

Dagvattenutredning *Landsknekten, Älvsjö*



Geosigma AB

2020-10-05

Uppdragsledare: Johan Lundh	Uppdragsnr: 606216	Grap nr: 20330	Version: 2.0	Antal Sidor: 29	Antal Bilagor: 0	
Beställare: ESSTATE AB	Beställares referens: Christian Johansson			Beställares referensnr:		
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning, Landsknekten, Älvssjö						
Författad av: Albin Nordström					Datum: 2020-10-05	
Granskad av: Johan Lundh					Datum: 2020-09-10	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

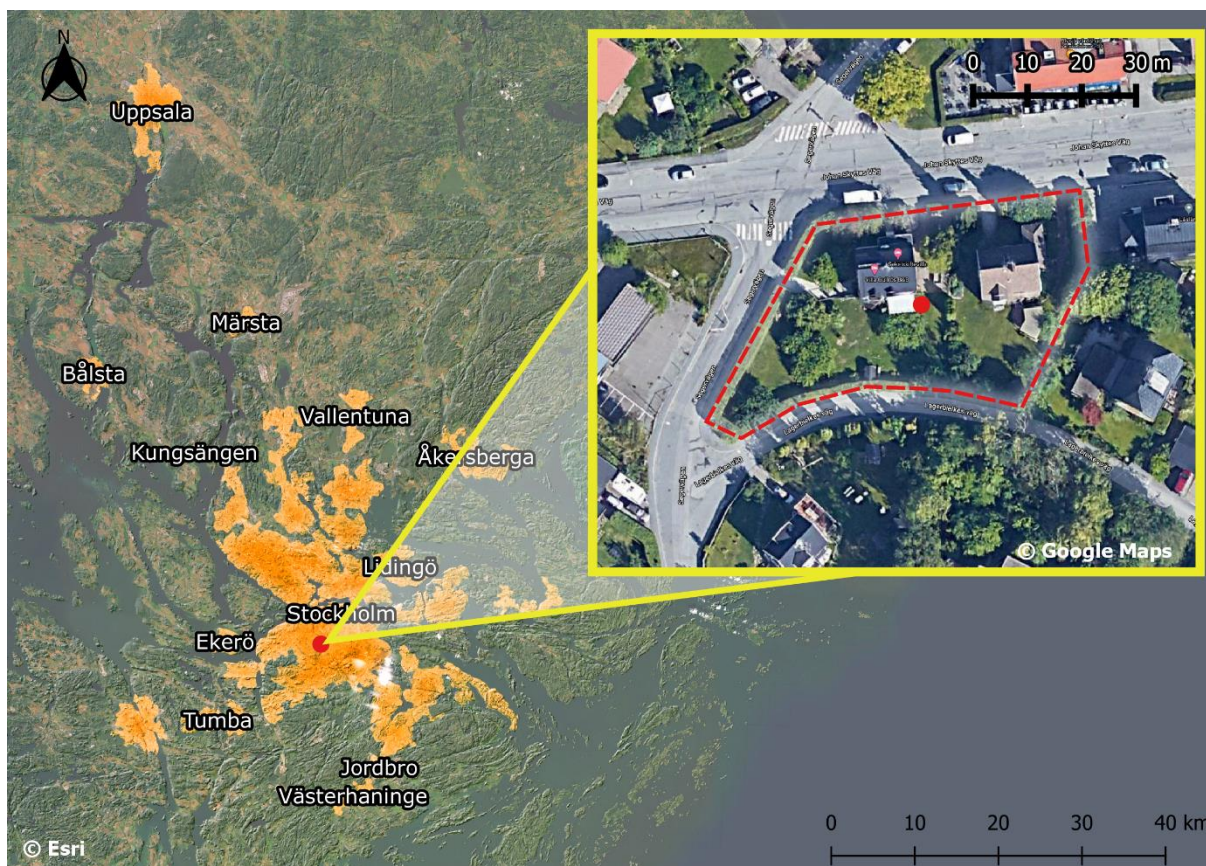
Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Gällande riktlinjer för dagvattenhantering	2
2	Material och metod	3
2.1	Beräkningar	3
2.1.1	Markanvändning	3
2.1.2	Dagvattenflöde	3
2.1.3	Dimensionerande utjämningsvolym	4
2.1.4	Skyfallskartering	4
2.1.5	Ämneshalter och ämnesbelastning	4
3	Områdesbeskrivning	5
3.1	Befintlig och planerad markanvändning	7
3.2	Jordarter och infiltrationsförutsättningar för dagvatten	9
3.3	Ytvattenrecipient: miljö kvalitetsnormer	10
3.3.1	Magelungen	10
3.3.2	Mälaren-Riddarfjärden	12
4	Flödesberäkningar och dimensionerande utjämningsvolym	13
4.1	Dagvattenflöden utan fördröjning	13
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym	13
4.3	Dagvattenflöden med fördröjning	14
4.4	Skyfallskartering	15
4.4.1	Sekundära avrinningsvägar	16
5	Ämneshalter och ämnesbelastning	18
5.1	Befintlig och planerad markanvändning (utan rening)	18
6	Förslag till dagvattensystem	21
6.1	Regnbädd	21
6.1.1	Uppskattning av ytanspråk	24
6.1.2	Uppskattning av reningseffekt	26
7	Sammanfattning och slutsats	28
8	Referenser	29

1 Inledning

Enligt detaljplanen för planområdet "Landsknekten" (fastigheterna Landsknekten 4 och Landsknekten 22) i Älvsjö, Stockholm (Figur 1-1), så planeras en bostadsbebyggelse där två befintliga villor ersätts av flerfamiljshus med tillhörande underjordiskt parkeringsgarage (Figur 1-1).

Geosigma AB utreder på uppdrag av Esstate recipientpåverkan för dagvatten från den planerade exploateringen av planområdet Landsknekten i syfte att föreslå en dagvattenhantering inom det aktuella planområdet som är förenlig med gällande riktlinjer.



Figur 1-1. Översikt över planområdet

1.1 Gällande riktlinjer för dagvattenhantering

Det studerade planområdet omfattas av Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering vilka brett strävar efter att Stockholms vattenförekomster (sjöar, vattendrag, och kustvatten) ska uppnå god status till 2021 eller senast till 2027 (WRS, 2016). För ny- och större ombyggnation inom Stockholm stad så gäller mot bakgrund av ovanstående en åtgärdsnivå för dagvattenhantering i syfte bidra till en relevant flödesfördröjning och att miljökvalitetsnormerna i stadens vattenförekomster kan följas.

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering så gäller för ny- och större ombyggnation att (Stockholm stad, 2016; WRS, 2016):

1. Allt vatten från hårdgjorda ytor på kvartersmark och allmän [plats]mark¹ ska ledas till lokala dagvattenanläggningar med 20 mm fördröjning, vilket innebär att 91% av årsnederbörden som faller inom ett område renas och fördröjs.
2. Dagvattensystemet ska ha en mer långtgående rening än sedimentation så att även lösta föroreningar kan avskiljas

Från Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering enligt ovanstående så anses det att en magasinering av 20 mm nederbörd bidrar med rening i nivå med identifierade behov (Stockholm stad, 2016; WRS, 2016). Det bör dock påpekas att det i princip krävs en rening och fördröjning av 100% av årsnederbörden från ett givet område för att miljökvalitetsnormer i recipienten för dagvatten ska kunna uppnås (WRS, 2016).

¹ Med allmän plats[mark] avses ett område som är avsett för ett gemensamt behov (t.ex. en gata, ett torg, eller en park; Boverket, 2020a). Med kvartersmark så avses all mark inom ett planområde som inte utgör allmän platsmark eller vattenområde (t.ex. bostäder, detaljhandel, eller industri; Boverket, 2020b).

2. Material och metod

2.1 Beräkningar

2.1.1 Markanvändning

Befintlig respektive planerad markanvändning inom givet planområde har utvärderats utifrån satellitbilder över området respektive erhållet underlag som beskriver framtida exploatering av planområdet. Kategorisering av markanvändningen inom planområdet enligt befintlig och planerad exploatering av planområdet har gjorts utifrån de markanvändningskategorier som hanteras i programvaran StormTac med syfte att underlätta inför vidare beräkning av ämnesbelastning från området. Area för respektive markanvändning enligt befintlig samt planerad exploatering av planområdet har beräknats i programvaran QGIS (2020).

2.1.2 Dagvattenflöde

Flödesberäkningar för givet planområde har i denna utredning genomförts med den rationella metoden (ekvation 2-1) där...

$$Q = \sum_{i=1}^k i(t_r) \cdot A_i \cdot \varphi_i \cdot f \quad (2-1)$$

... Q är dagvattenflödet, i är nederbördsintensiteten (vilken beräknas som en funktion av varaktigheten för ett givet nederbördsevent, t_r ; Dahlström, 2010), A_i är arean för en given markanvändning inom planområdet, φ_i är en markanvändningsspecifik avrinningskoefficient och f är en ansatt klimatfaktor.²

Dagvattenflöden har beräknats enligt befintlig markanvändning, samt för planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning, för ett nederbördsevent med en återkomsttid om 10, 20, respektive 100 år. Antagna värden för ovanstående parametrar redovisas i Tabell 2-1.

