

Rapport

Handläggare
Wadodkar Ketan
Tel
+46105055393
Mobil
+46722007231
E-post
Ketan.Wadodkar@afry.com

Datum
2021-09-30
Projekt ID
798465

Mottagare
Hanna C Kaplan
Konsult för Hemsö

Dagvattenutredning Kv Grävlingen, Vänersborg.

SLUTLEVERANS



ÅF-Infrastructure AB

Wadodkar Ketan

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Uppdragsbeskrivning	5
1.3	Underlag	5
2	Förutsättningar	6
2.1	Dagvattenstrategi	6
2.2	Hydrologiska beräkningsmetoder.....	6
2.2.1	Flöden	6
2.2.2	Magasinsvolym	7
2.3	Miljökrav på recipient för dagvatten.....	7
3	Områdesspecifika förutsättningar	9
3.1	Markförhållanden	9
3.2	Grundvattennivåer	10
3.3	Avrinning	10
3.4	Befintlig dagvattenledningar	10
4	Flödesberäkningar	12
4.1	Befintlig situation	12
4.2	Föreslagen situationsplan	13
4.3	Magasinsvolym	14
5	Föroreningsberäkningar.....	16
6	Skyfallsanalys	19
7	Gröna / Öppna lösningar	20
7.1	Träd i skelettjord.....	20
7.2	Gröna Tak	21
8	Kostnader.....	22
8.1	Investeringskostnader	22
8.2	Drift- och underhåll	22
9	Slutsats och rekommendationer	22
10	Referenser.....	23

Sammanfattning

AFRY har på uppdrag av Hemsö Fastigheter AB utrett dagvattenflöde och föroreningar från Kv. Grävlingen i Vänersborg före och efter föreslagen exploatering. Två alternativ för den föreslagna arkitektoniska planen studerades i den aktuella rapporten.

Dagvattenflödet beräknades för dimensionerat regn med 10 och 20 års återkomsttid samt 10 minuters varaktighet. MKN-kraven för Vänersborgs Kommun och Göteborgs kommuns riktvärden för föroreningshalter har följts i föreslagen dagvattenlösning.

För närvarande har projektområdet en servisanslutning till dagvatten i Södra Järnvägsgatan (225 BTG som ändras till 300 BTG i öster). I söder på Belfragegatan ligger 1200 BTG ledning på större djup än på den norra sidan.

Det befintliga dagvattenflödet från projektområdet uppskattas till 91 l/s för ett 10 års regn och 131 l/s för ett 30 års regn. Föroreningsbelastningen som genereras från planområdet har beräknats med StormTAC. De föroreningar som undersökts är fosfor, kväve, koppar, zink, krom, suspenderade fasta ämnen, olja, BaP, TBT, TOC och PCB. Målvärden för föroreningskoncentrationer uppnås för alla föroreningar med undantag för fosfor. Fosforhalten bedöms dock ligga under de målvärden som enligt Göteborgs Stads Reningskrav för dagvatten medför risk att påverka status på recipienten. Föroreningsberäkningarna visar att planförslaget med föreslagna reningsanläggningar minskar den totala belastningen (kg/år) för samtliga föroreningar.

Flödet från det föreslagna projektområdet beräknades vara 132 l/s (10 års regn) och 187 l/s (30 års regn) för alternativ 1 och 126 l/s (10 års regn) och 179 l/s (30 års regn) för alternativ 2. Om den befintliga 300 BTG-ledningen är korrekt dimensionerad (med en fyllnadsgrad på 80 % nedströms utan belastning från planområdet), finns ett utrymme på 9 l/s till avledningen från planområdet efter exploatering.

Dagvattenmagasinet som behövs för denna lösning blir 175 m³ för alternativ 1 och 167 m³ för alternativ 2. Med dessa förutsättningar blir tömningstiden 5-6 timmar vid dimensionerande händelse. Dagvattenhanteringen föreslås ske med Makadammagasin i ytan för parkeringsplatsen – måtten behöver vara ca 10 x 39 m med ett djup på 1,5 m. Makadammagasinet ger en god reningseffekt för de flesta av föroreningarna utom för fosfor. Dagvattenlösningen har översiktligt bedömts kosta ca 2,2 MKr. Öppna lösningar som gröna tak kan också övervägas, men det bör beaktas att de inte har någon signifikant fördröjningseffekt när de är mättade.

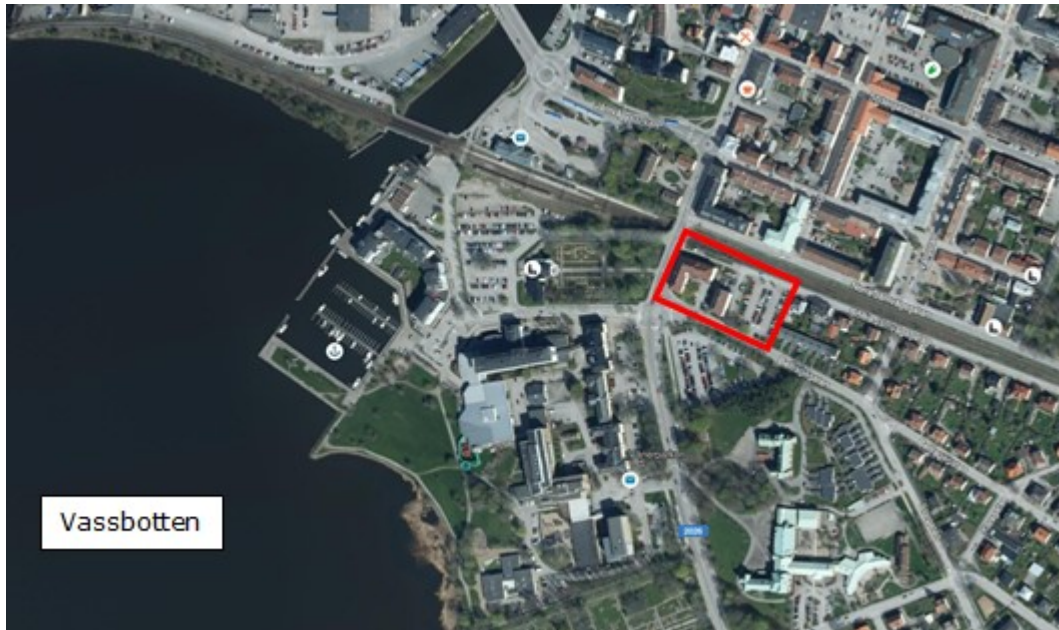
Projektområdet riskera inte att översvämmas på grund av skyfall enligt analys i Scalgo. Den föreslagna planen kommer inte att ha någon negativ påverkan på den intilliggande järnvägen.

