

DAGVATTENUTREDNING

BARETTEN 2

2018-08-15



Bildkälla: Google Maps, 2018 (modifierad)

DAGVATTENUTREDNING

Baretten 2

KUND

SISAB, Skolfastigheter i Stockholm AB

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

Hamngatan 11B

WSP Sverige AB

891 33 Örensköldsvik

Besök: Hamngatan 11B

Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Madeleine Erneholm

madeleine.erneholm@wsp.com

+46 (0)10 722 78 17

Linda Hörnsten

linda.hornsten@wsp.com

+46 (0)10 722 78 07

Kristina Sandberg

kristina.sandberg@wsp.com

+46 (0)10 722 84 36

UPPDRAGSNAMN
Kv Baretten 2. Nybyggnad av
förskola

UPPDRAGSNUMMER
10266662

FÖRFATTARE
Madeleine Erneholm

DATUM
2018-05-07

ÄNDRINGSDATUM
2018-08-15

Granskad av
Linda Hörnsten

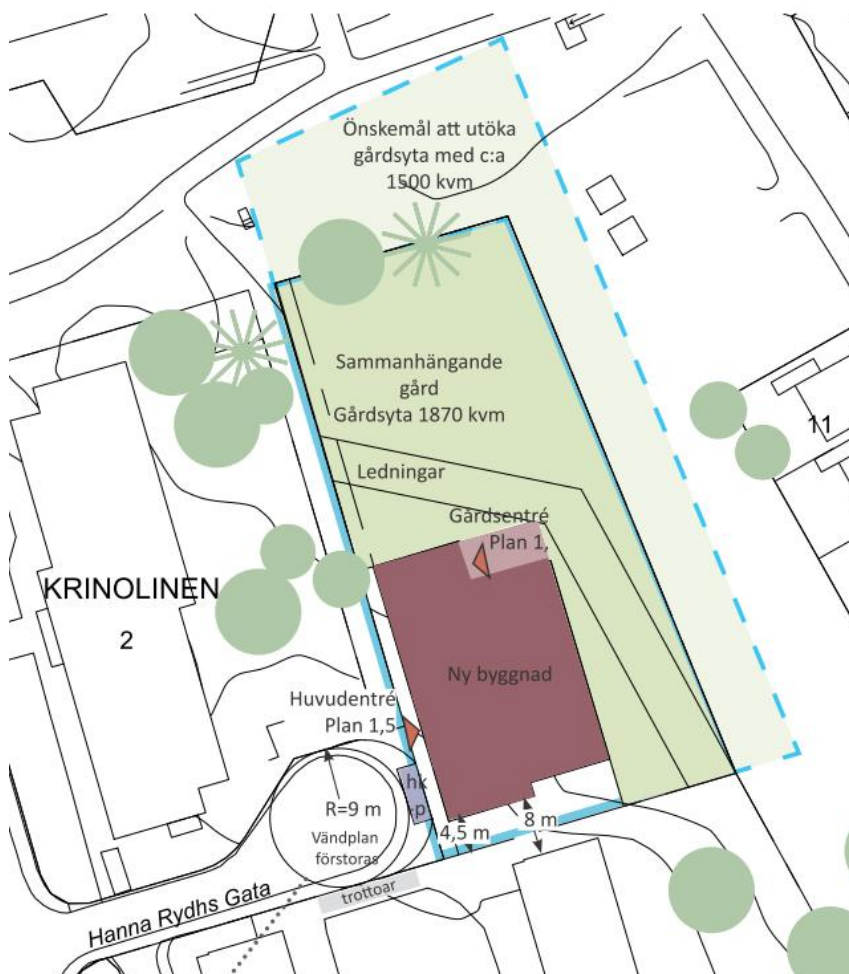
Godkänd av
Kristina Sandberg

INNEHÅLL

1	BAKGRUND	4
1.1	SYFTE	4
2	FÖRUTSÄTTNINGAR	5
2.1	LÄGE OCH AVGRÄNSNINGAR	5
2.2	GEOHYDROLOGI	5
2.2.1	Grundvatten och förutsättningar för infiltration/perkolation	6
2.3	AVVATTNING	6
2.3.1	Rinnvägar	6
2.3.2	Instängda områden	7
2.3.3	Befintliga dagvattenledningar och anslutningspunkter	8
2.3.4	Avrinningsområden	9
2.4	KRAV OCH RIKTLINJER	9
2.4.1	Miljö kvalitetsnormer för recipient	9
2.4.2	Stockholm Vatten Dagvattenpolicy	11
3	FÖRVÄNTADE KONSEKVENSER	12
3.1	FLÖDEN FÖRE OCH EFTER EXPLOATERING	12
3.2	FÖRDRÖJNINGSBEHOV OCH TÖMNINGSTID	14
3.3	FÖRORENINGAR FÖRE OCH EFTER EXPLOATERING	15
4	SYSTEMLÖSNING OCH FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER	16
4.1	BESKRIVNING AV ANLÄGGNING	16
4.1.1	Skelettjord	18
4.1.2	Krossdike/Makadamdike	18
4.2	FÖRDRÖJNINGSBEHOV OCH FLÖDEN EFTER DAGVATTENHANTERING	19
4.2.1	Beräkningar till krossdike – öst	20
4.2.2	Beräkningar till krossdike, skelettjord – norr	20
4.3	RENING EFTER DAGVATTENHANTERING	20
4.4	UTÖKNING AV PLANOMRÅDE	21
4.5	KLIMATSCENARIO: 100-ÅRSREGN	22
5	SLUTSATSER	22
6	REFERENSER	23

1 BAKGRUND

I samband med att en ny förskola ska byggas inom fastigheten Baretten 2 i Fruängen, Stockholm, har WSP fått i uppdrag att ta fram en dagvattenutredning. Planområdet är ca 2760 m². Inom planområdet finns i dagsläget en befintlig byggnad med förskoleverksamhet, vilken ska rivas när den nya byggnaden har uppförts. Norr om planområdet finns en tillfällig paviljong. Denna ska också rivas och det finns önskemål om att planområdet utökas med ca 1500 m², se figur 1.



Figur 1: Skiss över Baretten 2. Bildkälla: Max Arkitekter, 2018-03-28.

1.1 SYFTE

Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram lämpliga lösningar för hantering av dagvatten inom planområdet. Dagvattenutredningen utgår från Stockholms stads "Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen", version 2017-06-16. Detta innefattar bl.a. beräkningar av det befintliga och framtida dagvattenflödet samt förändring i föroreningsbelastning som sker som konsekvens av nybyggnation samt rivning av tidigare förskolebyggnad. Ett klimatscenario studeras för att se hur planen påverkas av och påverkar omkringliggande bebyggelse. Förväntade konsekvenser (flöden och föroreningar) redovisas för planområdet utan den eventuella utökningen.

