



Dagvattenutredning

Vansta 5:50

PM

Status

Slutversion

Beställare

Nynäshamn Kommun

Datum

2023-06-30

Uppdragsansvarig
Emma Persson

Handläggare
Khalid Ali

Elin Muntzing

Granskare
Philip Johansson

Datum
2023-06-30

Projekt-ID
D0114520

Mottagare
**Samhällsbyggnadsförvaltningen,
Nynäshamns kommun
Elin Elfström
Elin.elfstrom@nynashamn.se
Sverige**



Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte och uppdragsbeskrivning.....	1
2	Material och metod.....	2
2.1	Underlag.....	2
2.1	Dagvattenpolicy.....	3
2.2	Hydrologiska beräkningsmetoder.....	3
2.2.1	Flöden.....	4
2.2.2	Magasinsvolym.....	4
3	Områdesbeskrivning.....	5
3.1	Platsbeskrivning.....	5
3.2	Geotekniska förhållanden.....	6
3.2.1	Markförhållanden.....	6
3.2.2	Mark- och geoteknisk undersökning.....	8
3.3	Avrinning.....	9
3.3.1	Teknisk avrinning.....	9
3.4	Vattenskyddsområden.....	9
3.5	Markavvattningsföretag.....	9
3.6	Muskan och MKN för vatten.....	10
3.6.1	Recipient Muskan.....	11
4	Flödesberäkningar.....	12
4.1	Befintlig situation.....	12
4.2	Markanvändning.....	13
4.2.1	Befintliga flöden.....	14
4.3	Planerad utformning.....	15
4.3.1	Markanvändning.....	15
4.3.2	Framtida flöden.....	16
4.4	Behov av utjämning.....	16
5	Föroreningsberäkningar.....	17
6	Dagvattenhantering.....	18
6.1	Allmänna rekommendationer.....	18
6.1.1	Höjdsättning.....	18



6.1.2	Miljöanpassade materialval	19
6.2	Dagvattenlösningar	19
6.2.1	Makadamdike.....	19
6.2.2	Underjordisk makadammagasin	20
6.2.3	Växtbädd	21
6.3	Föreslagen dagvattenhantering	23
6.3.1	Alternativ 1.....	23
6.3.2	Alternativ 2.....	25
6.4	Föroreningsberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning	26
7	Översvämningsanalys och skyfallshantering.....	28
7.1	Skyfallsmodellering.....	28
7.2	Skyfallsanalys i SCALGO Live	29
7.2.1	Modellbeskrivning.....	29
7.2.2	Befintlig situation	29
7.2.3	Planerad situation	30
7.3	Förslag på skyfallshantering och rekommendationer.....	32
8	Slutsats och rekommendationer	33
9	Referenser.....	34

1 Inledning

1.1 Bakgrund.

AFRY har på uppdrag av Nynäshamn kommun tagit fram en dagvattenutredning som underlag för detaljplanen för fastigheten Vansta 5:50 i centrala Ösmo, Nynäshamn kommun, se Figur 1.1. Detaljplanen omfattar anläggandet av en ny skola med tillhörande skolgård. Det kommer även att planeras för breddande av den angränsade Körundavägen, där det kommer upprättas en gång – och cykelbana, samt så kommer en ny gång-och cykelväg tillsammans med en parkeringsyta att anläggas i anslutning till den angränsande Viksängens IP.



Figur 1.1. Planområdets geografiska läge i Ösmo, Nynäshamn kommun.

1.2 Syfte och uppdragsbeskrivning

Dagvattenutredningen syftar till att ge förslag på en framtida hållbar dagvattenhantering inom planområdet, samt beskriva hur den hydrologiska balansen ändras i samband med exploateringen. Det ska även göras en överskådlig bedömning av den tillgängliga magasinvolymen i det planerade diket som ska anläggas ut med Körundavägen i samband med anläggandet av gång- och cykelbanan.

Utredningen kommer att delas upp i två delområden, där kvartersmark och allmän platsmark behandlas som separata avrinningsområden.

I denna rapport kommer AFRY enligt uppdrag att redovisa för:

- Befintliga förhållanden: nuvarande flöden och avrinningsvägar.
- Framtida förhållanden: framtida flöden och avrinningsvägar.
- Beräkning av dimensionerande flöden, enligt Svenskt Vattens publikation P110.
- Beräkning av föreningsbelastning i dagvatten från området för befintligt respektive framtida markanvändning.
- Beskrivning av recipientens status utifrån befintliga miljö kvalitetsnormer (MKN).
- Beräkning av erforderlig volym för fördröjning och rening.

- Förslag på dagvattenlösning. Åtgärder ska vara åtskilda mellan kvarters- och allmän platsmark.
- Skyfallsanalys med flöden motsvarande 100-årsregn med klimatfaktor för nuläge och framtida situation.

2 Material och metod

2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag

Uppdragsbeskrivning och offert (PDF)

Inmätning/Grundkarta (DWG)

Dagvattenutredning, NAWE (PDF)

PM Geoteknisk undersökning, Norconsult (PDF)

Dagvattenpolicy i Nynäshamn kommun (PDF)

L-30-P-001 2023-03-24 (DWG)

2023_03_24_Fsk Vansta 5_50 Ösmo_WSP (PDF)

2023-03-24 Vansta 5_50 Fsk Förstudie (PDF)

A-40-1-03 Takplan Vansta 5_50 Fsk Förstudie (DWG)

T10105LI_Etapp1_20230327 (DWG)

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår/Version
P105	Svenskt Vatten	2016
P110	Svenskt Vatten	2016
Skyfallskartering	Länsstyrelsen	
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
WebbGIS	Länsstyrelsen	
Genomsläplighetskarta	SGU	
Jordartskarta	SGU	
Jorddjupskarta	SGU	
Flödes- och föroreningsberäkningar	StormTac	
Skyfallsanalys	SCALGO Live	

2.1 Dagvattenpolicy

Dagvattenpolicyn i Nynäshamns kommun är antagen i kommunfullmäktige och gäller från 2010-01-01. Dagvattenpolicyn omfattar riktlinjer och ansvarsområden för dagvattenhantering inom kommunen.

Primärt riktar dagvattenpolicyn sig till kommunens tjänstemän för att skapa en hållbar dagvattenhantering inom kommunen. Policyn vänder sig även till fastighetsägare, verksamhetsutövare, exploatörer, politiker och andra intressenter för att lösa problemen kring dagvattenhantering. För att tackla dessa problem är det viktigt att välja lösningar som både förhindrar snabb avrinning av dagvatten från tätortsbebyggelse till recipienten och som minimerar föroreningsbelastningen på recipienten.

Policyns övergripande ambitioner listas nedan:

- Dagvattnet ska i första hand hanteras lokalt och helst infiltreras i marken på platsen där nederbörden faller. Om detta inte är möjligt ska vatten samlas upp så att flödet utjämnas och fördröjs.
- Förorenat dagvatten från exempelvis större vägar, större bostadsområden, parkeringsplatser och industriområden ska renas innan det rinner vidare till recipient eller infiltreras. Föroreningskällorna ska minimeras.

Grundläggande riktlinjer är:

- Avrinningen från en tomt eller ett markområde bör inte öka efter exploatering.
- Den naturliga vattenbalansen ska i möjligaste mån bevaras. De hårdgjorda ytorna bör minimeras.
- Dagvattensystemet ska utformas så att man undviker skadliga uppdämningar vid kraftiga regn.
- Vid ny- eller ombyggnation av parkeringsplatser och vägar ska dagvattenhanteringen utformas så att föroreningarna i vattnet avskiljs. Om fler än 50 parkeringsplatser anläggs ska oljeavskiljare monteras.
- Minska konsekvenserna vid översvämning

2.2 Hydrologiska beräkningsmetoder

Dimensionerande flödet har beräknats med den rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110. Dimensionering av ledningar och dagvattenlösningar ska dimensioneras för att trycklinje vid hjässnivå (fullt rör) kan hantera ett 5-årsregn, och trycklinje vid marknivå kan hantera ett 20-årsregn. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. Nynäshamn kommun rekommenderar att en klimatkfaktor på minst 1,25 bör användas för framtida nederbörd. En klimatkfaktor med 1,25 innebär att beräkningarna tar höjd för att nederbördsmängderna, på grund av klimatförändringar, kommer att öka med 25% de kommande 100 åren.

2.2.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 4.4.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

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

Där:

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

T_R = regnvaraktighet [minuter]

\bar{A} = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel. (Svenskt Vatten AB)

$$q_{dim} = A * \varphi * i_{\bar{A}} * k$$

Där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

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

k = klimatfaktor

2.2.2 Magasinsvolym

Enligt riktlinjer för dagvattenhantering för Nynäshamn kommun bör dagens befintliga dimensionerande flöde bibehållas även efter exploatering. Beräkning har utförts i enlighet med formeln nedan. Det går att härleda ett generellt uttryck för magasinsvolymen, V, som funktion av regnets varaktighet, t_{regn} . Erforderlig magasinsvolym erhålls som maxvärdet av ekvationen:

$$V = 0,06 * \left[i_{regn} * t_{regn} - K * t_{regn} - K * t_{rinn} + \frac{K^2 * t_{rinn}}{i_{regn}} \right]$$

Där:

V = specifik magasinsvolym [m^3 / ha_{red}]

i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet [l/s ha]

t_{regn} = regnvaraktighet [min]

t_{rinn} = rinntid [min]

K = specifik avtappning från magasinet [l/s ha_{red}]

Om volymen dagvatten som behöver renas för att nå ner föroreningsnivåer i enlighet med MKN är högre än volymen som behöver fördröjas för att inte öka flödet är det främst föroreningarna och inte flödet som dagvattenanläggningarna dimensioneras för.

3 Områdesbeskrivning

3.1 Platsbeskrivning

Planområdet omfattar en area på cirka 16 600 m² och är beläget ca 800 meter från Ösmo centrum. Planområdet ligger i ett oexploaterat naturområde intill Viksängens IP, samt så angränsar området den befintliga Körundavägen som planeras att breddas med gång- och cykelväg, se *Figur 3.1*. Området är till största delen täckt av skog. Det finns även en gångväg som korsar området i nordsydlig riktning och en befintlig parkering i södra delen av planområdet som ska behållas efter exploatering.

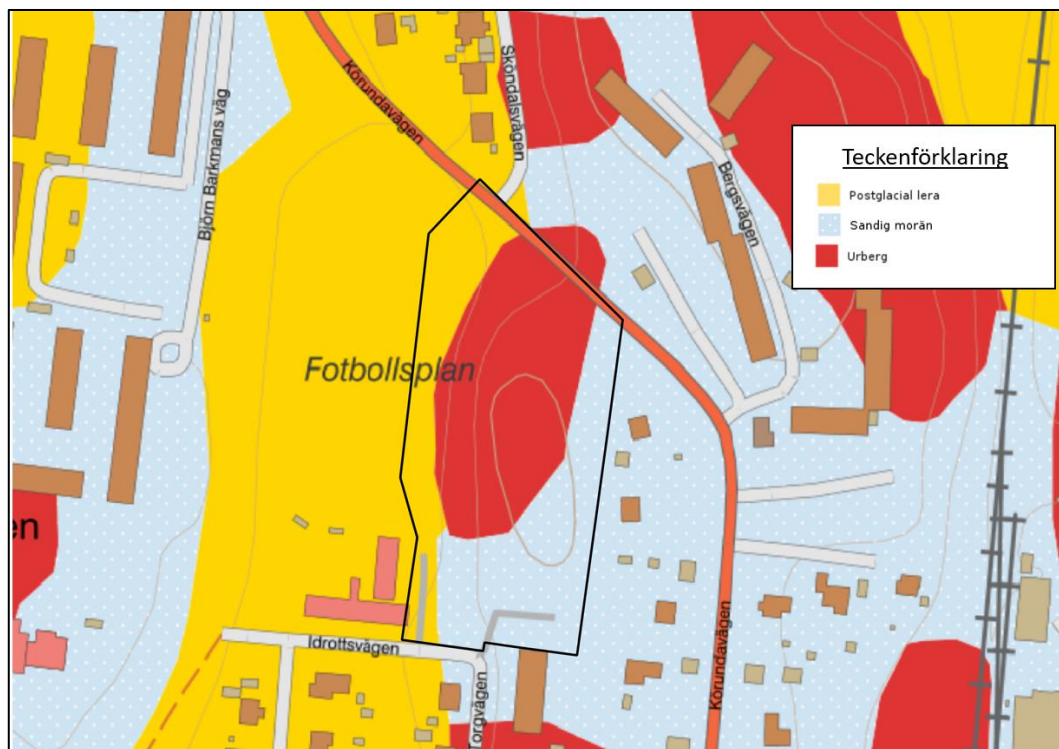


Figur 3.1. Ortofotokarta med planområde utmarkerat med röd färg. (Källa: Nynäshamn kommun)