Bebyggelsens placering inom kvarteret är inte fastställd, vilket innebär att andra utformningar och placeringar kan vara möjliga – framtagna volymer och funktion måste emellertid beaktas i det slutgiltiga alternativet.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Utredningsområdet ligger i centrala Vänersborg, söder om Södra Järnväggsgatan som löper parallellt med järnvägen, se Figur 1. Området avgränsas av Edsvägen i väster, Belfragegatan i söder samt Södra Järnväggsgatan i norr.



Figur 1 Översiktsskarta över planområdet (hitta.se, 2021).

Ny bebyggelse avses uppföras inom Grävlingen 28. I tidigt skede (planbesked) har skisserats nybyggnation om ca 11 300 m² BTA. Enligt Hemsö AB föreslås husen att bli 3-5 våningar höga och planområdet ska även hantera den parkering som krävs för bebyggelsen. Utformningsförslaget är inte helt klart, men framgår preliminärt i Figur 2.



Figur 2 Planområdet t v. Befintlig bebyggelse och dagvattenledning t h. (Hemsö AB, 2021).

1.2 Uppdragsbeskrivning

I denna rapport kommer AFRY, enligt uppdrag att redovisa:

- Beräknade dagvattenflöden för planområdet före och efter exploatering (2 alternativ)
- Föroreningsbelastning i dagvatten från planområdet före och efter exploatering.
- Beskrivning av recipientens status utifrån befintliga MKN
- Bedömning av reningsbehov och fördröjningsbehov för planområdet efter exploatering.
- Översvämningsrisk för 100-års regn inom planområdet.
- Förslag till utformning av dagvattensystem.
- Förslag till gröna- eller öppna lösningar (ekosystemperspektivet).
- Påverkan på nedströms dagvattensystem och fastigheter.
- Investeringskostnad för föreslagen dagvattenlösning.
- Drift- och underhållskostnader.

1.3 Underlag

Följande underlag har använts i denna utredning:

Tabell 1 Underlag.

Underlag	Vem	Tid
Förslagsskisser för alternativ 1 och 2	Hanna Kaplan	2021-03-11
Grundkarta	Hanna Kaplan	2021-03-08
PM Geoteknik	WSP	2021-02-12
P110	Svenskt Vatten	2016
Riktlinjer för Dagvattenhantering i Vänersborgs kommun	Vänersborg Kommun	2011-02-02
Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient	Göteborgsstad	2020-03-23
Reningskrav för dagvatten	Göteborgsstad	2021-03-11
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	2021
WebbGIS	Länsstyrelsen	2021
Genomläpplighetskarta	SGU	2021
Jordartskarta	SGU	2021
Jorddjupskarta	SGU	2021
Scalگو Live	Scalگو	2021

2 Förutsättningar

2.1 Dagvattenstrategi

Kommunens riktlinjer för dagvattenhantering framgår av "Riktlinjer för dagvattenhantering i Vänersborgs Kommun" daterad 2011-02-02. Utformning av dagvattensystem i Vänersborgs Kommun ska styras av följande principer:

- Dagvatten skall ses som en estetisk, biologisk och hydrologisk resurs och omhändertas på ett för platsen lämpligt sätt.
- Dagvatten skall hanteras på ett säkert, miljöpåpassat och kostnadseffektivt sätt så att god bebyggelse- och naturmiljö kan uppnås. Dagvattnet skall användas som en resurs för närmiljön och synliggöras där så är möjligt och motiverat.
- Den naturliga vattenbalansen skall eftersträvas, så att dagvattnet även efter bebyggelse kan tränga ner i marken istället för att rinna av på ytan och orsaka stora flöden.
- Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) skall genomföras där så är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.
- Vid exploatering och planläggning av större områden skall en särskild dagvattenutredning utföras i tidigt skede.
- Tillförseln av dagvatten i ledningssystem skall minska.
- Förorening av dagvatten skall begränsas, främst vad gäller metall- och petroleumprodukter. Åtgärder för att minska föroreningar skall genomföras i första hand vid föroreningarnas källor där så är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.
- Förorenat dagvatten skall där så är möjligt och motiverat separeras från rent dagvatten.

2.2 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar görs för 10- och 30-årsregn med varaktighet på 10 minuter. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. Enligt Svenskt Vattens (P110) rekommendation har en klimatkfaktor på 1,25 använts för nederbörd med kortare varaktighet än en timme för framtida situationen.

