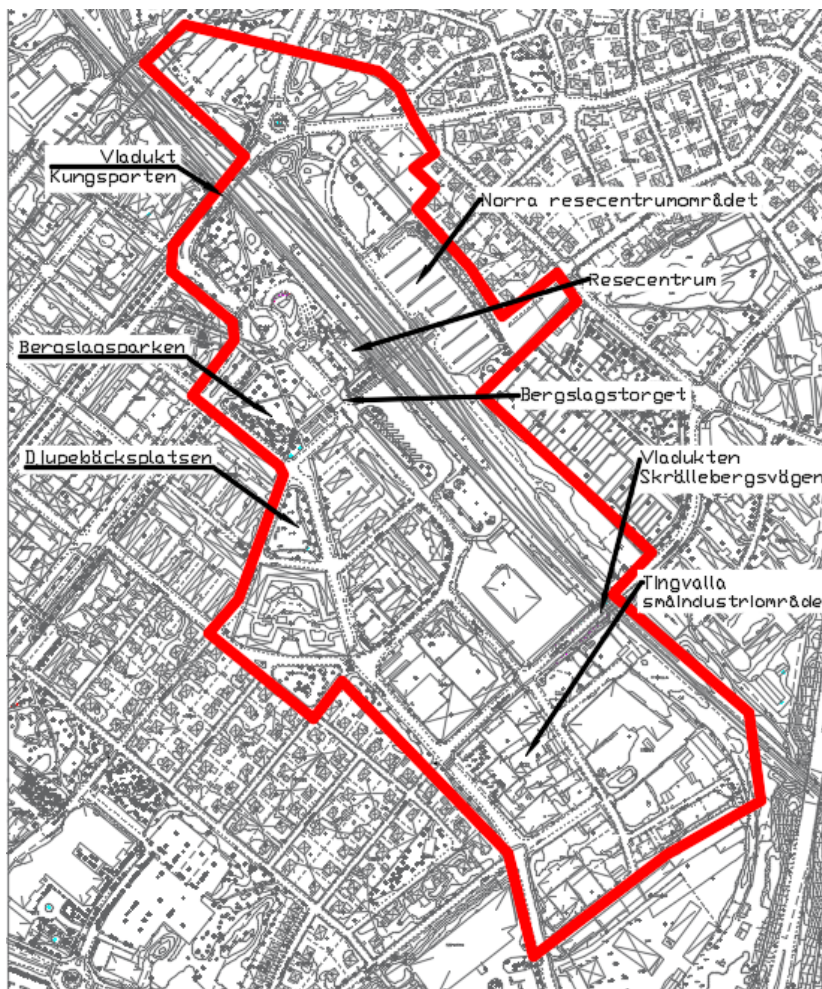


DAGVATTENUTREDNING



Planprogram Resecentrum, Trollhättan Stad

SLUTVERSION

2022-03-24

vajPro AB

Prostens väg 18
441 60 Alingsås
Mob: 0722-108 447
joan.palm@vajpro.se
www.vajpro.se

DAGVATTENUTREDNING

Sammanfattning

Denna utredning är en övergripande och generell dagvattenutredning för området som omfattas av planprogram Resecentrum i Trollhättan.

Befintlig situation inom dagvattenhanteringen är sammanställd. Detaljerna kring förändringen för planerad markförändring är få. Utifrån befintlig situation och generella tankar kring potentialen i utvecklingsområden finns förslag på förbättringsåtgärder sammanställda. Förbättringsåtgärderna baserar sig på en bedömning av potentialen i vissa områden samt exempel på typ av åtgärd som kan ge god effekt. Åtgärderna är inte detaljstuderade.

Som dimensionerande dagvattensituationen för området ska ett regn med 15 min varaktighet och 20 års återkomsttid hanteras. För de mer extrema situationerna vilka benämns som skyfallscenarier har ett regn med 100 års återkomsttid använts.

Inom området finns även kombinerade ledningar. Dessa är endast genomgående och inga dagvattenanslutningar till de kombinerade ledningarna finns inom programområdet. Det kombinerade systemet har större kapacitet ut ur området än det flöde som belastar systemet från andra externa områden. Det kombinerade systemet ses långsiktigt byggas bort.