3.2 Geotekniska förhållanden

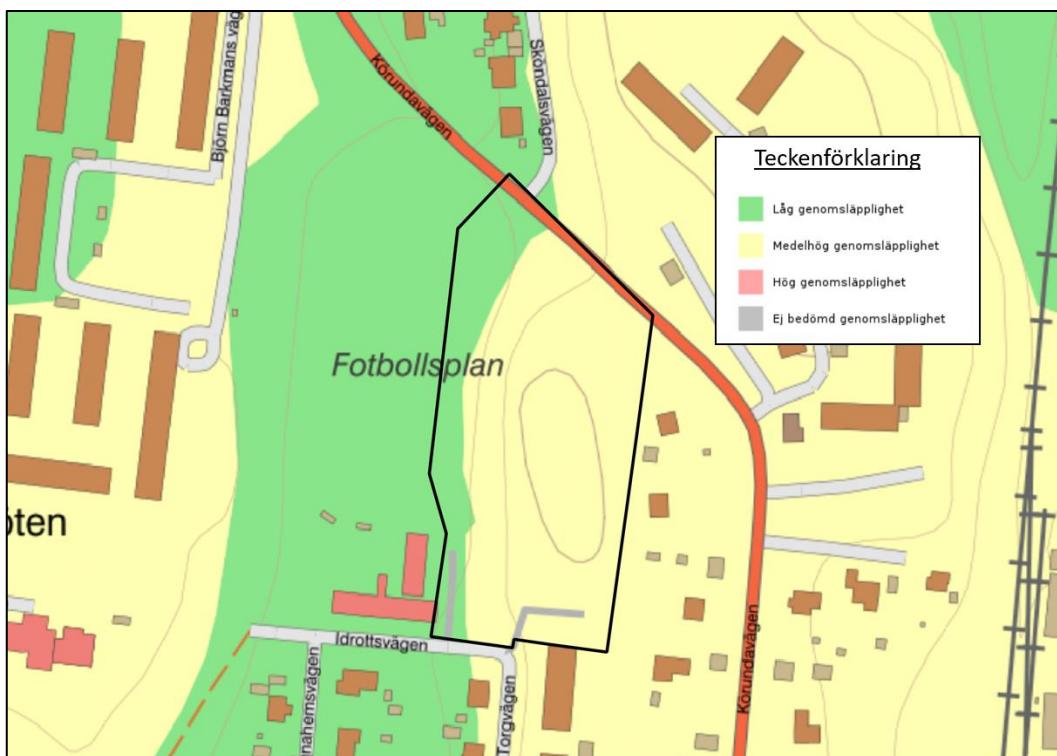
3.2.1 Markförhållanden

Marken består till stor del av berg i dagen men även av jordarterna postglacial lera och sandig morän, se *Figur 3.2*.



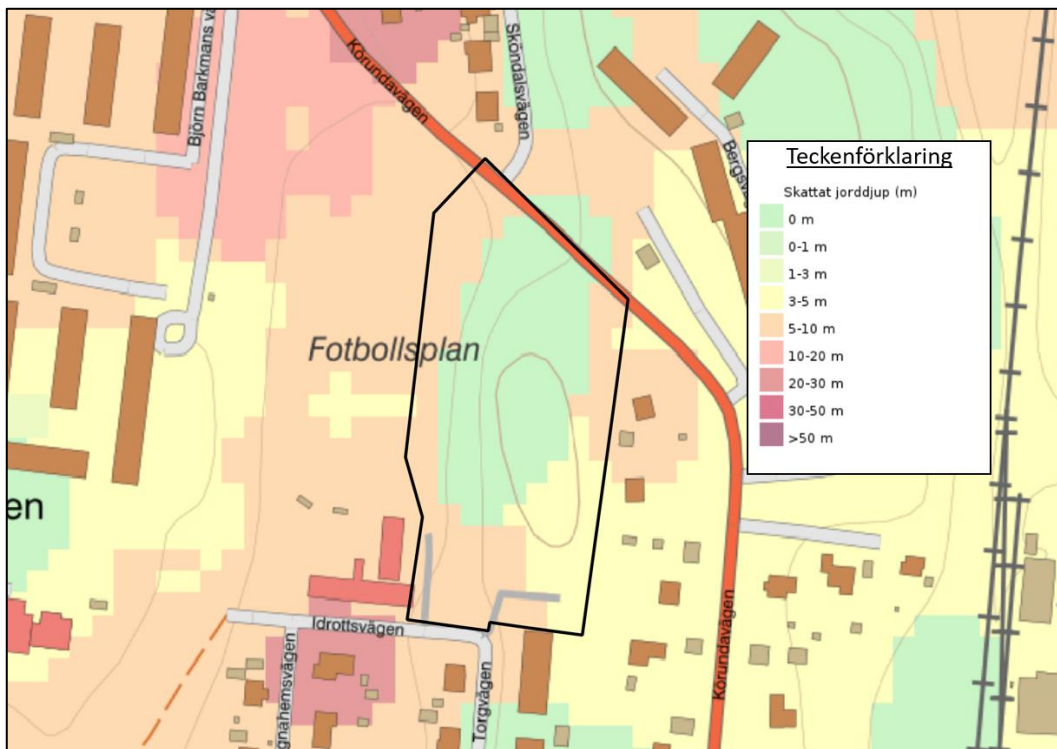
Figur 3.2. Jordarter. (Svart) linje – planområdesgräns. (Bildkälla: SGU, hämtad 2023-04-11).

Större delen av jordlagret omfattas av medelhög genomsläpplighet, se *Figur 3.3*.



Figur 3.3. Genomsläpplighet. (Svart) linje – planområdesgräns. (Bildkälla: SGU, hämtad 2023-04-11).

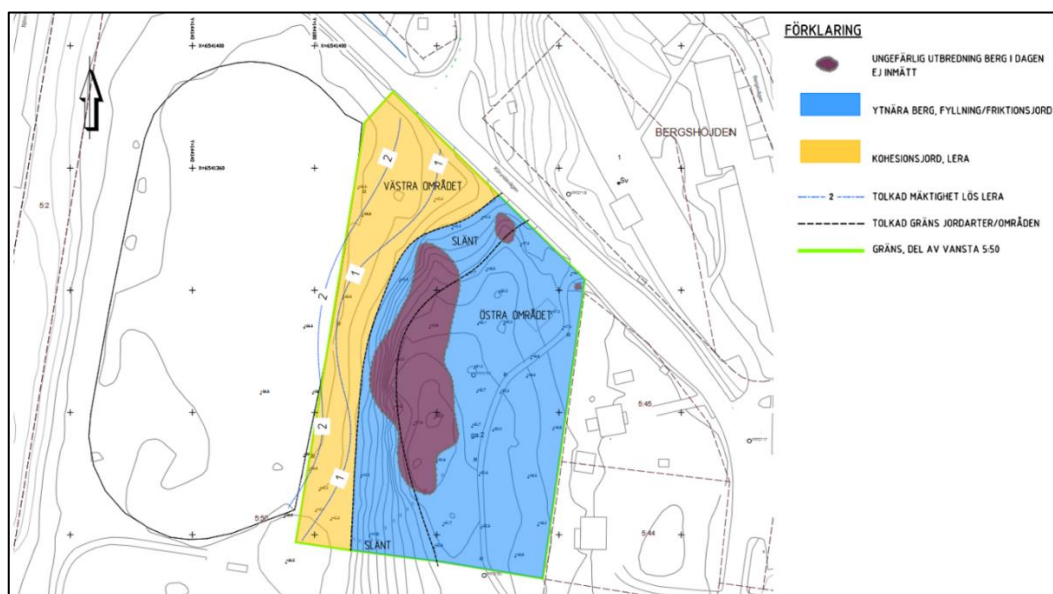
Figur 3.4 redovisar jorddjupet inom planområdet. Jorddjupet varierar mellan 0-10 meter enligt SGU.



Figur 3.4. Jorddjup. (Svart) linje – planområdesgräns. (Bildkälla: SGU, hämtad 2023-04-11).

3.2.2 Mark- och geoteknisk undersökning

En mark- och geoteknisk undersökning har utförts av Norconsult. Berg i dagen eller ytnära berg förekommer i slänten och på det östra området, se Figur 3.5. Bergets högsta punkt, i den södra centrala delen ligger på nivån +53. På östra delen är det nära till berg och markytan är blockig. Marknivån varierar mellan cirka +47 och +51. Väster om berget sluttar marken brant ner mot ett planare område. Skogsmarken övergår i ängsmark mot det plana området som gränsar till idrottsplatsen, där marknivån varierar mellan cirka +39 och +40.



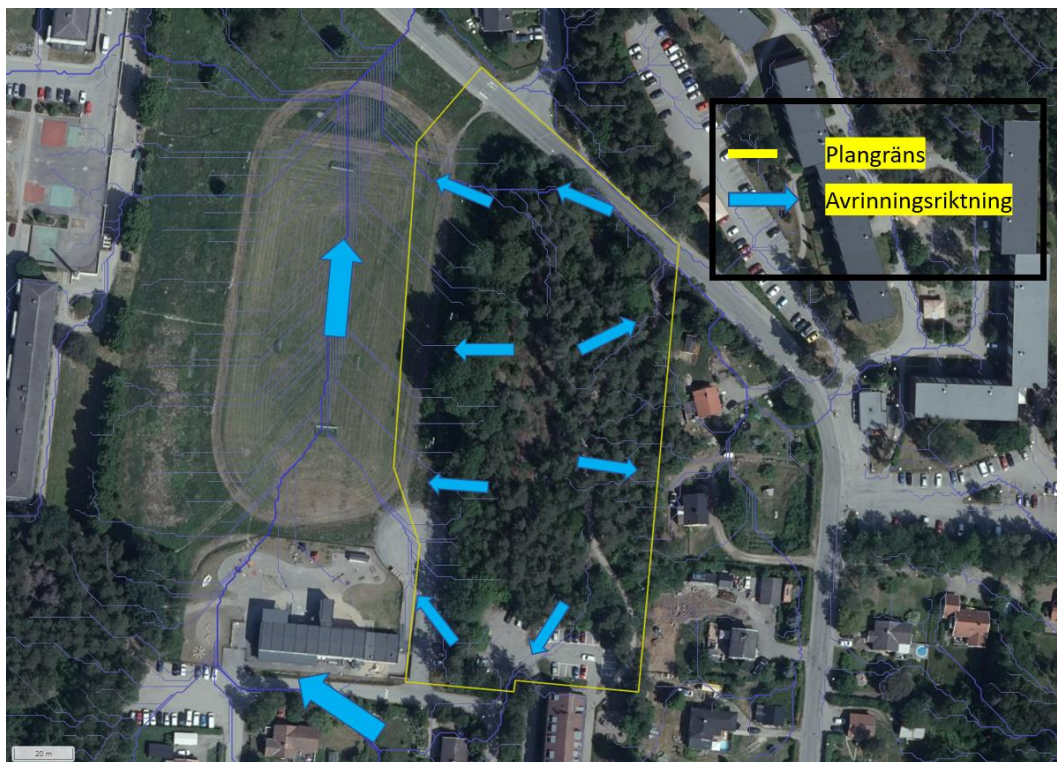
Figur 3.5. Tolkade jordarter (Källa: Norconsult, 2020).

3.2.2.1 Hydrogeologiska förhållanden

Norconsult observerade inget vatten i samband med de geotekniska undersökningarna. Variation av grundvattennivån förekommer under året och nivån brukar vara som högst på våren i samband med snösmältningsperioden eller sent på hösten samt efter kraftig nederbörd. På den centrala och östra delen installerades inget grundvattenrör då sonderat jorddjup var begränsat och inget vatten observerats. Vid nederbörd strömmar vattnet från höjdområdet ner mot omgivande lägre markområden. Dock kan lokala täta svackor i berget fyllas med vatten. På den västra delen av området installerades ett grundvattenrör i undersökningspunkt 20NC07. Lägsta grundvattennivån ligger under +35,2, mer än 4 meter under markytan. Högsta grundvattenytan kan antas ligga ungefär i underkant på torrskorpe-leran, vilken ligger ca 2-3 m under markytan.