Tabell 2-1. Parametrar som används för att beräkna dagvattenflöden enligt den rationella metoden

Parameter	Enhet	Värde/kommentar
Area (A_i)	ha	Se Tabell 3-1
Avrinningskoefficient (φ_i)	-	Se Tabell 3-1
Klimatfaktor (f)	-	1,25
Varaktighet (t_r)	min	10 (utan fördröjning) ^a
Nederbördsintensitet (i)	$L s^{-1} ha^{-1}$	(enligt Dahlström, 2010; $t_r = 10$ min)
– 10-årsregn		227,9
– 20-årsregn		286,6
– 100-årsregn		488,7

^a För beräkning av dagvattenflöde enligt planerad markanvändning med fördröjning så ökas rinntiden inom planområdet motsvarande den tid det tar att fylla erforderlig dimensionerande utjämningsvolym för ett 10, 20, respektive 100-årsregn (se avsnitt 2.1.3).

² Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en rumsligt oberoende klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme.

2.1.3 Dimensionerande utjämningsvolym

Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvatten vid nybyggnation och större ombyggnationer (Stockholms stad, 2016), som antagits av stadens tekniska nämnd. Enligt dessa mått ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs. Beräkningarna av dimensionerande utjämningsvolym utförs enligt ekvation (2-2) ...

$$V = \frac{20 \text{ mm}}{1000} \cdot A_{\text{red}} \quad (2-2)$$

... där V är den volym (m³) som ska fördröjas och renas, och A_{red} är planområdet reducerade area (m²) vilken beräknas som produkten av områdets area och sammanvägda avrinningskoefficient.

För ett 10, 20, respektive 100-årsregn så tar det cirka 15 min, 12 min, respektive 3 min att generera en nederbördsvolym/fylla en utjämningsvolym om 20 mm, vilket således adderas till planområdets antagna rinntid utan fördröjning (10 min) för att beräkna dagvattenflöden efter fördröjning vid ett 10, 20, respektive 100-års regn.

2.1.4 Skyfallskartering

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där kapaciteten på planområdets dagvattensystem inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att området höjdsätts och utformas så att en eventuell vattenansamling inte skadar byggnader eller anläggningar. Instängda områden och lokala lågpunkter varifrån dagvatten inte kan avrinna bör på grund av ovanstående undvikas.

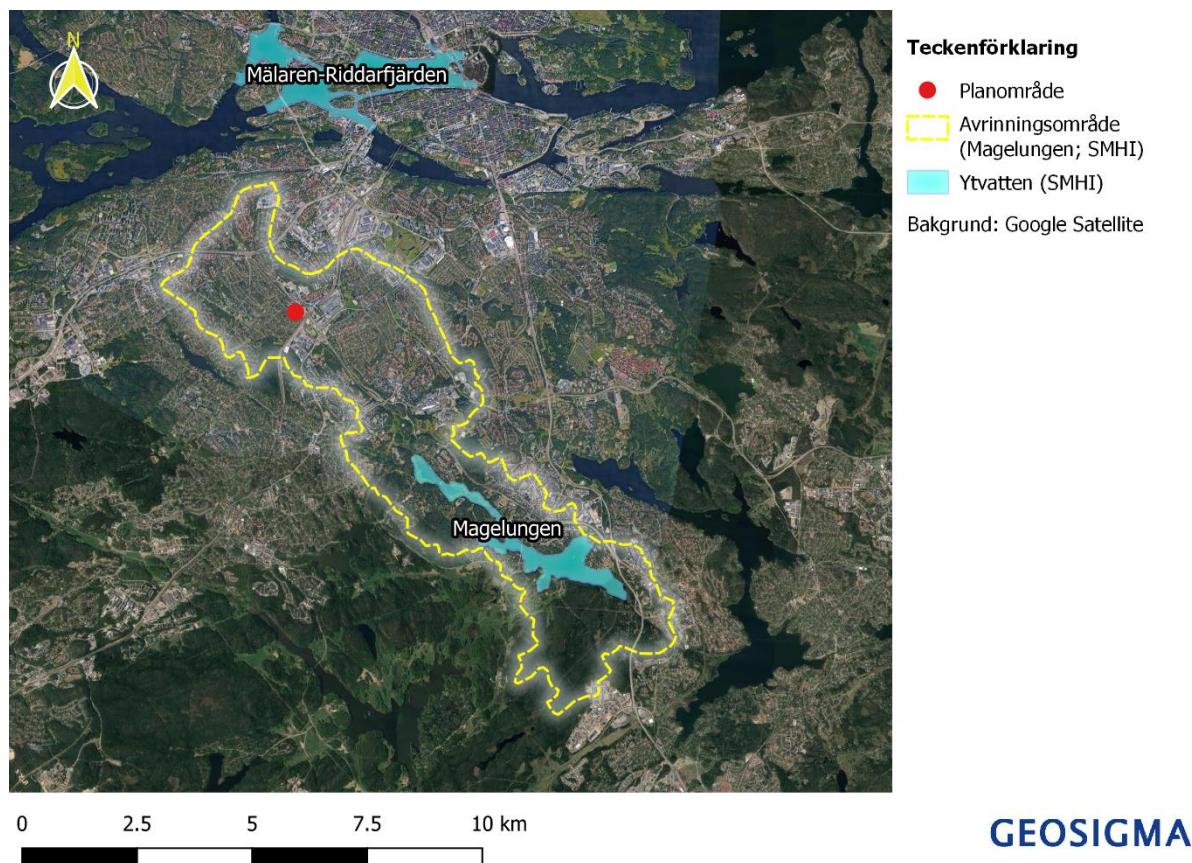
För att identifiera lokala lågpunkter inom planområdet där markytan riskerar att översvämmas vid händelse av ett eventuellt skyfall, och närliggande byggnader riskerar att skadas, så har en skyfallskartering genomförts i SCALGO (2020) utefter markytans topografi (inklusive byggnader). Vid skyfallskarteringen så har ett regn om 100 mm ansatts på området, vilket innebär att 100 mm vatten ansätts på all terräng. Att notera är att skyfallskarteringen inte tar hänsyn till exempelvis markytans infiltrationskapacitet, eller avrinning via eventuellt ledningsnät, och visar ett "worst case scenario" i syfte att identifiera de mest problematiska områdena vid händelse av ett skyfall.

2.1.5 Ämneshalter och ämnesbelastning

Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvattnet från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning (och rening) uppskattades med hjälp av programvaran StormTac. I StormTac så uppskattas ämnesbelastningen i dagvattenflödet som produkten av dagvattenflödet från respektive markanvändning (befintlig respektive planerad) och markanvändnings-specifika schablonhalter för olika ämnen i dagvatten baserat på ett antal referensstudier (Larm, 2001). För simuleringarna så har en nederbördsmängd om 539 mm/år antagits, vilket motsvarar årsmedelnederbörden i Stockholm med omnejd för normalperioden 1961-1990 (SMHI; 2020a).

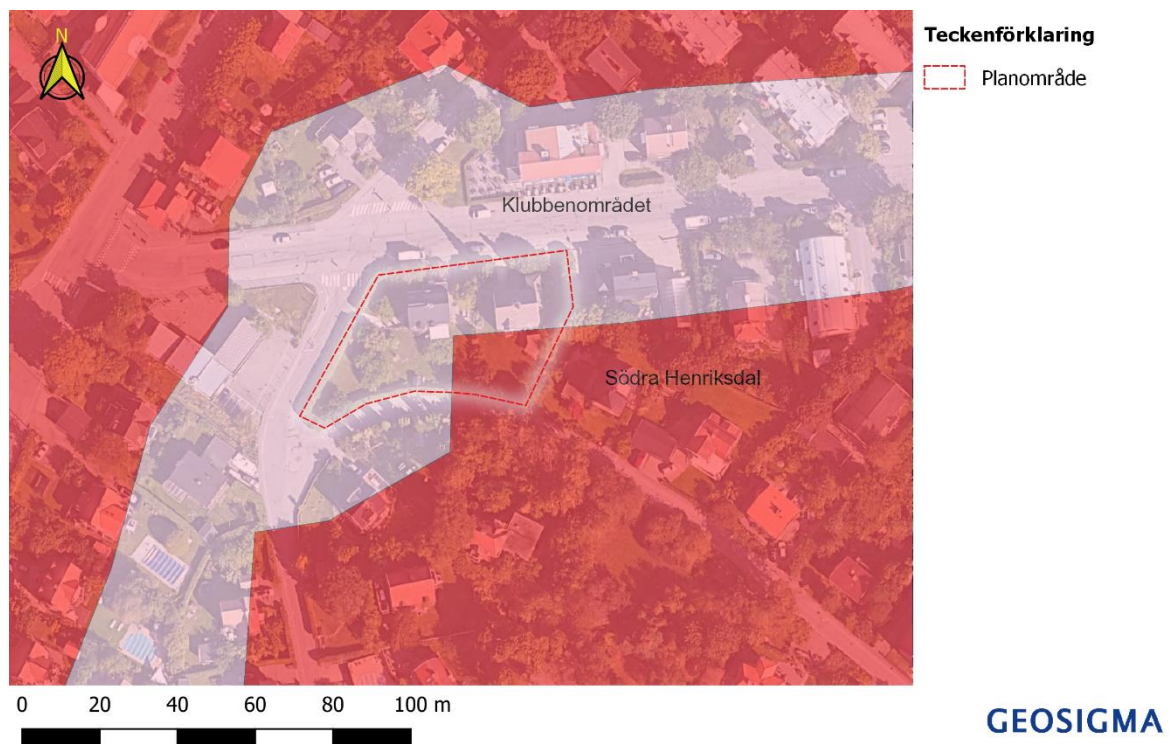
3. Områdesbeskrivning

Planområdet Landsknekten (Älvsjö, Stockholm kommun, Stockholm län) ingår i Magelungens naturliga avrinningsområde (Figur 3-1), och delas mellan Klubbenområdets (Mälaren-Riddarfjärden) och Södra Henriksdals tekniska avrinningsområden, från vilka dagvatten från planområdet leds till Riddarfjärden respektive Henriksdal avloppsreningsverk (Figur 3-2). Från Henriksdals avloppsreningsverk släpps sedan det renade vattnet ut i Saltsjön (Stockholm Vatten, 2020).