Dagvattensystemet inom området kan avbörda ca 4300 l/s till dagvattentunnlar. Omkringliggande områden belastar programområdet med ca 1500 l/s. Detta innebär att dagvattensystemet har kapacitet att omhänderta dagvatten på ca 2800 l/s genererat inom området. Ett framtida scenarier inkl klimatfaktor på 1,25 genererar ett maximalt dagvattenflöde på ca 5400 l/s. Befintlig system ska således förstärkas kapacitetsmässigt motsvarande ca 2600 l/s. Noteras ska att Trollhättan Energi har inte noterat några större kapacitetsproblem på befintligt dagvattensystem inom programområdet.

En önskad utjämningsvolym på 10 mm per kvadratmeter hårdgjort yta innebär en volym på ca 1900 m³. Idag finns en utjämningsvolym på ca 600 m³ inom området.

För att beräkna och optimera förändring på ledningsdimensioner samt placering av utjämningsvolym kan en hydraulisk datormodell användas med fördel.

Som åtgärd för utjämning av dagvatten, och även rening, föreslås öppna gröna lösningar premieras. Dessa har mervärden bla i form av att de tydliggör vattnet i den urbana miljön, bidrar ekosystemtjänster samt är positiva till gestaltningen. Åtgärderna kan dock vara utmanande att få till tekniskt då beaktningsparametrarna är många i urban miljö, tex plats, nivåer, ledningar, ägande, framkomlighet ska samspela med lösningar för dagvatten.

Vid skyfallsscenarier belastas området med så mycket nederbörd att ytliga skylfallstråk bildas när vatten rinner ner mot lokala lågpunkter.

Förslag är framtagna i denna utredning och redovisade i bilaga vilka visar att man kan arbeta med att minska delen belastande yta mot specifika punkter, tex lågpunkter i viadukter.

Befintliga parker och grönytor ses som potentiella områden för att anpassas mot skyfallsscenarier. Detta görs lämpligtvis med höjdsättning.

Även gröna stråk utmed gator kan användas för normal utjämning och rening av dagvatten och även vara vattenledande vid skyfall.

DAGVATTENUTREDNING

Inom kvartersmark ses andelen grönyta kunna ökas. Mindre åtgärder så som tex västbäddar från stuprör och hårdjorda ytor bedöms som enklare att genomföra än förändring av större ytor. Vid mer omfattande förändrad markanvändning kan även större ytor optimeras för dagvattenhantering, tex gröna tak, genomsläppliga parkeringsytor.

I planprocessen rekommenderas att ambitionen för ny dagvattenlösning ska vara högre än att förbättra mot dagens nivå. Den höga andelen hårdjord yta samt de få anläggningarna för rening av dagvatten gör att det "relativt enkelt" går att visa på en förbättrande nivå mot dagens situation.

Utredningen sammanställer även noteringar till kommande planfaser.

DAGVATTENUTREDNING

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Syfte	4
1.2	Metod	4
1.3	Underlag	5
2	Befintliga förhållanden	5
3	Framtida förhållanden inom programområdet	14
4	Dagvattenberäkningar	14
4.1.1	Dimensionerande förutsättningar	14
4.1.2	Dimensionerande regnintensitet	14
4.1.3	Dimensionerande flöden	15
4.1.4	Dimensionerande volymer	16
5	Underlag för utformning av dagvattensystem	17
5.1	Allmänt	17
5.2	Dagvattenflöden	18
5.3	Utjämningsvolym	19
5.4	Rening av dagvatten	23
5.5	Översvämningsscenario	23
6	Dagvattenhantering inom programområdet	26
6.1	Programområdet som helhet	26
6.2	Delområden	29
6.2.1	Norra resecentrumområdet	29
6.2.2	Tingvalla småindustri	29
6.2.3	Bergslagsparken, Bergslagstorget, Djupebäcksplatsen	29
6.2.4	Viadukterna	29
7	Noteringar till kommande planfaser	30

Bilaga: Ritning M-51.1-001 Förslag dagvattenlösning

DAGVATTENUTREDNING

1 Inledning

Trollhättan stad arbetar med ett planarbete för resecentrumområdet och del av Tingvalla i centrala Trollhättan, vilket i ett första skede ska utmyнна i ett planprogram för området och sedan i flera detaljplaner. Målet med planprogrammet är att skapa en samlad bild för utvecklingen av resecentrum och därigenom underlätta för kommande detaljplanearbete och exploatering.

