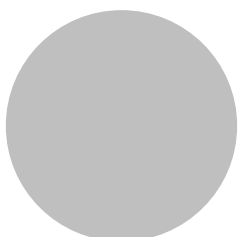


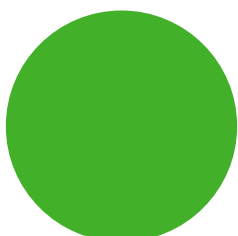
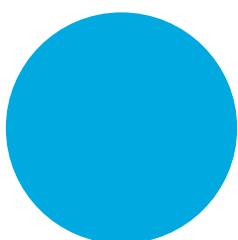
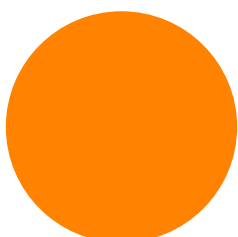
---

## Dagvattenutredning Kv Blåmesen m.fl.



---

Huvudsta, Solna stad



Uppdragsnamn

**Dagvattenutredning Kv Blåmesen m.fl.****Solna stad**

Våra handläggare

**Emelie Holm****Kajsa Forsberg**

Uppdragsgivare

**Solna stad**

Datum

**2021-01-15**

Senast rev.datum

**2021-08-18**

## SAMMANFATTNING

Bjerking AB har på uppdrag av Solna stad utfört en dagvattenutredning för en detaljplan i Huvudsta, Solna stad. Dagvattenutredningens syfte är att beskriva de förändringar som planförslagen innebär samt presentera en systemlösning för dagvattenhantering inom planområdet. Planområdet utgörs av ca 4,8 ha mark idag bestående av ett skolområde, vägar, parkering, gc-väg samt grönytor. Planen ska möjliggöra för ombyggnation och flytt av skolan samt nybyggnation av radhus samt ett flerfamiljshus. Till följd av detta kommer även vissa lokalgator tillkomma eller byggas om.

Utredningen följer Solna stads dagvattenstrategi samt checklista för dagvattenutredningar. Syftet med Solna stads dagvattenstrategi är att skapa en långsiktigt hållbar dagvattenhantering i staden samt verka för att miljö kvalitetsnormerna (MKN) i Solna stads dagvattenrecipienter kan uppnås.

Flödesberäkningar har utförts enligt Solna stads checklista för dagvattenutredningar samt Svenskt Vattens publikationer P110. Beräkningarna visar att dagvattenflödet för ett 10-årsregn förväntas öka med ca 150 l/s från planområdet efter exploateringen utan fördröjning i föreslagna dagvattenåtgärder. Utförda beräkningar visar att föroreningsinnehållet förblir på samma nivå eller minskar något till följd av exploateringen för samtliga ämnen om inga åtgärder för dagvatten görs.

Enligt dagvattenstrategin ska åtgärder dimensioneras för att möjliggöra fördröjning och rening av 20 mm nederbörd. Inom planområdet ska därmed fördröjning av ca 620 m<sup>3</sup> dagvatten ske och ett åtgärdsförslag för att nå detta har tagits fram. De åtgärder som föreslås är öppna, gröna lösningar för att bidra till en hållbar framtida dagvattenhantering. Föreslagna lösningar innebär lokalt omhändertagande av dagvatten i form av regnväxtbäddar, grönt tak, nedsänkta grönytor, infiltrationsstråk, makadammagasin samt skelettjord. På grund av föroreningsituationen rekommenderas som utgångspunkt att samtliga dagvattenåtgärder anläggs med tät botten baserat på den information som finns att tillgå i dagsläget. Vid uppförandet av ny skola med skolgård kommer marken saneras vilket innebär att behov av tät botten kan omprövas. Även övriga åtgärder och åtgärds mål för hantering av markföroreningar, samt resultat från kompletterande miljötekniska undersökningar kan påverka senare bedömning om tät botten är nödvändig eller inte.

Recipienten Mälaren-Ulvsundasjön har i dagsläget en måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status. Efter exploatering och med föreslagna fördröjande och renande dagvattenåtgärder bedöms föroreningsbelastningen minska jämfört med befintlig situation gällande både mängder och halter för samtliga undersökta ämnen. I åtgärdsprogrammet identifieras ett förbättringsbehov av både fosfor och trafikrelaterade föroreningar så som tungmetaller och PAH. Näringsämnesbelastningen (fosfor och kväve) från området minskar liksom tungmetaller såsom kvicksilver och bly vilket krävs för att recipienten Ulvsundasjön ska kunna nå god ekologisk och kemisk status. Åtgärder som föreslås är i stor mån öppna och gröna enligt det lokala åtgärdsprogrammet. Planen bedöms därmed bidra positivt till åtgärdsprogrammet och möjligheten att uppnå MKN i recipienten.

I dagsläget finns viss översvämningsproblematik inom planområdet då stora mängder vatten kan ansamlas inom delar av området vid ett 100-årsregn. Med planerad



höjdsättning väntas avrinning vid skyfall ske likt dagsläget. En befintlig lågpunkt vid en gångtunnel/mellan planerad skola och flerfamiljshus kommer förbli även efter exploatering då denna är svår att bygga bort med hänsyn till omkringliggande mark. I övrigt bedöms planen inte medföra ökad risk för översvämning vare sig inom eller i anslutning till planområdet. Mycket grönska, dagvattenlösningar med stor kapacitet och en låglinje mellan skola och bostadshus krävs för att vattnet inte ska leta sig mot fasad och entréer. Placering av entréer mot lågpunkt rekommenderas undvikas alternativt placeras på nivå att vattnet avrinner söderut före det rinner in genom entréer. Underjordiska skyfallslösningar kan vara ett alternativ.

## INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>Uppdrag och syfte .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Underlag .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Riktlinjer för dagvattenhantering .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Områdesbeskrivning .....</b>	<b>5</b>
	4.1 Recipient och statusklassificering.....	5
	4.2 Geoteknik, geohydrologi och grundvatten .....	7
	4.3 Föroreningssituation .....	8
	4.4 Närliggande skyddsområden för vatten/vattenskyddsområde .....	9
	4.5 Markavvattningsföretag.....	9
	4.6 Skyddsvärda områden .....	10
	4.7 Befintlig och planerad markanvändning.....	10
<b>5</b>	<b>Avrinning.....</b>	<b>13</b>
	5.1 Befintliga ytliga avrinningsområden och avrinningsstråk .....	13
	5.2 Befintligt ledningsnät och teknisk avrinning .....	14
<b>6</b>	<b>Befintlig situation .....</b>	<b>15</b>
	6.1 Flödesberäkningar .....	15
	6.2 Föroreningsberäkningar .....	16
<b>7</b>	<b>Planerad situation.....</b>	<b>16</b>
	7.1 Flödesberäkningar .....	16
	7.2 Föroreningsberäkningar .....	17
	7.3 Fördröjningsbehov .....	17
<b>8</b>	<b>Översvämningsrisk vid 100-årsregn .....</b>	<b>18</b>
<b>9</b>	<b>Föreslagen dagvattenhantering .....</b>	<b>21</b>
	9.1 Åtgärdsförslag .....	21
	9.2 Principlösningar .....	24
	9.3 Flöde efter fördröjning.....	29
	9.4 Reningseffekt.....	29
	9.5 Materialval .....	30
<b>10</b>	<b>Fortsatt arbete.....</b>	<b>32</b>
<b>11</b>	<b>Slutsats och rekommendationer .....</b>	<b>32</b>

### Bilagor

Bilaga 1 – Ytliga avrinningsområden och avrinningsvägar

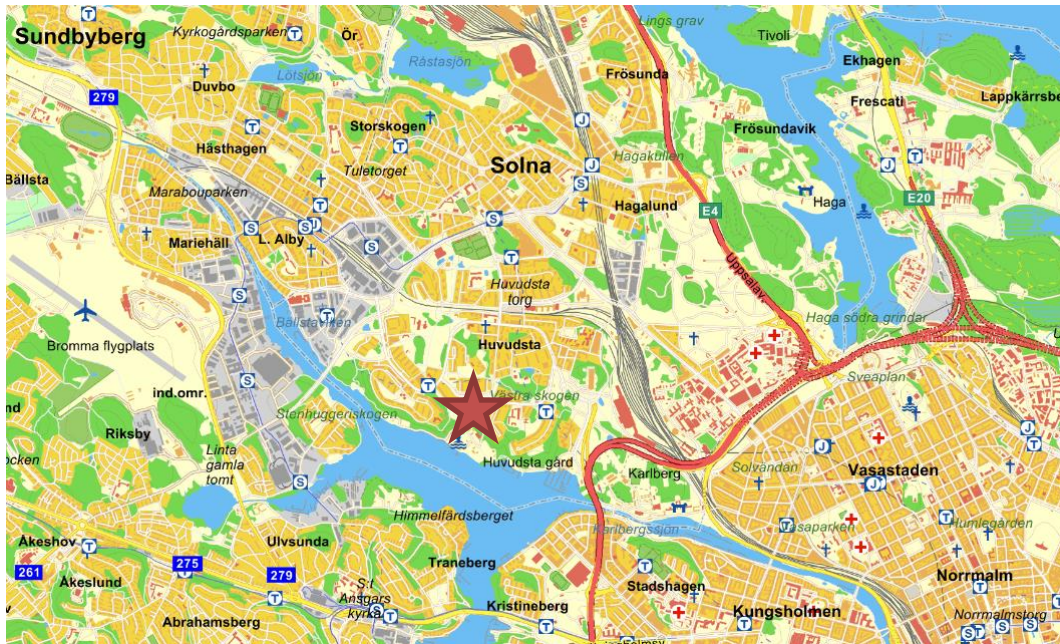
Bilaga 2 – Föroreningsberäkningar

Bilaga 3 – Åtgärdsförslag dagvatten



## 1 Uppdrag och syfte

Bjerking AB har på uppdrag av Solna stad utfört en dagvattenutredning för Kv Blåmesen m.fl. i Solna stad. Utredningen är framtagen till samrådsskedet för detaljplanen. Området är 4,8 ha stort och består i dagsläget av en skola, konstgräsplan, grönytor och parkering. Skolan och konstgräsplanen planeras att flyttas och byggas om och bostäder i form av ett flerfamiljshus samt radhus planeras. Kv Blåmesen m.fl. är belägen mellan Armégatan och Kristinelundsvägen i stadsdelen Huvudsta i Solna, se figur 1.



Figur 1. Planområdet placering markerat med stjärna i Solna, norr om centrala Stockholm.

Syftet med dagvattenutredningen är att beskriva nuvarande dagvattensituation och de förändringar som exploateringen innebär för dagvattenflöden och -föroreningar. Dagvattenåtgärder för rening och fördröjning föreslås enligt Solna stads dagvattenstrategi för att möjliggöra efterlevnad av miljö kvalitetsnormer (MKN).

## 2 Underlag

- Grundkarta (dwg), erhållen 2020-04-17
- Situationsplan för skola, erhållen 2021-07-05
- Situationsplan för övriga ytor, erhållen 2020-12-11
- Höjddata, erhållen som höjdlinjer i grundkartan
- Ledningsunderlag för dagvatten, Ledningskollen, erhållt 2020-03-12
- ÅDT för nuläge och prognos för 2040 (utförd av Iterio), erhållen 2020-09-30

## 3 Riktlinjer för dagvattenhantering

Solna stads dagvattenstrategi<sup>1</sup> syftar till att skapa förutsättningar för en långsiktigt hållbar dagvattenhantering i staden, minimera föroreningar i dagvattnet, motverka översvämningar samt skapa mervärde och ta tillvara på dagvattnet i stadsplaneringen. Hanteringen av dagvatten ska ske på ett effektivt sätt. För att uppnå målen med strategin har ett antal riktlinjer fastställts:

<sup>1</sup> Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna stad, antagen av kommunstyrelsen december 2017.

- Dagvatten ska omhändertas och renas lokalt så nära källan som möjligt med bästa möjliga teknik. Dagvattenåtgärder ska dimensioneras för fördröjning och rening av minst 20 mm nederbörd.
- Dagvatten ska inte medföra att gällande miljö kvalitetsnormer (MKN) för vattenkvalitet inte kan följas.
- Dagvatten ska inte medföra försämring av stadens grundvattenkvalitet eller förändring av grundvattennivåer.
- Från vägar ska rening av dagvatten ske före utsläpp till recipient i takt med stadens utbyggnad.
- Byggnads- och anläggningsmaterial innehållandes miljöstörande ämnen, som koppar och zink, ska undvikas.
- Bebyggelse, infrastruktur och dagvattenhantering ska höjdsättas och utformas för att minimera risker för skadliga översvämningar i samt utanför planområde.
- Dagvatten ska beaktas i varje skede i stadsbyggnadsprocessen.
- Dagvattenhanteringen ska systematiskt ses över och åtgärdas vid ombyggnation i den befintliga staden.

Som ett komplement till dagvattenstrategin finns en checklista för dagvattenutredningar<sup>2</sup> för att säkerställa att samtliga aspekter för hållbar dagvattenhantering beaktas.

## 4 Områdesbeskrivning

### 4.1 Recipient och statusklassificering

Enligt Solna stads dagvattenstrategi<sup>3</sup> ligger planområdet inom avrinningsområdet för Ulvsundasjön. Vattenförekomsten är klassad i VISS<sup>4</sup> (Vatteninformationsystem Sverige) som en sjö med en area på 2 km<sup>2</sup>. Ulvsundssjön rinner till Riddarfjärden och slutligen till Östersjön. Utredningsområdets placering i förhållande till Mälaren-Ulvsundasjön ses i figur 2. Förekomsten är klassad enligt tabell 1 av VISS för förvaltningscykel 2 samt 3.



Figur 2. Vattenförekomsten Mälaren-Ulvsundasjöns utbredning samt placering i förhållande till planområde för utredningen vilket är markerat med röd stjärna.

<sup>2</sup> Checklista för dagvattenutredningar, Solna stad. Daterad 2018-02-28.

<sup>3</sup> Bilaga 1, Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna stad, antagen av kommunstyrelsen december 2017.

<sup>4</sup> VISS (2020-04-03)

Tabell 1. Mälaren-Ulvsundasjöns ekologiska och kemiska status utifrån senaste beslutade förvaltningscykel 3 (2017–2021) samt kvalitetskrav enligt förvaltningscykel 2 (2010–2016).

Vattenförekomst: Mälaren-Ulvsundasjön, SE658229-162450					
<b>Ekologisk:</b>	Dålig	Otillfredsställande	Måttlig	God	Hög
Status	X				
Kvalitetskrav				X <sup>1</sup>	
<b>Kemisk:</b>	Uppnår ej god		God		
Status	X				
Kvalitetskrav			X <sup>2</sup>		

<sup>1</sup> God ekologisk status 2021

<sup>2</sup> Undantag Tidsfrist till 2027 för antracen, bly och blyföreningar samt tributyltenn föreningar

#### 4.1.1 Ekologisk status

Mälaren-Ulvsundasjön har klassificerats till en måttlig ekologisk status. Utslagsgivande miljökonsekvenstyper är övergödning och miljögifter. Kvalitetsfaktorn växtplankton (klorofyll a) är utslagsgivande utifrån övergödning vilket stöds av näringsämnen (totalfosfor). Vad gäller miljögifter bedöms statusen som måttlig till följd av Särskilda förorenande ämnen (SFÅ) där koppar och icke-dioxinlika PCB:er inte uppnår god status. Kvalitetskravet för Mälaren-Ulvsundasjön är god ekologiska status 2021.

