledning från delar av taket sker norrut, ut mot körytorna föreslås att det vattnet ansluts till skelettjordsplanteringarna.	Om totalt ca en fjärdedel av den genomsläppliga delen av gården (d.v.s. ca 250 m ²) utformas som skålad krävs ett medeldjup på ca 5 cm. Ytan kan med fördel vara gräsbeklädd eller med annan växtlighet. Ev. slitage på ytan av de lekande barnen och ev. igensättning p.g.a. de lekande barnen kan åtgärdas genom kontinuerlig skötsel. Om ca halva takytan avleds norrut istället motsvarar det ca 6,5 m ³ dagvatten, d.v.s. motsvarande lite mer än en skelettjordsplantering. Tillsammans med dagvattnet från parkering och körytor är det totalt ca 13 m ³ , d.v.s. motsvarande ca tre skelettjordsplanteringar. För resterande tak som avleds söderut/ut mot genomsläppliga gårdsytor krävs en gårdsyta motsvarande ca 700 m ² om den inte utformas med skålning eller förstärkt infiltrationskapacitet.
Atrium	Inget direkt behov	Behov av att säkerställa ytledes bortledning av nederbörd vid extrema situationer
Hårdgjord gård	Infiltration i genomsläpplig beläggning, avledning på bred front ut mot ytan med ev. avslutande svackdike eller infiltrationsstråk för extra magasinsvolym	Om den hårdgjorda delen av gården avleds ut mot den genomsläppliga delen av gården är den genomsläppliga delen tillräckligt stor för att ta hand om dagvattnet. Dock räcker inte den genomsläppliga ytan till om hantering även ska ske av takdagvattnet, då behöver ytan utformas med ett underliggande poröst lager och med en hög infiltrationskapacitet samt med vissa nedsänkta partier, alternativt behöver de anslutna hårdgjorda ytorna minska.
Genomsläpplig gård	Inget direkt behov	Behöver utformas för att kunna omhänderta avrinning från tak och hårdgjorda gårdsytor. En tumregel är att en vanlig plan grönyta ska vara lika stor eller upp till dubbelt så stor som ansluten hårdgjord yta. Om vissa delar görs skålade minskar ytbehovet något. Om halva takytan och hela den hårdgjorda gårdsytan (halva gårdsytan) leds ut mot en plan genomsläpplig del behöver den vara minst ca 1 470 m ² vilket är större än angiven andel genomsläpplig gård.
Hela planområdet	Svackdike eller infiltrationsstråk, placeras i utkant/utanför forskoleområdets fastighetsgräns	Med ett maximal djup på 0,5 m och en bredd på 2 m (släntlutning 1:2) behövs ett 60 m långt dike för att omhänderta allt dagvatten från området. Om diket utformas som ett infiltrationsstråk med underliggande makadamlager och en hög infiltrationskapacitet krävs ett mindre djup alt. en mindre yta för diket.



Figur 15. Översikt över föreslagen dagvattenhantering inom och utom planområdet. Streckade pilar visar förslag på hur höjdsättning och utformning av tak kan ske. Observera att figuren enbart visar ett översiktligt förslag.

Att magasinera 10 mm av avrunden nederbörd innebär att regnintensiteten hinner avta under tiden som dagvattnet omhändertas i LOD-lösningarna. Efter att LOD-anläggningarnas magasinskapacitet har överskridits kommer ytlede avrinning att ske men med en lägre intensitet än om inga LOD-åtgärder hade införts. Hur mycket intensiteten hinner avta beror på vilken återkomsttid regnet motsvarar⁹.

Om dagvattenåtgärderna istället bör medföra att beräknat flöde inte ökar jämfört med ett nollscenario (dagslägets flöde men med hänsyn till klimatfaktor) innebär detta schablonmässigt, att det teoretiska flödet efter införda dagvattenåtgärder bör begränsas till ca 9 l/s, se Tabell 2. Vid magasinsberäkningar¹⁰ innebär detta ett behov en magasinvolym på ca 61 m³, vid 10 minuters rinntid, en klimatfaktor på 1,25 och för ett dimensionerande 10-årsregn.