Dagvatten- och skyfallshanteringen har pekats ut som viktigt att lyfta tidigt och få med redan i programskedet då vatten sällan håller sig helt inom varje enskild detaljplans gränser utan behöver ses över och samordnas i större skala, inte minst ur skyfallshanteringssynpunkt.

1.1 Syfte

Syftet med denna studie är att utföra en översiktlig dagvattenutredning för ovan nämnda programområde, där generella förslag och riktlinjer kan användas i kommande planarbeten. Även förslag på lösningar, styrande faktorer och inspirationslösningar för kommande planarbeten sammanställs i denna utredning.

Dagvattenutredningens resultat ska kunna användas i följande planprocesser.

1.2 Metod

Metoden som används i studien är kopplad till de fyra övergripande målen i Trollhättans dagvattenstrategi, ("Dagvattenstrategi, antagen av KF 2021-06-21). De fyra målen tillämpas på olika sätt i studien beroende på dess karaktär och tillämpbarhet inom ramen på efterfrågad utredning.

De fyra målen är:

1. **ROBUSTA BEBYGGELSEMILJÖER OCH BEVARAD VATTENBALANS**
Bebyggelse ska utformas så den klarar av förändrade klimatförhållanden. Dagvattenhantering ska utformas så den efterliknar naturlig infiltration och avrinning så mycket som möjligt.
2. **VÄLMÅENDE YT- OCH GRUNDVATTEN**
Dagvattenhanteringen ska inte innebära att vattenstatusen försämras
3. **BERIKAT STADSLANDSKAP**
Dagvattnet ska användas som en resurs för att skapa en attraktiv miljö
4. **GOD SAMVERKAN OCH TYDLIG ANSVARFÖRDELNING**
Berörda parter, offentliga och privata, ska verka på ett effektivt sätt i dagvattenfrågorna.

Ambitionsnivån är, efter avstämning med Trollhättans kommun och enligt förfrågningsunderlaget, en övergripande studie som tar upp:

- Relevanta beaktansparametrar
- Inspirationslösningar, parker, gator, kvarter, stråk osv
- Övergripande principlösningar
- Ambitionsnivåer
- Begränsningsfaktorer
- Hänsynstaganden (juridiska/kravställanden)
- Underlag för diskussion i framtagande av interna strategier

DAGVATTENUTREDNING

Nedanstående tekniskt styrande detaljer är tagna från dagvattenstrategin:

- Klimatfaktor, $K_f=1,25$. (För att kompensera för framtida klimatförändringar)
- Karaktären är tät bostadsbebyggelse, ger dimensionerande regn med 20 års återkomsttid, varaktighet 15 min för området som helhet
- Som skyfallscenario väljs regn med 100 års återkomsttid
- Utjämning av dagvatten motsvarande 10 mm regn/ kvm hårdgjord yta
- Avrinningskoefficienten för området ansätts till 0,7, enligt VAVP110.

1.3 Underlag

Studien baserar sig på en bred bas av underlagsmaterial. De projektspecifika underlagen specificeras nedan:

I arbetet med denna rapport har följande underlag använts:

- Utbredningsområde program
- Jordartskarta, SGU
- Jorddjupskarta, SGU
- Länsstyrelsens WebGIS
- VISS
- Publikation P90, Svenskt Vatten
- Publikation P110, Svenskt Vatten
- Platsbesök, 2022-01-10
- Höjddata, laserscanning
- Kommunens primärkarta
- Utdrag ur kommunens ledningsdatabas
- Ledningskollen, 2021-12-13
- Översvämningsskartering, nivåer 100 års regn
- Översvämningsskartering, flödes hastigheter/riktningar 100 års regn
- Trollhättans kartportal