#### 4.1.2 Kemisk ytvattenstatus

Mälaren-Ulvsundasjön uppnår ej god kemiska ytvattenstatus till följd av för höga värden av kvicksilver, polybromerade difenyletrar (PBDE), PFOS, kadmium, bly, antracen och tributyltenn (TBT).

I enlighet med bilaga 6 i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter har ett nationellt undantag i form av ett mindre strängt krav med avseende på både kvicksilver och PBDE utfärdats. Skälet till undantaget är att halterna för föroreningarna bedömts överskridas i fisk i samtliga svenska vattenförekomster. Vattenmyndigheten har gjort bedömningen att en sänkning av halterna till godkända nivåer för kemisk ytvattenstatus är teknisk omöjlig. Den kemiska statusen exklusive PBDE och kvicksilver i Mälaren-Ulvsundasjön är bedömd till uppnår ej god kemiska status. Detta då även ämnena PFOS, kadmium, bly, antracen och tributyltenn överskrider gränsvärdena för god ytvattenstatus.

Kvalitetskrav för Mälaren-Ulvsundasjön är god kemisk ytvattenstatus med undantag för kvicksilver och PBDE i enlighet med Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter. Ämnena antracen, bly och tributyltenn omfattas av ett undantag med förlängd tidsfrist till 2027 då bland annat påverkningsbilden är komplex och det fortfarande är oklart vilka åtgärder som kan bidra till att sänka de uppmätta halterna som tagits i bottensediment.

#### 4.1.3 Miljöproblem och påverkningskällor

För Mälaren-Ulvsundasjön pekas enligt VISS förorenade områden, släckinsatser med brandskum, urban markanvändning, atmosfärisk deposition samt transport och infrastruktur ut som påverkanskällor för tillförsel av miljögifter. Urban markanvändning samt jordbruk<sup>5</sup> pekas även ut som en påverkanskälla till övergödning på grund av belastning av näringsämnen.

Urban markanvändning samt förändring av konnektivitet genom dammar, barriärer och slussar har pekats ut som betydande påverkningskällor för morfologiska förändringar och kontinuitet.

<sup>5</sup> Inom Solna kommuns del av avrinningsområden förekommer inga jordbruk, i Huvudsta finns dock en ridskola/stall samt 4H-gård. Enligt VISS har jordbruk en *betydande påverkan* avseende totalfosfor (tot-P) vilket baseras på vattenmyndigheternas nationella analys genomförd 2018. Analysen baseras på antropogen belastning i förhållande till bakgrundsbelastning (belastningsdata från PLC6.5). Hämtat: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42470715> 2021-01-08



#### 4.1.4 Lokalt Åtgärdsprogram Mälaren-Ulvsundasjön

Inom ramen för EU:s vattendirektiv (2000/60/EG) har ett lokalt åtgärdsprogram (LÅP) tagits fram för recipienten Mälaren-Ulvsundasjön<sup>6</sup>. Syftet med LÅP:en är att lyfta fram åtgärder för att sjön ska kunna nå en god ekologisk och kemisk status till 2021 respektive 2027. LÅP:en beskriver de förbättringsbehov och åtgärder som staden avser att implementera för att nå en god vattenkvalitet och därmed uppnå MKN.

Åtgärdsprogrammet innefattar tre specifika åtgärder nedströms samt ett antal övergripande uppströmsåtgärder för till-, om- och nybyggnation. Vid ny- och tillbyggnation ska lokala åtgärder uppströms prioriteras framför samlade lösningar nedströms.

De nedströms platsspecifika åtgärderna som föreslås är:

- Dagvattenstråk vid Huvudsta Hästgård.
- Dagvattenstråk och dagvattendamm väster om Huvudsta Hästgård.
- Skärbassäng vid Pampas Marina.

Utöver dessa innebär de övergripande uppströms åtgärderna att:

- Vägdagvatten avleds till befintliga planteringar, vid upprustning av gator anläggs nya växtbäddar eller grönytor intill gatorna.
- Kantparkeringar ersätts med växtbädd eller rasteryta (genomsläpplig beläggning) för att omhänderta dagvatten.
- Upphöjda grönytor som avgränsar hårdgjorda ytor görs istället nedsänkta för att möjliggöra fördröjning och infiltration av dagvatten.
- Växtbäddar anläggs omkring dagvattenbrunnar för att bidra till rening och en grönare stad.
- I de fall öppna, gröna lösningar inte är möjligt kan anläggningar som underjordiska magasin anläggas.
- Inventering av båtuppläggningsplatser i kommunen kan ske i syfte att uppmärksamma användning av toxiska båtottenfärger.
- Ställa krav på kolonistugeföreningar och gårdar med djurhållning kring kunskap och funktion gällande verksamheternas befintliga reningsanläggningar i syfte att minska belastning av fosfor, TBT, bly, kadmium, PFOS och delvis bekämpningsmedel.

En bedömning har gjorts att dessa åtgärder medför det förbättringsbehov som finns gällande fosfor med god marginal. Betinget/förbättringsbehovet för staden är 64 kg fosfor per år. Med åtgärderna beräknas fosformängden minska med 131 kg fosfor per år och därmed täcker åtgärderna förbättringshovet tillräckligt för att nå MKN i Ulvsundasjön. Utöver detta bidrar de övergripande åtgärderna ytterligare. Uppströmsåtgärderna förväntas bidra med störst effekt för tungmetaller och PAH, föroreningar vilka typiskt härstammar från vägtrafik.

För detaljplanen är det därmed viktigt att åtgärder genomförs för att minska föroreningsbelastningen för fosfor och tungmetaller. Lösningarna bör i möjlig mån göras öppna och gröna men i de fall det inte är möjligt på grund av begränsat utrymme kan underjordiska lösningar implementeras.

#### 4.2 Geoteknik, geohydrologi och grundvatten

Enligt SGU:s jordartskarta består marken inom planområdet till största del av fyllning samt ett underliggande lager postglacial lera. En mindre del av området består av ett tunt eller osammanhängande ytlager morän på berg, se figur 3.

Enligt SGU:s genomsläpplighetskarta har fyllnadsjorden en hög genomsläpplighetsförmåga medan ytorna som täcks av morän på urberg har medelhög

---

<sup>6</sup> Solna stads åtgärdsprogram för Ulvsundasjön, Solna stad, daterat 2019-01-31

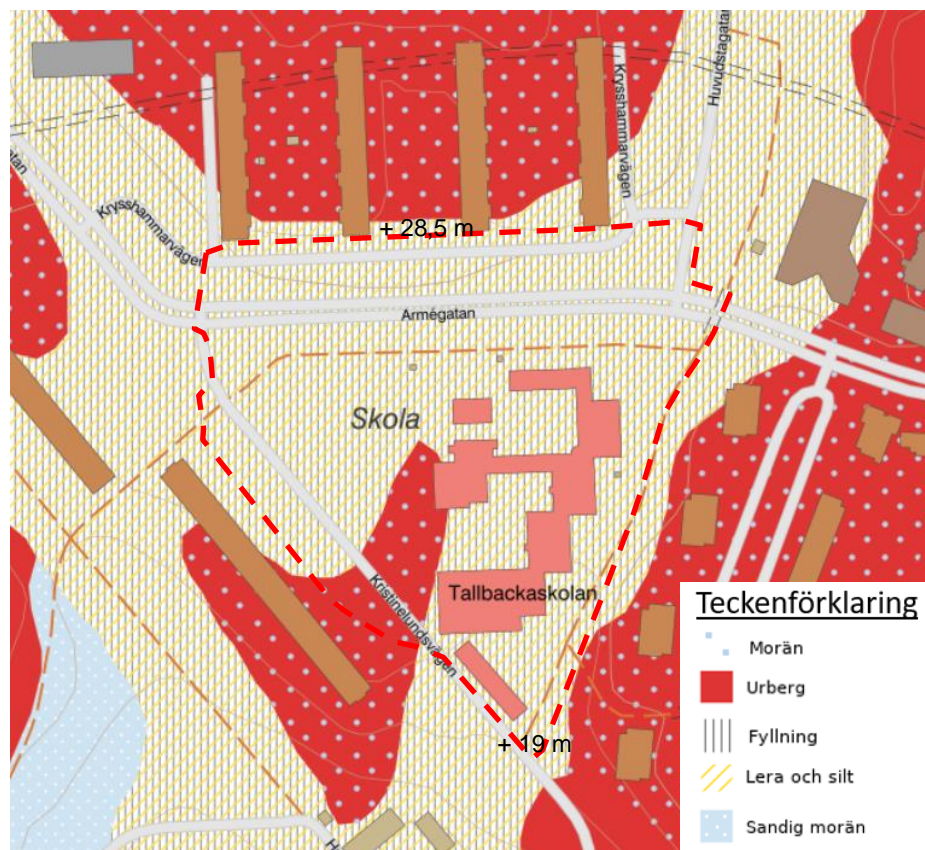


genomsläpplighet. Det innebär ur hydrogeologisk aspekt goda förutsättningar för infiltration av dagvatten.

Den geotekniska undersökning<sup>7</sup> som utförts bekräftar att fyllningen består av grusig sandig lera av torrskorpekaraktär, grusig siltig sand samt grusig siltig lera. Berg har påträffats 0,7 – 11,5 m under befintlig marknivå. Grundvattennivåer har mätts i två grundvattenrör i maj samt juni 2020. Grundvattennivån varierade mellan 2,6 – 2,9 m under befintlig marknivå.

Närmaste grundvattenförekomst, Stockholmsåsen, ligger drygt 2 km nordöst om planområdet. Den bedöms inte påverkas av planområdet.

Planområdets högsta punkt är belägen på ca + 28,5 m i norr och området har en generell lutning söderut med lägsta punkt på ca + 19 m.



Figur 3. Urklipp från SGU:s jordartskarta (1:25 000 - 1:100 000) kring planområdet.

### 4.3 Föroreningsituation

Den miljötekniska markundersökning<sup>8</sup> som utförts för planområdet visade att föroreningar har påträffats inom området, framförallt i de ytliga fyllnadsmassorna.

Inga riskklassade områden förekommer inom planområdet men inom fastigheter i anslutning till planområdet förekommer ett antal potentiellt förorenade områden<sup>9</sup>, se figur 4. Dessa har dock ej riskklassats. De innehåller bland annat grafisk industri och bilverkstad. Huruvida dessa verksamheter är aktiva eller inte framgår inte.

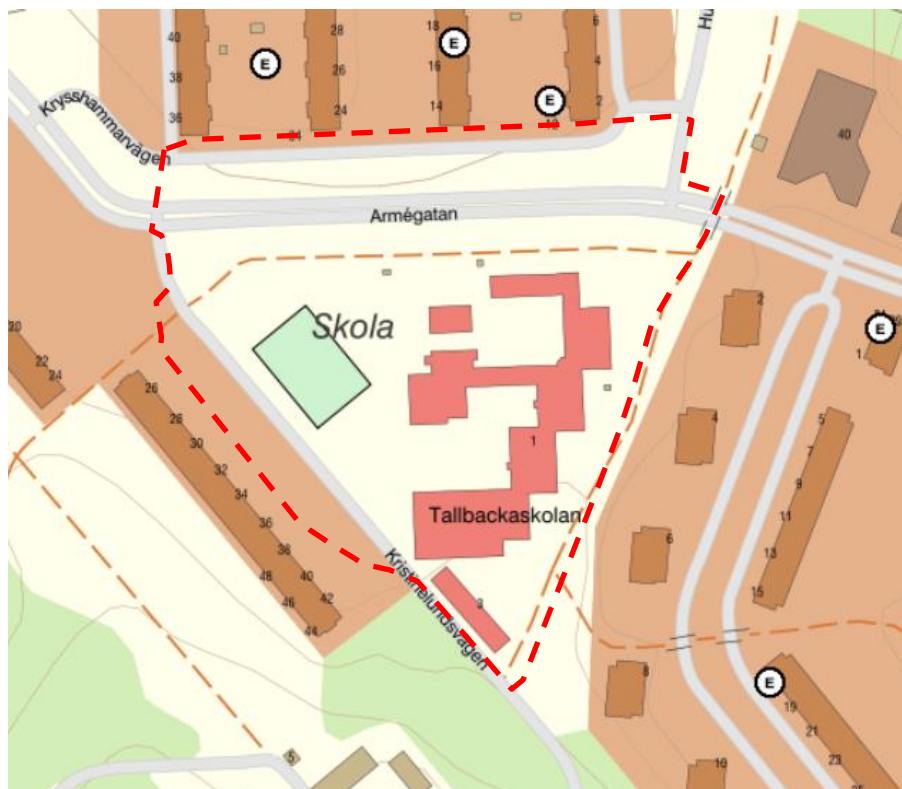
<sup>7</sup> PM Geoteknik, Blåmesen, Solna stad, Bjerkning, granskningshandling daterad 2021-08-13

<sup>8</sup> PM Miljöteknisk markundersökning Blåmesen, Bjerkning, daterad 2020-06-29

<sup>9</sup> Länsstyrelsen i Stockholms webbGIS, hämtat 2020-04-07

Beroende på hur grundvattenströmningen i området sker kan det finnas risk för vidare spridning av markföroreningar om dagvatten infiltreras. Som utgångspunkt utifrån de resultat som finns i den miljötekniska markundersökningen rekommenderas i dagsläget att samtliga dagvattenlösningar inom området görs med tät botten. Konstruktionen kan exempelvis göras med betong, gummiduk eller betonitlera. Åtgärd för hantering av markföroreningar kommer behövas med hänsyn till de markföroreningar som påträffats inom planområdet. Beroende på eventuell åtgärd och omfattning samt resultat från kompletterande miljöteknisk undersökning kan behovet av tät botten omvärderas i ett senare skede, exempelvis under projekteringskedet.

Vid rivning av den befintliga konstgräsplanen bör åtgärder vidtas för att minimera risker för spridning av mikroplaster. För att minska risken att plast från fotbollsplanen sprids bör en uppsamlande funktion säkerställas under rivningsarbetet.



Figur 4. Länsstyrelsens potentiellt förorenade områden kring planområdet, markerade med E.

#### 4.4 Närliggande skyddsområden för vatten/vattenskyddsområde

Inget vattenskyddsområde eller grundvattenförekomst förekommer inom eller i anslutning till planområdet<sup>10</sup>.

#### 4.5 Markavvattningsföretag

Inget markavvattningsföretag eller båtnadsområde förekommer inom eller i anslutning till planområdet<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> VISS vattenkartan, hämtat 2020-04-07

<sup>11</sup> VISS vattenkartan, hämtat 2020-04-07

#### 4.6 Skyddsvärda områden

Inom samt i anslutning till planområdet förekommer flera skyddsvärda ekar<sup>12</sup> att ta hänsyn till i samband med exploateringen, se figur 5. På skolgården finns en del skyddsvärda träd som skyddas från exploatering i förslag till ny detaljplan. I övrigt förekommer inga skyddsvärda byggnader, naturreservat, fornminnen eller liknande inom planområdet.