3.3 Avrinning

Planområdet ligger inom samma delavrinningsområde med utlopp i Muskan. Baserat på topografiska höjddata från SCALGO Live avvattnas dagvattnet från planområdet i stort utsträckning i nordvästlig riktning, men även viss avrinning sker mot öst och syd, se *Figur 3.6*. All avrinning från planområdet sluter dock upp i samma huvudavrinningsstråk beläget nordväst om planområdet. Då planområdet ligger på en höjd sker nästan ingen tillrinning in på området.



Figur 3.6. Befintlig avrinning inom planområdet utifrån utrönd topografi.

3.3.1 Teknisk avrinning

Då området idag är oexploaterat (bortsett från en gång- och cykelväg som går genom området) finns det inga befintliga dagvattenledningar inom det tilltänkta planområdet. Det går dock en befintlig dagvattenledning strax norr om Körundavägen. I Viksängens IP går en befintlig dagvattenledning tvärs genom idrottsplanen i nord-sydlig riktning. Dagvattenlösningar som anläggs längs den planerade gång- och cykelvägen kan ansluta till denna ledning.

3.4 Vattenskyddsområden

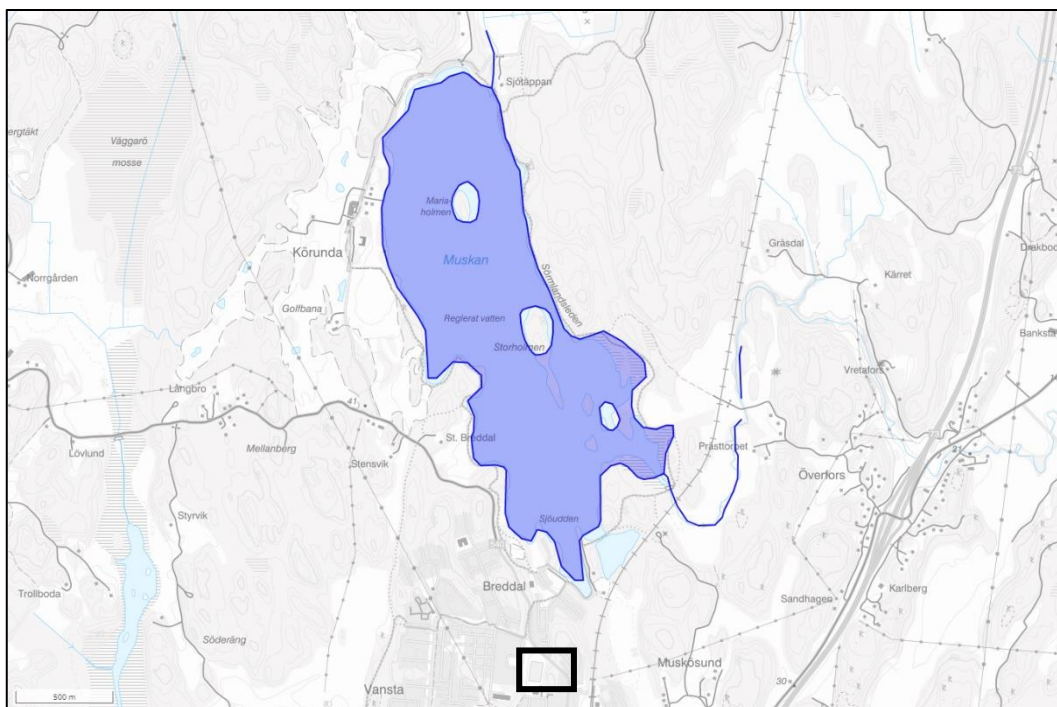
Planområdet omfattas inte av ett vattenskyddsområde.

3.5 Markavvattningsföretag

Markavvattningsföretag är gemensamhetsanläggningar enligt anläggningslagen och är en vanlig företeelse i Sverige där bönder under sent 1800-tal och tidigt 1900-tal dikade ut stora ytor för att odla upp kärr, mosse eller annan vattendränkt mark. Företaget måste omprövas eller avvecklas om flöden till företaget avleds eller förändras. (Länsstyrelsen, 2017). Planområdet är inte belägen i närheten till ett markavvattningsföretag. Närmsta är beläget ca 1 km väster om planområdet.

3.6 Muskan och MKN för vatten

Recipienten för dagvatten från planområdet är sjövattneförekomsten Muskan, se Figur 3.7, och ingår i Tyresån-Trosaåns kustområde. Recipienten omfattar en area på cirka 2 km². Muskan ingår i delavrinningsområdet som kallas för Utloppet av Muskan (654408-162009). Avrinningsområdets utflöde Muskån mynnar i havet. Bedömning om kustvattneförekomstens status utgår från informationen i Vatteninformationssystem Sverige (VISS) databas.



Figur 3.7. Recipienten Muskan i blå färg. Planområdet markerat med svart ruta (SCALGO Live).

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

År 2021 beslutade de fem vattendelegationerna i Sverige att anta förvaltningsplan, åtgärdsprogram och miljökvalitetsnormer för perioden 2021–2027. Senast den 22 december 2021 började nya föreskrifter om kvalitetskrav för vattenförekomster dvs miljökvalitetsnormer i Sveriges vattendistrikt att gälla. Eftersom regeringen vill pröva förslagen till åtgärdsprogram gäller varken åtgärdsprogrammen eller förvaltningsplanerna. Däremot omfattas inte miljökvalitetsnormerna av överprövningen utan träde i kraft samma dag.

Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomststatus klassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå det som inom vattenförvaltning kallas god status. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. (Vattenmyndigheterna, 2021)

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämrats samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

3.6.1 Recipient Muskan

Recipient Muskan är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i VISS enligt Tabell 3-1. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2021 i samband med skiftet av den andra och tredje förvaltningscykeln.

Tabell 3-1. VISS statusklassificering av recipienten Muskan från 2021-12-20.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Muskan SE654353- 162104	Måttlig ekologisk status	God ekologisk status 2033	Uppnår ej god kemisk status	God kemisk status 2033

Den ekologiska statusen bedöms till måttlig med medelgod tillförlitlighet. Utslagsgivande miljökonsekvenstypen är övergödning. Kvalitetsfaktorn näringsämnen (totalfosfor) är utslagsgivande med avseende på miljökonsekvenstyp övergödning och resulterar i måttlig status.

Den sammanvägda bedömningen för statusen av alla prioriterade ämnen resulterar i att god kemisk status inte uppnås i vattenförekomsten. Detta orsakas av att gränsvärdena för de prioriterade ämnena Kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrider i vattenförekomsten. När det gäller statusen för Hg och PBDE så är det Havs- och vattenmyndigheten som utifrån en nationell analys gjort en bedömning att gränsvärdena för Hg och PBDE överskrider i Sveriges alla vattenförekomster. Orsaken till detta är långväga atmosfärisk deposition av Hg och PBDE till mark och vatten resulterat i en belastning av dessa ämnen så att halterna i vatten överskrider sina respektive gränsvärden. Medräknas inte de så kallade "överallt överskridande prioriterade ämnen", Hg och PBDE, i statusbedömningen så bedöms vattenförekomsten ha god kemisk status.

4 Flödesberäkningar

4.1 Befintlig situation

Planområdet omfattar en area på ca 16 600 m² och har en befintlig hårdgjord yta på 4 184 m². Området består av till störst del av oexploaterat naturområde, inom planområdet finns det även hårdgjorda ytor såsom parkeringsplatser, en bilväg samt en gång- och cykelväg som korsar området, se



Figur 4.1. Grova uppskattningar av befintliga areor och markanvändningar har gjorts baserat på grundkarta över planområdet samt ortofoto från SCALGO Live.



Figur 4.1. Ortofotokarta redovisar befintliga markanvändningen inom planområdet. Plangräns motsvarar gul linje.

4.2 Markanvändning

Tabell 4-1 beskriver den befintliga markanvändningen genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt dess reducerade yta.

Avrinningskoefficienter för hårdgjorda ytor såsom bilväg, gång- och cykelväg samt parkering är satt till 0,8. Avrinningskoefficienten för kuperad bergig skog, och gräsmark varierar mellan 0-0,1 men bedöms vara 0,1. Skogsmark ovanpå berg har tilldelats en avrinningskoefficient på 0,3.

Vid 100-årsregn ökar avrinningskoefficienterna för samtliga markanvändningar eftersom marken kan bli mättad vid kraftiga regn. För icke hårdgjorda ytor antas avrinningskoefficienten öka till ett värde inom 0,2-0,8 beroende på topografi (marklutning) (Blomquist m.fl., 2016). För hårdgjorda ytor antas avrinningskoefficienten bli 1,0 vid beräkning av mycket stora regn.

Tabell 4-1. Areaberäkning för befintlig markanvändning inom planområdet.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (5 - och 20 årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100 årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Natur	8 972	0,1	897	0,3	2 692
Skog ovanpå berg	1 400	0,3	420	0,5	700
Grönyta	3 022	0,1	302	0,3	907
GC-väg	450	0,8	360	1,0	450
Bilväg	1 502	0,8	1 202	1,0	1 502
Parkering	1 254	0,8	1 003	1,0	1 254
Totalt	16 600		4 184		7 504

4.2.1 Befintliga flöden

Planområdet har delats in i två delområden (kvarters- och allmän mark) med avsikt att respektive område ska omhänderta sitt eget dagvatten, se Figur 4.1. Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.2.1 samt reducerade ytor enligt Tabell 4-1.

Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde för ett 5-, 20- och 100-årsregn med en regnvaraktighet på 13 minuter i ömse delområden. Rinntiden, nämligen den tid det tar för en vattendroppe att färdas den längsta sträckan inom planområdet styr regnvaraktigheten och därmed intensiteten på det dimensionerande regnet.

- $i_{5\text{-årsregn},13\text{ min}} = 156 \text{ l/s, ha}$
- $i_{20\text{-årsregn},13\text{ min}} = 247 \text{ l/s, ha}$
- $i_{100\text{-årsregn},13\text{ min}} = 421 \text{ l/s, ha}$

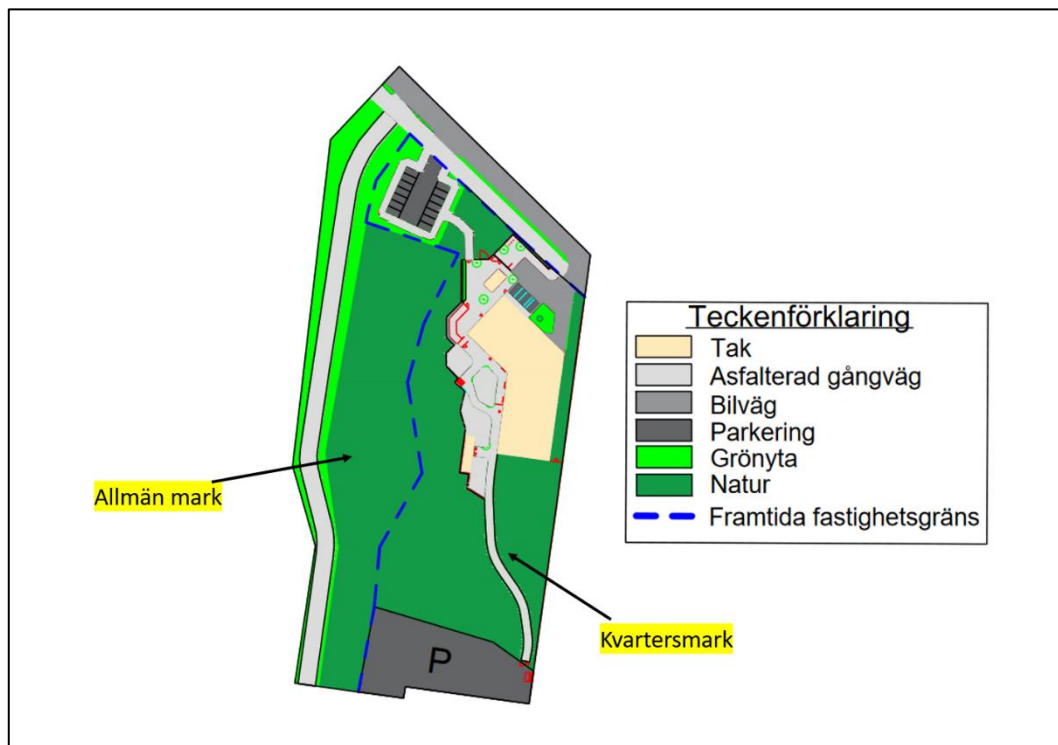
Dagvattenflödet har beräknats utan klimatfaktor för befintlig markanvändning. Resultaten för planområdet redovisas i Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Beräknade dagvattenflöden för befintlig situation vid ett 5-, 20- och 100-årsregn.