2 Befintliga förhållanden

Allmänt

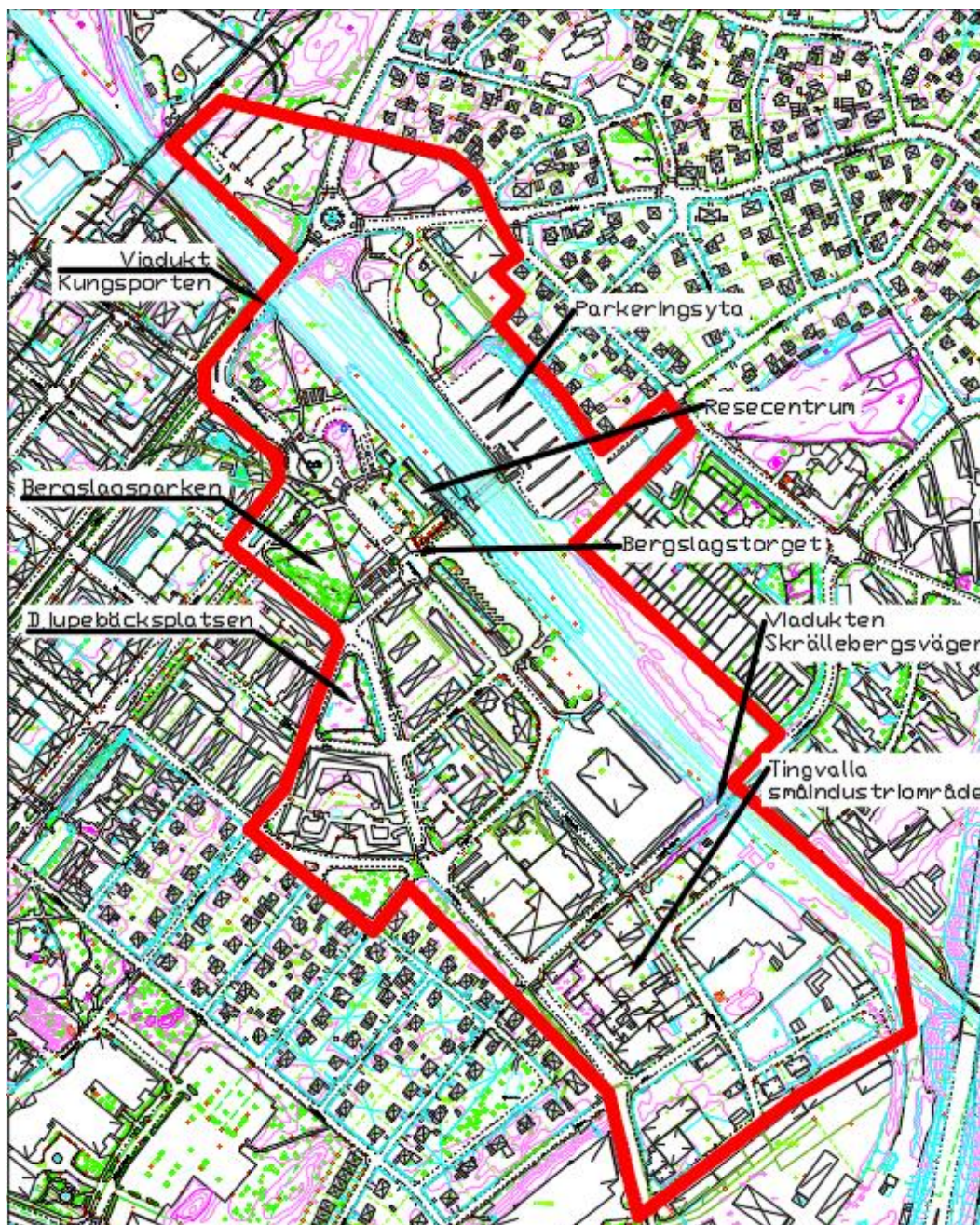
Området är drygt 27 ha stort, beläget mitt i centrala Trollhättan.

Främst består området av urbaniserad miljö, med hårdgjorda ytor. Gröna ytor finns i form av parker, kvartersytor och längsgående stråk längs vägar/järnväg.

Marknivån varierar mellan ca +40 m i områdets norra del till ca +50 i områdets södra del vid Tingvallavägen.

Göta Älv är områdets recipient och ligger ca 600 m väster om områdets nordvästra del. Medelvattenytan i Göta älv är här +39,8 möh (RH2000). Där dagvattentunnlarna ansluter Göta älv bedöms nivån ligga på +17 möh. Detta bör verifieras av Trollhättan Energi.

DAGVATTENUTREDNING



Figur 1 Utredningsområdets utbredning

Järnvägen skär genom området. I detta område är Trafikverket huvudman. Området har exkluderats i denna studie efter överenskommelse med Trollhättans Stad.

I figur ovan visas några av de platser som pekats ut speciellt intressanta ur ett dagvattenperspektiv.

