

Göteborg stad

Dagvattenutredning för hotell och nöjespark söder om Liseberg, Detaljplan för kv. Immeln utbyggnad Liseberg

Malmö 2017-02-22

Dagvattenutredning för hotell och nöjespark söder om Liseberg, Detaljplan för kv. Immeln utbyggnad Liseberg

Datum	2017-02-22
Uppdragsnummer	1320018192-001
Utgåva/Status	Gällande handling

Patrik Gliveson
Uppdragsledare

Sara Eng
Handläggare

Lena Sjögren
Granskare

Rambøll Sverige AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00
Fax

Sammanfattning

Syftet med detaljplanen är att skapa förutsättningar för att utvidga Lisebergs nöjespark söderut med hotell och nöjespark i form av en vattenpark, samt att skapa attraktiva offentliga miljöer utmed Mölndalsvägen och Mölndalsån.

Denna dagvattenutredning syftar till att belysa de möjligheter och svårigheter gällande dagvattenhantering som uppkommer i samband med omvandling av mark och bebyggelse inom ett planområde. Planområdet ligger mellan Mölndalsvägen, Getebergsled, Vörtgatan och Kungsbackaleden direkt söder om nuvarande Lisebergsområdet. Hela området är cirka 9 ha. Mölndalsån rinner mitt genom området.

Dagvattenflöden beräknas utifrån Svenskt Vatten P110 och dess krav på att ledningssystemet dimensioneras för ett 10 minuters 5-årsregn. En klimatfaktor på 25 % adderas till de framräknade flödena efter exploatering.

Fördröjningsbehovet beräknas utifrån Göteborg Stads krav på 10 mm regn/ m² hårdgjord yta.

Föroreningsberäkningar görs utifrån schablonhalter av föroreningar i dagvatten och redovisas före ombyggnad, efter ombyggnad samt efter rening.

Ett förslag har tagits fram för hur dagvattnet kan tas om hand för att klara renings- och fördröjningsbehov, se även bilaga 2. Utförs byggnationen efter föreslagna åtgärder förväntas en god dagvattenhantering som uppfyller satta krav uppnås.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	3
1.1	Bakgrund.....	3
1.2	Syfte och uppdrag	3
2.	Förutsättningar och underlag.....	3
2.1	Förutsättningar för dagvattenhantering	3
2.2	Koordinat- och höjdsystem	4
2.3	Underlag och källor.....	4
3.	Befintliga förhållanden	4
3.1	Planområdet idag	4
3.1.1	Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi.....	6
3.1.2	Befintlig avvattning.....	7
3.1.3	Markavvattningsföretag och täckdikning.....	8
3.1.4	Vattendrag.....	8
4.	Framtida förhållanden	9
4.1	Områdets utformning.....	9
5.	Beräkningar	10
5.1	Flöden, fördröjningsvolym och övriga dagvattenvolymer.....	10
5.1.1	Flöde för befintliga förhållanden	11
5.1.2	Flöden och magasineringsbehov efter exploatering.....	14
5.2	Konsekvenser av ett 200-årsflöde	16
6.	Förslag dagvattenhantering	17
6.1	Område 1	18
6.2	Område 2	19
6.3	Område 3	20
6.4	Område 4	21
6.5	Område 5	22
6.6	Område 6	22
6.7	Område 7	23
7.	Föroreningsberäkningar	23
7.1	Föroreningar före ombyggnad.....	25
7.2	Föroreningar efter ombyggnad.....	26
7.2.1	Allmän platsmark: Område 5, 6 och 7.....	26
7.2.2	Kvartersmark: Kvarter K1 till K4	30
8.	Investeringskostnader och drift.....	36

Bilagor

Bilaga 1	Befintliga ledningar
Bilaga 2	Principskiss dagvattenhantering
Bilaga 3	Information om dagvattenlösningar

Dagvattenutredning för hotell och nöjespark söder om Liseberg, Detaljplan för kv. Immeln utbyggnad Liseberg

1. Inledning

- 1.1 Bakgrund**
Göteborgs stad har anlitat Rambøll Sverige AB som konsult gällande dagvattenutredning till detaljplaneförslag för ny hotellbyggnad, nytt vattenland och parkeringsytor i direkt anslutning till nöjesparken Liseberg.
- 1.2 Syfte och uppdrag**
Utredningen syftar till att belysa de möjligheter och svårigheter gällande dagvattenhantering som uppkommer i samband med omvandling av mark och bebyggelse inom området.

2. Förutsättningar och underlag

- 2.1 Förutsättningar för dagvattenhantering**
Förutsättningarna för dagvattenhantering är framtagna i samråd med Göteborg Stad samt hämtade ur Svenskt Vattens P110 (Avledning av dag-, drän- och spillvatten, 2016) och Svenskt Vattens P104 (Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, 2011)
- Anslutningar av dagvatten från planområdet sker direkt till recipienten Mölndalsån vars medelvattenyta är reglerad till nivån +1,5 m.
 - Öppna diken bör eftersträvas för att transportera bort dagvatten till magasin. Detta skapar ytterligare tröghet i dagvattenhanteringen vilket innebär lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), som eftersträvas av Göteborg stad.
 - Utifrån Svenskt Vatten P110 dimensioneras ledningssystemet för ett 10 minuters 5-årsregn. En klimatfaktor på 25 % adderas till de framräknade flödena.
 - Enligt Kretslopp och Vatten ska minst 10 mm regn/ m² hårdgjord yta fördröjas.
 - Dagvattnet avleds till recipienten Mölndalsån och riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten bör uppfyllas. De riktvärden som används är hämtade från Kretslopp och Vattens och Miljöförvaltningens dokument - *Reningskrav för dagvatten (2016)*

Avrinningskoefficienter vid dimensionering är enligt Svenskt Vattens P110:

- Avrinningskoefficient för takyta 0,9
- Avrinningskoefficient för asfalterade ytor 0,8

- Avrinningskoefficient för gräsyta/parkmark 0,1
- Avrinningskoefficient för grönt tak 0,5

2.2 Koordinat- och höjdsystem

Denna utredning redovisas i höjdsystemet RH2000 och koordinatsystem SWEREF 99 12 00.

2.3 Underlag och källor

Erhållet underlag:

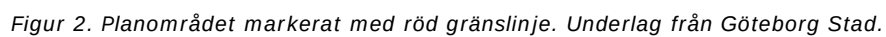
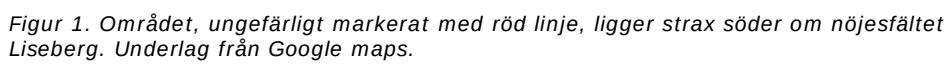
- VA karta i dwg-format, erhållen 2016-12-20
- Grundkarta i dwg-format, erhållen 2016-11-30
- Plankarta och illustrationsritning i pdf, erhållen 2016-11-30 och 2017-02-16
- Geoteknisk PM – underlag för detaljplan, Göteborg, Kv Immeln, gjord av Norconsult, 2016-02-08, erhållen 2016-11-30
- Reningskrav för dagvatten, Kretslopp och Vatten, Göteborg Stad, 2016-10-31
- Dagvatten inom planlagda områden, Göteborg Vatten (Kretslopp och Vatten)
- P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten (Svenskt Vatten)
- P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem (Svenskt Vatten)

3. Befintliga förhållanden

3.1 Planområdet idag

Planområdet ligger mellan Mölndalsvägen, Getebergsled, Vörtgatan och Kungsbackaleden direkt söder om nuvarande Lisebergsområdet, se figur 1. Hela området är cirka 9 ha. Mölndalsån rinner mitt genom området och delar upp området i en västlig och en östlig del. Väster om Mölndalsån består marken idag av en stor parkeringsyta. På parkeringsytan finns ett mindre grönområde, bestående av en skogbeklädd kulle med inslag av berg i dagen, men i övrigt är ytorna hårdgjorda. Öster om Mölndalsån består planområdet av en parkeringsyta samt industribyggnader med tillhörande hårdgjorda ytor, se figur 2.

Båda områdena sluttar mot recipienten Mölndalsån. Den västliga delen ligger något högre än den östra. Höjdskillnaden inom den västra delen varierar mellan +8,8 m till +2,7 m. Den östra sidan är flackare och varierar mellan +3,6 till +1,9 m.



3.1.1

Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi

En geoteknisk undersökning har genomförts för den västra sidan av Mölndalsån, Norconsult 2016-02-08. En undersökning för det östra området är planerad men inte färdig till denna dagvattenutredning.

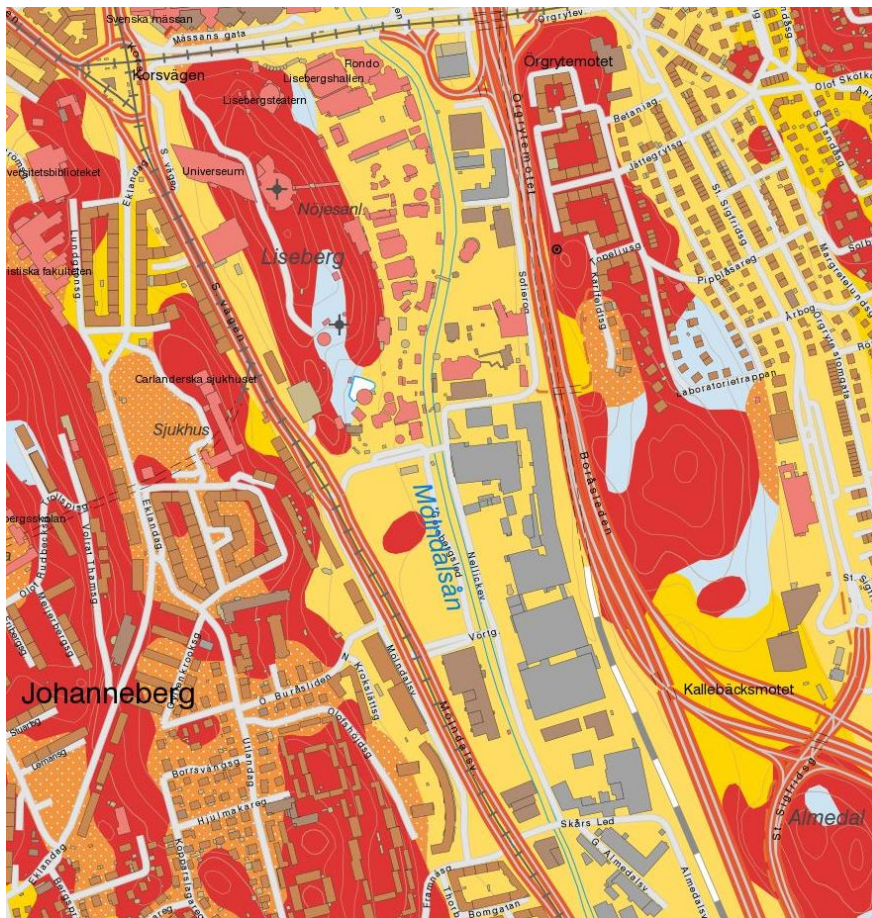
Enligt SGU jordartskarta (se figur 3) består marken i området främst av postglacial lera med en liten del berg i dagen.

Enligt den geotekniska undersökningen för den västra delen består jordlagren i området överst av fyllning till ca 1,5 – 2 m djup. Där lerdjupen är större förekommer gyttjig lera på ca 4 – 8 m djup ovanpå lera som kan gå ner till 20 m djup. Under leran finns friktionsjord med varierande mäktighet och som vilar på berg. I nordvästra delen utgörs jordlagret av friktionsjord av sand och silt med tunna lerlager. Närmre ån och framförallt söderut i området ökar lerdjupet. Fyllningen består av asfalt, grus, lera, sand, silt och rivningsrester som tegel och äldre husgrunder. I den södra delen av området finns det högsensitiv lera. Lerans odränerade skjuvhållfasthet varierar mellan 15 och 30 kPa. Utförda kompressionsförsök visar att leran är överkonsoliderad med ca 20 – 30 kPa ner till nivån ca +9 till +8 m. Därunder bedöms leran vara normalkonsoliderad vilket innebär att i stort sett all last som påförs marken kommer leda till långtidsbundna sättningar. Sannolikt pågår sättningar från den uppfyllnad som har utförts i området, speciellt i områdets södra del.

I områdets nordöstra del finns idag en stenmur längs Mölndalsån. När lodning utfördes för stabilitetssektionerna så noterades att stenmuren vilar på en rustbädd som är grundlagd på träpålar. För nuvarande förhållanden bedöms konstruktionen vara i gott skick. I sydöstra delen av området består marken sannolikt enbart av slänt ner mot ån.

Vattenhastigheten i Mölndalsån är låg och ån är rak vilket är gynnsamt ur erosionssynpunkt. Ån är också relativt grund.

Inga uppgifter om grundvattennivån finns tillgängliga.



Figur 3. SGUs jordartskarta. Marken inom området består av till största delen postglacial lera (gult) samt en liten del berg i dagen (rödfärg). (SGU, 2017).

3.1.2

Befintlig avvattnings

I bilaga 1 kan befintliga VA-ledningar inom planområdet ses.

I den västra delen leds dagvattnet ytligt till Mölndalsån. Den östra delen av planområdet avvattnas genom ytlig avrinning till kombinerade ledningar längs med Nellickevägen.

Planområdet är väl försörjt med allmänt VA-ledningsnät, och anslutning kan ske till Mölndalsvägen. Alternativt kan anslutning av spillvatten ske till Nellickevägen, öster om Mölndalsån. Dagvattenledningen från Mölndalsvägen som är dragen över planområdet (D750 BTG-ledning) samt den närliggande spillvattenledningen kan slopas. Dagvattenledningen i Getebergsled ska slopas och detta dagvatten ansluts istället till Mölndalsvägen och leds ut i Mölndalsån via befintliga ledningar i Vörtgatan.

Kretslopp och vattens dricksvattenledning i norra delen av planområdet kommer att behöva flyttas för att planen ska kunna genomföras. Kretslopp och vatten

föredrar om ledningen läggs om parallellt med nuvarande läge under förutsättning att nybyggnationen tillåter detta.