Figur 3-1. Översikt över planområdet och recipienter av dagvatten.

Ovanstående medför att ytvattenförekomsten Mälaren-Riddarfjärden ska ses som den primära recipienten av dagvatten från planområdet. Att notera är dock att Magelungen utgör recipient för dagvatten i händelse av att dagvattennätets kapacitet inom planområdet överskrids, och dagvatten avrinner till den naturliga recipienten av ytvatten från planområdet.



Figur 3-2. Översikt över planområdet och tekniska delavrinningsområden för dagvatten (Klubbenområdet respektive Södra Henriksdal). Dagvatten inom Klubbenområdets tekniska delavrinningsområde leds mot Mälaren-Riddarfjärden, medan dagvatten inom Södra Henriksdals tekniska delavrinningsområde leds mot Henriksdals avloppsreningsverk, varefter det renade vattnet släpps i Saltsjön.

3.1 Befintlig och planerad markanvändning

Den befintliga markanvändningen inom planområdet (0,20 ha) utgörs uteslutande av ett villaområde (utan vägar; Figur 3-3; Tabell 3-1). Enligt den projekterade exploatering av planområdet så planeras byggnation av ett flerfamiljshus med tillhörande innergård (Figur 3-4; Tabell 3-1) där den planerade markanvändningen utgörs av en gårdsyta inom kvarter (61,8%) och takyta (19,9%; Tabell 3-1). Att notera är att den reducerade arean, det vill säga den hårdgjorda ytan, inom planområdet ökar enligt projekterad exploatering (Tabell 3-1).

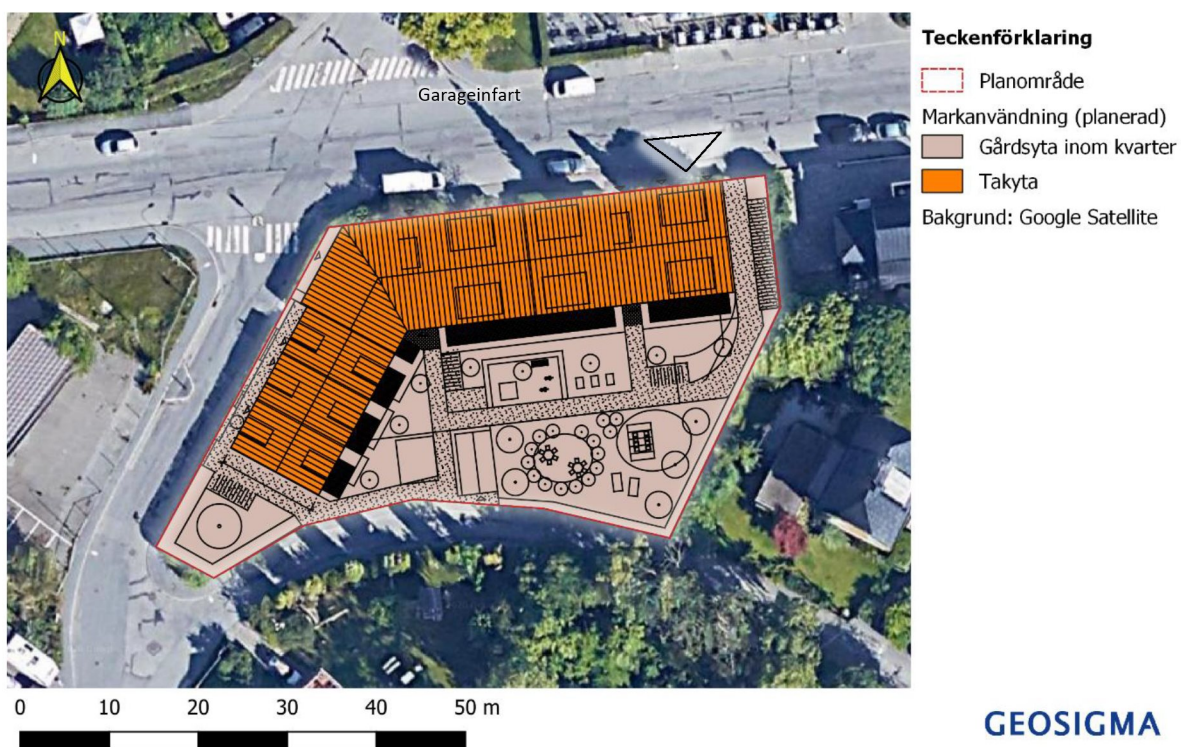
Tabell 3-1. *Befintlig och planerad markanvändning inom planområdet "Landsknekten". Reducerad area beräknad som produkten av den markanvändningsspecifika avrinningskoefficienten (φ_i) och den markanvändningsspecifika arean.*

Detaljplan	Utredningsområde	Markanvändning	φ_i	Area (ha)	Reducerad area (ha)
Befintlig	Landsknekten	Villaområde, exklusive väg	0,20	0,20	0,04
		Planområdet	0,20 ^a	0,20	0,04
Planerad	Landsknekten	Gårdsyta inom kvarter	0,60	0,12	0,07
		Takyta	0,90	0,08	0,07
		Planområdet	0,72 ^a	0,20	0,14

^aMedelvärde viktat till arean för respektive markanvändningskategori.



Figur 3-3. Befintlig markanvändning inom planområdet "Landsknekten" tolkat utifrån satellitbilder över området.



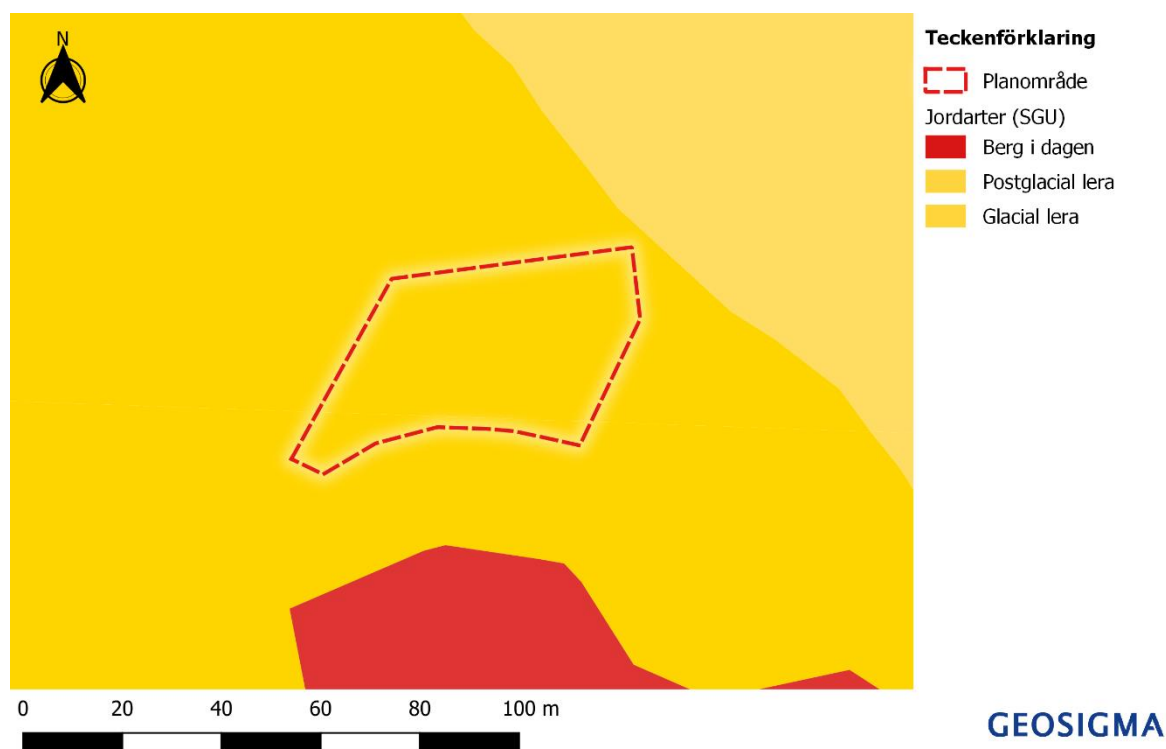
Figur 3-4. Planerad markanvändning inom planområdet "Landsknekten" tolkat utifrån erhållet underlag för projekterad exploatering av planområdet.

3.2 Jordarter och infiltrationsförutsättningar för dagvatten

Enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU; SGU; 2020a) så utgörs de ytliga jordarterna inom planområdet uteslutande av glacial lera (Figur 3-5). De ytliga jordarterna i planområdets omnejd utgörs av berg i dagen, samt glacial och postglacial lera (Figur 3-5).

Enligt SGUs karta över markytans genomsläpplighet (SGU, 2020b) så bedöms markytans genomsläpplighet inom planområdet övergripande som låg (Figur 3-6). Vidare så klassificeras grundvattnets sårbarhet inom planområdet i huvudsak som låg till måttlig sårbarhet i planområdets södra/sydvästra delar (Figur 3-7). En måttlig sårbarhet hos grundvattnet innebär att risk föreligger för att föroreningar som infiltrerar i markytan når grundvattnet och sprids till närliggande vattenbrunnar (SGU, 2009). Närmaste vattenbrunn återfinns ~240 m nordväst om aktuellt planområde enligt SGUs brunnsarkiv (SGU, 2020d); dock så återfinns det två energibrunnar inom planområdet, om ett flertal energibrunnar i dess omnejd. Att notera är att det inte finns några grundvattenförekomster inom planområdet (SGU, 2020e).