Figur 5. Enligt Länsstyrelsen skyddsvärda träd inom planområdet, figuren visar ungefärlig placering.

#### 4.7 Befintlig och planerad markanvändning

Planområdet består i dagsläget av en skola, vägar, parkeringsytor, gångvägar samt grönytor, se figur 6. Skolorområdet innefattar skolbyggnader, skolgård, konstgräsplan, grönytor, gångstråk samt parkeringsytor. Berg i dagen förekommer på skolgården. Området har en generell lutning söderut. Områdets högsta punkt är belägen mitt på Krysshammarvägen.

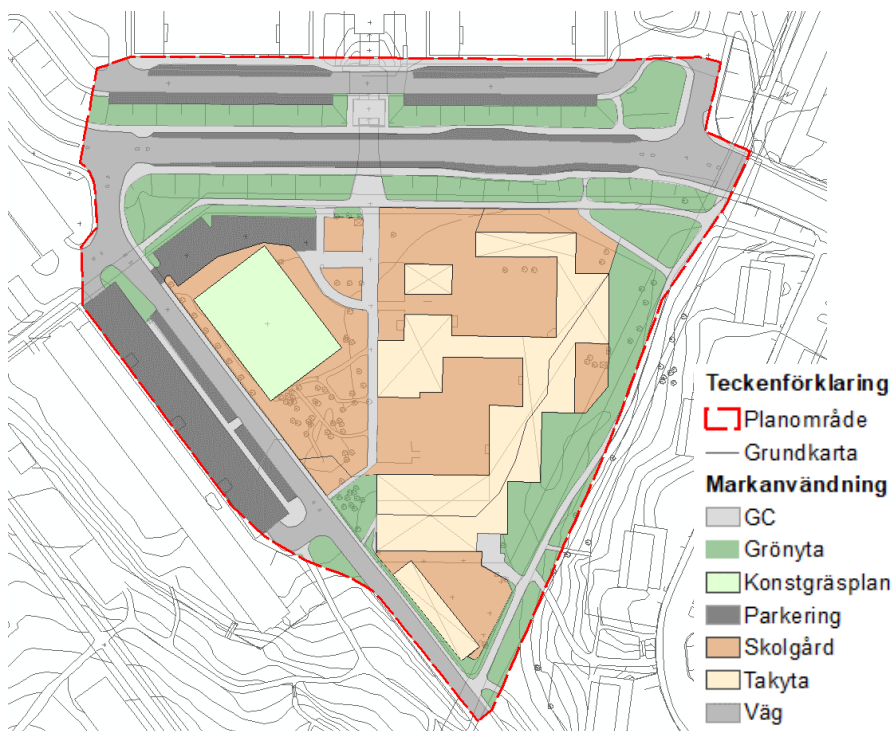
<sup>12</sup> Länsstyrelsen i Stockholms webbGIS, hämtat 2020-04-07





Figur 6. Foton från platsbesök 2020-05-26. Övre t.v. visar Krysshammarvägen, övre t.h. visar Armégatan och nedre visar delar av skolområdet.

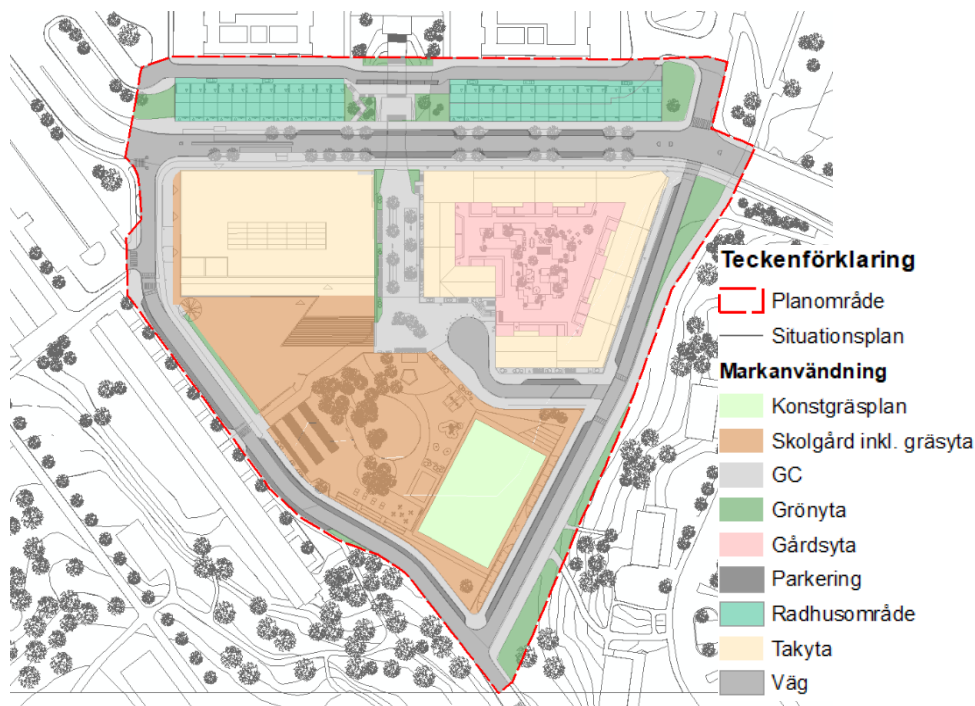
Befintlig markanvändning har delats in enligt figur 7 samt tabell 2.



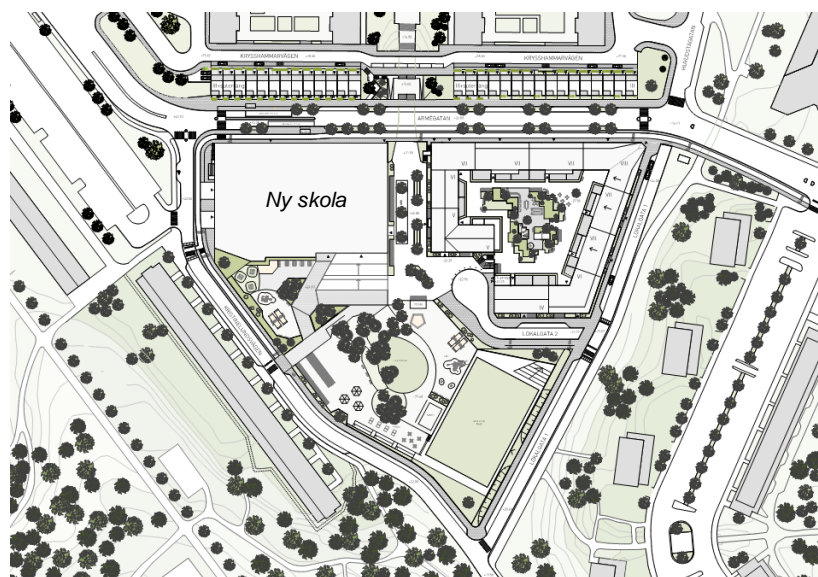
Figur 7. Indelning av befintlig markanvändning inom planområdet.



Inom planområdet planeras radhus, ett flerfamiljshus, en ny skola och att befintlig konstgräsplan flyttas. Garage planeras under flerfamiljshuset vilket innebär att gården anläggs på bjälklag. Dessutom kommer förändring ske för lokalgator och gångvägar, se figur 8. Skolgården har antagits bestå av lika delar asfalterad yta, grusyta samt gräsyta. Skolbyggnaden planeras med ett ljusinsläpp mitt i skolan, denna del av taket planeras anläggas med glas. En stor trapp planeras leda upp till skolan. Markanvändningen för planerad situation har delats in enligt figur 8 samt tabell 2. Planerad bebyggelse illustreras även i figur 9.



Figur 8. Indelning av planerad markanvändning.



Figur 9. Illustration för planerad bebyggelse (erhållen 2021-08-16).

Tabell 2. Befintlig och planerad markanvändning inom planområdet

Markanvändning	Befintlig [ha]	Planerad [ha]
Gång- och cykelbana	0,65	1,1
Grönyta	1,0	0,24
Gårdsyta (bostadshus)	-	0,31
Konstgräsplan	0,20	0,19
Parkering	0,61	0,15
Radhus	-	0,31
Skolgård	1,0	0,94
Takyta	0,58	0,86
Väg	0,77	0,80
<b>Totalt</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>

## 5 Avrinning

### 5.1 Befintliga ytliga avrinningsområden och avrinningsstråk

Modellering av ett 100-årsregn har utförts från befintlig höjdsättning. Ytliga avrinningsområden och avrinningsstråk för befintlig situation har tagits fram genom modellering i SCALGO Live, se figur 10 och bilaga 1. SCALGO Live är ett verktyg som används för att på en övergripande nivå identifiera översvämningsrisker vid intensiv nederbörd och skyfall. För analysen i SCALGO Live användes höjddata från Lantmäteriets nationella höjdmodell med en upplösning 2x2 m vilket är den höjddata som finns tillgänglig i SCALGO Live. Ett skyfall har i simuleringen antagits vara 105 mm regn, motsvarande ett 100-årsregn<sup>13</sup>.

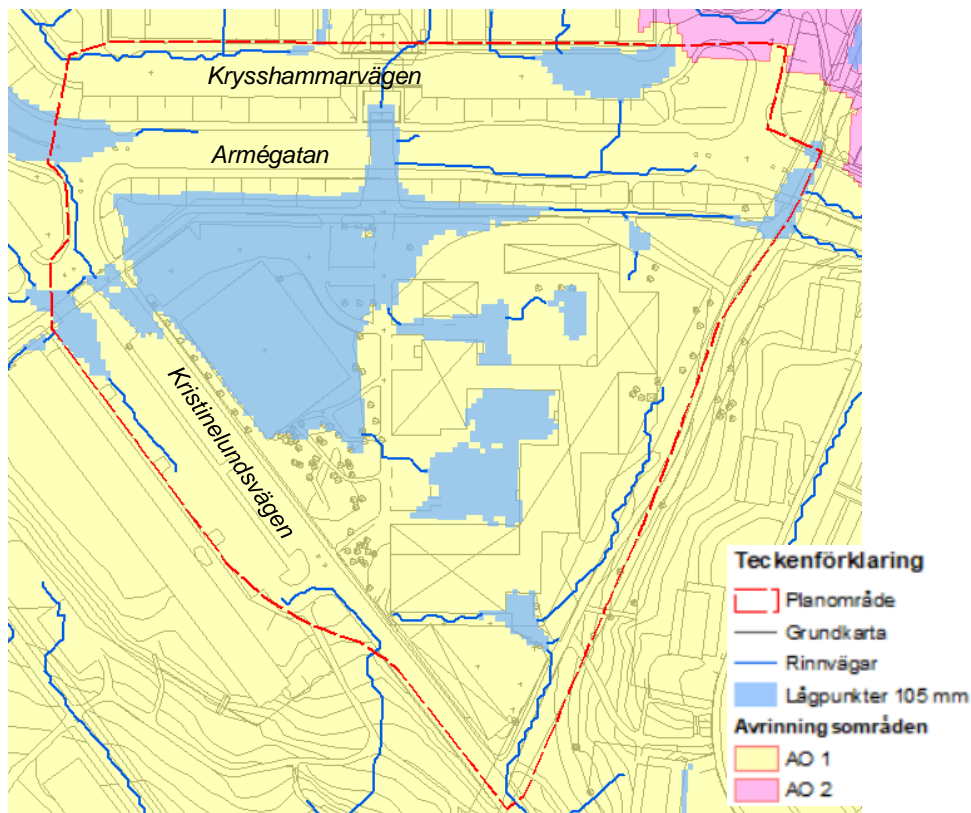
Analysen i SCALGO är ett bra sätt att studera avrinning och översvämningsrisker på en övergripande nivå, analyserna innehåller dock osäkerheter bland annat på grund av upplösningen på höjddata, att hänsyn ej tas till eventuella ledningsnät/trummor och infiltration, tid etc. På grund av upplösningen av höjddata kan man ej se inverkan av lokala små höjdskillnader som mindre diken, kantsten, murar etc.

Planområdet tillhör till stor del ett ytligt avrinningsområde med avrinning i sydlig riktning mot Ulvsundasjön. Intilliggande områden norr och öster om planområdet som utgörs av GC-väg som passerar under Armégatan samt delar av Armégatan har avrinning in genom planområdet.

Den befintliga byggnaden utgör en vattendelare inom planområdet där avrinning dels sker mot befintlig fotbollsplan i nordväst, dels genom parkområdet öster om byggnaden i sydlig riktning. Den befintliga fotbollsplanen, parkeringen på skolan samt gångtunneln under Armégatan utgör en lokal lågpunkt som mottar dagvatten från områden norr och öster om planområdet. Från lågpunkten sker avrinning vidare över Kristinelundsvägen vidare söder ut. Avrinningsstråk från planområdet passerar Huvudstabadet där badpools utgör lågpunkter. Efter Huvudstabadet sker avrinning till Ulvsundasjön.

Två rinnstråk passerar Hufvudsta ridklubb och näringsämnen riskerar därmed att föras med dagvattnet till recipienten. Detta är ett befintligt problem och för att undvika detta behövs höjdsättning av gatorna göras om vilka delvis är placerade utanför planområdet. Vid normala regn ska avledning av dagvatten ske till dagvattenanläggningar och ledningsnät. Problematiken med avrinning förbi ridklubben förekommer främst vid händelse av större regn då ledningsnät går fullt och avrinning sker ytligt. Det är dock en viktig aspekt att ha med i det vidare projektet.

<sup>13</sup> Ett regn på 50 mm användes vilket motsvarar SMHI:s definition av skyfall. I Stockholm används ofta 105 mm vid modellering av skyfall/100-årsregn.