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 LÄGE OCH AVGRÄNSNINGAR

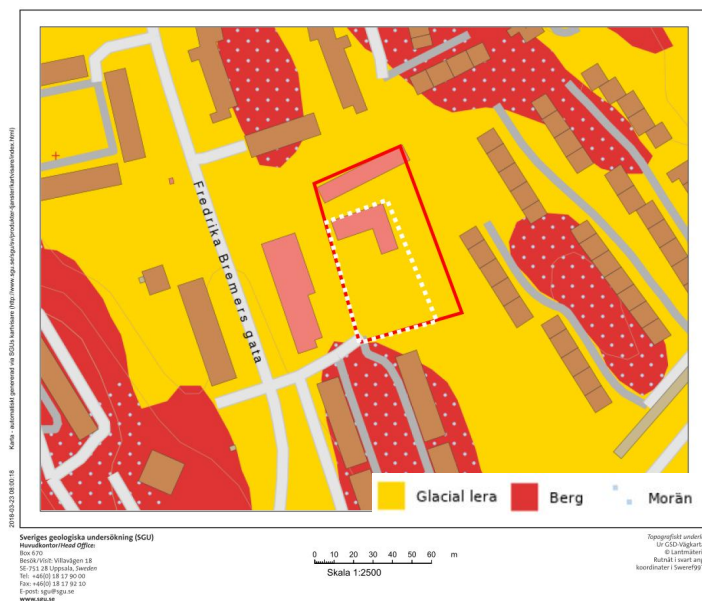
Den aktuella fastigheten Baretten 2 i Fruänget ligger på Hanna Rydhs gata 5, se figur 2. Fastigheten och tillika planområdet begränsas i norr av en paviljong, i väst av HVB-boende och Fredrika Bremers gata samt i syd och öst av flerfamiljshus, villor och grönområde. Den eventuella utökningen av planområdet på 1500 m² skulle innebära en flytt av fastighetsgränsen norrut och österut, se figur 2.



Figur 2: Satellitfoto över planområdet samt det utökade planområdet. Bildkälla: Google Maps, 2018 (modifierad).

2.2 GEOHYDROLOGI

Enligt SGU:s jordartskarta består området av glacial lera, se figur 3. I områdets närhet dominerar jordarterna av glacial lera samt berg i dagen med tunt eller osammanhängande lager av morän.



Figur 3: Jordartskarta över planområdet. Bildkälla: SGU, 2018 (modifierad).

2.2.1 Grundvatten och förutsättningar för infiltration/perkolation

Ingen information om grundvattennivåer finns tillgänglig.

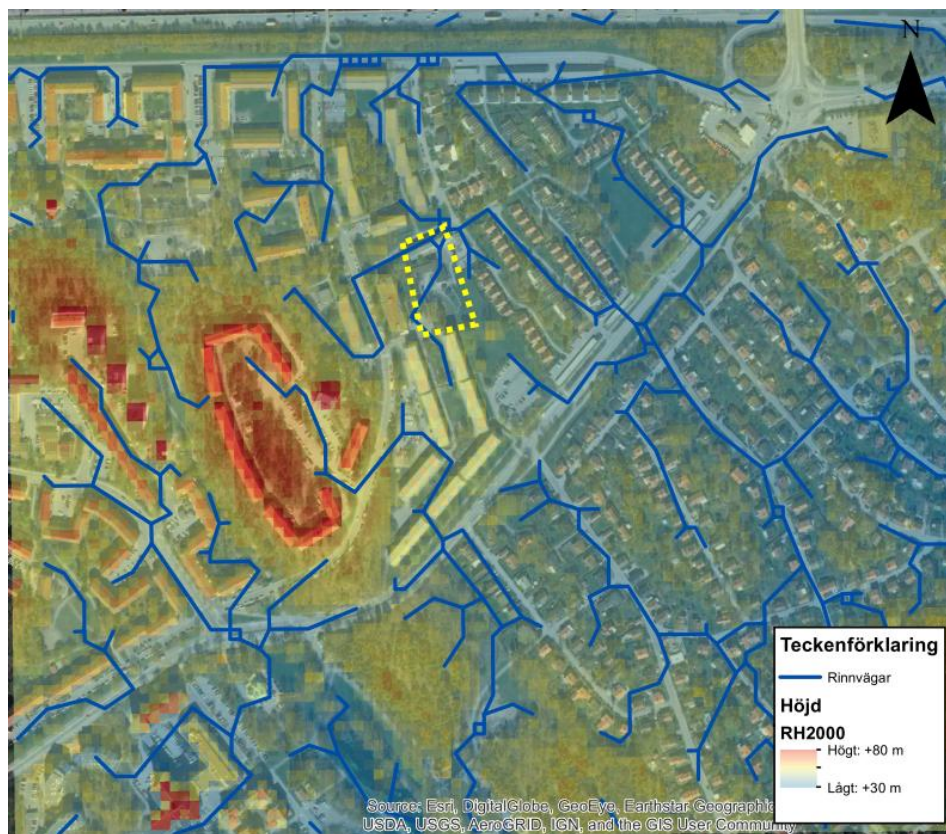
På grund av att området domineras av jordarter med låg genomsläpplighet, bedöms möjligheterna till infiltration eller perkolation att vara dåliga.

2.3 AVVATTNING

2.3.1 Rinnvägar

För att kontrollera tillrinning av dagvatten från ovanliggande områden samt kontrollera vart dagvattnet rinner ut från planområdet gjordes en GIS-analys (figur 4). Vid denna analys användes höjddata för att beräkna riktning på de flöden som uppstår. Där flödesackumulationslinjer uppstår beräknas det uppkomma ett koncentrerat flöde vid regn. Analysen tar endast hänsyn till den information som förekommer i höjddata och resultatet används som riktlinjer för att kontrollera flöden och flödesvägar. Analysen tar inte hänsyn till t.ex. byggnader, mindre höjdskillnader, dagvattennät och befintliga diken som inte är registrerade i höjddatat.

Vid normala regn tas om hand av dagvattennätet. Flödesaccumulationslinjerna i figur 4 speglar därför de rinnvägar som uppkommer vid ett s.k. klimatscenario (ex. ett skyfall med återkomsttid på 100 år). Vid ett sådant regn kommer det ske en tillrinning från flerbostadshusen söder om planområdet. Dagvattnet kommer därefter fortsätta österut längst med en gång- och cykelväg och vidare mot sydost. Analysen visar att ingen stor tillrinning sker från omgivningen till planområdet.



Figur 4: Rinnvägsanalys över planområdet och omnejd. Planområdet är markerat med gul streckad linje.

2.3.2 Instängda områden

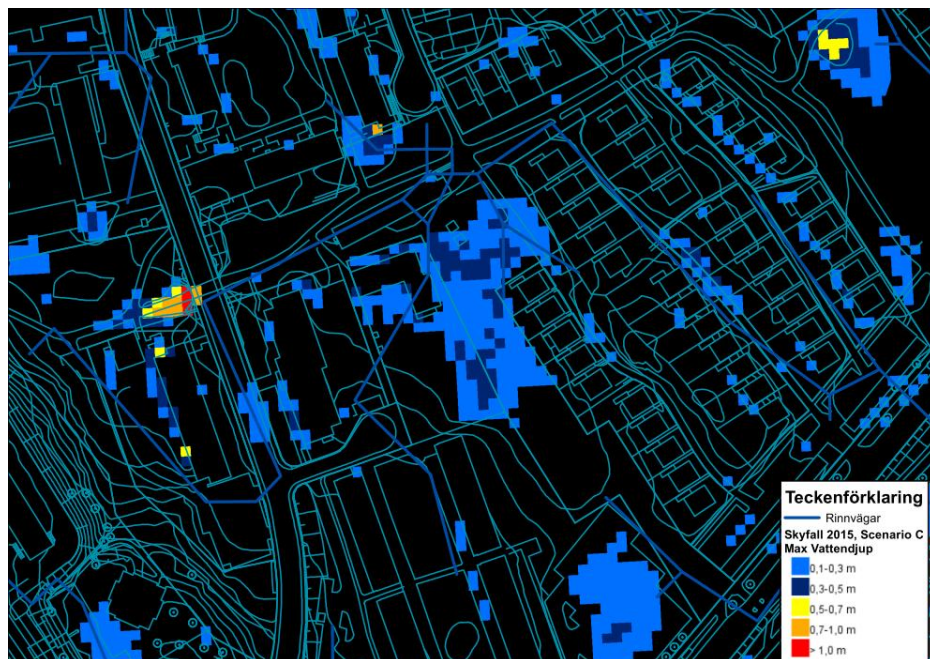
För att kontrollera förekomst av instängda områden gjordes ännu en GIS-analys, se figur 5. Denna analys visar hur instängda lågpunkter i området kan fyllas med vatten innan det rinner vidare. Analysen tar inte hänsyn till infiltration, ledningsnätets kapacitet eller typ av regn, utan visar endast hur högt vattnet stiger innan det flödar över kanten. Maxdjupet inom planområdet är mellan 1,5 och 2 m.