2.2.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 10.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

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

Där:

i_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):

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

Där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i_{Å}$ = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimatfaktor

2.2.2 Magasinsvolym

Erforderlig magasinvolym har beräknats med hänsyn till rinntiden enligt Dahlströms ekvation¹:

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

Där:

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

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

t_{regn} = regnvaraktighet [min]

t_{rinn} = rinntid [min]

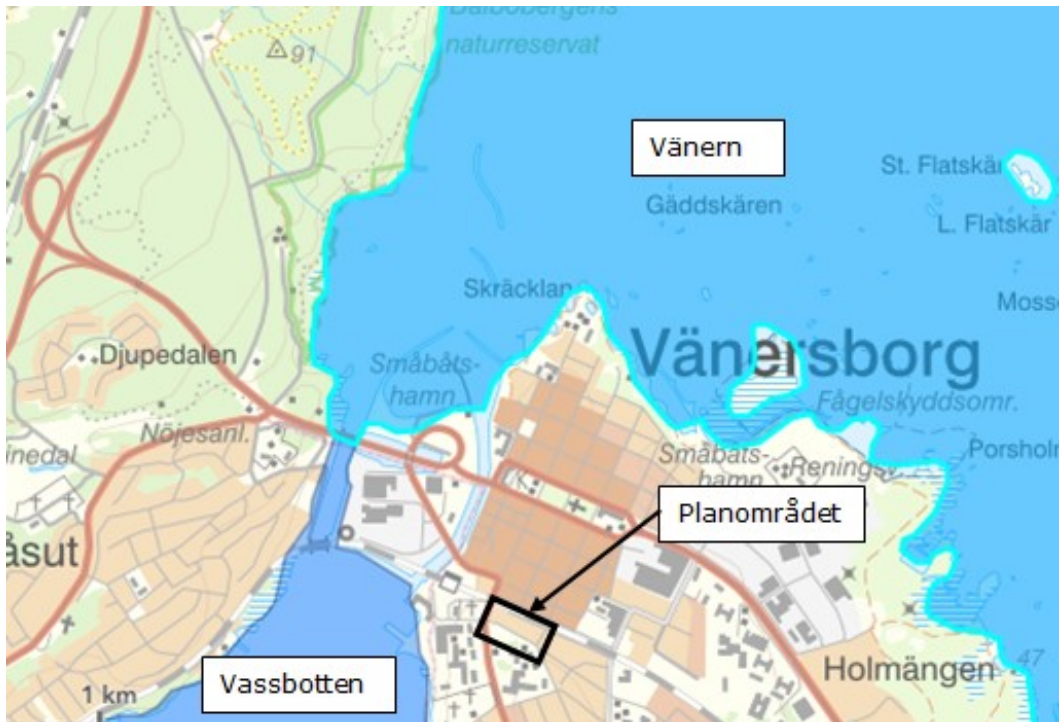
K = specifik avtappning från magasinet [l/s ha_{red}]

2.3 Miljökrav på recipient för dagvatten

Recipienten för dagvatten från utredningsområdet är Vassbotten, se Figur 3. Den klassas enligt följande:

	Områdestyp	EUID
Vassbotten	Fiskvatten	SEFI1027

¹ Svenskt Vatten P110



Figur 3 Recipienten för dagvattnet från planområdet.

Recipienten är enligt vattendirektivet en sjö och klassas i VISS enligt Tabell 2

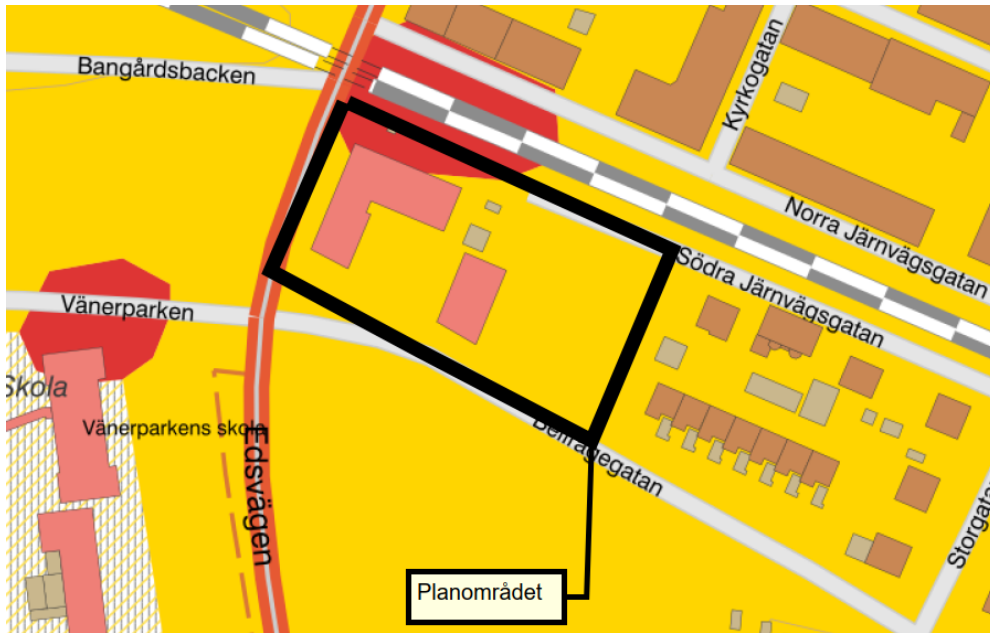
Tabell 2 VISS statusklassificering av recipienten från förvaltningscykel 2 (2010-2016).

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Vassbotten WA10192660 SE647720-129532	Måttlig ekologisk status	God ekologisk status, 2027	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus pga Bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar	God kemisk ytvattenstatus

3 Områdesspecifika förutsättningar

3.1 Markförhållanden

Enligt SGU:s jordartskarta består markens ytskikt av glacial lera och urberg, se Figur 4.



Figur 4 Jordartskartan (SGU, 2021)

Enligt SGU:s genomsläpplighetskarta har marken inom planområdet låg genomsläpplighet, se Figur 5.