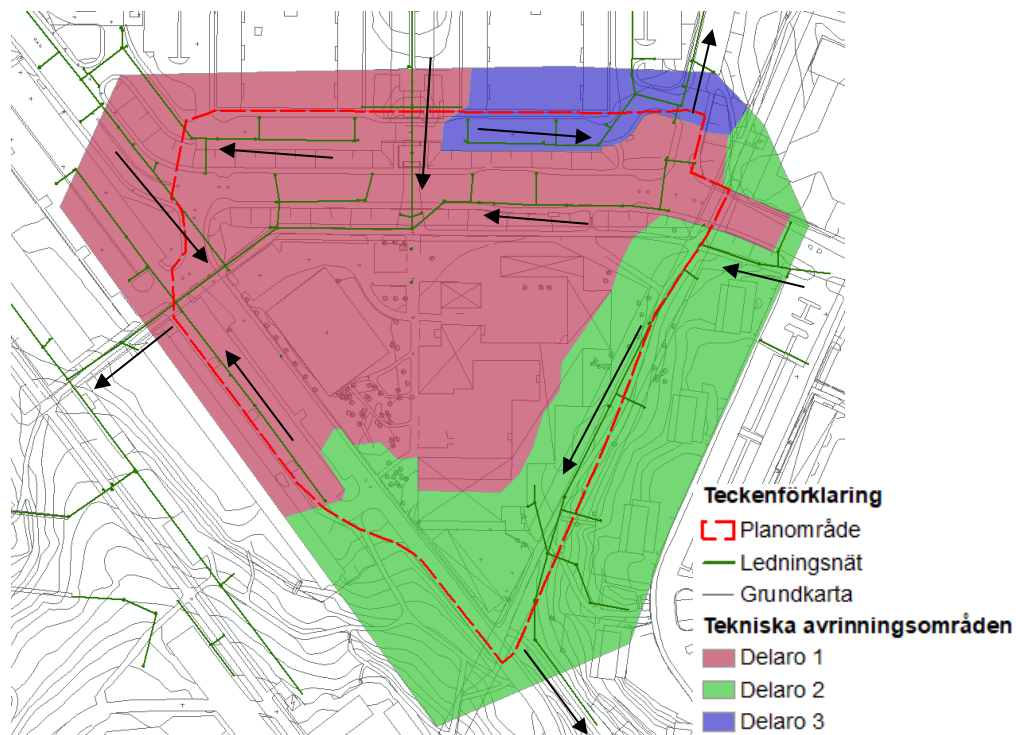


Figur 10. Ytliga avrinningsområden, rinnstråk och lågpunkter vid ett regn på 105 mm.

## 5.2 Befintligt ledningsnät och teknisk avrinning

De tekniska avrinningsområdena har delats in i tre områden, se figur 11. Indelningen har gjorts utifrån erhållet ledningsnät samt topografi. Då taket på skolbyggnaden är platt och inga stuprör identifierades under platsbesök kan avledning från taket ske på annat sätt via internt ledningsnät. I detta fall har ungefär hälften av takdagvattnet antagits ledas mot delavrinningsområde 1 respektive 2. Efter exploatering kan de tekniska avrinningsområdena komma att förändras då ledningsnät och markhöjder förändras. Då framtida ledningsnät ännu inte är fastställt antas samma tekniska avrinningsområden även för planerad situation.

Inga kända problem i ledningssystemet finns. Ledningssamordning pågår parallellt med dagvattenutredning och påvisar eventuellt ledningskonflikter i området.



Figur 11. Tekniska avrinningsområden utifrån befintligt ledningsnät.

## 6 Befintlig situation

Flöden och föroreningar har beräknats med hjälp av StormTac (v.20.2.2). De avrinningskoefficienter som använts i beräkningarna är i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110.

### 6.1 Flödesberäkningar

Avrinningskoefficient [ $\varphi$ ], reducerad area [ $A_{red}$ ] och flöde [ $Q_{dim}$ ] redovisas för befintlig situation i tabell 3. Valet av återkomsttid görs för ett 10-årsregn enligt Solna stads dagvattenstrategi. Rinntider har beräknats utifrån flöde i mark och ledning enligt P110. Skolgården är uppdelas i grönyta, grus/sand respektive hårdgjorda ytor och antas fördelas en tredjedel per område.

Beräknat flöde för befintlig situation uppgår totalt till ca 370 l/s för ett 10-årsregn. Flöde inom respektive tekniskt delavrinningsområde visas i tabell 3. I tabellen visas även årsmedelflöde samt nollalternativ med klimattfaktor 1,25.



Tabell 3. Befintlig markanvändning och beräknade flöden för befintlig situation inom planområdet

Befintlig situation	Tekniska delavrinningsområden			$\varphi$
	1	2	3	
GC [ha]	0,47	0,14	0,04	0,80
Grönyta [ha]	0,55	0,45	-	0,10
Konstgräsplan [ha]	0,20	-	-	0,10
Parkering [ha]	0,52	0,01	0,07	0,80
Skolgård [ha]	0,88	0,15	-	0,45
Takyta [ha]	0,37	0,21	-	0,90
Väg [ha]	0,57	0,12	0,08	0,80
Totalt [ha]	3,6	1,1	0,19	-
$t_r$ [min]	26	22	10	-
$\varphi_s$ [-]	0,58	0,48	0,80	-
$A_{red}$ [ha]	2,0	0,53	0,15	-
$Q_{dim}$ , 10-årsregn [l/s]	260	74	35	-
Årsmedelflöde $Q_{tot}$ [l/s]	0,44	0,11	0,03	-
$Q_{dim}$ , 10-årsregn med $k_f$ [l/s]	330	93	43	-

## 6.2 Föroreningsberäkningar

Översiktliga föroreningsberäkningar har utförts för befintlig situation i StormTac (v.20.2.2) och baseras på schablonvärden för ämnen från olika typer av markanvändning. Schablonhalterna innehåller stora osäkerheter och bör därför mer ses som en fingervisning än som exakta mängder/halter. Föroreningsberäkningarna har utförts för hela planområdet med en nederbörd på 592 mm/år<sup>14</sup>.

Föroreningsberäkningarna baseras på markanvändning av typerna *gång- och cykelväg*, *gräsyta*, *parkering*, *skolorråde* samt *väg* i StormTac. För vägar har ÅDT (årsdygnstrafik) antagits enligt 300 för Krysshamarvägen, 9 000 för Armégatan samt 900 för Kristinelundsvägen<sup>15</sup>. Resultatet av föroreningsberäkningarna ses i bilaga 2.

## 7 Planerad situation

Flöden och föroreningar har beräknats med hjälp av StormTac (v.20.2.2). De avrinningskoefficienter som använts i beräkningarna är i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110.

### 7.1 Flödesberäkningar

Avrinningskoefficient [ $\varphi$ ], reducerad area [ $A_{red}$ ] och flöde [ $Q_{dim}$ ] redovisas för befintlig situation i tabell 4. Valet av återkomsttid görs för ett 10-årsregn enligt Solna stads dagvattenstrategi. Rinntider har beräknats utifrån flöde i mark och ledning enligt P110. Klimatfaktor 1,25 har använts för planerat scenario.

Flöde för planerad situation uppgår totalt till ca 520 l/s för ett 10-årsregn inklusive klimatfaktor. Flöde inom respektive tekniskt delavrinningsområde visas i tabell 4. I tabellen visas även årsmedelflöde med klimatfaktor 1,25.

<sup>14</sup> Uppmätt årsnederbörd orrigerad för mätfel i Stockholm, siffra hämtad från StormTac.

<sup>15</sup> Enligt beräkning av ÅDT utförd av Iterio. Erhållen av Urban Minds 2020-09-30.

Tabell 4. Planerad markanvändning och beräknade flöden för planerad situation inom planområdet

Planerad situation	Tekniska delavrinningsområden			$\varphi$
	1	2	3	
GC [ha]	0,78	0,24	0,03	0,80
Grönyta [ha]	0,12	0,11	0,004	0,10
Gårdsyta [ha]	0,31	0,002	-	0,45
Konstgräsplan [ha]	0,08	0,11	-	0,10
Parkering [ha]	0,08	0,07	0,001	0,80
Radhus [ha]	0,23	-	0,08	0,40
Skolgård [ha]	0,67	0,26	-	0,45
Takyta [ha]	0,77	0,08	-	0,90
Väg [ha]	0,52	0,22	0,07	0,80
<b>Totalt [ha]</b>	<b>3,6</b>	<b>1,1</b>	<b>0,19</b>	<b>-</b>
$t_r$ [min]	26	22	10	-
$\varphi_s$ [-]	0,66	0,58	0,61	-
$A_{red}$ [ha]	2,4	0,64	0,12	-
$Q_{dim}$ , 10-årsregn med $k_f$ [l/s]	380	110	32	-
Årsmedelflöde $Q_{tot}$ [l/s]	0,49	0,14	0,02	-

Beräkningarna visar att dagvattenflödet inom planområdet för ett 10-årsregn förväntas öka/minska inom respektive tekniskt delavrinningsområde enligt:

- + 120 l/s för delaro 1
- + 36 l/s för delaro 2
- - 3 l/s för delaro 3

För hela planområdet ökar flödet med totalt 153 l/s för ett 10-årsregn efter exploatering jämfört med nuläget.

## 7.2 Föroreningsberäkningar

Översiktliga föroreningsberäkningar har utförts för planerad situation i StormTac (v.20.2.2). För metodik se avsnitt 6.2.

Föroreningsberäkningarna baseras markanvändning av typerna *gräsyta*, *parkering*, *flerfamiljshusområde*, *radhusområde*, *skolorråde*, *takyta*, *gång- och cykelväg* samt *väg* i StormTac. För vägar har ÅDT antagits enligt följande: 100<sup>16</sup> för Lokalgata 1, 200 för Krysshammarvägen, 700 för Lokalgata 1, 700 för Kristinelundsvägen samt 12 000 för Armégatan<sup>17</sup>. Delvis ingår vägar även i markanvändningarna för flerfamiljshusområde samt radhusområde. Resultatet av föroreningsberäkningarna ses i bilaga 2.

Efter planerad exploatering, utan föreslagen dagvattenhantering, tyder beräkningarna på att föroreningsinnehåll sett till både mängder och halter kan förväntas förbli på samma nivå eller minska något för samtliga beräknade ämnen. En anledning till detta bedöms vara att trafikmängden beräknas minska för vissa vägar samt att antalet parkeringsplatser minskar.

## 7.3 Fördröjningsbehov

Enligt Solna stads dagvattenstrategi ska 20 mm dagvatten fördröjas och renas från alla ytor. Nödvändiga fördröjningsvolymerna har beräknats utifrån respektive markanvändning samt per tekniskt delavrinningsområde. Totalt krävs en fördröjning av 621 m<sup>3</sup> dagvatten inom planområdet för att nå fördröjningskravet, se tabell 5. Detta kan jämföras med

<sup>16</sup> Det faktiskt värdet enligt prognosen är ÅDT 50 men ÅDT 100 är det minsta som kan användas i StormTac.

<sup>17</sup> Enligt prognos av ÅDT för 2040 utförd av Iterio. Erhållen av Urban Minds 2020-09-30.

födröjningsbehovet för att fördröja ett 10-årsregn till befintliga flöden vilket kräver en fördröjning av 218 m<sup>3</sup> för att inte öka flödet jämfört med dagsläget. Fördröjningen kommer därmed innebära att framtida belastning på ledningsnätet minskar.

Tabell 5. Fördelning av erforderlig fördröjningsvolym utifrån markanvändning samt tekniska delavrinningsområden för att uppnå fördröjningskravet om 20 mm

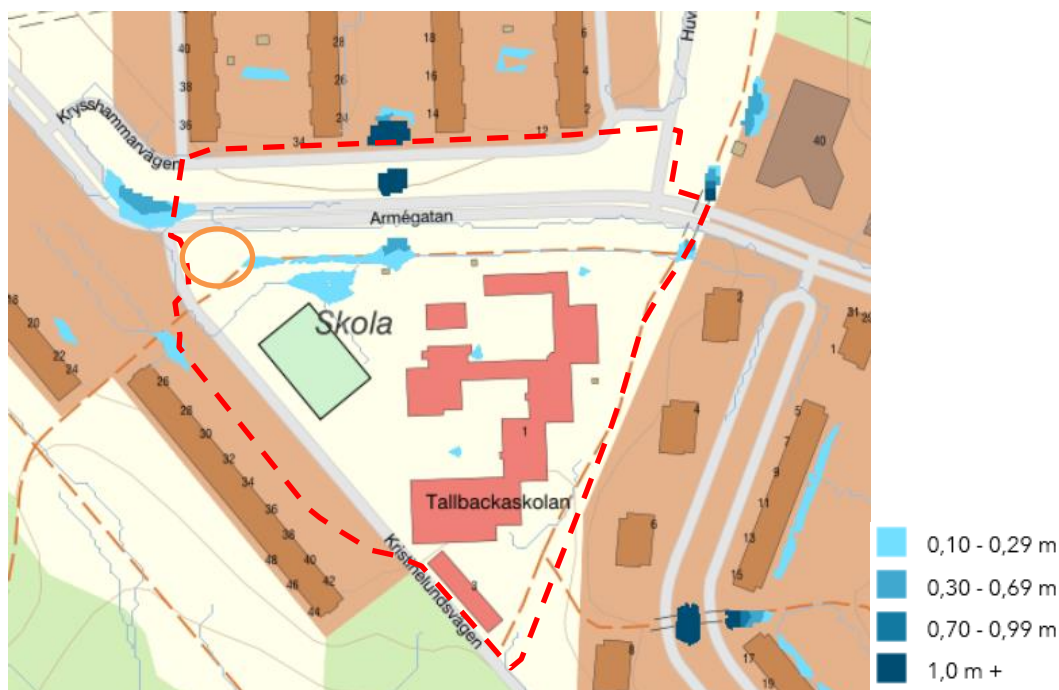
Markanvändning	Total area [ha]	Avrinningskoefficient [-]	Total fördröjning [m <sup>3</sup> ]	Fördröjning per delavrinningsområde		
				Delaro 1 fördröjning [m <sup>3</sup> ]	Delaro 2 fördröjning [m <sup>3</sup> ]	Delaro 3 fördröjning [m <sup>3</sup> ]
GC-väg	1,1	0,80	169	126	38	5
Grönyta	0,24	0,10	5	2	2	-
Gårdsyta	0,31	0,45	28	28	-	-
Konstgräsplan	0,19	0,10	4	2	2	-
Parkering	0,15	0,80	24	13	11	-
Radhus	0,31	0,40	25	18	-	7
Skolgård	0,94	0,45	84	60	24	-
Takyta	0,86	0,90	154	139	15	-
Väg	0,80	0,80	128	82	35	11
<b>Totalt</b>	<b>4,8</b>	<b>-</b>	<b>621</b>	<b>470</b>	<b>127</b>	<b>23</b>

## 8 Översvämningsrisk vid 100-årsregn

En simulering för ett 100-årsregn har gjorts utifrån befintlig höjdsättning inom planområdet, se avsnitt 5.

Länsstyrelsen har utfört en lågpunktskartering för länet, se figur 12. Enligt karteringen förekommer flera lokala lågpunkter inom planområdet där vatten kan bli stående vid större regn eller skyfall. Ytan där störst vattendjup förväntas är i den gångtunnel som går under Armégatan. Lågpunkter som denna är svåra att bygga bort då intilliggande höjder som inte planeras om blir styrande. Även strax norr om befintlig fotbollsplan kan vatten bli stående i en större ansamling. Området som markerats med orange bedömdes vid platsbesök vara instängt. Utöver dessa förekommer ett antal mindre ytor som riskerar att översvämmas vid skyfall. Resultat skiljer från simulering utförd i SCALGO Live, se avsnitt 5.1. Skillnaden kan bero på indata så som antagen nederbörd, hänsyn till ledningsnät, infiltration i mark, noggrannhet på höjddata med mera.

Vatten längs Kristinelundsvägen bedöms endast bli stående längs väg eller parkeringsytor och därmed inte riskera att skada befintliga bostäder.