En liknande analys finns att hitta hos Stockholms stads Miljöbarometer och finns presenterad i figur 6. Denna figur visar det maximala vattendjupet som uppstår vid ett skyfall. Modelleringen av vattendjup har utgått från ett 100-årsregn, en viss infiltration i mark samt att rännstensbrunnar och ledningar på fastigheter klarar ett 5-årsregn. Här är maxdjupet beräknat till att vara ca 0,1-0,5 m.



Figur 5: GIS-analys över instängda områden.

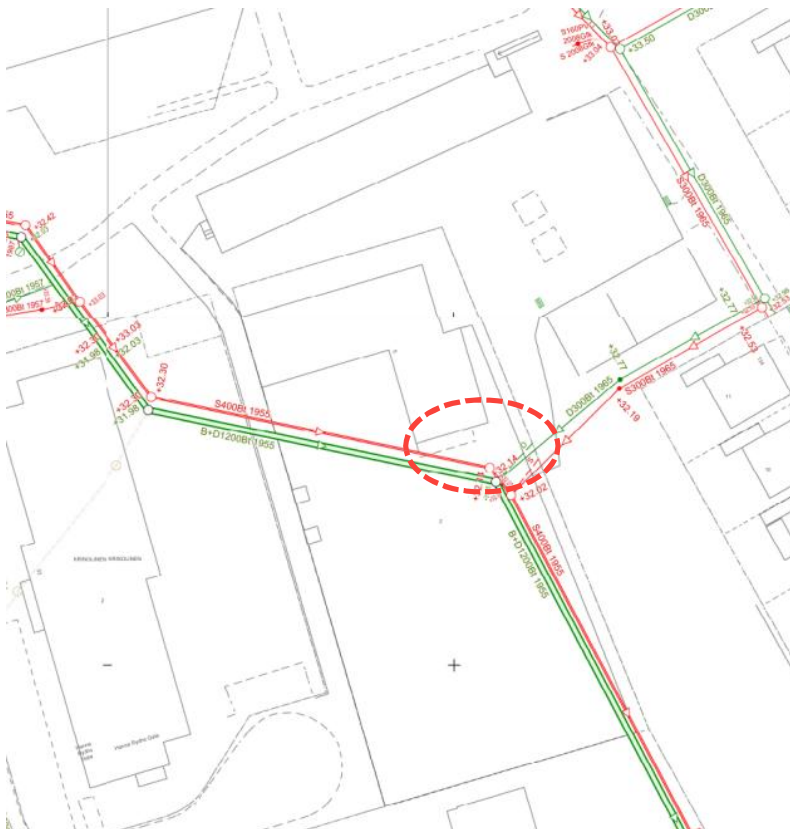
Båda analyserna visar på att grönområdet direkt öst om planområdet fungerar som en översvämningssyta vid skyfall. Skillnaderna i vattendjup är stora. Dock bedöms analysen för Stockholms stad vara mer realistisk, eftersom ingen stor tillrinning sker från omkringliggande områden och fler parametrar är inräknade. Ingen vattenansamling förväntas uppstå där den nya byggnaden är planerad enligt Miljöbarometern. För beskrivning av detta se kapitel 4.2 Klimatscenario: 100-årsregn.



Figur 6: Skyfallsmodellering med maximalt vattendjup som uppstår vid ett 100-årsregn. Källa (WMS): Stockholms Miljöbarometer, 2015.

2.3.3 Befintliga dagvattenledningar och anslutningspunkter

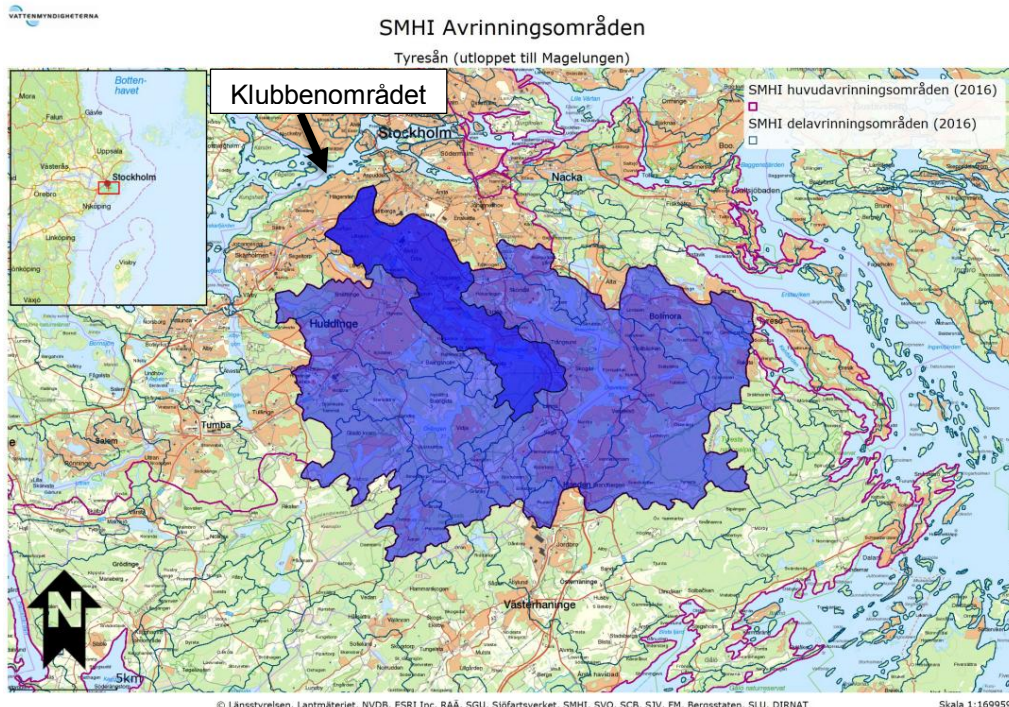
Söder om den befintliga byggnaden finns en dagvattenledning och en spillvattenledning som ligger inom ledningsrätt. I figur 7 redovisas ledningarna samt den befintliga förbindelsepunkten för dagvatten till fastigheten.



Figur 7: Ledningsnät över fastigheten med förbindelsepunkten för dagvatten inringad. Bildkälla: Stockholm Vatten och Avfall, 2018.