Figur 5 Genomsläpplighetskarta (SGU, 2021)

3.2 Grundvattennivåer

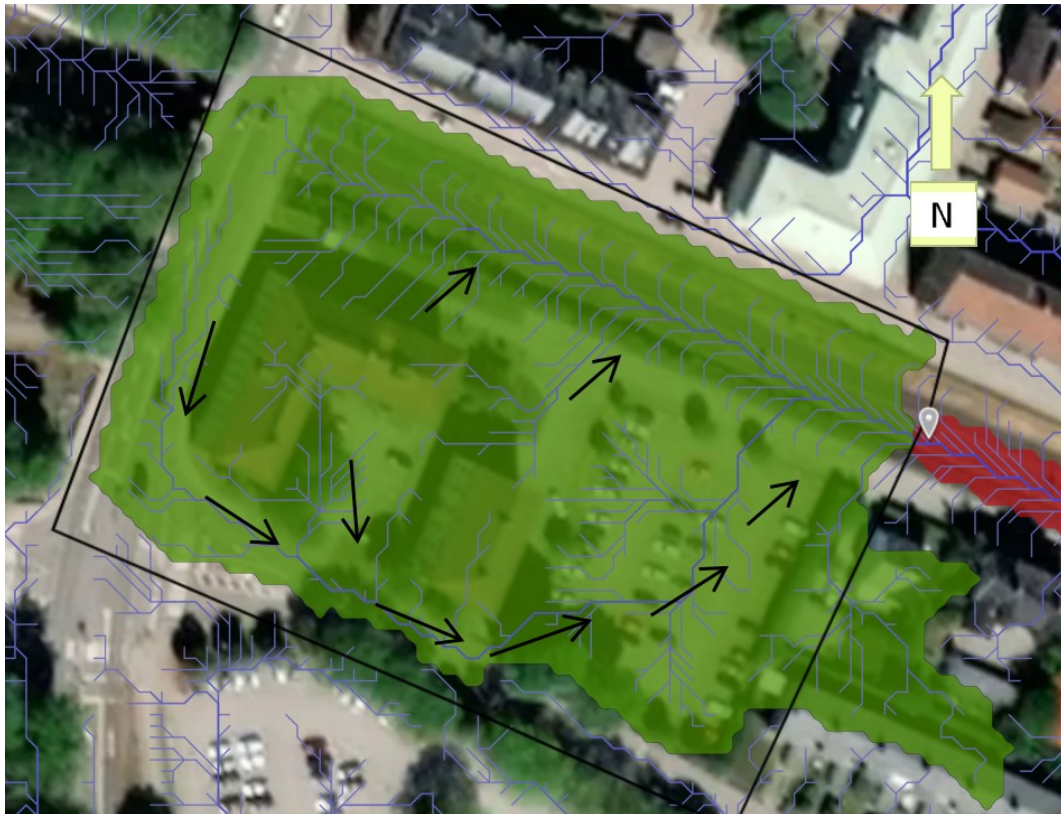
Enligt PM Geoteknik (WSP, 2021), grundvattennivåer ligger 2,5 m under markytan.

3.3 Avrinning

Befintliga avrinningsvägar har analyserats med hjälp av Scalgo live, se Figur 6.

Planområdet lutar mot vänster, dvs. mot den befintliga parkeringsplatsen. det kan också ses att inget yttre område bidrar med dagvattenflöde till planområdet.

Marknivåer varierar från 49,5 m till 51 m.



Figur 6 Befintlig avrinning inom planområdet. Flödespilar visar avrinningsriktningen (Scalgo, 2021).

3.4 Befintlig dagvattenledningar

Enligt information från Vänersborgs kommun har Södra Järnvägsgatan (norr om projektområdet) ett 225 BTG-rör som ändras till 300 BTG i öster. Vattengången för servisanslutning vid Södra Järnvägsgatan är +47,44. I Belfragegatan (söder om projektområdet) finns en ledning 1200 BTG som ligger mycket djupare än ledningen i Södra Järnvägsgatans, se Figur 7.



Figur 7 Befintliga ledningar i projektområdet.

4 Flödesberäkningar

Beräkningar av dagvattenflöden har utförts med rationella metoden i enlighet med Svenskt Vattens publikationer 110. Metoden baseras på avrinningsområdets area, nederbördsintensitet och regnets varaktighet.

4.1 Befintlig situation

Flödesberäkningen för befintlig situation har gjorts baserat på ortofoto från Scalgo och ritningar, se Figur 8.



Figur 8 Ortofoto för planområdet (Scalgo, 2021).

Flödesberäkningar har gjorts för återkomsttiden 10 år och varaktigheten 10 min samt för återkomsttiden 30 år och varaktigheten 10 min - båda fallen utan klimatfaktor, se Tabell 3.

Tabell 3 Beräknade befintliga flöden.

Markanvändning	Ytor (kvm)	ϕ	Ytor red. (kvm)	10 år Flöde (l/s)	30 år Flöde (l/s)
Tak	1060	0,90	954	22	32
Asfalt / hårdyta	1264	0,80	1011	24	34
Parkeringsyta	2326	0,80	1861	43	62
Gröna Område	750	0,10	75	2	3
Totalt	5400		3901	91	131
(ha)	0,54		0,39		

Volymen under 10 minuter regn är 55 m³ för 10 års regn och 79 m³ för 30 års regn.

4.2 Föreslagen situationsplan

Flödesberäkningen har gjorts för två alternativ till planförslaget. Skisserna för dessa alternativ visas i Figur 9 och Figur 10.

Bebyggelsens placering inom kvarteret är inte fastställd, vilket innebär att andra utformningar och placeringar kan vara möjliga – framtagna volymer och funktion måste emellertid beaktas i det slutgiltiga alternativet.