Kapaciteten på dricksvatten- och spillvattenledningarna behöver utredas när behovet är känt.

3.1.3

Markavvattningsföretag och täckdikning

Enligt Länsstyrelsens WebbGIS karta finns markavvattning i form av rör och diken samt båtadsområden inom och vid området (se figur 4). Båtadsområdet inom planområdet heter Mölndalsåns VF 1955. Ett vattenavledningsföretag har, enligt Länsstyrelsens WebbGIS karta, ansvar för upprensning och delvis återställande av åfåran till tidigare storlek.



Figur 4. Prickat område visar fastställt båtadsområde och blå heldragen linje visar fastställd markavvattning i form av rör, diken eller vallar. Underlag från Länsstyrelsens WebbGIS karta.

3.1.4

Vattendrag

Den sträcka av Mölndalsån som kallas *Mölndalsån- Kålleredsbäckens inflöde till Liseberg* (enligt VISS) ligger till största del nedströms (norrut). Den punkt där dagvatten släpps ut från detaljplaneområdet är alltså där Mölndalsån i norr lämnar detaljplaneområdet. De befintliga miljöproblemen i denna sträcka av vattendraget beror främst på att den är belastad av miljögifter. I dagsläget har denna sträcka en *måttlig ekologisk status* men förväntas uppnå god ekologisk potential 2021. Anledningen till att sträckan har klassats till *måttlig ekologisk potential* är bland annat att det förekommer vattenkraftsverksamhet som påverkar hydrologi och morfologi i området. Kvicksilverföreningar av delvis historisk härkomst lagras i fisk i området som överskrider EU:s gränsvärden. Sträckan har även problem med övergödning vilket bedöms som ett miljöproblem som kan ta lång tid att åtgärda (enligt VISS).

Recipienten Mölndalsån har klassats som *Känslig* (tidigare prioriteringsklass 3) enligt det uppdaterade dokument och matris som Kretslopp och Vatten och Miljöförvaltningen har gjort (2016-10-31). Mölndalsån är påverkad av närsalter, metaller och bakterier från industriutsläpp, dagvatten och bräddningar. Den framtida markanvändningen och föroreningsbelastning i planområdet gör att området klassas som en *Hårt belastad yta* (tidigare klass 1). Detta eftersom delar av området kommer utgöra högfrekventa p-platser samt att mekaniska verksamheter kommer finnas inom området.

Klassningen av Mölndalsån och ytan leder enligt matrisen till att *Rening* av dagvattnet är nödvändig. Detta innebär att sedimentation och infiltrering/filtrering behövs. Exempel på sådana behandlingsmetoder är krossdike, biofilter, magasin med filter (typ EcoVault eller liknande).

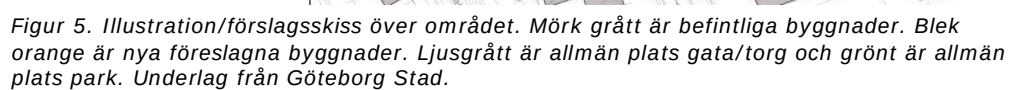
4. Framtida förhållanden

4.1 Områdets utformning

Syftet med detaljplanen är att skapa förutsättningar för att utvidga Lisebergs nöjespark söderut med hotell och nöjespark i form av en vattenpark, samt att skapa attraktiva offentliga miljöer utmed Mölndalsvägen och Mölndalsån.

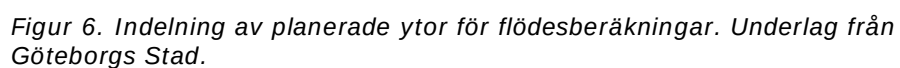
Liggande förslag innebär att Lisebergs parkområde utökas söderut med ett hotell och en vattenpark som är inbyggd (se figur 5). I förslaget försvinner Getebergsled som allmän gata. En ny allmän gång- och cykelförbindelse anordnas istället lite längre söderut genom det nya kvarteret. Utmed Mölndalsåns västra strand anläggs ett allmänt gångstråk.

Parkering föreslås i ett nytt parkeringsdäck öster om Mölndalsån. Enligt detaljplanen ska markparkering tillåtas på övriga ytor mellan Mölndalsån och E6. Detta kan innebära att befintliga byggnader behöver rivas. Att det i detaljplanen medges markparkering i området kan ses som ett värsta scenario ur dagvattenflödes- och förorenings synpunkt. Skulle marken istället fortsatt användas som industrimark, eller användas på ett annat sätt, blir det ingen ökning i dagvattenflöde- eller föroreningsbelastning utan snarare en minskning.



5.1

10 av 39



För flödesberäkningar väljs ett regn med 10 minuters varaktighet samt ett med 30 minuters varaktighet, för att belysa konsekvenserna av ett längre regn. En klimatfaktor på 25 % läggs på de framtida förhållanden. Tabell 1 nedan visar uppkomna flöden inom området vid befintliga förhållanden.

Tabell 1. Avrinningen från hela området vid befintliga förhållanden.

Befintliga förhållanden, kvartersmark					
Marktyp	A _{tot} (m ²)	Avr.- koeff	A _{red} (m ²)	Q _{10 min} , i=197,8 l/s/ha (l/s)	Q _{30 min} , i=98,73 l/s/ha (l/s)
Delområde 1 (Hotellbyggnad)					
Asfalt	10315	0,8	8252	163,2	81,5
Parkmark	985	0,1	99	1,9	1,0
Takyta	450	0,9	450	8,0	4,0
Tot. Delområde 1	11750		8755	173,2	86,5
Delområde 2 (Vattenpark)					
Asfalt	14817	0,8	11854	234,5	117,0
Parkmark	2508	0,1	501	9,9	5,0
Tot. Delområde 2	17325		12355	244,4	122,0
Delområde 3 (Parkeringsområde)					
Asfalt	12636	0,8	10109	200,0	99,8
Takyta	11560	0,9	10404	205,8	102,7
Parkmark	1570	0,1	157	3,1	1,6
Tot. Delområde 3	25766		20670	408,8	204,1
Delområde 4 (P-hus)					
Asfalt	4492	0,8	3594	71,1	35,5
Takyta	15068	0,9	13561	268,2	133,9
Tot. Delområde 4	21300		18322	339,3	169,4
Totalt	54841		58935	1166	582

Befintliga förhållanden, allmän mark					
Marktyp	A_{tot} (m^2)	Avr.- koeff	A_{red} (m^2)	Q_{10min} , $i=197,8$ l/s/ha (l/s)	Q_{30min} , $i=98,73$ l/s/ha (l/s)
Delområde 5 (Mölnadalsvägen)					
Asfalt	6372	0,8	5098	100,8	50,3
Gräsyta/Parkområde	1563	0,1	156	3,1	1,5
Tot. Delområde 5	7935		5254	103,9	51,9
Delområde 6 (Nellickevägen)					
Asfalt	5366	0,8	4293	84,9	42,4
Gräsyta/Parkområde	665	0,1	66,5	1,3	0,7
Tot. Delområde 6	6031		4359	86,2	43,0
Delområde 7 (Sofierogatan)					
Asfalt	600	0,8	480	9,5	4,7
Tot. Delområde 7	600		480	9,5	4,7
Totalt	14566		10093	199,6	99,6

5.1.2 Flöden och magasineringsbehov efter exploatering

Vid exploatering kommer flödet från området att förändras vilket visas i Tabell 2.

Tabell 2. Avrinningen för respektive delområde efter exploatering.

Avrinning efter exploatering, kvartersmark					
Marktyp	A_{tot} (m ²)	Avr.- koeff	A_{red} (m ²)	$Q_{10\min+25\%}$, $i=247,3\text{ l/s/ha}$ (l/s)	$Q_{30\min+25\%}$, $i=123,4\text{ l/s/ha}$ (l/s)
Delområde 1 (Hotellbyggnad)					
Asfalt	2678	0,8	2142	53,0	26,4
Takyta	4814	0,9	4333	107,1	53,5
Parkmark	4258	0,1	426	10,5	5,3
Tot. Delområde 1	11750		6901	170,6	85,2
Delområde 2 (Vattenpark)					
Asfalt	763	0,8	610	15,1	7,5
Gräsyta/Parkmark	763	0,1	152,6	3,8	1,9
Takyta	15799	0,9	14219	351,6	175,5
Tot. Delområde 2	17325		14982	370,4	184,9
Delområde 3 (Parkeringsområde)					
Asfalt	25766	0,8	20613	509,7	254,4
Tot. Delområde 3	25766		20613	509,7	254,4
Delområde 4 (P-hus)					
Asfalt	4865	0,8	3892	96,2	48,0
Takyta	14695	0,9	13225	327,0	163,2
Tot. Delområde 4	19560		17117	423,2	211,2
Totalt	74401		59613	1473,9	735,7

Avrinning efter exploatering, allmän mark					
Marktyp	A_{tot} (m^2)	Avr.- koeff	A_{red} (m^2)	$Q_{10min+25\%,}$ $i=274,3 \text{ l/s/ha}$ (l/s)	$Q_{30min+25\%,}$ $i=123,4 \text{ l/s/ha}$ (l/s)
Delområde 5 (Mölnsdalsvägen)					
Asfalt	6560	0,8	5248	129,8	64,8
Gräsyta/Parkmark	1375	0,1	138	3,4	1,7
Tot. Delområde 5	7935		5386	133,2	66,5
Delområde 6 (Nellickevägen)					
Asfalt	5366	0,8	4293	106,1	53,0
Tot. Delområde 6	5366		4293	106,1	53,0
Delområde 7 (Sofierogatan)					
Asfalt	600	0,8	480	11,9	5,9
Tot. Delområde 7	600		480	11,9	5,9
Totalt	13901		10159	251,2	125,4

En sammanfattning av flödena i respektive område före och efter exploatering kan ses i tabell 3.

Tabell 3. Beräknade dagvattenflöde innan och efter exploatering för respektive område. Observera att en klimatkfaktor, 25% lagts på efter exploatering

Flöde före och efter exploatering				
Delområde	Före (l/s) 10 min	Före (l/s) 30 min	Efter (l/s) 10 min	Efter (l/s) 30 min
1	173,2	86,4	170,6	85,2
2	244,4	122,0	370,4	184,9
3	408,8	204,1	509,7	254,4
4	339,3	169,4	423,2	211,2
5	103,9	51,9	133,2	66,5
6	86,2	43,0	106,1	53,0
7	9,5	4,7	11,9	5,9

Den erforderliga magasinvolymen beräknas utifrån 10 mm regn per m^2 hårdgjord yta, vilket efter exploatering motsvarar fördröjningsvolymen enligt tabell 4Fe!
Hittar inte referenskälla..

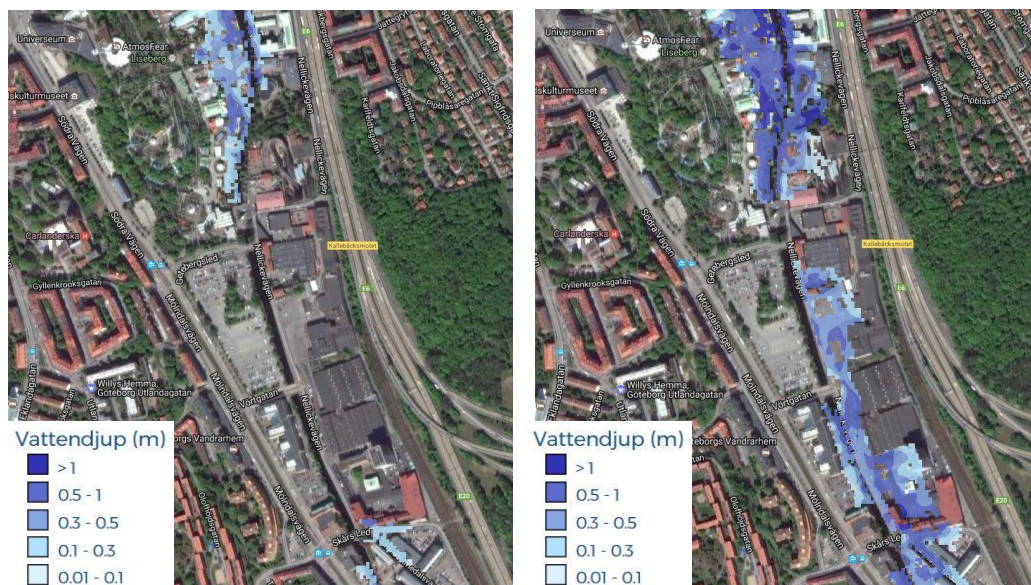
Tabell 4. Erforderliga magasinsvolymer för respektive delområde.

Erforderlig magasinvolym		
Dimensioneringsprincip (minst 10 mm / A_{red})	A_{red} (m ²)	Magasinerings- volym (m ³)
Delområde 1	6901	69
Delområde 2	14982	150
Delområde 3	19098	191
Delområde 4	17118	171
Delområde 5	5386	54
Delområde 6	4467	45
Delområde 7	480	5
Totalt	68430	685

5.2

Konsekvenser av ett 200-årsflöde

För att få fram de situationer med risk för översvämning har i rapporten tittats på ett 200-årsflöde istället för 100-årsregnet då detta rinner direkt till Mölndalsån. Skyfallsmodellen som tagits fram av Göteborg Stad visar att planområdet riskerar att översvämmas främst i de östra delarna. Väster om Mölndalsån finns det även risk för översvämning i de sydvästra delarna, vid Vörtgatan. Detta innebär att inga instängda områden bör skapas och att det är möjligt att via ytliga vägar avleda dagvattnet mot Mölndalsån. Planområdet ligger på en sådan nivå att det även finns risk för översvämning i området på grund av höga nivåer i Mölndalsån (se figur 7). För att förhindra detta krävs dock ett omfattande arbete längs hela Mölndalsån och inte bara inom planområdet.



Figur 7. En jämförelse på inverkan på planområdet av en högvattennivå i Mölndalsån (200 års flöde). Till vänster visas högvattennivån för ett 200-årsflöde år 2014. Till höger visas motsvarande för år 2100. Ju mörkare blå färg desto mer vatten. Underlag från Vatten i staden (www.vattenigoteborg.se).

