

# Dagvatten- & skyfallsutredning Njupkärrs nya skola

Detaljplan



*Denna version ersätter tidigare version av dagvatten- och skyfallsutredningen, daterad 2022-10-21.*

<b>Sweco AB</b>	RegNo 556542-9841
<b>Uppdrag</b>	Dagvatten- och skyfallsutredning Njupkärrs nya skola
<b>Uppdragsnummer</b>	30046255
<b>Kund</b>	Tyresö kommun
<b>Datum</b>	2022-11-28
<b>Uppdragsledare</b>	Elina Svedberg
<b>Handläggare</b>	Hanna Eriksson, Johanna Schmidt, Elina Svedberg
<b>Teknikstöd och granskning</b>	Andreas Sandwall, Beatrice Nordlöf, Andreas Karlsson
<b>Version</b>	Slutversion

# Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	5
1 Inledning .....	7
1.1 Bakgrund och syfte .....	7
2 Förutsättningar för dagvatten- och skyfallshanteringen .....	7
2.1 Dagvattenhantering Tyresö kommun .....	7
2.1.1 Principer för dagvattenhanteringen .....	8
2.2 Riktlinjer och utgångspunkter för skyfallshantering.....	8
2.2.1 Metodbeskrivning skyfallsutredning.....	10
3 Nulägesbeskrivning .....	10
3.1 Allmänt .....	10
3.2 Markanvändning och topografi.....	11
3.3 Geologi och hydrogeologi .....	12
3.4 Befintlig avvattning .....	13
3.4.1 Avrinningsområden och avledningsväg.....	13
3.4.2 Befintligt dagvattenledningsnät.....	14
3.5 Recipient och MKN .....	15
3.5.1 Recipient och avledningsväg .....	15
3.5.2 Miljökvalitetsnorm .....	16
3.5.3 Statusklassificering .....	16
3.5.4 Åtgärdsplaner Tyresån .....	17
3.6 Övriga relevanta förutsättningar .....	17
3.6.1 Skyddad natur.....	17
3.6.2 Markavvattningsföretag .....	17
3.6.3 Markförlagda ledningar .....	17
3.7 Översvämningsrisker i samband med skyfall.....	18
3.7.1 Inom utredningsområdet.....	18
3.7.2 Nedströms utredningsområdet .....	21
3.8 Övriga översvämningsrisker.....	22
4 Framtida förhållanden .....	23
4.1 Planerad markanvändning .....	23
5 Analys och beräkningar för dagvatten.....	24
5.1 Kartering markanvändning .....	24
5.2 Rinntider .....	25
5.3 Dimensionerande flöden .....	26
5.4 Beräkningar av fördröjningsbehov .....	27

5.5	Föreningensberäkningar .....	27
5.5.1	Bedömning av reningsbehovet .....	28
6	Förslag till dagvatten- och skyfallshantering .....	29
6.1	Systemförslag.....	30
6.1.1	Skolgård.....	31
6.1.2	Takytor .....	32
6.1.3	Parkeringar och körytor .....	33
6.1.4	Konstgräsplan.....	35
6.1.5	Övriga hårdgjorda ytor .....	36
6.2	Skyfallshantering.....	37
6.2.1	Skyfallsstrategi.....	37
6.2.2	Begrepp och typlösningar .....	37
6.2.3	Föreslagen skyfallshantering – alternativ 1 .....	39
6.2.4	Föreslagen skyfallshantering – alternativ 2 .....	44
7	Utvärdering av åtgärdsförslag .....	49
7.1	Föreningensberäkning .....	49
7.1.1	Påverkansbedömning recipient .....	49
7.2	Utvärdering av åtgärdsförslag för skyfallshantering.....	50
7.2.1	Alternativ 1 .....	50
7.2.2	Alternativ 2 .....	53
7.2.3	Sammanfattning.....	57
7.3	Utvärdering av alternativ med 11-mannaplan .....	58
7.4	Kostnadsberäkningar dagvatten .....	59
8	Diskussion och slutsats .....	61
9	Rekommendationer och fortsatt arbete .....	62
	Källor.....	64
	Bilaga 1. Modellbeskrivning skyfall.....	65
	Bilaga 2. Foton och noteringar från platsbesök.....	68
	Bilaga 3. Avvattningsplan alternativ 1	
	Bilaga 4. Avvattningsplan alternativ 2	

## Sammanfattning

På uppdrag av Tyresö kommun har Sweco utfört en dagvatten- och skyfallsutredning inför detaljplanering av Njupkärrs nya skola. Den nya skolan ska ersätta befintlig och förutom skolbyggnad ska en idrottshall och konstgräsplan anläggas. Inom fastigheten ligger även förskolan Galaxen, men denna berörs inte av ombyggnationen utan kommer att bevaras likt idag. Utredningen redogör för nuvarande och framtida förhållanden inom utredningsområdet, presenterar lösningar för dagvatten- och skyfallshantering samt identifierar förutsättningar utifrån krav för dagvatten- och skyfallshanteringen.

Föreslagna dagvattenåtgärder har dimensionerats för att rena och fördröja 10 mm på ytan av anläggningarna i enlighet med Tyresö kommuns dagvattenplan. Detta ger en total erforderlig fördröjningsvolym om 160 m<sup>3</sup>. Föreslagen dagvattenhantering innefattar växtbeklädda makadamdiken för att hantera dagvatten från parkeringsytor och konstgräsplan, regnbäddar för takytor och övriga hårdgjorda ytor, samt en multifunktionell yta vid befintlig lågpunkt på skolgården för att ta emot avrinning från skolgården öster om skolbyggnaden. Genomsläppliga beläggningar föreslås generellt för att minska avrinningen, exempelvis på cykelparkeringar. Infiltrationsmöjligheten i området är låg eftersom marken utgörs av täta jordarter. Samtliga anläggningar behöver därför dräneras mot ledningsnätet.

Det dimensionerande 20-årsflöde beräknas öka något jämfört med idag med den nya utformningen av skolgården, från 561 l/s till 572 l/s. Inom fastigheten finns dock inga kända fördröjningsåtgärder idag och med föreslagna dagvattenåtgärder bedöms planen medföra minskade flöden från fastigheten. Vidare indikerar genomförda föroreningsberäkningar att även föroreningsbelastningen från området kommer att minska vid planerad situation efter rening i föreslagna anläggningar. Utredningsområdets recipient är Tyresån och med föreslagen dagvattenhantering bedöms planerad situation innebära en förbättrad möjlighet för Tyresån att uppnå satta miljö kvalitetsnormer. Planerad konstgräsplan ger dock upphov till nya föroreningar i form av mikroplaster. Åtgärder kommer att krävas både för att minska uppkomst av mikroplaster och för att begränsa spridning till dagvattenledningsnätet.

I nuläget finns det risk att stora delar av skolområdet översvämmas i samband med skyfall och nedströms Njupkärrs skola finns riskområden där översvämningssituationen inte får förvärras till följd av detaljplanen, vilket begränsar hur mycket och hur snabbt avrinning kan ledas bort från skolområdet. För skyfallshantering har två alternativa lösningsförslag tagits fram; alternativ 1 utgår från att skyfall ska hanteras med åtgärder inom området medan alternativ 2 utgår från att avrinning leds bort snabbare från skolområdet för att minska vattenvolymen som måste hanteras kring skolan.

Strategin för skyfallshanteringen enligt alternativ 1 bygger på att på ett säkert sätt hantera översvämning inom skolområdet genom att styra rinnvägar och skapa tillräckliga fördröjningsvolymerna på lämpliga platser. Skolgården (avledningsstråk och fördröjningsvolym) bör utformas så att det maximala flödet ner mot förskolan inte överstiger 0,8 m<sup>3</sup>/s. Utredningen visar att det inom skolområdet (inklusive cykelunderfarten under Njupkärrsvägen) därmed måste kunna hanteras omkring 2 800 m<sup>3</sup> på lämplig plats under nivån för färdigt golv. Det föreslagna lågstråket kring idrottshallen bör utformas för att kunna hantera maximala flöden motsvarande 0,8 m<sup>3</sup>/s.

Strategin för skyfallshanteringen enligt alternativ 2 utgår från att skapa en snabbare avrinning från skolområdet för att behöva hantera mindre volymer vatten lokalt kring skolan. För att åstadkomma detta behöver en skyfallsväg (i form av ett ytligt lågstråk eller trumma) tillskapas väster om skolbyggnaden, skyfallsvägen måste dimensioneras för att klara av ett maximalt flöde motsvarande 1,4 m<sup>3</sup>/s. Skolgården bör utformas så att det maximala flödet ner mot förskolan inte överstiger 0,8 m<sup>3</sup>/s. Granängsstigen bör utformas för att kunna hantera maximala flöden motsvarande 0,6 m<sup>3</sup>/s utan att avrinning börjar ske i riktning mot idrottshallen.

Modellering visar att de föreslagna åtgärderna för skyfallshantering enligt båda alternativen innebär att den nya bebyggelsen inte riskerar att ta skada, då vatten inte riskerar att bli stående direkt intill byggnaderna. Vidare säkerställs framkomliga vägar till den nya bebyggelsen och det kommer även finnas en tillgänglig väg till förskolan Galaxen, vilket saknas i nuläget. Åtgärderna enligt alternativ 1 medför ingen försämring av översvämningssituationen nedströms skolområdet. Höjdsättningen av området är viktig för att säkerställa genomförbarheten av skyfallsåtgärderna och en förutsättning för att lösningsförslag 1 ska vara genomförbart är att det måste vara möjligt att tillskapa en tillräcklig fördröjningsvolym inom skolområdet. Alternativ 2 innebär en marginell påverkan av översvämningssituationen nedströms, och lösningsförslaget förutsätter att en skyfallsväg med tillräcklig kapacitet kan anläggas väster om skolbyggnaden. Då översvämningssituationen i området påverkas mycket av dämning i begränsande sektioner, krävs ett helhetsperspektiv i den slutgiltiga utformningen av åtgärderna för att kontrollera samverkan mellan olika delösningar och att dessa tillsammans uppfyller de krav som ställs.

# 1 Inledning

I samband med att Njupkärrs skola ska rivas för att ersättas med en ny skola kommer en ny detaljplan att upprättas. Sweco har fått i uppdrag att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning som ska utgöra underlag till detaljplanen för Njupkärrs nya skola.

## 1.1 Bakgrund och syfte

Uppdraget syftar till att presentera lösningar för dagvatten- och skyfallshantering inom utredningsområdet, men med hela avrinningsområdet i beaktande. Utredningen ska redogöra för nuvarande och framtida förhållanden på platsen och identifiera förutsättningar utifrån krav för dagvatten- och skyfallshanteringen. För skyfallshantering tas två alternativa lösningsförslag fram.

Två alternativa utformningar har diskuterats för skolan. Det ena alternativet utgår från en konstgräsplan med plats för 7 spelare och det andra med plats för 11 spelare. Projektet har i dagsläget valt att gå vidare med alternativet med en 7-mannaplan. Utredningen kommer därför att fokuseras till alternativ med 7-mannaplan men en övergripande utvärdering av alternativet med 11-mannaplan ur ett dagvatten- och skyfallsperspektiv kommer att utföras.

Förskolan Galaxen i södra delen av utredningsområdet kommer att bli kvar i dess nuvarande skick och inga åtgärder kommer att ske inom del av utredningsområdet där förskoletomten är belägen.

# 2 Förutsättningar för dagvatten- och skyfallshanteringen

## 2.1 Dagvattenhantering Tyresö kommun

Dagvattenhanteringen inom Tyresö kommun följer branschstandard enligt Svenskt Vattens publikation P110. Tyresö kommun har 2011 även tagit fram en handlingsplan och riktlinjer för dagvattenhantering i enlighet med EU:s Vattendirektiv.

I kommunens riktlinjer för dagvattenhanteringen läggs stor vikt på lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Enligt riktlinjerna gäller att dagvattnet från hårdgjorda ytor ska:

- I första hand ledas ut över mark/vegetationsyta
- I andra hand ledas via avrinningsveck, dike eller ledning över markyta
- I tredje hand utjämnas och ledas i dränerande fyllning och vidare till dagvattenledning

Det övergripande syftet med dagvattenhanteringsplanen är att förbättra vattenkvaliteten i kommunens sjöar och vattendrag. I planen redovisas både befintliga och föreslagna åtgärder för rening och utjämning av dagvatten inom respektive avrinningsområden i Tyresö kommun.

### 2.1.1 Principer för dagvattenhanteringen

Kommunen har formulerat nedan principer för LOD<sup>1</sup>. Vid ny- och större ombyggnation av tätbebyggda fastigheter och allmän plats så ska följande principer följas:

- **Begränsad avrinning** – Genom en hög andel växtytor och genomsläppliga beläggningar, vilket minskar belastningen på nedanstående LOD-åtgärder.
- **Avrinning mot LOD** – All avrinning avses lokalt att avrinna mot växtbäddar för infiltration eller annan LOD-åtgärd. Det innebär att växtbäddar behöver anläggas lägre än omgivande mark. Vatten kan även planeras att stå tillfälligt omkring infiltrationsytan.
- **Volym att hantera** – Beräknas genom avrinnande area x avrinningskoefficient(er) x regndjupet. Större flöden bräddas vidare direkt på avledningssystemet.
- **Rena 10 mm genom infiltration i växtbädd** – Om hanteringen sker genom infiltration av vatten som fördröjs på ytan av en växtbädd. Hela avrinningsvolymen av 10 mm regn ska kunna inrymmas i den ytliga fördröjningsvolymen. Vattnet uppehålls sedan under 6–12 h i markbädden innan avledning mot ledning.

eller

**Rena 20 mm i annan LOD-åtgärd** – Detta gäller för andra LOD-åtgärder med en mer långtgående rening än sedimentation, exempelvis då dagvatten leds direkt till skelettjordar, makadammagasin eller makadamdiken. Vattnet ska sedan kunna uppehållas i minst 6–12 h. Den större volymen som krävs i det här fallet gäller för att kompensera för den lägre grad av rening samt den igensättning som kan ske över tid.

- **Kraftigare regn** – När LOD anläggningen fyllts upp så behöver vattnet kunna avledas via bräddledning till ledningsnätet. För extrema tillfällen behöver en yttlig avledning bort från byggnader säkerställas och inga instängda områden får skapas.
- **Skötselplan** – Upprätta skötselplan och egenkontrollprogram för LOD-anläggningar.
- **Undvik gödning** – Om LOD-anläggningen gödglas finns risk för att näringsämnen sköljs ur, vilket delvis motverkar syftet med anläggningen. Gödning bör därmed enbart ske måttligt under en etableringsfas för växter.

## 2.2 Riktlinjer och utgångspunkter för skyfallshantering

Enligt plan- och bygglagen (PBL) ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till risken för översvämning.

Boverket tillhandahåller tillsynsvägledning till länsstyrelserna för deras tillsyn av skyfallsrelaterade frågor i detaljplaneärenden. Utgångspunkter från Boverket säger att ny sammanhållen bebyggelse och bebyggelse med samhällsviktig verksamhet bör placeras så att den årliga sannolikheten för att bebyggelse tar skada vid skyfall är mindre än 1 % (Boverket, 2020). Branschorganisationen Svenskt Vatten uttrycker samma riktlinje som att kommunen ansvarar för att skydda bebyggelse mot översvämningsskador orsakade av regnhändelser med

<sup>1</sup> Mail från Jonas Wesström, Dagvatteningenjör Tyresö kommun, 2022-06-27.



en återkomsttid om minst 100 år (Svenskt Vatten, 2016). Vidare anger både Boverket och Svenskt Vatten att en klimatfaktor ska inkluderas för att ta hänsyn till större och mer intensiva regn i ett framtida klimat. Enligt Länsstyrelsen i Stockholms läns rekommendationer är en lämplig klimatfaktor 1,2-1,4 utifrån dagens kunskapsläge, vilket innebär att regnvolympen antas öka med 20-40% (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2018). I följande utredning har klimatfaktorn 1,3 använts, vilket är i linje med det antagande som gjorts i den kommunövergripande skyfallsmodellen för Tyresö kommun.

Några av de aspekter som enligt Boverkets tillsynsvägledning bör ingå i bedömningen av en översvämnings konsekvenser är tillgänglighet, planområdets påverkan upp- och nedströms, risk för liv och hälsa samt skador på funktioner och egendom.

Boverkets och Länsstyrelsen i Stockholms läns riktlinjer för översvämningshantering inom detaljplan innebär kortfattat att:

- Ny bebyggelse bör planeras så att den inte tar skada vid ett klimatkompenserat 100-årsregn
- Planen får inte medföra att närliggande områden upp- eller nedströms påverkas negativt
- Framkomlighet till och från ny bebyggelse behöver säkerställas.

Inom Tyresö kommun finns inga specifika riktlinjer eller handlingsplaner kopplade till skyfallshantering.

Nedan presenteras de projektspecifika utgångspunkter som används i bedömningen av olika risker kopplat till översvämnings i samband med skyfall.

### **Framkomlighet och tillgänglighet**

Det saknas idag nationella krav gällande exempelvis maximala vattendjup för framkomlighet i samband med skyfall. En vanligt förekommande gräns för att säkerställa framkomlighet för bland annat räddningstjänstens fordon är 0,2 m, vilken bland annat har implementerats av Göteborgs stad (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret., 2019). Mer specifika krav kan sättas utifrån vilka utryckningsfordon som används av den lokala räddningstjänsten.

I det här projektet används vattendjupet 0,2 m som en övre gräns för vilka områden som anses vara framkomliga i samband med skyfall.

### **Fara för människors liv**

I sin vägledning för skyfallskartering beskriver MSB ett index för att beräkna den direkta faran för människoliv i samband med översvämnings (MSB, 2017). Indexet utgår från beräknade vattendjup och flödes hastigheter, och anger om dessa utgör en risk utifrån fyra olika klasser (ingen fara, fara för vissa, fara för de flesta, fara för alla). I Tabell 1 presenteras klassgränserna och i Tabell 2 visas exempel på riskvärden för olika kombinationer av vattendjup och vattenhastigheter.

Tabell 1. Klassgränser för riskvärden av bedömd fara för människors liv enligt MSB (2017).

Bedömd fara	Klassgränser för riskvärden*
Ingen fara	<0,75
Fara för vissa	0,75–1,25
Fara för de flesta	1,25–2,50
Fara för alla	>2,50

\* Riskvärden beräknade som  $(V+C)*D$  där V är maximal hastighet, D maximalt vattendjup och C koefficienten 0,5.

Tabell 2. Exempel på riskvärden och bedömd fara för människors liv för olika kombinationer av vattendjup och vattenhastigheter.

Vattenhastighet (m/s)	Vattendjup (m)							
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,0
0	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00
0,5	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
1,0	0,38	0,75	1,13	1,50	1,88	2,25	2,63	3,00
1,5	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
2,0	0,63	1,25	1,88	2,50	3,13	3,75	4,38	5,00

## 2.2.1 Metodbeskrivning skyfallsutredning

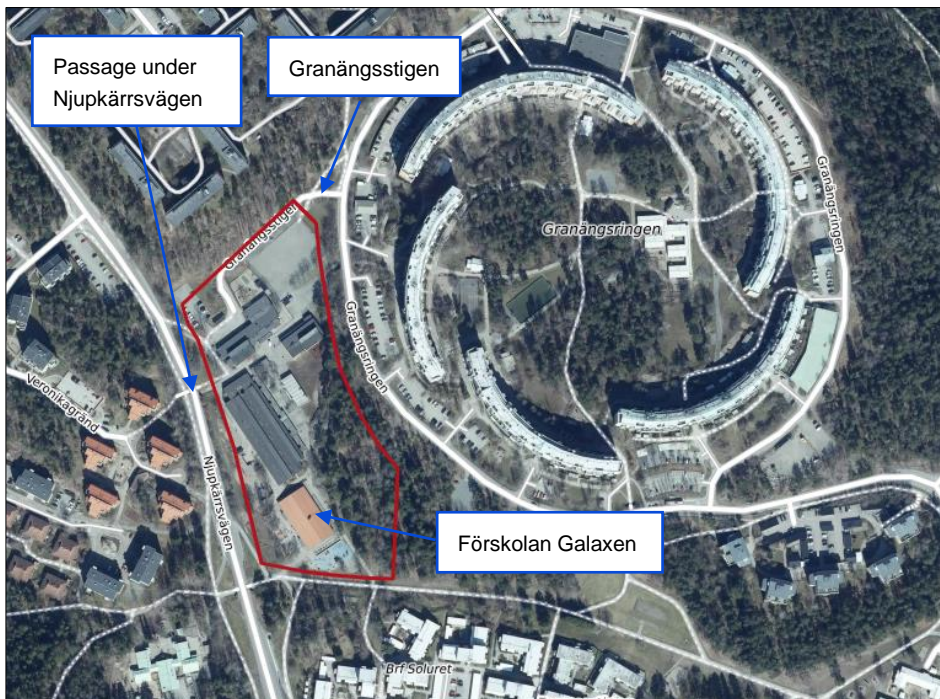
För att utreda översvämningssituationen vid Njupkärrs nya skola i samband med skyfall har en hydraulisk modell använts. Modellen används dels för att simulera nuläget, dels för att beskriva situationen efter planens genomförande inklusive åtgärder för skyfall. Modellens uppbyggnad och antaganden beskrivs mer detaljerat i Bilaga 2.

För att kunna simulera den framtida översvämningssituationen har två nya höjdm modeller behövts ta fram för utredningsområdet. Föreslagen höjdsättning har tagits fram i en iterativ process tillsammans med landskapsarkitekter på White som arbetar parallellt med utformningen av den nya skolan. De slutgiltiga höjdm modellerna som använts i skyfallsutredningen innehåller justeringar i form av skyfallsåtgärder som ännu inte har inarbetats i höjdsättningen av landskapsarkitekterna.

# 3 Nulägesbeskrivning

## 3.1 Allmänt

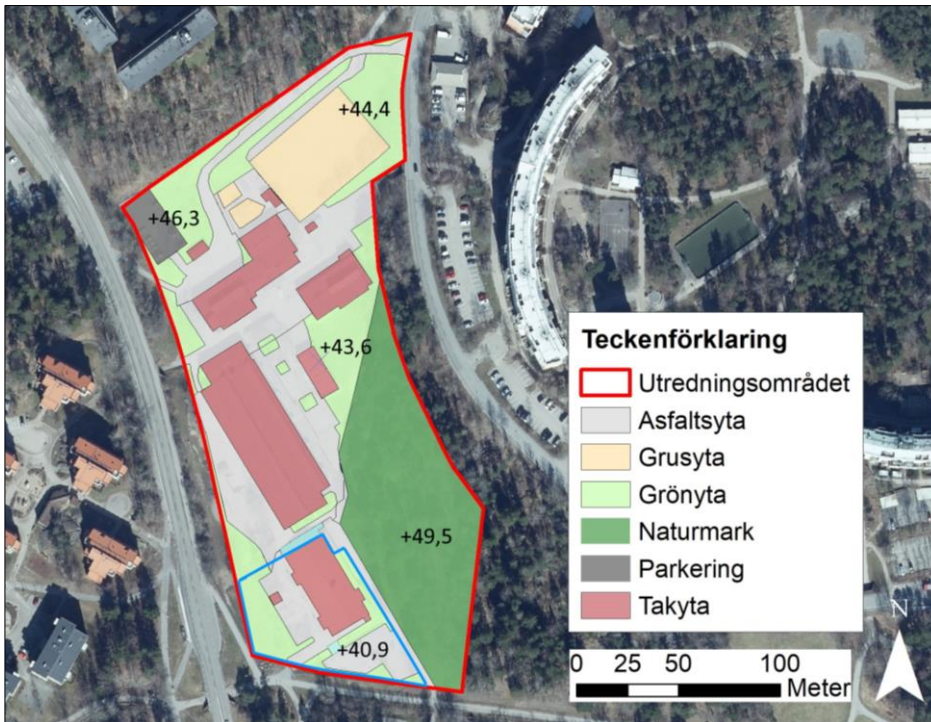
Njupkärrs skola är belägen i Bollmora, Tyresö kommun. Ett ortofoto över området redovisas i Figur 1, fastigheten där skolan är belägen är markerad med röd linje. Angöring till skolan sker via Granängstigen i norr. Njupkärrsvägen som löper väster om skolan är anlagd på bank. En gångväg under Njupkärrsvägen kopplar samman skolan med området väster om Njupkärrsvägen, se Figur 1.



Figur 1. Orienteringsfigur, fastighetsgräns med röd linje. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

### 3.2 Markanvändning och topografi

Utredningsområdet är cirka 3,3 hektar och utgörs idag av Njupkärrs skola och förskolan Galaxen med tillhörande skolgård. Skolgården består av hårdgjorda ytor, grönytor och ett mindre skogsparti med berg i dagen. Markanvändning har uppskattats utifrån ortofoto, se Figur 2.