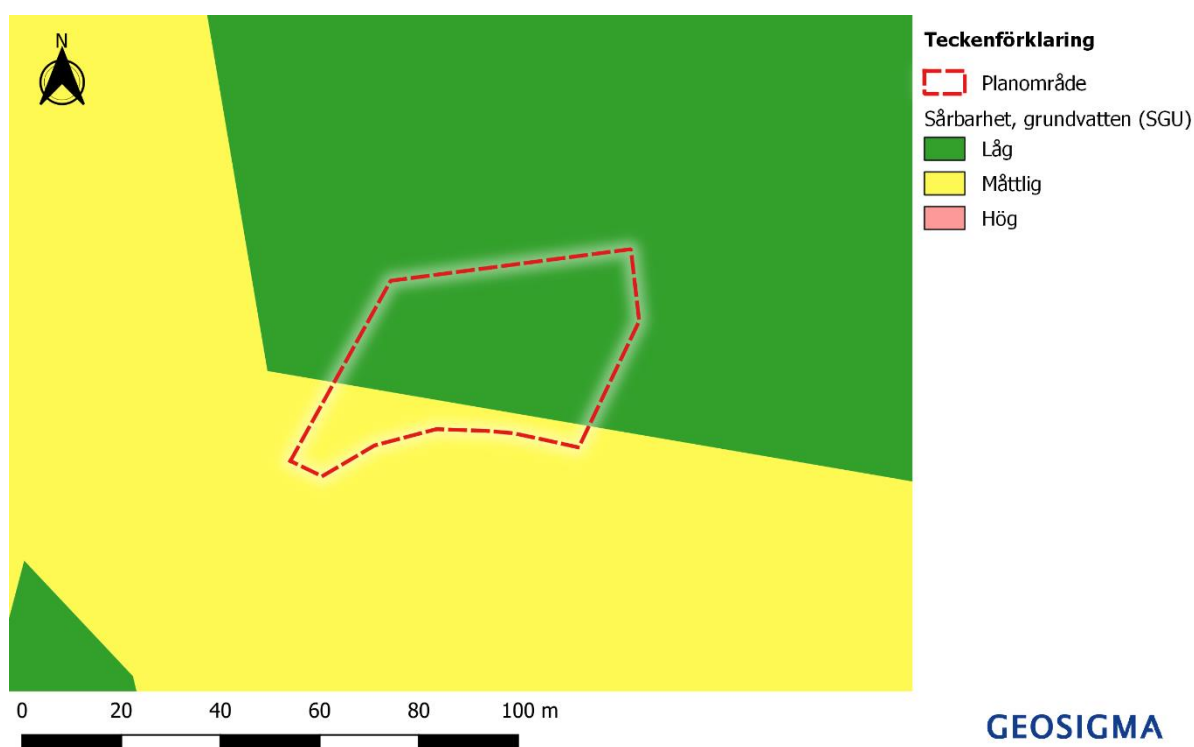
Sammantaget så medför ovanstående att infiltrationsförutsättningarna för dagvatten bedöms som låga inom planområdet.



Figur 3-5. Ytliga jordarter inom planområdet med omnejd enligt SGU (2020a).



Figur 3-6. Markytans genomsläpplighet inom planområdet med omnejd enligt SGU (2020b).



Figur 3-7. Grundvattnets sårbarhet enligt SGU (2020c).

3.3 Ytvattenrecipient: miljö kvalitetsnormer

3.3.1 Magelungen

Enligt VISS (2020a) så är den ekologiska statusen i ytvattenförekomsten Magelungen (VISS EU_CD: SE657041-163174) otillfredsställande (Tabell 3-2) där utslagsgivande miljökonsekvens är

övergödning. Vidare så uppnår Magelungen en ej god kemisk status (VISS, 2020a; Tabell 3-2) på grund av att halter för följande ämnen överskrider ansatta gränsvärden:

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. Kvicksilver (Hg) | 3. Polybromerade difenyleterar (PBDE). |
| 2. Perfluoroktansulfonat (PFOS) | 4. Tributyltenn (TBT) |

Att notera är att gränsvärden för kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrids i samtliga av Sveriges vattenförekomster (VISS, 2020a).

Magelungen anses vara påverkad av förorenade områden, urban markanvändning, jordbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp, samt atmosfärisk deposition där en ökad halt av...

1. Benso(a)pyrene
2. Bromerad difenyleter
3. Dioxiner
4. Icke-dioxinlika PCB'er
5. Koppar (Cu)
6. Kvicksilver (Hg)
7. Nickel (Ni)
8. PBDE
9. PFOS
10. Totalfosfor
11. TBT
12. Ämnesgruppen metaller
13. Ämnesgruppen PAH'er

... anses utgöra en risk för försämrade kemisk (och ekologisk) status i Magelungen (VISS, 2020a). Vidare så anses Magelungen vara påverkad av historiska föroreningar, där sjön sannolikt har en betydande påverkan av internbelastning av fosfor från sedimenten (VISS, 2020a).

Tabell 3-2. Sammanfattning av ekologisk och kemisk status för recipienter av dagvatten från planområdet, samt miljö kvalitetsnormer (MKN) för respektive ytvattenrecipient.

Recipient	MKN			
	Ekologisk status	Kemisk status	Ekologisk status	MKN Kemisk status
Magelungen SE657041-163174	Otillfredsställande	Uppnår ej god	God ekologisk status 2027	God kemisk ytvattenstatus
Mälaren- Riddarfjärden SE658020-162623	Måttlig	Uppnår ej god	God ekologisk status 2021	God kemisk ytvattenstatus
Strömmen SE591920-180800	Otillfredsställande	Uppnår ej god	God ekologisk status 2027	God kemisk ytvattenstatus

SAMRÅDSHANDLING

3.3.2 Mälaren-Riddarfjärden

Enligt VISS (2020b; Tabell 3-2) så är den ekologiska statusen i ytvattenförekomsten Mälaren-Riddarfjärden (VISS EU_CD: SE658020-162623) måttlig där utslagsgivande miljökonsekvens är övergödning, morfologiskt tillstånd och kontinuitet, samt miljögifter. Vidare så uppnår Mälaren-Riddarfjärden en ej god kemisk status (VISS, 2020b; Tabell 3-2) på grund av att halter för följande ämnen överskrider ansatta gränsvärden:

1. Antracen
2. Bly (Pb)
3. Kadmium (Cd)
4. Kvicksilver (Hg)
5. Perfluoroktansulfonat (PFOS)
6. Polybromerade difenyleterar (PBDE).
7. Tributyltenn (TBT)

Att notera är att gränsvärden för kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrids i samtliga av Sveriges vattenförekomster (VISS, 2020b).

Mälaren-Riddarfjärden anses vara påverkad av reningsverk, förorenade områden, urban markanvändning, jordbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition, samt förändring av konnektivitet och morfologiskt tillstånd, där en ökad halt av...

1. Benso(a)pyrene
2. Bromerad difenyleter
3. Kadmium (Cd)
4. Koppar (Cu)
5. Kvicksilver (Hg)
6. PFOS
7. Totalfosfor
8. TBT
9. Ämnesgruppen metaller
10. Ämnesgruppen PAH'er

... anses utgöra en risk för försämrad kemisk (och ekologisk) status i Mälaren-Riddarfjärden (VISS, 2020b).

4. Flödesberäkningar och dimensionerande utjämningsvolym

Flödesberäkningar för dagvatten har gjorts för ett 10, 20- respektive 100-årsregn i syfte att dimensionera ett dagvattensystem för projekterad exploatering av planområdet.

4.1 Dagvattenflöden utan fördröjning

Enligt flödesberäkningarna för befintlig samt planerad markanvändning så kommer dagvattenflöden från planområdet att öka med ca 250% enligt projekterad exploatering på grund av en ökad areal av hårdgjorda ytor (jmf. beräknat dagvattenflöde för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet exklusive klimatfaktor; Tabell 4-1). Ökade dagvattenflöden enligt projekterad exploatering av planområdet är att förvänta då den hårdgjorda ytan inom planområdet ökar (jmf. Figur 3-2 och Figur 3-3; Tabell 3-1).

Inklusive förväntade klimatförändringar inom planområdet med omnejd förväntas dagvattenflöden att öka med ca 340% gentemot befintliga förhållanden och om planområdet exploateras enligt erhållet underlag (jmf. beräknat dagvattenflöde för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet, exklusive respektive inklusive klimatfaktor; Tabell 4-1)

Tabell 4-1. Beräknade dagvattenflöden (med och utan ansatt klimatfaktor) för ett 10, 20, och respektive 100-årsregn för befintlig samt planerad markanvändning utan fördröjning inom planområdet

Detaljplan	Utredningsområde	Parameter	Beräknat dagvattenflöde (L/s)	
			Exkl. klimatfaktor	Inkl. klimatfaktor
Befintlig	Landsknekten	10-årsregn	9	11
		20-årsregn	11	14
		100-årsregn	20	24
Planerad	Landsknekten	10-årsregn	32	40
		20-årsregn	40	50
		100-årsregn	68	86

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm så har den dimensionerande utjämningsvolymen för den planerade markanvändningen inom planområdet enligt projekterad exploatering beräknats till 28 m³ för ett 20-årsregn (Tabell 4-2; ekvation 2-2).