6. Förslag dagvattenhantering

Principlösningen nedan är endast förslag på hur dagvattenhanteringen inom planområdet kan hanteras. Fördröjningsmagasinen som presenteras i principförslagen kan med fördel delas upp på flera mindre magasin under förutsättning att samma volym dagvatten fördröjs.

Generell princip för dagvattenhantering inom området föreslås enligt följande:

- Dagvatten från området leds ner i rännor och/eller diken för transport till fördröjningsmagasin innan det släpps vidare till recipienten Mölndalsån.
- Dräneringsvatten från parkeringsytor kan avledas via föreslaget dagvattensystem.
- Husdräneringsvatten kommer troligen behöva pumpas beroende på vilka källargolvsdjup som planeras i delområdena.
- Vid extrem nederbörd bör dagvattnet tillåtas rinna på ytan och ut ur områdena. Höjdsättning är därför viktigt för att se till att marken sluttar bort från husen så att vatten med självfall kan ledas ut mot Mölndalsån.
- Ju större andelar grönytor och grusplaner som anläggs inom området desto större renings- och fördröjningseffekt av dagvatten kommer att uppnås.
- Takytor föreslås förses med utkastare som avleder dagvattnet ytligt. Dagvattnet från utkastarna kan exempelvis avledas via rännalsplattor

som lutar ut från huskroppen mot fördröjningsanläggning. Se exempelbild på utkastare i figur 8.



Figur 8. Stuprörsutkastare som avleder dagvatten ytligt.

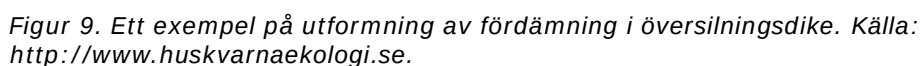
I bilaga 2 kan föreslagna dagvattenlösningar för respektive område ses. I bilaga 3 kan vidare information om olika dagvattenlösningar fås.

6.1

Område 1

Den erforderliga fördröjningsvolymen för område 1 är ca 70 m³. Dagvatten från hotellets tak föreslås fördröjas och renas i en nedsänkt grönyta innan avledning sker till Mölndalsån. Från den västra sidan av hotellet kan vatten ledas via rännor till svackdike längs med gång- och cykelstråket mellan hotell och vattenpark. Är det inte möjligt att med självfall leda dagvattnet längs detta stråk kan en kulvertering av delar av rännan vara en lösning. Ett annat alternativt kan vara att allt dagvatten leds norr om hotellet till den nedsänkta grönytan. Svackdikena föreslås vara gräsbeklädda, flacka och med fördämningar för att öka deras fördröjande och renande effekt (se även figur 8 och 9). Svackdiken som föreslagits i bilaga 2 ger med en snittarea på 0,27 m² en fördröjningsvolym på 34 m³. Det finns möjligheter att öka snittarean och därmed volymen vid behov.

Den nedsänkta grönytan har ett djup på ca 0,5 m och en underliggande dränering som håller grönytan torr vid normala regn. Vid en area på 120 m² ger det en fördröjningsvolym på 60 m³.



6.2

Den totala erforderliga fördröjningsvolymen för område 2 är ca 150 m³. Enligt planskisser över området finns inte utrymme att anlägga dagvattensystem vid östra delen av vattenparken. Om delar av vattenparkens takyta avleds direkt till Mölndalsån (uppskattningsvis ca ¼) utan fördröjning så behöver totalt ca 110 m³ för område 2 fördröjas inom området. För att klara reningsbehovet för detta dagvatten föreslås att brunnar med filter anläggs innan det släpps till Mölndalsån.

Ytterligare en del av område 2 dagvatten kan anslutas till område 1 i norr (uppskattningsvis ca $\frac{1}{4}$) via makadamdike och svackdike. Där kan det fördröjas med hjälp av den nedsänkta grönytan i område 1. Detta skulle innebära att ca 40 m³ leds till område 1.

Kvar finns ca 75 m³ vilka behöver fördröjas inom området. Förslaget är att använda underjordiska magasin, typ Eco Vault eller likvärdigt. I bilaga 2 är det fyra stycken inritade men det är anpassningsbart, bara den totala fördröjningsvolymen blir densamma.

Skulle taket till vattenparken utformas som ett grönt tak skulle fördröjningsbehovet för hela området sjunka från 150 m³ till 87 m³. Utifrån förslaget ovan skulle detta innebära att de underjordiska magasinerna endast behöver fördröja ca 45 m³.

6.3

Område 3

Dagvatten avleds förslagsvis i dräneringsdike, där fördröjning och rening sker vid dimensionerande regn. Den totala fördröjningsvolymen för område 3 är 191 m³. För att klara av fördröjningsbehovet för område 4 föreslås även takytan för det tillfälliga parkeringshuset ledas via område 3. Detta innebär att ytterligare ca 80 m³ dagvatten tillförs område 3. Den totala fördröjningsvolymen för område 3 blir då 270 m³.

Ytbehovet för att fördröja dagvatten i dräneringsdike fyllt av makadam är ca 1640 m². Dräneringsdikets uppsamlade ledning föreslås ligga ytligt med en vattengång på ca 0,5 m under markytan. Dräneringsledningarna föreslås anläggas med minst 2,5 promilles lutning mot Mölndalsån. De två utloppen från parkeringsplatsen till Mölndalsån ligger på ca +1,32 m. Detta innebär att utloppsledningarna kommer att ligga under medelvattenytan och dämna dagvattensystem till en nivå på ca +1,5 m. Utloppsledningar mot Mölndalsån ligger då ca 1 m under Nellickevägen och således troligen under vägens överbyggnad. Om utloppsledningarna förläggs på frostfritt djup, ca 1,7 m under Nellickevägen, hamnar de på en nivå på ca +0,6 m.

De växtbäddar som finns redovisade i bilaga 2 är föreslagna som ett alternativ och/eller komplement till dräneringsdikena om det är så att de anses ta för stor yta i anspråk. Med växtbäddar i redovisade lägen kan antalet dräneringsdiken minska i antal. Växtbäddarna skulle även kunna vara endast makadamfyllda ytor.



Figur 10. Makadamdike i parkmiljö. Foto: Ramböll



Figur 11 och 12. Dräneringsdike i anslutning till trafikerade ytor. Foto: Ramböll

6.4

Område 4

Den totala fördröjningsvolymen för område 4 är 171 m³. Det finns en möjlighet att med självfall ansluta det tillfälliga parkeringshusets dagvatten till dräneringsledningarna i område 3. Dräneringsdiket närmst område 4 bör anläggas något bredare och djupare än de andra dräneringsdikena för att klara den belastning som kommer från område 4. Det bör vara möjligt att knappt hälften av fördröjningsvolymen, ca 75 m³ kan avledas på detta sätt.

De återstående 96 m³ är möjliga att fördröja med dräneringsdiken och en grönyta enligt bilaga 2. Det är möjligt att sänka utloppet i Möldalsån enligt principen på utloppet från område 3 om fördröjningsvolymen behöver öka.

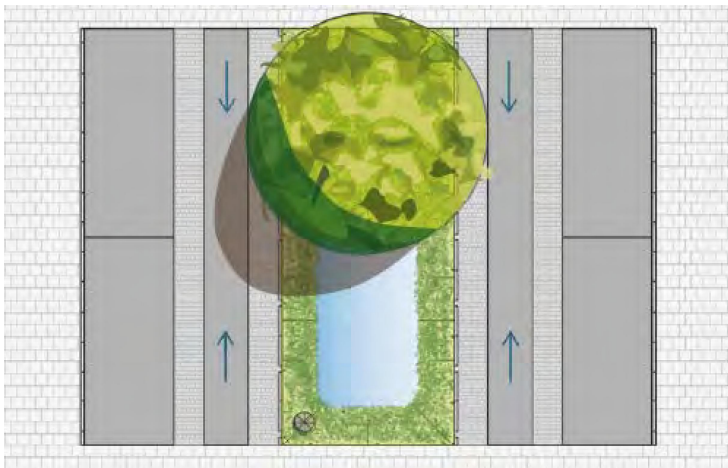
6.5

Område 5

Befintlig gc-väg och gata i Möldalsvägen har ett utbyggt VA-system som föreslås behållas vid ombyggnation.

Den totala fördröjningsvolymen för område 5 är ca 55 m³. Den del av området som ligger öster om vattenparken finns det ingen möjlighet att fördröja utan dagvattnet leds ytligt direkt ner i Möldalsån. Ytorna mellan vattenparken och hotellet kan avledas till den nedsänkta grönytan i område 1.

Nedsänkta växtbäddar mellan trädplanteringar föreslås fördröja dagvatten från område 5, se figur 13. I den norra delen av området kan två större växtbäddar anläggas och sedan kan dagvattnet ledas söderut längs med Möldalsvägen. Längs med Vörtgatan kan ett dräneringsdike anläggas innan det leds ut i Möldalsån.



Figur 13. En skålad grönyta som används för att fördröja dagvatten.

Kantsten bör utformas med någon typ av släpp för att dagvatten ska kunna rinna fritt till växtbäddarna. I dagsläget går det befintliga ledningar vid trädplanteringarna vilka de nedsänkta ytorna kan anslutas till. Om en nedsänkt grönyta på totalt 340 m² sänks ner ca 0,25-0,30 m kan en dagvattenvolym på ca 85 – 90 m³ fördröjas. De två växtbäddarna i norr bör fördröja ca 40 m³.

6.6

Område 6

Den totala fördröjningsvolymen för område 6 är ca 45 m³. Dagvattnet föreslås fördröjas och renas i ett dräneringsdike utmed Nellickevägens västra sida. Dräneringsdikets uppsamlade ledning föreslås ligga ytligt med en vattengång på ca 0,5 m under markytan. Fördröjningsvolymen blir då 33 m³.

6.7 Område 7

Den totala fördröjningsvolymen för område 7 är ca 5 m³. Här sker ingen större förändring av markytan men trafikeringen av vägen kommer vid ombyggnation av området att öka. Detta ger en högre föroreningsbelastning av vägen. Dagvattnet kan via en grönyta i norr anslutas till dagvattenledningarna i Nellickevägen.

7. Föroreningsberäkningar

Beräknade schablonhalter av föroreningar i dagvatten redovisas före ombyggnad, efter ombyggnad samt efter rening. Föroreningsberäkningarna redovisas separat för allmän platsmark respektive kvartersmark.

Schablonhalterna av föroreningar är hämtade ur programvaran StormTac, en programvara som används för föroreningsberäkningar i dagvatten. En årsmedelnederbörd på 880 mm (inkluderat korrektionsfaktor) har använts för hela planområdet. I StormTac finns resultat från samlad forskning gällande vilka typer av dagvattenföroreningar som uppkommer vid olika markanvändningar. StormTac är inget exakt beräkningsverktyg och bör endast användas för att få en generell bild av hur föroreningssituationen före och efter ombyggnad kan se ut.

Antaganden om befintliga och framtida marktyper inom planområdet påverkar beräkningsresultatet. De antaganden som är gjorda beskrivs för varje delområde inom planområdet. Makadammagasin föreslås rena och fördröja dagvatten från kvarters område förutom uppskattningsvis ca ¼ av vattenparkens takyta (i område 2) som avleds direkt till Mölndalsån och ca halva område 2 som kommer avleds till planerade underjordiska magasin, typ Eco Vault eller likvärdigt.

För allmänt platsmark ,område 5 och 6, föreslås makadammagasin som fördröjning och renings metod och för område 7 föreslås växtbädd som renings metod.

Beräknad reningseffekt från olika reningsåtgärder kommer utifrån databasen som används i StormTac.

Tabell 5. Jämförelse av totalt föroreningshalter innan och efter exploatering (inklusive rening)

Ämne	Beräknade utsläppsmängder innan exploatering (kg / år)	Beräknade utsläppsmängder efter exploatering och rening (kg / år)	Skillnad utsläpp före och efter exploatering (%)
Totalfosfor	8,4	4,77	43
Totalkväve	86	49,48	42
Bly (Pb)	0,95	0,24	75
Koppar (Cu)	1,8	0,42	77
Zink (Zn)	7,8	1,92	75
Kadmium (Cd)	0,034	0,0077	77
Krom (Cr)	0,6	0,115	81
Nickel (Ni)	0,27	0,073	73
Kvikksilver (Hg)	0,0025	0,0014	44
SS	5100	894,2	82
Olja	32	5,69	82
PAH16	0,062	0,027	56
Bens(a)pyren	0,0021	0,00079	62
Bensen	0,051	0,029	42
TBT	0,00013	0,000071	45
Arsenik (As)	0,2	0,1002	50
TOC	940	487,39	48
PCB7 *	0,0051	0,0029	44

7.1

Föroreningar före ombyggnad

Halterna av föroreningsberäkningar för allmän platsmark och kvartersmark före ombyggnad redovisas separat i Tabell 6 för halter och. Årsmängderna presenteras i Tabell 7. Befintliga markytor inom kvartersmark föreslås i StormTac klassas som "takyta", "parkering", "parkmark" och "torg". Befintliga markytor inom allmän platsmark föreslås klassas som "Väg med olika belastning", "gång och cykelväg", "parkmark" och "parkering".