Område	Dagvattenflöden [l/s]		
	5-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Kvartersmark	36	57	180
Allmän mark	31	49	150

4.3 Planerad utformning

Inom fastigheten Vansta 5:50 planeras en nybyggnation av en skola med tillhörande skolgård. Det kommer även att planeras för breddande av den angränsade Körundavägen, där det kommer upprättas en gång – och cykelbana, samt så kommer ytterligare en ny gång-och cykelväg tillsammans med en parkeringsyta att upprättas i anslutning till den angränsande Viksängens IP, se *Figur 4.2*. Efter exploatering kommer den totala hårdgjorda ytan att öka till 6 875 m².



Figur 4.2. Planerad markanvändning inom fastigheten Vansta 5:50.

4.3.1 Markanvändning

Tabell 4-3 beskriver den framtida markanvändningen genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt dess reducerade yta.

Avrinningskoefficienter är ansatta i enlighet med P110. Avrinningskoefficienter för hårdgjorda ytor såsom bilväg, gång- och cykelväg samt parkering är satt till 0,8. Med hårdgjorda ytor avses ytor som förhindrar att vatten infiltreras ner i jorden.

Hårdgjorda ytor är exempelvis ytor bebyggda med byggnader, asfalterade, stenlagda eller belagda med hårt packat grus. Permeabla markbeläggningar som möjliggör både fördröjning, rening och grundvattenbildning räknas däremot inte som hårdgjorda ytor. Permeabla ytor kan exempelvis vara löst packat grus, permeabel asfalt eller betonghålsten.

Avrinningskoefficienten för gröna ytor och skogsmark varierar mellan 0-0,1 men bedöms vara 0,1. Vid 100-årsregn ökar avrinningskoefficienterna för samtliga markanvändningar eftersom marken kan bli mättad vid kraftiga regn. För icke hårdgjorda ytor antas avrinningskoefficienten öka till ett värde inom 0,2-0,8 beroende på topografi (marklutning) (Blomquist m.fl., 2016). För hårdgjorda ytor antas avrinningskoefficienten bli 1,0 vid beräkning av mycket stora regn.

Tabell 4-3. Areaberäkning för planerad markanvändning inom planområdet.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient (5 - och 20 årsregn)	Reducerad yta [m ²]	Avrinningskoefficient (100 årsregn)	Reducerad yta [m ²]
Tak	1 094	0,9	985	1,0	1 094
Parkering	1 648	0,8	1 318	1,0	1 648
GC-väg	3 241	0,8	2 593	1,0	3 241
Grönyta	1 681	0,1	168	0,3	504
Väg	948	0,8	758	1,0	948
Natur	6 718	0,1	672	0,3	2 015
Skog ovanpå berg	1 270	0,3	381	0,5	635
Totalt	16 600		6 875		10 086

4.3.2 Framtida flöden

Översiktliga flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.2.1, reducerade ytor enligt Tabell 4-3 samt med en klimatfaktor på 1,25. I enlighet med Svenskt Vatten P110 har framtida regnintensiteten beräknats med specifikt flöde vid ett 10 minuters 5-, 20- och 100-årsregn. Regnvaraktigheten är baserad på den längsta rinntiden till en dagvattenlösning inom ömse delområden vilket i föreliggande situation är 10 minuter.

- $i_{5\text{-årsregn},10\text{ min}} * 1,25 = 227 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{20\text{-årsregn},10\text{ min}} * 1,25 = 358 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{100\text{-årsregn},10\text{ min}} * 1,25 = 611 \text{ [l/s, ha]}$

Resultaten för dagvattenflöden samt volym redovisas i Tabell 4-4.

Tabell 4-4. Beräknade dagvattenflöden vid ett 5-, 20-, och 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25

Område	Dagvattenflöden [l/s]		
	5-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Kvartersmark	98	160	370
Allmän mark	58	91	244

Vid en jämförelse mellan Tabell 4-2 och 4-4 kan det tydas att det dimensionerande flödet för respektive återkomsttid ökar inom planområdet efter exploatering. Vad som ligger till grund för det är andelen hårdgjorda ytor som har ökat inom planområdet vilket bidrar till mer avrinning.

4.4 Behov av utjämning

Enligt kommunens strategi för dagvattenhantering ska flödet från området inte öka efter exploatering vilket innebär att dagvatten måste fördröjas på området innan anslutning till kommunalt ledningsnät eller utsläpp till recipient sker. I tabell 4-5 redovisas beräkningar för den magasinvolym som krävs för att planområdets flöden efter exploatering och med en klimatfaktor på 1,25 ska uppnå detta krav. Magasinvolymen representerar den volymvatten som ska kunna fördröjas i magasinet. Beräkningarna har utförts i enlighet med formler och antaganden i avsnitt 2.2.2.

Om magasinet förses med strypt utlopp rekommenderas att magasinet dimensioneras för det genomsnittliga utflödet eftersom det varierar med fyllningstiden (Svenskt Vatten P110). Det genomsnittliga utflödet kan då antas vara ca 2/3 av det maximala utflödet. Här har erforderlig magasinvolym dimensionerats efter ett magasin med strypt utlopp.

Tabell 4-5. Beräknad magasinsvolym för planerat planområde.

Delområde	Utflöde före exploatering* [l/s]	Erforderlig magasinsvolym, strypt utlopp [m³]
Kvartersmark	57	63
Allmän mark	49	25
Totalt	-	88

*Motsvarar det maximala tillåtna utflödet ur föreslaget magasin vid ett 20-årsregn.

5 Föroreningsberäkningar

Översiktliga beräkningar har utförts i databasen StormTac för föroreningskoncentrationer och mängder inom området före och efter exploatering. Koncentrationerna och mängderna redovisas i Tabell 5-1 och 5-2 som planområdet totala föroreningsbidrag. De markanvändningar som använts i beräkningarna återfinns i Tabell 4-1 och 4-3. En jämförelse mellan kolumn 7 och 8 används för att bedöma om framtida exploatering påverkar recipienten negativt.

De ämnen som analyserats är de 10 standardämnena enligt StormTac plus oljeindex samt TBT, PBDE och Hg som inte uppnår god status i Muskan. För Hg och PBDE får recipienten undantag i form av mindre stränga krav. Då det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av dessa ämnen till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus.

Det är viktigt att notera att beräkningarna för ämnen utöver de 10 standardämnena har en högre osäkerhet då antalet referensvärden inte är lika många som för standardämnena. För ämnena Hg, PBDE och TBT är det stora osäkerheter i StormTac resultatet då beräkningsunderlaget inte är tillräckligt tillförlitligt. De halter som presenteras bör endast ses som en indikation på hur föroreningsbelastningen förändras vid befintlig och planerad situation och inte som exakta värden.

Tabell 5-1. Föroreningskoncentrationer (µg/l) för befintlig situation och planerad situation utan föreslagna dagvattenlösningar. Framtida koncentrationer som överskrider deras befintliga halter är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation	Befintlig situation	Planerad situation	Befintlig situation	Planerad situation
		Kvartersmark	Kvartersmark	Allmän mark	Allmän mark	Planområde	Planområde
Fosfor (P)	µg/l	100	83	110	72	110	79
Kväve (N)	µg/l	1 200	1 400	1 300	1 300	1 300	1 300
Bly (Pb)	µg/l	8,8	8,5	5,4	5,0	7,3	7,2
Koppar (Cu)	µg/l	18	21	13	12	16	17
Zink (Zn)	µg/l	58	62	36	24	48	47
Kadmium (Cd)	µg/l	0,26	0,35	0,28	0,25	0,27	0,31
Krom (Cr)	µg/l	6,2	7,2	8,3	6,5	7,1	6,9
Nickel (Ni)	µg/l	2,9	4,5	4,7	4,3	3,7	4,4
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,035	0,038	0,044	0,038	0,039	0,038
Suspenderad substans (SS)	µg/l	59 000	50 000	44 000	23 000	53 000	40 000
Olja (oil)	µg/l	420	470	550	530	480	490
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,023	0,023	0,038	0,017	0,030	0,021
PBDE 47	µg/l	0,00016	0,00018	0,00016	0,00017	0,00016	0,00017
PBDE 99	µg/l	0,00019	0,00022	0,00019	0,00021	0,00019	0,00021
PBDE 209	µg/l	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Tributylteen (TBT)	µg/l	0,0017	0,018	0,0016	0,0016	0,0017	0,0017

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 601 mm.

Tabell 5-1. Föroreningsmängder (kg/år) före och efter exploatering utan reningsåtgärd. Mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation	Befintlig situation	Planerad situation	Befintlig situation	Planerad situation
		Kvartersmark	Kvartersmark	Allmän mark	Allmän mark	Planområde	Planområde
Fosfor (P)	kg/år	0,20	0,26	0,17	0,14	0,37	0,40
Kväve (N)	kg/år	2,4	4,3	2,1	2,5	4,5	6,8
Bly (Pb)	kg/år	0,017	0,027	0,0085	0,0099	0,026	0,037
Koppar (Cu)	kg/år	0,036	0,065	0,021	0,025	0,057	0,090
Zink (Zn)	kg/år	0,11	0,20	0,056	0,047	0,17	0,24
Kadmium (Cd)	kg/år	0,00050	0,0011	0,00044	0,00049	0,00094	0,0016
Krom (Cr)	kg/år	0,012	0,023	0,013	0,013	0,025	0,036
Nickel (Ni)	kg/år	0,0056	0,014	0,0074	0,0086	0,013	0,023
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,000068	0,00012	0,000068	0,000074	0,00014	0,00019
Suspenderad substans (SS)	kg/år	120	160	69	46	180	200
Olja (oil)	kg/år	0,81	1,5	0,85	1,1	1,7	2,5
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,000045	0,000074	0,000059	0,000034	0,00010	0,00011
PBDE 47	kg/år	0,0000003	0,00000056	0,00000024	0,00000033	0,00000055	0,00000089
PBDE 99	kg/år	0,00000037	0,00000069	0,00000030	0,00000041	0,00000067	0,0000011
PBDE 209	kg/år	0,000029	0,000047	0,000023	0,000030	0,000052	0,000077
Tributylteen (TBT)	kg/år	0,0000033	0,0000056	0,0000025	0,0000032	0,0000058	0,0000087

Beräknade med årsmedelnederbörd på 601 mm.

Efter exploatering kommer de totala halterna koppar, kadmium, nickel, olja, PBDE 47 och PBDE 99 inom planområdet att öka. Exploatering av kvartersmark är den största bidragande faktorn som orsakar ökningen. Samtliga totala föroreningsmängder kommer även att öka inom planområdet efter exploatering. Orsaken till det är att dagvattenflödet har ökat på grund av att andelen hårdgjorda ytor har ökat vilket bidrar till en ökad föroreningsmängd.

6 Dagvattenhantering

6.1 Allmänna rekommendationer

Dagvattenhanteringen ska följa de riktlinjer som beskrivs i avsnitt 2.1. I stora drag innebär det att dagvatten inom planområdet ska renas och fördröjas innan avledning till kommunala dagvattennätet. Oljeavskiljare har inte inkluderats i beräkningarna då antalet parkeringsplatser inom planområdet är mindre än 50 platser.

6.1.1 Höjdsättning

Det är viktigt att planera för hantering och avledning av extrema regn. För att skapa en kontrollerad översvämning bör avrinningsvägar skapas så att vattnet samlas i en lågpunkt där det inte orsakar skador på byggnader och annan infrastruktur. För att undvika översvämningar och för att säkra bebyggelse krävs en väl anpassad höjdsättning. Byggnaderna bör ha en golvnivå på minst 0,5 m över marknivå samt en lutning om 1:20 från huslivet så att vatten kan avrinna ytledes och bort från byggnaderna för att förebygga fuktskador (Svenskt Vatten AB, 2011).

Vid kraftigare regn än det dimensionerande 20-årsregnet kommer vattnet inte kunna avledas tillräckligt snabbt via det planerade dagvattensystemet. För att klara av extrema regn är det viktigt att höjdsättningen görs så att avrinningen sker i riktning mot

närliggande gator. Dessa avrinningsvägar ska dock ses som sekundära då dagvattnet i förstahand ska omhändertas på den egna kvartersmarken. Svenskt Vatten rekommenderar att nybyggda fastigheter dimensioneras så att marköversvämningar med skador på byggnader sker mer sällan än vart 100:e år (Svenskt Vatten P110, 2016).

6.1.2 Miljöanpassade materialval

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas.

Kända material som avger föroreningar är exempelvis takbeläggning, belysningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen, som exempelvis koppar- och zinktack. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de materialval som ska användas för byggnation.