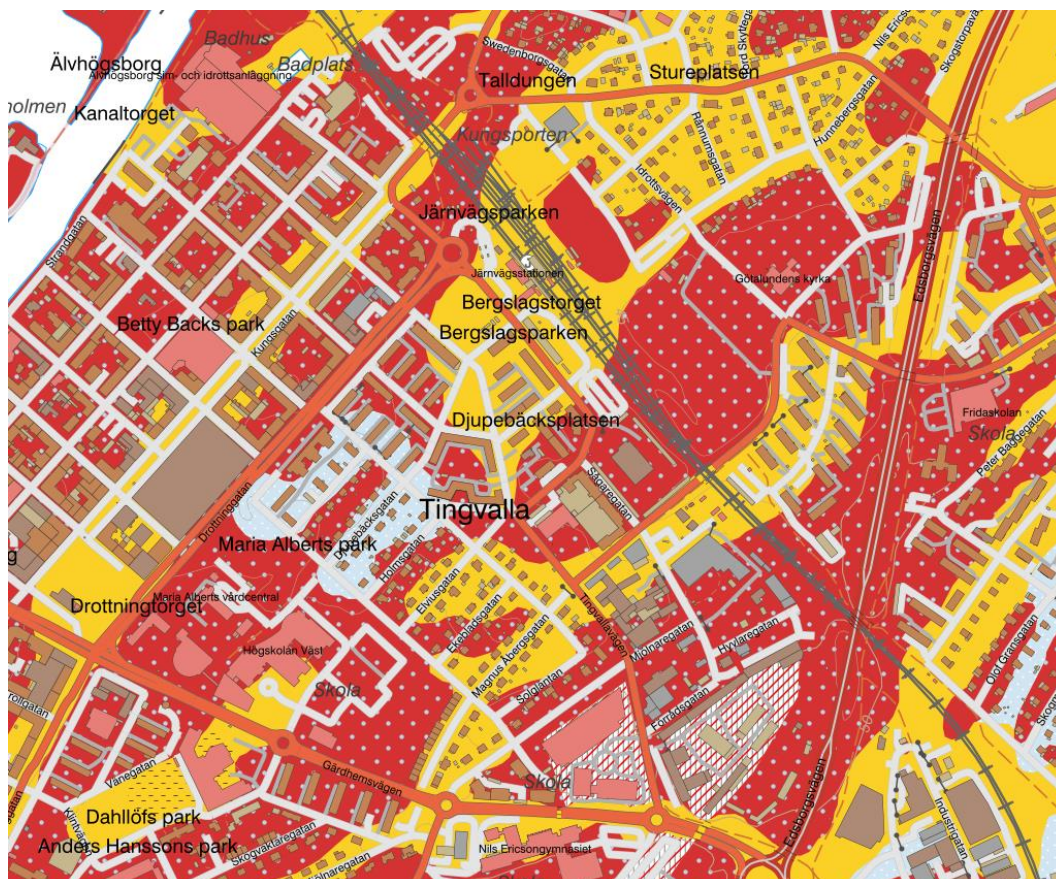
Viadukterna är lågpunkter vilka får stående vatten vid skyfallsscenarier.

Djupebäcksplatsen, Bergslagsparken och Bergslagstorget påverkas också av skyfall med stående vatten som följd. Parkområdena, Bergslagsparken och Djupebäcksplatsen, har pekats ut som potentiella ytor för att skapa lågpunkter och därmed yttlig fördröjningsvolym vid intensiv nederbörd.

DAGVATTENUTREDNING

Tingvalla småindustriområde, resecentrum samt intilliggande parkeringsyta bedöms som områden med utvecklingspotential. De två förstnämnda är till största delen hårdgjorda i dagsläget medan parkeringsytan är delvis grusad.

Markförhållanden



Figur 2 Jordarter inom området

I figur ovan markeras olika jordarter. Gult är glacial lera, rött är berg, rött med prickar är morän. Utfyllda området visas med röd/vit skraffering.

Jorddjup till berg varierar mellan 0–4 m inom området.

Geologin inom området är bla intressant ur dagvattenperspektiv utifrån hur mycket infiltrationsmöjlighet som finns.