Figur 12. Urklipp från Länsstyrelsens lågpunktskartering kring planområdet. Orange markering visar instängt område som identifierades under platsbesök.

För att minska översvämningsrisken för planerat scenario bör byggnader eller känsliga installationer inte placeras i lågpunkter. Byggnader rekommenderas att utformas så att rinnstråk inte riskerar att leda in vatten mot byggnader och sedan blir stående utan möjlighet att rinna bort. Det är därför viktigt att flerfamiljsbostadshuset har en öppning eller dagvattensläpp där vattnet kan rinna ut. Om ingen öppning finns kommer allt vatten som faller på gården förbli inom gårdsytan.

För att säkra upp byggnader inom planområdet och för att hindra ytavrinning in mot fasaden bör marken närmast huskropparna ges en kraftig marklutning ut från byggnaden. Svenskt vatten förespråkar i P105 en minsta lutning på 1:20 de närmsta tre metrarna från byggnaden, därefter kan markytan ges en flackare lutning.

Sekundär avrinning rekommenderas ske mot grönytor och fotbollsplanen som inte riskerar att skadas vid stående vatten. Vägar föreslås fungera som sekundära avrinningsstråk.

En övergripande höjdsättning finns för den framtida situation inom planområdet. I stora drag kommer avrinning efter exploateringen att ske som i dagsläget, se figur 13. Krysshammarvägen avleds åt väster samt öster. Större delen av Armégatan avleds västerut och rinner ner längs Kristinelundsvägen. Den befintliga lågpunkten vid parkeringen till skolan byggs bort. Avrinning sker fortsatt mellan flerfamiljsbostadshuset väster om planområdet och vidare söderut mot recipienten. Norra delen av Kristinelundsvägen avrinner också mellan flerfamiljsbostadshuset. Södra delen av Kristinelundsvägen avleds söderut längs vägen. Lokalgatan 1 avrinner söderut och vatten rinner samman med rinnstråk längs Kristinelundsvägen. En mindre del av Lokalgata 2 avrinner också hit.

Vid befintlig gångtunnel/vändplan mellan skola och flerfamiljsbostadshus finns fortsatt en lågpunkt då denna är mycket svår att bygga bort då den styrs av höjdsättning av intilliggande mark. Till denna avrinner resterande del av Lokalgata 2. Vatten från skolgården avrinner sydöst mot konstgräsplanen som utgör en lågpunkt. Planen bedöms utifrån denna översiktliga översvämningsanalys inte öka risken för översvämnning vare sig inom, uppströms eller nedströms planområdet. Nedströms planområdet finns flera mindre



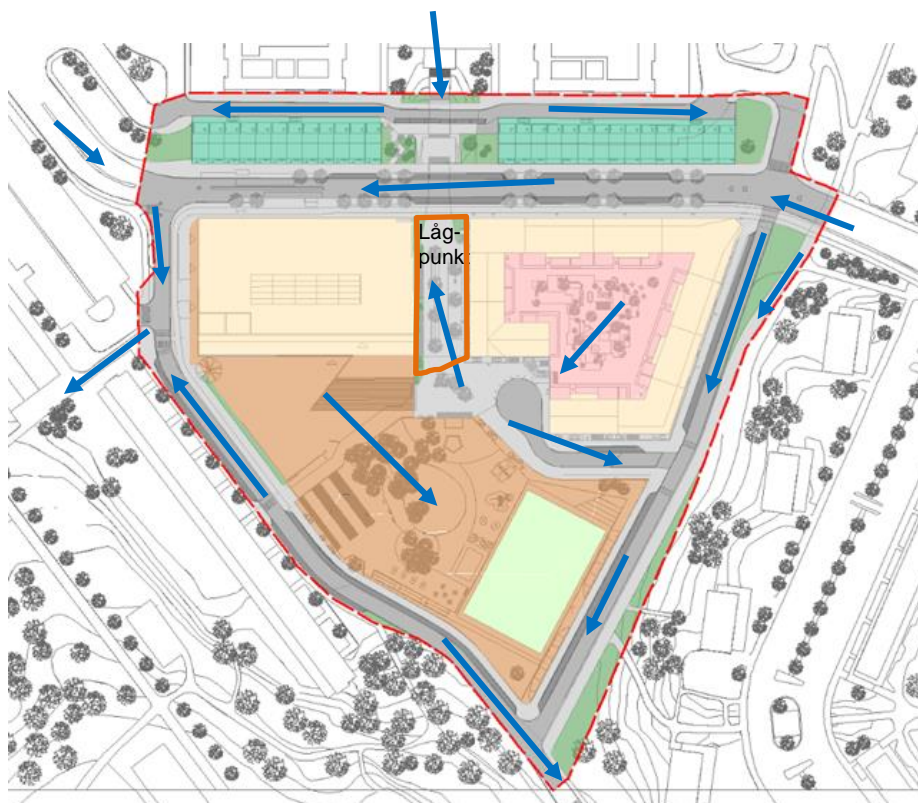
lågpunkter dit vatten från området avrinner vid ett skyfall. Lågpunkterna fylls dock upp och vattnet rinner vidare även i dagsläget varför situationen inte bedöms förvärras av exploateringen, se även Bilaga 1. Så länge dessa lågpunkter inte grävs ur och större volymer kan skapas ses inte att planen förvärrar situationen vare sig uppströms eller nedströms planområdet. Vid den lokala lågpunkten är det viktigt att en låglinje skapas mellan skola och bostadshus för att vatten först ska ansamlas där (dvs marken rekommenderas vara som lägst mitt emellan husen för att vatten ska samlas så långt från byggnaderna som möjligt). Det är en stor fördel att anlägga mycket grönska och dagvattenlösningar dit vatten kan avrinna. Entréer mot lågpunkten rekommenderas att undvikas för att minska risken för skador. Eventuella entréer höjdsätts med högre placering än högsta punkt på den asfalterade ytan (där brytpunkten för lågpunkten går strax nordöst om vändplanen, se orange markering i figur 13) för att vatten ska avrinna söderut innan det rinner in genom entréer. Det är av stor vikt att vattnet rinner över den tröskel som finns på gångytorna innan det rinner in genom entréerna. Den befintliga lågpunkten är svår att bygga bort med avseende på omkringliggande nivåer. Underjordiska lösningar för hantering av skyfall kan vara ett alternativ för att minska risken för översvämning och stående vatten vid skyfall. Ett sådant alternativ kan exempelvis bestå av skyfallstrummor med funktion som ett magasin som rymmer större volymer vatten och har kapacitet att motta vatten även vid stora och höga flöden. Storlek och placering rekommenderas undersökas i skyfallskartering.

Enligt den preliminära höjdsättningen<sup>18</sup> ligger färdig golvnivå på +23,25 m för bostadshuset och + 23,30 för skolan, lägsta punkt i lågpunkten på + 21,80 m och högsta punkt innan vattnet avrinner söderut på + 23,15 m. Eventuella entréer bör, med viss marginal, placeras ovan denna nivå. Därmed bör vatten avrinna söderut innan det rinner in i byggnaderna. Utifrån detta kan ca 1,4 m vatten bli stående i lågpunkten.

En skyfallskartering rekommenderas i ett senare skede då en mer detaljerad höjdsättning finns för hela planområdet. Utifrån denna kan behovet av ytterligare åtgärder för skyfallshantering, såsom behov av skyfallsmagasin i anslutning till lågpunkten, utvärderas.

---

<sup>18</sup> Situationsplan L-30-P-01, PE, höjder erhållna 2021-07-07



Figur 13. Framtida sekundär avrinning enligt preliminär höjdsättning visas med blå pilar inom planområdet. Ungefärlig utbredning av lågpunkten illustreras i orange baserat på höjdsättning enligt ritning L-30-P-01.

## 9 Föreslagen dagvattenhantering

Enligt Solna stads dagvattenstrategi ska dagvattenhanteringen i staden vara långsiktig hållbar. Det innebär bland annat att fördröjande och renande åtgärder för dagvatten ska vidtas. Inom planområdet ska ca 620 m<sup>3</sup> dagvatten omhändertas, se tabell 5.

Åtgärdsförslagen som föreslås innebär lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), gröna lösningar så långt som möjligt samt en mer långtgående rening än enbart sedimentation. Placering och utformning kan anpassas så länge den vattenhållande volymen behålls samt att avledning till respektive åtgärd är möjlig. Hårdgöringsgraden rekommenderas att inte ökas mer än vad som anges i situationsplan. Om ytterligare hårdgöring sker i den grad att avrinningskoefficienterna för planområdet ökar krävs ytterligare fördröjningsåtgärder. Förslag på placering visas i Bilaga 3.

Föreslagna åtgärder har i syfte att fungera både renande och fördröjande. Vägar och parkeringsytor ger upphov till störst föroreningsbelastning inom området varför rening från dessa ytor är extra viktig. Gröna åtgärder bidrar även till att staden blir mer estetiskt tilltalande samt att hårdgöringsgraden begränsas. Ca 15 % av planområdet föreslås anläggas med LOD-åtgärder.

### 9.1 Åtgärdsförslag

#### 9.1.1 Flerfamiljshuset

Takytor på flerfamiljshuset föreslås anläggas delvis med grönt tak och delvis avledas till regnväxtbäddar. De takytor som lutar mot Armégatan anläggs med grönt tak då ingen yta för regnväxtbäddar finns mot denna gata. Även gårdsytor föreslås avledas till regnväxtbäddar. Från takytor kan vattnet avledas till upphöjda växtbäddar intill fasad. Mot de nya lokalgatorna kan växtbäddar placeras även på utsidan av huset för

omhändertagande av takytorna med lutning mot gatan. På gårdsytan kan nedsänkta växtbäddar anläggas och vatten från gårdsytorna leds till dessa. Regnväxtbäddarna på gården kan kombineras med omhändertagande av takytor som leds mot gården.

Från taken beräknas ett fördröjningsbehov om  $72 \text{ m}^3$  vatten varav ca  $18 \text{ m}^3$  fördröjs i grönt tak och resterande  $53 \text{ m}^3$  leds till regnväxtbäddar. Det gröna taket föreslås göras med ett djup om minst 0,1 m och porositet 30 %, ytbehovet för att nå fördröjningen är då ca  $630 \text{ m}^2$ . Om regnväxtbäddarna utformas med ett ytligt magasin på 0,15 m samt ett djupt lager på 0,5 m med porositet 15 % krävs att bäddar anläggs på en yta om ca  $355 \text{ m}^2$  utifrån fördröjning i det ytliga magasinet. Från gårdsytan krävs en fördröjning av  $28 \text{ m}^3$ , med regnväxtbäddar med samma utformning behövs en yta om ca  $190 \text{ m}^2$  för att nå fördröjningsbehovet.

Då garages planeras under flerfamiljshuset görs lösningarna täta och vatten avleds till det kommunala ledningsnätet eftersom infiltration inte är möjlig på grund av bjälklaget.

### 9.1.2 Skolan

Taket på skolan föreslås anläggas med grönt tak. Totalt behövs en fördröjning av  $84 \text{ m}^3$  dagvatten. Om det gröna taket utformas med ett vattenhållande lager på 0,1 m med porositet 30 % behöver en yta om  $2\,800 \text{ m}^2$  anläggas som grönt tak. Det motsvarar ca 60 % av takytan men hela taket kan med fördel anläggas som grönt tak. Den del av takytan som anläggs med glas för ljusinsläpp kan inte anläggas med grönt tak och vattnet från denna yta bör avledas ut över det gröna taket som anläggs på övriga ytor. Det gröna taket bör därmed dimensioneras för att omhänderta dagvatten även från ytor ytan grönt tak.

Från skolgården behövs en total fördröjning av  $84 \text{ m}^3$  dagvatten. Vatten från skolgården tas omhand i nedsänkta grönytor samt regnväxtbäddar på gårdsytan. Ett infiltrationsstråk längs Kristinelundsvägen för fördröjning och vidare avledning mot grönytan i söder föreslås. De nedsänkta grönytorerna antas utformas med en nedsänkning om 0,06 m och fördröja totalt  $30 \text{ m}^3$  på en yta om  $500 \text{ m}^2$ . Ett infiltrationsstråk i väst föreslås fördröja  $6 \text{ m}^3$  dagvatten och utformas med en gräsbeklädd svackning med djup 0,2 m och slänt 1:2 med underbyggnad av 0,5 m och porositet 30 %. Ytbehovet motsvarar på ca  $60 \text{ m}^2$ . Regnväxtbäddarna föreslås utformas med ett ytligt magasin på 0,08 m och ett djupt lager på 0,5 m med porositet 15 %. Totalt fördröjs  $48 \text{ m}^3$  vatten på en yta om  $600 \text{ m}^2$ .

Vatten från konstgräsplanen, motsvarande  $4 \text{ m}^3$ , antas fördröjas i underliggande lager. Antaget att underbyggnad är minst 0,1 m med porositet 30 % fördröjs vattnet med god marginal. För att minska spridningen av mikroplaster till ledningsnätet föreslås ett flertal åtgärder, se även avsnitt 9.5 samt 9.5.1 gällande materialval och mikroplaster. Åtgärder som föreslås är:

- Alternativ till material som ger upphov till mikroplaster (plast/gummi) undersöks och esätts i möjlig mån av förslagsvis sand, kork, kokos, sockerrör, olivkärnor eller kombinationer av dessa.
- Granulatfällor/filter anläggs i de dagvattenbrunnar som finns omkring planen.
- Filterlösning i brunnar för att kunna mäta kvalitén på dagvattnet innan det leds vidare till ledningssystemet. Kontinuerlig skötsel krävs.
- Planen anläggs med en kant för att hindra spridning.
- Endast 1 st utgång bör finnas där borstutrustning installeras för rengöring av skor och kläder.
- Uppsamlingsyta för snö som innehåller granulat med granulatfälla som sköts kontinuerligt.
- Information gällande dagvatten och spridning av mikroplaster från konstgräsplaner.
- Planen med tillhörande dagvattenbrunnar, rengöringsstationer, granulatfällor osv kräver kontinuerlig skötsel för att säkerställa att spridningen av mikroplaster minimeras.

### 9.1.3 Radhusen

Dagvatten från radhusområdena föreslås ledas till makadammagasin för fördröjning och rening. Vatten från alla hårdgjorda ytor (tak, uppfart) föreslås omhändertas samlat för respektive radhus medan vatten från grönytor kan låtas infiltrera. Totalt behöver 25 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas från de 27 radhusen vilket innebär knappt 1 m<sup>3</sup> per hus. Om två makadammagasin anläggs med ett djup om 1 m och porositet 30 % behövs en total yta om ca 85 m<sup>2</sup> fördelat på två magasin. Gatusektionerna utformas för att göra plats åt magasinen samt möjliggöra inledning av dagvatten till dessa, antingen ytligt eller via brunn/ledning. Förslagsvis kan de placeras under parkeringsraderna vid radhusen.