Detta innebär att utöver de 30 m³ som tas omhand i föreslagna LOD-lösningar för att klara av 10 mm-kravet (inom planområdet) krävs ytterligare ca 30 m³ magasinvolym för att kunna utjämna flödet till nuvarande nivå. Om t.ex. ett svackdike utformas med samma maxdjup och bredd som anges i Tabell 7 ovan krävs en total längd på ca 60 m för att kunna magasinera en sådan volym. Om svackdiket istället utformas som ett infiltrationsstråk kan även magasinvolym i underliggande lager tillgodoräknas och diket

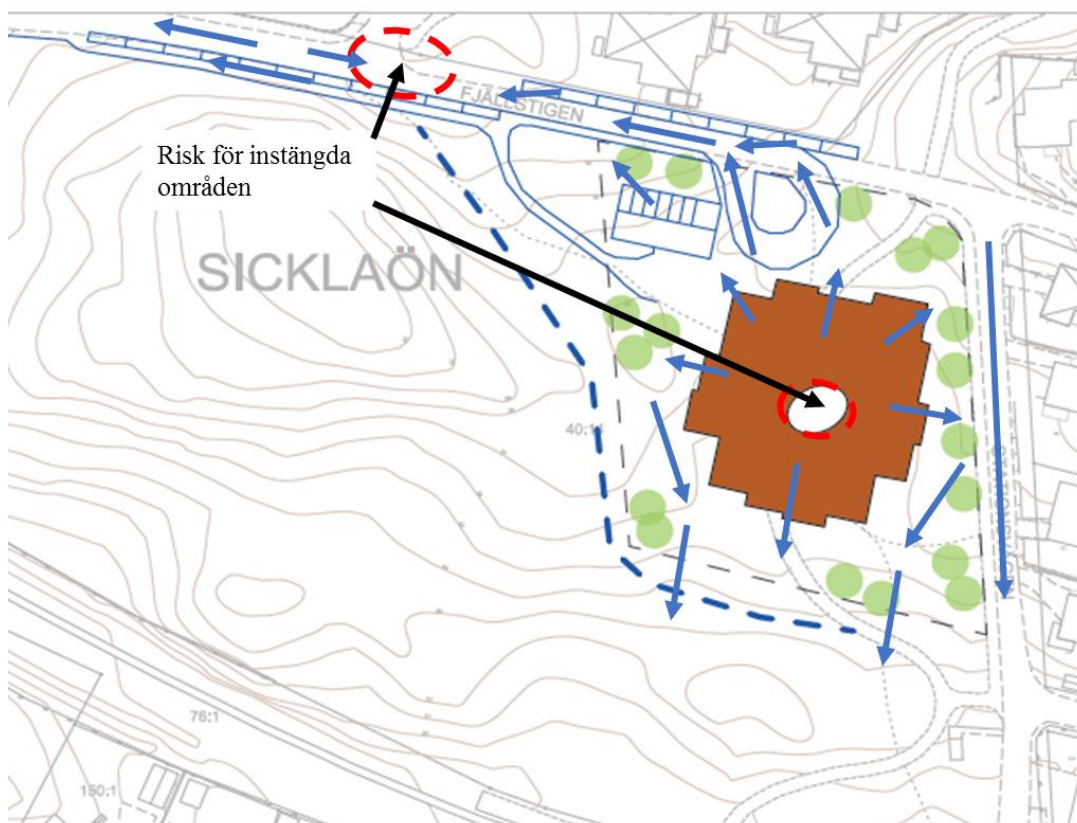
⁹ Svenskt Vatten, 2016. P110. Figur 1.24 och 1.25

¹⁰ Svenskt Vatten, 2016. P110 - Bilaga 10:6a (Dahlström, 2010)

kan därmed vara mindre. Svackdiket eller infiltrationsstråket kan även utgöra en extra dagvattenåtgärd för att kunna omhänderta även större regn eller fungera som en ytterligare fördröjning vid de tillfällen som LOD-åtgärderna går fulla.