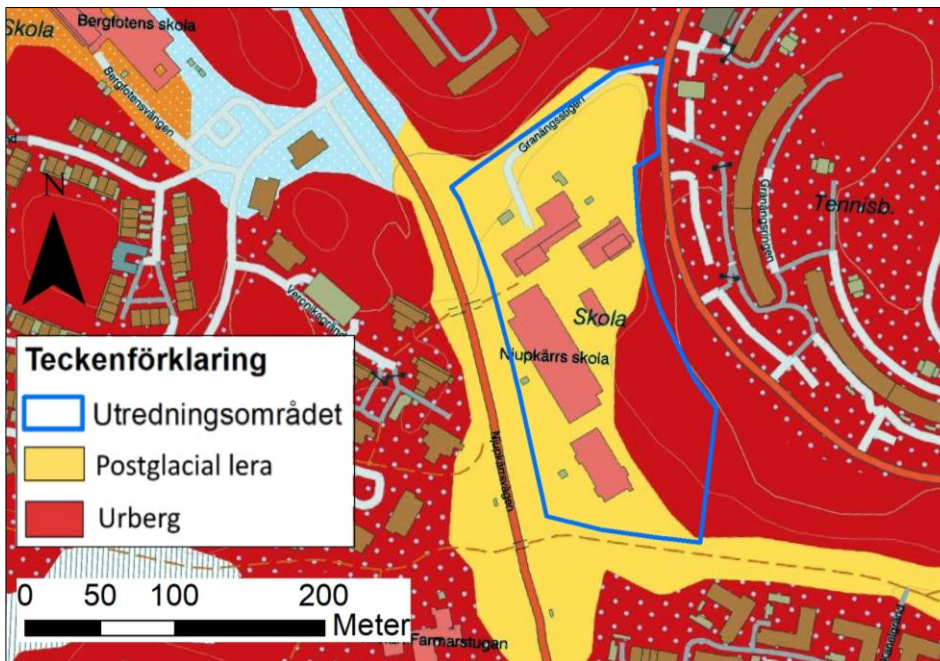
Figur 2. Utredningsområdet med befintlig utformning och höjdsättning. Blå linje visar området för förskolan Galaxen. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

Marknivån i utredningsområdet ligger som högst på +49,5 meter vid naturmarken i öst/sydväst och som lägst +40,9 meter, söder om förskolebyggnaden (Galaxen). I den nordvästra delen av området ligger marknivån på +46,3 meter och i den nordöstra på +44,4 meter. Området öster om befintlig skolbyggnad utgör en lokal lågpunkt med en marknivå på +43,6 meter.

Utredningsområdet ligger lägre i förhållande till Njupkärrsvägen som är anlagd på bank. Njupkärrsvägen har en marknivå på +49,1 meter vid den norra delen av utredningsområdet och +43,1 meter vid den södra delen.

### 3.3 Geologi och hydrogeologi

Utifrån tillgängliga data från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) framgår att de översta lagren inom utredningsområdet utgörs av postglacial lera och urberg (SGU, 2022a), se Figur 3. Postglacial lera är en finkorning jordart med förhållandevis låg genomsläpplighet, varför möjligheten till infiltration av dagvatten inom utredningsområdet bedöms vara begränsad. En geoteknisk utredning krävs för att fastställa markens egenskaper.



Figur 3. Jordartskarta från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) som visar att utredningsområdet består av postglacial lera och urberg. Kartan är hämtad från SGU:s visningstjänst för jordarter 1:25 000–1:100 000

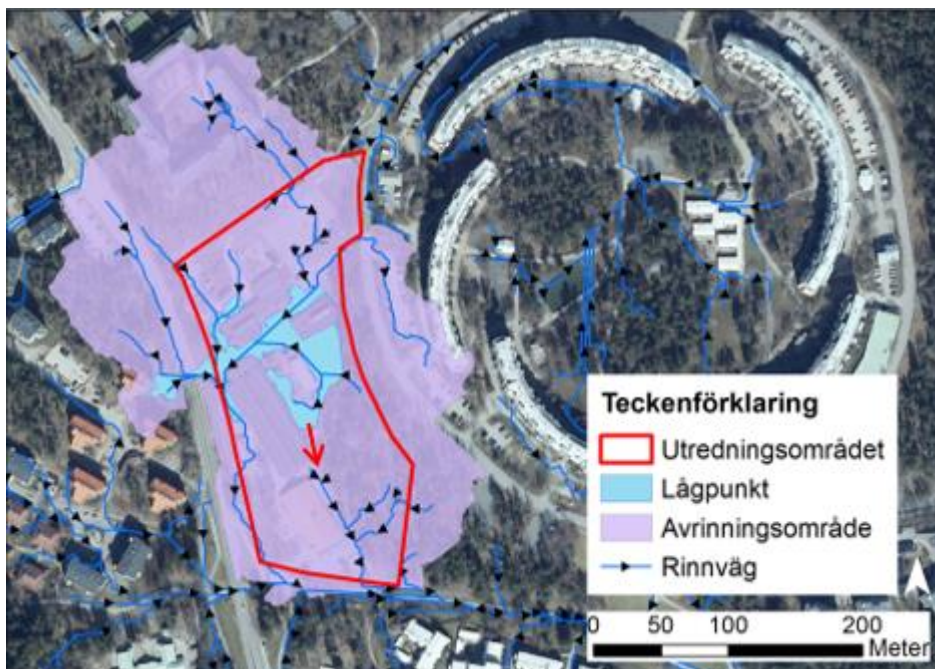
Det saknas information om grundvattennivån inom utredningsområdet. Närmsta brunnar med registrerade grundvattennivåer finns cirka 300–700 meter från utredningsområdet och anger att grundvattennivån varierar mellan 1,5–12 meter under markytan (SGU, 2022b). Utifrån detta är det inte möjligt att fastslå hur grundvattennivån ser ut då både avståndet mellan brunnar och variationen är stor och eftersom topografi och jordart varierar.

Att veta vart grundvattenytan står är relevant, då en hög nivå kan påverka möjlig utformning av dagvattenåtgärder.

### 3.4 Befintlig avvattning

#### 3.4.1 Avrinningsområden och avledningsväg

Nedan redovisas den generella flödesvägen inom och i anslutning till utredningsområdet, samt avrinningsområdet som påverkar avrinningen. Analyserna har utförts genom analys av Nya Nationella Höjdmodellen (NNH) från Lantmäteriet (1x1 m upplösning). Med befintlig höjdsättning har avrinningsområdet en övergripande sydlig flödesriktning genom området. Figur 4 visar den generella flödesriktningen samt befintlig lågpunkt inom utredningsområdet. Den röda pilen i figuren visar hur lågpunkten bräddar söderut vid skyfall. Från utredningsområdet är flödesriktningen sydöstlig.



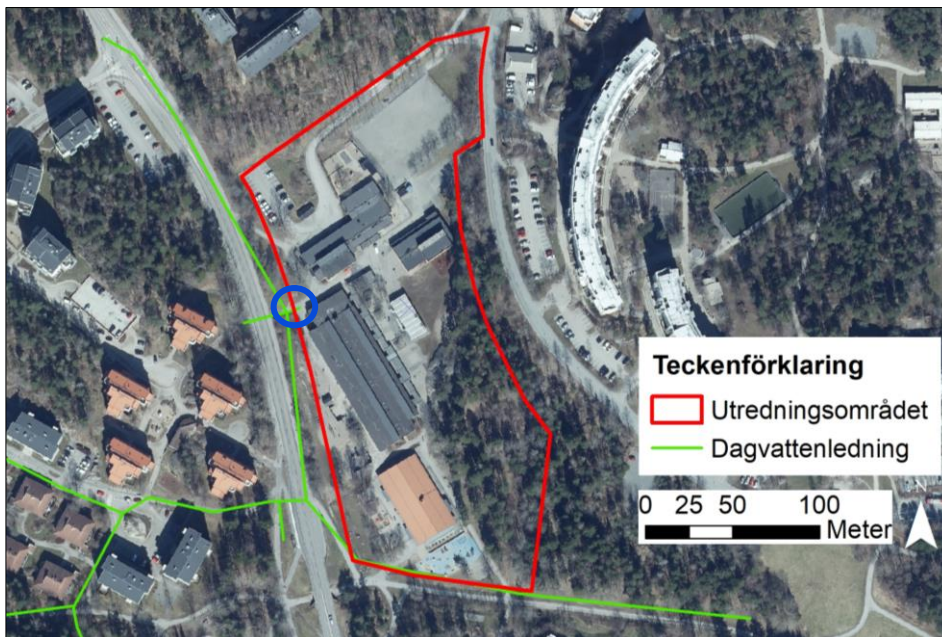
Figur 4. Rinnvägar och avrinningsområdet inom och i anslutning till utredningsområdet. Den röda pilen visar hur lågpunkten bräddar vid skyfall. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

Avrinningsområdet bedöms påverka utredningsområdet med dagvatten från markytor från uppströmsområden med befintlig höjdsättning. Omkringliggande mark utgörs av mindre skogspartier, bostadsområden och vägar. Inom skogspartier bedöms dagvatten i huvudsak kunna hanteras lokalt och därmed inte ha betydande påverkan på utredningsområdet vid normala regn. Från hårdgjorda ytor uppströms utredningsområdet väntas avrinningen kunna påverka mer.

### 3.4.2 Befintligt dagvattenledningsnät

Utredningsområdet har idag en anslutningspunkt till det kommunala dagvattenledningsnätet. Anslutningspunkten är belägen vid passage under Njupkärrsvägen och är markerad med blå ring i Figur 5. Vattengångsnivån är enligt underlag +40,7 men ska ses som preliminär till dess att nivån är kontrollinmätt. Utredningen utgår från att denna anslutningspunkt kvarstår.

Skolområdet avvattnas idag till det kommunala ledningsnätet via rännstensbrunnar och ledningar inne på fastigheten. Något underlag för det interna ledningsnätet har ej erhållits. Befintliga brunnar och ledningar förutsätts vid ombyggnation rivas eller delvis rivas och ersättas med nytt.



Figur 5. Utredningsområdet och befintligt kommunalt dagvattenledningsnät med anslutningspunkt vid passage under Njupkärrsvägen är markerad med blå ring. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

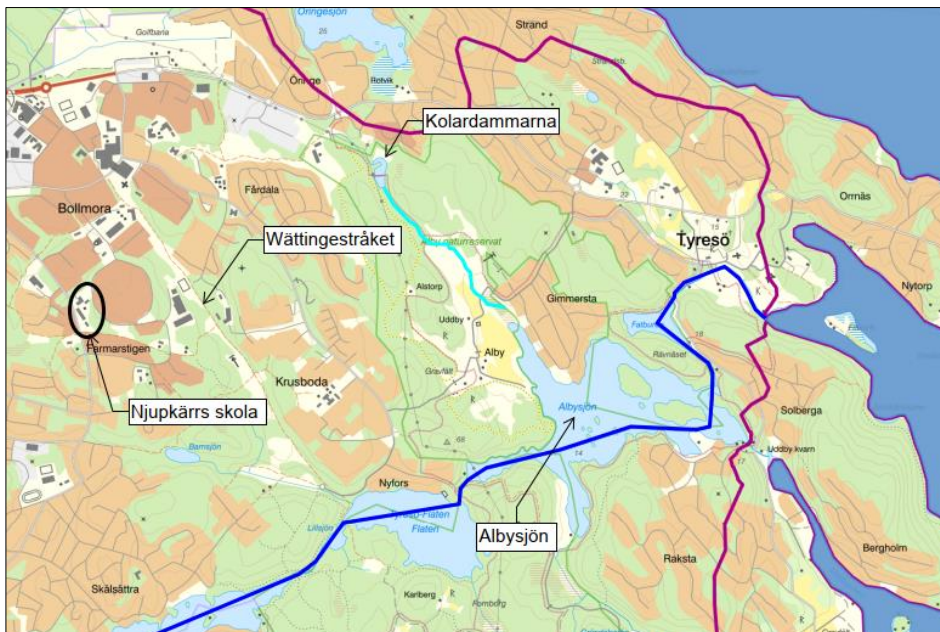
### 3.5 Recipient och MKN

I avsnittet nedan beskrivs mottagande recipient samt fastslagna miljö kvalitetsnormer och statusklassificering av denna.

#### 3.5.1 Recipient och avledningsväg

Utredningsområdet ingår i huvudavrinningsområdet Tyresån (VISS ID: SE6200). Dagvatten från området leds idag via ledningsnätet till Kolardammarna och vidare till Albysjön. Albysjön är enligt vattenmyndigheterna del av vattenförekomsten Tyresån. Begreppet *vattenförekomst* beskrivs närmare i nästa avsnitt. Tyresån är en del av ett sammanhängande sjösystem och vattenförekomstens sträckning redovisas med blå linje i Figur 6.

Inom kommunen är det beslutat att gå vidare med en åtgärd som innebär en omkoppling av ledningsnätet kring utredningsområdet. Flöden kommer att ledas om och en ny damm anläggs i Wättingestråket som markerats ut i Figur 6. Åtgärden planeras att genomföras under nästkommande år. Vid omkoppling kommer dagvatten från utredningsområdet att ledas till sjön Tyresö-Flaten, som också är en del av Tyresåns sjösystem.



Figur 6. Recipientens sträckning (ljusblå linje) enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS) © Lantmäteriet

### 3.5.2 Miljökvalitetsnorm

Att ett vatten är klassat som en vattenförekomst innebär också att det finns mål för vilken nivå dess miljötilstånd ska ha uppnått vid en viss tidpunkt. Målen kallas för miljökvalitetsnormer (MKN) och klassningen av dess miljötilstånd kallas för vattenförekomstens status. MKN för vattenförekomster fastställs med stöd av 5 kap. MB, enligt vattenförvaltningsförordningen och Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2019:25. MKN för ytvattenförekomster ska fastställas för ekologisk status samt för kemisk status. Statusklassningen är uppbyggd av olika kvalitetsfaktorer och de kan i sin tur bestå av olika parametrar.

Utifrån den så kallade Weserdomen (mål C-461/13) som avkunnades i EU-domstolen under 2015 får inte tillstånd ges till verksamheter (såsom bostadsprojekt) om de riskerar att orsaka en försämring av en vattenförekomsts status. Det inkluderar även försämrings av status för enskilda kvalitetsfaktorer (t.ex. näringsämnen, ljusförhållanden, syrgasförhållanden mm).

I arbetet med dagvattenhanteringen för denna utredning blir därför miljökvalitetsnormerna för recipienten styrande och dagvattenhanteringen måste säkerställa att fastställda normer kan uppnås.

Senast beslutad MKN för Tyresån, år 2022, är **god ekologisk status 2033** och **god kemisk ytvattenstatus**. Undantag (senare målår) finns för PFOS då gränsvärdet för PFOS i ytvatten överskrids, tillförlitligheten i statusklassningen är låg/information saknas. Undantag finns även för de överallt överskridande ämnena bromerad difenyleter och kvicksilver.

### 3.5.3 Statusklassificering

#### Ekologisk status

Den ekologiska statusen i Tyresån har bedömts till **otillfredsställande** med tillförlitlighet 3 – hög. Klassningen baseras på miljökonsekvenstypen



morfologiska förändringar och kontinuitet. Miljökonsekvenstyperna övergödning och flödesförändringar har bedömts till måttlig status.

#### **Kemisk ytvattenstatus**

Den kemiska statusen i Tyresån har efter en sammanvägd bedömning av de prioriterade ämnena bedömts till **uppnår ej god**. Orsaken är att de prioriterade ämnena PFOS, kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrider i vattenförekomsten. Medräknas inte de så kallade "överallt överskridande prioriterade ämnen", Hg och PBDE, i statusbedömningen av denna vattenförekomst så bedöms vattenförekomsten ha "god kemisk status".

### 3.5.4 Åtgärdsplaner Tyresån

Tyresåns vattenvårdsförbund har tagit fram en åtgärdsplan för Tyresån, *Åtgärdsprogram för Tyresån och Kalvfjärden 2016–2021*. Vattenvårdsförbundet är en kommunövergripande samverkan mellan kommunerna Haninge, Huddinge, Tyresö, Botkyrka och Stockholm Vatten och Avfall.

Åtgärdsprogrammet är en fördjupning av Vattenmyndighetens åtgärdsprogram för samma område och förbundet fokuserar även på mindre sjöar med åtgärdsbehov och inte enbart så kallade vattenförekomster.

Några av åtgärdsprogrammets åtgärder ingår även Tyresö kommuns dagvattenhanteringsplan från 2011.

## 3.6 Övriga relevanta förutsättningar

### 3.6.1 Skyddad natur

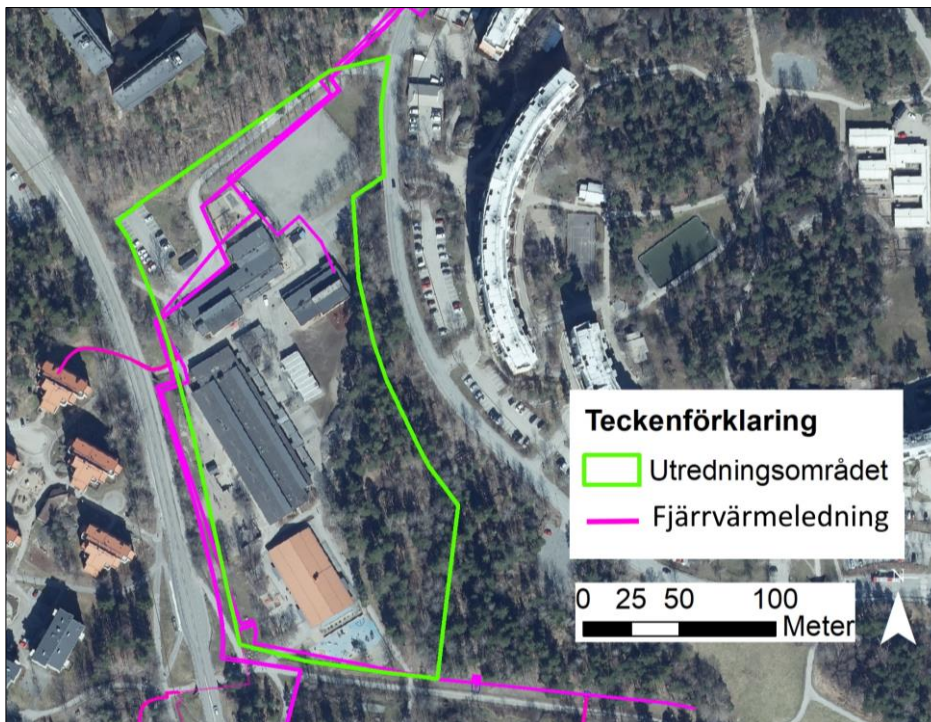
Kolardammarna dit dagvattnet leds ligger inom Alby Naturresevat. Tyresån rinner även genom Tyresta naturresevat.

### 3.6.2 Markavvattningsföretag

Det finns inte några aktiva markavvattningsföretag inom, i anslutning till, eller nedströms utredningsområdet. Ett markavvattningsföretag (Näsby-Uddby tf, Näsby träsk tf.) där aktuell fastighet hade båtnad, fanns tidigare men företaget är numera upphävt.

### 3.6.3 Markförlagda ledningar

Det finns en befintlig fjärrvärmeledning som passerar genom utredningsområdets norra del och längs med den västra och södra områdesgränsen, se Figur 7. Enligt uppgift är fjärrvärmeledningen anlagd cirka 0,6–0,8 meter under markytan. Utformning av området och de dagvatten- och skyfallsåtgärder som föreslås behöver ta hänsyn till ledningen som enligt uppgift ska ligga kvar i befintligt läge.



Figur 7. Utredningsområdet med befintlig fjärrvärmeledning. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

### 3.7 Översvämningsrisker i samband med skyfall

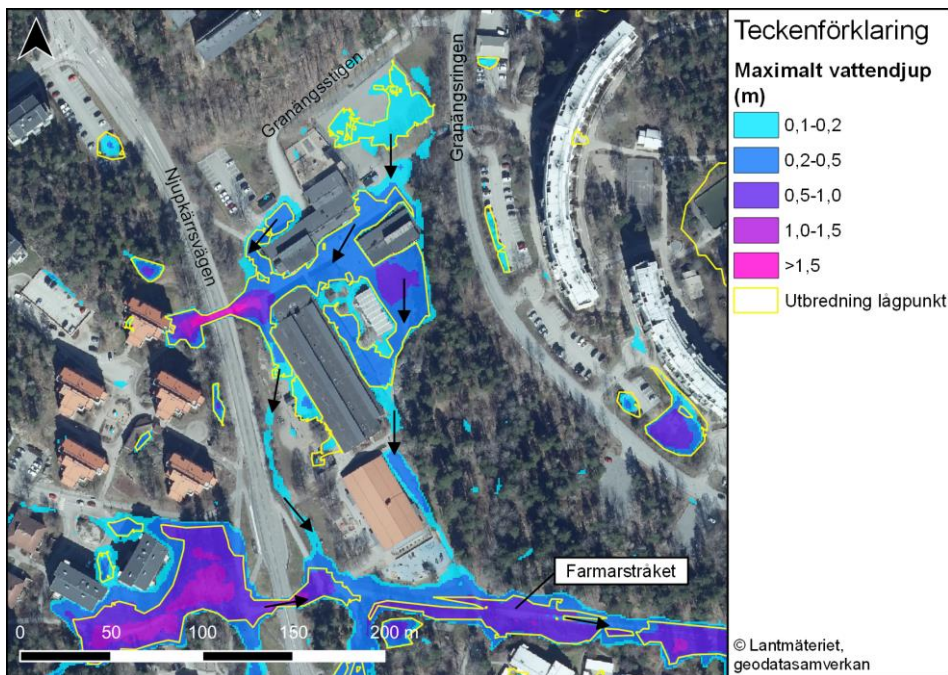
#### 3.7.1 Inom utredningsområdet

Händelseförloppet vid det simulerade skyfallet (100-årsregn med klimatafaktor 1,3) för nuläget visar att avrinningen först ansamlas i lågpunkten inom och i anslutning till skolområdet. Lågpunkten utgörs av cykelunderfarten under Njupkärrsvägen och stora delar av skolgården (se Figur 8). Totalt har denna lågpunkt en volym motsvarande omkring 1 000 m<sup>3</sup>. När denna lågpunkt fyllts till sin tröskelnivå börjar vattnet rinna vidare söderut. Avrinning sker på båda sidor om huvudbyggnaden, och även vid förskolan precis nedströms förekommer det rinnvägar både väster och öster om byggnaden. Utanför utredningsområdet sker avrinning mot sydöst genom det så kallade Farmarstråket, inom vilket det riskerar att samlas mycket vatten i samband med skyfall. Farmarstråket utgörs av ett lågstråk utmed vilket det går en gång- och cykelväg inom ett grönområde. Inom lågstråket finns ett fåtal byggnader som riskerar att översvämmas vid skyfall.

I Figur 8 visas de maximala vattendjup som uppstår kring skolan. Inom stora delar av skolområdet uppgår vattendjupet till mellan 0,2 och 0,5 m, och vatten riskerar även att bli stående intill samtliga byggnader. Större vattendjup förekommer framför allt i det lågt belägna området i östra delen av skolgården samt i cykelunderfarten. På skolgården uppgår vattendjupen som mest till cirka 0,7 m, medan de i cykelpassagen maximalt blir omkring 2,0 m. Modelleringen av skyfallsförloppet visar att vattennivån i området uppgår till som mest ca +44,2 m (RH2000). Denna nivå överstiger tröskelnivån för lågpunkten (belägen på ca +43,95 m), vilket beror på att det uppstår en viss dämning i området på grund av den långsamma avrinningen söderut. Som mest finns det omkring 2 800 m<sup>3</sup>

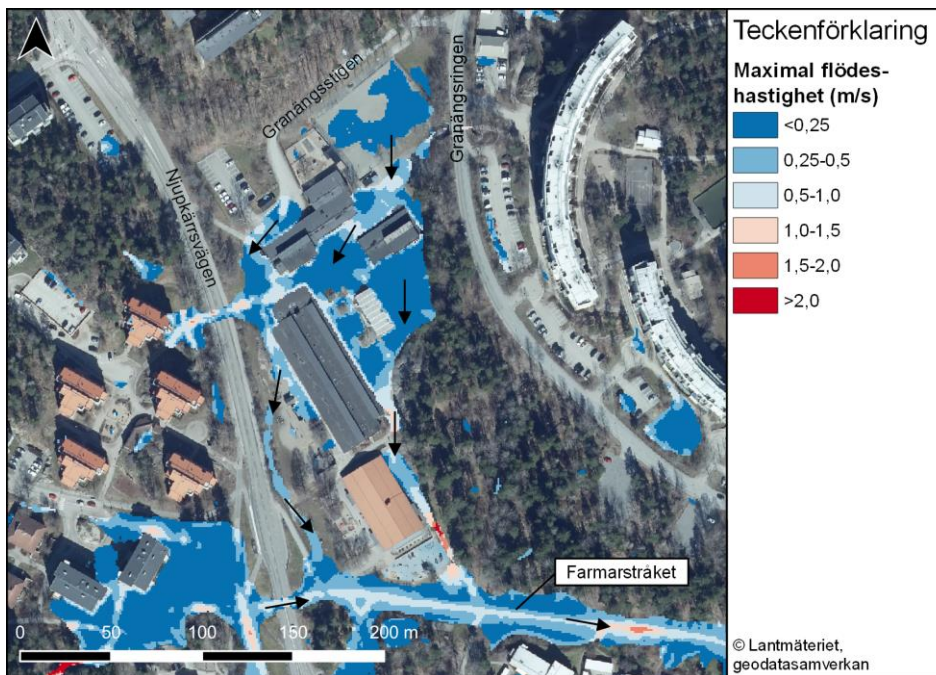
avrinning inom skolområdet och i cykelunderfarten vid ett tillfälle vid den studerade regnhändelsen.