2.3.4 Avrinningsområden

Utløppspunkten för avledning av dagvatten via ledningar mynnar i Klubbenområdet i Mälaren-Fiskarfjärden. Planområdet ingår i delavrinningsområdet som vid ytavrinning rinner mot vattenförekomsten Magelungen, se figur 8. Detta område är ca 3500 ha och tillhör huvudavrinningsområdet som rinner mot Tyresån.



Figur 8: Delavrinnings- samt huvudavrinningsområden som planområdet utgör en del av. Det mindre området rinner mot Magelungen och ingår i ett större som rinner mot Tyresån. Bildkälla: VISS, 2018.

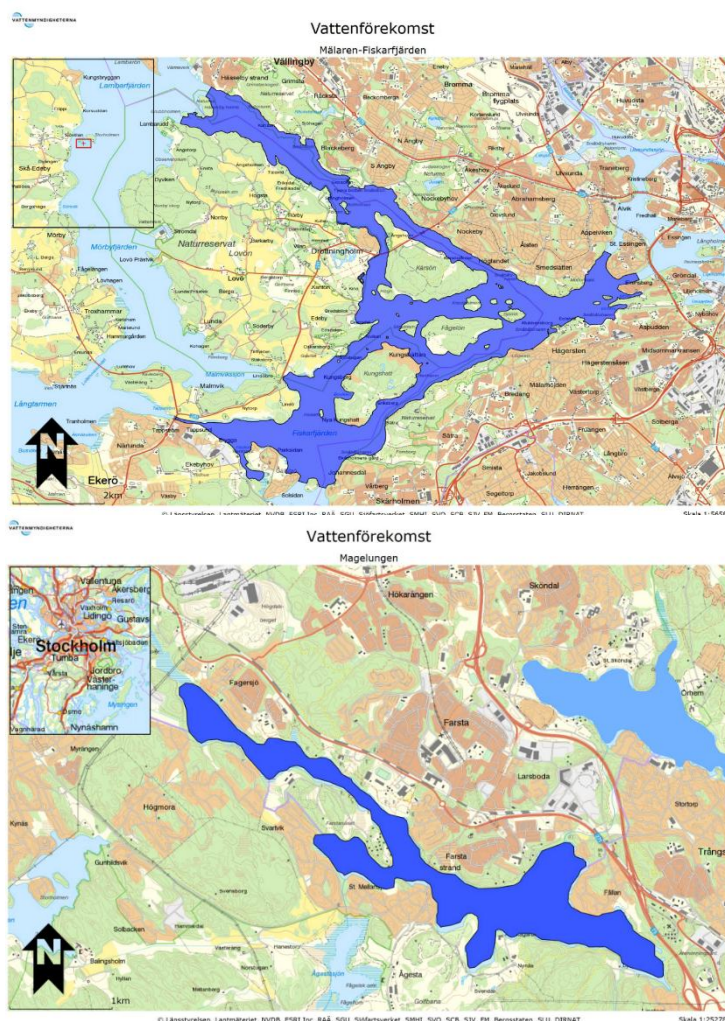
2.4 KRAV OCH RIKTLINJER

2.4.1 Miljökvalitetsnormer för recipient

Planområdet omfattas ej av Östra Mälarens vattenskyddsområde.

År 2015 antogs de nya miljökvalitetsnormerna (MKN) för vatten av Vattenmyndigheten som en del av processen att följa EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG). MKN anger vilken kvalitet och krav som sätts på vattenförekomsten vid en viss tidpunkt. Målet med MKN är att vattenförekomsterna skall uppnå god eller potential status till år 2021 och även att denna inte får försämrats.

Om statusen år 2021 inte uppfyller de satta målen kan ett undantag göras i form av en tidsfrist eller mindre stränga kvalitetskrav. Detta gäller om målen är tekniskt omöjliga, kostnaderna är orimliga, om naturliga förhållanden orsakar förvärrad status eller om införandet av vissa samhällsviktiga verksamheter dröjer målsättningen. Statusen får inte försämrats för vattenförekomster, förutom vid tillfälliga situationer.



Figur 9: Vattenförekomsten Mälaren-Fiskarfjärden och Magelungen Bildkälla: VISS, 2018.

Recipienten Mälaren-Fiskarfjärden (överst i figur 9) hade år 2017 en statusklassning på god ekologisk status samt att den ej uppnår god kemisk status, se tabell 1. Klassificeringen "ej god kemisk status" är baserat på överskridande gränsvärden av bl.a. kvicksilver och kvicksilverföreningar, PBDE, PFOS, antracen och tributyltenn.

På grund av recipientens tillstånd, avviker Mälaren-Fiskarfjärden från det generella målet att uppnå god kemisk status år 2021. Den kemiska statusen har istället getts ett undantag för kvicksilver, kvicksilverföreningar samt PBDE. PBDE och kvicksilver har fått mindre stränga krav pga. att det anses saknas tekniska förutsättningar att åtgärda de höga halterna då dessa miljögifter är luftburna (PBDE) respektive förekommer i atmosfäriskt nedfall (kvicksilver). Halterna får dock inte öka. Tidsfrist för tributyltenn och antracen har antagits till år 2027, då det bedömdes ta lång tid att uppnå god kemisk status med avseende på tributyltenn. Beträffande tidsfristen för antracen är påverkansbilden komplex och det är oklart vilka åtgärder som är mest effektiva och möjliga att genomföra.

Recipienten Magelungen (nederst i figur 9) hade år 2017 en statusklassning på otillfredsställande ekologisk status att den ej uppnår en god kemisk status, se tabell 1. Klassificeringen "otillfredsställande ekologisk status" är baserat på den växtplanktonklassificering av sjöns status med avseende på

näringsämnen. Där görs en sammanvägning av parametrarna totalbiomassa, trofiskt planktonindex samt andelen cyanobakterier. Bedömningen visade på näringsrika förhållanden vilket ger en otillfredsställande status. Vattenförekomsten bedöms även ha otillfredsställande långsgående konnektivitet i sjöar och 50 % av dess in- och utlopp utgör ett vandringshinder för fiskarter.

Det morfologiska tillståndet bedöms som måttligt, pga. en stor andel av närområdet och svämplanet till sjön är brukad mark och/eller anlagda ytor. Allmänna förhållanden, ex. parametrar som ljusförhållanden, näringsämnen och försurning har måttlig status som indikerar på övergödning (VISS, 2018).

Klassificeringen "ej god kemisk status" är baserat på överskridande gränsvärden av bl.a. kvicksilver och kvicksilverföreningar, PBDE och PFOS i biota. På grund av recipientens tillstånd, avviker Magelungen från det generella målet att uppnå god kemisk och ekologisk status år 2021, och har getts en tidsfrist för ekologisk status till 2027. Den kemiska statusen har istället getts ett undantag för kvicksilver, kvicksilverföreningar samt PBDE. PBDE och kvicksilver har fått mindre stränga krav pga. att det anses saknas tekniska förutsättningar att åtgärda de höga halterna då dessa miljögifter är luftburna (PBDE) respektive förekommer i atmosfäriskt nedfall (kvicksilver). Halterna får dock inte öka.