6.2 Dagvattenlösningar

AFRY har undersökt två olika alternativ för hantering av dagvatten. Det första alternativet (Alternativ 1) involverar användning av makadamdiken och underjordiska makadammagasiner. Det andra alternativet (Alternativ 2) innebär endast öppna lösningar såsom nedsänkta växtbäddar och makadamdiken. En mer ingående beskrivning av de föreslagna dagvattenlösningarna kommer att presenteras i kommande delar.

6.2.1 Makadamdike

Makadamdiken är öppna diken som är helt eller delvist fyllda med kross som kan både fördröja och avleda dagvatten samt till viss del även rena dagvatten. Makadamfyllda diken kan anläggas där plats saknas för mer ytkrävande anläggningar som till exempel svackdiken. Beroende på lokala geologiska förutsättningar kan makadamdiket utformas med öppen botten (om marken är genomsläpplig) där vattnet infiltrerar i makadamdiket och perkolerar till grundvattnet och bidra till den naturliga grundvattenbildningen. I tätare jordar är dikesbotten tät och dagvattnet leds vidare till dagvattennätet via ett dräneringsrör i botten på diket (Svenskt Vatten Utveckling, 2019).

Fördröjningsvolymen i makadamdiket skapas av porvolymen i fyllningsmassorna, normalt cirka 30-40 procent av dikets totala volym. Fördröjningsvolymen anpassas genom justeringar av dikets geometri efter dimensionerande regnflöden från de ytor som ska avledas till makadamdiket. Nederbörd som överskrider magasinvolymen och dikets avledningskapacitet behöver bräddas till dagvattennätet. Det är viktigt att bräddbrunnen ligger i nivå med den maximalt tillåtna vattennivån i dikets lågpunkt så att bräddning inte sker i onödan.

Makadamdiken avskiljer främst partikelbundna föroreningar genom sedimentation. I diken med dräneringsrör stärks reningseffekten om en sedimentationsvolym skapas genom att röret placeras en bit ovanför dikets botten. En högre andel finare fraktioner i makadamdiket ökar också reningskapaciteten, men minskar samtidigt den fördröjande volymen och infiltrationskapaciteten (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a).

Makadamdiken kan utformas på flera sätt och anläggs ofta i anslutning till vägar och parkeringar, se Figur 6.1.



Figur 6.1. Makadamdike (Svenskt Vatten Utveckling, 2019).

Driften och underhåll av makadamdike innefattar ogrärensning och renhållning, detta ska hanteras kontinuerligt. På långsikt kan makadamfyllningen behövas bytas ut på grund av att sedimenterande partiklar kan sätta igen porer som medför att infiltrationskapaciteten minskar. Ifall föroreningsbelastningen är hög bör makadamen bytas allt oftare.

6.2.2 Underjordisk makadammagasin

Makadammagasin är ett underjordiskt magasin för att fördröja och rena dagvatten. Genom att dagvattnet infiltrerar ner genom magasinets mediet kommer dagvattnet att renas. Magasinet är fyllt av grovt material, till exempel makadam. Med makadammagasin med en porositet på 30 % måste magasinets volym vara tre gånger större än den volym vatten det ska hålla. Dagvattnet leds in till magasinet genom en brunn eller dagvattenledning där det sedan fördelas över magasinet med en spridningsledning. Är infiltrationsförmågan i den omkringliggande marken låg kan magasinet kläs in i en geotextil. Magasinet dräneras då med en dräneringsledning i botten av magasinet, och det fördröjda dagvattnet leds då vidare till det allmänna ledningsnätet. Ett bräddlopp bör anslutas till magasinet för att leda bort dagvatten vid stora regn eller långvariga regn där magasinet blir mättat.

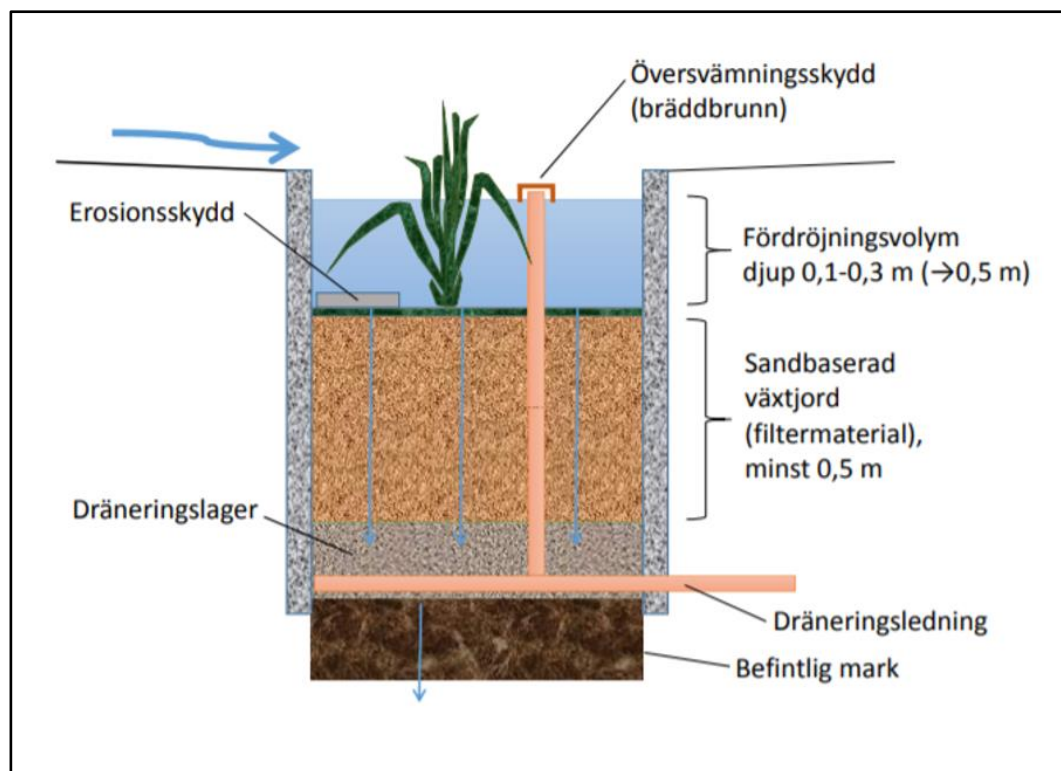
Driften och underhållet av ett krossmagasin innefattar kontroller av ledningar och brunnar. Dessa kan även behöva rensas. Efter en tid kommer magasinets mediet behöva bytas för att porvolymen har täppts till. Stockholm vatten och avfall uppskattar att magasinet fungerar 25-50 år (Stockholm vatten och avfall, 2019). Ett ledningssystem som är kopplat till ett underjordiskt krossmagasin bör förses med dagvattenbrunnar som är utrustade med sandfång i syfte att minska sedimentation och igentäppning av makadammagasinet. Detta förlänger livslängden på ett krossmagasin (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).

6.2.3 Växtbädd

Växtbäddar används för att fördröja, infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med nederbörd. Reningen uppstår när dagvattnet passerar växtbäddens filtermaterial. Växterna i en växtbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc. Med en välkomponerad växtmix får man en växtbädd som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Ytterligare fördelar med växtbäddar är växternas förmåga att avdunsta vatten vilket bidrar till ett ännu effektivare omhändertagande av dagvattnet. Växtbäddar kan bidra med grönska och biologisk mångfald, de är även estetiskt tilltalande.

När de naturligt förekommande jordlagren har en begränsad infiltrationskapacitet ska en ledning kopplas från växtbädden till befintligt dagvattensystem. Ledningen bör ha en liten dimension för att fördröja dagvattnet men den ska säkerställa att vattnet kan dräneras inom 12 timmar. Det bör även installeras en bräddledning eller brunn för att undvika översvämningar vid kraftigare regn. Vid anläggning av växtbäddar i gata är det viktigt att det utformas så att vatten kan ledas in i växtbädden via exempelvis nedsänkt kantsten eller speciella brunnar. Figur 6.2 visar en principskiss över en växtbädd och Figur 6.3 visar exempel på nedsänkt växtbädd.

Vid lägre temperaturer, tex på vintern, fungerar fortfarande rening av suspenderade partiklar och metaller däremot blir reningen av fosfor och kväve sämre. Utformningen av inlopp och bräddfunktion samt en god infiltrationskapacitet är viktig för att frysriskerna ska minimeras. (Stockholm Vatten och Avfall, 2022c)



Figur 6-2. Principskiss på växtbädd (Stockholm Vatten och Avfall, 2022c).

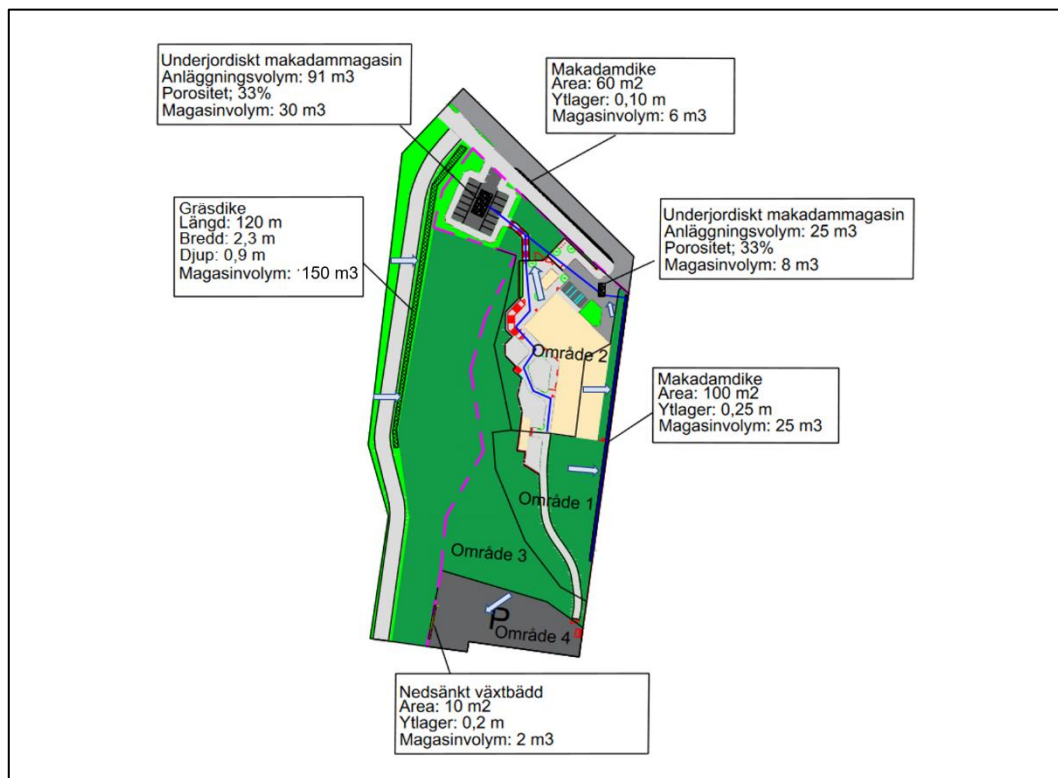


Figur 6.3. Exempel på nedsänkt växtbädd (Solna stad dagvattenstrategi, 2019).

6.3 Föreslagen dagvattenhantering

6.3.1 Alternativ 1

Figur 6.4 visar en illustration av den föreslagna dagvattenhanteringen för alternativ 1 i planområdet, vilket ger en uppfattning om storleken på dagvattenlösningarna. Dagvattenlösningarna har dimensionerats för att uppnå både god rening och fördröjning. En mer detaljerad plan för hantering av dagvatten kan hittas i Bilaga 1.



Figur 6.4. Föreslagen dagvattenhantering, alternativ 1. Blå pilar motsvarar avrinningsriktning.

6.3.1.1 Kvartersmark

Kvartersområdet har delats in i fyra delområden. För samtliga delområden med undantag av område 3 används dagvattenlösningar för att hantera dagvattnet på ett effektivt sätt. I område 3 tillåts dagvattnet att infiltrera naturligt ner i marken, eftersom området omfattas av skogsmark.

Område 1, består till stor del av skogsmark, men också av gång- och cykelväg samt en del av förskolans takyta. Inom området avleds dagvattnet ovanpå markytan naturligt till makadamdiken som förläggs längs med planområdets östra gräns som ska både fördröja och rena dagvattnet innan det vidareleds till nästa steg i hanteringsprocessen. Takvatten kan avleds till makadamdiket via stuprör med utkastare.