Tabell 4-2. Beräknad dimensionerande utjämningsvolym (V) för planområdet med projekterad exploatering enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm

Detaljplan	Utredningsområde	Markanvändning	Φ_i	Reducerad area (ha)	V (20 mm; m ³)
Planerad	Landsknekten	Gårdsyta inom kvarter	0,60	0,07	14
		Takyta	0,90	0,07	14
		Planområdet	0,72	0,14	28

4.3 Dagvattenflöden med fördröjning

För beräkning av dagvattenflöden (ekvation 2-1) inom planområdet enligt projekterad exploatering med fördröjning (enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm) vid ett 10, 20, respektive 100-års regn så har rinntiden ökats med 15 min så att den totala rinntiden för respektive nederbördsevent motsvarar 25 min

För projekterad exploatering av planområdet inklusive system för fördröjning av dagvatten så förväntas dagvattenflöden att öka med cirka 100%, enbart på grund av en förändring i markanvändning (ökad areal hårdgjorda ytor; jmf. beräknade dagvattenflöden exklusive klimatfaktor för befintlig samt planerad detaljplan i Tabell 4-3).

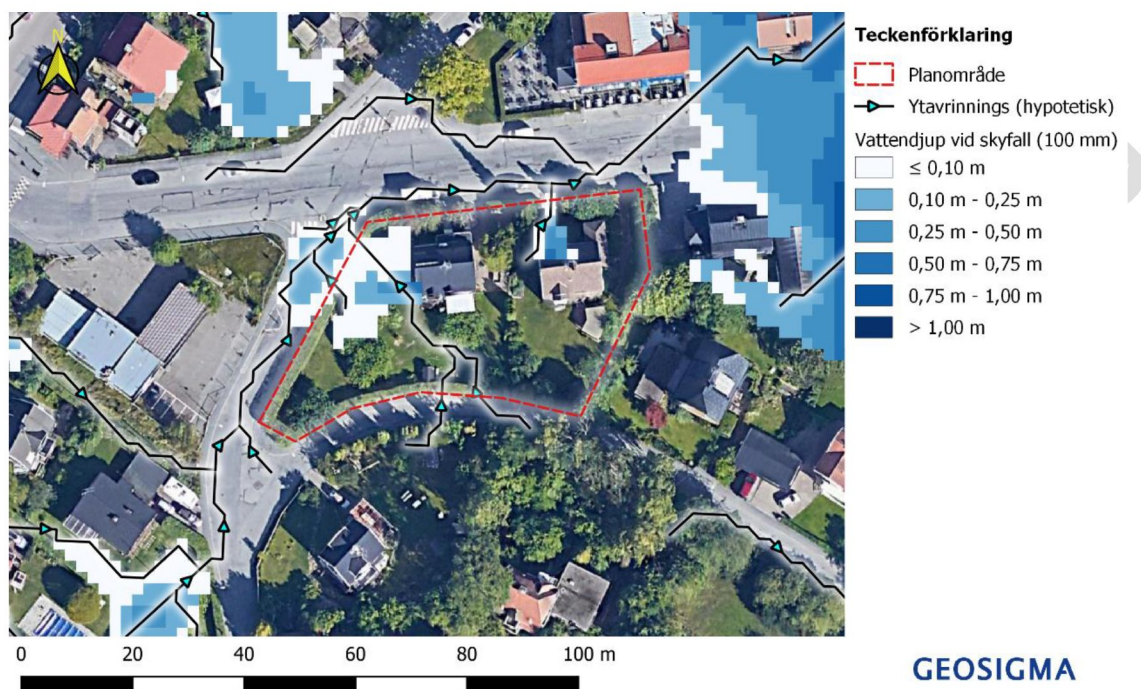
Inklusive förväntade klimatförändringar inom planområdet med omnejd så förväntas dagvattenflöden att öka med cirka 156% vid projekterad exploatering av planområdet, med fördröjning av dagvatten, gentemot befintliga förhållanden (jmf. beräknade dagvattenflöden exklusive samt inklusive klimatfaktor för befintlig respektive planerad detaljplan i Tabell 4-3).

Tabell 4-3. Beräknade dagvattenflöden (med och utan ansatt klimatfaktor) för ett 10, 20, respektive 100-årsregn för befintlig samt planerad markanvändning med fördröjning inom planområdet

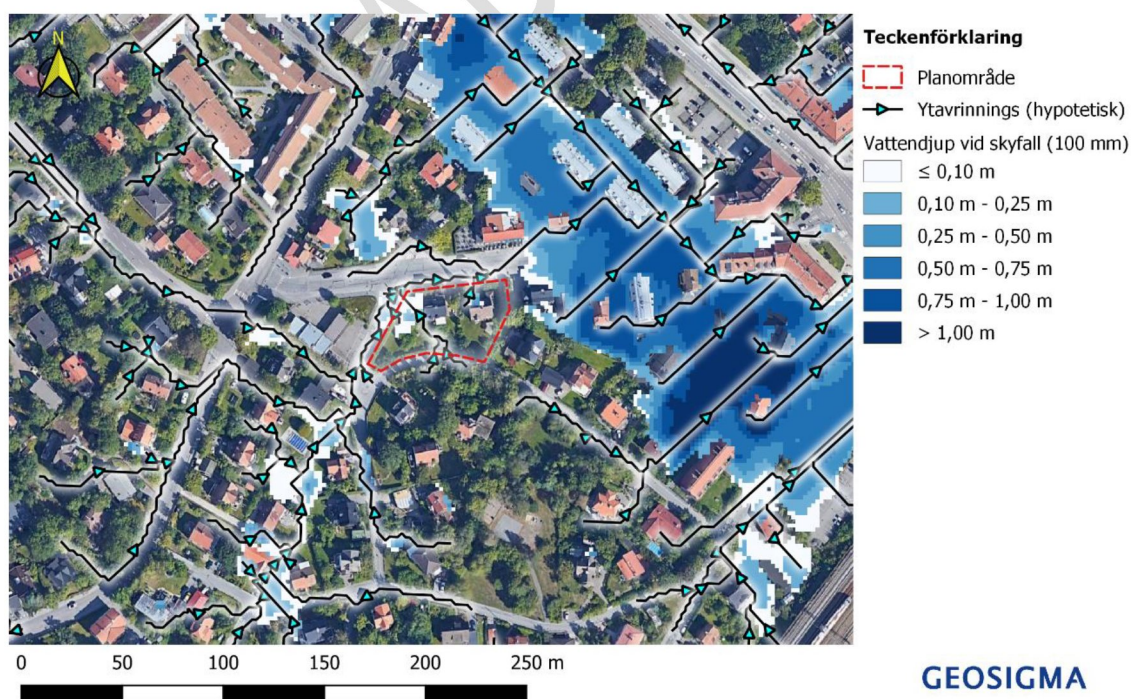
Detaljplan	Utredningsområde	Parameter	Beräknat dagvattenflöde (L/s)	
			Exkl. klimatfaktor	Inkl. klimatfaktor
Befintlig	Landsknekten	10-årsregn	9	11
		20-årsregn	11	14
		100-årsregn	20	24
Planerad	Landsknekten	10-årsregn	18	23
		20-årsregn	25	31
		100-årsregn	59	74

4.4 Skyfallskartering

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattensystem inte är dimensionerade för att klara. Skyfallskarteringen över planområdet visar på en övergripande låg risk för att planområdet drabbas av omfattande översvämning i händelse av ett skyfall (Figur 4-1; Figur 4-2). Risk för översvämning ses dock inom planområdets nordvästra samt norra delar, (Figur 4-1; Figur 4-2), i närheten till infarten till det framtida underjordiska garaget (nordöstra delen av planområdet). Vidare så ses att området dränerar delar av fastigheterna Riddarfanan 4, Riddarfanan 5, samt Älvsjö 2:5, söder om planområdet.



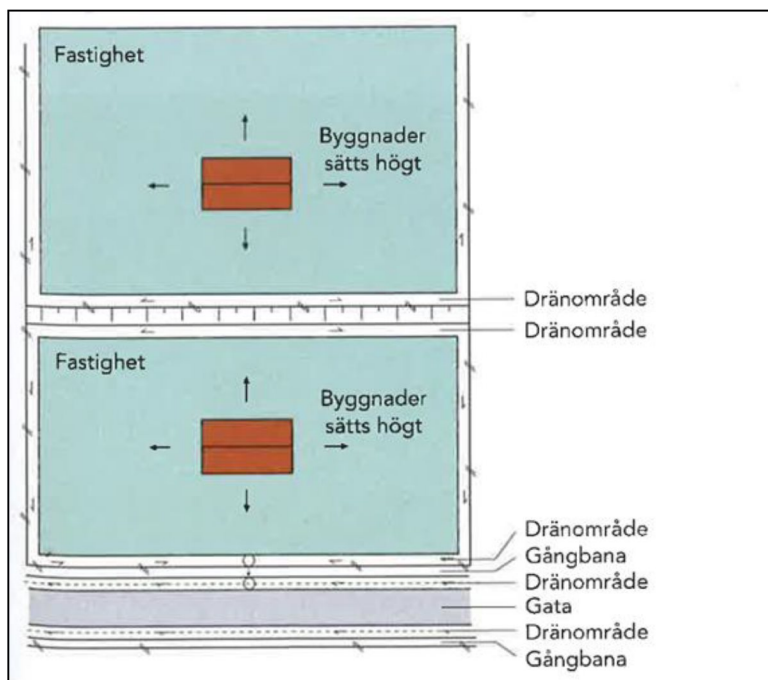
Figur 4-1. Skyfallskartering över planområdet utförd i SCALGO (2020) för ett skyfall (regn = 100 mm).