Tabell 6: Beräkning av utsläppshalter (µg/l) från planområdet före ombyggnad

Ämne	Beräknade utsläppshalter kvartersmark (µg / l)	Beräknade utsläppshalter allmän platsmark (µg / l)	Riktvärde i utsläppspunkt (µg / l)
Totalfosfor	120	130	150
Totalkväve	1100	2100	2500
Bly (Pb)	15	3	14
Koppar (Cu)	26	20	22
Zink (Zn)	130	32	60
Kadmium (Cd)	0,52	0,25	0,4
Krom (Cr)	9	6,4	15
Nickel (Ni)	3,8	3,8	40
Kvicksilver (Hg)	0,029	0,07	0,05
SS	79000	41000	60000
Olja	410	660	1000
PAH16	1	0,11	
Bens(a)pyren	0,033	0,0086	0,05
Bensen	0,23	3,5	10
TBT	0,0019	0,0016	0,001
Arsenik (As)	2,8	2,7	15
TOC	13000	18000	20000
PCB7 *	0,075	0,072	0,014

Tabell 7: Beräkning av utsläppsmängder (kg/år) från planområdet före ombyggnad

Ämne	Beräknade utsläppshalter kvartersmark (kg / år)	Beräknade utsläppshalter allmän platsmark (kg / år)	Total utsläppsmängd (kg / år)
Totalfosfor	7	1,4	8,4
Totalkväve	63	23	86
Bly (Pb)	0,92	0,032	0,95
Koppar (Cu)	1,6	0,21	1,8
Zink (Zn)	7,4	0,34	7,8
Kadmium (Cd)	0,031	0,0026	0,034
Krom (Cr)	0,53	0,068	0,6
Nickel (Ni)	0,23	0,04	0,27
Kvicksilver (Hg)	0,0017	0,00074	0,0025
SS	4700	440	5100
Olja	24	7	32
PAH16	0,061	0,0011	0,062
Bens(a)pyren	0,002	0,000091	0,0021
Bensen	0,013	0,037	0,051
TBT	0,0001	0,000017	0,00013
Arsenik (As)	0,17	0,029	0,2
TOC	740	190	940
PCB7*	0,0044	0,00075	0,0051

7.2

Föroreningar efter ombyggnad

Föroreningsberäkningar för allmän platsmark och kvartersmark efter ombyggnad redovisas separat. Planområdet är uppdelat i delområden efter ombyggnation enligt figur 6 där framtida kvartersmark kommer att inkludera område 1 till 4. Framtida allmän platsmark kommer att inkludera område 5 till 7.

7.2.1

Allmän platsmark: Område 5, 6 och 7

Området omfattar all den allmänna platsmark som finns inom planområdet, vilket inkluderar område 5, 6 och 7

Området föreslås, i *Storm Tac*, klassas som "väg med olika belastning", "gång och cykelväg" samt "parkmark".

7.2.1.1

Område 5

För allmän platsmark i område 5 har ett reningssteg med makadammagasin beräknats. I Tabell 8 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av allmän mark samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av makadammagasin. Utsläppshalterna jämförs sedan med riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. I Tabell 8 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Tabell 8: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för allmän platsmark 1 (område 5) efter ombyggnad och rening i makadammagasin.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion makadam-magasin (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	130	42	75,4	0,44
Totalkväve	2500	2000	44	1120	6,72
Bly (Pb)	14	3,1	66	1,05	0,0061
Koppar (Cu)	22	20	74	5,2	0,031
Zink (Zn)	60	31	74	8,06	0,047
Kadmium (Cd)	0,4	0,25	77	0,057	0,00034
Krom (Cr)	15	6,2	77	1,43	0,0083
Nickel (Ni)	40	3,6	74	0,94	0,0055
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,068	35	0,044	0,00026
SS	60000	26000	78	5720	33
Olja	1000	650	78	143	0,84
PAH16		0,11	50	0,055	0,00031
Bens(a)pyren	0,05	0,0084	50	0,0042	0,000024
Bensen	10	3,5	40	2,1	0,012
TBT	0,001	0,0016	40	0,00096	0,0000055
Arsenik (As)	15	2,7	50	1,35	0,008
TOC	20000	18000	40	10800	66
PCB7*	0,014	0,072	40	0,043	0,00025

*Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i makadammagasin uppfyller alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad förutom PCB7 som överskrider gränsvärdena.

7.2.1.2

Område 6

För den allmänna platsmarken som benämns område 6, har ett reningssteg med makadammagasin beräknats. I Tabell 9 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av allmän platsmark samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av makadammagasin. Utsläppshalterna jämförs sedan med riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. I Tabell 9 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Tabell 9: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för allmän platsmark 2(område 6) efter ombyggnad och rening i makadammagasin.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, Makadammagasin och sandfång (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	130	42	75,4	0,32
Totalkväve	2500	2400	44	1344	5,6
Bly (Pb)	14	2,9	66	0,99	0,0041
Koppar (Cu)	22	20	74	5,2	0,022
Zink (Zn)	60	35	74	9,1	0,039
Kadmium (Cd)	0,4	0,25	77	0,057	0,00023
Krom (Cr)	15	7	77	1,61	0,0067
Nickel (Ni)	40	4,1	74	1,066	0,0044
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,075	35	0,049	0,00021
SS	60000	60000	78	13200	55
Olja	1000	710	78	156,2	0,66
PAH16		0,11	50	0,055	0,00024
Bens(a)pyren	0,05	0,0094	50	0,0047	0,00002
Bensen	10	3,7	40	2,22	0,0096
TBT	0,001	0,0016	40	0,00096	0,0000039
Arsenik (As)	15	2,6	50	1,3	0,0055
TOC	20000	19000	40	11400	48,6
PCB7*	0,014	0,075	40	0,045	0,00019

*Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i makadammagasin uppfyller alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad förutom PCB7 som överskrider gränsvärdena.

7.2.1.3

Område 7

För den allmänna platsmarken som benämns område 7, har ett reningssteg med växtbädd beräknats. I Tabell 10 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av allmän platsmark samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av växt bädd. Utsläppshalterna jämförs sedan med riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. I Tabell 10 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Tabell 10: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för allmän platsmark 3(område 7) efter ombyggnad och rening i Växtbädd.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, växtbädd (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	130	45	71,5	0,034
Totalkväve	2500	2400	15	2040	0,93
Bly (Pb)	14	2,9	75	0,72	0,00035
Koppar (Cu)	22	20	60	8	0,0038
Zink (Zn)	60	35	70	10,5	0,0048
Kadmium (Cd)	0,4	0,25	75	0,062	0,00003
Krom (Cr)	15	7	70	2,1	0,00099
Nickel (Ni)	40	4,1	55	1,84	0,00085
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,075	45	0,041	0,000019
SS	60000	60000	80	12000	5,6
Olja	1000	710	85	106,5	0,049
PAH16		0,11		0,11	0,000054
Bens(a)pyren	0,05	0,0094	80	0,0019	0,00000088
Bensen	10	3,7	60	1,48	0,00068
TBT	0,001	0,0016	60	0,00064	0,00000028
Arsenik (As)	15	2,6	36	1,66	0,00077
TOC	20000	19000	61	7410	3,55
PCB7*	0,014	0,075	56	0,033	0,000016

*Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i makadammagasin uppfyller alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad förutom PCB7 som överskrider gränsvärdena.

7.2.2 Kvartersmark: Kvarter K1 till K4
Kvartersmarken inom planområdet inkluderar område 1 till 4 enligt bild 6
Kvarter 1 till 4 är klassat som "Takyta", "torg", "parkmark" och "parkering" i StormTac.

7.2.2.1 Kvartersmark 1 (område 1)
Inom kvarter 1 har ett reningssteg med makadammagasin föreslagits. I Tabell 11 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av kvarter 1 samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av makadammagasin. Utsläppshalterna jämförs sedan

med riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. I Tabell 11 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Tabell 11: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för Kvartersmark 1 (område 1) efter ombyggnad och rening i makadammagasin.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, makadammagasin (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	120	42	69,6	0,54
Totalkväve	2500	1200	44	672	5,26
Bly (Pb)	14	2,3	66	0,782	0,0061
Koppar (Cu)	22	14	74	3,64	0,029
Zink (Zn)	60	85	74	22,1	0,17
Kadmium (Cd)	0,4	0,47	77	0,11	0,00083
Krom (Cr)	15	3,2	77	0,74	0,00575
Nickel (Ni)	40	3,1	74	0,81	0,0062
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,016	35	0,01	0,000078
SS	60000	21000	78	4620	35,2
Olja	1000	120	78	26,4	0,20
PAH16		0,46	50	0,23	0,0018
Bens(a)pyren	0,05	0,0073	50	0,004	0,000028
Bensen	10	0,35	40	0,21	0,0016
TBT	0,001	0,0019	40	0,001	0,0000084
Arsenik (As)	15	3,3	50	1,65	0,013
TOC	20000	8200	40	4920	38,4
PCB7*	0,014	0,067	40	0,04	0,00031

*Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i makadammagasin uppfyller alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad förutom PCB7 som överskrider gränsvärdena.

7.2.2.2

Kvartersmark 2 (område 2)

Inom kvartersmark 2 (område 2) föreslås reningsanläggningen bestå av ett makadammagasin förutom uppskattningsvis ca ¼ av vattenparkens takyta (i område 2) som avleds direkt till Mölndalsån och ca halva område som avleds till planerade underjordiska magasin, typ Eco Vault eller likvärdigt. En del av område 2 kan ansluta sitt dagvatten till område 1 i norr (uppskattningsvis ca ¼ av takytan) via makadamdike och svackdike. Där kan det fördröjas med hjälp av magasin i område 1.

Då stor platsbrist råder föreslås att dagvattnet från västra och södra delarna av taket på vattenparksbyggnaden leds till planerade underjordiska magasin, typ Eco Vault eller likvärdigt. I Tabell 12 och

Tabell 13 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av kvartersmark 2 (område 2) samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av makadammagasin och filtermagasin. Utsläppshalterna jämförs sedan med riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. I Tabell 12 och

Tabell 13 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Tabell 12: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för Kvartermark 2 (område 2) efter ombyggnad och rening via makadammagasin.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, gröntak (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	140	40	81,2	0,17
Totalkväve	2500	950	25	532	1,12
Bly (Pb)	14	9,6	45	3,26	0,0068
Koppar (Cu)	22	21	50	5,46	0,011
Zink (Zn)	60	140	50	36,4	0,075
Kadmium (Cd)	0,4	0,65	55	0,15	0,00032
Krom (Cr)	15	6,8	45	1,56	0,0032
Nickel (Ni)	40	4,1	45	1,066	0,0023
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,017	20	0,011	0,000023
SS	60000	57000	70	12540	26,4
Olja	1000	220	80	48,4	0,10
PAH16		0,76	70	0,38	0,0008
Bens(a)pyren	0,05	0,023	70	0,011	0,000024
Bensen	10	0,19	50	0,11	0,00024
TBT	0,001	0,0019	50	0,0011	0,0000025
Arsenik (As)	15	2,9	40	1,45	0,0031
TOC	20000	8400	-20	5040	10,8
PCB7*	0,014	0,076	84	0,046	0,000096

*Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i makadammagasin uppfyller alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad förutom TBT och PCB7 som överskrider gränsvärdena.

Tabell 13: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för Kvartermark 2 (område 2) efter ombyggnad och rening via filtermagasin.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, filtermagasin (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	160	45	88	0,77
Totalkväve	2500	910	15	773,5	6,88
Bly (Pb)	14	1,9	75	0,47	0,0042
Koppar (Cu)	22	14	60	5,6	0,052
Zink (Zn)	60	140	70	42	0,36
Kadmium (Cd)	0,4	0,73	75	0,18	0,0016
Krom (Cr)	15	3,7	70	1,11	0,0099
Nickel (Ni)	40	4,2	55	1,89	0,017
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,0042	45	0,0023	0,000020
SS	60000	25000	80	5000	46
Olja	1000	6,6	85	0,99	0,009
PAH16		0,4		0,4	0,0036
Bens(a)pyren	0,05	0,009	80	0,0018	0,000016
Bensen	10	0,21	60	0,084	0,00076
TBT	0,001	0,0019	60	0,00076	0,0000068
Arsenik (As)	15	3,1	36	1,98	0,018
TOC	20000	4100	61	1599	14,04
PCB7*	0,014	0,075	56	0,033	0,00029

*Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i makadammagasin uppfyller alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad förutom PCB7 som överskrider gränsvärdena.

7.2.2.3 Kvartersmark 3 (område 3)

Inom kvartersmark 3 (område 3) har reningssteg där makadammagasin används för rening föreslagits.

I Tabell 14 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av kvarter 3 (område 3) samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av makadammagasin. Utsläppshalterna jämförs sedan med riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. I Tabell 14 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Tabell 14: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för Kvartersmark 3 (område 3) efter ombyggnad och rening i makadammagasin.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, makadammagasin (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	94	42	54,52	1,16
Totalkväve	2500	1100	44	616	12,88
Bly (Pb)	14	28	66	9,52	0,20
Koppar (Cu)	22	38	74	9,88	0,20
Zink (Zn)	60	130	74	33,8	0,73
Kadmium (Cd)	0,4	0,42	77	0,097	0,002
Krom (Cr)	15	14	77	3,22	0,067
Nickel (Ni)	40	3,8	74	0,99	0,021
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,047	35	0,031	0,00065
SS	60000	130000	78	28600	616
Olja	1000	740	78	162,8	3,52
PAH16		1,6	50	0,8	0,016
Bens(a)pyren	0,05	0,056	50	0,028	0,0006
Bensen	10	0,21	40	0,13	0,0026
TBT	0,001	0,0019	40	0,001	0,000025
Arsenik (As)	15	2,5	50	1,25	0,027
TOC	20000	19000	40	11400	234
PCB7*	0,014	0,075	40	0,045	0,00095

*Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i makadammagasin uppfyller alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad förutom PCB7 som överskrider gränsvärdena.

7.2.2.4 Kvartersmark 4 (område 4)

Inom kvartersmark 4 (område 4) föreslås ett reningssteg i form av makadammagasin. I Tabell 15 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av kvarter 4 (område 4) samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av makadammagasin. Utsläppshalterna jämförs sedan med riktvärden för utsläpp av förorenat

dagvatten. I Tabell 15 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Tabell 15: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för Kvartermark 4 (område 4) efter ombyggnad och rening i makadammagasin.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, makadammagasin (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	140	42	81,2	1,33
Totalkväve	2500	1100	44	616	10,08
Bly (Pb)	14	2,1	66	0,71	0,011
Koppar (Cu)	22	15	74	3,9	0,062
Zink (Zn)	60	110	74	28,6	0,49
Kadmium (Cd)	0,4	0,61	77	0,14	0,0023
Krom (Cr)	15	3,6	77	0,83	0,014
Nickel (Ni)	40	3,8	74	0,99	0,016
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,012	35	0,008	0,00013
SS	60000	21000	78	4620	77
Olja	1000	85	78	18,7	0,31
PAH16		0,52	50	0,26	0,0042
Bens(a)pyren	0,05	0,0092	50	0,005	0,000075
Bensen	10	0,2	40	0,12	0,0019
TBT	0,001	0,0019	40	0,001	0,000019
Arsenik (As)	15	3,1	50	1,55	0,025
TOC	20000	7400	40	4440	72
PCB7*	0,014	0,076	40	0,046	0,00075

*Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i makadammagasin uppfyller alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad förutom PCB7 som överskrider gränsvärdena.