Enda tillfarten till skolan för biltrafik är i dagsläget Granängsstigen. På grund av att vattendjup som överstiger 0,2 m förekommer inom stora delar av skolområdet kan det vara problematiskt att ta sig från Granängsstigen till flera av skolbyggnaderna. Framkomligheten till flera skolbyggnader (och förskolan Galaxen) bedöms därmed vara temporärt begränsad vid skyfall.



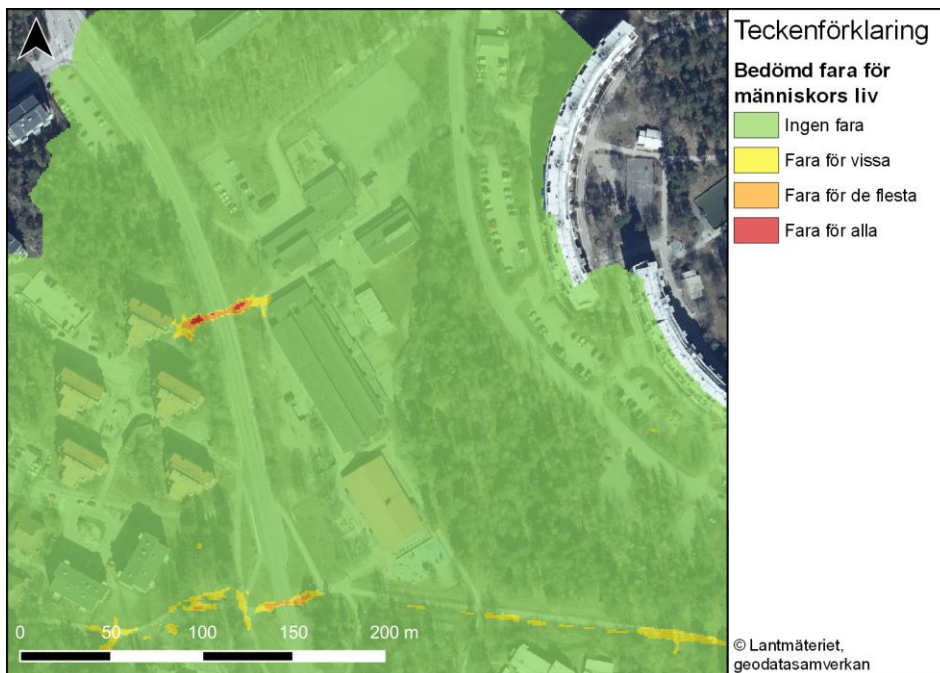
Figur 8. Maximalt vattendjup vid Njupkärrs skola vid ett klimatkompenserat 100-årsregn i nuläget.

I Figur 9 visas de maximala vattenhastigheterna samt flödesriktning i området kring Njupkärrs skola. Generellt är hastigheterna relativt begränsade inom utredningsområdet, högre hastigheter förekommer framför allt på hårdgjorda ytor med brantare lutning. Högst vattenhastigheter inom utredningsområdet ses vid huvudbyggnadens sydöstra hörn samt sydöst om förskolan Galaxen. Den maximala vattenhastigheten förbi skolans östra hörn motsvarar ett flöde ner mot förskolan som uppgår som mest till cirka 0,8 m<sup>3</sup>/s.



Figur 9. Maximal flödes-hastighet vid Njupkärrs skola vid ett klimatkompenserat 100-årsregn i nuläget. Endast områden där vattendjupen överstiger 0,1 m visas. Pilar anger strömriktning vid maximalt vattendjup.

I Figur 10 presenteras den bedömda risken för människors liv i området kring Njupkärrs skola baserat på index från MSB (2017). Generellt är de maximala vattendjupen tillräckligt små och vattenhastigheterna tillräckligt låga för att situationen vid skyfall inte ska utgöra någon direkt fara för människors liv. Undantaget är cykelunderfarten under Njupkärrsvägen där bedömningen är att det kan föreligga risk för alla att vistas vid skyfall, vilket främst beror på de stora vattendjup som kan uppstå.



Figur 10. Bedömd fara för människors liv vid Njupkärrs skola vid ett klimatkompenserat 100-årsregn i nuläget.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att det i nuläget riskerar att ansamlas relativt stora volymer vatten på skolområdet. Detta innebär bland annat att vatten blir stående intill befintliga skolbyggnader, med risk för att skada på dessa uppstår, samt att framkomligheten är begränsad till flera av de befintliga skolbyggnaderna samt till förskolan Galaxen. Inom utredningsområdet finns det därmed potential att förbättra förutsättningarna för den nya bebyggelsen och för framkomlighet.

### 3.7.2 Nedströms utredningsområdet

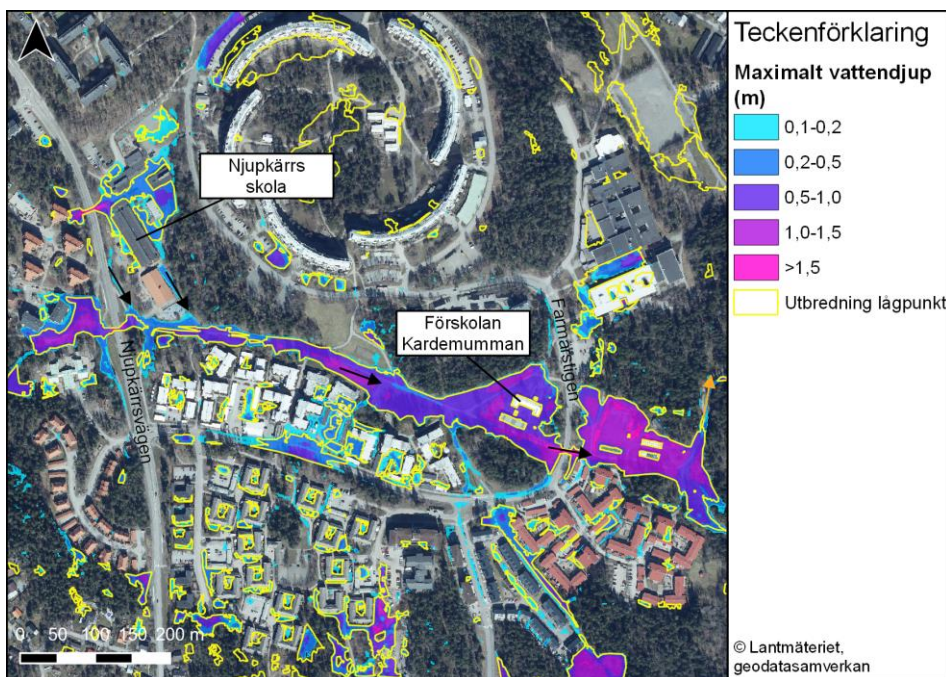
Nedströms Njupkärrs skola finns riskområden där översvämningssituationen inte får förvärras till följd av detaljplanen. Detta innefattar bland annat rinnvägen öster om förskolan Galaxen där vattendjupen inte bör öka, vilket medför krav på det maximala flödet ut från skolgården.

Ett annat nedströms riskområde är Farmarstråket (lågstråket utmed Örtstigen). De maximala vattendjupen som uppstår i Farmarstråket enligt nulägesmodelleringen visas i Figur 11. Väster om Njupkärrsvägen finns det två byggnader inom lågstråket som riskerar att påverkas i samband med skyfall. Längre nedströms ligger bland annat förskolan Kardemumman samt några andra byggnader öster om Farmarstigen. Befintlig nivå för färdigt golv för förskolan Kardemumman ligger på +40,35 m. Det finns dock planer på att bygga om förskolan, och den nya detaljplan som vann laga kraft i april år 2021 anger att lägsta nivå för färdigt golv ska vara +40,5 m (Tyresö kommun, 2022). Den södra byggnaden vid förskolan Kardemumman samt byggnaderna öster om Farmarstigen har endast tillfälliga bygglov.

Den stora lågpunktens tröskelnivå är ca +40,2 m (tröskelnivån är belägen vid den orangea pilen i Figur 11). Enligt nulägesmodelleringen som gjorts inom föreliggande utredning fylls lågpunkten till sin tröskelnivå och i höjd med Kardemumman uppgår den maximala vattennivån till ca +40,6 m, vilket tyder på

att förskolan skulle översvämmas vid ett klimatkompenserat 100-årsregn. I denna lågpunkt har dock ledningsnätet en stor betydelse för översvämningssituationen, och resultat från kommunens kommunövergripande skyfallsmodell som inkluderar ledningsnätet visar på en mindre översvämningssituation och en maximal vattennivå motsvarande ca +40,2 m vid Kardemumman. Detta innebär att ledningsnätets avledningskapacitet gör så att förskolan inte översvämmas vid denna händelse.

Oavsett exakt maximal vattennivå utgör Farmarstråket ett riskområde och detaljplanen för Njukärrens nya skola får inte förvärra översvämningssituationen för bebyggelsen inom denna.



Figur 11. Maximalt vattendjup i Farmarstråket vid ett klimatkompenserat 100-årsregn i nuläget. Pilarna visar avrinningsriktning, orange pil visar var avrinning sker från den stora lågpunkten.

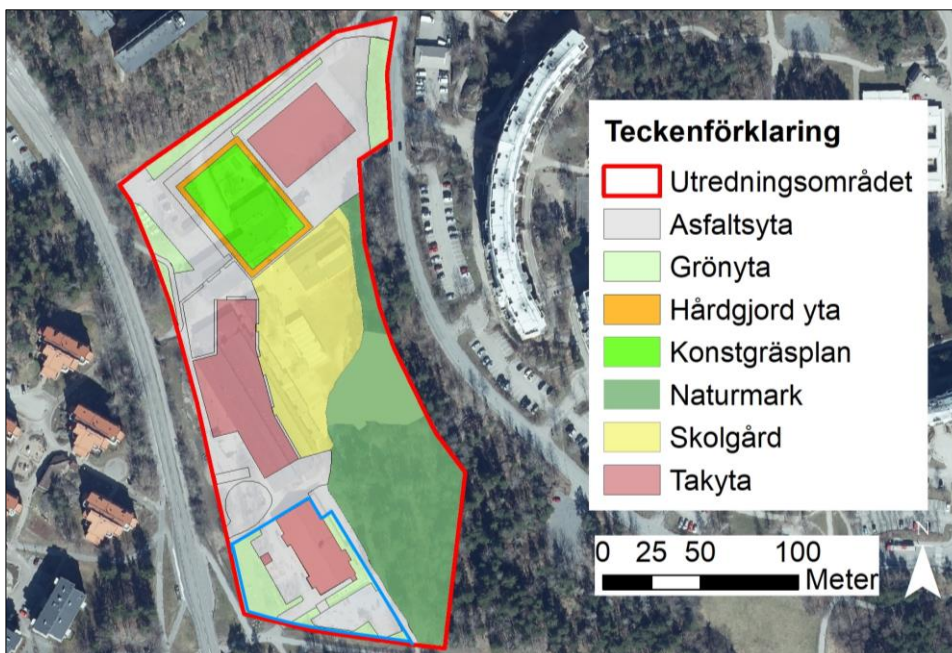
### 3.8 Övriga översvämningssrisker

Enligt översvämningsskartering av myndigheten för samhällsskydd och beredskap finns det inte några översvämningssrisker från närliggande vattendrag (MSB, 2022).

## 4 Framtida förhållanden

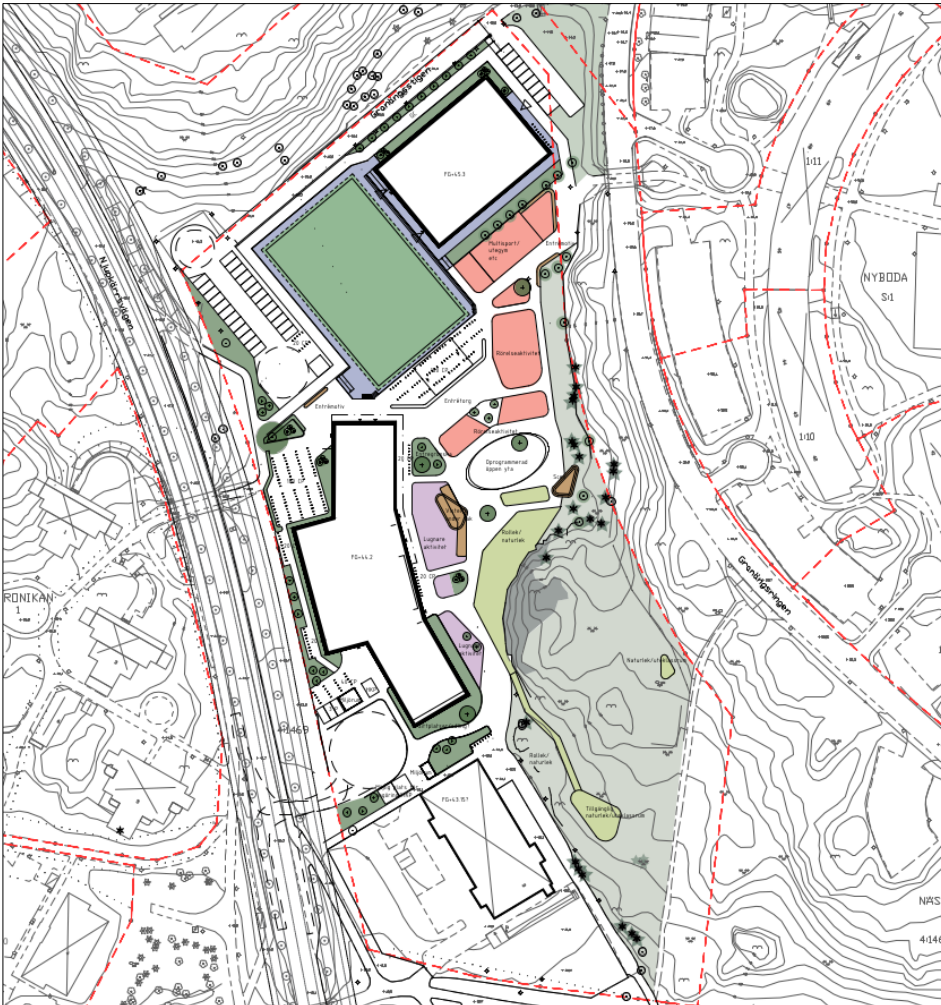
### 4.1 Planerad markanvändning

Njupkärrs nya skola kommer att utgöras av en skolbyggnad och en fullstor idrottshall. På skolgården planeras även för en konstgräsplan, samt annan lekutrustning och samlingsytor. Den nya skolbyggnaden anläggs på ungefär samma plats som befintlig skolbyggnad ligger idag, strax norr om förskolan Galaxen. Planerad utformning av idrottshall, fotbollsplan och skolgård redovisas i Figur 12.



Figur 12. Utredningsområdet med planerad utformning. Blå linje visar området för förskolan Galaxen. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

Karteringen ovan och beräkningar av flöden, fördröjningsvolymerna och föroreningar är gjorda utifrån situationsplan erhållen 2022-09-08. Därefter har en uppdaterad och mer detaljerad situationsplan erhållits av White 2022-09-15, se Figur 13. Framtida höjdsättning utgår från arbetsmaterial som erhållits av White 2022-09-21, vilket beskrivs mer i detalj i avsnitt 0.



Figur 13. Illustrationsplan av White, daterad 2022-09-15

## 5 Analys och beräkningar för dagvatten

### 5.1 Kartering markanvändning

En sammanställning av de olika typerna av markanvändning som finns inom utredningsområdet presenteras i Tabell 3. Markanvändning för området som tillhör förskolan Galaxen (blå markering i Figur 12) presenteras separat i Tabell 4 eftersom utformningen av Galaxen förblir densamma före och efter nybyggnation och inga åtgärder ska utföras.

Markanvändningen för befintlig utformning har uppskattats utifrån ortofoto och markanvändning för planerad utformning har uppskattats utifrån illustrationsplan tillhandahållna av White 2022-09-08 (se kartering i Figur 12).



Tabell 3. Markanvändning vid befintlig och planerad utformning, exkl. förskolan Galaxen. Notera att den totala avrinningskoefficienten är viktad och inte summerad

Utredningsområdet exkl. Galaxen							
Befintlig utformning				Planerad utformning			
Markanvändning	Area (ha)	Avrinningskoefficient (-)	Red. Area (ha)	Markanvändning	Area (ha)	Avrinningskoefficient (-)	Red. Area (ha)
Asfaltsyta	0,84	0,80	0,67	Asfaltsyta	0,86	0,80	0,69
Grusyta	0,25	0,40	0,10	Skolgård	0,46	0,40	0,18
Grönyta	0,56	0,10	0,06	Grönyta	0,17	0,10	0,02
Naturmark	0,75	0,40	0,22	Hårdgjord yta	0,06	0,70	0,04
Takyta	0,49	0,90	0,44	Konstgräs	0,19	0,10	0,02
				Naturmark	0,76	0,40	0,23
				Takyta	0,38	0,90	0,30
<b>Totalt</b>	<b>2,89</b>	<b>0,54</b>	<b>1,57</b>		<b>2,89</b>	<b>0,55</b>	<b>1,60</b>

Den sammanvägda avrinningskoefficienten inom utredningsområdet exkl. förskolan Galaxen beräknas öka marginellt, från 0,54 före till 0,55 efter nybyggnation.

Den sammanvägda avrinningskoefficienten för förskolan Galaxen har beräknats till 0,59, se Tabell 4.

Tabell 4. Markanvändning för förskolan Galaxen. Notera att den totala avrinningskoefficienten är viktad och inte summerad

Förskolan Galaxen			
Markanvändning	Area (ha)	Avrinningskoefficient (-)	Red. area (ha)
Asfaltsyta	0,15	0,80	0,12
Grönyta	0,13	0,10	0,01
Takyta	0,10	0,90	0,09
<b>Totalt</b>	<b>0,39</b>	<b>0,59</b>	<b>0,23</b>

## 5.2 Rinntider

Rinnsträcka och rindhastighet har beräknats för utredningsområdet med befintlig och planerad utformning och resultaten presenteras i Tabell 5. Rinntiden uppskattas vara densamma för befintlig och planerad utformning och minsta möjliga rinntid (10 minuter) har ansatts i beräkningarna.

Tabell 5. Rinnsträcka, - hastighet och -tid för befintlig och planerad situation

	Rinntid	
	Befintlig utformning	Planerad utformning
Rinnsträcka, mark (m)	100	100
Rinnhastighet, mark (m/s)	0,5	0,5
Rinntid, mark (min)	3	3
Rinnsträcka, ledning (m)	100	100
Rinnhastighet, ledning (m/s)	1,5	1,5
Rinntid, ledning (min)	1	1
<b>Total rinntid (min)</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

### 5.3 Dimensionerande flöden

Beräkning av dagvattenflöden har utförts enligt riktlinjerna och beräkningsmetoden från Svenskt Vattens publikation P110 *Avledning av dag-, drän- och spillvatten* samt med hjälp av StormTac (v.20.2.3). Enligt P110 bör en klimatkfaktor användas vid beräkning av framtida flöden, då området kommer att påverkas av ett förändrat klimat. Klimatkfaktor 1,25 användes vid beräkning av flöden för regn med 5- och 20-års återkomsttid (baserat på *tät bostadsbebyggelse* enligt P110).

Dimensionerande flöden för befintlig och planerad utformning av utredningsområdet presenteras i Tabell 6. Redovisade flöden i tabellen avser utredningsområdet exklusive förskolan Galaxen.

Tabell 6. Återkomsttid för regn, motsvarande regnintensitet och dimensionerande flöden för utredningsområdet exkl. Galaxen vid befintlig och planerad situation, beräknade inklusive klimatkfaktor 1,25.

Befintlig utformning			
Återkomsttid (år)	Klimatkfaktor (-)	Regnintensitet (l/s, ha)	Flöde (l/s)
5	1,25	227	355
20	1,25	358	561
Planerad utformning			
Återkomsttid (år)	Klimatkfaktor (-)	Regnintensitet (l/s, ha)	Flöde (l/s)
5	1,25	227	362
20	1,25	358	572

Beräkningarna visar att det dimensionerande flödet ökar något med planerad utformning, från 561 l/s till 572 l/s.

Dimensionerande flöde för förskolan Galaxen redovisas i Tabell 7 nedan. Flödena är samma för befintlig och planerad situation eftersom utformningen av Galaxen inte kommer att ändras.

Tabell 7. Återkomsttid för regn, motsvarande regnintensitet och dimensionerande flöden för förskolan Galaxen, beräknade inklusive klimattfaktor 1,25.

Återkomsttid (år)	Klimattfaktor (-)	Regnintensitet (l/s, ha)	Flöde (l/s)
5	1,25	227	51
20	1,25	358	81

Dimensionerande 20-årsflöde från Galaxen beräknas vara cirka 81 l/s.

## 5.4 Beräkningar av fördröjningsbehov

Dagvattenåtgärder ska enligt krav från Tyresö kommun dimensioneras så att hela avrinningsvolymen av 10 mm regn kan inrymmas i ytlig fördröjningsvolym i växtbäddar, alternativt 20 mm då dagvatten leds direkt till skelettjordar, makadammagasin eller makadamdiken. I båda fallen ska dagvattnet kunna uppehållas i minst 6–12 timmar innan avledning mot ledning.

I Tabell 8 presenteras total erforderlig fördröjningsvolym för hela utredningsområdet exklusive Galaxen vid 10 respektive 20 mm nederbörd.

Tabell 8. Erforderlig fördröjningsvolym för utredningsområdet exkl. Galaxen vid 10 samt 20 mm nederbörd

Utredningsområdet exkl. Galaxen	
Fördröjningskrav (mm)	Erforderlig fördröjningsvolym (m <sup>3</sup> )
10	160
20	319

De erforderliga fördröjningsvolymerna som redovisas i tabellen är de totala fördröjningsvolymerna för hela utredningsområdet. Av de totala fördröjningsvolymerna beräknas cirka 22 respektive 41 m<sup>3</sup> (vid 10 respektive 20 mm försörjningskrav) komma från naturmark som avrinner bort från skolgården mot Galaxen. Ytterligare en fördröjningsvolym på cirka 4 respektive 7 m<sup>3</sup> beräknas komma från gångvägen som går parallellt med Galaxen, med avvattnings i sydlig riktning. Dessa ytor avvattnas bort från skolgården, mot det område där inga åtgärder planeras. Eftersom ytorna bevaras likt idag föreslås inga dagvattenanläggningar för dessa ytor. Inom naturmark bedöms dagvatten även till stor del kunna hanteras lokalt.

Det har inte beräknats någon fördröjningsvolym för Galaxen eftersom det inte ska utföras några åtgärder på förskolan.

## 5.5 Föroreningsberäkningar

Beräkning av föroreningsbelastning och reningseffekt har utförts med hjälp av den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac (v.20.2.3). Modellen är ett planeringsverktyg där översiktliga beräkningar av flöden och koncentrationer av olika föroreningar i dagvatten kan utföras. Nödvändiga indata

till modellen består av nederbörds mängd<sup>2</sup> samt det aktuella områdets area och markanvändning. Till beräkningarna använder modellen kvalitetsgranskade schablonhalter av föroreningar, baserade på flödesproportionell provtagning (StormTac, 2022).

Observera att en modellering är en förenklad beskrivning av verkligheten som inte fullt ut kan återspegla de komplexa skeenden som tillsammans påverkar föroreningsinnehållet i dagvattnet. Omfattningen av modellens dataunderlag varierar mellan olika typer av föroreningar, likaså för markanvändningar, vilket ger föroreningsberäkningarna en viss osäkerhet. Mot bakgrund av avsaknaden av andra modeller som beskriver dagvattnets föroreningsinnehåll, samt reningseffekt i dagvattenanläggningar, bedöms StormTac-modellen, trots dess osäkerheter, som den mest lämpliga metoden att använda för att beräkna föroreningsbelastning i föreliggande fall. Modellens osäkerhet behöver dock beaktas när slutsatser dras.