Figur 4-2. Skyfallskartering över planområdet utförd i SCALGO (2020) för ett skyfall (regn = 100 mm).

4.4.1 Sekundära avrinningsvägar

För att undvika översvämning och skador på byggnader så är det viktigt att tidigt under exploateringen planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnader via sekundära avrinningsvägar, och vidare ut på närliggande lokalgator, grönytor eller vattendrag. Vidare så är det viktigt att undvika instängda ytor där ansamlad ytvatten förhindras att avrinna. En höjdsättning som skapar en effektiv ytavrinning förhindrar att ytvatten ansamlas i lågpunkter, vilket övergripande innebär att när föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägar eller grönytor för vidare transport mot recipienten. Denna metodik minskar risken för skador på hus och grundläggning. En enkel grundprincip för höjdsättning kring byggnader visas i Figur 4-3.



Figur 4-3. Höjdsättningsförslag enligt Svensk vattens publikation P105.

Från projekterad exploatering av planområdet så utgör det underjordiska parkeringsgaraget en möjlig instängd yta där det finns risk för översvämning i händelse av ett skyfall. Vidare så tenderar ytvatten att passera nordväst genom planområdet, via primära flödesvägar genom det planerade flerfamiljehuset (Figur 4-1). För att undvika skador på planområdets flerfamiljshus så krävs att sekundära avrinningsvägar skapas för att avleda ytvatten i syfte att hindra vatten till att ansamlas husets fasad.

För aktuellt planområde föreslås det att gårdsytan inom kvarteret höjdsätts med lutning mot Lagerbielkes väg, söder om planområdet, varifrån ytvatten sedan leds via Segervägen, och mot Johan Skyttes väg (Figur 4-4). Denna höjdsättning på planområdet samspelar med befintlig höjdsättning i gatan vilket säkerställer att översvämningsrisker i närområdet inte ökar. Öster om planområdet finns det en översvämningsproblematik (Figur 4-2) och dagvatten som nått Johan Skyttes väg bör inte tillåtas att rinna in till gårdarna söder om vägen. Vid skyfall ökar flödet från planområdet jämfört med befintlig situation något vilket ökar tillflödet till lågpunkten på Johan Skyttesväg. Den direkta avrinningen vid ett skyfall medför sannolikt inga ökade risker för de närbelägna fastigheterna, detta på grund av att det finns tydliga sekundära avrinningsvägar som förhindrar sådan ytavrinning. I samband med ombyggnationen på dock ökar flödet från planområdet mot lågpunktsområdet i öster. Ombyggnationen inom aktuellt planområde bedöms dock inte ha en avgörande betydelse för lågpunktsområdets eventuella översvämningsrisk. Denna bedömning grundar sig i att lågpunktsområdet tar emot vatten från andra stora områden vilket betyder att det förändrade flödet från planområdet utgör en relativt liten förändring av det totala flödet.

Enligt erhållet projekteringsunderlag så planeras flerfamiljehuset att konstrueras med sadeltak, varav hälften av takytan kan antas avvattna mot gårdsytan inom kvarteret (Figur 4-4). Genom att höjdsätta gårdsytan inom kvarteret med lutning mot Lagerbielkes väg så förhindras även ytvatten från söder om planområdet att rinna genom planområdet (Figur 4-1).



GEOSIGMA

Figur 4-4. Förslag till sekundära avrinningsvägar som skapas genom höjdsättning av planområdet.

5. Ämneshalter och ämnesbelastning

Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten från planområdet "Landsknekten" har beräknats enligt befintlig samt planerad markanvändning i programvaran StormTac, enligt de markanvändningskategorier och areor som redovisas i Tabell 3-1. I StormTac så definieras de olika markanvändningskategorierna, varifrån schablonhalter för ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten baseras på, för befintlig samt planerad markanvändning (Tabell 3-1) enligt:

- **Gårdsyta inom kvarter** består av "gräs, asfalt- och grusytor inom ett bostadskvarter (antagna 1/3 av ytan vardera)."
- **Takyta** är en "takyta utan specificering av takmaterial"
- **Villaområde, exklusive väg** är ett "område med villabebyggelse, inkluderande all markanvändning inom ett normalt villaområde, t.ex. tak, uppfartsvägar och gräsmattor [exklusive väg]"

I simuleringarna så har ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten för tio standardämnen tillsammans med de prioriterade ämnena i recipienten (avsnitt 3.2.2) undersökts för befintlig samt planerad markanvändning inom planområdet. Att notera är att StormTac inte tillhandahåller schablonhalter för PFOS i dagvatten, varav ämneshalter samt ämnesbelastning för PFOS har utgått från simuleringarna. Vidare så antas klimatbetingad påverkan på dagvattenflöden att gälla för både befintlig/planerad markanvändning, och jämförelse av ämneshalter/ämnesbelastning i dagvatten från befintlig/planerad markanvändning har utförts antaget en klimatkoefficient om 1,0.

5.1 Befintlig och planerad markanvändning (utan rening)

Simulering av ämneshalter i dagvatten från planområdet indikerar att ämneshalter av kväve (N), kadmium (Cd), arsenik (As), samt järn (Fe) förväntas att öka i dagvatten från planområdet enligt projekterad exploatering (Tabell 5-1). Vidare så förväntas ämnesbelastningen av samtliga studerade ämnen, exklusive benzo(a)pyrene, från planområdet att öka med projekterad exploatering (Tabell 5-2). Ämnesbelastning av benzo(a)pyrene förväntas att minska från planområdet enligt projekterad exploatering (Tabell 5-2). En generell ökning i ämnesbelastning till recipienten är väntat då projekterad exploatering leder till en ökad areal hårdgjordytta inom, och ökade dagvattenflöden från, planområdet.

Sammantaget så indikerar simuleringarna av ämneshalter och ämnesbelastning från planområdet en risk för sänkt kemisk samt ekologisk status i recipienten av dagvattnet från planområdet enligt projekterad exploatering (Mälaren-Riddarfjärden). Då flera av de ämnena som förväntas att öka i både halt och belastning från dagvatten utgör prioriterade ämnen i recipienten (avsnitt 3.2.2; Tabell 5-1; Tabell 5-2) så föreligger ett behov av rening av dagvatten innan utsläpp till recipient.

Tabell 5-1. Uppskattade ämneshalter i dagvatten från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan rening). Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämneshalt i dagvatten från planområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (utan rening).

Ämne	Enhet	Markanvändning		Förändring (%)
		Befintlig	Planerad (utan rening)	
P	ug/L	200	200	0
N	ug/L	1400	1500	7
Pb	ug/L	10	3,2	-68
Cu	ug/L	20	12	-40
Zn	ug/L	80	29	-64
Cd	ug/L	0,50	0,51	2
Cr	ug/L	5,8	3,8	-34
Ni	ug/L	6	3,4	-43
Hg	ug/L	0,015	0,0065	-57
SS	ug/L	45 000	33 000	-27
Olja	ug/L	400	180	-55
PAH16	ug/L	0,6	0,52	-13
BaP	ug/L	0,05	0,0083	-83
Antracen	ug/L	0,01	0,010	0
PBDE ^a	ug/L	0,01545	0,01545	0
TBT	ug/L	0,002	0,0019	-5
As	ug/L	3	3,1	3
Fe	ug/L	1700	4500	165

^aPBDE 47, PBDE 99, PBDE 209

SAMRÅD

Tabell 5-2. Uppskattad ämnesbelastning i dagvatten från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan rening). Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämnesbelastning från dagvatten från planområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (utan rening).

Ämne	Enhet	Markanvändning		Förändring (%)
		Befintlig	Planerad (utan rening)	
P	kg/år	0,043	0,15	249
N	kg/år	0,30	1,2	300
Pb	kg/år	0,0022	0,0025	14
Cu	kg/år	0,0043	0,0092	114
Zn	kg/år	0,017	0,022	29
Cd	kg/år	0,00011	0,00040	264
Cr	kg/år	0,0013	0,0030	131
Ni	kg/år	0,0013	0,0026	100
Hg	kg/år	0,0000032	0,0000050	56
SS	kg/år	9,7	26	168
Olja	kg/år	0,086	0,14	63
PAH16	kg/år	0,00013	0,00041	215
Benso(a)pyrene	kg/år	0,000011	0,0000065	-41
Antracen	kg/år	0,0000022	0,0000079	259
PBDE ^a	kg/år	3,29E-06	0,00001235	275
TBT	kg/år	0,00000043	0,0000015	249
As	kg/år	0,00065	0,0024	269
Fe	kg/år	0,37	3,5	846

^aPBDE 47, PBDE 99, PBDE 209

SAMRÅD

6. Förslag till dagvattensystem

För att möta den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet enligt projekterad exploatering (28 m³), samt reningsbehovet av dagvatten från planområdet, enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering så föreslås ett dagvattensystem där fördröjning och rening av dagvatten sker i regnbäddar.

6.1 Regnbädd

Inom gårdsytor kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter (växtbäddar). Tillskottet av dagvatten till planteringarna minskar behovet av bevattning och möjliggör en frodigare växtlighet. Hårdgjorda ytor på en innergård kan höjdsättas så att dagvattnet avrinner ytligt till intilliggande planteringar. Stuprör kan förses med utkastare som ansluter till rännalar, anlagda med exempelvis gatsten eller så kallad stockholmsplatta, där dagvattnet kan avledas till planteringarna. Exempelbilder på gårdsytor med avledning av takvatten via rännalar visas i Figur 6-1 och Figur 6-2. Ett annat sätt är att leda bort avrinningen från stuprören är att använda underjordiska ledningar som leder vattnet till regnbäddarna.