8. Investeringskostnader och drift

Nedan, Tabell 16 och Tabell 17, presenteras investeringskostnader baserade på åprislista markarbeten 2012 Norconsult indexjusterad, tidigare erfarenheter från liknande projekt samt insamlad kostnadsinformation från olika VA-produktleverantörer och entreprenörer.

Tabell 16. Uppskattning av investeringskostnader för dagvattenanläggningar på kvartersmark

	Typ	Enhet	Antal	å-kostnad	Totalt
Kvartersmark 1	Jordschakt	m ³	200	160	32 000
	Makadam	m ³	75	105	7 875
	Fiberduk	m ²	200	15	3 000
	Ränna	m	150	1000	150 000
	Brunn m sandfång	st	5	15000	75 000
	Dränledning	m	170	500	85 000
	Ledning ca 300	m	50	1200	60 000
	Delsumma				412 875
Kvartersmark 2	Jordschakt	m ³	400	160	64 000
	Makadam	m ³	40	105	4 200
	Ecovault	st	1	200000	100 000
	Brunn m sandfång	st	5	15000	75 000
	Ledning ca 300	m	200	2000	400 000
	Delsumma				743 200
Kvartersmark 3	Jordschakt	m ³	500	160	80 000
	Makadam	m ³	300	105	31 500
	Fiberduk	m ²	750	15	11 250
	Brunn m sandfång	st	24	15000	360 000
	Ledning ca 300	m	200	1200	240 000
	Plantering	å	20	5000	100 000
	Dränledning	m	1100	500	550 000
	Delsumma				1 372 750
Kvartersmark 4	Jordschakt	m ³	400	160	64 000
	Makadam	m ³	250	105	26 250
	Fiberduk	m ²	500	15	7 500
	Brunn m sandfång	st	8	15000	120 000
	Ledning ca 300	m	50	1200	60 000
	Plantering	å	1	10000	10 000
	Dränledning	m	335	500	167 500
	Delsumma				455 250
Totalt					2 984 075

Tabell 17. Uppskattning av investeringskostnader för dagvattenanläggningar på allmän platsmark.

	Typ	Enhet	Antal	å-kostnad	Totalt
Allmän platsmark 5	Jordschakt	m ³	100	160	16 000
	Makadam	m ³	75	105	7 875
	Fiberduk	m ²	125	15	1 875
	Brunn m sandfång	st	5	15000	75 000
	Ledning ca 300	m	85	1200	102 000
	Dränledning	m	250	500	125 000
	Plantering	å	1	10000	10 000
	Delsumma				337 750
Allmän platsmark 6	Jordschakt	m ³	100	160	16 000
	Makadam	m ³	50	105	5 250
	Fiberduk	m ²	150	15	2 250
	Brunn m sandfång	st	5	15000	75 000
	Dränledning	m	150	500	75 000
	Ledning 300	m	10	2000	20 000
	Delsumma				193 500
Allmän platsmark 7	Jordschakt	m ³	35	200	7 000
	Makadam	m ³	20	150	3 000
	Fiberduk	m ²	30	15	450
	Brunn m sandfång	st	1	20000	20 000
	Ledning ca 225	m	20	3000	60 000
	Plantering	å	1	5000	5 000
	Anbörning	st	2	3000	6 000
	Delsumma				101 450
Totalt					632 700

Om biofilter eller raingardens anläggs istället för stenkistor/drändiken behövs växter om grovt 10000 kr/ anläggning.

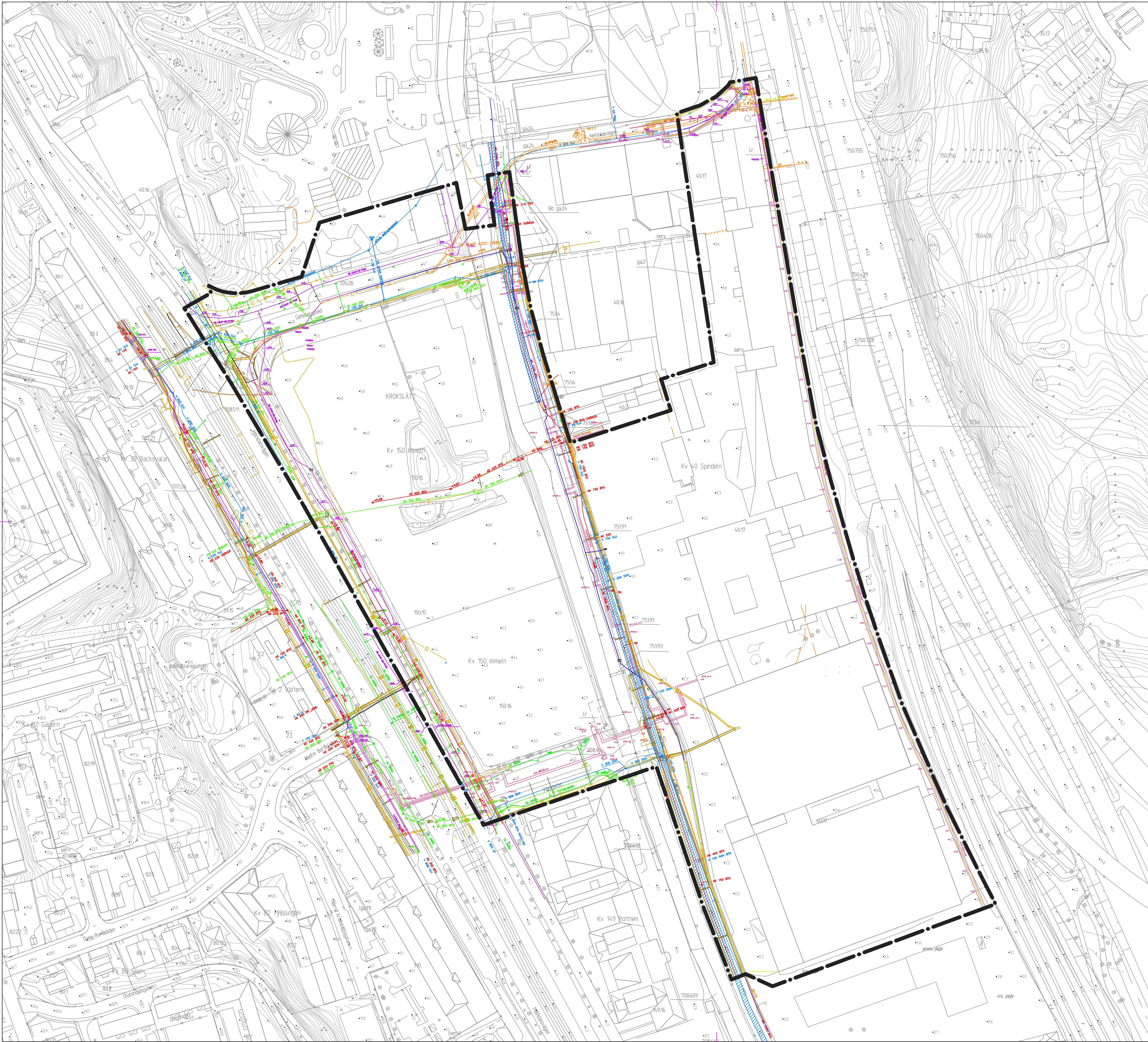
Generellt är drift- och underhållsinsatsen måttlig för makadamfyllda magasin, men stenkistor är svåra att rensa och behöver därför föregås av sandfångsbrunnar eller filter. Dessa måste tömmas/bytas regelbundet för att fungera tillfredställande. Även dräneringsrör i anläggningen bör genomspolas regelbundet. Att sopa gatorna regelbundet hjälper också till att minska mängden partiklarna som vid regn sköljs med dagvattnet ner till magasinet och minskar på så vis risken för igensättning.

Livslängden för en stenkista uppskattas till några årtionden, men i och med att det är igensättningsrisken som är den största avgörande faktorn ökar livslängden om anläggningen sköts regelbundet. Reinvesteringskostnaden för en underjordisk stenkista är investeringskostnaden plus ca 1060 kr/m² (inkl rivning och återställning av gata). Denna kostnad blir mindre då stenkistan är placerad på en gräsplan.

Ecovaults rekommendationer är att slamsuga anläggningen 4-12 ggr per år.

Eventuella växtbäddar kräver måttlig skötselinsats i form av genomspolning av dränrör, rensning av brunnar och skötsel av växtlighet. Skötsel av ytliga dagvattenanläggningar är att likställa vid vanlig park- eller trädgårdsskötsel vid kostnadsberäkningar.

Kostnad för ytliga rännor från utkastare tillkommer. Kostnaden för dagvattenrännor kan variera från ca 400 kr/m och uppåt.



FÖRKLARINGSTEXT

- El — Befintlig elkabel
- To — Befintlig optokabel
- Te — Befintlig telekabel
- Befintlig dagvattenledning
- Befintlig dagvattenledning - tryckledning
- Befintlig spillvattenledning
- Befintlig spillvattenledning - tryckledning
- Befintlig vattenledning
- G — Befintlig gasledning
- FV — Befintlig fjärrvärmeledning
- FK — Befintlig fjärrkylaledning
- • • • • Befintliga dagvattenbrunnar
- • • • • Befintliga spillvattenbrunnar
- • • • • Befintligt utlopp eller inlopp
- • • • • Befintlig avstängningsventil

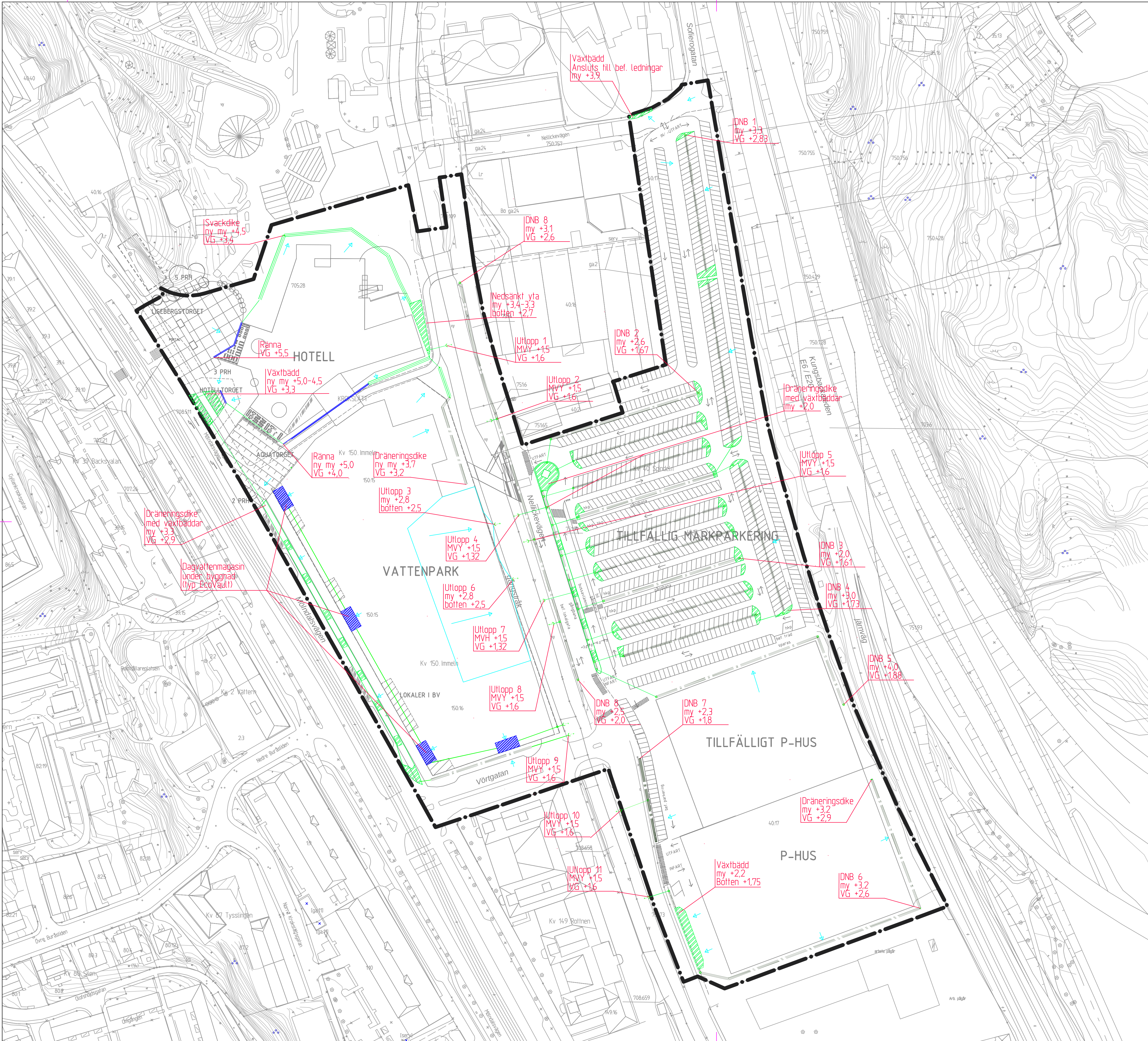
ANMÄRKNING

KOORDINATSYSTEM:
SWEREF 99 12 00

HÖJDSYSTEM:
RH 2000



REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GÖDK	DATUM	VV DATUM	VV DIARIENUMMER
UTREDNING			GRANSKNINGSHANDLING			
			LISEBERG VATTENPARK DAGVATTENUTREDNING			
UPPRÄTTAD AV Ramboll Sverige AB SKEPPSGATAN 5 211 19 MALMÖ TEL 010-615 60 00			BETIFLIGA FÖRHÅLLANDEN			
UPPRÄTTAD AV P GLIVESON			VA KARTA			
KONSTRUKTÖR S ENG			FORMAT A3			
MALMÖ			SKALA 1:2000			
			BILAGA 1			
			REV			



FÖRKLARINGSTEXT

- BEFINTLIG DAGENVATTENLEDNING
- FLÖDESRIKTNING DAGVATTEN
- YTLLIG DAGVATTENHANTERING
- DAGVATTENMAGASIN (UNDER MARK)
- DRÄNERINGSDIKE
- NY DAGVATTENLEDNING
- RÄNNA
- SVACKDIKE

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODK	DATUM	VV DATUM	VV DIARIENUMMER
UTREDNING			GRANSKNINGSHANDLING			
LISEBERG VATTENPARK			DAKVATTENUTREDNING			
UPPRÄTTAD AV Ramboll Sverige AB SKEPPSGATAN 5 211 19 MALMÖ TEL 010-615 54 00			STRUKTURSKESS DAGVATTENLÖSNING			
UPPDRAGSANSVARIG P GLIVESON			UPPDRAGSNUMMER 1320018192-001			
KONTOR S ENG			KONSTRUKTIONSDR A1			
MALMÖ			2017-01-27			
OBJEKT NR			RITNINGSR BILAGA 2			
REV						

Information om dagvattenlösningar

Nedan presenteras olika varianter av dagvattenlösningar i form av fördröjningsåtgärder som kan användas för att uppfylla det erforderliga fördröjningsbehovet.