Alternativ 1 har ca 11 730 kvm BTA och alternativ 2 har ca 9 462 kvm BTA. Alternativ 2 har lite mer grönytor jämfört med alternativ 1.



Figur 9. Planförslag alternativ 1.

Tabell 4 Flödesberäkning för alternativ 1

Markanvändning	Ytor (kvm)	ϕ	Ytor red. (kvm)	10 år Flöde (l/s)	30 år Flöde (l/s)
Tak	2864	0,90	2578	74	106
Gård inne Hus	225	0,80	180	6	8
Atrium	239	0,80	191	6	8
Asfalt / hårdyta	800	0,80	640	19	27
Parkeringsyta	1120	0,80	896	26	37
Gröna Område	152	0,10	15	1	1
Totalt	5400		4500	132	187
(ha)	0,54		0,45		

Volymer under 10 minuter är 79 m³ för 10 års regn och 112 m³ för 30 års regn.



Figur 10 Planförslag alternativ 2

Tabell 5 Flödesberäkning för alternativ 2

Markanvändning	Ytor (kvm)	ϕ	Ytor red. (kvm)	10 år Flöde (l/s)	30 år Flöde (l/s)
Tak	2133	0,90	1920	55	79
Gård inne i Hus	149	0,80	119	4	5
Atrium	0	0,80	0	0	0
Gård utanför Hus	151	0,10	15	1	1
Asfalt / hårdyta	1695	0,80	1356	39	56
Parkeringsyta	1120	0,80	896	26	37
Gröna Område	152	0,10	15	1	1
Totalt	5400		4321	126	179
(ha)	0,54		0,43		

Volymen under 10 minuter är 76 m³ för 10 års regn och 107 m³ för 30 års regn.

4.3 Magasinsvolym

Under förutsättningen att dagvattennätet är korrekt dimensionerat, kan man förutsätta en fyllnadsgrad på 80 % vid dimensionerande flöde för systemet nedströms. Den maximala kapaciteten i ett 300 BTG-rör med 7 promilles lutning är ca 93 l/s. Vid 80 % fyllnadsgrad är kapaciteten för röret ca 84 l/s, vilket ger oss ett utflöde på 9 l/s som kan släppas från projektområdet.

Makadammagasin med 9 l/s utflöde kräver en magasinsvolym på 175 m³ för alternativ 1 och 167 m³ för alternativ 2 (30-årsregn). Med ett djup av 1,5 m och en porositet på 30 % för makadammagasinet, krävs en yta på 39 m x 10 m för alternativ 1 och en yta på 37 m x 10 m för alternativ 2. Magasinet kan placeras i parkeringsytan, vilket också är lågpunkten i projektområdet. Tömningstiden för magasinet kommer att vara 5-6 h, vilket får anses rimligt.



Figur 11 Föreslagen plats för makadammagasin och servisanslutning

Om dagvattenkassetter används istället, krävs en 25,2 m lång och 6 m bred yta för alternativ 1 samt en 24 m lång och 6 m bred yta för alternativ 2 (djup 1,225 m och 95 % effektiv volym).

Makadammagasin föreslås ta hand om cirka 90 % av 10- och 30-årsregnet. Det innebär att utflödet av dagvatten är mycket mindre än det som förekommer i den befintliga situationen. Den föreslagna lösningen kommer inte att ha någon negativ påverkan på den intilliggande järnvägen.

5 Föroreningsberäkningar

Översiktliga beräkningar har utförts i databasen StormTac för föroreningskoncentrationer- och mängder inom området före och efter exploateringen med planerad markanvändning jämfört med Göteborgs Stads riktvärden, se tabellerna 6 och 7.

Tabell 6 Föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) för planområdet före och efter exploateringen

Förorening	Enhet	Göteborgsstads Riktvärde	Befintlig situation	Planerad situation Alternativ - 1	Planerad situation Alternativ - 2
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	50	130	150	120
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1 250	1 900	1500	1600
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	28	18	7,5	7,7
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	10	27	16	18
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	30	90	46	45
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,90	0,45	0,56	0,49
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	7	10	6,3	6,7
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	68	9,8	6,0	5,9
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,070	0,051	0,027	0,032
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	25 000	87 000	41 000	40 000
Oljeindex (Olja)	$\mu\text{g/l}$	500 inom Gota älvs vattenskyddsområde	530	310	390
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,027	0,039	0,022	0,024
Bensen	$\mu\text{g/l}$	50	2,2	0,79	0,81
Arsenik (As)	$\mu\text{g/l}$	16	3,1	2,8	2,7
TBT	$\mu\text{g/l}$	0,0015	0,0019	0,0018	0,0018
TOC	$\mu\text{g/l}$	12 000	16 000	12 000	13 000
PCB	$\mu\text{g/l}$	0,014	0,020	0,021	0,021

Tabell 7 Föroreningsmängder (kg/år) för planområdet före och efter exploateringen

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation Alternativ - 1	Planerad situation Alternativ - 2
Fosfor (P)	kg/år	0,49	0,56	0,50
Kväve (N)	kg/år	7,1	6,3	6,3
Bly (Pb)	kg/år	0,067	0,031	0,031
Koppar (Cu)	kg/år	0,10	0,067	0,071
Zink (Zn)	kg/år	0,34	0,19	0,18
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0017	0,0023	0,0020
Krom (Cr)	kg/år	0,038	0,026	0,027
Nickel (Ni)	kg/år	0,037	0,025	0,024
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00019	0,00011	0,00013

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation Alternativ – 1	Planerad situation Alternativ – 2
Suspenderad substans (SS)	kg/år	330	170	160
Oljeindex (Olja)	kg/år	2,0	1,3	1,6
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,00015	0,000092	0,000098
Bensen	kg/år	0,0084	0,0033	0,0033
Arsenik (As)	kg/år	0,012	0,012	0,011
TBT	kg/år	0,0000070	0,0000076	0,0000072
TOC	kg/år	61	51	53
PCB	kg/år	0,000075	0,000087	0,000083

En översikt över beräkning av föroreningar gjordes med Stormtac för reningseffekt av makadammagasin och resultaten kan ses i Tabell 8 och Tabell 9. De flesta av föroreningarna är under kravgränsen utom fosfor.