Att god ekologisk status skall vara uppnådd till 2027, beror att en eller flera vattenförekomster uppströms har tidsundantag till 2027 vilket för det tekniskt omöjligt att uppnå god ekologisk status med avseende på näringsämnen. Dock bör åtgärder för vattenförekomsten ha genomförts till 2021. För hydromorfologin (bristande konnektivitet) samt det morfologiska tillståndet i sjön (närområdet och svämplanet) har vattenförekomsten ej tillgetts tidsfrist. Källor till försämrad ekologisk och kemisk status anses vara jordbruk, urban markanvändning, atmosfärisk deposition, enskilda avlopp och närliggande industrier (VISS, 2018).

Tabell 1: Ekologisk och kemisk status för Magelungen och Mälaren-Fiskarfjärden samt MKN.

Recipient	Ekologisk status	Kemisk status	Kemisk status utan överallt överskridande ämnen	MKN	Kommentarer
Mälaren-Fiskarfjärden	God	Uppnår ej god	Uppnår ej god	God ekologisk status God kemisk status (mindre stränga krav för Hg, PBDE, tidsfrist för tributyltenn och antracen)	Förekomst av kvicksilver och kvicksilverföreningar, PBDE, PFOS, tributyltenn, antracen
Magelungen	Otillfredsställande	Uppnår ej god	Uppnår ej god	God ekologisk status (tidsfrist år 2027) God kemisk status (mindre stränga krav för Hg och PBDE)	Otillfredsställande biologiska kvalitetsfaktorer, måttliga allmänna förhållanden, otillfredsställande och måttliga hydromorfologiska förhållanden, förekomst av kvicksilver och kvicksilverföreningar, PBDE, PFOS

2.4.2 Stockholm Vatten Dagvattenpolicy

Stockholm Vatten har en ny åtgärdsnivå som skall tillämpas vid all ny- och större ombyggnation. Åtgärden innefattar att 20 mm nederbörd skall kunna fördröjas i hållbara dagvattensystem. Regn som överstiger 20 mm skall kunna bortledas utan att bebyggelsen skadas. Riktlinjer för kvartersmark har tagits fram i linje med dagvattenstrategin och har som syfte att ge ett stöd i arbetet med dagvattenhantering. Där beskrivs det bl.a. att fördröjning av 20 mm motsvarar fördröjningseffekt för 90 % av årsnederbörden.

Målen med dagvattenhantering är att förbättra vattenkvaliteten, ha en robust och klimatanpassad dagvattenhantering, att dagvattnet skall användas som en resurs för att skapa attraktiva funktionella inslag i stadsmiljön samt att genomförandet skall vara miljömässigt och kostnadseffektivt.

3 FÖRVÄNTADE KONSEKVENSER

3.1 FLÖDEN FÖRE OCH EFTER EXPLOATERING

För att avgöra hur stor flödesökning exploateringen kommer att generera, har flöden för exploaterad och befintlig markanvändning beräknats för 10- respektive 100-årsregn med intensitet enligt Svenskt Vattens publikation P110 (med varaktigheten 10 minuter). Enligt riktlinjer från Stockholm Vatten skall 20 mm nederbörd kunna fördröjas och årsmedelflödet från planområdet redovisas. De dimensionerande flödena före och efter exploatering är beräknade genom rationella metoden enligt följande ekvation (1):

$$Q = A \cdot i \cdot \varphi \cdot k_f \quad (1)$$

Där Q är det beräknade flödet (l/s), A är arean (ha), i är regnintensiteten (l/s, ha) och φ är avrinningskoefficienten. En klimatfaktor (k_f) på 1,25 används enligt de nya riktlinjerna i Svenskt Vattens publikation P110. Vid beräkning har avrinningskoefficienter baserade på Svenskt Vattens P110 använts.

Gårdsytorna för ny plan finns presenterade i figur 10. Detta är endast en schematisk skiss över gården, som underlag till dagvattenutredning. Befintliga gårdsytor är uppskattade och baserade på satellitfoton samt gatuvyer från googlemaps.se. Därmed kan dessa ytor till en viss del avvika från verkligheten.



Figur 10: Preliminär gårdsplan.

I tabell 2 och 3 redovisas de förändringar i flöden som uppstår för planområdet. Flödet ökar med ca 70-75 % efter exploatering.

Tabell 2: Dimensionerande flöden för ett 10-, respektive ett 100-årsregn vid befintlig markanvändning.

Markanvändnings område	Area (m ²)	Avrinnings- koefficient (φ)	Red. area (m ²)	Dim. flöde 10-årsregn (l/s)	Dim. flöde 100- årsregn (l/s)
				17,1 mm med kf	36,7 mm med kf
Grönyta	1567	0,1	157	4	8
Asfalt	240	0,8	192	4	9
Grus/sand	430	0,2	86	2	4
Tak	523	0,9	470	11	23
Totalt	2760	0,33	905	21	44
*Klimatfaktor 25 %				26	55

Tabell 3: Dimensionerande flöden för ett 10-, respektive ett 100-årsregn efter nybyggnation.

Markanvändnings- område	Area (m ²)	Avrinnings- koefficient (φ)	Red. area (m ²)	Dim. flöde 10-årsregn (l/s) 17,1 mm med kf	Dim. flöde 100-årsregn (l/s) 36,7 mm med kf
Grönyta	631	0,1	63	1	3
Asfalt	641	0,8	513	12	25
Fallskyddsgummi	274	0,8	219	5	11
Grus/sand	421	0,2	84	2	4
Tak	631	0,9	714	16	35
Totalt	2760	0,58	1593	36	78
*Klimatfaktor 25 %				45	97

Årsmedelflödet från planområdet är beräknat utifrån årsmedelnederbörden på 628 mm/år (Miljöbarometern, 2018). Beräknat med en klimatkfaktor på 25 % resulterar detta i en årsmedelnederbörd på 785 mm/år. Förändringen i årsmedelflöde är ca 76 %, se tabell 4.

Tabell 4: Årsmedelflöde från planområdet före och efter planerad exploatering.

Scenario	Red. Area (m ²)	Nederbörd (m/år)	Årsmedelflöde (m ³ /år)	Årsmedelflöde (l/s)
Befintlig mark	905	0,785	710	0,016
Planerad mark	1593	0,785	1251	0,040
Förändring			76 %	76 %

3.2 FÖRDRÖJNINGSBEHOV OCH TÖMNINGSTID

Fördröjningsbehovet enligt Stockholm stads riktlinjer innebär att en volym på 32 m³ skall kunna fördröjas och renas inom området. Detta är beräknat enligt följande formel (2):

$$V = A_{plan} \cdot \varphi \cdot 20 \text{ mm} \quad (2)$$

Tömningstiden för fördröjningsvolymen ska inte överstiga 12 timmar för att ett efterföljande regn ska kunna omhändertas.

Eftersom underliggande jordar är relativt täta föreslås tömning ske via ett strypt utlopp. Ett lågt flöde är önskvärt, men för små utlopp medför problem med igensättning. Utflödet 4 l/s föreslås vilket motsvarar en utloppsledning med dimensionen 110 mm och lutningen 5 promille, tömningstid blir då 2,2 timmar.

3.3 FÖRORENINGAR FÖRE OCH EFTER EXPLOATERING

Genom programmet StormTac har de befintliga och framtida föroreningshalterna och -mängderna från planområdet beräknats. Syftet med detta är att kunna göra bedömning av exploaterings påverkan på recipienten. För beräkning av föroreningar för den befintliga marken användes markanvändningen "skolgård" med en sammanvägd avrinningskoefficient. Med ett skolområde menas ett område med skolbyggnad, skolgård, eventuell idrottsplats och parkering samt mindre andel grönytor. Eftersom det inte förekommer parkeringar eller biltrafik inom planområdet förväntas de värden som beräknas fram, vara till en viss del överskattade. Eftersom markanvändningen på befintlig och planerad mark är likställda, skiljer sig endast avrinningskoefficienten åt.