6.2 Flödessituation vid extrema flöden

När införda dagvattenanläggningars kapacitet överskrids kommer dagvattnet att avrinna ytledes enligt höjdsättningen. I Figur 16 redovisas en övergripande bild över hur dagvattnet i sådana situationer kommer att avrinna.



Figur 16. Övergripande bild på ytledes avrinning inom, och delvis utanför, planområdet vid extrema flödessituationer. Observera att lutningen på takytorna avgör hur dagvattnet avrinna från dem. Det är även möjligt att låta en del av taket avrinna norrut ut mot Fjällstigen.

Dagvattnet från stora delar av planområdet kommer att avrinna söderut mot Saltsjöbanans spår samt Lillängens station. Järnvägen bedöms vara lagd på en makadambank vilken i sig kan rymma stora vattenvolymer. Det bör dock utredas närmre hur makadambanken avtappas. Om det inte är aktuellt att låta vattnet nå till Lillängens station samt till järnvägen måste dagvattenmagasin inom planområdet eller inom Lillängsskogen söder om planområdet skapas, dock måste det finnas en avtappning och bortledning om inte stora områden kan tillåtas stå under vatten vid sådana situationer.

Dagvattnet från ytan inom planområdet men norr om förskolebyggnaden föreslås lutas ut mot Fjällstigen samt i viss mån ut mot Lillängsskogen för att följa befintlig höjdsättning samt för att minska riskerna för skador på förskolan. Dagvattnet kommer i sådana fall att avrinna längs med Fjällstigen. Även dagvattnet från planerade parkeringsplatser och gång- och cykelvägen utanför planområdet antas avledas ut mot eller längs med Fjällstigen. Redan i dagsläget finns det risk för stillastående vatten i området där

Musikvägen möter Fjällstigen. I ett framtida scenario då det riskerar att komma ännu större flöden bör utformningen ses över för att inte riskera att bostäderna längs Musikvägen kommer till skada. Ett alternativ kan vara att föreslaget infiltrationsstråk längs med den planerade gång- och cykelvägen utformas för att kunna fördröja och leda bort även större flöden och att Fjällstigen i så stor utsträckning som möjligt kan avledas mot infiltrationsstråket.

Vid ett dimensionerande 100-årsregn, med en varaktighet på 10 minuter och en klimatkfaktor på 1,25, kommer flödet från planområdet som avrinner söderut att vara ca 140 l/s. Vid samma situation kommer flödet som avrinner norrut/västerut från både planområdet samt från tillkommande planerade parkeringsplatser och gång- och cykelväg längs med Fjällstigen (ej själva Fjällstigen) att vara ca 80 l/s.

6.3 Reningseffekt

Som nämnt ovan antas inte dagvattnet från planområdet i dagsläget avledas direkt till Järlasjön. Vatten som fördröjs om infiltreras i området kommer långsamt att söka sig mot Järlasjön som ett grundvatten, och det kan förväntas att föroreningsinnehållet i detta vatten när det väl når Järlasjön är mycket lågt.

Föreslagna LOD-åtgärder innebär alla en rening av dagvattnet. Dock kan det, utan genomförda markundersökningar, inte antas att allt dagvatten kan infiltrera och bilda grundvatten inom planområdet eller intilliggande skog. I Tabell 8 redovisas därför föroreningstransporten av de dagvattenburna föroreningarna från planområdet till Järlasjön om dagvattnet från planområdet efter att ha genomgått rening i infiltrationstråk avleds direkt dit.