1. Dagvattenrännor / ränn达尔

Öppna dagvattenrännor eller ränn达尔 fungerar främst som en transportväg för dagvatten men bidrar även till en viss fördröjning. De kan utföras på en mängd olika sätt (figur 1 och 2). De kan vara gjorda av betong, plast, gatsten eller stål. De kan utföras öppna men även förses med galler och på så vis göras körbara. Vanligen anläggs de på tomtmark i direkt anslutning till stuprörsutkastare för att minska erosionsrisken och undvika infiltration nära husgrunden (figur 3).

Rätt utformade dagvattenrännor uppfyller sin funktion men kan även tillföra en ökad trivsel i området. En typ av rännor är försedda med en skålformad botten med bulor som dagvatten kan avledas i (figur 4). Bulorna i botten på rännan ökar vattnets strömning och syresättning. I områden där marken har liten lutning i längdled är det möjligt att med bra tvärfall avvattna dessa ytor med hjälp av dagvattenrännorna försedda med en gallerbetäckning och utformade så att det finns ett inbyggt fall eller trappning i botten.

Det finns vissa nackdelar med öppna rännor. Grus, löv, skräp och sediment har en tendens att samlas i rännorna. Det innebär att extra skötselinsatser behövs i form av rensning. Det är viktigt att tänka på att rännorna ska utformas så att de inte försvårar framkomligheten för bland annat barnvagnar, rullator, rullstolar med mera.

Bygghöjd för rännor beror på vilken typ av dagvattenränna man väljer. På bjälklag gäller förutsättningar att tätskikt och dräneringsskikt utförs under konstruktionen med rännor. Öppna dagvattenrännor kan byggas med olika typer av ränn达尔plattor eller gjutna konstruktioner, höjder från ca 100 mm och uppåt. Bredd på rännor varierar beroende på hur mycket vatten man vill ansluta hit. Linjeavvattning med gallerförsedda dagvattenrännor, typ Aco-drain, varierar bygghöjden för beroende på storleken på ytan som ska avvattnas och om den ska trafikeras. Bygghöjden kan variera mellan 150-400 mm.



Figur 1 och 2. Exempel på utformning av stuprörsutkastare tillsammans med dagvattenränna och ränn达尔 med gatsten.

Källa: Uppsala vattens exempelsamling på dagvattenlösningar



Figur 3. Stuprören ansluter till rännor för avledning av takvatten. Källa: www.vasyd.se.



Figur 4. Gångarna mellan husen kantas av rännor i betong med bulor på botten.

Källa: www.steriks.se.

2. Gröna tak

För att minska avrinningen av dagvatten från takytor kan byggnader förses med så kallade gröna tak (figur 5).



Figur 5. Parhus med sedumtak i västra hamnen, Malmö. Källa: www.vegtech.se

Vegetationsklädda takytor minskar den totala avrinningen jämfört med konventionella, hårdgjorda tak. Tunna gröna tak, med t.ex. sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasinerar enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 % av års avrinningen. Förutom detta har sedum till skillnad från vanligt gräs den speciella egenskapen att det klarar längre torrperioder utan att torka ut.

Man har beräknat att 10 m² takyta täckt av till exempel torktålig takvegetation tar upp samma mängd koldioxid som ett träd. Takvegetation med blandade sedum och mossarter behåller dessutom sin bladmassa året om. De är därför aktiva som partikel renare när de gör som mest nytta, det vill säga under vinterhalvåret när föroreningsbelastningen är som högst.

Förutsättningar:

- Inte allt för brant lutning på tak. Finns dock sedumtak som klarar upp till 45 grader.
- Takkonstruktionen måste tåla extra last.

Fördelar:

- Kan ha en ljud- och värmeisolerande verkan på byggnader
- Kan även ha en kylningseffekt på sommaren
- Förbättrar stadsklimatet (t.ex. mindre buller, renare luft)
- Kan öka den biologiska mångfalden i en stadsmiljö

Nackdelar:

- Kräver gödsling och underhåll för att bibehålla sin funktion. Gödsling ökar tillförseln av fosfor och kväve till dagvattnet.

Exempel på bygghöjder och förutsättningar från en leverantör av gröna tak:

Sedumtak:

Taklutning(°)	Bygghöjd (cm)	Vikt vattenmättad (kg/m ²)
0-4	50	55
2-27	40	50

Sedum-örtgräs tak:

Taklutning(°)	Bygghöjd (cm)	Vikt vattenmättad (kg/m ²)
0-5	120	130
5-14	110	130

Biotoptak (beroende på plantval):

Taklutning(°)	Bygghöjd (cm)	Vikt vattenmättad (kg/m ²)
0-5	120	130
0-5	170	180

Gröna gårdar och Takträdgårdar:

Växtlighet	Bygghöjd (cm)	Vikt vattenmättad (kg/m ²)
Perenner	252-292	292-334
Mindre buskar	342-382	393-435

3. Diken

För att avleda avrinning kan olika avrinningsstråk användas (avrinningsstråk kan även syfta på infiltrationsstråk och dräneringsstråk). Ofta utgörs avrinningsstråken av olika typer av diken, till exempel öppna gräsbeklädda diken, svackdiken, eller underjordiska diken, makadamdiken.

3.1 Öppna diken och svackdiken

Öppna diken kan se ut på många olika sätt. Med olika slänlutning, bredd och olika djup kan kapaciteten för öppna diken variera kraftigt. Svackdikena är ytliga avrinningsstråk där dagvattnet visualiseras, renas och fördröjs. Svackdiken (figur 6) avser grunda, öppna avrinningsstråk med flacka slänter.



Figur 6. Svackdiken i Fjärilsparken, Malmö. Källa: VA SYD.

Avbördningsförmågan i ett dike påverkas i hög grad av friktion mellan vattnet och gräsytan, den så kallade råheten samt lutningen i flödesriktningen. Råheten påverkas av växtval och skötsel av grönytan. När dagvattnet rinner i öppna diken och svackdikena reduceras hastigheten på grund av vegetationen och därmed avskiljs föroreningar genom sedimentering. Avrinningshastigheten minskar avsevärt jämfört med transport i ledningar. Flödestopparna nedströms minskar. Är lutningen större än 2 % bör dikena förses med fördämningar för att på så sätt minska vattenhastigheten och öka fördröjningseffekten. Dikena bör göras flacka och breda för att få högsta reningseffekt genom att få så lång uppehållstid som möjligt så att föroreningar hinner suspendera. Vid höga flöden bör det finnas bräddningsmöjligheter från dikena för att minimera risken att bundna föroreningar slammar upp och sprids.

Även under vinterförhållanden och i samband med snösmältning har det konstaterats att smältvattnet infiltreras i gräsytor. Vintertid kan dikena användas som snöupplag vilket lämpar sig då snö som röjs från gator och vägar anses innehålla föroreningar som delvis renas i dikena.

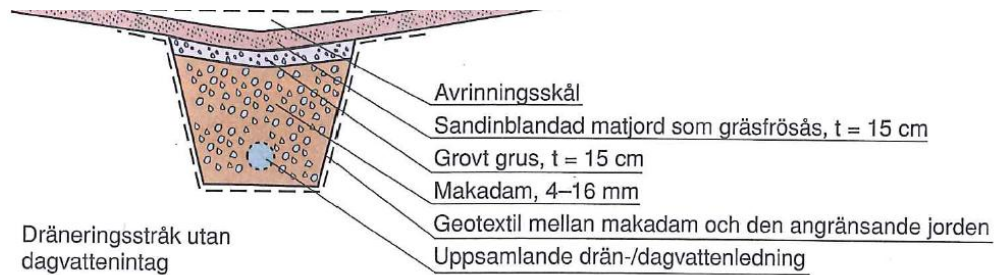
Fördelen med öppna diken och svackdiken är att dagvattnet renas till viss del, hastigheten på vattnet reduceras och att det är ett trevligt inslag med kombinationen vatten och grönyta i området. En nackdel är att de är ytkrävande och kräver ett visst underhåll.

3.2 Makadamdiken

Ett alternativ till svackdiken är makadamfyllda diken, så kallade makadamdiken. Fördelar med makadamfyllda diken jämfört med svackdiken är att makadamdiken inte kräver lika stor plats.

Makadamdike kan utföras under en skålad gräsyta där dagvattnet samlas. Under gräsytan görs ett cirka 1 meter djupt dike fyllt med genomsläppligt material, typ makadam. Magasinerings- eller fördröjningsvolymen i makadamdiken utgörs av porvolymen (hålrumsvolymen) i fyllningsmassorna, cirka 30 % av den totala volymen. Ett lager geotextil skyddar makadammen från det gräsbevuxna jordlagret. I botten av diket läggs en dränerande ledning. Bräddintag, i form av brunnar med kupolsil, kan placeras ovan den skålade gräsytan.

Avtappningen av makadamdiket utförs med en dräneringsledning som läggs nära botten i fyllningen (figur 7). För att tömningen inte skall bli för snabb av magasinet bör dräneringsledningens kapacitet strypas. På så vis säkerställs att inte föreskrivet maximalt utflöde överskrids. Makadamdiken kan även utföras under tät beläggning så som vägar eller parkeringar.



Figur 7. Makadamdike med dräneringsledning i botten. Källa: Svenskt Vatten P105.

4. Underjordiska fördröjningsmagasin

Där det inte finns utrymme för öppna fördröjningsmagasin kan underjordiska magasin anläggas och förläggas till exempel inom parkeringsytor. Det finns flera olika typer av underjordiska magasin för dagvatten på marknaden idag, t.ex. rörpaket av plast eller betong, infiltrationsmagasin, magasin av betong, dagvattenkasseter eller stenkistor fyllda med makadam för infiltration.

Gemensamt för alla typer är att det är viktigt att veta vilka markförhållandena är på platsen där de ska utföras för att de ska uppfylla sin funktion på ett bra sätt. Omgivande jordart, infiltrationskapacitet och grundvattennivå är särskilt viktigt. Vid hög grundvattennivå måste fördröjningsmagasin som anläggs under mark sannolikt utgöras av täta magasin som till exempel rörpaket. Om magasinerna utförs som en otät konstruktion som till exempel plastkasseter måste grundvattennivån vara känd. Den bör vara under magasinets botten annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering. Magasinen behöver också dimensioneras för aktuell last, exempelvis trafik och vid täta magasin och hög grundvattennivå även för lyftkrafter.

4.1 Infiltrationsmagasin eller Stenkistor

Infiltrationsmagasin används främst då dagvatten från takytor inte kan avledas till någon yta med vegetation där det kan infiltrera ner i marken. Infiltrationskapacitet varierar starkt mellan olika jordarter där morän och sand har 2-3 gånger större kapacitet än silt respektive anlagda grönytor (matjord). Lera har en nästan försumbar infiltrationskapacitet. Viktigt är grundvattenytans nivå. Den bör vara under magasinets botten annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering. Det är även viktigt att de omkringliggande fastigheterna inventeras noga så att de inte skadas om det skulle komma så mycket nederbörd att infiltrationsanläggningen inte kan klara flödet utan att vatten blir stående och rinner av längs marken.

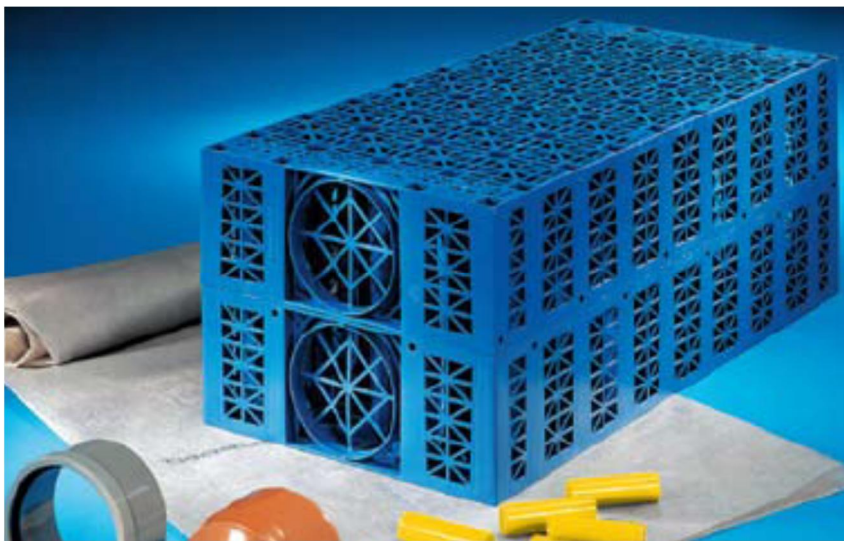
Infiltrationsmagasin är i princip en grop i marken som täcks in av en geotextilduk och fylls med ett grovt material (makadam) som dagvattnet leds till. Duken ska förhindra smuts och finare fraktioner från omgivande material att ta sig in i magasinet och minska porvolymen och därmed

kapaciteten för magasinet. hålrumsvolymen för makadam som används i infiltrationsmagasin brukar vara cirka 30 %. Infiltrationsmagasinet samlar upp dagvattnet och låter det sedan infiltrera i marken, magasinet kan även utrustas med en perkolationsbrunn. Magasinet ska förses med en bräddning till dagvattennätet eller dike för bortledning av avrinnande vatten som inte infiltreras för att förhindra översvämningar vid mycket kraftiga regn.