Se tabell 5 och 6 för sammanställning av föroreningar från planområdet. Riktvärdena i tabell 4 är förslag på årsmedelhalter i dagvattenutsläpp gällande för mindre sjöar, vattendrag och havsvikar, ej direktutsläpp till recipient, 2M (Riktvärdesgruppen, 2009).

Föroreningshalter samt -mängder beräknas öka efter genomförande av planen. För den befintliga planen beräknas fosfor, bly och kadmium överstiga riktvärden. Efter genomförande av exploateringen beräknas även zink och suspenderat material överstiga rekommenderade riktvärden.

Tabell 5: Beräknade föroreningshalter för befintlig och planerad mark. Riktvärden är förslag på årsmedelhalter i dagvattenutsläpp för mindre sjöar, vattendrag och havsvikar, ej direktutsläpp till recipient, 2M (Riktvärdesgruppen, 2009).

Parameter	Förorenings- halter befintlig mark (µg/l)	Förorenings- halter planerad mark (µg/l)	Förändring (%)	Riktvärden (µg/l)
P	240	270	13	175
N	1500	1600	7	2500
Pb	12	13	8	10
Cu	24	27	13	30
Zn	82	91	11	90
Cd	0,53	0,62	15	0,5
Cr	9,4	11	17	15
Ni	7,9	8,5	6	30
Hg	0,025	0,028	8	0,07
SS	56000	63000	13	60000
Olja	550	620	13	700
PAH16	0,45	0,53	16	-
BaP	0,039	0,045	13	0,07

Förändringen i föroreningsmängder före och efter exploatering är större än förändringen för föroreningshalter. Detta beror på ett ökat flöde som resultat av fler hårdgjorda ytor.

Suspenderat material (SS) är ett mått på partiklar som kan sedimentera. Innehåll av partiklar är en viktig parameter för att bedöma kvaliteten på dagvattnet, då dessa ofta kan binda en stor mängd föroreningar till sig. Dessa kan t.ex. vara metaller, bakterier eller organiska ämnen.

Tabell 6: Beräknade föroreningsmängder för befintlig och planerad mark.

<i>Parameter</i>	<i>Föroreningsmängder befintlig mark (kg/år)</i>	<i>Föroreningsmängder planerad mark (kg/år)</i>	<i>Förändring (%)</i>
P	0,19	0,32	68
N	1,2	1,9	58
Pb	0,0091	0,016	76
Cu	0,019	0,032	68
Zn	0,065	0,11	69
Cd	0,00042	0,00072	71
Cr	0,0074	0,013	76
Ni	0,0062	0,01	61
Hg	0,00002	0,000033	65
SS	44	74	68
Olja	0,43	0,73	70
PAH16	0,00036	0,00062	72
BaP	0,000031	0,000052	68

4 SYSTEMLÖSNING OCH FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

4.1 BESKRIVNING AV ANLÄGGNING

Eftersom dagvattenledningen tillhörandes Stockholm Vatten och Avfall ligger djupt (+31,85 m) i förhållande till markytan (över +35 m vid planområdets lägsta punkt), kan dagvatten från hela området avledas till befintlig förbindelsepunkt utan risk för kollision.

För att uppfylla den gällande åtgärdsnivån 20 mm ska 32 m³ skall kunna fördröjas och renas inom området. Detta kan åstadkommas genom avledning till skelettjordar, krossdiken, nedsänkta växtbäddar eller svackdiken.

Vid plantering av träd i skelettjord anläggs 15 m³ skelettjord per träd. Skelettjord med porositeten 30% kan därmed hålla 5 m³ vatten. För att fördröja och rena 32 m³ skulle det därmed krävas sju träd med skelettjord. Dessa kan kompletteras med krossdiken för bortledning av flöden.

Anläggs istället nedsänkta växtbäddar skulle det krävas 160 m² av växtbäddar med ett fördröjningsdjup på 20 cm. Eftersom en växtbädd

innebär att vattnet blir stående på en yta rekommenderas inte denna som systemlösning med tanke på förskoleverksamheten.

Då rinnvägarna för dagvatten leds mot nordost i planområdet, föreslås att dagvattenanläggningarna placeras så att de skär av flödet innan det leds vidare till omkringliggande fastigheter, se figur 11. Skelettjordarna är lokaliserade vid norra delen av fastigheten,

Takavvattningen föreslås ledas mot lågstråk med utkastare i det fall krossdiken anläggs (fastighetens sydöstra gräns). Marken höjdsätts med lutning från fasad med rännadar med tät avledning närmast fasad för att inte skada grundläggningen. Alternativt ansluts stuprören direkt till krossdike eller skelettjord via stuprörsledning.

Krossdiken skulle bytas ut mot svackdiken, då dessa kräver mindre underhåll och kostar mindre att anlägga. Det är dock inte lämpligt i med tanke på förskoleverksamheten då även svackdiken innebär att vatten blir stående dessutom kräver krossdiken mindre plats och bidrar till bättre rening.

Närmare beskrivning av de alternativa dagvattenanläggningarna kan ses i kapitel 4.1. Anläggningar som beskrivs är krossdiken och skelettjordar då dessa rekommenderas som åtgärd i första hand.



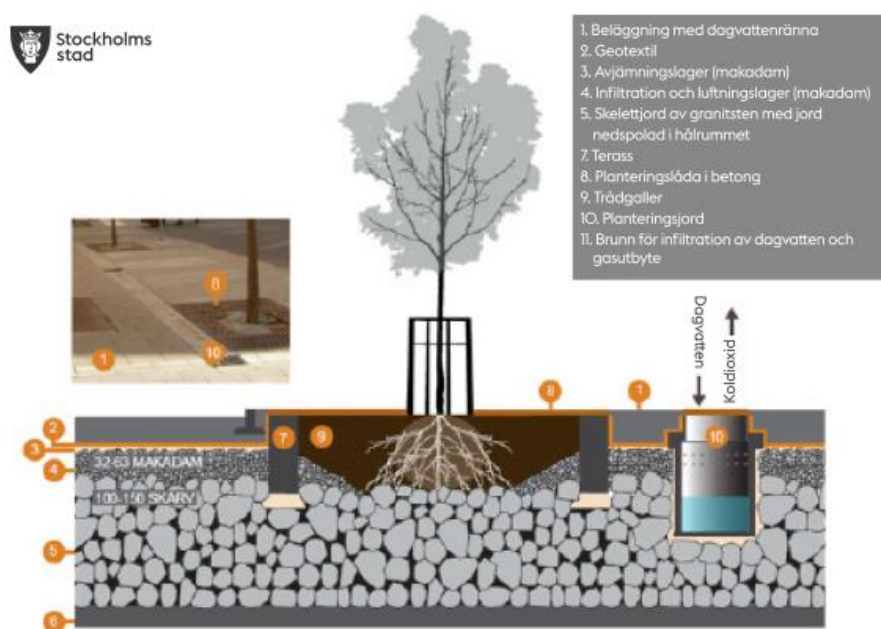
Figur 11: Systemlösning för Baretten 2.