I Tabell 9 redovisas föroreningstransporten av de dagvattenburna föroreningarna efter införda LOD-åtgärder (i form av infiltrationsstråk) från planerade parkeringsplatser och gång- och cykelväg längs med Fjällstigen utanför planområdet. Detta vatten antas i större utsträckning även i praktiken avrinna via kommunalt dagvattennät till Järlasjön, både i nuläget och efter planerad exploatering.

Allt dagvatten, undantaget 24 %, antas avledas via infiltrationsstråk (10 mm nederbörd vid varje regntillfälle motsvarar ca 76 % av årsnederbörden).

Tabell 8. Beräknad teoretisk föroreningsbelastning vid befintlig situation och efter exploatering med införda reningsåtgärder inom planområdet

Ämne	Enhet	Nuvarande belastning	Belastning efter planerad exploatering	Belastning efter planerad exploatering med införda LOD-åtgärder
P	kg/år	0,022	0,38	0,23
N	kg/år	0,49	2,3	1,5
Pb	g/år	1,4	19	6,6
Cu	g/år	4,4	38	16
Zn	g/år	7	130	46
Cd	g/år	0,065	0,86	0,28
Cr	g/år	1,3	15	8,7
Ni	g/år	1,4	12	4,4
Hg	g/år	0,0076	0,039	0,022
SS	kg/år	5,6	89	38
Olja	kg/år	0,12	0,88	0,43
PAH	g/år	0,013	0,74	0,25

Tabell 9. Beräknad teoretisk föroreningsbelastning vid befintlig situation och efter exploatering med införda reningsåtgärder för tillkommande exploatering längs med Fjällstigen till följd av exploateringen inom planområdet

Ämne	Enhet	Nuvarande belastning	Belastning efter planerad exploatering	Belastning efter planerad exploatering med införda LOD-åtgärder
P	kg/år	0,0043	0,035	0,021
N	kg/år	0,095	0,62	0,41
Pb	g/år	0,26	5,1	1,8
Cu	g/år	0,68	11	4,6
Zn	g/år	1,6	25	8,9
Cd	g/år	0,011	0,14	0,045
Cr	g/år	0,15	3,8	2,2
Ni	g/år	0,18	3,1	1,1
Hg	g/år	0,00091	0,019	0,011
SS	kg/år	1,5	22	9,5
Olja	kg/år	0,010	0,30	0,15
PAH	g/år	0,023	0,52	0,18

Ur Tabell 8 och Tabell 9 kan det utläsas att trots införda dagvattenåtgärder i form av infiltrationsstråk ökar utgående beräknade mängder av föroreningar från både planområdet och tillkommande parkeringsplatser och gång- och cykelväg utanför planområdet.

Infiltrationsstråk har valts som LOD-lösning i föroreningsberäkningarna för att motsvara dagvattenanläggningar där vattnet först infiltrerar genom en genomsläpplig yta (med

fördel täckt med gräs eller annan vegetation) och sedan infiltrerar genom ett sand- och makadamlager innan dagvattnet avtappas via dräneringsledning. Om dräneringsledningen placeras något ovanför botten på makadamlagret kan även viss rening genom sedimentation ske. Dagvattenåtgärder som bygger på infiltration genom grönyta går i linje med Nacka kommuns dagvattenstrategi och dagvattenpolicy.

Observera att om andra LOD-åtgärder införs erhålls inte exakt samma beräkningsresultat. Dock bedöms de flesta typer av LOD-åtgärder som har föreslagits kunna uppnå den avskiljning som erhålls med infiltrationsstråk. Ett undantag är tunna gröna tak (s.k. sedumtak med en substrattjocklek på mindre än ca 10 mm) från vilka det finns risk för näringsläckage i samband med anläggning och skötsel på grund av gödsling. Enbart tunna gröna tak bedöms därför inte vara en lämplig lösning.

Observera även att om seriekopplad rening sker, t.ex. att dagvattnet från parkering först genomgår rening i genomsläpplig beläggning (t.ex. betonghålstén med underliggande poröst makadamalger) och sedan avtappas till ett infiltrationsstråk kan något högre avskiljning erhållas än vad som anges ovan.