### 9.1.4 Gator, gc-vägar samt parkeringar

#### *Krysshammarvägen*

Vattnet från gata, gångbana och parkeringsytor föreslås att avledas till makadammagasin på båda sidor vägen (väst/öst) då en höjdpunkt i dagsläget finns mitt på gatan vilken medför avledning åt väst samt öst. Magasinen kan även anläggas som luftig skelettjord (30 % porositet) för att använda dagvattnet som en resurs för vegetation. Totalt fördröjningsbehov för väg, gc-väg samt parkering är 41 m<sup>3</sup>. Antaget ett magasin med ett djupt på 1 m och porositet 30 % behövs en total yta om ca 140 m<sup>2</sup>. Gatusektionerna utformas för att göra plats åt magasinen samt möjliggöra inledning av dagvatten till dessa, antingen ytligt eller via brunn/ledning.

#### *Armégatan*

Vattnet från gata, gc-väg och parkering avleds till makadammagasin eller skelettjordar på båda sidor av Armégatan. Totalt fördröjningsbehov för väg, gc-väg samt parkeringsytor är 103 m<sup>3</sup>. Om makadammagasin anläggs med ett djup på 1 m och porositet 30% är ytbehovet ca 345 m<sup>2</sup>. Alternativt kan magasinen utformas som luftig skelettjordar med trädplantering med samma dimensioner. Gatusektionerna utformas för att göra plats åt magasinen samt möjliggöra inledning av dagvatten till dessa, antingen ytligt eller via brunn/ledning. Lösningen kan anläggas under gc-bana för att undvika konflikt med ledningar i gata.

#### *Kristinelundsvägen*

Vattnet från gata, gc-väg och parkering föreslås att avledas till makadammagasin under gata, gc-väg eller parkeringsplatser längs Kristinelundsvägen. Totalt fördröjningsbehov är 64 m<sup>3</sup>. Makadammagasin med exempelvis 1 m djup och porositet 30 % har ett totalt ytbehov på ca 215 m<sup>2</sup>. Magasinen kan anläggas som luftig skelettjord med trädplantering med samma dimensionering. Gatusektionerna utformas för att göra plats åt magasinen samt möjliggöra inledning av dagvatten till dessa, antingen ytligt eller via brunn/ledning. Beroende på hur gatan skevas kan fördröjning behöva ske på båda sidor om vägen.

Höjdsättning av gatan kan med fördel göras på så vis att den ytliga avrinningen mot Hufvudsta ridklubb söder om planområdet minimeras för att undvika näringstillförsel till recipienten.

#### *Lokalgata 1*

Dagvatten från väg, gc-väg samt parkeringar längs Lokalgata 1 föreslås ledas till makadammagasin under väg, gc-väg eller parkering. Med ett djup om 1 m med porositet 30 % krävs en yta om ca 200 m<sup>2</sup> för att nå fördröjningsbehovet om 60 m<sup>3</sup> dagvatten från väg, gc-väg och parkering. Även dessa magasin kan utformas som luftiga skelettjordar. Avledning sker via brunn och ledning. Magasinen kan anläggas under väg, gc-väg eller parkeringsytor. Ett alternativ kan vara att nyttja grönytan längs östra sidan av gatan för dagvattenhantering. Det kan exempelvis ske med dike eller nedsänkt grönyta.



## Lokalgata 2

Från lokalgata 2, parkering och gc-väg behöver totalt 53 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas varav 12 m<sup>3</sup> för väg och parkering samt 41 m<sup>3</sup> för gc-väg längs gatan samt mellan skola och flerfamiljshus. Dagvatten från väg, parkering samt vändplan fördröjs i makadammagasin under gata eller parkering. Med ett magasin med djup 1 m och porositet 30 % behövs en yta om ca 40 m<sup>2</sup>. Dagvattnet leds in via brunn och ledning.

Från gc-väg längs lokalgatan samt mellan skola och flerfamiljshus (lågpunkten) behövs en fördröjning av resterande 41 m<sup>3</sup>. På ytan planeras regnväxtbäddar på en yta om ca 160 m<sup>2</sup>, om detta anläggs med ett ytligt magasin på 0,15 m kan 24 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas i dessa. Resterande 17 m<sup>3</sup> fördröjs i luftig skelettjord med ett djup på 1 m och porositet 30 %. Ytbehovet är ca 60 m<sup>2</sup> för att nå fördröjningen. Kring denna yta, belägen i lågpunkt, kan grönytor och dagvattenlösningar med stor fördel anläggas med så stor fördröjningsvolym som möjligt. Risken för översvämningssproblematik minskar desto större fördröjning som kan medföras i dagvattenåtgärderna.

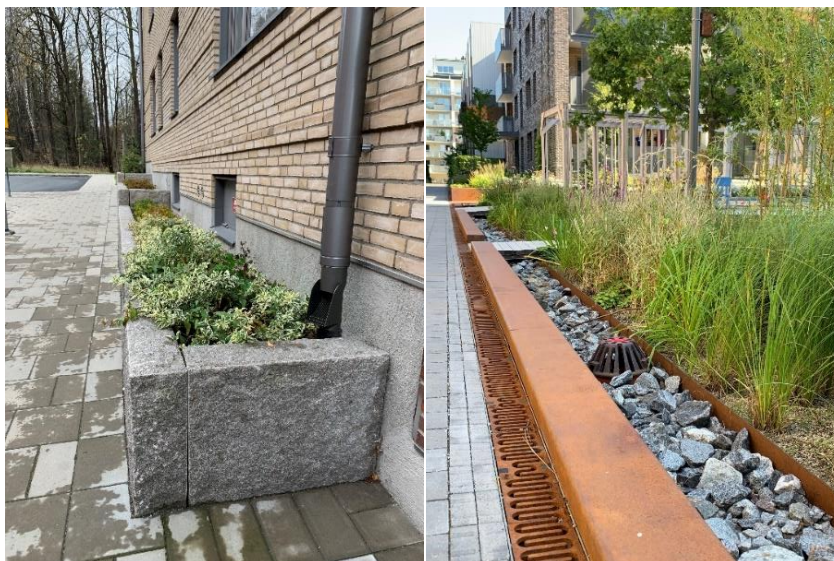
## 9.2 Principlösningar

Nedan beskrivs principen för de dagvattenåtgärder som föreslås. För att skapa en tilltalande och yteffektiv dagvattenhantering kan ytor på mark, tak samt under jord nyttjas för fördröjning och rening.

### 9.2.1 Regnväxtbäddar

Regnväxtbäddar är utvecklade för att motta dagvatten från hårdgjorda ytor. Växtbädden kan utformas som en nedsänkt bädd eller en upphöjd planteringslåda, se figur 14. Upphöjda planteringslådor fungerar för takytor eller ytor belägna högre än bädden. Plantering sker med växter eller träd efter önskemål och klimat. Dagvattnet kan ledas till växtbädden via stuprör, ytlig avrinning, brunnar eller ledningar. Den övre delen av regnväxtbädden utformas som ett ytmagasin dit vatten kan tillrinna och tillfälligt uppehållas. Vattnet infiltreras sedan genom markbäddens lager och renas genom upptag till mark och växter. Botten av bädden fylls med makadam och om lämpligt kan botten göras öppen för infiltration till underliggande mark.

När bäddarna anläggs behövs kontinuerlig bevattning, behovet kan även uppstå vid torka. Underhåll i form av ogräsrensning och renhållning kring stuprör/brunnar samt in-/utlopp behövs. Eventuellt kan viss nyplantering behövas. Efter en längre tid kan genomsläppligheten minska och ytlagret sätts igen, detta åtgärdas genom luckring eller att ta bort det övre lagret.



Figur 14. Exempel på upphöjd regnväxtbädd intill fasad samt nedsänkt regnväxtbädd på innegård (foto Bjerking).

### 9.2.2 Grönt tak

Gröna tak används för fördröjning av dagvatten men kan även bidra till att reducera mängden dagvatten. Detta sker genom att vegetation och jordlager tar upp nederbörd men även fungerar som ett magasin för att hålla vatten, se figur 15. Mängden som kan fördröjas beror på takets lutning, vald växtlighet samt tjocklek på lagren

Taken byggs upp av flera jordskikt samt ett dränerande lager i botten närmst takstommen. När taket mättats på vatten avrinner överflödigt vatten via dräneringslagret. Beroende på taktyp byggs lagren upp på olika vis. Valet av växtarter anpassas efter lokala klimatförhållanden.

Det är viktigt att takets lutning inte blir för stor. Vid en lutning över 10 grader finns risk för att vegetationsystemet hasar/glider, det kan dock förhindras med tex rotsäkert tätskikt (se Grönatakboken). För att behålla nödvändig fördröjningseffekten är taklutningen viktig då avrinningskoefficienten beror av lutningen och djupet på taket (se tabell 4 Grönatakboken).

Funktionen hos gröna tak varierar med årstider, sommartid kan värme och mindre nederbörd innebära en liten mängd vatten som rinner av från taken medan fördröjningsförmågan minskar under vintertid. Avdunstning från taken varierar också beroende på årstid. Fördelar finns trots detta då dagvatten fördröjs, kan minska i mängd, grönska och biologisk mångfald gynnas. Taken fungerar även isolerande mot värme, kyla och buller. Dessutom krävs ingen ytterligare plats än takytan. På gröna tak kan även solceller eller bikupor placeras. Reningseffekten varierar men viss effekt fås då upptag av växtligheten samt fastläggning i lagren sker.

Då ett grönt tak anläggs är det viktigt att ha kontinuerlig uppföljning av hur växterna etablerar sig, det kan vara aktuellt att bevattna eller ometablering av vissa plantor. Beroende på växtval kan underhåll krävas i form av bevattning, gödsling eller ogrärensning. Ur synpunkt för näringstillförsel till dagvatten bör dock gödsling enbart ske vid behov och då i lagom mängd för att ämnena ska kunna tillgodoses av växtligheten. Växtval bör göras för att minimera behovet av gödsling. Även kontroll av dränering och stuprör bör ske kontinuerligt.



Figur 15. Exempel på grönt tak (foto Bjerking).

### 9.2.3 Infiltration till grönytor/nedsänkta grönytor

Stora grönytor såsom gräsmattor eller naturmark är ett alternativ för att fördröja och rena dagvatten. Dessa kan också skapas för ändamålet och kan då utformas med skålning för att möjliggöra tillförsel av större flöden, se figur 16. Lämpligen leds dagvattnet till ytan på bred front som kan ta omhand dagvatten från vägar, parkeringar, tak eller bostadsområden. För optimal fördröjning och rening bör lutningen på grönytan inte vara mer än 5 %, en långsammare infiltration ökar reningsgraden då fler partiklar hinner fastläggas. Reningsförmågan beror av underliggande jorddjup, jordens förmåga att binda partiklar samt infiltrationskapacitet. Reningen sker i form av upptag av föroreningar och partiklar som avskiljs i de olika lagren. Växtlighet i form av exempelvis gräs tar upp näringsämnen som på så vis nyttiggörs. Om låga flöden förväntas kan grönytan vara plan, svagt sluttande eller något varierande. En bräddningsbrunn kan anläggas för att vid behov avleda vattnet till dagvattennätet om det inte är möjligt att infiltrera eller magasinera vattnet på ytan, dock inte vid extrema regn då ledningsnätet går fulla.

Vintertid kan infiltrationsförmåga och reningseffekt minska vid igenfrysning. Underhåll sker i form av klippning vid gräsbeklädd grönyta, lövkattning och renhållning. Efter en längre tid kan genomsläppligheten minska och ytan sättas igen, ytlagret får då luckras eller bytas.





Figur 16. Exempel på infiltration till grönyta/nedsänkt grönyta (foto Bjerking).

#### 9.2.4 Infiltrationsstråk

Infiltrationsstråk bidrar till att fördröja, rena och avleda dagvatten från hårdgjorda ytor. Infiltrationsstråket utformas som ett svackformat och gräsbeklätt dike vilket medför en god reningsförmåga, se figur 17. För att uppnå önskad rening och fördröjning bör diket inte slutta mer än 1 % i längdled. Diket byggs upp av makadam i botten, grus, matjord samt ett växtbeklätt övre lager där vatten fördröjs. I kanten av diket anläggs en brunn som fungerar som översvämningsskydd. Brunnen bör placeras en bit upp på dikeskanten eller upphöjd från botten för att fungera som översvämningsskydd. Om brunnen anläggs i diket bottenhöjd förlorar den sitt syfte. Diket kan kopplas till dagvattennätet via en dränledning i diket dräneringslager om vattnet inte bör infiltrera till underliggande mark.

Underhåll behövs i form av gräsklippning, krattning, rensning av ogräs samt allmän renhållning. Efter en tid minskar genomsläppligheten för ytlagret och stråken kan till slut bli helt igensatt. Återskapning sker genom luckring eller byte av ytlager vilket bör ske på ett sådant sätt att föroreningar som bundits till lagret inte sprids.



Figur 17. Exempel på infiltrationsstråk (foto Bjerking).

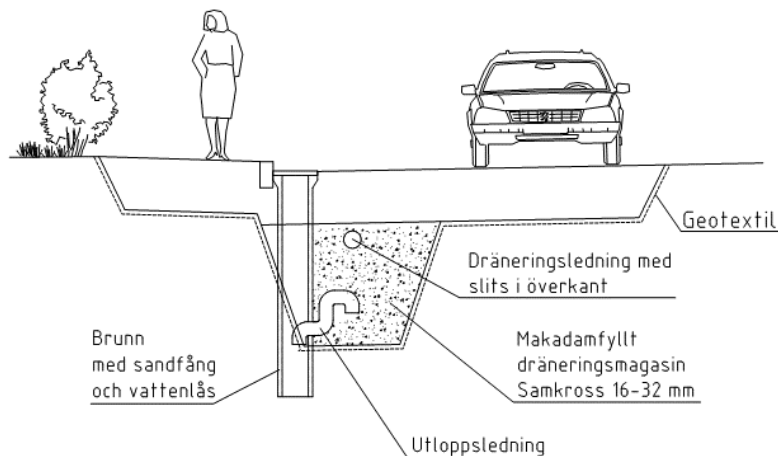


### 9.2.5 Makadammagasin

Underjordiska magasin kan användas vid begränsade ytor eller då dagvatten inte är lämpligt att infiltrera men en fördröjning av dagvatten behövs. Magasinet anläggs med tät botten med utlopp till dike eller dagvattenledning, se figur 18. Magasinet kan placeras under exempelvis gata, gång- och cykelbana eller parkeringsyta.

Magasinet kan utformas på en rad olika sätt men ett minskat anläggningsdjup om 1–2 m rekommenderas. Magasinet fylls med makadam där fastläggning av partiklar sker och vattnet på så vis renas. Underjordiska magasin fungerar flödesutjämnande. Sandfång bör placeras vid inloppet för att undvika igensättning. In- samt utlopp som riskerar igenfrysning under vintern bör utformas för att minska risken för detta.