I Tabell 9 redovisas beräknade föroreningshalter och -mängder som vanligen förekommer i dagvatten. Beräkningarna är utförda på utredningsområdet exklusive Galaxen. Galaxen har exkluderats eftersom denna bevaras med befintlig utformning och inga åtgärder ska genomföras.

Tabell 9. Föroreningsbelastning från utredningsområdet med befintlig och planerad utformning

Ämne	Befintlig utformning		Planerad utformning	
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)
<b>P</b>	270	2,9	270	3
<b>N</b>	1 600	17	1 600	17
<b>Pb</b>	13	0,14	13	0,14
<b>Cu</b>	25	0,26	25	0,27
<b>Zn</b>	91	0,97	91	0,99
<b>Cd</b>	0,62	0,0066	0,62	0,0067
<b>Cr</b>	11	0,11	11	0,12
<b>Ni</b>	8,5	0,09	8,5	0,092
<b>Hg</b>	0,028	0,00029	0,028	0,0003
<b>SS</b>	63 000	670	63 000	690
<b>Olja</b>	620	6,6	630	6,8
<b>PAH16</b>	0,53	0,0056	0,53	0,0058
<b>BaP</b>	0,044	0,00047	0,045	0,00049

Enligt beräkningarna kommer mängden av samtliga ämnen förutom kväve och bly att öka något med planerad utformning av utredningsområdet, detta till följd av en förändring i markanvändning och en något högre avrinningskoefficient (se Tabell 3).

### 5.5.1 Bedömning av reningsbehovet

Även om föroreningsberäkningarna inte redovisar någon betydande ökning av föroreningsbelastningen finns det ändå ett behov av att rena dagvattnet för att

<sup>2</sup> En genomsnittlig, korrigerad, årsnederbörd på 593 mm har använts, baserad på SMHI:s meteorologiska station Stockholm-Observatoriekullen (98210) som bedöms ligga närmast utredningsområdet.

förbättra vattenkvaliteten i recipienten, detta i enlighet med Tyresö kommuns dagvattenhanteringsplan. De mest förorenande ytorna inom utredningsområdet bedöms vara parkerings- och körytor, som bland annat ger upphov till tungmetaller, olja och PAH16 i dagvattnet. Det är därför av största vikt att dagvatten från dessa ytor renas innan det lämnar utredningsområdet och når recipienten.

Redovisade ämnen i Tabell 9 utgör vanligt förekommande ämnen i dagvattnet, men den planerade konstgräsplanen kommer att generera andra föroreningar, kanske främst i form av mikroplaster. Konstgräsplaner byggs upp med ett fyllnadsmaterial som vanligtvis utgörs av gummigranulat, vilket kan spridas och följa med dagvattnet ut i recipienten. Det finns därav ett behov av att rena dagvatten från konstgräsplanen, så nära källan som möjligt. Förutom att rena vattnet rekommenderas att utreda möjligheten till att använda alternativa fyllnadsmaterial för att minska spridningen av mikroplaster till miljön. Det finns exempelvis konstgräsplaner där gummimaterialet ersatts med sand eller kork. Om fallskyddsunderlag av plast anläggs på skolgården finns samma behov av rening av dagvatten från de ytorna.

## 6 Förslag till dagvatten- och skyfallshantering

Inom utredningsområdet utgörs jordarten av lera och urberg, varför dagvattenanläggningar som bygger på infiltration och perkolation till grundvattnet inte bedöms vara lämpliga.

Dagvatten som uppkommer inom utredningsområdet behöver likt idag avledas från området. Innan avledning till det allmänna dagvattenledningsnätet behöver dagvatten renas och fördröjas lokalt på skolområdet (LOD), detta i enlighet med Tyresö kommuns dagvattenstrategi. Det bedöms vara möjligt att ansluta dagvattenanläggningar med självfall till befintlig anslutningspunkt.

Skolområdet ligger lägre än omgivande mark och bebyggelse. Utöver det regn som faller över själva området behöver därför vatten från omkringliggande områden hanteras (magasinerats eller genomledas) på skolområdet. Då det vid skyfall finns befintliga riskområden nedströms är det viktigt att avrinningen från skolområdet kontrolleras så att översvämningssituationen nedströms inte förvärras.

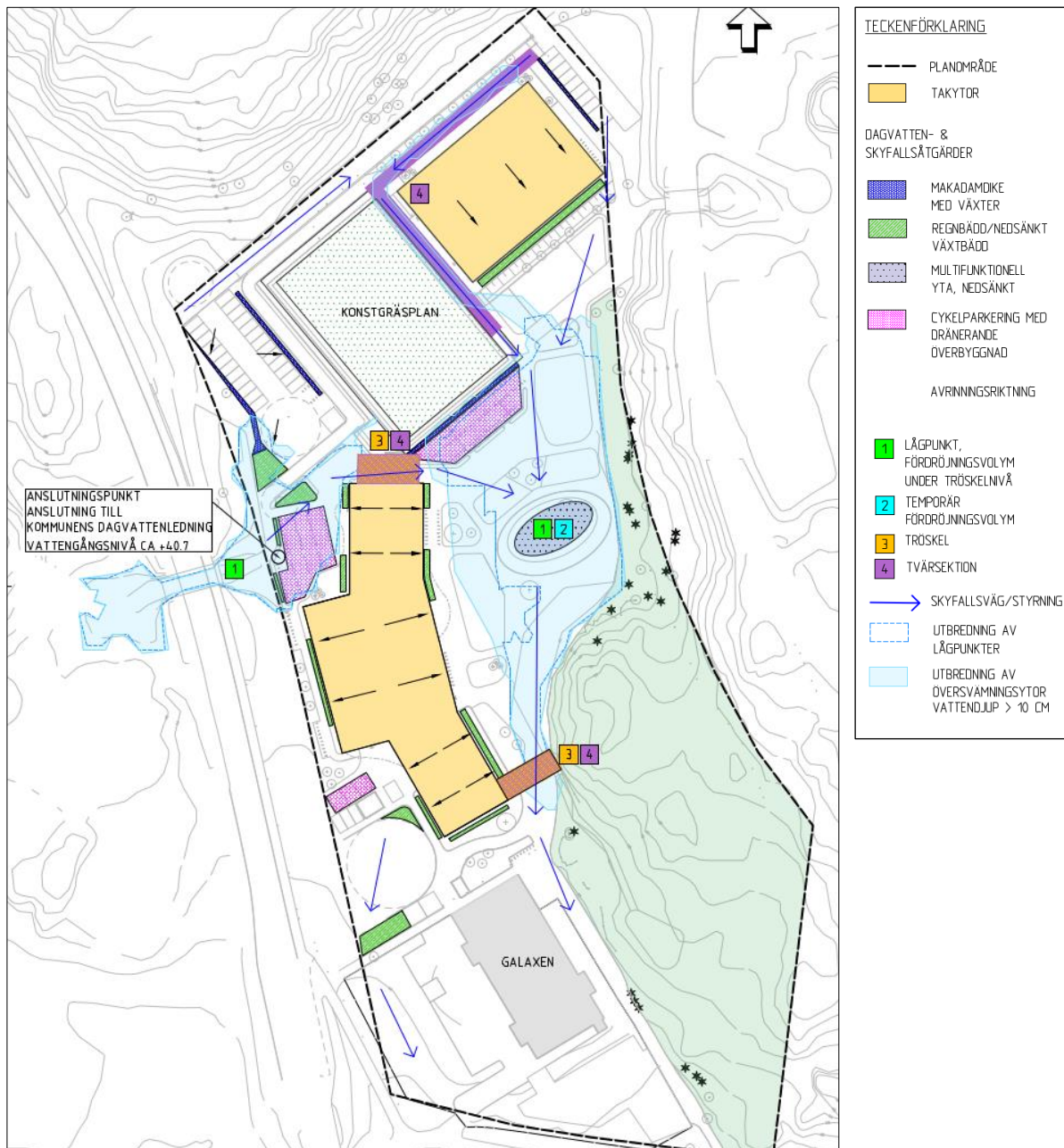
Placering och utformning av anläggningar för dagvatten och skyfall behöver ta hänsyn till befintliga fjärrvärmeledningar som förekommer i områdets norra delar, samt förutsättningar från geoteknisk utredning.

## 6.1 Systemförslag

Systemförslagen bygger på identifierade förutsättningar och Tyresö kommuns dagvattenstrategi. De två systemförslag som presenteras skiljer sig åt avseende lösningar för hantering av skyfall. Placering och utformning av föreslagna anläggningar är schematiskt.

### Alternativ 1

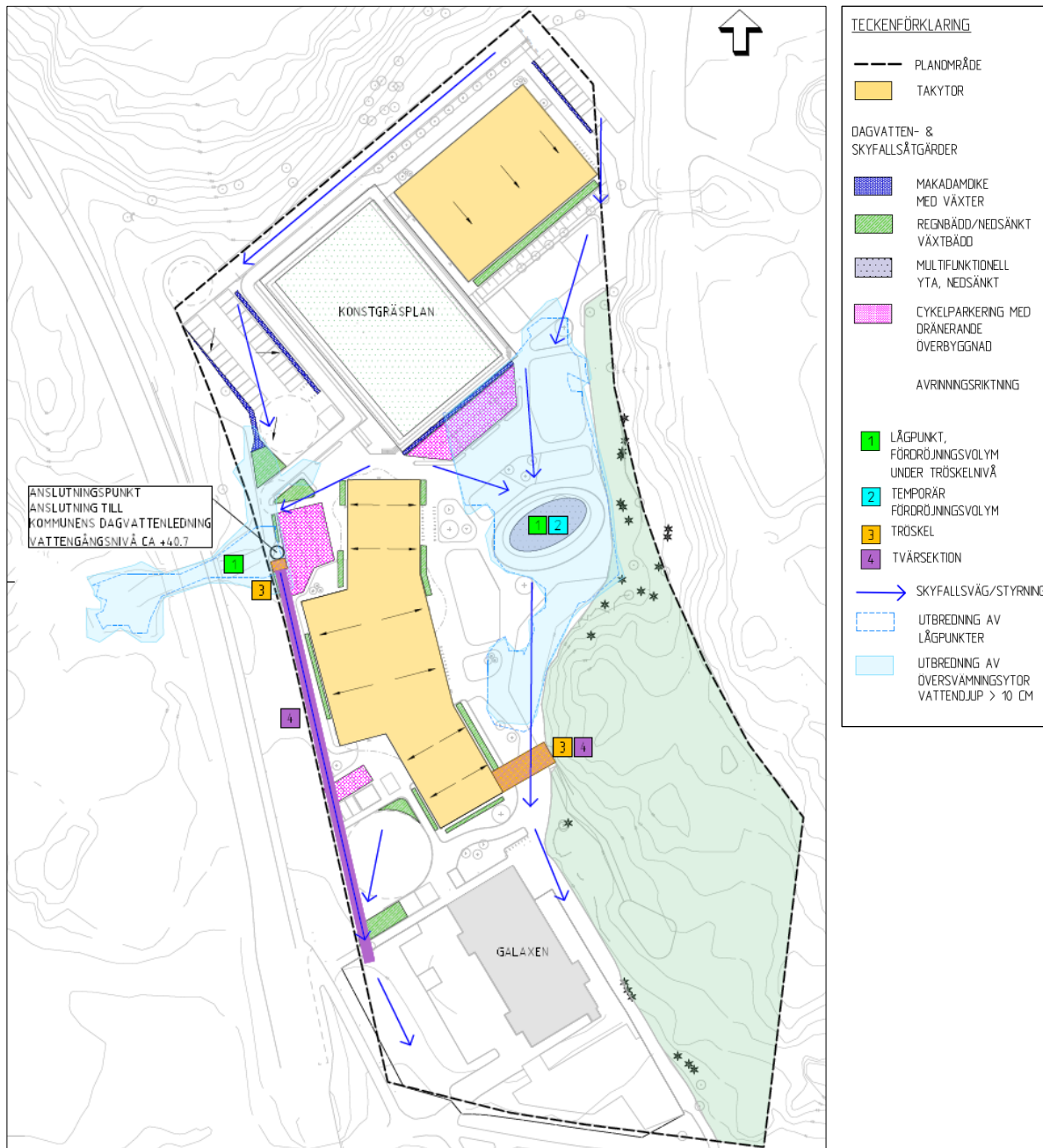
Systemförslag enligt alternativ 1 illustreras i Figur 14 samt Bilaga 3.



Figur 14. Systemförslag enligt alternativ 1, avvattningsplan.

## Alternativ 2

Systemförslag enligt alternativ 2 illustreras i Figur 15 samt Bilaga 4.



Figur 15. Systemförslag enligt alternativ 2, avvattningsplan.

### 6.1.1 Skolgård

Skolgården öster om planerad skolbyggnad utgör idag en lokal lågpunkt där dagvatten ansamlas. Området föreslås utformas som en multifunktionell yta som även fortsatt ska kunna hantera dagvatten och skyfall, se Figur 14. Ytan utformas gärna med vegetation. Idag finns problem med stående vatten på platsen, vilket kan förklaras av att området dels utgör en svacka i terrängen, dels att marklagren

utgörs av lera med låg infiltrationskapacitet. För att undvika att vatten blir stående behöver den nedsänkta ytan utformas med porösa och väl-dränerade marklager, dräneringsledning och en dagvattenbrunn som kan avleda vatten till det allmänna ledningsnätet.

Den mångfunktionella ytan bidrar vid normal nederbörd med viss rening genom sedimentation och fastläggning, samt vid skyfall med en större volym för att hantera flöden som annars hade runnit vidare till känsliga områden nedströms. Erforderlig fördröjningsvolym för att fördröja 10 mm ytligt<sup>3</sup> redovisas i Tabell 10. Ytan dimensioneras för att ta emot avrinnande vatten från skolområdet samt intilliggande berg i dagen som finns inom skolområdet.

Tabell 10. Erforderlig fördröjningsvolym för skolgård med fördröjningskrav 10 mm

Erforderlig fördröjningsvolym skolgård		
Area	6 204	m <sup>2</sup>
Avrinningskoefficient	0,40	-
Red. Area	2 482	m <sup>2</sup>
Fördröjningsvolym, krav	10	mm
<b>Erforderlig fördröjningsvolym</b>	<b>25</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Den mångfunktionella ytan kan utformas på olika sätt efter behov. Med ett genomsnittligt djup på 0,1-0,2 meter krävs en yta mellan 124 och 248 m<sup>2</sup> för att hantera dagvatten.

## 6.1.2 Takytor

För takavrinning från skolbyggnad och idrottshall föreslås regnbäddar som dimensioneras för att fördröja och rena 10 mm i ytligt magasin ovan växtbädden. Regnbädda kan anläggas i marknivå eller upphöjda i planteringslådor. Erforderlig fördröjningsvolym för skolbyggnaden respektive idrottshallen presenteras i Tabell 11 och Tabell 12.

Tabell 11. Erforderlig fördröjningsvolym skolbyggnad med fördröjningskrav 10 mm

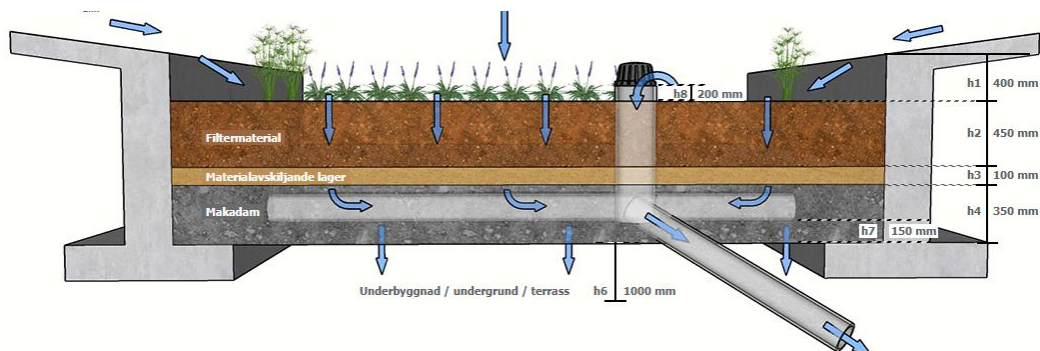
Erforderlig fördröjningsvolym skolbyggnad		
Area	2 347	m <sup>2</sup>
Avrinningskoefficient	0,9	-
Red. Area	2113	m <sup>2</sup>
Fördröjningsvolym, krav	10	mm
<b>Erforderlig fördröjningsvolym</b>	<b>21</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Takvattnet leds ut i regnbäddarna via stuprör med utkastare. Ytan i närmast anslutning till utkastare bör erosionskyddas. Med antagandet att skolbyggnaden utformas med sadeltak ger det en fördröjningsvolym på 11 m<sup>3</sup> på vardera sida av byggnaden. Det medför att om de upphöjda regnbäddarna utformas med ett djup på 0,1–0,2 meter krävs en yta mellan 53 och 106 m<sup>2</sup> på vardera sida av byggnaden, se Figur 14.

<sup>3</sup> Med ytlig fördröjning eller fördröjning på ytan avses att det ska finnas ett ytligt magasin som kan hantera 10 mm nederbörd och som sedan sakta infiltrerar genom anläggningen.



En principskiss av en regnbädd visas i Figur 16. Angivna djup (h) i skissen är exempel som kan justeras.



Figur 16. Principskiss av en regnbädd. Källa: StormTac

För att hantera takvatten från idrottshallen föreslås upphöjda regnbäddar som placeras mellan idrottshallen och planerad multisportyta, se Figur 14. Erforderlig fördröjningsvolym för idrottshallen redovisas i Tabell 12 nedan.

Tabell 12. Erforderlig fördröjningsvolym idrottshall med fördröjningskrav 10 mm

Erforderlig fördröjningsvolym idrottshall		
Area	1 456	m <sup>2</sup>
Avrinningskoefficient	0,90	-
Red. Area	1311	m <sup>2</sup>
Fördröjningsvolym, krav	10	mm
<b>Erforderlig fördröjningsvolym</b>	<b>13</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Det antas att taket på idrottshallen inte kommer att utformas som ett sadeltak, utan att allt takvatten kommer att rinna av i riktning mot skolgården. Om regnbäddarna utformas med djup 0,1–0,2 meter krävs en yta mellan 66 och 131 m<sup>2</sup>.

### 6.1.3 Parkeringar och körytor

För att rena dagvatten från parkeringsytorna i den nordvästra och nordöstra delen av utredningsområdet föreslås växtbäddade (täckta) makadamdiken, exempelvis med äng, se Figur 14. Dikena utformas med vegetation för att öka fastläggning av partiklar och avskiljning av olja. Det är viktigt att parkeringarna höjdsätts så att dagvatten kan ledas in på ytan till regnbäddarna/makadamstråken. Den nordöstra parkeringen behöver även höjdsättas med hänsyn till skyfallshantering, se 6.2.3. Anläggningarna dimensioneras för att 10 mm ska renas och fördröjas på ytan. Erforderlig fördröjningsvolym för den nordvästra respektive den nordöstra parkeringen redovisas i Tabell 13 och

Tabell 14. För att reducera avrinningen från parkeringarna kan föreslagna växtbäddade makadamdiken kompletteras med genomsläpplig beläggning på parkeringsytorna.

Tabell 13. Erforderlig fördröjningsvolym för den nordvästra parkeringen med fördröjningskrav 10 mm

<b>Erforderlig fördröjningsvolym parkering nordväst</b>		
Area	1 212	m <sup>2</sup>
Avrinningskoefficient	0,80	-
Red. Area	970	m <sup>2</sup>
Fördröjningsvolym, krav	10	mm
<b>Erforderlig fördröjningsvolym</b>	<b>10</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Tabell 14. Erforderlig fördröjningsvolym för den nordöstra parkeringen med fördröjningskrav 10 mm

<b>Erforderlig fördröjningsvolym parkering nordöst</b>		
Area	352	m <sup>2</sup>
Avrinningskoefficient	0,80	-
Red. Area	282	m <sup>2</sup>
Fördröjningsvolym, krav	10	mm
<b>Erforderlig fördröjningsvolym</b>	<b>3</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Med ett djup mellan 0,1–0,2 meter krävs en yta mellan 48 och 97 m<sup>2</sup> för nordvästra parkeringen, medan det för den nordöstra parkeringen krävs en yta mellan 14 och 28 m<sup>2</sup>.

För att rena och fördröja dagvatten från planerad vändplan med intelligande mindre parkering föreslås också regnbäddar, se Figur 14. Erforderlig fördröjningsvolym vid 10 mm ytlig fördröjning redovisas i Tabell 15.

Tabell 15. Erforderlig fördröjningsvolym för vändplan och parkering med fördröjningskrav 10 mm

<b>Erforderlig fördröjningsvolym vändplan med parkering</b>		
Area	723	m <sup>2</sup>
Avrinningskoefficient	0,80	-
Red. Area	578	m <sup>2</sup>
Fördröjningsvolym, krav	10	mm
<b>Erforderlig fördröjningsvolym</b>	<b>6</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Om regnbäddarna utformas med djup 0,1 - 0,2 meter krävs en yta mellan cirka 29 och 58 m<sup>2</sup>.



Figur 17. Exempel på regnbäddar i parkeringsmiljö. Foto: Sweco

För att fördröja och rena dagvatten från Granängsstigen rekommenderas ett nedsänktgrönstråk mellan vägen och planerad gång- och cykelbana. Det är oklart exakt hur ett grönstråk kan utformas här eftersom det är ont om plats, men om möjligt är ett grönstråk positivt ur dagvattensynpunkt.

#### 6.1.4 Konstgräsplan

Konstgräsplanen utformas som en plan yta och kring planen kommer det finnas cirka tre meter hårdgjord yta. Konstgräsplanen ligger topografiskt högre än skolområdet och för att hantera dagvatten från planen föreslås att den dräneras mot täckt (växtbeklätt) makadamdike som placeras söder om planen i anslutning till planerad cykelparkering, se Figur 14. Det huvudsakliga syftet med det växtbekladda makadamdiket är att samla upp granulat som riskerar att transporteras bort med vattnet. I Tabell 16 nedan redovisas erforderlig fördröjningsvolym för att ta hand om 10 mm ytligt från konstgräsplanen med omkringliggande hårdgjord yta. Redovisad avrinningskoefficient (0,24) är den viktade avrinningskoefficienten för konstgräsplanen (0,1) och den hårdgjorda ytan runt konstgräsplanen (0,7).

Tabell 16. Erforderlig fördröjningsvolym för konstgräsplan med fördröjningskrav 10 mm.

Erforderlig fördröjningsvolym konstgräsplan		
Area	2 501	m <sup>2</sup>
Avrinningskoefficient	0,24	-
Red. Area	596	m <sup>2</sup>
Fördröjningsvolym, krav	10	mm
<b>Erforderlig fördröjningsvolym</b>	<b>6</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Som komplement till ytlig hantering av dagvattnet i regnbäddar rekommenderas att brunnar i närheten av konstgräsplanen utrustas med granulatfilter/-fällor för att kunna avskilja granulat som potentiellt spridits över området.

### 6.1.5 Övriga hårdgjorda ytor

Övriga hårdgjorda ytor så som entré och cykelparkeringar föreslås avvattnas mot planteringar eller grönytor. I Tabell 17 redovisas erforderlig fördröjningsvolym för området vid skolbyggnadens entré och intilliggande cykelparkering.

Tabell 17. Erforderlig fördröjningsvolym för entré och intilliggande cykelparkering med fördröjningskrav 10 mm

Erforderlig fördröjningsvolym entré och cykelparkering		
Area	667	m <sup>2</sup>
Avrinningskoefficient	0,80	-
Red. Area	534	m <sup>2</sup>
Fördröjningsvolym, krav	10	mm
<b>Erforderlig fördröjningsvolym</b>	<b>5</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

För att minska avrinningen och därmed fördröjningsbehovet föreslås att man arbetar med genomsläppliga beläggningar på markytorna. Exempelvis kan cykelparkeringar anläggas med en dränerande överbyggnad, se Figur 14. Eftersom jordarten utgörs av lera med låg genomsläpplighet behöver dränering anslutas till dagvattennätet för att säkerställa avledning av vattnet. Exempel på genomsläppliga beläggningar redovisas i Figur 18.



Figur 18. Exempel på genomsläppliga beläggningar på cykel- och parkeringsytor. Foto t.v.: VA-syd, foto t.h.: Sweco

Beroende på beläggningstyp kan underhåll krävas för att genomsläppliga ytor inte ska sätta igen.

Av de 160 m<sup>3</sup> som redovisas i Tabell 8 beräknas 45 m<sup>3</sup> komma från diverse hårdgjorda ytor inom skolområdet. Efter exploatering kommer avrinningen från ytorna att variera utifrån val av beläggning. I samband med projektering behöver det ses över så att samtliga hårdgjorda ytor på skolgården avvattnas mot planteringar eller grönytor.