7 Förslag till utformning av planbestämmelser

I detaljplanen får kommunen bestämma skyddsåtgärder för att motverka bland annat översvämning och erosion (PBL 4 kap. 12 §), till viss mån reglera markbeläggningar och vattengenomsläpplighet (PBL 4 kap. 8 §) och i viss mån reglera vegetationstyper och höjdsättning (PBL 4 kap. 10 §). Det finns även några fler paragrafer som kan tänkas ge stöd åt reglering av dagvatten i planbestämmelserna¹¹. Krav på rening kan inte användas för motivering av planbestämmelser utan får överlämnas till miljöbalken.

I den aktuella detaljplanen finns det, enligt genomförd skyfallsanalys viss risk för översvämning inom planområdet eller till följd av planerad bebyggelse inom planområdet. Detta kan motivera höjdsättning för att motverka översvämning och att mark reserveras för ändamål som fördröjning av dagvatten. Ytor för fördröjning kan avse t.ex. fördröjningsmagasin under mark, men kan också (och hellre) grönytor eller genomsläppliga ytor där vatten kan fördröjas.

Förslag på formulering av planbestämmelser:

- Markytan skall möjliggöra infiltration av dagvatten, eller
- Minst 70 % av markytan på gården ska vara belagd med ett lättgenomsläppligt material, eller
- Minst 30 % av planområdets totala yta ska utgöras av ett lättgenomsläppligt material (syftet och vad det kan innebära kan behöva förtydligas i planbeskrivningen)
- Takvatten skall avledas ovan mark
- Det skall finnas möjlighet att fördröja dagvatten inom kvartersmark (för att motverka effekter av översvämning inom planområdet – detta kan förtydligas i planbeskrivningen)

¹¹ Christensen, Jonas, 2012. *Planbestämmelser för dagvattenhantering*.

Planbestämmelserna och plankartan bör också säkerställa att marken lutar ut från byggnaden så att inte dagvatten riskerar att avrinna mot byggnaden och orsaka översvämning, en lämplig lutning är 1:20 inom 3 meters avstånd från byggnaden (ca 5% lutning), därefter kan en flackare lutning användas¹². Längs med den sydvästra kanten av planområdet lutar intilliggande skogsområde i dagsläget in mot planområdet, höjdsättningen inom planområdet och utformningen i anslutningslinjen mellan planområdet och skogen direkt väster om planområdet måste kunna säkerställa att dagvatten kan avledas yttledes söderut utan att riskera att översvämma byggnaden inom planområdet.

Grönytor kan vara planteringsytor (t.ex. genom att reservera mark för nedsänkta växtbäddar) eller trädrader (t.ex. träd i skelettjord) eller skålade ytor eller ytor som utformas som diken eller nedsänkta stråk, se nedan under ”Utformning av allmänna platser” som exempel¹³. Plankartan kan även illustreras med utmarkerade träd som kan förklaras under en annan rubrik än planbestämmelser, t.ex. illustrationer, se förslag nedan¹³. Detta för att ge en bild av att området bör reserveras för trädplanteringar. Inom planområdet och runt omkring planområdet finns det värdefull natur som bör bevaras i så stor utsträckning som möjligt, i planbestämmelserna eller i samband med planbestämmelserna bör viktiga träd och biotoper markeras för att bevaras även efter framtida exploatering.

Utformning av allmänna platser

+0.0	Föreskriven höjd över nollplanet
allé	Planterad trädrad
n1	Trädridå ska finnas

ILLUSTRATIONER

 Illustrerat träd

¹² Svenskt Vatten, 2011. Publikation P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering.

¹³ Stockholms stadsbyggnadskontor, planavdelningen, 2012. *Detaljplan för del av Norra Djurgårdsstaden, Norra 2*