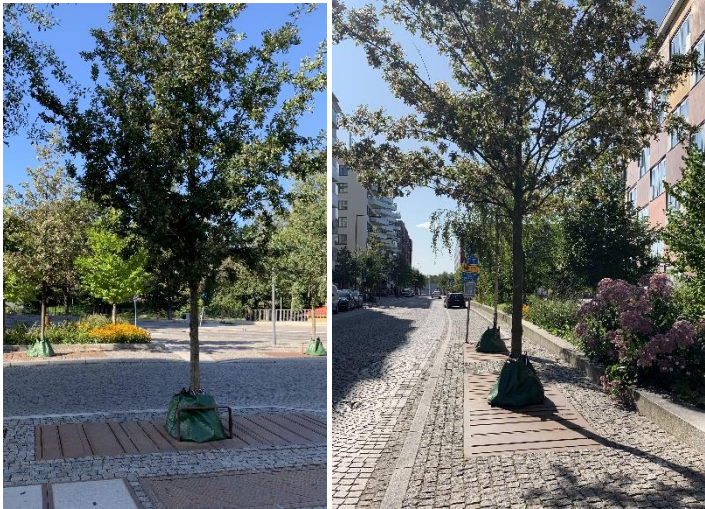
Underhåll behövs i form av kontinuerlig rensning av sandfång och kontroll av brunnar. Krossmaterialet kan efter en längre tid behöva bytas eller spolats rent, hur ofta beror till stor del av föroreningsbelastningen till magasinet. För att öka livslängden bör magasinet vara möjligt att tömma på sediment. När det töms är det viktigt att undvika att sedimenten leds bort med dagvatten till dike eller ledningsnät.



Figur 18. Illustration för makadamfyllt magasin under väg. Placering kan även ske under exempelvis gc-bana eller parkering.

### 9.2.6 Skelettjord

Skelettjord kan användas vid trädplanteringar för att skapa ett underjordiskt dagvattenmagasin, se figur 19. Skelettjordar är ett yteffektivt val som ger ett utjämnat flöde, rening och som även tillför grönska i området. Skelettjorden består av grov makadam och vatten tillförs genom brunnar med sandfång eller via dräneringsledningar. Luftintag kan ske via samma brunn för att tillgodose trädets syrebehov. Skelettjorden kan vara så kallad *vanlig skelettjord* och består av ett luftigt bärlager i den övre delen. I den undre delen blandas makadam med jord vilket medför en lägre porositet på ca 10 %. Inblandning av biokol i skelettjorden kan med fördel ske och helt eller delvis ersätta jorden. Biokol bedöms hålla vatten, näring och syre på ett bra sätt samtidigt som det fungerar som en kolsänka. *Luftig skelettjord*, innehåller ingen jord och har därför en större porositet på ca 30 %.



Figur 19. Exempel på skelettjordar (foto Bjerking).

### 9.3 Flöde efter fördröjning

Flödet från respektive tekniskt delavrinningsområde beräknas efter rening med föreslagna åtgärder till:

- 92 l/s för delaro 1
- 26 l/s för delaro 2
- 5 l/s för delaro 3.

Totalt flöde från planområdet efter fördröjande åtgärder beräknas till ca 120 l/s vilket kan jämföras med ca 520 l/s efter exploatering men utan åtgärd, se tabell 4.

### 9.4 Reningseffekt

Generella reningseffekter för föreslagna dagvattenåtgärder redovisas i tabell 6. Reningseffekterna bör ses som en fingervisning och kan ge en indikation över hur det framtida föroreningsbidraget från planområdet kan komma att påverkas efter föreslagen dagvattenhantering. Tabellen visar den generella reningseffekten de föreslagna åtgärderna har på respektive ämne.

Tabell 6. Generella reningseffekter i regnväxtbädd, grönt tak, översilningsyta, infiltrationsstråk, genomsläpplig beläggning samt skelettjord (StormTac, uppdaterat 2020-07-06)

Reningseffekt [%]									
P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Regnväxtbädd/biofilter									
65	40	80	65	85	85	55	75	80	85
Grönt tak									
-220	-120	65	-100	20	20	25	35	90	0
Översilningsyta/infiltration till grönyta									
40	30	55	55	50	55	45	45	70	70
Infiltrationsstråk									
60	55	80	65	85	85	55	65	80	60
Makadammagasin									
35	45	75	60	70	60	50	55	80	55
Skelettjord									
55	55	75	75	80	65	70	65	90	75

För beräkning av föroreningsinnehåll efter exploatering och rening i föreslagna åtgärder har rening för hela planområdet antagits. Då olika ytor inom respektive område leds till varierande åtgärder har en minsta rening genom översilningsyta antagits för hela planområdet i föroreningsberäkningarna som redovisas i Bilaga 2. Flera av de föreslagna åtgärderna har dock en högre reningseffekt än översilningsytor har varför ytterligare rening kan förväntas. Uppnådd reningseffekt utifrån rening i översilningsyta ses i tabell 7. Den beräknade reningseffekten genererar en högre rening än den generella effekten, se tabell 6.

Tabell 7. Beräknad reningseffekt i StormTac utifrån rening i översilningsyta

Uppnådd reningseffekt [%]									
P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Översilningsyta/infiltration till grönyta									
55	56	62	68	68	60	65	64	80	79

Efter rening i föreslagna åtgärder kan föroreningarna beräknas minska både gällande mängder och halter jämfört med befintlig situation. Resultatet av föroreningsberäkningarna visas i Bilaga 2. Planen bedöms därmed inte försvåra för recipienten att nå MKN.

## 9.5 Materialval

Val av byggnadsmaterial är en mycket viktig del i att uppnå miljö kvalitetsnormerna och källor till föroreningar i dagvatten kan begränsas genom kloka materialval. Exempelvis bör tak- och fasadmateriell som koppar, zink och dess legeringar undvikas. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar och lösningar som behöver gödsling kan leda till ökad tillförsel av näringsämnen till dagvattnet. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de material som ska användas vid byggnation.

Vid anläggning av konstgräsplanen bör materialvalet beaktas. Konstgräsplaner innehåller ofta korn av gummi eller plast vilket ges samlingsnamnet granulat. Vanliga typer av granulat är återvunna bildäck (SBR), nytillverkat gummi (EPDM) samt termoplast (TPE). Granulat kan innehålla farliga ämnen så som PAH, metaller, ftalater och flyktiga organiska ämnen. För att minska skador på hälsa och miljö är det viktigt att dessa ämnen

begränsas. Kemikalieinspektionen REACH<sup>19</sup> avråder från att använda granulat som innehåller dessa ämnen.

#### 9.5.1 Mikroplaster

Enligt Naturvårdsverket ses konstgräsplaner som en av de största källorna till utsläpp av mikroplaster. Konstgräsplanerna består ofta av ett fyllnadsmaterial av gummigranulat vilket klassas som mikroplast. Vid användning och skötsel av planen sprids mikroplaster från planen genom exempelvis dagvattnet, vid snöröjning samt spelares skor och kläder.

Naturvårdsverket rekommenderar att verksamhetsutövere med ansvar för underhåll och skötsel av konstgräsplaner tar fram en plan för hur miljöpåverkan från planen kan minimeras<sup>20</sup>. Naturvårdsverket har sammanställt en vägledning för konstgräsplaner i vilken Miljöbalken (MB) hänvisas till. Vägledningen hänvisar även till krav och principer i form av kunskapskravet (2. Kap 2 § MB), försiktighetsprincipen samt krav att använda bästa möjliga teknik (2 kap. 3 § MB), produktvalsprincipen (2 kap. 4 § MB) samt hushållningsprincipen (2 kap. 5 § MB)<sup>21</sup>.

För att minska spridningen av granulat från konstgräsplanen måste åtgärder vidtas. En konkret åtgärd för att minska uppkomsten av mikroplast är att hitta ett alternativt fyllnadsmaterial. I bland annat Uppsala har en konstgräsplan anlagts med 98 % sand istället för gummigranulat vilket minskar användningen och spridningen av mikroplast betydligt. I Solna planeras en konstgräsplan med kokos, olivkärnor och sockerrör. Även olivkärnor blandat med kork testas i kommunen. Utvärdering av dessa kan rekommenderas fungera som underlag vid val av material för konstgräsplanen inom detaljplanen. Samtliga brunnar runt planen ska förse med silar/filter för att fånga upp granulat, specifika ytor för snöupplägg har anlagts för att kunna återanvända material samt borststationer där spelarna borstar av granulat innan de lämnar planen. Andra åtgärder kan innebära en rengöringsstation för spelares skor samt att sprida information till spelare och planskötare. För att säkerställa en högre uppsamlingsgrad bör endast en utgång anläggas. Planen kan förse med en kant som hindrar viss spridning samt att dagvatten leds till brunnar där separering i möjlig mån sker samt eventuell provtagningsbrunn.

Enligt Naturvårdsverket finns möjlighet för tillsynsmyndigheten (26 kap. 19 § MB) att ställa krav på verksamhetsutövaren att upprätta, redovisa och kontinuerligt uppdatera en åtgärdsplan med åtgärder. Åtgärder för att minska spridningen av mikroplaster bör därmed ses som ett krav i enlighet med Miljöbalken.

För den planerade konstgräsplanen rekommenderas därför utifrån Naturvårdsverkets vägledning och Miljöbalken att följande införs på konstgräsplanen:

- Alternativ till material som ger upphov till mikroplaster (plast/gummi) undersöks och ersätts i möjlig mån av förslagsvis sand, kork, kokos, sockerrör, olivkärnor eller kombinationer av dessa.
- Granulatfällor/filter anläggs i de dagvattenbrunnar som finns omkring planen.
- Filterlösning i brunnar för att kunna mäta kvalitén på dagvattnet innan det leds vidare till ledningssystemet. Kontinuerlig skötsel krävs.
- Planen anläggs med en kant för att hindra spridning.
- Endast 1 st utgång bör finnas där borstutrustning installeras för rengöring av skor och kläder.
- Uppsamlingsyta för snö som innehåller granulat med granulatfälla som sköts kontinuerligt.

<sup>19</sup> <https://www.kemi.se/kemiska-amnen-och-material/konstgrasplaner-och-fallskydd> hämtat 2020-11-18

<sup>20</sup> Mikroplaster – Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige. Naturvårdsverket. Daterad juni 2017.

<sup>21</sup> <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Plast-och-mikroplast/Konstgrasplaner/> hämtat 2020-11-18



- Information gällande dagvatten och spridning av mikroplaster från konstgräsplaner.

Planen med tillhörande dagvattenbrunnar, rengöringsstationer, granulutfällor osv kräver kontinuerlig skötsel för att säkerställa att spridningen av mikroplaster minimeras.

Då befintlig konstgräsplan rivs bör detta göras på så sätt att spridningen av mikroplast minimeras och samlas upp.

## 10 Fortsatt arbete

På grund av föroreningsituationen rekommenderas som utgångspunkt att samtliga dagvattenåtgärder anläggs med tät botten baserat på den information som finns att tillgå i dagsläget. Vid uppförandet av ny skola med skolgård kommer marken saneras vilket innebär att behov av tät botten kan omprövas. Även övriga åtgärder och åtgärds mål för hantering av markföroreningar, samt resultat från kompletterande miljötekniska undersökningar kan påverka senare bedömning om tät botten är nödvändig eller inte.

För att minska risken att plast från den befintliga fotbollsplanen sprids bör en uppsamlande funktion finnas under rivningsarbetet samt åtgärder för att minimera spridningen från den nya planen vidtas. Det behöver säkerställas att rivningsmaterialet av plast ska hanteras och skyddas från regn för att undvika spridning av plastpartiklar till dagvattnet. Närliggande brunnar rekommenderas anläggas med filter för att samla upp mikroplaster som trots åtgärder sprids med dagvattnet. Området kring planen kan vallas in för att minska risken för spridning då planen rivs upp. En rivningsplan bör upprättas. Att rivningsarbetet sker med hänsyn till minimering av mikroplastspridning kan beskrivas i planbeskrivningen, projekteringsskedet samt kravställas av kommunen vid planens genomförande.

## 11 Slutsats och rekommendationer

Planerad exploatering inom planområdena beräknas innebära ökade flöden. Föroreningsinnehållet minskar något eller förblir på samma nivå som befintlig situation. För ett 10-årsregn beräknas dagvattenflöden öka med ca 150 l/s. Dagvattenåtgärder ska enligt Solna stads dagvattenstrategi föreslås för fördröjning av 20 mm nederbörd. För att möta riktlinjerna krävs en total fördröjning om ca 620 m<sup>3</sup> dagvatten inom planområdet.

Dagvatten föreslås omhändertas genom lokalt omhändertagande, LOD. Åtgärderna som föreslås inom planområdet består av regnväxtbäddar, grönt tak, nedsänkta grönytor, infiltrationsstråk, genomsläpplig beläggning samt skelettjordar. Föreslagna dagvattenåtgärder och placering visas i Bilaga 3. I dagsläget rekommenderas att samtliga dagvattenlösningar inom området görs med tät botten utifrån föroreningsituationen. Då åtgärder och åtgärds mål för hantering av markföroreningar är bestämda kan behovet av tät botten omprövas.

Efter planerad exploatering samt med föreslagna åtgärder kommer allt dagvatten att genomgå rening före utsläpp till recipienten Ulvsundasjön. Samtliga föroreningar beräknas minska efter exploateringen sett till både mängder och halter. Med föreslagna dagvattenåtgärder bedöms planen bidra positivt till åtgärdsprogrammet och möjligheten att uppnå MKN i recipienten. Planen bidrar till efterlevnad av det lokala åtgärdsprogrammet genom en stor del öppna, gröna lösningar. Fosfor och tungmetaller kopplat till vägtrafik bedöms som viktiga föroreningar att minska i åtgärdsprogrammet, detta bidrar planen till i stor utsträckning. Föreslagna åtgärder bidrar i stor utsträckning till rening av dessa ämnen, se tabell 6. Med de åtgärder som föreslås anses även Solna stads dagvattenstrategi följas då fördröjning och rening av dagvatten sker i den utsträckning att föroreningsbelastningen minskar, belastningen på ledningsnätet minskar och rening av dagvatten från ytor som tidigare bidragit till stor föroreningsbelastning ges.

I dagsläget finns viss översvämningsproblematik vid 100-årsregn och stora mängder vatten kan ansamlas inom delar av planområdet. Med planerad höjdsättning väntas avrinning vid skyfall ske likt dagsläget. En befintlig lågpunkt vid en gångtunnel/planerad vändplan kommer förbli där mycket vatten kan bli stående. Den befintliga lågpunkten är dock mycket svår att bygga bort med hänsyn till omkringliggande marknivåer. Entréer rekommenderas inte anläggas mot lågpunkten och en låglinje med gröna ytor rekommenderas mellan flerfamiljshuset och skolan. Färdig golvnivå ligger högre än högsta punkt i lågpunkten enligt den höjdsättning som finns vid rapportens framtagande. Det innebär att vattnet kommer avrinna söderut innan det potentiellt skulle bli stående i huset. Underjordiska skyfallslösningar kan vara ett alternativ för att minska risken för stående vatten ytterligare. Behovet kan utredas vidare om en skyfallsmodellering utförs. I övrigt bedöms planen inte medföra ökad risk för översvämning vare sig inom eller i anslutning till planområdet. En skyfallskartering föreslås i ett senare skede då en mer detaljerad höjdsättning finns framtagen för hela planområdet.