Tabell 8 Föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) för planområdet efter rening i makadammagasin

Förorening	Enhet	Göteborgsstads Riktvärde	Planerad situation Alternativ – 1	Planerad situation Alternativ – 2
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	50	81	75
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1 250	720	750
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	28	0,47	0,47
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	10	3,7	3,7
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	30	12	12
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,90	0,2	0,17
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	7	1,6	1,7
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	68	2,4	2,4
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,070	0,011	0,013
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	25 000	9 700	9 600
Oljeindex (Olja)	$\mu\text{g/l}$	500 inom Gota älvs vattenskyddsområde	62	79
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,027	0,0056	0,0061
Bensen	$\mu\text{g/l}$	50	0,36	0,36
Arsenik (As)	$\mu\text{g/l}$	16	0,98	0,95
TBT	$\mu\text{g/l}$	0,0015	0,00083	0,00081
TOC	$\mu\text{g/l}$	12 000	5 600	5 900
PCB	$\mu\text{g/l}$	0,014	0,0094	0,0093

Tabell 9 Föroreningsmängder (kg/år) för planområdet efter rening i makadammagasinet

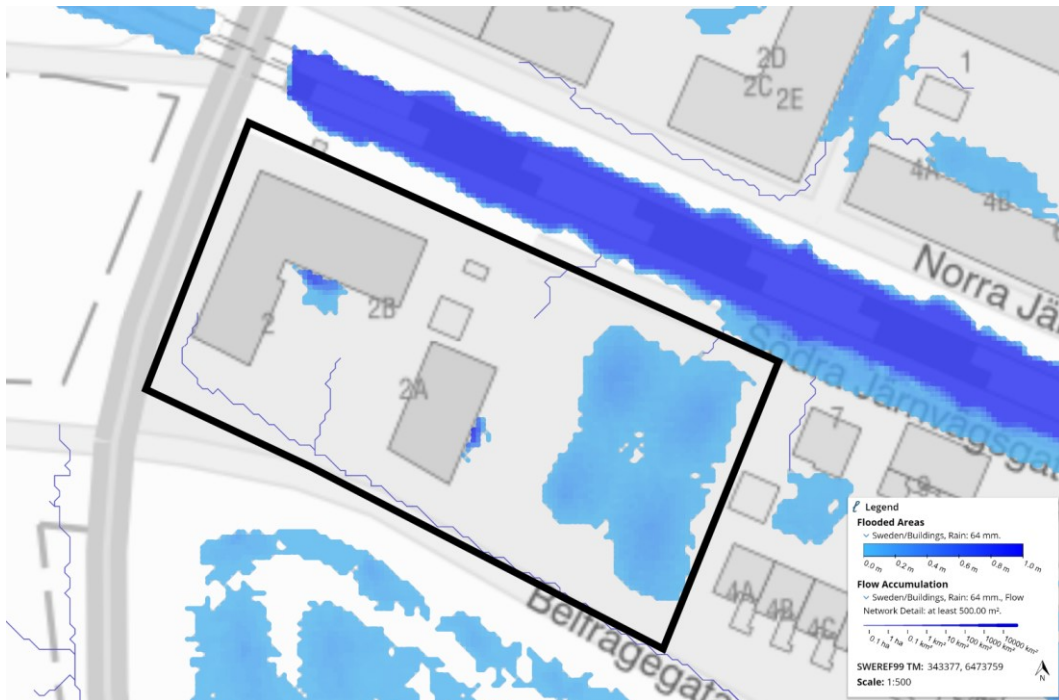
Förorening	Enhet	Planerad situation Alternativ – 1	Planerad situation Alternativ – 2
Fosfor (P)	kg/år	0,33	0,3
Kväve (N)	kg/år	3	3
Bly (Pb)	kg/år	0,0020	0,0019
Koppar (Cu)	kg/år	0,015	0,015
Zink (Zn)	kg/år	0,051	0,049
Kadmium (Cd)	kg/år	0,00081	0,00069
Krom (Cr)	kg/år	0,0066	0,0067
Nickel (Ni)	kg/år	0,0099	0,0096
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,000045	0,000052
Suspenderad substans (SS)	kg/år	40	38
Oljeindex (Olja)	kg/år	0,26	0,32
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,000023	0,000024
Bensen	kg/år	0,0015	0,0015
Arsenik (As)	kg/år	0,0040	0,0038
TBT	kg/år	0,0000034	0,0000033
TOC	kg/år	23	24
PCB	kg/år	0,000039	0,000037

Makadammagasinet kommer att ha en bra reningseffekt medan dagvattenkassetter inte har någon reningseffekt. I fallet med dagvattenkassetter behöver komplettering ske med någon form av rening för att uppnå MKN-kravet.

Målvärden för föroreningskoncentrationer uppnås för alla föroreningar med undantag för fosfor. Fosforhalten bedöms dock ligga under de målvärden som enligt Göteborgs Stads Reningskrav för dagvatten medför risk att påverka status på recipienten. Föroreningsberäkningarna visar att planförslaget med föreslagna reningsanläggningar minskar den totala belastningen (kg/år) för samtliga föroreningar.