Tabell 18. Erforderlig fördröjningsvolym för resterande hårdgjorda ytor med fördröjningskrav 10 mm

Erforderlig fördröjningsvolym övriga hårdgjorda ytor		
Area	5 666	m <sup>2</sup>
Avrinningskoefficient	0,80	-
Red. Area	4 533	m <sup>2</sup>
Fördröjningsvolym, krav	10	mm
<b>Erforderlig fördröjningsvolym</b>	<b>45</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

## 6.2 Skyfallshantering

För skyfallshantering presenteras två alternativa lösningsförslag. Alternativ 1 utgår från att skyfallet ska hanteras med åtgärder inom skolområdet och att avrinningen från området inte ska öka. Fokus i detta lösningsförslag hamnar därmed på att kunna tillskapa tillräckliga fördröjningsvolymen inom skolområdet. Alternativ 1 beskrivs närmare i avsnitten 6.2.3.

Alternativ 2 utgår i stället från att avrinning leds bort snabbare från skolområdet för att minska vattenvolymen som måste hanteras kring skolan. Detta innebär ett större fokus på påverkan nedströms samt på behov av eventuella åtgärder nedströms. Alternativ 2 beskrivs närmare i avsnitten 6.2.4.

### 6.2.1 Skyfallsstrategi

Syftet med strategin för skyfallshantering är att säkerställa att det inte förekommer risk att den nya bebyggelsen (skolbyggnad och idrottshall) översvämmas eller tar skada i samband med skyfall, att det går att säkerställa framkomligheten till bebyggelsen inom planområdet och att planen inte orsakar en försämring av översvämningssituationen upp- eller nedströms.

Skyfallsstrategin för båda alternativa lösningsförslag utgår från några generella principer, vilka är att:

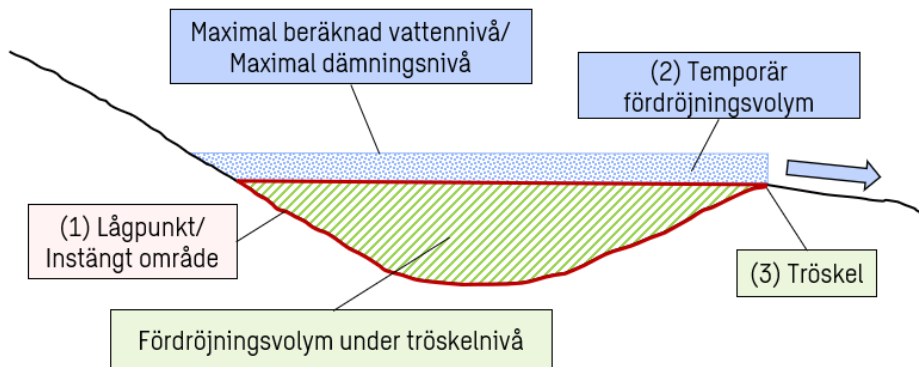
- Mark bör luta bort från byggnader.
- Avrinning styrs tydligt genom området.
- Färdigt golv bör ligga minst 0,2 m över maximal beräknad vattennivå.

### 6.2.2 Begrepp och typlösningar

I följande avsnitt presenteras och förklaras olika begrepp och typlösningar som ingår i den föreslagna skyfallshanteringen. Några av begreppen illustreras i Figur 19. Typlösningarna har getts nummer som används i kommande delavsnitt, och dessa anges inom parentes i texten.

En **lågpunkt (1)** eller ett **instängt område** utgörs av ett lågt beläget område där vatten kan ansamlas och bli stående. En lågpunkts utbredning bestäms av dess **tröskel (3)** (det vill säga den lägsta punkten i omkringliggande mark), och så länge vattennivån i lågpunkten inte överskrider nivån för tröskeln sker ingen yttlig avrinning från lågpunkten. I lågpunkten finns en viss magasineringsskapacitet, vilket motsvarar **fördröjningsvolymen under tröskelnivån**. Området där denna fördröjningsvolym finns beskrivs av utbredningen av lågpunkten.

Då vattennivån i lågpunkten överstiger tröskelnivån kommer vatten kunna rinna vidare nedströms. Hur mycket vattennivån stiger över nivån för tröskeln beror bland annat på markens lutning och flödesmotstånd. I föreliggande utredning används begreppen **maximal beräknad vattennivå** och **maximal dämningnivå** för att beskriva den högsta vattennivån (och därmed den största utbredningen av översvämningen) som uppstår vid det studerade regnet. För att beskriva den volym vatten som förekommer under den maximala beräknade vattennivån utöver fördröjningsvolymen under tröskelnivån används begreppet **temporär fördröjningsvolym (2)**. Området där denna fördröjningsvolym finns beskrivs av utbredningen av översvämningssytan.



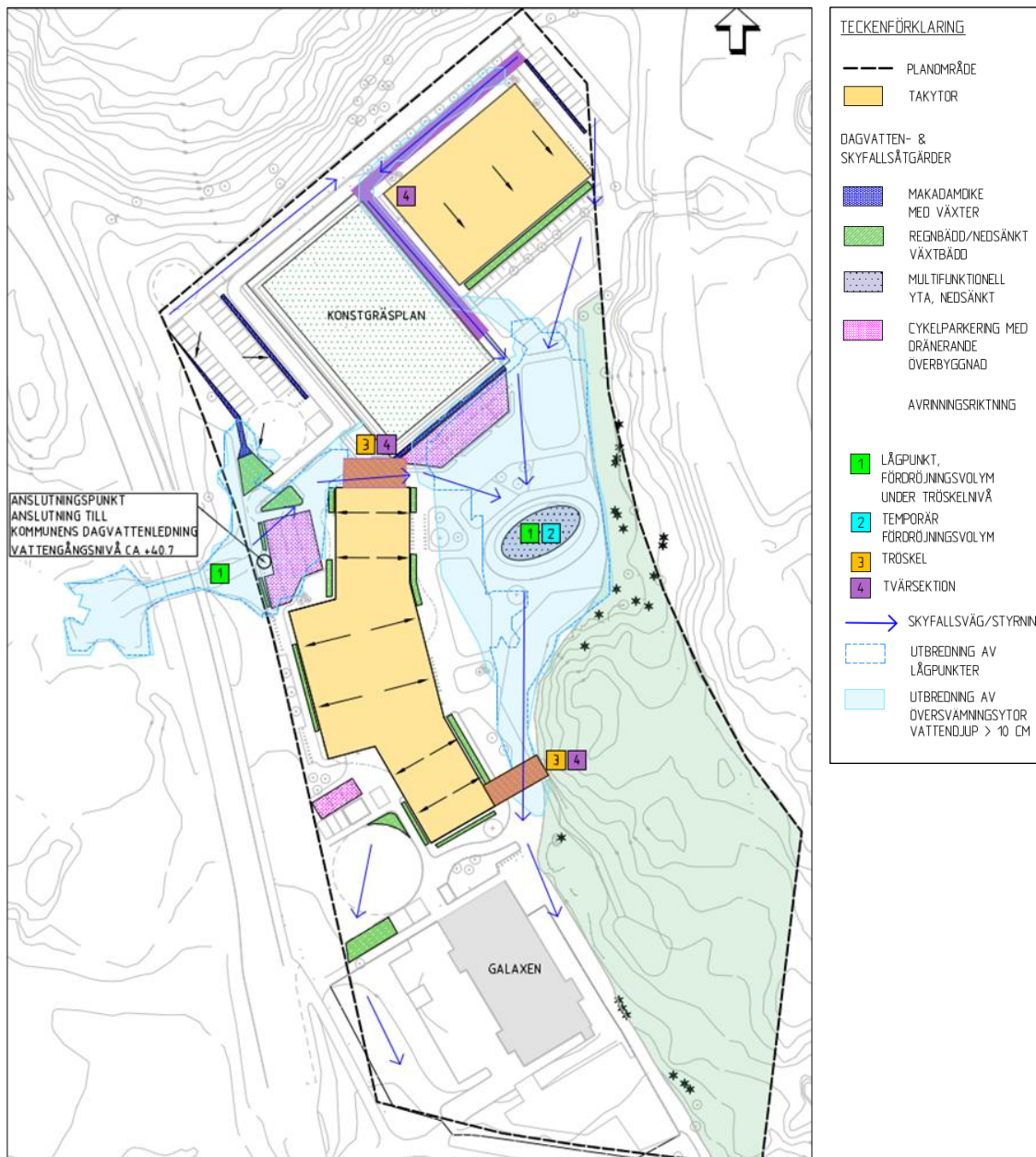
Figur 19. Principiell skiss som illustrerar de begrepp som används för att beskriva skyfallshanteringen.

I motsats till de instängda områdena så kan vatten från icke instängda områden alltid rinna vidare på ytan. Avrinningen kommer då att ske längs **lågstråk** i terrängen. Lågstråken kallas **rinnvägar**. Även om vattnet inte fastnar längs rinnvägarna så kan betydande mängder vatten transporteras, vilket innebär att lågstråk i likhet med instängda områden bör betraktas som områden med förhöjd risk för översvämning vid skyfall. En typlösning för hantering av skyfall är att **styra avrinning (pil)** genom området. Detta görs genom höjdsättning som skapar ett lågstråk på önskad plats.

Då en rinnväg går genom en smal passage eller då det är önskvärt att begränsa utbredningen av en rinnväg är **tvärsektionen (4)** som flödet passerar igenom viktig. Tvärsektionens utformning samt markens lutning påverkar sambandet mellan vattendjup och flödeshastighet. Tvärsektioner är därmed viktiga för att begränsa uppströms dämning och skapa tillräcklig kapacitet för maximala flöden.

### 6.2.3 Föreslagen skyfallshantering – alternativ 1

I Figur 20 visas en schematisk skiss över föreslagen lösning för skyfallshantering enligt alternativ 1, vilket innefattar rinnvägar, lågpunkter/fördröjningsytor samt kritiska trösklar och tvärsektioner.



Figur 20. Schematisk översikt över åtgärdsförslag för skyfallshantering enligt alternativ 1.

Fördröjningsvolym under tröskelnivåer finns huvudsakligen i lågpunkter på skolgården och i cykelunderfarten under Njukärsvägen. Redan i nuläget är cykelunderfarten inte framkomlig i samband med skyfall, och då detta bedöms vara svårt att avhjälpa föreslås att denna magasineringkapacitet används även framöver. På skolgården föreslås att fördröjningsvolymen flyttas så att vatten ansamlas på säkert avstånd från ny bebyggelse. På grund av den befintliga situationen med långsam avrinning genom området som medför dämning över

tröskelnivåerna samt utgångspunkten att skyfallsåtgärder endast ska föreslås inom skolområdet, vilket medför begränsningar i flödet ut från området, behövs det en temporär fördröjningsvolym utöver fördröjningsvolymen som finns under lågpunkternas tröskelnivåer. Skolområdet bör utformas så att även den temporära fördröjningsvolymen under den maximala dämningnivån finns tillgänglig på säkert avstånd från den nya bebyggelsen.

De föreslagna rinnvägarna innebär översiktligt att avrinning från uppströms områden och skolområdet i första hand leds mot de tidigare nämnda lågpunkterna. I samband med skyfall kommer lågpunkterna fyllas till sina tröskelnivåer, vilket innebär att vatten måste kunna rinna vidare från skolområdet. För att säkerställa framkomligheten till skolan föreslås avrinning från cykelunderfarten under Njupkärrsvägen ledas mot lågpunkten på skolgården, medan avrinningen från lågpunkten på skolgården leds söderut förbi den nya skolbyggnadens sydöstra hörn och vidare förbi förskolan Galaxen och ner till Farmarstråket. Genom en tydlig styrning av rinnvägar inom området kan framkomligheten till den nya bebyggelsen säkerställas enligt nedan.

- Vid skyfall kan den nya skolbyggnaden nås via entréerna i sydväst vid den nya angränsningen till Njupkärrsvägen. Detta åstadkoms genom att styra om den befintliga rinnvägen väster om skolan så att avrinningen istället leds runt skolbyggnaden. Detta skapar också en förbättrad framkomlighet till förskolan Galaxen.
- Idrottshallen föreslås nås via entréerna mot parkeringen i öst samt via Granängsringen. Framkomligheten säkerställs genom att minska avrinningen förbi denna sida av byggnaden genom att den huvudsakliga avledningen sker norr och väster om byggnaden.

Förutom de generella principer som beskrivits ovan kan mer detaljerade krav ställas utifrån de genomförda simuleringarna för att även ta hänsyn till de dynamiska aspekterna av ett skyfall. Dessa krav utgår från den studerade regnhändelsen och innebär att:

- Befintlig fördröjningsvolym inom området bör inte byggas bort, men kan flyttas och utökas.
- Färdigt golv bör ligga minst 0,2 m över maximal beräknad vattennivå. Utifrån den senaste höjdsättningen som använts i beräkningarna motsvarar detta att färdigt golv för skolbyggnaden bör vara belägen minst på nivån +44,4 m.
- Det maximala flödet från skolgården ner mot förskolan bör inte överstiga 0,8 m<sup>3</sup>/s för att inte orsaka ökade vattendjup i rinnvägen vid förskolan jämfört med nuläget.
- Begränsningen i maximalt utflöde från skolområdet innebär att avrinningen behöver bromsas upp innan det leds vidare från skolområdet, vilket innebär att vatten behöver fördröjas på skolområdet. Givet den nuvarande utformningen av skolområdet (inklusive cykelunderfarten under Njupkärrsvägen) behöver omkring 2 800 m<sup>3</sup> kunna hanteras på lämplig plats under nivån för färdigt golv. Denna volym kan behöva vara något större eller mindre beroende på den slutgiltiga utformningen av skolområdet.
- Lågstråket kring idrottshallen bör utformas för att kunna hantera maximala flöden motsvarande 0,8 m<sup>3</sup>/s.



En mer detaljerad beskrivning av styrning av rinnvägar och förutsättningar i form av höjdsättning presenteras nedan för olika delar av skolområdet:

### **Granängsstigen, idrottshallen och fotbollsplanen**

Granängsstigen används som avledningsstråk för avrinningen som uppstår norr om utredningsområdet. Vägen bör höjdsättas på ett sådant sätt att avrinning sker utmed vägen, omkringliggande mark bör höjdsättas för att säkerställa att ingen avrinning sker mot cykelunderfarten via parkeringen vid vändplatsen. Från den lägsta punkten utmed Granängsstigen leds avrinningen vidare genom ett lågstråk kring idrottshallen och sedan vidare mot lågpunkten på skolgården. Norr om idrottshallen utgörs lågstråket av en gång- och cykelväg som behöver ha en lutning västerut, medan det mellan idrottshallen och fotbollsplanen krävs en lutning mot söder. Parkeringen öster om idrottshallen bör ha en lutning bort från byggnaden och söderut mot skolgården.

### **Cykelunderfarten samt passage mellan skola och fotbollsplan**

Lågpunkten i cykelunderfarten tar emot avrinning från närområdet; tillrinning sker från väster om Njupkärrsvägen samt parkering och ytor väster om fotbollsplan och den norra delen av den nya skolbyggnaden. För att förhindra avrinning söderut längs med Njupkärrsvägen föreslås att marken väster om skolan höjs jämfört med dagsläget. Från lågpunkten styrs flödet istället österut in på skolgården genom passagen mellan skolbyggnaden och fotbollsplanen, där den lägsta nivån utgör lågpunktens tröskelnivå. Denna passage kan vara begränsande för flödet mellan lågpunkterna och behöver utformas för att inte orsaka en oacceptabel dämning. Viktiga faktorer som behöver beaktas är bredden mellan fotbollsplan och skolbyggnad samt marknivåer i passagen. Tröskelnivån i passagen måste vara lägre belägen än nivån för färdigt golv i skolbyggnaden, och det måste finnas en viss marginal mellan dessa (särskilt med tanke på att det finns risk för dämning).

### **Skolgården**

Skolgården föreslås användas för fördröjning av avrinning i samband med skyfall, dels i fördröjningsvolym i lågpunkt, dels genom att övriga utvalda delar av skolgården kan tillåtas stå under vatten temporärt. Fördröjningsvolymen i den befintliga lågpunkten måste bevaras och kan med fördel utökas, men lågpunktens utformning och placering kan ändras. Lågpunktens tröskelnivå måste vara lägre belägen än tröskelnivån i passagen mellan fotbollsplanen och skolbyggnaden samt lägre än nivån för färdigt golv i skolbyggnaden. Resten av skolgården bör utformas med lutning mot lågpunkten så att all avrinning i första hand sker mot denna.

Vid tillfällen då lågpunkten fylls till sin tröskelnivå leds avrinning från skolgården vidare förbi skolbyggnadens sydöstra hörn. Detta föreslås ske genom att ett lågstråk som styr avrinningen skapas för att minska risk för skada på byggnaden. För att inte vattendjupen i rinnvägen förbi förskolan Galaxen nedströms ska öka måste utformningen av skolgården utformas för att det maximala flödet inte ska öka. Det maximala flödet ut från skolgården påverkas av flera faktorer; lågstråkets utformning, lågpunktens tröskelnivå samt den tillgängliga fördröjningsvolymen (under lågpunktens tröskelnivå och temporär) under den maximala dämningnivån. Skolgården kan utformas på flera sätt för att uppfylla dessa krav, men då det är många faktorer som samverkar är det viktigt att ha ett helhetsperspektiv vid utformning av skolgården.

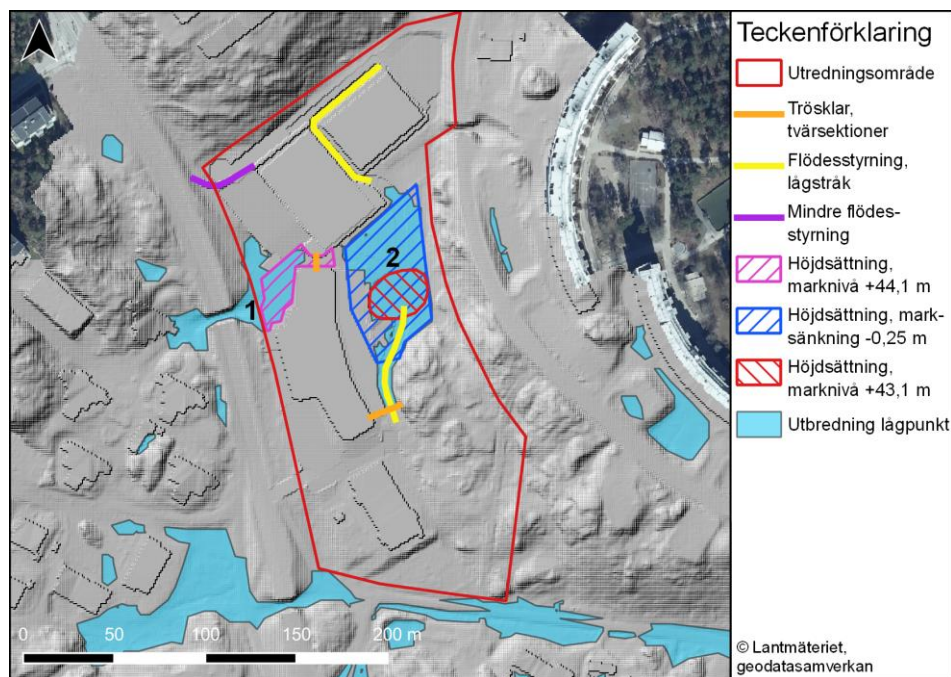
## Sydväst om skolan

Sydväst om den nya skolbyggnaden kommer det anläggas en ny angröping från Njupkärrsvägen. Avrinningen föreslås styras mot den befintliga rinnvägen väster om förskolan Galaxen och marken bör därmed höjdsättas för att ha en generell lutning mot väster och söder.

### Implementering av höjdsättning och åtgärder i hydraulisk modell

För att utvärdera översvämningssituationen i samband med skyfall med den hydrauliska modellen har en höjdmodell tagits fram för att beskriva utformningen av skolan efter genomförande av detaljplanen inklusive åtgärder för skyfallshantering. Höjdsättningen har generellt utgått från arbetsmaterial från White daterad 2022-09-21, som arbetar parallellt med utformning av skolan. Denna tidiga version av höjdsättningen har på ett övergripande sätt använts för att bygga upp en höjdmodell. Frånsteg från höjdsättningen har gjorts där det bedömts behövas för att uppnå en acceptabel skyfallssituation och antaganden har gjorts där information saknas i arbetsmaterialet.

Delar av den höjdmodell som använts i den hydrauliska modellen för skyfallshantering enligt alternativ 1 visas i Figur 21. I figuren visas även en översikt över de antaganden och frånsteg från höjdsättningen som gjorts.



Figur 21. Höjdmodell som använts i den hydrauliska modellen för alternativ 1 samt översikt över antaganden och frånsteg från höjdsättningen från White. Sänkning av mark är angivet relativt befintliga marknivåer.

De antaganden som gjorts för att komplettera informationen i höjdsättningen är:

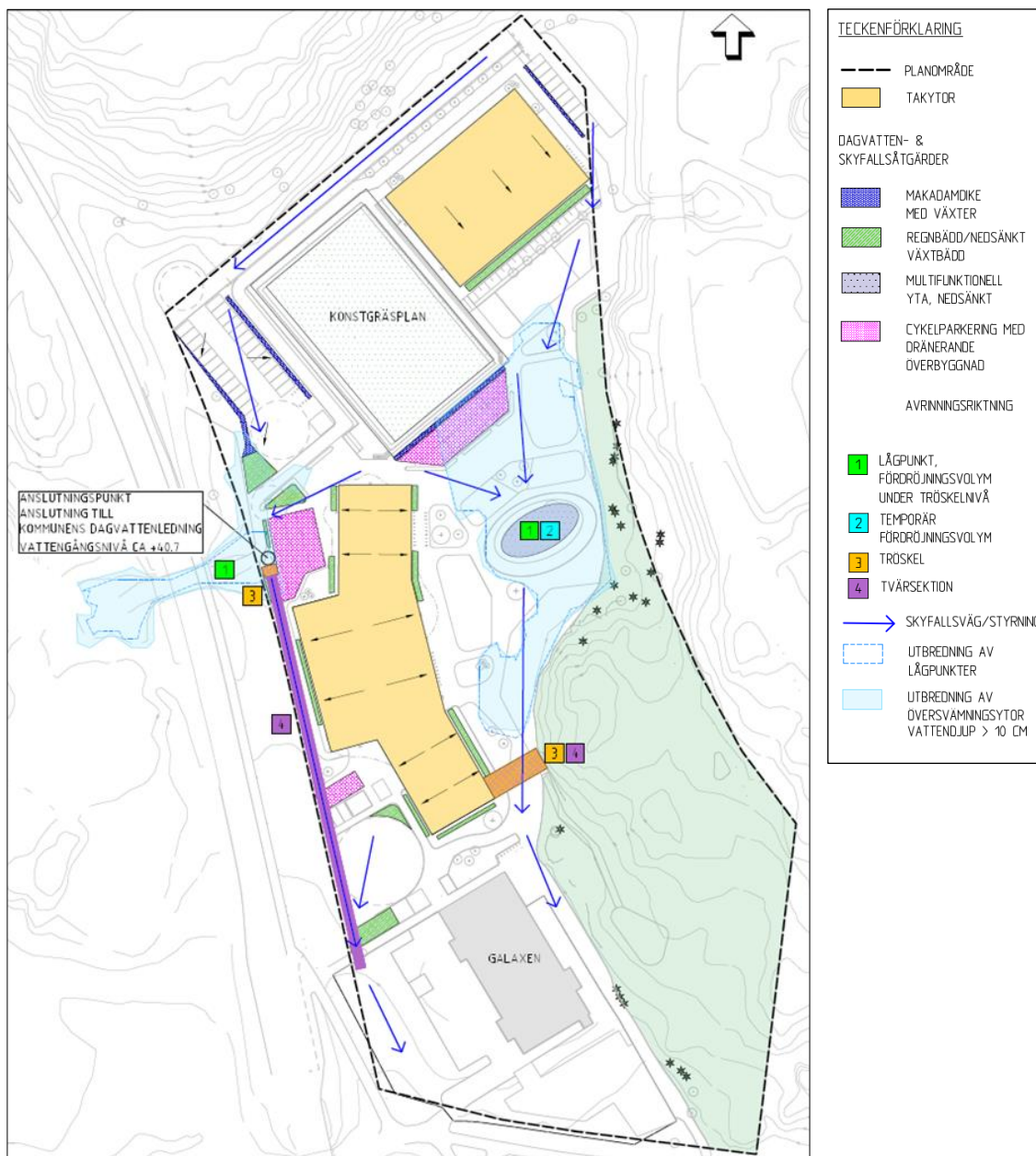
- Befintliga höjdsättning utmed Granängsstigen bevaras utmed den sträckning av vägen som ska finnas kvar
- Mark utanför skolbyggnaden i riktning mot cykelunderfarten har generellt antagits ha nivån +44,1 m för att få ett sammanhängande område med denna nivå fram till passagen in mot skolgården (se rosa skraffering i Figur 21).