## Bjerking AB

Författare:  
**Emelie Holm**  
**Kajsa Forsberg**

Granskad av:  
**Lina Thorén**

Kontakt: Emelie Holm  
010 – 211 85 70  
Emelie.holm@bjerking.se

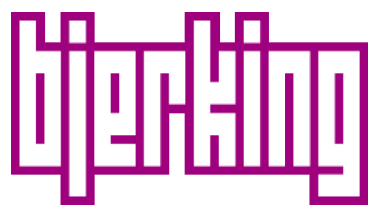
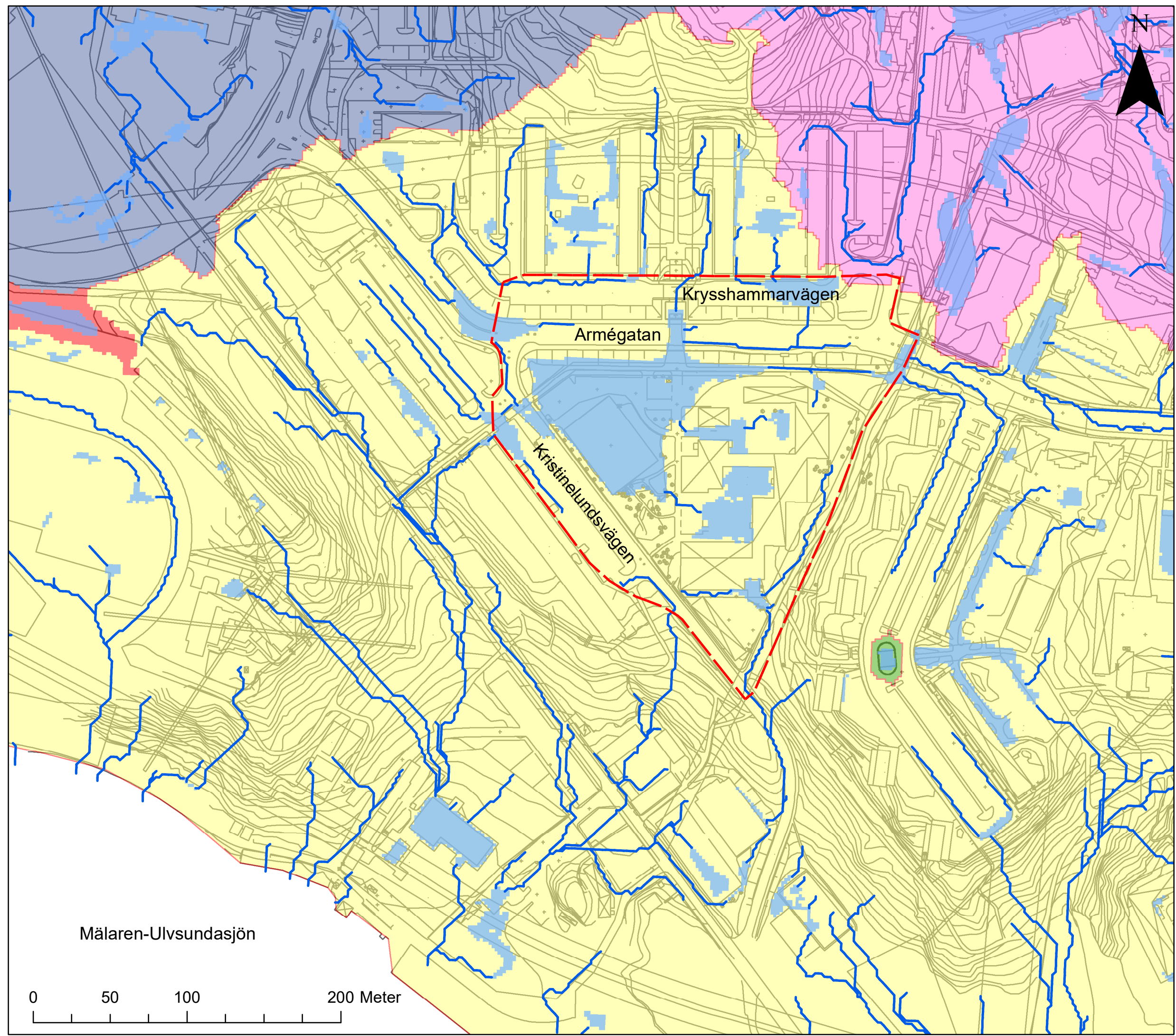
# Bilaga 1 - Ytliga avrinnings- områden och rinnstråk

## Teckenförklaring

- Planområde
- Grundkarta
- Rinnvägar
- Lågpunkter 105 mm

## Avrinningsområden

- AO 1
- AO 2
- AO 3
- AO 4
- AO 5



Uppdragsnamn: Blåmesen, Solna stad  
Uppdragsnummer: 20U0464  
Handläggare: Kajsa Forsberg  
Datum: 2020-12-18  
Version: Sluthandling





## Bilaga 2 – Föroreningsberäkningar

**Tabell 1.** Föroreningsbelastning för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet enligt schablonhalter (StormTac v.20.2.2). Mängder som ökar jämfört med befintlig situation har markerats med fet stil

Ämne	Befintlig situation [kg/år]	Planerad situation utan dagvattenåtgärder [kg/år]	Planerad situation inklusive dagvattenåtgärder [kg/år]
Fosfor (P)	3,9	3,3	1,5
Kväve (N)	34	33	14
Bly (Pb)	0,24	0,17	0,07
Koppar (Cu)	0,50	0,46	0,15
Zink (Zn)	1,5	1,1	0,36
Kadmium (Cd)	0,009	0,008	0,003
Krom (Cr)	0,19	0,16	0,06
Nickel (Ni)	0,15	0,13	0,05
Suspenderad substans (SS)	1 300	980	200
Benso(a)pyren (BaP)	0,0007	0,0005	0,0001

**Tabell 2.** Föroreningshalter för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet enligt schablonhalter (StormTac v.20.2.2). Halter som överskrider befintlig situation är markerade med fet stil

Ämne	Befintlig situation [µg/l]	Planerad situation utan dagvattenåtgärder [µg/l]	Planerad situation inklusive dagvattenåtgärder [µg/l]
Fosfor (P)	200	170	76
Kväve (N)	1 700	1 700	750
Bly (Pb)	12	9,0	3,4
Koppar (Cu)	25	24	7,8
Zink (Zn)	74	59	19
Kadmium (Cd)	0,46	0,42	0,17
Krom (Cr)	9,6	8,5	3,0
Nickel (Ni)	7,8	6,6	2,4
Suspenderad substans (SS)	66 000	51 000	10 000
Benso(a)pyren (BaP)	0,034	0,028	0,006



# Bilaga 3 - Åtgärdsförslag dagvatten

## Teckenförklaring

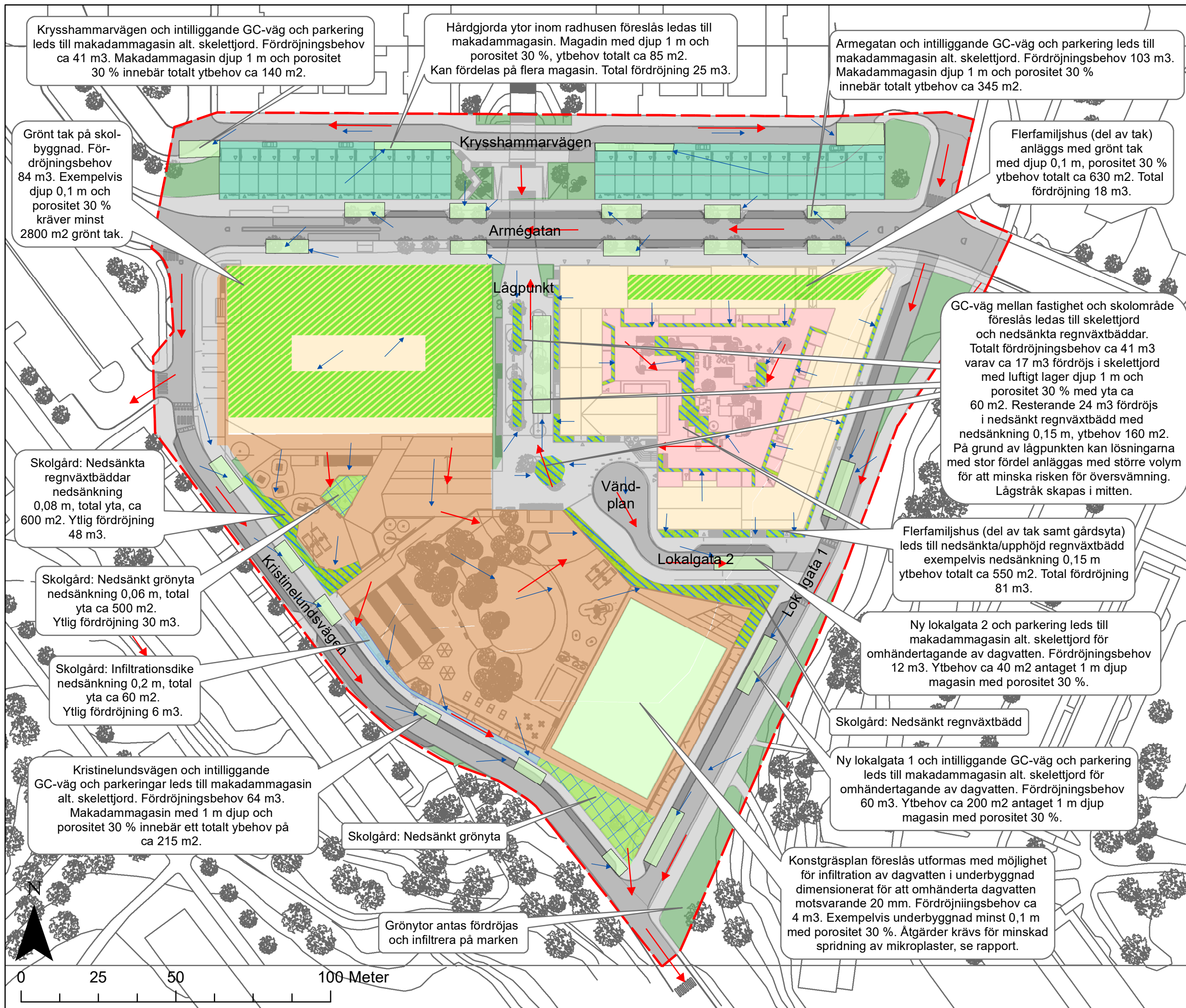
- Planområde
- Rinnpilar
- Sekundär avrinningsväg
- Situationsplan

## Åtgärd

- Grönt tak
- Infiltrationsstråk
- Regnväxtbädd
- Makadammagasin/  
luftig skelettjord
- Nedsänkt grönyta

## Markanvändning

- Konstgräsplan
- Skolgård
- GC
- Grönyta
- Gårdsyta
- Parkering
- Radhusområde
- Takyta
- Väg



Krysshammarvägen och intilliggande GC-väg och parkering leds till makadammagasin alt. skelettjord. Fördröjningsbehov ca 41 m<sup>3</sup>. Makadammagasin djup 1 m och porositet 30 % innebär totalt ytbehov ca 140 m<sup>2</sup>.

Hårdgjorda ytor inom radhusen föreslås ledas till makadammagasin. Magasin med djup 1 m och porositet 30 %, ytbehov totalt ca 85 m<sup>2</sup>. Kan fördelas på flera magasin. Total fördröjning 25 m<sup>3</sup>.

Armégatan och intilliggande GC-väg och parkering leds till makadammagasin alt. skelettjord. Fördröjningsbehov 103 m<sup>3</sup>. Makadammagasin djup 1 m och porositet 30 % innebär totalt ytbehov ca 345 m<sup>2</sup>.

Flerfamiljshus (del av tak) anläggs med grönt tak med djup 0,1 m, porositet 30 % ytbehov totalt ca 630 m<sup>2</sup>. Total fördröjning 18 m<sup>3</sup>.

Grönt tak på skolbyggnad. Fördröjningsbehov 84 m<sup>3</sup>. Exempelvis djup 0,1 m och porositet 30 % kräver minst 2800 m<sup>2</sup> grönt tak.

GC-väg mellan fastighet och skolområde föreslås ledas till skelettjord och nedsänkta regnväxtbäddar. Totalt fördröjningsbehov ca 41 m<sup>3</sup> varav ca 17 m<sup>3</sup> fördröjs i skelettjord med luftigt lager djup 1 m och porositet 30 % med yta ca 60 m<sup>2</sup>. Resterande 24 m<sup>3</sup> fördröjs i nedsänkt regnväxtbädd med nedsänkning 0,15 m, ytbehov 160 m<sup>2</sup>. På grund av lågpunkten kan lösningarna med stor fördel anläggas med större volym för att minska risken för översvämning. Lågstråk skapas i mitten.

Skolgård: Nedsänkta regnväxtbäddar nedsänkning 0,08 m, total yta, ca 600 m<sup>2</sup>. Ytlig fördröjning 48 m<sup>3</sup>.

Flerfamiljshus (del av tak samt gårdsyta) leds till nedsänkta/upphöjd regnväxtbädd exempelvis nedsänkning 0,15 m ytbehov totalt ca 550 m<sup>2</sup>. Total fördröjning 81 m<sup>3</sup>.

Skolgård: Nedsänkt grönyta nedsänkning 0,06 m, total yta ca 500 m<sup>2</sup>. Ytlig fördröjning 30 m<sup>3</sup>.

Ny lokalgata 2 och parkering leds till makadammagasin alt. skelettjord för omhändertagande av dagvatten. Fördröjningsbehov 12 m<sup>3</sup>. Ytbehov ca 40 m<sup>2</sup> antaget 1 m djup magasin med porositet 30 %.

Skolgård: Infiltrationsdike nedsänkning 0,2 m, total yta ca 60 m<sup>2</sup>. Ytlig fördröjning 6 m<sup>3</sup>.

Skolgård: Nedsänkt regnväxtbädd

Kristinelundsvägen och intilliggande GC-väg och parkeringar leds till makadammagasin alt. skelettjord. Fördröjningsbehov 64 m<sup>3</sup>. Makadammagasin med 1 m djup och porositet 30 % innebär ett totalt ytbehov på ca 215 m<sup>2</sup>.

Ny lokalgata 1 och intilliggande GC-väg och parkering leds till makadammagasin alt. skelettjord för omhändertagande av dagvatten. Fördröjningsbehov 60 m<sup>3</sup>. Ytbehov ca 200 m<sup>2</sup> antaget 1 m djup magasin med porositet 30 %.

Skolgård: Nedsänkt grönyta

Konstgräsplan föreslås utformas med möjlighet för infiltration av dagvatten i underbyggnad dimensionerad för att omhänderta dagvatten motsvarande 20 mm. Fördröjningsbehov ca 4 m<sup>3</sup>. Exempelvis underbyggnad minst 0,1 m med porositet 30 %. Åtgärder krävs för minskad spridning av mikroplaster, se rapport.

Grönytor antas fördröjas och infiltrera på marken