Ett infiltrationsmagasin räknas ha en livslängd på ett par årtionden beroende hur skötseln är på magasinet. Skulle en längre period vara aktuellt bör fyllningsmaterialet och duken som kan sättas igen bytas ut.

4.2 Dagvattenkassetter

Ett alternativ till att anlägga ett infiltrationsmagasin fyllt med ett grovt material är dagvattenkassetter av plast. Dagvattenkassetternas (figur 8) hålrumsvolym är 95 % vilket innebär att man sparar mer än 2/3 av ytbehovet jämfört med en traditionell anläggning av makadam.



Figur 8. Dagvattenkassetter. Källa: www.wavin.se.

Kassetterna kan användas för avledning av dagvatten från tak och hårdgjorda ytor. De bör förses med bräddanslutning för indikation på framtida igensättning.

Fördelar med dagvattenkassetter jämfört med makadamfyllda infiltrationsmagasin är att kassettmagasinen inte kräver lika stor plats och möjligheterna till inspektion, rensning och spolning är större. Utformningen och vikten på modulerna gör att transportkostnader kan minskas med upp till 75 % jämfört med makadamfyllda infiltrationsmagasin.

Noteras bör att kassettmagasin måste anläggas ovan grundvattenytan. Annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering.

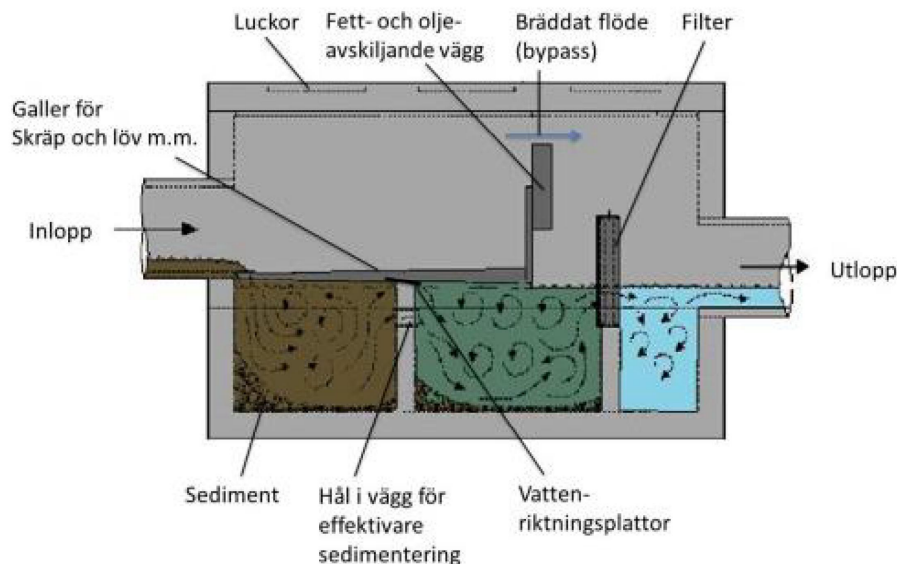
Kassetterna har olika utseende och storlek beroende på vilken typ av kassett det är och vilken leverantör som den kommer från. Gemensamt för de olika kassettyperna är att en geotextilduk måste placeras runt kassetterna för att hålla smuts och jord utanför magasinet annars kan sediment tränga in och minska fördröjningsvolymen och sätta igen magasinet (figur 9). Denna magasinystyp har en lägre bärighetsförmåga än magasin av polyetenrör och dess livslängd varierar med hur väl arbetet med tätningen kring kassetterna är utförd. Till mindre magasin fungerar dessa utmärkt eftersom de är billiga och enkla att montera. Till större fördröjningsmagasin blir arbetet mer omfattande med monteringen av kassetterna.



Figur 9. Visar montering av kassetter för dagvattenhantering med geotextil. Källa: www.rehau.com

4.3 Filtermagasin (EcoVault)

EcoVault är ett filtersystem i en betongkammare och används för rening av dagvatten från bostadsområden och industriområden. I en EcoVault avskiljs sediment, näringsämnen, skräp, tungmetaller, organiskt avfall, olja och fett. Systemet är utformat så att vattenflödet bromsas upp för att underlätta sedimentering. Skräp och organiskt material separeras från vattnet av galler-skärmar för att minska nedbrytning i vatten. Slutligen renas vattnet genom ett filtermaterial som anpassas efter de föroreningar som behöver avskiljas. I Figur 10 visas ett exempel på en anlagt EcoVault.



Figur 10: Principskiss över funktionen i ett EcoVault

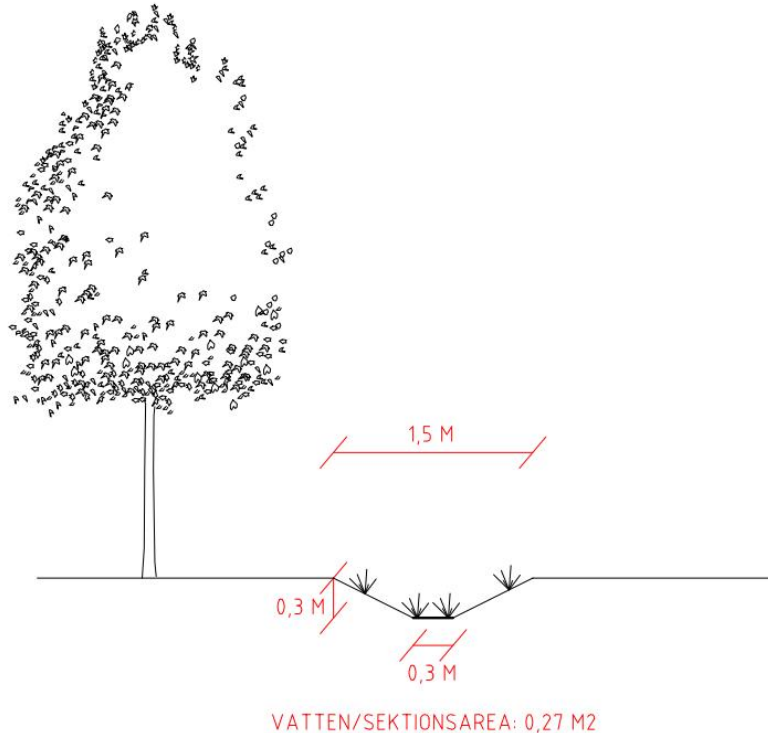
Anläggningen har kapacitet att klara stora flöden tack vare sin konstruktion där dessa flöden passerar ovanför sedimentationsdelen via specialutformade riktningsskärmar som styr vattenflödet. Därigenom minskar risken för uppvirvling av sediment. Väljer man att brädda flödet innan inlopp till magasinet kan det med fördel ledas till ett mindre gallerförsedd magasin där löv, skräp och

liknande samlas upp. EcoVault kan med fördel kompletteras med brunnsfilter i brunnar uppströms. Om det är nivåmässigt möjligt kan de vara försedda med rostfria gallerkorgar för insamling av skräp, löv och liknande.

5. Förslag på typer av dagvattenhantering inom området

5.1 Svackdike

Mindre, grunda, diken kan användas för att leda vatten från vattenutkastare till magasin. Se typsektion i figur 11.

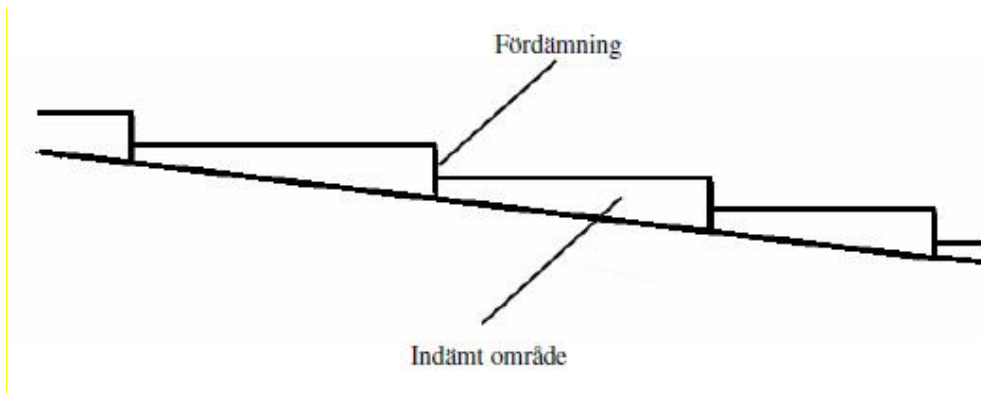


Figur 11. Typsektion av dike för uppsamling av dagvatten från utkastare samt omgivande mark.

Avbörförningsförmågan i ett dike/ översilningsdike påverkas i hög grad av friktion mellan vatten och gräs samt lutningen på diket. Växtval och skötsel av grönytan är därför viktig att ta hänsyn till.

När dagvatten rinner i översilningsdike reduceras flödeshastighet på grund av vegetation och tillåter sedimentering och biologisk nedbrytning av föroreningar. Översilningsdike har en flödesutjämnande funktion.

Är lutningen större än 2 % bör översilningsdike förses med fördämningar (se figur 11) för att på så sätt minska vattenhastigheten och öka fördröjningseffekt.

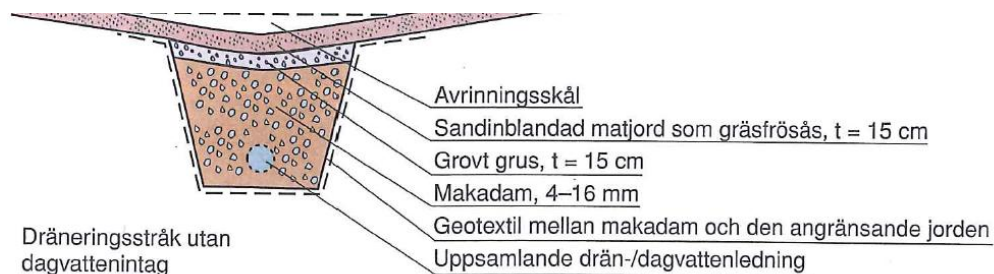


Figur 11. Ett exempel på utformning av fördämning i översilningsdike. Källa: <http://www.huskvarnaekologi.se>.

5.2 Makadamdiken

Ett alternativ till översilningsdike och ledningar är makadamfyllda diken. Fördelar med makadamfyllda diken jämfört med i översilningsdike är att dessa inte kräver lika stor plats.

Makadamdike kan anläggas under en skålad gräsyta där dagvatten tillåts ansamlas. Under gräsytan anläggs ett ca 0,5 meter djupt dike fyllt med ett genomsläppligt material, exempelvis makadam. Fördröjningsvolymen i makadamdiken utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vilken är ca 30 %. För att förhindra att finmaterial sätter igen makadamdiket så läggs ett lager av geotextil under det gräsbevuxna jordlagret. I botten av diket läggs en dränerande ledning. Dräneringsledningens utloppsflöde kan strypas för att på så vis kontrollera fördröjningsvolymen i makadamdiket. Det säkerställer även att föreskrivet maximalt utflöde inte överskrids (figur 12). Bräddintag, i form av brunnar med kupolsil, placeras ovan den skålade gräsytan.



Figur 12. Makadamdike med dräneringsledning i botten. Källa: Svenskt Vatten P105.

5.2.1 Damm

En damms syfte är att fördröja och att rena vatten genom framförallt sedimentering och samtidigt skapa en rekreativ omgivning.

Beroende på hur dammen utformas kan avskiljning av metaller och näringsämnen, såsom partikulär fosfor, ske via sedimentering. Växtligheten i dammar kan även reducera näringsämnen såsom kväve, främst under sommarhalvåret. För att reducera näringsämnen i dammar är förutsättningen att växtligheten skördas. Dammar fördröjer dagvatten och dämpar de flödestoppar som kan uppkomma på grund av kraftiga regn och snösmältning. Utloppet från dammen kan i fastighetsgräns anslutas med en reglering till befintlig kommunal dagvattenledning. En damm kan konstrueras med olika form och med eller utan permanent vattenspegel. För säkerhet kring dammen finns i boverkets byggregler 1999 kap 8:6 råd för utformning av dammar. Om vattendjupet är större än 0,2m behövs särskilt skydd som kan vara i form av stängsel. Dammar ska designas med flacka slänter. Någon generell rekommendation finns inte och behovet från fall till fall avgör istället vilket nivå av säkerhet som behövs.

5.2.2 Grönytor

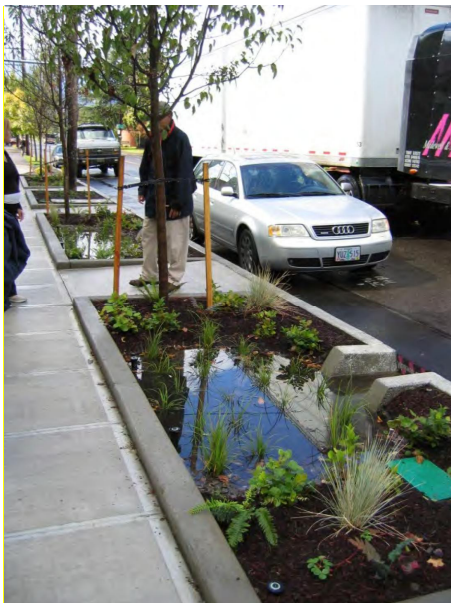
Grönytor bör om möjligt anläggas/bibehållas eftersom avrinningen från området minskar avsevärt med ökande mängd grönytor. Förslag på grönytor som skulle vara intressant inom exploateringsområdet är:

Enligt Svenskt Vatten P105 reducerar ett normalt tunt grönt tak de första 5 mm nederbörd och all nederbörd därutöver rinner av. På årsbasis kan avrinningen minska med upp till 50 %.