6 Skyfallsanalys

En skyfallsanalys har gjorts i Scalgo-Live för 100-års regn med 6 timmar varaktighet. Nederbördsvolymen för regnet (med klimat faktor = 1,25) är ca 106 mm. Bedömningen är att dagvattensystemet kan ta hand om regn med en återkomsttid på 5 år, vilket motsvarar ca 42 mm med samma varaktighet och klimatfaktor. Därför har analysen gjorts för 64 mm nettonederbörd. Scalgo Live-analysen visar översvämning på den föreslagna parkeringsplatsen med översvämningdjup maximalt upp till 20 cm och lite mindre ansamling av vatten nära befintliga byggnader, se Figur 12.



Figur 12 Skyfallsanalys för 100-års regn med klimatkfaktor 1,25 och varaktigheten 6h (Nettonederbörden är 64 mm)

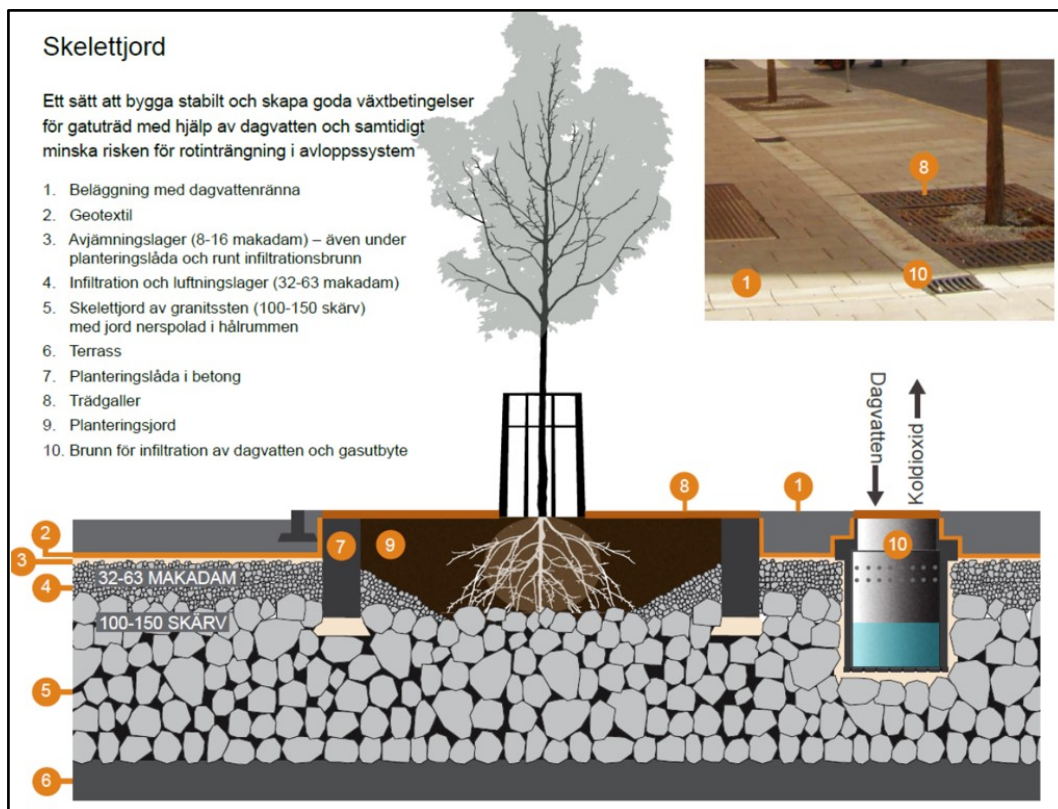
Makadammagasin föreslås hantera ca 90 % av 10- och 30-årsregnet, vilket motsvarar ca 50 % av 60-minutersregnet och 100-årsregnet. Den återstående mängden är likvärdig den som förekommer i den befintliga situationen. Den föreslagna planen kommer inte att ha någon negativ påverkan på den intilliggande järnvägen.

7 Gröna / Öppna lösningar

7.1 Träd i skelettjord

Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord statsmiljö. Skelettjord kan även fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning och rening.

Varje träd ska ges en skelettjordsvolym på minst 15 m³/träd. Trärötterna ska ges möjlighet att växa i princip obegränsat i åtminstone två riktningar. Minimibredden på växtbädden bör inte understiga 4 meter för större skogsträd, typ lind, lönn och ek. För mindre träd typ rönn, körsbär och prydnadsapel, ska bredden aldrig understiga 2 meter. Generösare växtvolym ger bättre växtförutsättningar. Växtbädden bör ha ett djup på 0,8-1 meter. Figur 13 visar en schematisk skiss över plantering av träd i skelettjord. Vid tät beläggning på skelettjorden krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas. Vid hög belastning av föroreningar kan skelettjorden behöva bytas ut med jämna mellanrum (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b). Fördröjningsvolymen i skelettjorden skapas av porvolymen som i den vanliga skelettjorden är omkring 10 % och i luftig skelettjord cirka 30 % av den totala volymen.



Figur 13 Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (Stockholm stad, 2018).

7.2 Gröna Tak

Gröna tak är ett samlingsnamn på olika taklösningar som innefattar organiskt material och kan variera från karg sedum till fullvärdiga trädgårdar. Enligt Grönatakhandboken minskar gröna tak generellt den årliga avrinningen med mellan 30-86 % (Grönatakhandboken, 2019).

Avrinningskoefficienten för gröna tak ökar succesivt under ett regn i takt med att taket mättas och ligger mellan 0,1-0,8. Ju tjockare substrat desto mer regn kan det gröna taket hålla innan det mättas. Substratdjupet börjar på ungefär 30 mm på de tunnaste taken och kan gå upp till 2000 mm på tjocka tak. En ökad tjocklek gör taket tyngre, vilket ställer krav på takets konstruktion för att kunna klara den ökade belastningen, se Tabell 10. En ökad tjocklek möjliggör även ett mer avancerat växtval från örter, gräs, perenner via buskar och upp till mindre träd.