Efter rening och fördröjning leds dagvattnet vidare via en dräneringsledning till ett underjordiskt makadammagasin som är placerad under infarten till förskolan för vidare rening och fördröjning. Makadammagasinet kan även fördröja och rena dagvattnet från den mindre parkeringsytan och infarten. Vid breddning avleds dagvattnet från den mindre makadammagasinet till ett större makadammagasin under den planerade parkeringen i planområdets nordvästra kant.

Område 2 består övervägande av hårdgjorda ytor såsom gator, parkeringsplatser och tak. Dagvattnet leds till brunnar som är placerade strategiskt runt området. Brunnsystemet fungerar som en första rensning av vattnet genom att skilja bort grova föroreningar som sand och grus innan vattnet leds vidare. Efter brunnarna leds dagvattnet vidare till magasinet beläget i parkeringen i nordväst. Magasinet fördröjer och renar dagvattnet innan det slutligen ansluts till det kommunala dagvattensystemet.

Föreslagna dagvattenlösningar inom kvartersmark som tillsammans uppnår den erforderliga magasinvolymen på 63 m^3 , ger inte tillräckligt god rening av föroreningsmängderna. För att säkerställa tillräckligt god rening föreslås nedsänkta växtbäddar med en magasinvolym på 2 m^3 placeras i södra parkeringen i område 4. Dessa växtbäddar utformas med öppen botten för att tillåta infiltration ned till jordlagret. Med förslagen dagvattenhantering blir den nödvändiga magasinvolymen för rening inom kvartersmark 65 m^3 , se Figur 6.4. Det motsvarar $0,0132 \text{ m}^3$ fördröjning per reducerad kvadratmeter hårdgjord yta, se Figur 6.4.

6.3.1.2 Allmän mark

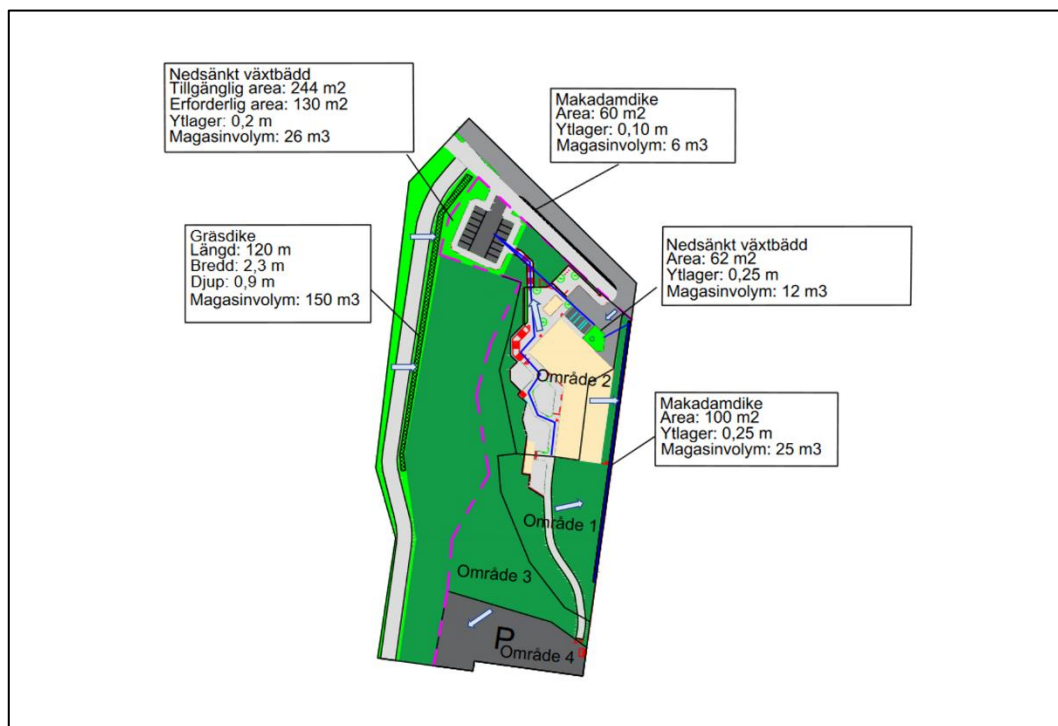
Skiljeremans mellan Körundavägen och den planerade gång- och cykelvägen planeras att förläggas med ett makadamdike. Diket är planerat att omhänderta dagvatten från halva Körundavägen samt den planerade gång- och cykelvägen. Diket omhändertar endast halva Körundavägen eftersom vägen är bomberad. Resterande dagvatten från andra halvan av vägen omhändertas i ett befintligt dike norr om Körundavägen.

Eftersom skiljeremans mellan vägarna är smal är dikets magasinvolymen endast 6 m^3 . Det innebär att diket är inte tillräckligt stort för att hantera den volym dagvatten som belastar diket vid ett 10 minuters 20-årsregn, vilket uppgår till cirka 14 m^3 .

För att uppfylla kommunens erforderliga magasinvolym på 25 m^3 inom allmän mark erfordras ytterligare 19 m^3 . Ett gräsdike föreslås anläggas längs med den planerade gång- och cykelvägen i planområdets västra gräns som en skyfallsåtgärd. Dock kommer föreslaget diket att anläggas längs en längre sträcka vilket innebär att diket kommer ha en större magasinvolym än 13 m^3 . Om diket utformas med en längd på 120 meter, ett djup på 0,9 meter och en släntlutning på 1:1 erfordras en toppbredd på 2,3 och en bottenbredd på 0,5 meter. Ett dike med föreliggande dimensioner skapar en magasinvolym på 150 m^3 . Diket kan anslutas till befintlig ledning under Viksängens IP.

6.3.2 Alternativ 2

Figur 6.5 visar en illustration av den föreslagna dagvattenhanteringen för alternativ 2 i planområdet, vilket ger en uppfattning om storleken på dagvattensystemen. Dagvattenlösningarna har dimensionerat för att uppnå både god rening och fördröjning. En mer detaljerad plan för hantering av dagvatten kan hittas i Bilaga 2.



Figur 6.5. Förslagen dagvattenhantering, alternativ 2. Blå pilar motsvarar avrinningsriktning.

6.3.2.1 Kvartersmark

För alternativ 2 föreslås nedsänkta växtbäddar med ett ytlager/fördröjningszon på 0,2 m tillsammans med ett makadamdike att anläggas inom kvartersmark. Inom område 1 kommer dagvatten fortfarande att omhändertas av makadamdiket längs den östra plangränsen. I detta fall kommer det sedan avledas till en nedsänkt växtbädd som är placerad vid infarten. Grönytan i infarten har en area på ca 62 m², växtbäddarna föreslås att placeras i grönytan och utformas med ett ytlager på 0,2 m. Renat vatten via ledning från område 1 och område 2 kommer tillsammans med dagvattnet från område 3 att avledas till nedsänkta växtbäddar intill den planerade parkeringsytan. Parkeringsytan är omgiven av grönyta med en total area på 244 m², vilket är tillräckligt stort för att rymma växtbäddar med en erforderlig area på 130 m² om kommunens fördröjningskrav ska uppnås. Totalt blir den sammanlagda magasinvolymen inom kvartersmark 63 m³, vilket är tillräckligt för att uppnå god rening med de föreslagna lösningarna, se Figur 6.5. Denna volym är något lägre än den som föreslås i alternativ 1, och beror huvudsakligen på skiljande reningseffekt mellan de två föreslagna alternativen. Med detta alternativ erhålles en fördröjningskvot motsvarande 0,0128 m³ per reducerad kvadratmeter hårdgjord yta.

6.3.2.2

Dagvattenhanteringen på allmän mark kommer att vara likadan som i alternativ 1.

6.4 Föroreningsberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning

I Tabell 6-1 och 6-2 redovisar framtida föroreningskoncentrationer och föroreningsmängder om alternativ 1 implementeras. För alternativ 2 redovisas framtida halter och mängder efter rening i Tabell 6-3 och 6-4. En jämförelse mellan kolumn 7 och 8 används för att bedöma om framtida exploatering påverkar recipienten negativt.

Tabell 6-1. Föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Koncentrationer som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Kvartermarksark		Allmän mark		Hela Planområdet	
		Befintlig situation	Planerad situation Efter rening	Befintlig situation	Planerad situation Efter rening	Befintlig situation	Planerad situation Efter rening
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	100	62	110	59	110	51
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1 200	820	1 300	860	1 300	830
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	8,8	2,6	5,4	3,1	7,3	2,8
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	18	12	13	8,4	16	10
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	58	20	36	14	48	18
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,26	0,11	0,28	0,17	0,27	0,13
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	6,2	3,6	8,3	4,1	7,1	3,8
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	2,9	1,8	4,7	2,9	3,7	2,2
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,035	0,022	0,044	0,028	0,039	0,024
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	59 000	20 000	44 000	18 000	53 000	19 000
Olja (oil)	$\mu\text{g/l}$	420	160	550	180	480	170
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,023	0,0079	0,038	0,012	0,030	0,0095
PBDE 47	$\mu\text{g/l}$	0,00016	0,000099	0,00016	0,00011	0,00016	0,00010
PBDE 99	$\mu\text{g/l}$	0,00019	0,00012	0,00019	0,00013	0,00019	0,00013
PBDE 209	$\mu\text{g/l}$	0,015	0,0085	0,015	0,010	0,015	0,0091
Tributylteer (TBT)	$\mu\text{g/l}$	0,0017	0,001	0,0016	0,0011	0,0017	0,0010

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 601 mm.

Tabell 6-2. Föroreningsmängder ($\text{kg}/\text{år}$) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Kvartermarksark		Allmän mark		Hela Planområdet	
		Befintlig situation	Planerad situation Efter rening	Befintlig situation	Planerad situation Efter rening	Befintlig situation	Planerad situation Efter rening
Fosfor (P)	$\text{kg}/\text{år}$	0,20	0,19	0,17	0,12	0,37	0,31
Kväve (N)	$\text{kg}/\text{år}$	2,4	2,6	2,1	1,7	4,5	4,3
Bly (Pb)	$\text{kg}/\text{år}$	0,017	0,0083	0,0085	0,0062	0,026	0,015
Koppar (Cu)	$\text{kg}/\text{år}$	0,036	0,036	0,021	0,017	0,057	0,053
Zink (Zn)	$\text{kg}/\text{år}$	0,11	0,064	0,056	0,027	0,17	0,091
Kadmium (Cd)	$\text{kg}/\text{år}$	0,00050	0,00033	0,00044	0,00034	0,00094	0,00067
Krom (Cr)	$\text{kg}/\text{år}$	0,012	0,011	0,013	0,0081	0,025	0,019
Nickel (Ni)	$\text{kg}/\text{år}$	0,0056	0,0057	0,0074	0,0058	0,013	0,011
Kvicksilver (Hg)	$\text{kg}/\text{år}$	0,000068	0,000068	0,000068	0,000055	0,00014	0,00012
Suspenderad substans (SS)	$\text{kg}/\text{år}$	120	64	69	35	180	99
Olja (oil)	$\text{kg}/\text{år}$	0,81	0,51	0,85	0,35	1,7	0,86
Benso(a)pyren (BaP)	$\text{kg}/\text{år}$	0,000045	0,000025	0,000059	0,000024	0,00010	0,000049
PBDE 47	$\text{kg}/\text{år}$	0,0000003	0,0000003	0,00000024	0,00000021	0,00000055	0,00000052
PBDE 99	$\text{kg}/\text{år}$	0,00000037	0,00000039	0,00000030	0,00000026	0,00000067	0,00000065
PBDE 209	$\text{kg}/\text{år}$	0,000029	0,000027	0,000023	0,000020	0,000052	0,000046
Tributylteer (TBT)	$\text{kg}/\text{år}$	0,0000033	0,0000031	0,0000025	0,0000021	0,0000058	0,0000053

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 636 mm.

Föreslagen dagvattenhantering i alternativ 1 bidrar till att samtliga föroreningshalter och föroreningsmängder inom planområdet minskar efter exploatering. Planen bedöms därmed inte hindra att MKN för Muskan kan uppnås.