De frånsteg från höjdsättningen som White utfört för att representera de skyfallsåtgärder som krävs är att:

- Passagen mellan skolbyggnad och fotbollsplan har satts till nivån +44,1 m över hela sektionens bredd förutom allra närmast skolbyggnaden (se rosa skraffering i Figur 21). Detta är generellt lägre nivåer än de som beskrivs i underlaget för höjdsättningen och har justerats då höjdsättningen enligt arbetsmaterialet förväntas ge upphov till för stor dämning i riktning mot cykelunderfarten. Tröskelnivån för lågpunkten vid cykelunderfarten antags därmed vara +44,1 m (tröskelnivå och dämmande sektionens placering markeras med orange linje vid lågpunkt 1). Fördröjningsvolymen under tröskelnivån i lågpunkt 1 är i höjdmodellen omkring 600 m<sup>3</sup>. Under den maximala dämningnivån, vilken har satts till ca +44,2 m utifrån nulägesituationen och preliminära beräkningar, finns en total fördröjningsvolym motsvarande ca 700 m<sup>3</sup> (se utbredning av översvämningsyta i Figur 20).
- Utformningen av skolgården har justerats för att skapa en större fördröjningsvolym. Detta har åstadkommit genom en generell sänkning av skolgården (en yta motsvarande ca 3 000 m<sup>2</sup>) med 0,25 m jämfört med befintliga marknivåer (se blå skraffering i Figur 21) samt att en yta motsvarande ca 700 m<sup>2</sup> har sänkts ytterligare till nivån +43,1 m (se röd skraffering). Tröskelnivån för lågpunkten på skolgården (lågpunkt 2) har satts till +43,8 m och under denna nivå finns en fördröjningsvolym motsvarande omkring 950 m<sup>3</sup> (inom ljusblått område 2). Tröskelns läge är markerad med orange linje i södra delen av lågpunkt 2. Under den maximala dämningnivån, vilken har satts till ca +44,1 m, finns en total fördröjningsvolym motsvarande ca 2 100 m<sup>3</sup> (se utbredning av översvämningsyta i Figur 20).
- Lågstråken kring idrottshallen och på skolgården från lågpunkten mot förskolan är i höjdmodellen beskrivna mer schematiskt då underlag för fullständig höjdsättning för dessa inte finns i arbetsmaterialet. I Figur 21 markeras dessa lågstråk med gula linjer.
- Vid Granängsstigen har en lokal upphöjning av marken gjorts mellan vändplatsen och intilliggande parkering i syfte att leda avrinningen från området i norr längs med Granängsstigen (se lila linje i Figur 21).

## 6.2.4 Föreslagen skyfallshantering – alternativ 2

I Figur 22 visas en schematisk skiss över föreslagen lösning för skyfallshantering enligt alternativ 2, vilket innefattar rinnvägar, lågpunkter/fördröjningsytor samt kritiska trösklar och tvärsektioner.



Figur 22. Schematisk översikt över åtgärdsförslag för skyfallshantering enligt alternativ 2.

Alternativ 2 för skyfallshantering innebär att avrinning leds bort snabbare från skolområdet, för att minska den volym vatten som måste hanteras lokalt kring skolan. Detta föreslås åstadkommas genom att sänka tröskelnivån för lågpunkten vid cykelunderfarten och skapa en skyfallsväg väster om den nya skolbyggnaden. Skyfallsvägen har i beräkningarna inkluderats som ett lågstråk i terrängen, men det är även möjligt att tänka sig att den kan utgöras av en trumma.

För att undvika för stora vattenansamlingar på skolgården leds avrinningen från ett så stort område som möjligt mot lågpunkten vid cykelunderfarten och sedan vidare nedströms väster om skolan. Områden som inte kan ledas mot cykelunderfarten föreslås även fortsatt ledas mot utvald del av skolgården.

Fördröjningsvolym under tröskelnivå finns i lågpunkterna på skolgården och i cykelunderfarten. Vid cykelunderfarten minskar fördröjningsvolymen i och med att tröskelnivån sänks för att möjliggöra en snabbare avledning av avrinningen. På grund av den snabba tillrinningen vid den undersökta händelsen behöver det även finnas visst utrymme för dämning över tröskelnivån.

På skolgården föreslås att fördröjningsvolymen flyttas så att vatten ansamlas på säkert avstånd från ny bebyggelse. På grund av att området är flackt sker viss dämning över tröskelnivån på skolgården. Skolgårdens höjdsättning bör anpassas så att vatten ansamlas på säkert avstånd från skolbyggnaden. Eftersom en större del av avrinningen från uppströms liggande områden styrs mot cykelunderfarten, innebär detta att lågpunkten på skolgården får ett mindre avrinningsområde jämfört med nuläget. Till följd av detta bedöms fördröjningsvolymen inte behöva utökas jämfört med nuläget.

Genom en tydlig styrning av rinnvägar inom området kan framkomligheten till den nya bebyggelsen säkerställas enligt nedan.

- Vid skyfall kan den nya skolbyggnaden nås via entréerna i sydväst vid den nya angöringen till Njupkärrsvägen. Detta åstadkoms genom att skapa en kontrollerad skyfallsväg väster om den nya skolbyggnaden. För att angöringen ska kunna användas behövs exempelvis en trumma under den nya angöringsvägen, antingen som förbinder ett yttligt lågstråk norr och söder om denna eller genom att en trumma anläggs hela vägen från lågpunkt vid cykelunderfarten till ner förbi angöringen. Att säkerställa framkomligheten till den nya angöringen innebär också att det skapas en förbättrad framkomlighet till förskolan Galaxen.
- Idrottshallen föreslås nås via entréerna mot parkeringen i öst samt via Granängsringen. Framkomligheten säkerställs genom att minska avrinningen förbi denna sida av byggnaden genom att den huvudsakliga avledningen sker norr och väster om byggnaden.

Förutom de generella principer som beskrivits ovan kan mer detaljerade krav ställas utifrån de genomförda simuleringarna för att även ta hänsyn till de dynamiska aspekterna av ett skyfall. Dessa krav utgår från den studerade regnhändelsen och innebär att:

- Färdigt golv bör ligga minst 0,2 m över maximal beräknad vattennivå. Utifrån den senaste höjdsättningen som använts i beräkningarna motsvarar detta att färdigt golv för skolbyggnaden bör vara belägen minst på nivån +44,3 m.
- Skyfallsvägen väster om skolbyggnaden bör utformas för att kunna hantera maximala flöden motsvarande ca 1,4 m<sup>3</sup>/s.
- Det maximala flödet från skolgården ner mot förskolan bör inte överstiga 0,8 m<sup>3</sup>/s för att inte orsaka ökade vattendjup i rinnvägen vid förskolan jämfört med nuläget.
- Granängsstigen bör utformas så att den klarar att avleda ett maximalt flöde motsvarande ca 0,6 m<sup>3</sup>/s utan att avrinning börjar ske i riktning mot idrottshallen.

En mer detaljerad beskrivning av styrning av rinnvägar och förutsättningar i form av höjdsättning presenteras nedan för olika delar av skolområdet:

### **Granängsstigen**

Granängsstigen används som avledningsstråk för avrinningen som uppstår norr om utredningsområdet. Vägen bör höjdsättas på ett sådant sätt att avrinning sker västerut längsmed vägen, och sedan vidare mot cykelunderfarten via parkeringen vid vändplatsen. För att förhindra att vatten avrinner från vägen in mot idrottshallen och fotbollsplanen kan kantsten eller liknande behövas längs vägens sydöstra sida. Det är även möjligt att tänka sig att vägen har en svag lutning bort från byggnaden.

Avrinningen på parkeringen vid vändplatsen bör styras mot cykelunderfarten genom att parkeringen ges en lutning i denna riktning. Detta för att förhindra att vattnet rinner rakt ned mot den nya skolbyggnaden och dess entréer.

### **Idrottshallen**

Avrinning som uppstår kring idrottshallen bör styras runt byggnaden och vidare mot lågpunkten på skolgården. Parkeringen öster om idrottshallen bör ha en lutning bort från byggnaden och söderut mot skolgården.

### **Cykelunderfarten samt skyfallsväg väster om skolan**

Lågpunkten i cykelunderfarten tar emot avrinning från närområdet; tillrinning sker från väster om Njupkärrsvägen och norr om Gransängsstigen samt parkering och ytor väster om fotbollsplan och den norra delen av den nya skolbyggnaden.

Avledningen från lågpunkten föreslås förbättras genom att sänka tröskelnivån och skapa en tydligare skyfallsväg nedströms. Skyfallsvägen kan vara utformad som ett lågstråk i terrängen eller utgöras av en trumma. För att inte skapa en oacceptabel dämning är det viktigt att lågstråkets tvärsnitt eller trummans dimension anpassas för att hantera det maximala flödet som uppstår. Skyfallsvägen föreslås placeras öster om fjärrvärmeledningen som går parallellt med Njupkärrsvägen, men närmast lågpunkten vid cykelunderfarten kommer skyfallsvägen behöva korsa fjärrvärmeledningen.

### **Skolgården**

Skolgården föreslås användas för fördröjning av avrinning i samband med skyfall, dels i fördröjningsvolym i lågpunkt, dels genom att övriga utvalda delar av skolgården kan tillåtas stå under vatten temporärt. Den senaste beräkningen visar att det som mest samlas omkring 900 m<sup>3</sup> på skolgården vid ett tillfälle. Lågpunktens tröskelnivå måste vara lägre belägen än nivån för färdigt golv i skolbyggnaden. Resten av skolgården bör utformas med lutning mot lågpunkten så att all avrinning i första hand sker mot denna.

Vid tillfällen då lågpunkten fylls till sin tröskelnivå leds avrinning från skolgården vidare förbi skolbyggnadens sydöstra hörn. Detta föreslås ske genom att ett lågstråk som styr avrinningen skapas för att minska risk för skada på byggnaden. För att inte vattendjupen i rinnvägen förbi förskolan Galaxen nedströms ska öka måste utformningen av skolgården utformas för att det maximala flödet inte ska öka. Det maximala flödet ut från skolgården påverkas av flera faktorer; lågstråkets utformning, lågpunktens tröskelnivå samt den tillgängliga fördröjningsvolymen (under lågpunktens tröskelnivå och temporär) under den maximala dämningnivån. Skolgården kan utformas på flera sätt för att uppfylla

dessa krav, men då det är många faktorer som samverkar är det viktigt att ha ett helhetsperspektiv vid utformning av skolgården.

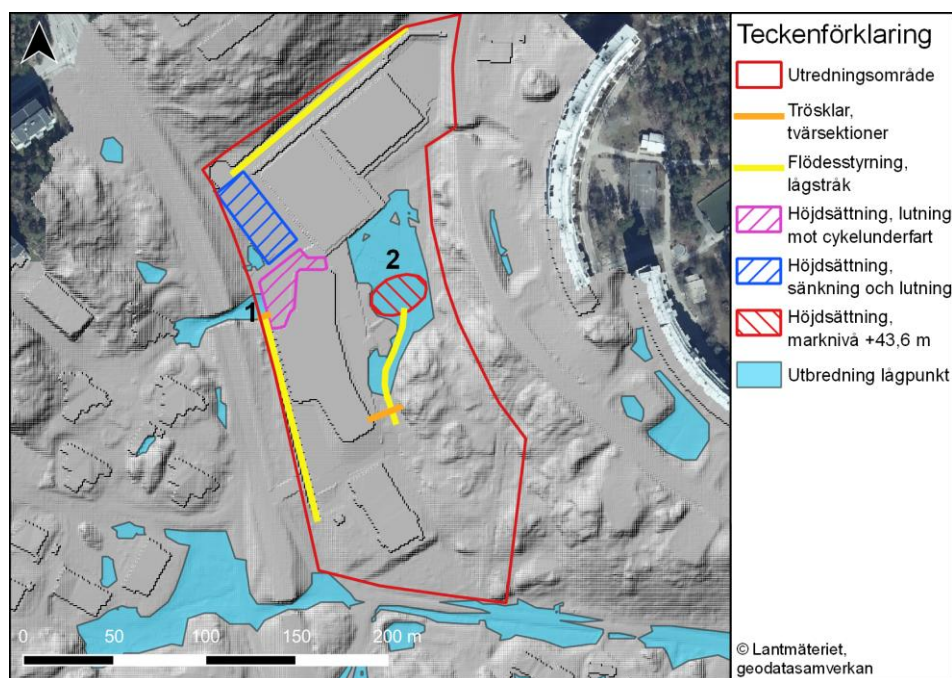
### Sydväst om skolan

Sydväst om den nya skolbyggnaden kommer det anläggas en ny angöring från Njukärsvägen. Avrinningen föreslås styras mot den befintliga rinnvägen väster om förskolan Galaxen och marken bör därmed höjdsättas för att ha en generell lutning mot väster och söder.

### Implementering av höjdsättning och åtgärder i hydraulisk modell

För att utvärdera översvämningssituationen i samband med skyfall med den hydrauliska modellen har en höjdmodell tagits fram för att beskriva utformningen av skolan efter genomförande av detaljplanen inklusive åtgärder för skyfallshantering. Höjdsättningen har generellt utgått från arbetsmaterial från White daterad 2022-09-21, som arbetar parallellt med utformning av skolan. Denna tidiga version av höjdsättningen har på ett övergripande sätt använts för att bygga upp en höjdmodell. Frånsteg från höjdsättningen har gjorts där det bedömts behövas för att uppnå en acceptabel skyfallssituation och antaganden har gjorts där information saknas i arbetsmaterialet.

Delar av den höjdmodell som använts i den hydrauliska modellen för skyfallshantering enligt alternativ 2 visas i Figur 23. I figuren visas även en översikt över de antaganden och frånsteg från höjdsättningen som gjorts.



Figur 23. Höjdmodell som använts i den hydrauliska modellen för alternativ 2 samt översikt över antaganden och frånsteg från höjdsättningen från White.

De antaganden och frånsteg från höjdsättningen som White utfört för att representera de skyfallsåtgärder som krävs är:

- Granängsstigen har antagits ha en kontinuerlig, konstant lutning västerut. Längst österut har vägen ansatts till nivån +46,0 m (motsvarande befintlig marknivå), och längst västerut vid vändplatsen

har nivån satts till +45,0 m. För att förhindra avrinning in mot idrottshall och fotbollsplan har vägbanan getts en svag skevning norrut och marknivåerna längs vägens södra sida har höjts upp, en sådan höjning kan i verkligheten motsvaras av en förhöjd kantsten eller en mur.

- Den högsta nivån för parkeringen vid Granängsstigens vändplats har anpassats efter vändplatsen (+45,0 m). Parkeringen har även getts en lutning som styr avrinningen mot cykelunderfarten. Parkering visas med blå skraffering i Figur 23).
- Område nordväst om den nya skolbyggnaden har getts en lutning på omkring 2% mot cykelunderfarten (se rosa skraffering i Figur 23).
- Höjdmodellen inkluderar även en skyfallsväg väster om skolbyggnad. Lågstråket beskrivs på ett schematiskt sätt.
- Tröskelnivån för lågpunkten vid cykelunderfarten har sänkts till +43,7 m (tröskeln är belägen vid orange linje vid lågpunkt 1 i Figur 23). Fördröjningsvolymen under tröskelnivån i lågpunkt 1 är i höjdmodellen omkring 300 m<sup>3</sup>.
- Utformningen av skolgården har justerats till viss del jämfört med befintliga marknivåer. Närmast skolbyggnaden har marken höjts till nivån +44,3 m. För att bevara fördröjningsvolymen på skolgården har delar av lågpunkten (en yta motsvarande 500 m<sup>2</sup>) sänkts ner till nivån +43,6 m (se röd skraffering i Figur 23). Den befintliga tröskelnivån för lågpunkten på skolgården (lågpunkt 2) har bevarats (+44,0 m) och under denna nivå finns en fördröjningsvolym motsvarande omkring 470 m<sup>3</sup> (inom ljusblått område 2). Tröskelns läge är markerad med orange linje i södra delen av lågpunkt 2. Under den maximala dämningnivån, vilken har satts till ca +44,1 m, finns en total fördröjningsvolym motsvarande ca 870 m<sup>3</sup> (se utbredning av översvämningsyta i Figur 22).



## 7 Utvärdering av åtgärdsförslag

### 7.1 Föroreningsberäkning

Föroreningsbelastning efter rening i föreslagen dagvattenhantering har beräknats i StormTac. Beräkningarna visar att efter rening i föreslagna dagvattenåtgärder beräknas belastningen av samtliga undersökta ämnen minska jämfört med befintlig situation. I Tabell 19 redovisas beräknade halter och mängder av modellerade föroreningar för befintlig och planerad situation, samt för planerad situation med reningsåtgärder.

Tabell 19. Föroreningsbelastning från utredningsområdet med befintlig och planerad utformning, samt planerad utformning efter rening

Ämne	Befintlig utformning		Planerad utformning		Planerad utformning, efter rening	
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)
<b>P</b>	270	2,9	270	3	180	2
<b>N</b>	1 600	17	1 600	17	1 200	13
<b>Pb</b>	13	0,14	13	0,14	7,3	0,08
<b>Cu</b>	25	0,26	25	0,27	15	0,16
<b>Zn</b>	91	0,97	91	0,99	51	0,56
<b>Cd</b>	0,62	0,0066	0,62	0,0067	0,34	0,0037
<b>Cr</b>	11	0,11	11	0,12	7	0,077
<b>Ni</b>	8,5	0,09	8,5	0,092	5	0,054
<b>Hg</b>	0,028	0,00029	0,028	0,0003	0,02	0,00022
<b>SS</b>	63 000	670	63 000	690	37 000	400
<b>Olja</b>	620	6,6	630	6,8	360	4
<b>PAH16</b>	0,53	0,0056	0,53	0,0058	0,29	0,0032
<b>BaP</b>	0,044	0,00047	0,045	0,00049	0,025	0,00027

Beräkningarna visar föroreningsbelastningen för vanligt förekommande ämnen i dagvattnet. I beräkningsmodellen finns det tyvärr inga schablonhalter för mikroplaster och därför ingår potentiell spridning av mikroplaster från konstgräsplanen inte i sammanställningen. Eftersom det saknas information om hur mycket mikroplaster som kan spridas från en konstgräsplan är det mycket viktigt att dagvattnet från konstgräsplanen renas för att minimera risken att utsläppet når recipienten. För att minska mängden mikroplaster i miljön rekommenderas även att val av fyllnadsmaterialet i konstgräsplanen ses över.

#### 7.1.1 Påverkansbedömning recipient

Resultaten i Tabell 19 indikerar att belastningen av samtliga ämnen beräknas minska med planerad utformning efter rening i föreslagna anläggningar. Detta innebär en förbättring för mottagande recipient. Tyresån har idag otillfredsställande ekologisk status till följd av morfologiska förändringar och kontinuitet. Status med avseende på övergödning och flödesförändringar är måttlig. I och med fördröjning i föreslagna dagvattenanläggningar kommer utgående flöde att minska jämfört med idag och belastning av fosfor och kväve

kommer att minska. Båda dessa aspekter bidrar positivt med avseende på befintliga MKN för i Tyresån.

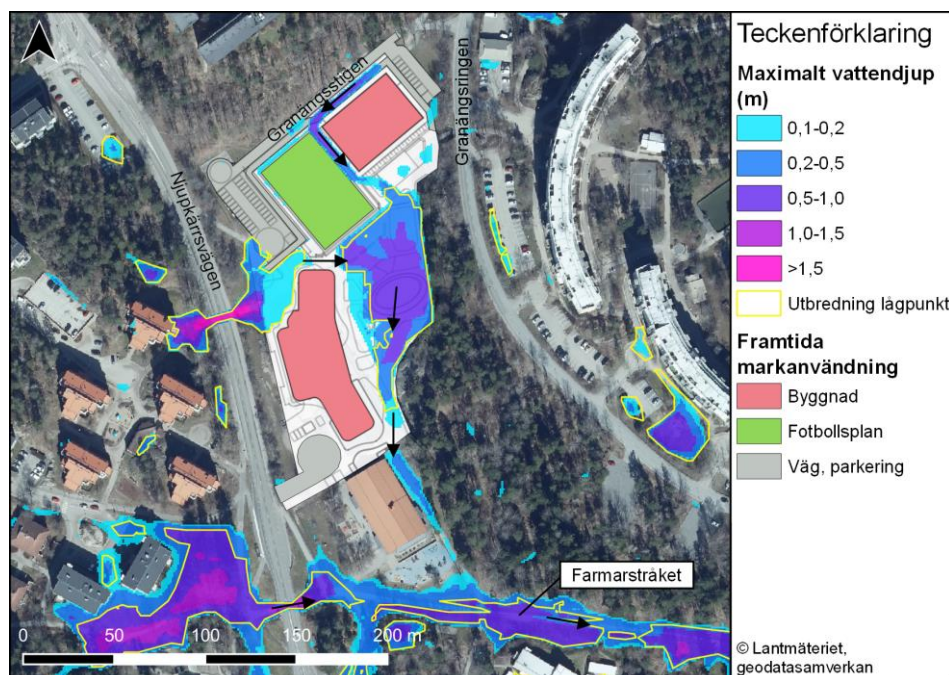
Planerad situation bedöms innebära en förbättrad möjlighet för Tyresån att uppnå satta miljö kvalitetsnormer.

## 7.2 Utvärdering av åtgärdsförslag för skyfallshantering

I följande avsnitt beskrivs översvämningssituationen vid skyfall vid Njukärrens nya skola efter genomförande av detaljplan samt föreslagna åtgärder för skyfallshantering. De alternativa lösningsförslagen presenteras separat och jämförs sedan i avsnitt 7.2.3.

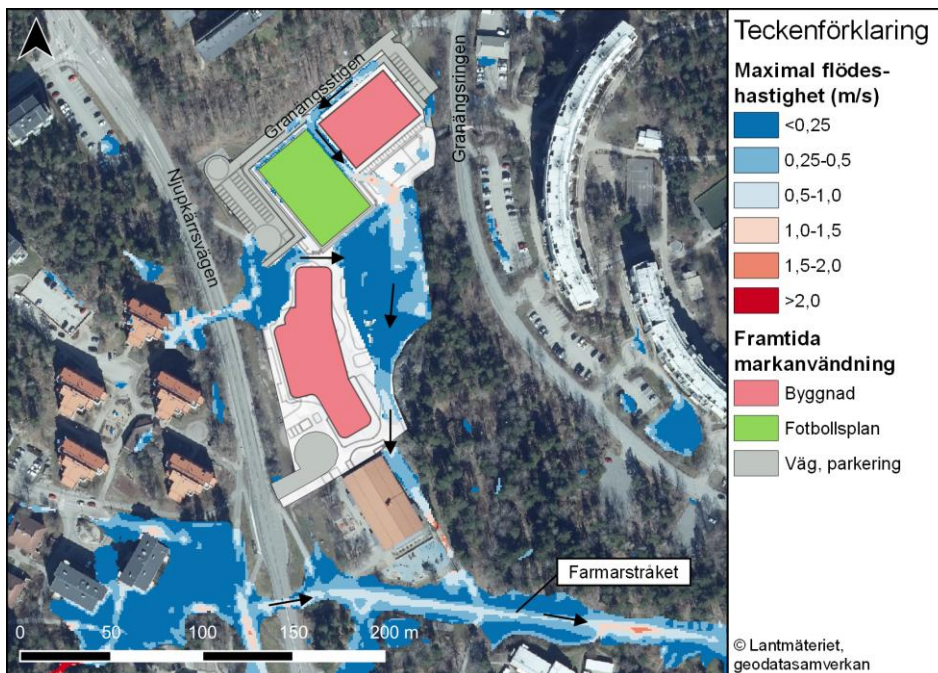
### 7.2.1 Alternativ 1

I Figur 24 visas de maximala vattendjupen som uppstår kring skolan vid skyfallshantering enligt alternativ 1. Störst vattendjup riskerar, precis som i nuläget, att uppstå i cykelunderfarten under Njukärrevägen där de som mest är drygt 2 m. På skolgården är de maximala vattendjupen omkring 1,0 m. Dessa vattendjup motsvarar en maximal vattennivå på omkring +44,2 m i de översvämmade områdena kring cykelunderfarten under Njukärrevägen och cirka +44,1 m på skolgården.