Tabell 10 Exempel på Gröna tak deras egenskaper (Svenska Naturtak AB, 2021)

	Bygghöjd (mm)	Vikt (kg/m ²)	Vattenmagasin (l/m ²)
Sedumtak	50	50	25
Naturtak-Biotop-Äng	100-250	100-300	40-120
Trädgårdstak	260-600	320-680	110-160

Schablonhalter visar att gröna tak släpper ut något högre koncentrationer av fosfor och kväve än en vanlig takyta (StormTac, 2019). Huruvida detta får ett genomslag i praktiken beror dock på hur mycket vatten som det gröna taket håller tillbaka och hur skötsel och gödsling genomförs. Moss- och sedumtak behöver gödulas vartannat till vart tredje år medan ört-sedum och ängstak samt biotoptak inte gödulas alternativt endast sparsamt vid behov (Grönatakhandboken, 2019), se Figur 14.

Utöver fördröjning av dagvatten erbjuder gröna tak flera andra värden, så som estetik, bullerdämpning, isolering och biologisk mångfald.



Figur 14 Exempel på bild - Gröna Tak (VegTech AB, 2021)

8 Kostnader

Nedan presenteras uppskattade kostnader som baseras på ett liknande projekt. Exakta kostnadsberäkningar görs vid detaljprojektering då slutliga lösningar tas fram.

Byggherrekostnader, som exempelvis byggledningskostnader och projekteringskostnader har inte tagits med. Moms har inte heller tagits med. 15 % har lagts till i den totala kostnaden, vilket symboliserar oförutsedda kostnader.

8.1 Investeringskostnader

Makadammagasinet i beräknas kosta ca 1,4 Mkr. Ledningar i området beräknas kosta ca 0,8 Mkr. Totalt skulle det alltså bli ca 2,2 Mkr för dagvattenlösningen.

8.2 Drift- och underhåll

Ett makadammagasin har inga driftskostnader, men kan behöva grävas om efter 20-30 år för att upprätthålla kapaciteten. Kostnaden för detta kan uppskattas till att vara av samma storlek som investeringskostnaden. För att förlänga livslängden på makadammagasinet placeras ett sandfång vid inloppspunkten till magasinet. Detta behöver inspekteras årligen och slamsugas vid behov.

En dagvattenledning har lång livslängd. Drift- och underhållskostnaderna kan förändras med tiden. Slamspolning kan t ex behövas för att förhindra att sediment lagras.

9 Slutsats och rekommendationer

Dagvattenflödena för ett 10-års respektive 30-årsregn med varaktigheten 10 minuter är ca 132 l/s respektive 187 l/s för alternativ 1 samt 126 l/s respektive 179 l/s för alternativ 2. Ett rimligt utflöde från planområdet efter fördröjning, har bedömts till 9 l/s. Volymen som behöver magasineras i projektområdet är cirka 175 m³ för alternativ 1 och 167 m³ för alternativ 2. Med dessa förutsättningar blir tömningstiden 5-6 h vid dimensionerande händelse.

Projektområdet bidrar till föroreningar som behöver renas till recipienten Vassbotten. Därför rekommenderas makadammagasin som lösning. Flöden kommer att fördröjas och renas och det är en kostnadseffektiv lösning. Makadammagasinet bör vara max 1,5 m djup eftersom grundvattennivån i projektområdet är 2,5 m under mark. Med ett makadammagasin renas alla föroreningar utom fosfor. Projektområdet riskerar inte att översvämmas på grund av skyfall enligt analys i Scalgo. Den föreslagna planen kommer inte att ha någon negativ påverkan på den intilliggande järnvägen.

10 Referenser

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

Riktlinjer för Dagvattenhantering i Vänersborgs kommun, 2011-02-02

Policy för dagvattenhantering i Vänersborgs Kommun, 2011-02-02

Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient, Göteborgsstad, R2020:13

<https://goteborg.se/wps/portal/start/foretag/tillstand-och-regler/vatten-och-avlopp/riktvarden-fororenat-vatten?uri=gbglnk%3Agbg.page.72b8aa79-0e31-4679-af92-40107592c742>

Krav på rening av dagvatten, Göteborgsstad (2021-03-11)

<https://goteborg.se/wps/portal/start/foretag/tillstand-och-regler/vatten-och-avlopp/rening-av-dagvatten/krav-pa-rening-av-dagvatten?uri=gbglnk%3A2016813144134477>

VISS, Vatteninformationssystem, Länsstyrelsen

<https://viss.lansstyrelsen.se/Maps.aspx>

Sidan besöktes 2021-04-02

Genomläpplighetskarta, SGU

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=-751562.775624,6120299.579575,1931310.775624,7649590.420425>

Sidan besöktes 2021-04-02

Jordartskarta, SGU

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

Sidan besöktes 2021-04-02

Jorrdjupskarta, SGU

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorrdjup.html>

Sidan besöktes 2021-04-02

SCALGO Live, 2021

StormTAC, 2021

Hitta.se, 2021

PM Geoteknik – Kv Grävlingen Vänersborg, WSP, 2021-02-12

Grundkarta, Hemsö Fastighets AB, 2021-03-08

Förslagsskisser för alternativ 1 och 2, Hemsö Fastighets AB, 2021-03-11

Stockholm stad, Skelettjord

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf

Sidan besöktes 2021-05-09

Vegtech, 2021. Veg Tech

https://www.vegtech.se/wp-content/uploads/2020/09/VegTech_Katalog_Gronagardar.pdf

Sidan besöktes 2021-05-09