Tabell 6-3. Föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Koncentrationer som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Kvartermarksark		Allmän mark		Hela Planområdet	
		Befintlig situation	Planerad situation Efter rening	Befintlig situation	Planerad situation Efter rening	Befintlig situation	Planerad situation Efter rening
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	100	52	110	59	110	55
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1 200	780	1 300	860	1 300	810
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	8,8	5,1	5,4	3,1	7,3	4,3
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	18	12	13	8,4	16	11
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	58	34	36	14	48	2,6
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,26	0,14	0,28	0,17	0,27	0,15
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	6,2	4,6	8,3	4,1	7,1	4,4
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	2,9	2,1	4,7	2,9	3,7	2,4
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,035	0,024	0,044	0,028	0,039	0,025
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	59 000	36 000	44 000	18 000	53 000	29 000
Olja (oil)	$\mu\text{g/l}$	420	240	550	180	480	220
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,023	0,015	0,038	0,012	0,030	0,014
PBDE 47	$\mu\text{g/l}$	0,00016	0,000091	0,00016	0,00011	0,00016	0,000097
PBDE 99	$\mu\text{g/l}$	0,00019	0,00011	0,00019	0,00013	0,00019	0,00012
PBDE 209	$\mu\text{g/l}$	0,015	0,0078	0,015	0,010	0,015	0,0086
Tributylteen (TBT)	$\mu\text{g/l}$	0,0017	0,000094	0,0016	0,0011	0,0017	0,00099

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 601 mm.

Tabell 6-4. Föroreningsmängder ($\text{kg}/\text{år}$) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Kvartermarksark		Allmän mark		Hela Planområdet	
		Befintlig situation	Planerad situation Efter rening	Befintlig situation	Planerad situation Efter rening	Befintlig situation	Planerad situation Efter rening
Fosfor (P)	$\text{kg}/\text{år}$	0,20	0,16	0,17	0,12	0,37	0,28
Kväve (N)	$\text{kg}/\text{år}$	2,4	2,5	2,1	1,7	4,5	4,2
Bly (Pb)	$\text{kg}/\text{år}$	0,017	0,016	0,0085	0,0062	0,026	0,022
Koppar (Cu)	$\text{kg}/\text{år}$	0,036	0,038	0,021	0,017	0,057	0,055
Zink (Zn)	$\text{kg}/\text{år}$	0,11	0,11	0,056	0,027	0,17	0,13
Kadmium (Cd)	$\text{kg}/\text{år}$	0,00050	0,00043	0,00044	0,00034	0,00094	0,00077
Krom (Cr)	$\text{kg}/\text{år}$	0,012	0,015	0,013	0,0081	0,025	0,023
Nickel (Ni)	$\text{kg}/\text{år}$	0,0056	0,0067	0,0074	0,0058	0,013	0,012
Kvicksilver (Hg)	$\text{kg}/\text{år}$	0,000068	0,000075	0,000068	0,000055	0,00014	0,00013
Suspenderad substans (SS)	$\text{kg}/\text{år}$	120	110	69	35	180	150
Olja (oil)	$\text{kg}/\text{år}$	0,81	0,77	0,85	0,35	1,7	1,1
Benso(a)pyren (BaP)	$\text{kg}/\text{år}$	0,000045	0,000045	0,000059	0,000024	0,00010	0,000070
PBDE 47	$\text{kg}/\text{år}$	0,0000003	0,00000029	0,00000024	0,00000021	0,00000055	0,00000050
PBDE 99	$\text{kg}/\text{år}$	0,00000037	0,00000035	0,00000030	0,00000026	0,00000067	0,00000062
PBDE 209	$\text{kg}/\text{år}$	0,000029	0,000025	0,000023	0,000020	0,000052	0,000044
Tributylteen (TBT)	$\text{kg}/\text{år}$	0,0000033	0,0000030	0,0000025	0,0000021	0,0000058	0,0000051

*Beräknade med årsmedelnederbörd på 601 mm.

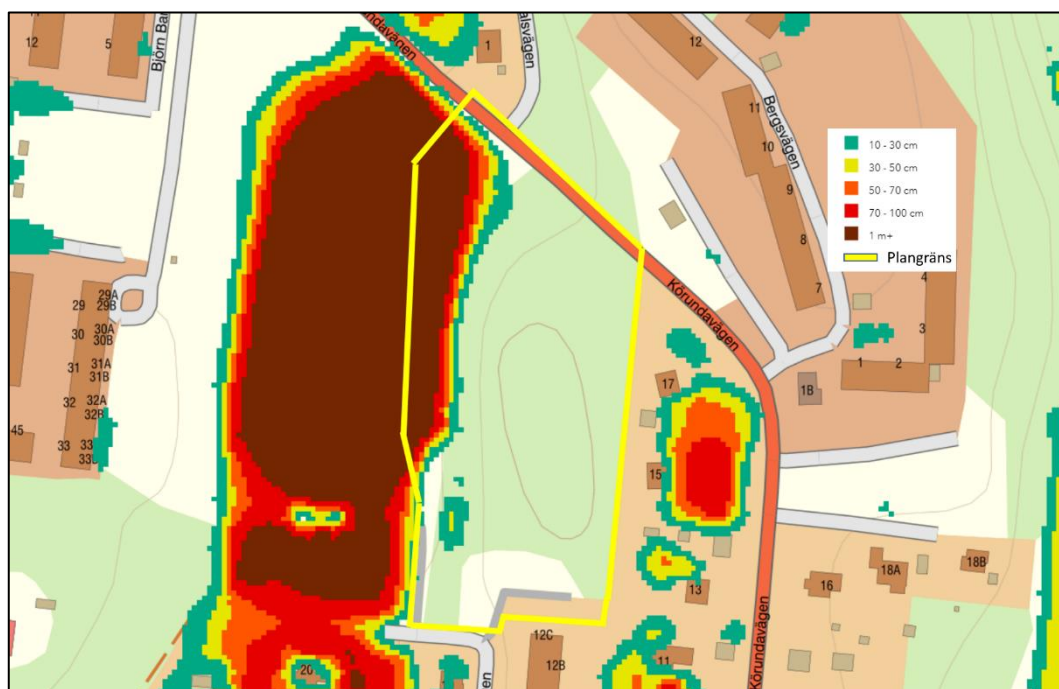
Föreslagen dagvattenhantering i alternativ 2 bidrar till att samtliga föroreningshalter och föroreningsmängder inom planområdet minskar efter exploatering. Planen bedöms därmed inte hindra att MKN för Muskan kan uppnås.

7 Översvämningsanalys och skyfallshantering

En översvämningsanalys görs för att få en uppfattning av hur planområdet påverkas av extrem nederbörd och vilka områden som löper risk att drabbas av stående vatten. Enligt Svenskt Vattens rekommendationer ska inga skador på nybyggda fastigheter ske vid ett 100-årsregn. Det är därför viktigt att undersöka översvämningsituationen vid ett extremt regn så som 100-årsregn.

7.1 Skyfallsmodellering

Länsstyrelsen Stockholms skyfallskartering visas i figur 7.1. Skyfallskarteringen täcker hela Stockholms län och beskriver hur och var vattnet skulle ansamlas vid ett skyfall. Beräkningarna är gjorda i MIKE21 som är ett beräkningsverktyg som simulerar flöden. Skyfallskartan redovisar den maximala utbredningen för ett skyfall med en återkomsttid på 100 år. Skyfallskarteringen är översiktlig i den mening att den bland annat inte innehåller detaljerad information om dagvattenledningsnät och kulvertar. Skyfallskartering har genomförts för klimatanpassade 100-årsregn där en klimatfaktor om 1,3 har använts, vilket motsvarar en regnvolym på 109 mm.



Figur 7.1. Skyfallskartering från Länsstyrelsen Stockholm WebbGIS.

7.2 Skyfallsanalys i SCALGO Live

7.2.1 Modellbeskrivning

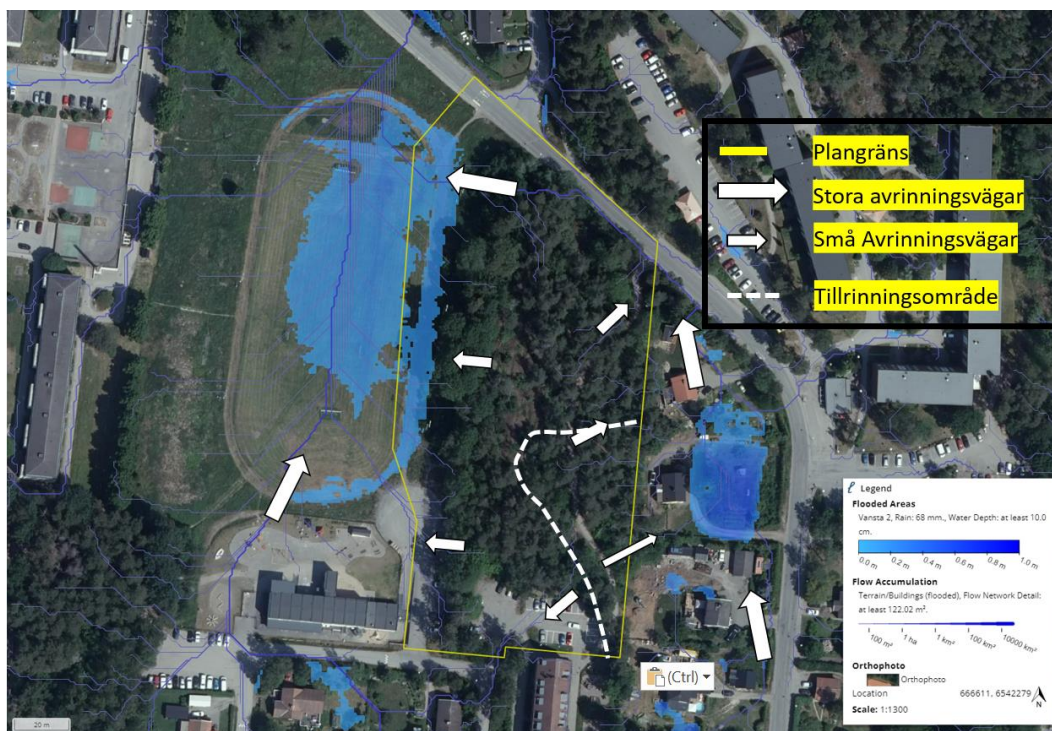
För att undersöka risker för översvämning och konsekvenser av skyfall har det GIS-baserade verktyget SCALGO Live använts. Detta för att kartera lågpunkter och avrinningsvägar samt för att skapa en översiktlig bild av konsekvenser vid kraftiga skyfall. SCALGO Live använder sig av lantmäteriets höjddata med en upplösning om 1x1 meter. Modellen tar inte hänsyn till något ledningsnät. Vilket innebär att det som redovisas är ett värre scenario jämfört med verkligheten. Modellen har dock tagit hänsyn till områdets infiltrationsmöjlighet, således har samtliga markanvändningstyper tilldelats deras korrekta avrinningskoefficienter för att reflektera den verkliga översvämningens problematiken.

I enlighet med kommunen krav har ett skyfallsanalys genomförts med flöden motsvarande 100-årsregn med klimatfaktor och regnvaraktighet på 60 minuter vilket motsvarar en regnvolym på 68 mm. Analysen har utförts för befintlig samt planerad situation.

7.2.2 Befintlig situation

I Figur 7.2 redovisas riskzoner för vattenansamlingar vid ett 68 mm regn och ett vattendjup större än 10 cm med nuvarande markanvändning. Skyfallsanalysen visar att riskzoner för vattenansamlingar enbart finns längs den västra kanten av planområdet. Avrinningsvägar är densamma vid skyfallsperioder.

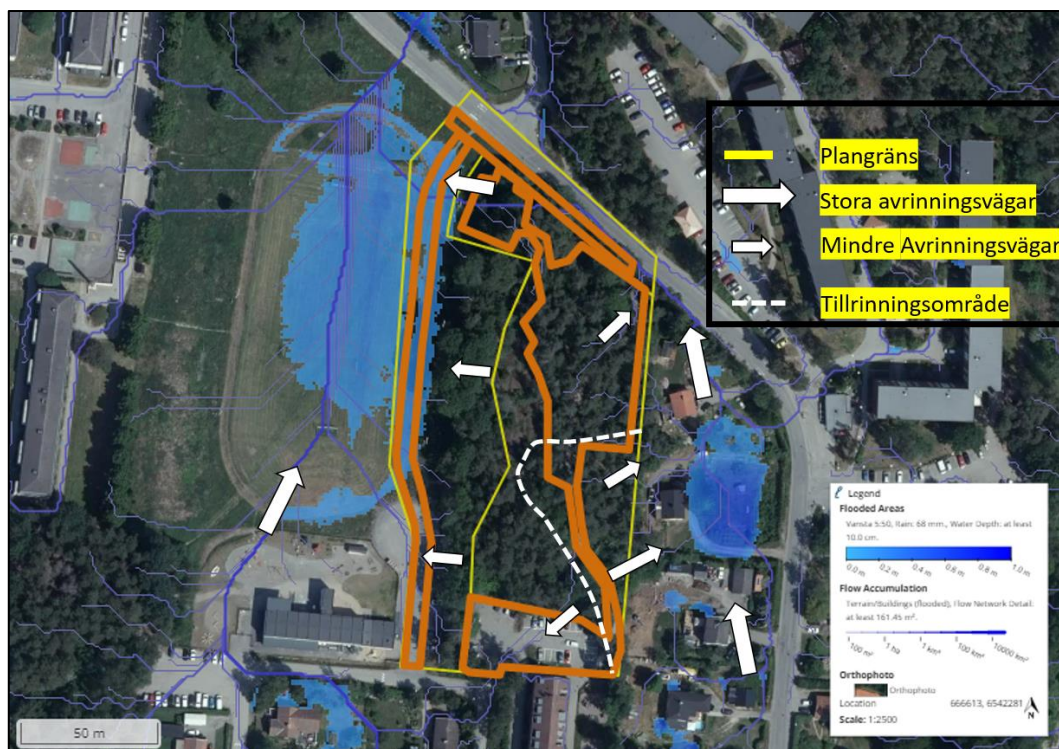
Lågpunkter finns vid idrottsplatsen och det befintliga bostadsområdet strax öster om planområdet. I dagsläget rinner dagvatten från uppströmsområden ner i dessa lågpunkter vilket leder till översvämning under skyfallsperioder. Planområdets sydöstra hörn utgör en del av bostadsområdets tillrinningsområde, vilket innebär att en mindre del av dagvattnet från planområdet belastar bostadsområdet, se Figur 7.2. Planområdets tillrinningsområde till bostadsområdet utgör 16 % av bostadsområdets totala tillrinningsområde.