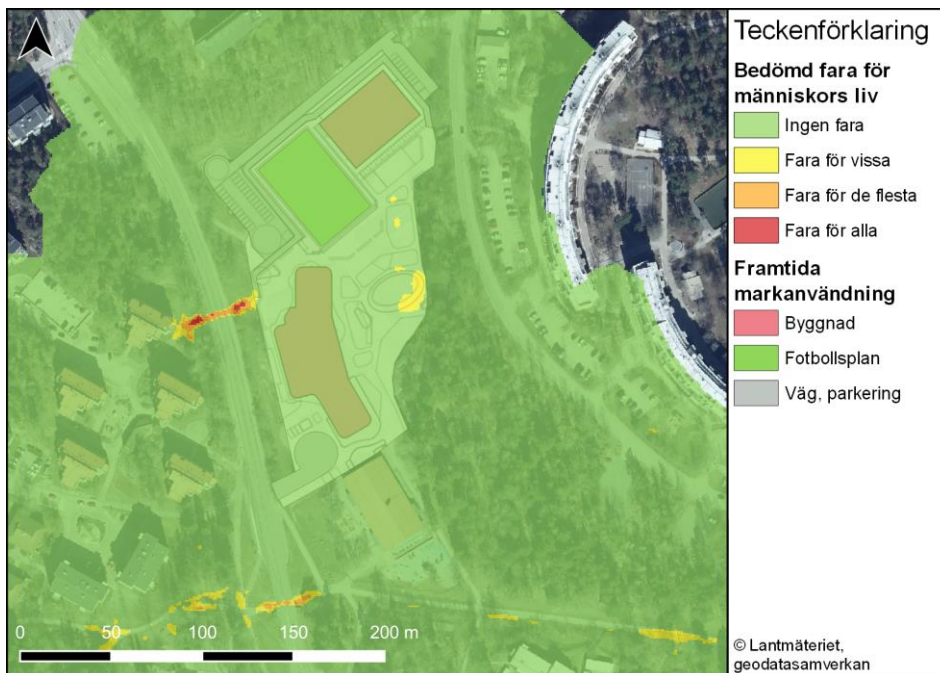
Figur 24. Maximalt vattendjup vid Njukärrens skola vid ett klimatkompenserat 100-årsregn vid skyfallshantering enligt alternativ 1.

I Figur 25 visas de maximala vattenhastigheterna samt flödesriktning i området kring Njukärrens skola. Generellt är hastigheterna relativt begränsade inom utredningsområdet, högst vattenhastigheter ses vid skolbyggnadens sydöstra hörn samt sydöst om förskolan Galaxen.



Figur 25. Maximal flödes-hastighet vid Njupkärrs skola vid ett klimatkompenserat 100-årsregn vid skyfallshantering enligt alternativ 1. Endast områden där vattendjupen överstiger 0,1 m visas. Pilar anger strömriktning vid maximalt vattendjup.

I Figur 26 presenteras den bedömda risken för människors liv enligt index från MSB (2017) i området kring Njupkärrs skola. Generellt är de maximala vattendjupen tillräckligt små och vattenhastigheterna tillräckligt låga för att situationen vid skyfall inte ska utgöra någon direkt fara för människors liv. Undantaget är cykelunderfarten under Njupkärrsvägen där bedömningen är att det kan föreligga risk för alla att vistas vid skyfall. Även på skolgården finns förekommer det mindre områden som innebär fara för vissa. Detta beror på att området endast sänkts ned schematiskt för att få rätt volym, och denna fara bedöms kunna undvikas med en mer detaljerad höjdsättning.



Figur 26. Bedömd fara för människors liv vid Njupkärrs skola vid ett klimatkompenserat 100-årsregn vid skyfallshantering enligt alternativ 1.

### Ny bebyggelse

Den nya bebyggelsen består av skola och idrottshall. Marken lutar generellt bort från dessa byggnader, vilket minskar risken för att vatten ska bli stående direkt intill fasaden.

I passagen mellan skolbyggnaden och fotbollsplanen måste vatten passera relativt nära den nya byggnaden, men då marken allra närmast byggnaden ligger i nivå med färdigt golv riskerar denna inte att översvämmas. Skolgården är utformad så att vatten ansamlas och rinner på ett visst avstånd från skolbyggnaden. Viktigt att notera är att denna beräkning utgår från ett antagande om att stora delar av skolgården går att sänka jämfört med befintliga marknivåer. Den maximala beräknade vattennivån i lågpunkten vid cykelunderfarten under Njupkärrsvägen är omkring +44,2 m med den höjdsättning som använts i skyfallsmodellen. Förslaget att färdigt golv bör vara beläget minst 0,2 m över denna nivå medför att nivån för färdigt golv i skolbyggnaden bör vara minst +44,4 m, vilket är 0,1 m högre än vad den senaste versionen av höjdsättningen visar. Den maximala vattennivån, och därmed den erforderliga nivån för färdigt golv, är i hög grad beroende av utformning och höjdsättning av de kritiska tvärsektioner och trösklar som visas i Figur 20. Förändringar i områdets höjdsättning kan därmed medföra att nivån för färdigt golv behöver justeras.

Idrottshallen riskerar inte att ta skada vid det simulerade regnet så länge lågstråket kring byggnaden kan utformas för att klara av ett maximalt flöde på 0,8 m<sup>3</sup>/s.

Sammanfattningsvis förekommer det inte någon risk att den nya bebyggelsen skadas ifall de föreslagna åtgärderna implementeras.

Inom projektet har möjlighet att anlägga skyddsrum i källarplan diskuterats. Huruvida detta är lämpligt ur ett skyfallsperspektiv beror främst på risken för att vatten ska kunna rinna in i skyddsrummet via någon inströmningsväg

(exempelvis entréer eller intag för ventilation). Det kritiska är därmed placering och lägsta nivå av strukturer som kan utgöra inströmningsvägar i förhållande till utbredning och vattennivåer i områden där det finns risk att vatten måste passera eller blir stående vid skyfall. Föreliggande utredning utgår från ett klimatkompenserat 100-årsregn, men det kan inträffa mer extrema regn än så. Då skyfallsutredningen har visat att det sker en långsam avrinning i området kring skolan innebär detta att större regn kan medföra mer dämning och högre vattennivåer i området vilket hade behövts beaktas. Sammanfattningsvis kan det konstateras att det kan vara känsligt att anlägga skyddsrum i källarplan inom utredningsområdet då stora delar av detta riskerar att översvämmas vid skyfall och att skyfallsrisken måste beaktas och utredas mer i detalj vid placering och utformning av ett eventuellt skyddsrum.

### **Framkomlighet**

Skolbyggnad kan nås via den nya angöringen från Njupkärrsvägen då de föreslagna åtgärderna innebär att det inte uppstår vattendjup som överstiger 0,2 m i detta område. Denna väg kan även användas för att nå förskolan Galaxen dit framkomligheten i samband med skyfall förbättras till följd av den planerade exploateringen.

Idrottshallen kan nås via parkeringen i öster och Granängsringen.

Den föreslagna skyfallshanteringen innebär att framkomligheten till den nya bebyggelsen och till den befintliga förskolan kan säkerställas.

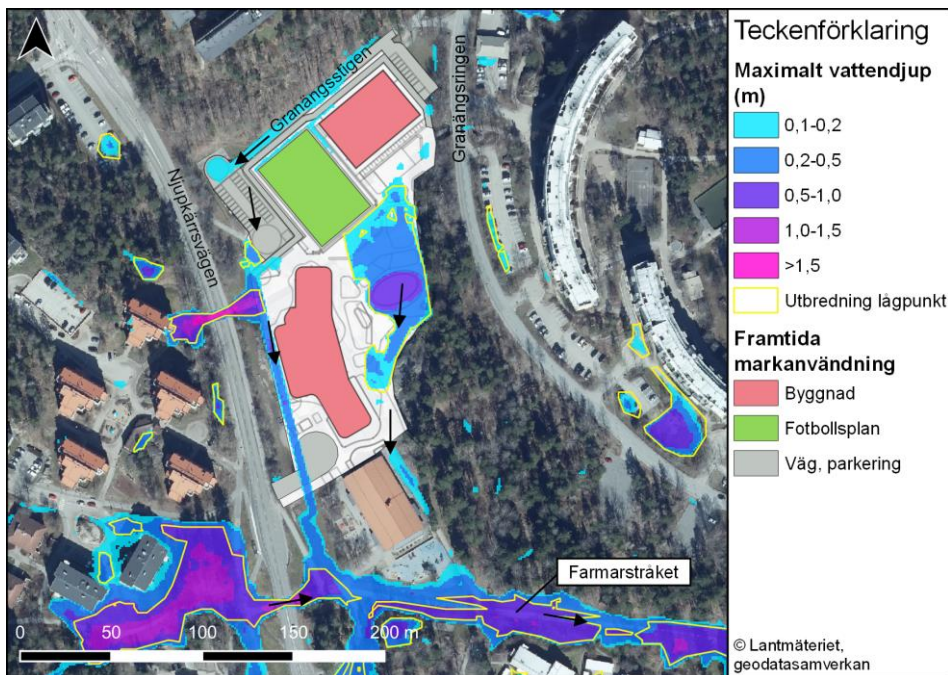
### **Områdespåverkan**

De maximala vattendjupen i rinnvägen öster om förskolan Galaxen är samma som i nuläget, vilket beror på att skolgården och rinnvägen ut från den har utformats för att uppnå samma maximala flöde vid det studerade regnet. Inte heller längre nedströms utmed Farmarstråket ses någon ökning av de maximala vattendjupen eftersom de föreslagna åtgärderna så som de implementerats i modellen innebär en ökad fördröjning.

Den föreslagna skyfallshanteringen innebär därmed att det inte sker någon försämring av översvämningssituationen nedströms.

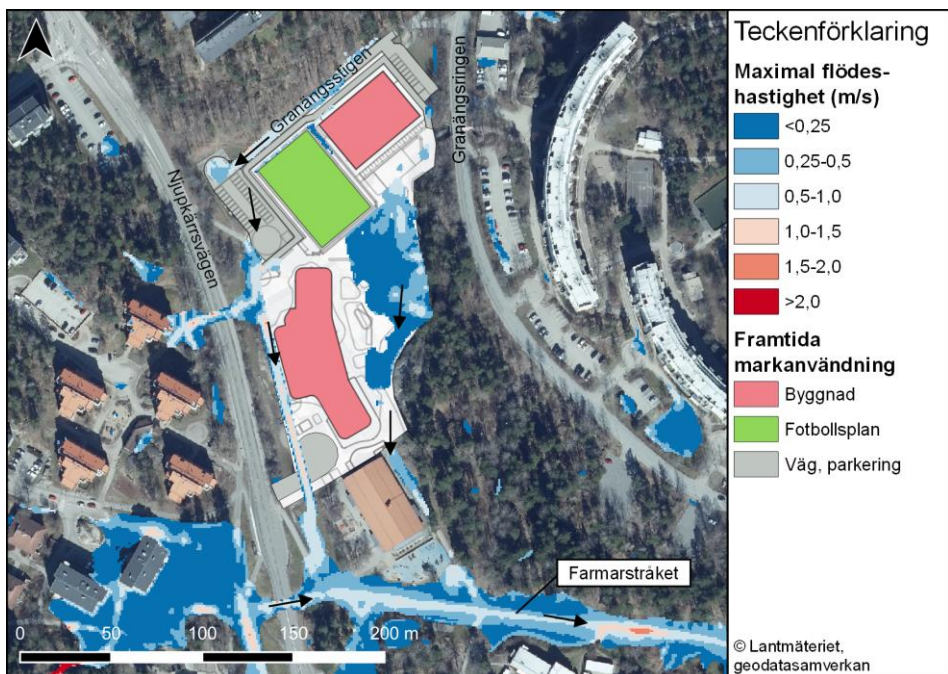
## **7.2.2 Alternativ 2**

I Figur 24 visas de maximala vattendjupen som uppstår kring skolan vid skyfallshandling enligt alternativ 2. Störst vattendjup riskerar, precis som i nuläget, att uppstå i cykelunderfarten under Njupkärrsvägen där de som mest är omkring 2 m. På skolgården är de maximala vattendjupen omkring 0,5 m. Dessa vattendjup motsvarar en maximal vattennivå på drygt +44,1 m i de översvämmade områdena kring cykelunderfarten under Njupkärrsvägen och på skolgården.



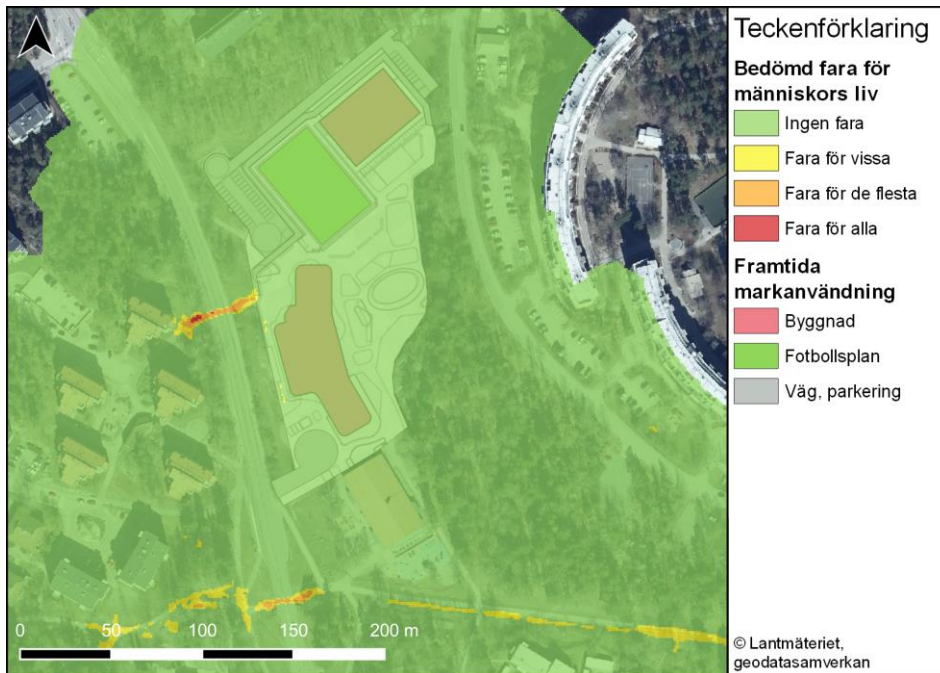
Figur 27. Maximalt vattendjup vid Njupkärrs skola vid ett klimatkompenserat 100-årsregn vid skyfallshantering enligt alternativ 2.

I Figur 25 visas de maximala vattenhastigheterna samt flödesriktning i området kring Njupkärrs skola. Generellt är hastigheterna relativt begränsade inom utredningsområdet. Ett sammanhängande stråk med något högre hastigheter förekommer i skyfallsvägen väster om skolbyggnaden.



Figur 28. Maximal flödes-hastighet vid Njupkärrs skola vid ett klimatkompenserat 100-årsregn vid skyfallshantering enligt alternativ 2. Endast områden där vattendjupen överstiger 0,1 m visas. Pilar anger strömriktning vid maximalt vattendjup.

I Figur 26 presenteras den bedömda risken för människors liv enligt index från MSB (2017) i området kring Njupkärrs skola. Generellt är de maximala vattendjupen tillräckligt små och vattenhastigheterna tillräckligt låga för att situationen vid skyfall inte ska utgöra någon direkt fara för människors liv. Undantaget är cykelunderfarten under Njupkärrsvägen där bedömningen är att det kan föreligga risk för alla att vistas vid skyfall.



Figur 29. Bedömd fara för människors liv vid Njupkärrs skola vid ett klimatkompenserat 100-årsregn vid skyfallshantering enligt alternativ 2.

## Ny bebyggelse

Den nya bebyggelsen består av skola och idrottshall. Marken lutar generellt bort från dessa byggnader, vilket minskar risken för att vatten ska bli stående direkt intill fasaden.

I lågpunkterna kring den nya skolbyggnaderna uppstår den maximala vattennivån vid cykelunderfarten, och där blir den som mest drygt +44,1 m. För att ha 0,2 m marginal till nivån för färdigt golv inom skolbyggnaden bör denna vara belägen på +44,3 m. Resultat från skyfallsmodellen visar på vikten av att ha en tillräcklig lutning bort från skolbyggnaden samt att styra avrinningen från vändplats och parkering mot cykelunderfarten.

Den föreslagna höjdsättningen innebär att nivån för färdigt golv i idrottshallen (+44,95 m enligt förslag från LA) är lägre belägen än markhöjderna utmed Granängsstigen. Enligt resultaten uppgår vattendjupen utmed vägen till mellan 0,1–0,2 m (beroende på vilken lutning vägens tvärsektion kan ges). Om en kantsten eller liknande med minst denna höjd anläggs utmed vägen så riskerar idrottshallen inte att översvämmas.

Sammanfattningsvis förekommer det inte någon risk att den nya bebyggelsen skadas ifall de föreslagna åtgärderna implementeras.

## Framkomlighet

Skolbyggnad kan nås via den nya angöringen från Njupkärrsvägen då de föreslagna åtgärderna innebär att det inte uppstår vattendjup som överstiger 0,2 m i detta område förutsatt att det finns en trumma med tillräcklig dimension under hela eller delar av sträckan väster om skolbyggnaden. Denna väg kan även användas för att nå förskolan Galaxen dit framkomligheten i samband med skyfall förbättras till följd av den planerade exploateringen.

Idrottshallen kan nås via parkeringen i öster och Granängsringen.

Den föreslagna skyfallshanteringen innebär att framkomligheten till den nya bebyggelsen och till den befintliga förskolan kan säkerställas.

## Områdespåverkan

De maximala vattendjupen vid förskolan Galaxen är lägre än i nuläget, eftersom de föreslagna skyfallslösningarna ger ett minskat flöde förbi förskolan.

I Farmarstråket leder den snabbare avrinningen från skolområdet till att det maximala vattendjupet precis nedströms detaljplanen kring den södra cykelunderfarten under Njupkärrsvägen ökar med mindre än 5 cm. Detta inkluderar området kring de två byggnaderna som redan i nuläget är riskutsatta vid skyfall.

Längre nedströms kring förskolan Kardemumman blir de maximala vattennivåerna desamma som i nuläget. Modellresultaten tyder därmed på icke-försämring för befintlig bebyggelse i nedre delen av Farmarstråket. Utöver detta har kommunen i sitt övriga arbete tagit hänsyn till den befintliga översvämningssituationen i nedre delen av Farmarstråket genom att det finns planer på att bygga om förskolan Kardemumman (samt i och med detta höja lägsta nivån för färdigt golv) och att övrig bebyggelse endast har tillfälliga bygglov.

Inom projektet har åtgärder i Farmarstråket diskuterats. Den främsta åtgärd som har diskuterats är att sänka tröskelnivån för lågpunkten i Farmarstråket. Nedströms Farmarstråket pågår utredningsarbete om möjligheten av leda om dagvatten och avrinning i Wättingestråket, och i och med det arbetet hade eventuellt möjligheten öppnats för att öka avrinningen från Farmarstråket för att förbättra den befintliga översvämningssituationen. Vid en eventuell sänkning av tröskelnivån är det viktigt att hitta en balans mellan en förbättrad situation i Farmarstråket utan att förvärra situationen nedströms. Utifrån jämförelse av modellresultat bedöms det också vara viktigt att ta hänsyn till den dynamik som uppstår till följd av ledningsnätet för att utvärdera effekten av denna typ av åtgärd.

Andra möjliga åtgärder är utökning av fördröjningsvolymen inom Farmarstråket, eller att utöka kapacitet i ledningsnätet för att på så sätt öka avledningen från lågpunkten.



### 7.2.3 Sammanfattning

I Tabell 20 sammanfattas förutsättningar, för- och nackdelar med de presenterade lösningsförslagen samt frågor som är viktiga att arbeta vidare med framöver.

Tabell 20. Sammanfattning av förutsättningar, för- och nackdelar samt viktiga aspekter i det vidare arbetet för de två alternativa förslagen på skyfallshantering.

	Alternativ 1	Alternativ 2
<b>Förutsättningar</b>	<p>Den presenterade lösningen utgår från att skyfall ska hanteras med åtgärder inom skolområdet.</p> <p>Förutsätter att det är möjligt att tillskapa tillräcklig fördröjningsvolym inom skolområdet.</p>	<p>Den presenterade lösningen utgår från att avrinningen leds bort snabbare från skolområdet, vilket hade kunnat medföra att skyfall behöver hanteras med åtgärder utanför skolområdet.</p> <p>Förutsätter att det är möjligt att tillskapa en skyfallsväg med tillräcklig kapacitet väster om skolbyggnaden.</p>
<b>Fördelar</b>	<p>Skyfallshantering inom planområdet medför att det är enklare att säkerställa genomförandet av åtgärder genom planbestämmelser.</p> <p>Lösningförslaget innebär en möjlighet att vid skyfall undvika skada på ny bebyggelse, säkra framkomlighet till ny och befintlig bebyggelse samt inte orsaka någon områdespåverkan.</p>	<p>Lösningförslaget innebär en möjlighet att vid skyfall undvika skada på ny bebyggelse och säkra framkomlighet till ny och befintlig bebyggelse.</p> <p>Mindre risk för att stora vattenvolymer och -djup uppstår inom skolområdet, vilket kan medföra en ökad säkerhet för barn.</p>
<b>Nackdelar</b>	<p>Lösningförslaget är relativt komplicerat i det avseende att det slutgiltiga utfallet är beroende av att flera aspekter ska samverka samt att de dynamiska aspekterna är av stor vikt.</p> <p>Beroende på implementering av lösningförslaget kan det eventuellt medföra att stora vattendjup uppkommer på skolgården, vilket kan utgöra en risk.</p> <p>Lösningförslaget innebär stor anpassning av skolgårdens höjdsättning, vilket begränsar övriga aspekters inverkan på utformning av skolgårdens utseende, funktion och främst tillgänglighet.</p>	<p>Ökad avrinning mot befintligt riskområde nedströms detaljplanen, dock tyder modellresultaten på att påverkan endast är marginell.</p>
<b>Viktiga aspekter i vidare arbete</b>	<p>Förankra möjlighet att med höjdsättning tillskapa tillräcklig fördröjningsvolym inom skolområdet.</p>	<p>Förankra möjlighet att skapa en skyfallsväg med tillräcklig kapacitet, helst inom fastighet, utan konflikt med fjärrvärmeledning.</p>

Landskapsarkitekterna som jobbar med höjdsättningen kring Njupkärrs nya skola har under utredningens gång påbörjat arbetet med att inkludera höjdsättningen för skyfallsåtgärder enligt alternativ 1. I detta arbete har det framkommit att de krav på höjdsättning som uppkommer från skyfallshanteringen (främst i den begränsande passagen mellan skolbyggnaden och fotbollsplanen samt lågstråket kring idrottshallen) är i konflikt med övriga aspekter som behöver beaktas i höjdsättning såsom tillgänglighet till entréer och bollplanens låsta läge i förhållande till fjärrvärmeledningen. Detta innebär att mer komplexa lösningar kan behövas, vilket kan påverka kostnaden för genomförandet av detaljplanen. Detta bör ses som en nackdel för lösningsförslaget enligt alternativ 1, men inkluderas inte i den sammanfattande tabellen ovan då motsvarande arbete ännu inte har påbörjats för alternativ 2.

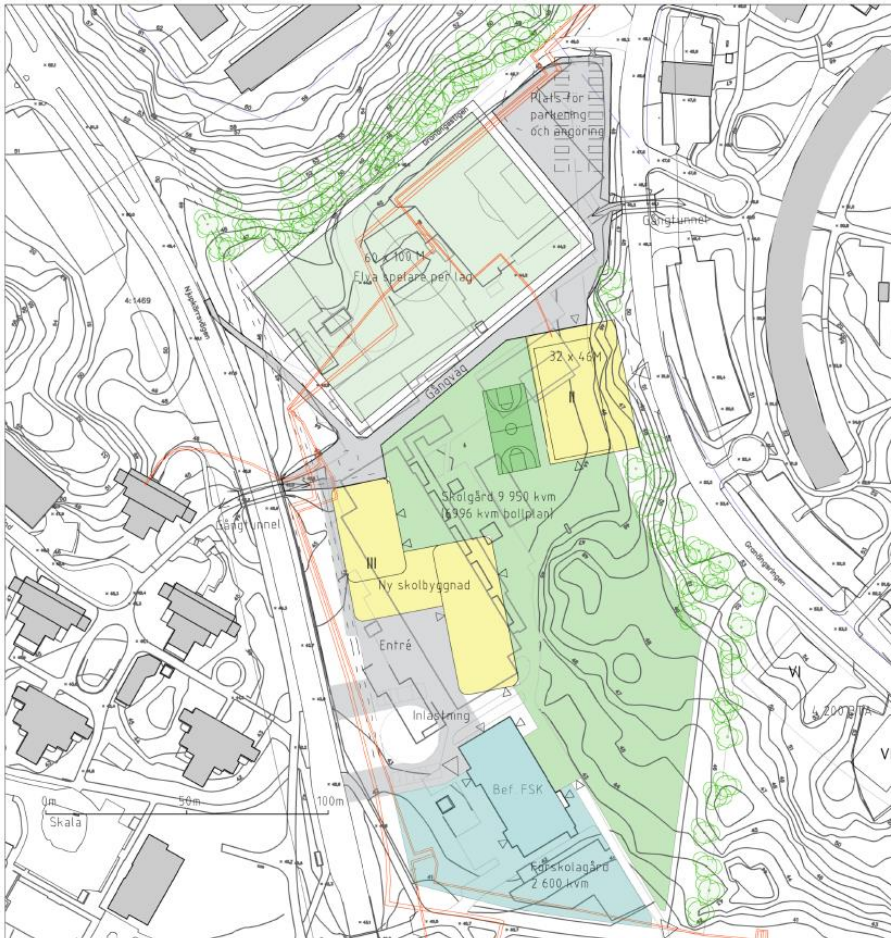
### 7.3 Utvärdering av alternativ med 11-mannaplan

En alternativ utformning har diskuterats för Njupkärrs nya skola, vilken skulle innebära att en större fotbollsplan (för lag med elva spelare) skulle anläggas i området. En tidig skiss på den föreslagna placeringen av nya byggnader och fotbollsplan för denna alternativa utformning visas i Figur 30.