4.1.1 Skelettjord

En skelettjord består av en utschaktad grop som fylls upp med grov makadam/skärv. I dessa kan träd och andra planteringar placeras för att utnyttja dagvattnet som samlas, se principskiss i figur 12. Skelettjorden kan fungera som ett underjordiskt magasin, men bidrar även till rening genom sedimentation av partiklar samt genom trädets upptag av vatten och näringsämnen.

Två olika typer av skelettjordar används; 1) luftig skelettjord vars fyllnad endast består av makadam, samt 2) vanlig skelettjord, där jord beblandas med makadamen och överlagras av ett luftigare lager med högre porositet än det underliggande lagret. Avledning av vatten kan ske via dräneringsledning. Vatten leds in till skelettjorden via rännstensbrunnar, dräneringsledning alternativt via kombinerade luftnings- och dagvattenbrunnar. För reningseffekt, se tabell 7 i kapitel 4.1.2.

Drift och underhåll av skelettjordar inbegriper bl.a. rensning av brunnar samt utbyte av jord (vid högre föroreningsbelastning och partikelmängd).



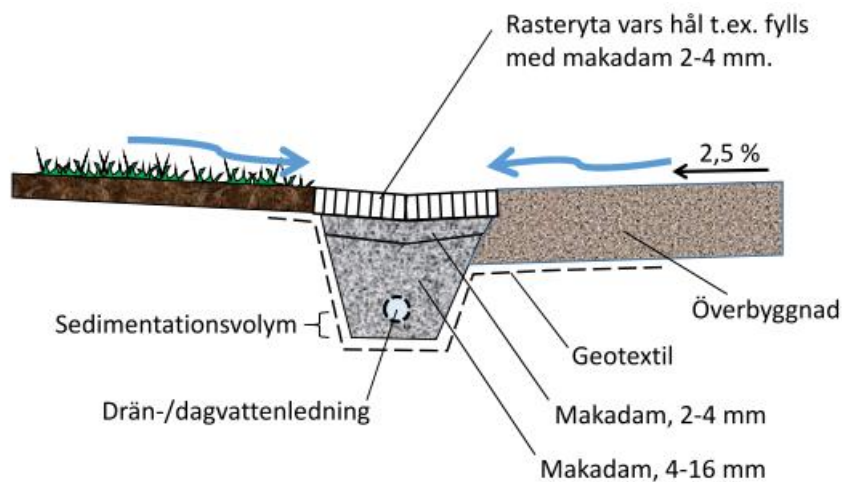
Figur 12: Principskiss för skelettjord. (Bildkälla: Stockholms trädhandbok, 2017).

4.1.2 Krossdike/Makadamdike

Ett krossdike (även kallad makadamdike) är en anläggning som både fördröjer och renar dagvatten. Ett krossdike är ett grävt dike som fylls upp med makadam med ett dräneringsrör i botten som ansluts till dagvattennätet, se figur 13. Botten på diket kan vara tät eller öppet, beroende på infiltrationskapaciteten samt föroreningsbelastningen.

Reningsförmågan i diket är god, och rening sker främst genom avskiljning av partiklar samt partikelbundna föroreningar. För reningseffekt, se tabell 7 i kapitel 4.1.2. Bottenbredden bör vara minst 0,5 m. Fördröjningsvolymen skapas av porvolymen i fyllningsmassorna vilket utgör ca 30 % av den totala volymen.

Drift och underhåll av anläggningen inbegriper bl.a. renhållning, inspektion och ogräsrening. Efter ett tag kan även makadamen behöva bytas ut.



Figur 13: Principskiss över makadamdike. (Bildkälla: WRS, 2017).

4.2 FÖRDRÖJNINGSBEHOV OCH FLÖDEN EFTER DAGVATTENHANTERING

Som tidigare nämnt i kapitel 4.1. kräver området 7 träd med skelettjord för att ta hand om den totala volymen som bildas vid ett 20 mm regn. Eftersom inte allt dagvatten kommer ledas till samma anläggning görs följande uppdelning av ytor enligt figur 14. Röd yta 1, (1110 m²) leds direkt till krossdike i öst. Gul yta 2, (1650 m²) leds till skelettjordar och krossdiken i norr.



Figur 14: Ytor för dagvattenanläggningar.

Dimensionerande flöden efter fördröjning erhålls enligt formel (1), med följande riktlinjer:

Erfoderligt magasinsdjup, d_i (m), för ett magasin (skelettjord eller krossdike) beräknas enligt följande formel (3):

$$d_i = \frac{U_i}{A_v \cdot n} \quad (3)$$

Där U_i är erforderlig fördröjningsvolym (totalt 32 m³), A_v är arean för anläggningen (m²) och n är porositeten.

Flöde efter fördröjning beräknas enligt ekvation (1) utifrån följande riktlinjer. Ett 20 mm regn faller på ca 15 minuter, inklusive klimatfaktor (Stockholms stad, 2017). Rinntiden för området har tidigare bestämts till 10 minuter. Sammanlagt erhålls en dimensionerande varaktighet på regn på 25 minuter. Intensitet på ett 25-minutersregn är 131 l/s, ha. Vid fördröjning av 20 mm lokalt blir det dimensionerande flödet 21 l/s. Utan fördröjningsåtgärder i kvarteret hade det dimensionerande flödet varit 36 l/s, vilket är 71 % större än med fördröjningsåtgärder.

4.2.1 Beräkningar till krossdike – öst

Kravet på fördröjningsvolym som leds till krossdiket uppnår enligt ekvation (2) ca 10 m³. Tillgänglig area för magasinering öst om förskolan är ca. 110 m². Porvolymen hos makadamfyllningen antas vara 30 % av den totala volymen. Enligt ekvation (3) resulterar detta i ett erforderligt magasinsdjup på 0,67 m.

4.2.2 Beräkningar till krossdike, skelettjord – norr

Kravet på fördröjningsvolymen som leds till krossdike samt skelettjord uppnår enligt ekvation (2) ca 22 m³. Enligt riktlinjer i kapitel 4.1 kräver denna fördröjningsvolym 5 träd.

Tillgänglig area för magasinering öst om förskolan är ca 120 m². Porvolymen hos fyllningen för både krossdiken och skelettjordar är 30 %. Enligt ekvation (3) resulterar detta i ett erforderligt magasinsdjup på 0,61 m. Skelettjordar är normalt minst 1 m djupa.

4.3 RENING EFTER DAGVATTENHANTERING

Reningseffekter för krossdiken och skelettjordar visas i tabell 7.

Tabell 7: Reningseffekter för krossdike och skelettjord. Röd text: osäkra värden. Källa: Stormtac, 2016.

Renings-effekt (%)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Skelettjord	55	48	83	75	80	85	70	83	50	85	75	75	75
Krossdike	60	55	85	85	85	85	85	90	45	90	90	60	60

Reningseffekten för en skelettjord beräknas mot föroreningsbelastningen efter planerad exploatering, denna har en lägre reningseffekt i förhållande till

ett krossdike. Förändringen (%) speglar förändring i föroreningsbelastning mellan befintlig mark och exploaterad mark efter rening. Tabell 8 visar förändringen i föroreningsmängd. Tabell 9 visar förändringen i föroreningshalter efter rening i förhållande till riktvärdena (Riktvärdesgruppen, 2009).