En regnbädd kan konstrueras på ett flertal sätt, dock så bör följande komponenter ingå (Payne m.fl., 2015; Figur 6-3):

1. Ett **inlopp** som leder dagvattnet till regnbädden.
2. Ett **bräddningsutlopp** som möjliggör bräddning av dagvattnet vid kraftiga regn för att förhindra att regnbädden skadas.
3. En **reglervolym** (fördröjningszon/en öppen vattenyta) vilken ökar reningseffekten hos regnbädden genom att tillåta en stagnering av dagvattnet innan infiltration.
4. **Vegetation** som bidrar till en ökad rening och evapotranspiration av dagvattnet. Vidare bidrar vegetationen till att stabilisera och bibehålla infiltrationskapaciteten hos filtermaterialet.
5. Ett **filtermaterial** som fungerar som underlag för vegetation, samt renar och fördröjer dagvattnet (sandbaserad växtjord).
6. Ett **materialavskiljande lager** som förhindrar att mindre partiklar från filtermaterialet övergår till det underliggande dräneringslagret (t.ex. grovsand).
7. Ett **dräneringslager** genom vilket regnbädden kan dränera till befintligt ledningsnät för dagvatten. Bidrar även till att öka regnbäddens utjämningsvolym (t.ex. makadam, singel, eller lecakulor).
8. Ett **geomembran** eller annan tät yta som förhindrar infiltration i underliggande mark (om infiltration av dagvatten i underliggande mark ej önskas). Då infiltrationsförutsättningarna inom planområdet är låga (avsnitt 3.2) så föreslås att regnbäddarna konstrueras med tät botten, och att renat dagvatten avleds mot befintligt dagvattennät.
9. Ett **förbehandlingssteg** för att förhindra höga flöden till regnbädden och filtrera bort grövre partiklar (t.ex. löv).

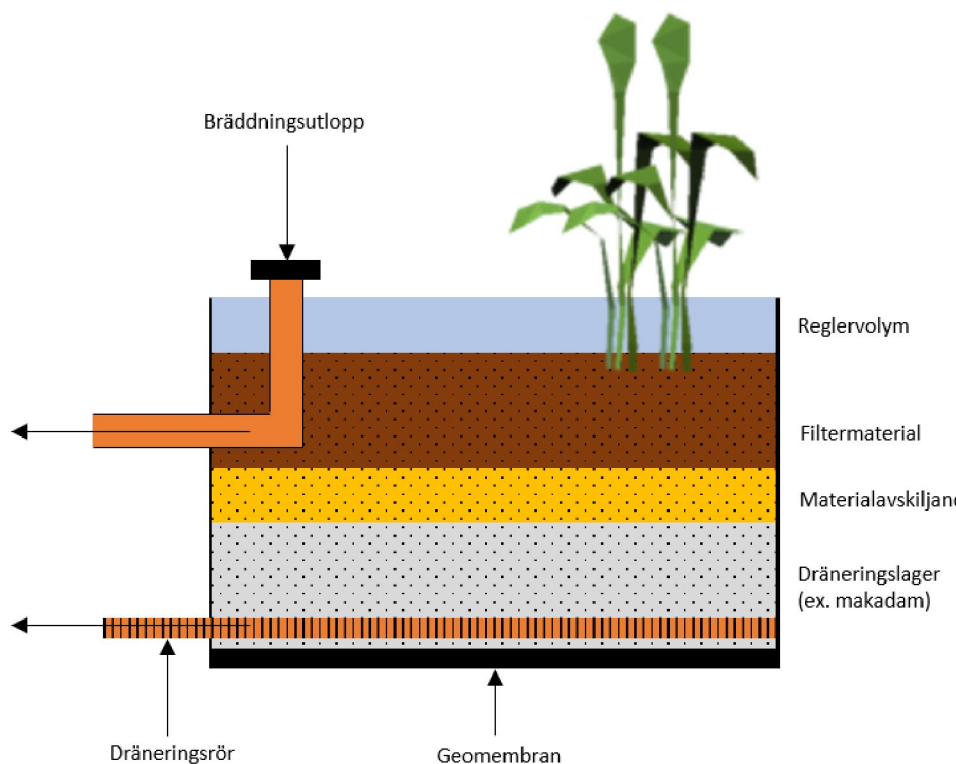
Förbehandlingssteget kan exempelvis utgöras av en stenkista till vilken dagvatten från stuprör leds i ett första steg för att förhindra erosionsskador på regnbädden vid kraftiga flöden, samt för att tillåta sedimentation/filtrering av grövre partiklar vilket förhindrar en tidig igensättning av regnbädden. Vidare så bör filtermaterialet som används i regnbäddarna väljas utefter de huvudsakliga föroreningarna som förväntas i dagvattnet från detaljplaneområdet/respektive delavrinningsområde, och med hänsyn till de prioriterade ämnena i recipienterna (Mälaren-Riddarfjärden), då reningseffekten för olika föroreningar skiljer sig åt mellan olika filtermaterial (se biofilter i SVU, 2019).



Figur 6-1. Avledning av takvatten till planteringar via rännalar anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).



Figur 6-2. Exempel på avledning av takvatten via rännalar anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).



Figur 6-3. Principskiss över uppbyggnad av en regnbädd efter Payne m.fl. (2015). I exemplet så tillåts inte dagvatten infiltrera i underliggande mark och leds till befintligt dräneringssystem.

6.1.1 Uppskattning av ytanspråk

Givet en erforderlig utjämningsvolym om 28 m^3 för planområdet enligt projekterad exploatering så har den erforderliga arean för regnbäddarna uppskattats (Tabell 6-3) enligt följande antagen på utformning av regnbäddarna (jmf. Figur 6-3)

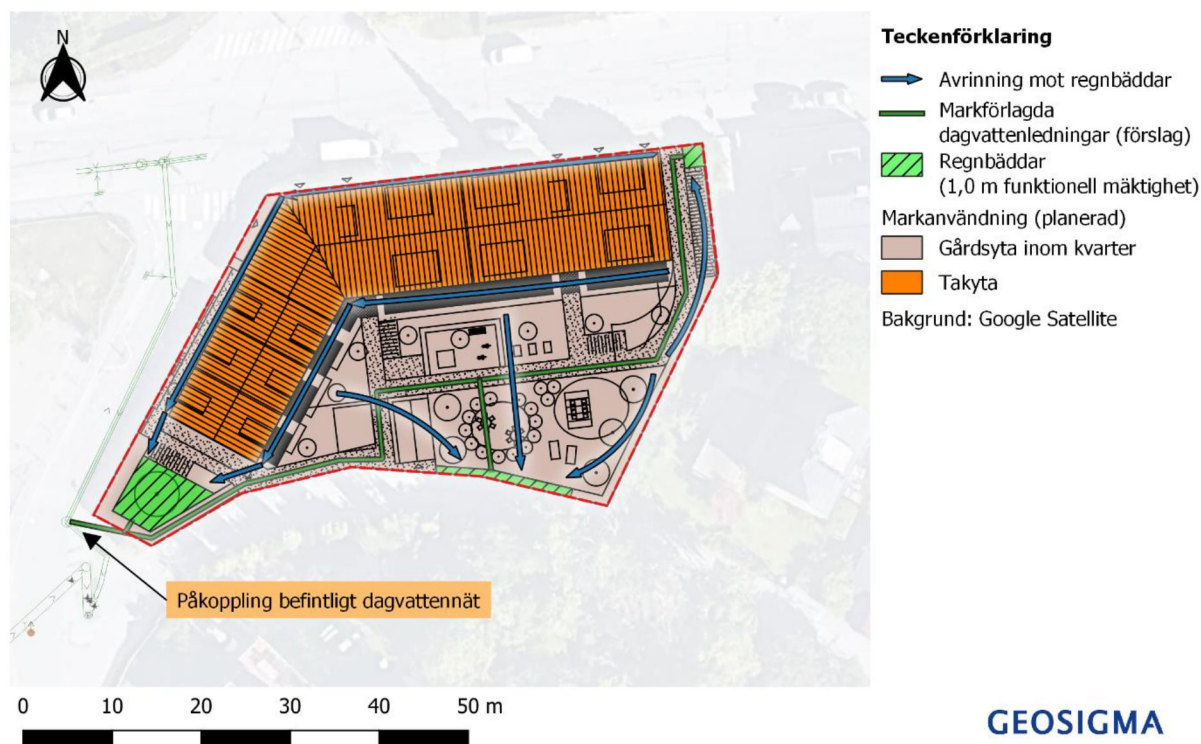
1. En reglervolym om 0,1 m
2. En funktionell mäktighet (filtermaterial, materialavskiljande lager, samt dräneringslager) mellan 0,1 och 1,0 m med en genomsnittlig porositet om 0,3

Som ses i Tabell 6-3 så beror regnbäddarnas erforderliga area av dess funktionella mäktighet. Givet en funktionell mäktighet om 1,0 m så har den erforderliga arean på regnbäddarna för att möta erforderliga utjämningsvolym om 28 m^3 uppskattas till $70,0 \text{ m}^2$ (Tabell 6-3).