I det här förslaget är idrottshallen belägen i den del av skolområdet som idag utgörs av en lågpunkt. Ur ett dagvatten- och skyfallsperspektiv innebär detta att vatten skulle avrinna i riktning mot byggnaden, vilket skulle kunna medföra skador på byggnaden och skapa begränsad framkomlighet i samband med skyfall.

Den alternativa utformningen medför att mer plats tas i anspråk av byggnader och spelplan, vilket innebär att det finns mindre utrymme för hantering av vatten. Detta kan vara problematiskt då det redan i nuläget finns risk att stora delar av skolområdet riskerar att översvämmas vid skyfall. Om dessa vattenvolymer ska hanteras på en mindre yta kommer vattendjupen i de översvämmade områdena vara större, vilket kan medföra en ökad risk.

Den alternativa utformningen med en 11-mannaplan bedöms därmed vara mindre lämplig än utformningen med en 7-mannaplan ur ett dagvatten- och skyfallsperspektiv.



Figur 30. Skiss från AIX Arkitekter på variant av utformning av Njupkärrs nya skola som inkluderar fotbollsplan för elva spelare. Nya byggnader (skolbyggnad och idrottshall) är markerade med gult.

## 7.4 Kostnadsberäkningar dagvatten

En översiktlig bedömning av investeringskostnader har gjorts för de föreslagna fördröjnings- och reningsanläggningarna. Kostnaderna är framtagna med hjälp StormTac och tidigare erfarenhet från liknande projekt. Beräkningar utgår ifrån antal, kvadrat- eller kubikmeter av dagvattenanläggning.

I uppskattade investeringskostnader ingår ej:

- Omkostnader som omfattas av administration, försäkringar, vinst, risk, over head-kostnader, allmänna hjälpmedel och småmaskiner
- Byggherrekostnader, som exempelvis projekterings- och byggledningskostnader
- Rivning av befintligt dagvattensystem
- Bortforsling av material

För regnbäddar/växtbäddar/täckta makadamdiken uppskattas schablonkostnaden till ca 10 000 kr/m<sup>2</sup>. Investeringskostnaden uppskattas till ca 6 600 000 kr (min – max: 3 700 000 – 12 000 000 kr).

Schablonkostnader för multifunktionell yta saknas i StormTac och varierar stort av utförandet. Kostnader för dagvattenhantering innefattar bland annat schakt,

dräneringsledningar, brunn och makadam och uppskattas utgöra en mindre del av den totala kostnaden för gestaltning och utsmyckning av ytan.

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar stort beroende på de lokala förutsättningarna och vilken typ av anläggning som byggs. Kostnaderna bedöms också vara större beroende på om det förekommer skyfall och stormar.

Drift- och underhållskostnader uppskattas grovt till att ligga mellan 5–15 % av investeringskostnaden.

Underhållskostnader för ledningsnätet anses kunna försummas om ledningsnätet byggs med självrensande lutningar. Oberoende av lutning kan spolning av ledningar behövas med jämna mellanrum. Slamsugning av sandfång kommer också att behöva utföras.

## 8 Diskussion och slutsats

Njupkärrs befintliga skola ska ersättas med en ny och utredningsområdet har undersökts ur ett dagvatten- och skyfallsperspektiv. Följande slutsatser har dragits:

- Marken i utredningsområdet utgörs av täta jordarter som inte lämpar sig för infiltration och perkolation av dagvatten. Dagvatten behöver likt idag avledas från området via det kommunala dagvattenledningsnätet. Dagvattenanläggningar rekommenderas utformas med dräneringsledningar.
- Föreslagen systemlösning bygger på rening och fördröjning av 10 mm regn, vilket innebär att en total volym om cirka 160 m<sup>3</sup> behöver omhändertas inom det nya skolområdet. Systemlösningen innefattar växtbeksädda (täckta) makadamdiken för hantering av dagvatten från parkeringsytor och konstgräsplan, regnbäddar för att ta emot dagvatten från takytor och övriga hårdgjorda ytor, samt en multifunktionell yta vid befintlig lågpunkt för att hantera avrinning från skolgården öster om skolbyggnaden. Genomsläppliga beläggningar föreslås generellt för att minska avrinningen, exempelvis på cykelparkeringar. Samtliga anläggningar behöver dräneras mot ledningsnätet då infiltrationsmöjligheten är låg. Det bedöms möjligt att ansluta anläggningarna till fastighetens servispunkt med självfall.
- Det dimensionerande 20-årsflöde har beräknats öka något med den nya utformningen av skolgården, från 561 l/s till 572 l/s. Sammantaget bedöms genomförandet av planen, med implementering av dagvattenåtgärder, medföra minskade flöden från fastigheten. Detta då det idag inte finns några kända åtgärder för fördröjning på fastigheten.
- Föroreningsberäkningar indikerar att belastningen av samtliga ämnen minskar jämfört med idag, detta förutsatt att åtgärder för rening implementeras. Det bedöms således, inom planen, finnas goda förutsättningar för en dagvattenhantering som säkerställer att fastställda miljö kvalitetsnormer för Tyresån kan uppnås. Planerad konstgräsplan ger upphov till nya föroreningar på fastigheten i form av mikroplaster. Åtgärder kommer att krävas både för att minska uppkomst av mikroplaster och för att begränsa spridning av mikroplaster till dagvattenledningsnätet.
- Skyfallsutredningen visar att det i nuläget är stora delar av skolområdet som riskerar att översvämmas i samband med skyfall. Detta innebär bland annat att vatten blir stående intill befintliga skolbyggnader, med risk för att skada på dessa uppstår, samt att framkomligheten till flera byggnader inom utredningsområdet är begränsad. Nedströms Njupkärrs skola finns riskområden där översvämningssituationen inte får förvärras till följd av detaljplanen, vilket begränsar hur mycket och hur snabbt avrinning kan ledas bort från skolområdet.
- Strategin för skyfallshanteringen enligt alternativ 1 bygger på att på ett säkert sätt hantera översvämning inom skolområdet genom att styra rinnvägar och skapa tillräckliga fördröjningsvolymmer på lämpliga platser.

Höjdsättningen av området är viktig för att säkerställa genomförbarheten av skyfallsåtgärderna. Skolgården (avledningsstråk och fördröjningsvolym) bör utformas så att det maximala flödet ner mot förskolan inte överstiger 0,8 m<sup>3</sup>/s. Utredningen visar att det inom skolområdet (inklusive cykelunderfarten under Njupkärrsvägen) måste kunna hanteras omkring 2 800 m<sup>3</sup> på lämplig plats under nivån för färdigt golv. Hela denna volym behöver dock inte finnas under lågpunkternas tröskelnivåer, utan viss dämning utöver dessa kan tillåtas. Det är dock viktigt att det finns en marginal mellan nivåer för färdigt golv och den maximala dämningnivån. Lågstråket kring idrottshallen bör utformas för att kunna hantera maximala flöden motsvarande 0,8 m<sup>3</sup>/s.

- Strategin för skyfallshanteringen enligt alternativ 2 utgår från att skapa en snabbare avrinning från skolområdet för att behöva hantera mindre volymer vatten lokalt kring skolan. För att åstadkomma detta behöver en skyfallsväg (i form av ett ytligt lågstråk eller trumma) tillskapas väster om skolbyggnaden, skyfallsvägen måste dimensioneras för att klara av ett maximalt flöde motsvarande 1,4 m<sup>3</sup>/s. Skolgården bör utformas så att det maximala flödet ner mot förskolan inte överstiger 0,8 m<sup>3</sup>/s. Granängsstigen bör utformas för att kunna hantera maximala flöden motsvarande 0,6 m<sup>3</sup>/s utan att avrinning börjar ske i riktning mot idrottshallen.
- Modellering visar att de föreslagna åtgärderna för skyfallshantering enligt båda alternativen innebär att den nya bebyggelsen inte riskerar att ta skada, då vatten inte riskerar att bli stående direkt intill byggnaderna. Vidare säkerställs framkomliga vägar till den nya bebyggelsen och det kommer även finnas en tillgänglig väg till förskolan Galaxen, vilket saknas i nuläget. Åtgärderna enligt alternativ 1 medför ingen försämring av översvämningssituationen nedströms skolområdet. En förutsättning för att detta lösningsförslag ska vara genomförbart är att det måste vara möjligt att tillskapa en tillräcklig fördröjningsvolym inom skolområdet, vilket kan kräva relativt stora förändringar av marknivåer på skolgården. Alternativ 2 innebär en marginell påverkan av översvämningssituationen nedströms, och lösningsförslaget förutsätter att en skyfallsväg med tillräcklig kapacitet kan anläggas väster om skolbyggnaden.
- Den alternativa utformningen av skolan med en 11-mannaplan bedöms inte vara lika lämplig som alternativet med en plan för lag med sju spelare bland annat på grund av att idrottshallen föreslås placeras i en befintlig lågpunkt samt att det skulle medföra mindre ytor för hantering av skyfall.

## 9 Rekommendationer och fortsatt arbete

Nedan beskrivs några rekommendationer för det fortsatta arbetet med detaljplanen för Njupkärrs nya skola.

- Föreslagna åtgärder för dagvatten- och skyfall har tagit hänsyn till att jordarterna lera och urberg dominerar i området. En geoteknisk utredning ger mer information om marklagrens sammansättning och lokala variationer som inte går att utläsa från SGU:s jordartskarta. Förekomsten av ytligt berg kan påverka placering av anläggningar.

- Det saknas information om grundvattennivåer vilket kan påverka utformning av dagvattenanläggningar, i synnerhet om grundvattennivån ligger ytligt (nära marknivå). Vid en geoteknisk utredning är det bra att även mäta grundvattennivån kontinuerligt.
- Dagvatten från parkeringen i nordväst behöver kunna ledas in på ytan till en växtbädd för rening. I område finns befintliga fjärrvärmeledningar. Hantering av fjärrvärmeledningar behöver ske i samråd med ledningsägare och hanteras så att utrymme för erforderlig rening av parkeringsdagvattnet säkerställs.
- Planerad konstgräsplan ger upphov till nya föroreningar på fastigheten i form av mikroplaster. Det är av största vikt att i första hand minska uppkomsten mikroplaster genom att genomtänkta materialval (gummigranulat bör exempelvis undvikas) men också att minska spridning av mikroplaster till dagvattenledningsnätet. Utrymme och funktioner behöver säkerställas i detaljprojekteringen.
- Inom utredningsområdet finns ett befintligt ledningsnät. Ledningsnätets utformning, dimensionering och skick behöver utredas för att om möjligt nyttja befintligt system för planerad situation.
- Justeringar har behövts göras jämfört med den tidiga höjdsättning som utredningen utgått från, och framöver behöver dessa justeringar arbetas in i den slutgiltiga höjdsättningen. Några specifika aspekter som behöver justeras i höjdsättningen enligt lösningsförslag 1 är: utformning av passage mellan skolbyggnad och fotbollsplan, skolgård, avledningsstråk kring idrottshall och på skolgård från lågpunkt mot förskolan Galaxen. Några specifika aspekter som behöver justeras i höjdsättningen enligt lösningsförslag 2 är: Granängsstigen samt parkering och övriga ytor kring cykelunderfart. Utöver detta så behöver det för alternativ 2 säkerställas att det inte uppstår en konflikt mellan den föreslagna skyfallsvägen väster om skolan och fjärrvärmeledningen.
- Höjdsättning av skolområdet kommer att kräva fortsatt samordning mellan flera teknikområden däribland dagvatten, skyfall, landskap, trafik, arkitektur och fjärrvärme.
- Översvämningssituationen i samband med skyfall påverkas mycket av dynamiska aspekter, såsom att dämning kan uppstå vid begränsande sektioner och vid långsam avrinning över flacka områden. För att säkerställa att den slutgiltiga höjdsättningen av området medför en acceptabel översvämningssituation med avseende på risk för ny bebyggelse, framkomlighet och områdespåverkan bör den i ett senare skede kontrolleras med hjälp av en uppdaterad hydraulisk modell.

## Källor

- Boverket, 2020. *PBL Kunskapsbanken*. Tillgänglig via:  
[https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning\\_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/utgangspunkter/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/utgangspunkter/)
- Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019. *Översiktsplan för Göteborg - Tematiskt tillägg för översvämningsrisker (antagen av kommunfullmäktige 2019-04-25)*.
- Länsstyrelsen i Stockholms län, 2018. *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall - stöd i fysisk planering*.
- MSB, 2017. *Vägledning för skyfallskartering - Tips på genomförande och exempel på användning*. Publikationsnummer MSB1121. Tillgänglig via:  
<https://rib.msb.se/filer/pdf/28389.pdf>
- MSB, 2022. *Översvämningsportalen*. Tillgänglig via:  
<https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/hemta-data.html>
- SGU, 2022a. *Jordarter 1:25 000 – 1:100 000*. Tillgänglig via:  
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- SGU, 2022b. *Kartvisare: Brunnar*. Tillgänglig via:  
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html>
- StormTac, 2022. *Welcome to StormTac*. Tillgänglig via: <http://www.stormtac.com>
- Svenskt Vatten, 2016. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Tillgänglig via: [http://vav.griffel.net/filer/p110\\_del1\\_jan2016.pdf](http://vav.griffel.net/filer/p110_del1_jan2016.pdf)
- Tyresö kommun, 2022. *477 – Kardemumman*. Tillgänglig via:  
<https://www.tyreso.se/stadsutveckling/gallande-detaljplaner/477---kardemumman.html>



# Bilaga 1. Modellbeskrivning skyfall

Denna bilaga beskriver den modell som tagits fram för att undersöka skyfallssituationen kring Njupkärrs skola. Modellen baseras delvis på den tidigare kommunövergripande skyfallsmodell som tagits fram av DHI på uppdrag av Tyresö kommun, men justeringar har gjorts för att anpassa den till utredningens syfte.

## Tidigare framtagen skyfallsmodell

Den sedan tidigare framtagna modellen är en kommunövergripande skyfallsmodell som beskriver nuläget framtagen av DHI, där Njupkärrs skola innefattas i modellområde 2. Det finns flera varianter av modellen då det pågår en vidareutveckling av den ursprungliga modell som tagits fram. Den version av modellen som har studerats i föreliggande utredning är en kopplad modell som inkluderar både markavrinning och ledningsnät. Programvaran som använts för att ta fram denna modell är MIKE FLOOD (dvs en koppling av MIKE 21 och MIKE Urban). Modell- och resultatfiler levererades till Sweco 2022-08-11 av Tyresö kommun.

## Modellbeskrivning

Den modell som tagits fram inom föreliggande uppdrag är en ytavrinningsmodell i programvaran MIKE 21 FM. Ledningsnätets påverkan har inkluderats som ett avdrag på regnbelastningen, vilket beskrivs mer i detalj nedan.

## Simulerade scenarier

Tre olika scenarier har simulerats:

- Nuläge
- Planerad utformning av Njupkärrs nya skola med åtgärder enligt skyfallshantering alternativ 1
- Planerad utformning av Njupkärrs nya skola med åtgärder enligt skyfallshantering alternativ 2

Det som skiljer scenarierna åt är höjdmodell och markytans råhet.

## Höjdmodell

Höjdmodellen baseras på höjddata från Lantmäteriet, med upplösning 1x1 m. Höjddata för modellområdet insamlades 2021-04-11.

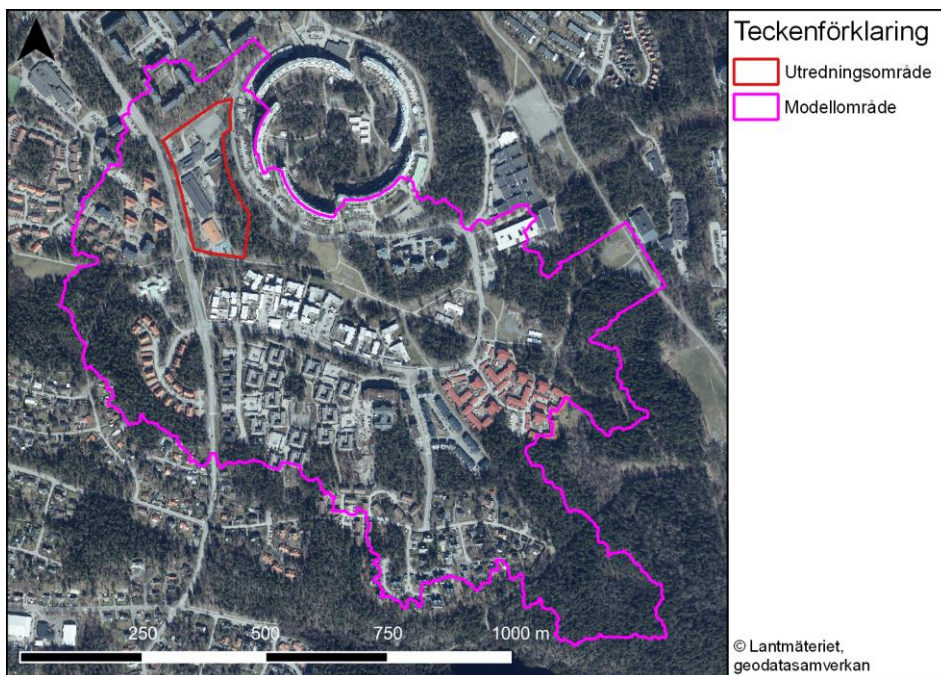
Höjdmodellen har gått igenom, och för nuläges scenariot har det bedömts att det inte behövas några manuella justeringar. För scenarierna som beskriver den nya skolan har höjddata inom utredningsområdet uppdaterats för att ta hänsyn till placering av nya byggnader, fotbollsplan och förändrade/tillkommande vägar. Höjdsättningen inom utredningsområdet har också anpassats utefter de föreslagna åtgärder för skyfallshantering som presenteras i huvudrapporten.

## Beräkningsnät

Modellen som tagits fram omfattar utredningsområdet och Farmarstråket inklusive uppströms liggande områden (se Figur 31). Modellområdets

avgränsning är anpassad för att möjliggöra bedömning av detaljplanens påverkan på upp- och nedströms områden.

Modellens beräkningsnät består av kvadratiska element med en upplösning på 1x1 m, vilket är en högre upplösning än den som använts i den kommunövergripande modellen.



Figur 31. Utredningsområdet och område som ingår i den hydrauliska skyfallsmodellen.

Modellen har inga öppna ränder, utan avrinning tillåts ansamlas längst nedströms inom modellområdet. Detta innebär att modellresultaten längst nedströms inte representerar den översvämningssituation som hade uppstått i verkligheten. Det har säkerställts att det finns tillräckligt mycket utrymme för vattnet att ansamlas utan att det uppstår dämning som kan påverka modellresultaten längre uppströms.

### Markytans råhet

Markytans råhet beror på markanvändningen och beskrivs av Mannings tal. Generellt baseras den rumsliga indelningen av markanvändning på den som använts i den kommunövergripande modellen. I den modellen användes tre kategorier av markanvändning; hårdgjorda ytor, tak och övrigt.

Kategoriseringen har uppdaterats inom utredningsområdet i föreliggande för att skapa en mer detaljerad bild över markanvändningen. För nuläget baseras markanvändningen på uppskattning utifrån ortofoto, medan den framtida markanvändningen baseras på illustrationsplan från White daterad 2022-09-15.

En känslighetsanalys har genomförts för det Mannings tal som används för kategorin övriga ytor (generellt grönområden). Resultaten från känslighetsanalysen visar endast på en mindre påverkan på de maximala vattendjupen inom utredningsområdet. Ett högre Mannings tal än det som använts i den kommunövergripande modellen bedöms dock bättre beskriva förhållande nedströms Njupkärrs skola i Farmarstråket. De värden på Mannings tal som använts i den slutgiltiga versionen av modellen presenteras i Tabell .

Tabell 21. Mannings tal som använts för olika typer av markanvändning.

Markanvändning	Mannings tal M ( $m^{1/3}/s$ )
Hårdgjorda ytor	50
Tak	30
Grusyta	30
Övriga ytor	10

### Infiltration

Enligt SGU:s jordartskarta framgår att de översta lagren inom utredningsområdet utgörs av postglacial lera och urberg, vilket tyder på en väldigt begränsad genomsläpplighet. Då infiltrationen inte bedöms påverka modellresultaten signifikant har infiltration inte inkluderats i modellen.

### Regnbelastning

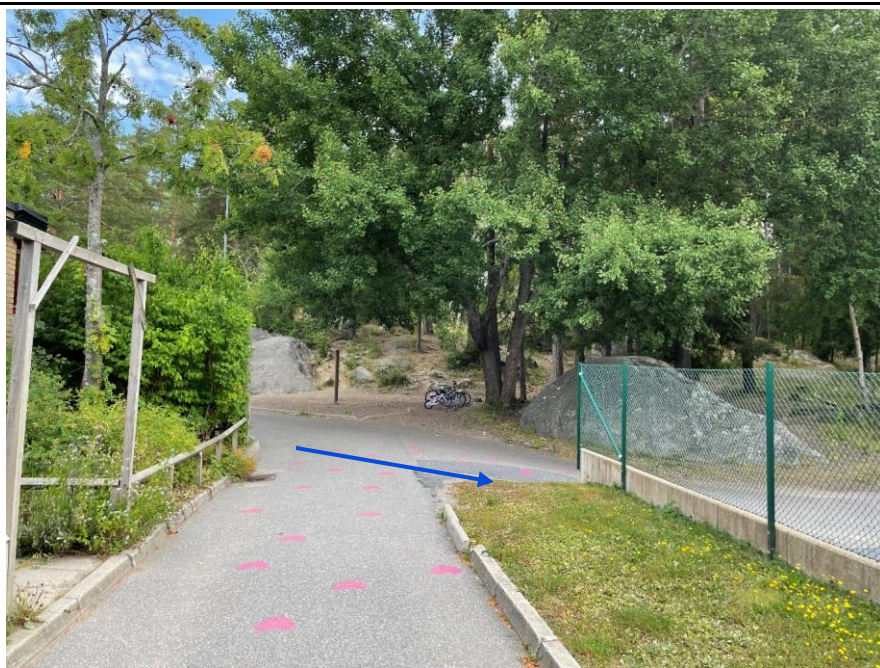
Regnbelastningen utgår från samma antaganden som gjorts för den kommunövergripande modellen, dvs att ytmodellen belastas med ett CDS-regn med 100 års återkomsttid med klimatfaktor 1,3 och 6 h varaktighet. Simuleringsperioden sträcker sig över hela regnets varaktighet samt ytterligare 2 h, totalt uppgår därmed simuleringsperioden till 8 h. För att ta hänsyn till att hårdgjorda ytor och tak är anslutna till dagvattennätet har ett avdrag motsvarande ett 10-årsregn gjorts för dessa områden.

Antagande om storlek på avdrag har baserats på DHI:s kopplade modell som visar på dynamiken mellan avrinning på mark och i ledningsnät. Resultaten från denna modell visar att kapaciteten i ledningsnätet överskrids under den intensivaste perioden av regnet, vilket medför att vatten tillfälligt tränger upp i brunnarna inom utredningsområdet. Den volym som hinner tryckas upp på markytan är dock väldigt begränsad och bedöms inte inverka på den totala översvämningssituationen inom utredningsområdet. Efter den intensivaste perioden av regnet börjar vatten ledas bort via ledningsnätet.

## Bilaga 2. Foton och noteringar från platsbesök



Figur A. Tydlig lågpunkt söder om befintlig idrottshall. Bild överst är tagen åt nordväst. Bild under är tagen åt sydöst.



Figur B. Skyfallsväg förbi Galaxen. Bild överst är tagen åt öst. Bild nederst är tagen åt söder.

Befintlig servispunkt för vatten, spillvatten och dagvatten återfinns vid den norra cykelunderfarten under Njupkärrsvägen. Området utgör en lågpunkt där vatten ansamlas vid extrema regn/skyfall.



Figur C. Befintlig servispunkt för vatten, spillvatten och dagvatten återfinns vid den norra gångtunneln under Njupkärrsvägen. Området utgör en lågpunkt där vatten ansamlas vid extrema regn/skyfall.