Figur 7.2. Översvämningskarta vid 100-årsregn motsvarande 68 mm regn. Vattensamlingar större än 10 cm visas som blå färg.

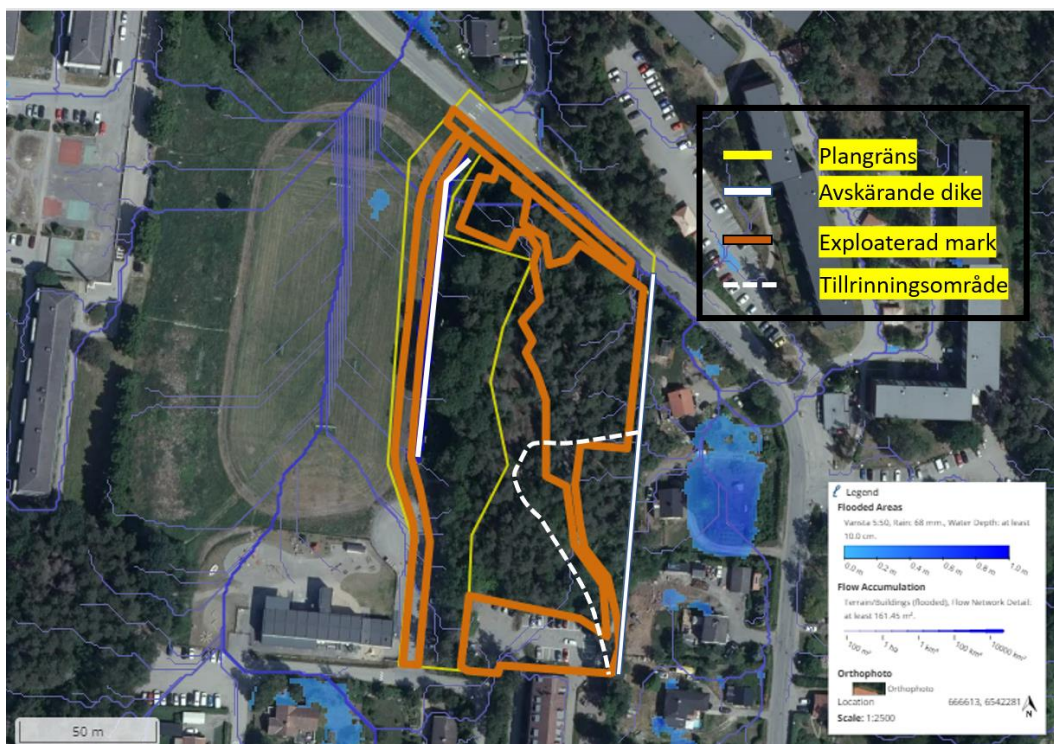
7.2.3 Planerad situation

I Figur 7.3 redovisas framtida riskzoner för vattensamlingar med ett vattendjup större än 10 cm. För den framtida situationen har den planerade markanvändningen integrerats i markmodellen genom att öka avrinningskoefficienten. Efter exploatering kommer inte den nya förskolan att skapa nya flödesvägar eller riskzoner för vattensamlingar inom eller utanför planområdet. Vattensamlingen i planområdets västra gräns kvarstår men omfattar en aningen större area till följd av upprättning av den planerade gång- och cykelvägen som ska förläggas längs med idrottsplatsen. Högsta vattendjupet uppgår till ca 18 cm. På den östra sidan av planområdet, där skolgården ska anläggas, förväntas inga översvämnningar ske eftersom skolgården kommer att placeras på en högre nivå.



Figur 7.3. Översvämningskarta över framtida situation från SCALGO Live. Exploaterad mark inom orange linje.

Vid upprättandet av den nya förskolan kvarstår översvämningsituationen i det befintliga bostadsområdet strax öster om planområdet men mängden vatten i bostadsområdet ökar något från 390 m³ till 440 m³. För att förhindra att någon avrinning från planområdet når bostadsområdet kan ett avskärande dike, likt makadamdiket som tidigare föreslagits under 6.3, anläggas längs östra plangränsen. Avskärande diket visar sig dock vara försumbar sett i relation till flödesvolymen över lag då risken för stående vatten i bostadsområdet kvarstår, se Figur 7.4. Avskärande diket kommer minska mängden vatten i bostadsområdet från 440 m³ till 370 m³ enligt förslaget. Vid anläggning av ett dike längs den planerade gång- och cykelvägen kommer dagvatten uppströms i planområdet att ansamlas i diket, vilket effektivt hanterar och minskar översvämningsproblematiken som för närvarande finns på idrottsplatsen.



Figur 7.4. Översvämningsskarta som visar potentiella översvämningssområden i framtiden med hjälp av SCALGO Live, tillsammans med potentiella skyfallsåtgärder.

7.3 Förslag på skyfallshantering och rekommendationer

Svenskt Vatten rekommenderar att nybyggda fastigheter dimensioneras så att marköversvämningar med risk för skador på byggnader sker mer sällan än vart 100:e år (Svenskt Vatten P110, 2016). Vid kraftigare regn än det som dagvattensystemet dimensionerats för kommer inte dagvattnet avledas tillräckligt snabbt via ledningsystemet. En välplanerad höjdsättning är därmed viktigt för att nya byggnader inte ska översvämmas och för att situationen på redan drabbade områden inte ska förvärras.

För att undvika detta bör marken kring byggnaderna höjdsättas så lutningen blir bort från byggnaderna. Enligt publikation P105 från Svensk Vatten ska entréplan till byggnader ligga minst 50 centimeter över gatunivå för att undvika skador på byggnader. Detaljplanen uppfyller föreliggande krav.

Med en planerad höjdsättning bör man i framtiden undvika lågpunkter invid byggnaderna och i stället ha eventuella lågpunkter inom grönområden eller tillåta att dagvatten avleds till trafikytor där man kan acceptera att vatten blir stående en kortare period. Dagvattenlösningar rekommenderas anläggas i en lågpunkt så det sker en naturlig avrinning till lösningarna.

8 Slutsats och rekommendationer

Genomförda flödesberäkningar visar att det dimensionerande flödet för planerad situation - utan fördröjningsåtgärd, ökar för respektive återkomsttid inom planområdet. Detta beror på att andelen hårdgjorda ytor ökar och därmed bidrar till ökad avrinning. För att uppfylla kommunalt krav att framtida dimensionerande flödet inte får överstiga befintligt erfordras en magasinvolym på 63 m³ inom kvartersmark och 25 m³ inom allmän platsmark.

För att fördröja och rena dagvattnet inom kvartersmark föreslås två alternativ för dagvattenhantering. Alternativ 1 är makadamdiken i serie med underjordiska makadammagasiner belägna i infarten till förskolan samt i den planerade parkeringsytan. Alternativ 2 är öppna lösningar i form av makadamdiken och nedsänkta växtbäddar. Dagvatten från förskoleområdet leds till brunnar, vilka placeras strategiskt runt området. Brunnsystemet fungerar som en första rensning av vattnet genom att filtrera grova föroreningar som sand och grus innan vattnet leds vidare till magasinet under parkeringsytan. För att uppnå tillräcklig god rening av dagvattnet i alternativ 1 föreslås växtbäddar anläggas i den befintliga parkeringen i södra delen av planområdet utöver de lösningar som föreslås i alternativ 1. Växtbäddarna föreslås ha en öppen bottenstruktur för att möjliggöra infiltration ner i jordlagret

Inom allmän platsmark planeras anläggning av makadamdike i skiljeremsan mellan Körundavägen och den planerade gång- och cykelvägen. För att uppnå den erforderliga magasinvolymen inom allmän mark föreslås även ett gräsdike längs med gång- och cykelvägen intill idrottsplatsen. Gräsdiket kommer även fungera som en skyfallsåtgärd.

Detaljerad utformning av anläggningarna bör göras av en projektör. Det är då viktigt att säkerställa att fördröjningsvolymen fortfarande uppfylls även om dagvattenlösningens utformning förändras.

Enligt föroreningsberäkningar i StormTac minskar samtliga undersökta föroreningshalter och koncentrationer från planområdet med de föreslagna dagvattenlösningarna för båda alternativen. Den förbättring som föreslagna dagvattenlösningar skapar för föroreningsbelastningen från området gör att planområdet inte bedöms bidra med någon försämring av miljö kvalitetsnormer i recipienten.

Från den modellering som genomförts erhålls en erforderlig magasinvolym om 0,013m³ per reducerad kvadratmeter hårdgjord yta. Detta utgår ifrån genomförda antaganden om att hårda ytors reducerade areor upptar cirka 82% av planområdets totala reducerade yta. Det rekommenderas att denna hårdgörningsgrad ej överskrids med de fördröjningslösningar som angetts. Utifrån modellerade resultat framgår det att erforderlig magasinvolym finns tillgänglig i planområdet.

Enligt skyfallsanalysen förväntas inte den planerade förskolan ha en negativ påverkan på översvämningsrisken, varken inom eller utanför planområdet. Bostadsområdet öster om planområdet befinner sig redan i ett riskområde för ansamling av vatten under skyfallsperioder. Mängden vatten som rinner mot bostadsområdet minskar med 70 m³ genom att vidta åtgärder såsom anläggning av avskärande dike för att förhindra att planområdet belastar bostadsområdet. Dock kvarstår översvämningsproblematiken i bostadsområdet. Anläggning av ett dike längs den planerade gång- och cykelvägen kan

effektivt hantera och minska översvämningsproblematiken på idrottsplatsen genom att samla upp dagvatten från planområdet.

9 Referenser

Blomquist, D., Hammarlund, H., Härle, P. & Karlsson, S. 2016. Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem. Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling (Rapportnummer: 2016–15).

Länsstyrelsen, 2015. Markavvattningsföretag. Vägledning för tillsyn, omprövning och avveckling.

Solna Stad, dagvattenstrategi

<https://www.solna.se/download/18.67fd55f16b98feab9411b9/1561721777180/Solna%20stads%20dagvattenstrategi%20inkl.%20bilagor.pdf>

Stockholm Vatten och Avfall (a), Makadamdike

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/avmag_h.pdf
(2023-03-23)

Stockholm Vatten och Avfall (b), Underjordiskt makadammagasin

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/md_h.pdf
(2023-03-23)

Stockholm Vatten och Avfall (c), Nedsänkt växtbädd

<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/nvb.pdf>
(2023-04-28)

Svenskt Vatten. 2011. Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utförande. P105

Svenskt Vatten P110, 2016. P110 del 1 Avledning av dag-, drän- och spillvatten.

<https://vattenbokhandeln.svenskvatten.se/produkt/p110-del-1-avledning-av-dag-dranoch-spillvatten/> (2023-03-23)

Svenskt Vatten Utveckling. 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten.

Vattenmyndigheterna, 2021. Nya miljö kvalitetsnormer börjar gälla.

<https://www.vattenmyndigheterna.se/om-vattenmyndigheterna/nyheter-och-press/nyheter/2021-12-22-nya-miljokvalitetsnormer-borjar-galla.html> (2023-03-23)

VISS. 2022. Länsstyrelsen. Vatteninformationssystem Sverige, Mälaren-Rödstensfjärden.

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA63804254> (2023-03-23)