Reduktionskapaciteten beror på utformningen av det gröna taket, dvs. dess lutning och tjocklek. Ett grönt tak kan, enligt StormTacs databas, reducera zink, kadmium, krom och nickel. Gröna tak kan initialt behöva gödslas vilket kan innebära en negativ reningseffekt för näringsämnen såsom fosfor och kväve.

5.2.3 Växtbäddar (Rain gardens)

Nedsänkta växtbäddar, även kallade raingardens, används för att fördröja och rena dagvatten. Reningen av dagvatten innebär en reduktion av näringsämnen såsom fosfor och kväve. Växtbäddar kan även reducera tungmetaller såsom bly, koppar, zink, kadmium och även organiska kolväten såsom oljor och PAH:er. I växbädden placeras en bräddbrunn med ett dräneringsrör i botten som avleder dagvatten. Dräneringsröret ligger i ett lager av makadam. Ovanpå det dränerande makadamlaget så ligger ett lager av grov sand som avskiljande skikt innan växtbädden. Porositeten i växtbädden antas i detta förslag ligga runt 40%.



Figur 13. Inspirationsbild på en regnträdgård (Portland).



DAGVATTNETS PÅVERKAN PÅ KEMISK STATUS I MÖLNDALSÅN - UNDERLAG TILL DETALJPLAN FÖR LISEBERGS UTVIDG- NING SÖDERUT

Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenkvalitet

Recipienten för dagvatten från planområdet, Mölndalsån, är utpekad som vattenförekomst enligt förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön (VFF). Vattenförekomsterna omfattas av MKN enligt 5 kapitlet miljöbalken, 4 kapitlet VFF samt Länsstyrelsen Västra Götalands läns föreskrifter om kvalitetskrav för vattenförekomster (14 FS 2009:533).



Figur 1. Utsträckning av vattenförekomsten Mölndalsån – Kålleredsbäckens inflöde till Liseberg (SE640071-127357) hämtat från <http://viss.lansstyrelsen.se>. Planområdet är markerat med en röd ring.

Mölndalsån består av flera vattenförekomster. Den aktuella delen av ån, vilken dagvattnet från planområdet leds till, utgörs av vattenförekomsten Mölndalsån – Kålleredsbäckens inflöde till Liseberg (SE640071-127357). För statusklassning och miljökvalitetsnormer (MKN) för denna vattenförekomst, se tabell 1.



2018-02-22

Tabell 1. Tabellen redovisar gällande MKN (kvalitetskrav) samt nuvarande statusklassning för ekologisk samt kemisk status.

Vattenförekomstens namn och EU-ID	Ekologisk status	MKN Ekologisk status – kvalitetskrav	Kemisk status (exklusive kvicksilver och PBDE)	MKN Kemisk ytvattenstatus (exklusive kvicksilver och PBDE) – kvalitetskrav
Mölnålsån – Kålleredsbäckens inflöde till Liseberg SE640071-127357	Måttlig	God Ekologisk status 2021	God	God kemisk ytvattenstatus

Utöver statusklassning och miljö kvalitetsnormer framgår av informationen i VISS att vattenförekomsten är påverkad av miljöproblemen övergödning, miljögifter samt morfologiska förändringar och kontinuitet. Däremot bedöms den inte vara påverkad av försurning. Bedömningen gällande miljögifter baseras inte på mätdata utan härrör från påverkansanalys av miljögifter. Bedömningen gällande morfologiska förändringar baseras på att strandzonen är så påverkad att den ekologiska statusen på grund av detta med stor sannolikhet är sämre än *God* för en eller flera biologiska parametrar. Bedömningen gällande kontinuitetsförändringar baseras på att konnektivitet (vandringshinder/barriärer) är så påverkad att den ekologiska statusen på grund av detta med stor sannolikhet är sämre än *God* för en eller flera biologiska parametrar.

Miljö kvalitetsnormerna för ytvattenförekomster utgör kvalitetskrav och syftar till att ytvattenförekomster ska uppnå hög eller god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus. Kravet om ”icke-försämring” i EU:s ramdirektiv för vatten gäller för både övergripande status/potential (ekologisk status/potential) och för underliggande kvalitetsfaktorer. För att specificera så är det mellan klasser i en femgradig skala som försämring inte är tillåten, för varken övergripande status eller kvalitetsfaktorer. För kemisk ytvattenstatus gäller att samtliga ingående ämnen (de 45 prioriterade ämnena enligt vattendirektivet) ska vara under angivna gränsvärden.

För vattenförekomsten Mölnålsån – Kålleredsbäckens inflöde till Liseberg (SE640071-127357) finns det inget underlag för klassning av de biologiska kvalitetsfaktorerna hörande till ekologisk status. Dessa har alltså inte klassats. De fysikalisk kemiska kvalitetsfaktorer som klassats har klassats till *God* (försurning) och *Måttlig* (näringsämnen). För de hydro-morfologiska kvalitetsfaktorer som klassats har majoriteten klassats som *Dålig*, en enstaka som *Måttlig* samt några stycken som *Hög*.



2018-02-22

Den kemiska statusen baseras på parametrarna i nedan tabell. Se tabell 2. De parametrar som bedömts ej uppnå god status gäller överallt överskridande ämnen. Mätdata för övriga metaller saknas i vattenförekomsten.

Tabell 2. Klassning av kemisk status.

Prioriterade ämnen	Uppnår ej god
Bekämpningsmedel	God
Industriella föroreningar	God
Bromerad difenyleter	Uppnår ej god
DEHP	God
Nonylfenol	God
Tungmetaller – grupp	Uppnår ej god
Kvicksilver och kvicksilverföreningar	Uppnår ej god
Övriga föroreningar	God
PAH	God
Tributyltenn föreningar	God

I VISS listas även förbättringsbehov och åtgärder. Förbättringsbehoven kopplar till den begränsade konnektiviteten i sidled till närområde och svämplan i vattendrag samt övergödning på grund av Totalfosfor. Möjliga åtgärder som föreslås är ekologiskt funktionella kantzoner och åtgärdande av enskilda avlopp till normal skyddsnivå.

Informationen om klassningarna, kvalitetskraven, etc., är hämtade från den webbaserade databasen Vatteninformationssystem Sverige (VISS), <http://viss.lansstyrelsen.se>.



2018-02-22

Resultat från föroreningsberäkningarna

Beräknade totala utsläppsmängder av föroreningar i dagvatten (för hela planområdet) före exploatering och efter exploatering samt rening redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Jämförelse av totala föroreningshalter innan och efter exploatering (inklusive rening).

Ämne	Beräknade utsläppsmängder innan exploatering (kg/år)	Beräknade utsläppsmängder efter exploatering och rening (kg/år)	Skilnad utsläpp före och efter exploatering (%)
Totalfosfor	8,4	4,77	43
Totalkväve	86	49,48	42
Bly (Pb)	0,95	0,24	75
Koppar (Cu)	1,8	0,42	77
Zink (Zn)	7,8	1,92	75
Kadmium (Cd)	0,034	0,0077	77
Krom (Cr)	0,6	0,115	81
Nickel (Ni)	0,27	0,073	73
Kvicksilver (Hg)	0,0025	0,0014	44
SS	5100	894,2	82
Olja	32	5,69	82
PAH16	0,062	0,027	56
Bens(a)pyren	0,0021	0,00079	62
Bensen	0,051	0,029	42
TBT	0,00013	0,000071	45
Arsenik (As)	0,2	0,1002	50
TOC	940	487,39	48
PCB7*	0,0051	0,0029	44

Planområdet är uppdelat i sju stycken delområden efter byggnation. För redovisning av de detaljerade områdesspecifika föroreningsberäkningarna samt föreslagen dagvattenrening, se dagvattenutredningen (Ramböll, 2017). I tabell 4 redovisas de delområden som överskrider Göteborgs stads riktvärden för utsläppshalt av förorenat dagvatten – halterna för de föroreningar som överskrider specificeras och jämförs med riktvärdet.



2018-02-22

Tabell 4. Föroreningar vars utsläppshalter överskrider Göteborgs stads riktvärden delområdesvis.

Område	Reningsanläggning	Total utsläppshalt PCB7(µg/l)	Göteborgs stads riktvärde PCB7 (µg/l)	Total utsläppshalt TBT (µg/l)	Göteborgs stads riktvärde TBT (µg/l)
1	makadam-magasin	0,040	0,014		0,001
2	makadam-magasin	0,046	0,014	0,0011	0,001
2	filtermagasin	0,033	0,014		0,001
3	makadam-magasin	0,045	0,014		0,001
4	makadam-magasin	0,046	0,014		0,001
5	makadam-magasin	0,043	0,014		0,001
6	makadam-magasin	0,045	0,014		0,001
7	växtbädd	0,033	0,014		0,001

För alla delområden överskrider riktvärdet för PCB7 mellan 0,019 µg/l – 0,032 µg/l. För delområde 2 med rening genom makadammagasin överskrivs även riktvärdet för TBT, dock endast med 0,0001 µg/l. Det ska noteras att dessa beräkningar utgår från schablonhalter och alltså inte kan anses utgöra exakta beskrivningar av utsläppshalter. Göteborgs stads riktvärden utgår från gällande gränsvärden enligt vattendirektivet för de föroreningar av de prioriterade ämnena som är relevanta för dagvatten. Detta betyder att utsläppshalter som inte överskrider riktvärdena heller ej bör påverka MKN på ett negativt sätt. Av de föroreningar som överskrider riktvärdena är det endast TBT som klassas som ett prioriterat ämne. PCB7 hör till kategorin särskilt förorenande ämnen och är därmed intressanta för ekologisk status.



2018-02-22

Planområdets påverkan på MKN för kemisk status för vattenkvalitet

Beräkningarna visar att föroreningsmängderna i utgående vatten efter exploatering kommer att bli lägre jämfört med beräkningarna för befintlig situation. Mängden föroreningar som tillförs Mölndalsån minskar därmed. Den mängd föroreningar som trots allt tillförs Mölndalsån från planområdet bedöms inte påverka halterna av aktuella ämnen i vattendraget något nämnvärt.

Av de prioriterade ämnena (bestämmande för kemisk ytvattenstatus) enligt ramdirektivet för vatten är kadmium, bly, nickel, kvicksilver, TBT och bensen relevanta för dagvatten. I tabell 5 jämförs dessa föroreningars gränsvärden för vattendrag enligt vattendirektivet med områdenas utsläppshalter för föroreningarna. Gränsvärdena i vattendragen är lägre än Göteborgs stads riktvärden för utsläppshalt av förorenat dagvatten då vattendragen innehåller en större vattenvolym som medför utspädning av föroreningarna. Denna jämförelse är alltså egentligen inte relevant. Dock är det intressant att se vilka utsläppshalter av förorenat dagvatten som ligger under gränsvärdena i vattendragen. Dessa utsläppshalter kan då anses helt säkert ej försämra vattendragets MKN. I tabellen är de grönmarkerade.



Tabell 5. Jämförelse av gränsvärden för dagvattenrelevanta prioriterade ämnen med Göteborgs stads riktvärden för utsläppshalter av förorenat dagvatten. De utsläppshalter som underskrider gränsvärdena är grönmarkerade.

	Gränsvärde Års- medelvärde In- landsytvatten (µg/l)	Gränsvärde maximal tillå- ten koncen- tration Andra ytvatten (µg/l)	Område 1 (µg/l)	Område 2 (µg/l)	Om- råde 2 (µg/l)	Område 3 (µg/l)	Område 4 (µg/l)	Område 5 (µg/l)	Område 6 (µg/l)	Område 7 (µg/l)
Kad- mium	≤0,08 (klass 1) 0,08 (klass 2) 0,09 (klass 3) 0,15 (klass 4) 0,25 (klass 5) (löst halt)		0,11 (total halt)	0,15 (to- tal halt)	0,18 (to- tal halt)	0,097 (total halt)	0,14 (to- tal halt)	0,057 (total halt)	0,057 (total halt)	0,062 (total halt)
Bly	1,2 (biotillgänglig halt)		0,782 (to- tal halt)	3,26 (to- tal halt)	0,47 (to- tal halt)	9,52 (to- tal halt)	0,71 (to- tal halt)	1,05 (to- tal halt)	0,99 (to- tal halt)	0,72 (to- tal halt)
Nickel	4 (biotillgänglig halt)		0,81 (total halt)	1,066 (total halt)	1,89 (to- tal halt)	0,99 (to- tal halt)	0,99 (to- tal halt)	0,94 (to- tal halt)	1,066 (total halt)	1,84 (to- tal halt)
Kvick- silver	-	0,07 (löst halt)	0,01	0,011	0,0023	0,031	0,008	0,044	0,049	0,000019
TBT	0,0002 (total halt)		0,001 (to- tal halt)	0,0011 (total halt)	0,00076 (total halt)	0,001 (total halt)	0,001 (total halt)	0,00096 (total halt)	0,00096 (total halt)	0,00064 (total halt)
Bensen	10 (total halt)		0,21 (total halt)	0,11 (to- tal halt)	0,084 (total halt)	0,13 (to- tal halt)	0,12 (to- tal halt)	2,1 (to- tal halt)	2,22 (to- tal halt)	1,48 (to- tal halt)



2018-02-22

Av tabellen framgår att nickel, kvicksilver och bensen i utsläpp från planområdet inte kommer att påverka MKN negativt. Även utsläppshalterna av bly från de flesta delområdena ligger under gränsvärdena för MKN. Det ska dock noteras att gränsvärdet gäller för biotillgänglig halt, medan den redovisade utsläppshalten är en totalhalt. Gällande kadmium så beror det på vilken gränsvärdesklass man tittar på om utsläppshalten underskrider gränsvärdet eller inte. Notera att gränsvärdet här avser löst halt, medan utsläppshalten avser total halt.

Slutsats

Sammantaget bedöms genomförandet av planen inte innebära att halten för något av de prioriterade ämnena överskrider gällande gränsvärde i vattenförekomsten. Planen bedöms alltså inte motverka möjligheten att följa gällande miljö kvalitetsnormer för kemisk ytvattenstatus.