Tabell 6-3. Uppskattad erforderlig area för regnbäddar som en funktion av dess funktionella mäktighet (filtermaterial, materialavskiljande lager, samt dräneringslager) för att möta erforderlig utjämningsvolym om $18,2 \text{ m}^3$ givet en reglervolym om 0,1 m och en porositet på den funktionella mäktigheten om 0,3.

Funktionell mäktighet (m)	Erforderlig area, regnbäddar (m^2)
0,0	280
0,1	215.4
0,2	175
0,3	147.4
0,4	127.3
0,5	112
0,6	100
0,7	90.3
0,8	82.4
0,9	75.7
1,0	70

Ett förslag på hur regnbäddar kan placeras inom planområdet för att möta erforderlig utjämningsvolym redovisas i Figur 6-4. Dagvatten från takytan leds via hängrännor, stuprör, och markförlagda ledningar mot en regnbädd i den sydvästra delen av planområdet (placering med hänsyn till underjordiskt garage). Dagvatten från gårdsytan inom kvarteret leds till en regnbädd i den sydöstra delen av planområdet, samt till en mindre regnbädd i den nordöstra delen av planområdet (Figur 6-4). Från respektive regnbädd så leds sedan dagvatten till närmaste påkopplingspunkt för dagvatten (Figur 6-4). Om påkoppling sker enligt figur så ingår planområdets dagvatten Klubbenområdets (Mälaren-Riddarfjärden) tekniska avrinningsområden.



GEOSIGMA

Figur 6-4. Förslag på placering av regnbäddar med en funktionell mäktighet om 1,0 m (jmf. Tabell 6-3) för att möta en erforderlig utjämningsvolym om 28 m³ enligt tidigare antaganden om utformning.

6.1.2 Uppskattning av reningseffekt

För projekterad exploatering av planområdet inklusive rening och fördröjning av dagvatten i regnbäddar så indikeras en minskad ämneshalt för samtliga studerade ämnen i utgående dagvatten (Tabell 6-4).

Tabell 6-4. Sammanställning av i StormTac simulerade utgående ämneshalter i dagvatten från planområdet enligt planerad markanvändning med fördröjning och rening regnbäddar. Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämneshalt i dagvatten från planområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (med rening).

Ämne	Enhet	Markanvändning		
		Befintlig	Planerad (med rening)	Förändring (%)
P	ug/L	200	39	-81
N	ug/L	1400	550	-61
Pb	ug/L	10	0,62	-94
Cu	ug/L	20	3,7	-82
Zn	ug/L	80	3,9	-95
Cd	ug/L	0,50	0,072	-86
Cr	ug/L	5,8	1,5	-74
Ni	ug/L	6	1,5	-75
Hg	ug/L	0,015	0,0030	-80
SS	ug/L	45 000	7600	-83
Olja	ug/L	400	36	-91
PAH16	ug/L	0,6	0,033	-95
BaP	ug/L	0,05	0,0029	-94
Antracen	ug/L	0,01	0,0032	-68
PBDE	ug/L	0,01545	0,005346	-65
TBT	ug/L	0,002	0,00065	-68
As	ug/L	3	0,80	-73
Fe	ug/L	1700	1200	-29

På grund av en ökad areal av hårdgjorda ytor inom, och en medföljande större volym av avgående dagvatten från, planområdet enligt projekterad exploatering så indikeras dock en ökad ämnesbelastning för t järn (Fe) till recipienten gentemot befintliga förhållanden (Tabell 6-5). Denna ökning bör dock bör dock kunna undgås med hjälp av miljövänliga materialval i samband med byggnationsprocessen. Föreslagna dagvattenanläggningar uppfyller Stockholm stads riktlinjer och om dessa anläggs anses 90 % av föroreningarna renas vid genomsnittliga flöden.

Tabell 6-5. Sammanställning av i StormTac simulerade utgående ämnesbelastning i dagvatten från planområdet enligt planerad markanvändning med rening och fördröjning regnbäddar. Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämnesbelastning i dagvatten från planområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (med rening).

Ämne	Enhet	Markanvändning		
		Befintlig	Planerad (med rening)	Förändring (%)
P	kg/år	0,051	0,024	-53
N	kg/år	0,4	0,4	0
Pb	kg/år	0,004	0,00046	-89
Cu	kg/år	0,0064	0,0031	-52
Zn	kg/år	0,024	0,0033	-86
Cd	kg/år	0,00013	0,000061	-53
Cr	kg/år	0,0014	0,0012	-14
Ni	kg/år	0,0017	0,0013	-24
Hg	kg/år	0,000012	0,0000025	-79
SS	kg/år	11	5,6	-49
Olja	kg/år	0,099	0,027	-73
PAH16	kg/år	0,00014	0,00002	-86
BaP	kg/år	0,000018	0,0000024	-87
Antracen	kg/år	0,0000039	0,0000025	-36
PBDE 209	kg/år	0,0000041	0,000004	-2
TBT	kg/år	0,000013	0,0000005	-96
As	kg/år	0,00066	0,00056	-15
Fe	kg/år	0,37	0,93	151

7. Sammanfattning och slutsats

Enligt detaljplanen för planområdet "Landsknekten" (fastigheterna Landsknekten 4 och Landsknekten 22) i Älvsjö, Stockholm, så planeras en bostadsbebyggelse där två befintliga villor ersätts av flerfamiljshus med tillhörande underjordiskt parkeringsgarage.

Planområdet är beläget inom ytvattenförekomsten Magelungens naturliga avrinningsområde, och Klubbenområdets tekniska avrinningsområde varinom dagvatten leds mot recipienten Mälaren-Riddarfjärden. Mälaren-Riddarfjärden utgör den primära recipienten av dagvatten från planområdet. Markytan inom planområdet utgörs uteslutande av lera vilket medför att infiltration av dagvatten inte är lämpligt och dagvatten måste avledas till befintligt dagvattennät för vidare avledning mot recipient. Riktlinjer för dagvattenhantering inom planområdet har tillämpats utifrån Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm.

Beräkningar på dagvattenflöden för befintlig samt planerad markanvändning inom planområdet visar på att dagvattenflöden ökar enligt den projekterade exploateringen av planområdet på grund av en ökad areal hårdgjord yta. Vidare så visar simuleringar i StormTac att ämneshalter av kväve (N), kadmium (Cd), arsenik (As), samt järn (Fe) ökar enligt planerad exploatering av planområdet utan tillämpad dagvattenlösning. På grund av en förväntad ökning i dagvattenflöden från planområdet så ökar ämnesbelastningen alla studerade ämnen, bortsett från benzo(a)pyrene, från planområdet mot recipienten enligt projekterad exploatering utan rening.

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm så har den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet beräknats till 28 m³. Även med en fördröjning och magasinering om 20 mm nederbörd så förväntas dagvattenflöden från planområdet enligt projekterad exploatering att öka. För att möta erforderlig utjämningsvolym och reningsbehov av dagvatten från planområdet enligt Stockholm stads åtgärdsnivå så föreslås ett dagvattensystem bestående av regnbäddar med tät botten som fördröjer och renar dagvatten innan avledning via befintligt ledningsnät för dagvatten mot recipient. Simuleringar i StormTac visar på en minskning av halter och mängder för samtliga av de studerade ämnena i dagvatten från planområdet enligt projekterad exploatering med fördröjning och rening i regnbäddar. Enda undantaget är indikationen av järn (Fe) som kan undvikas genom miljövänliga byggnadsmaterial.

Sammantaget så bedöms projekterad exploatering av planområdet, med rening och fördröjning av dagvatten i regnbäddar enligt Stockholms stads åtgärdsnivå om 20 mm, inte riskera en försämring av kemisk respektive ekologisk status i recipienten Mälaren-Riddarfjärden. Planerad exploatering bedöms inte heller bidra till en ökad översvämningsrisk för områden nedströms, nordost om planområdet.

8. Referenser

Boverket, 2020a. Definition av "Allmän plats[mark]". <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/anvandning-av-allman-plats/>. 2020-07-02.

Boverket, 2020b. Definition av "Kvartersmark". <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/anvandning-av-kvartersmark/>. 2020-07-02.

Payne, E., Hatt, B., Deletic, A., Dobbie, M., McCarthy, D., Chandrasena, G., 2015. Adoption Guidelines for Stormwater Biofiltration Systems – Summary Report, Melbourne, Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities.

SGU, 2020a. Jordartskartan. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/jordarter-125-000-1100-000/>. 2020-08-31.

SGU, 2020b. Markytans genomsläpplighet. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/genomslapplighet/>. 2020-08-31.

SGU, 2020c. Grundvattnets sårbarhet. <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/grundvattendata/grundvattnets-sarbarhet/>. 2020-08-31.

SGU, 2020d. <https://www.sgu.se/grundvatten/brunnar-och-dricksvatten/brunnsarkivet/>. 2020-08-31.

SGU, 2020e. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/grundvattenkartvisare/grundvattenmagasin/>. 2020-08-31.

SMHI, 2020a. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354>. 2020-08-31.

Stockholm stad, 2016. Dagvattenhantering. Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation. https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/atgardsniva_v1-1_fi.pdf. 2020-07-02.

Stockholm Vatten, 2020. Henriksdals avloppsreningsverk. <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf1/avloppsvatten/henriksdals-reningsverk/henriksdals-reningsverk>. 2020-09-09.

SVU, 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. Svenskt Vatten Utveckling, rapport nr 2019-20, Bromma, Sverige.

VISS, 2020a. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA36084210>. 2020-08-31.

VISS, 2020b. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42021115>. 2020-09-09.

WRS, 2016. Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholm. Rapport nr 2016-0752-A.

QGIS, 2020. <https://qgis.org>. 2020-06-16.