I tabell 8 kan man se samtliga mängder minskar efter reningen av en skelettjord. I tabell 9 kan man se att efter rening via en skelettjord är samtliga halter under riktvärdena.

Tabell 8: Föroreningsmängder efter rening genom skelettjord.

Förorenings- mängd (kg/år)	P	N	Pb (g/år)	Cu	Zn	Cd (g/år)	Cr (g/år)	Ni (g/år)	Hg (g/år)	SS	Olja	PAH16 (g/år)	BaP (g/år)
Befintlig mark	0,19	1,2	9,1	0,019	0,065	0,42	7,4	6,2	0,02	44	0,43	0,36	0,031
Före rening	0,32	1,9	16	0,033	0,11	0,72	13	10	0,033	74	0,73	0,62	0,052
Skelettjord	0,144	0,988	2,72	0,008	0,022	0,108	3,9	1,7	0,0165	11,1	0,1825	0,155	0,013
Förändring¹ (%)	-24	-18	-70	-58	-66	-74	-47	-73	-18	-75	-57	-57	-58

Tabell 9: Föroreningshalter efter rening genom skelettjord i förhållande till rekommenderade riktvärden (Riktvärdesgruppen, 2009). Rödmärkade värden representerar de föroreningshalter som överstiger riktvärden.

Förorenings- halt (µg/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig mark	240	1500	12	24	82	0,53	9,4	7,9	0,025	56000	550	0,45	0,039
Före rening	270	1600	13	27	91	0,61	11	8,4	0,027	63000	620	0,52	0,044
Skelettjord	121,5	832	2,21	6,75	18,2	0,0915	3,3	1,428	0,0135	9450	155	0,13	0,011
Riktvärden	175	2500	10	30	90	0,5	15	30	0,07	60 000	700	-	0,07

Eftersom Magelungen har problem med näringsrika förhållanden, rekommenderas det att mängd fosfor och kväve hålls nere. Utifrån reningssynpunkt rekommenderas ovan nämnda systemlösningar, då rening via den anläggning med lägst reningseffekt resulterar i föroreningshalter och -mängder som är lägre än före exploatering för näringsämnen och majoriteten av övriga föroreningar.

4.4 UTÖKNING AV PLANOMRÅDE

Vid eventuell utökning av planområdet (med 1500 m²) bedöms den sammanvägda avrinningskoefficienten att minska i förhållande till dagsläget. Anledningen till detta är att hårdgjorda ytor kommer att minska (i samband med rivning av den tillfälliga paviljongen till förmån för grön- och lekytor). Detta innebär att flöden och föroreningar kommer att i förhållande till befintlig mark att minska istället för öka (som ovanstående beräkningar visar på).

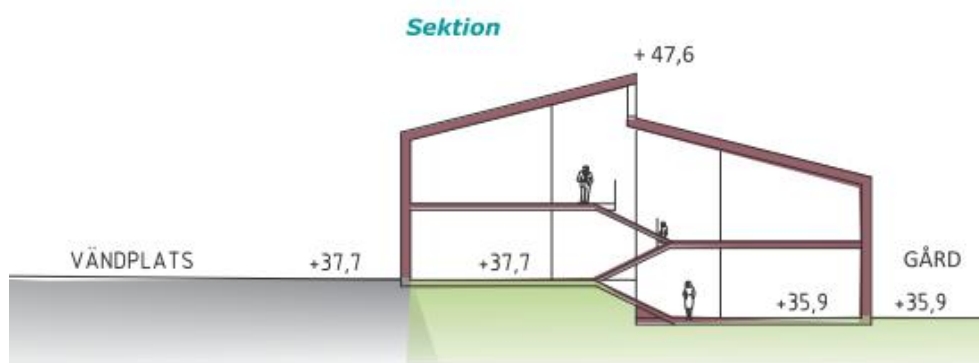
Liknande lösningar som ovan kan användas vid utökning av planområdet, med justeringar av diken och skelettjordar utefter ny plangräns, flöden och utformning av gården.

4.5 KLIMATSCENARIO: 100-ÅRSREGN

Vid ett 100-årsregn bedöms dagvattnet inte kunna tas hand om av ledningsnätet och rinna enligt de rinnvägar som är redovisade i figur 4. Ett mindre tillskott av flöde från bostadsbebyggelse söder om planområdet förekommer. Dagvattnet kommer fortsätta österut längst med en gång- och cykelväg och vidare mot sydost.

Vattenansamlingar bildas öst och nordöst om den nya byggnaden. Enligt Miljöbarometerns skyfallskartering finns det ingen risk för byggnaden att vara höjdsatt enligt figur 15, eftersom höjden på vattnet endast når maximalt 0,3 m närmast byggnaden. Enligt höjddata är den befintliga höjdsättningen på marken öster om den nya byggnaden ca +35,4 (RH2000). Höjden på vattnet kan då endast nå +35,7 m, vilket är lägre än den planerade höjdsättningen av byggnad i figur 16 med en marginal på 20 cm.

För analysen av instängda områden som redovisas i figur 5, uppnår vattenytan en höjd på +37,3 m närmast byggnaden, vilket överstiger den angivna höjden i figur 16. Som tidigare nämnt, bedöms Miljöbarometerns modell mer realistisk, dock bör höjdsättningen ses över med avseende på översvämningsscenarion.



Figur 15: Höjdsättning av byggnad. Bildkälla: Max Arkitekter, 2018-03-28.

5 SLUTSATSER

- Det dimensionerande flödet förväntas öka med 70-75 % för planområdet utan åtgärd.
- Förändringen i årsmedelflöde är 76 % efter exploatering.
- Föroreningshalter ökar med ett genomsnitt på 12 % utan åtgärd.
- Föroreningsmängder/år ökar med ett genomsnitt på 69 % utan åtgärd.
- Vid fördröjning av 20 mm lokalt (32 m^3) blir det dimensionerande flödet 21 l/s. Utan fördröjningsåtgärder i kvarteret hade det dimensionerande flödet varit 36 l/s, vilket är 71 % större än med fördröjningsåtgärder.
- Planområdets dagvatten kan fördröjas och renas i skelettjordar och krossdiken. Med skelettjordar beräknas samtliga föroreningshalter kunna understiga riktvärden och nuvarande föroreningshalter och -mängder.

- Om området utökas med 1500 m² förväntas både flöden och föroreningar minska ytterligare i förhållande till dagsläget. Detta beror på att en paviljong planeras att rivas till förmån för grön och lektyr.
- Höjdsättningen av byggnad och tomt bör ta hänsyn till översvämningsscenario.

6 REFERENSER

Riktvärdesgruppen (2009). *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp*. Regionala dagvattennätverket i Stockholms län.

Svenskt Vatten (2016). *P110: Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm.

SGU (2018). *SGUs Kartvisare*. [online] Tillgänglig på: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> [04-03-2018].

Stockholms stad (2017). *Dagvatten – Bilaga med typexempel för beräkning av dimensionerande dagvattenflöden*. WRS AB, Stockholm

VISS (2018). *VISS-Vatteninformationssystem Sverige*. [online] Tillgänglig på: <http://viss.lansstyrelsen.se/> [04-03-2018].

2000/60/EG. *Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område*. Tillgänglig på: <http://www.notisum.se/rnp/eu/lag/300L0060.htm> [09-02-2018]

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB
Hamngatan 11B
891 33 Örnsköldsvik
Besök: Hamngatan 11B

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