Information om grundvattennivåer inom området är tämligen begränsad. Från SGU's brunnregister finns en brunn inom området med en grundvattennivå 3 m under markytan. Denna uppgift kan inte användas att bedöma grundvattennivån inom området. Grundvattennivån påverkar möjliga dagvattenlösningar samt infiltrationsförmåga.

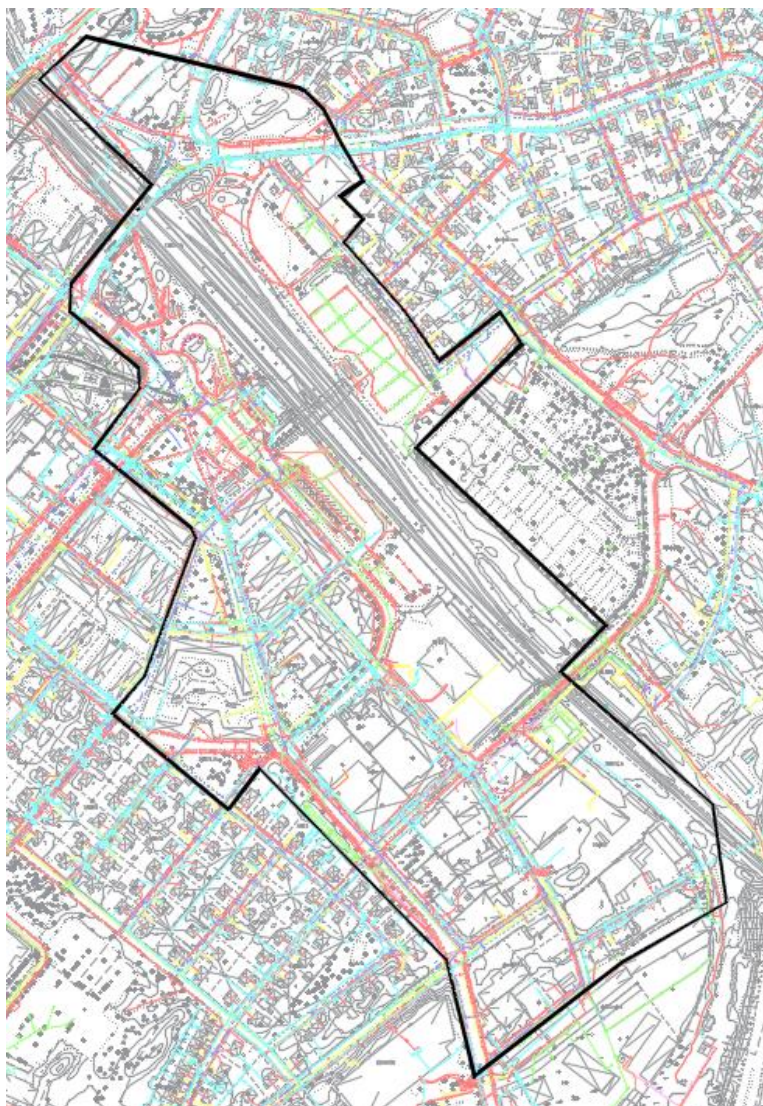
Ett dagvattensystem som förlitar sig på infiltration bedöms inte tekniskt lämpligt med dessa förutsättningar. I områden med morän och fyllnadsmaterial kan man dock utforma dagvattensystemet att de infiltrerar i den mån marken kan ta emot vatten. Berg och lera bedöms ha försumbar infiltrationsförmåga.

DAGVATTENUTREDNING

Inom Tingvalla industriområde har en utredning samt bedömningar gjorts kring frågan förorenad mark. Denna utredning förutsätter att om förorenad mark finns och området påverkas av planerad byggnation ska sanering ske. Saneringen bedöms som genomförbar men kommer leda till att den planerade lösningen påverkas ekonomisk av saneringskostnader.

Ledningar och kablar

Utifrån ledningskollen har befintliga ledningar och kablar sammanställts för området.



Figur 3 Ledningar och kablar inom utredningsområdet

Ute i princip samtliga allmänna gator mark finns ledningar och kablar. Vilket är vanligt i centrala stadsmiljöer. Dessa visas i figur ovan med olika färger.

Förutom allmänna delarna finns även ledningar och kablar utmed spårområdet, i järnvägsfastigheten samt inne på kvartersmark.

Befintliga ledningar och kablar påverkar, och begränsar ofta möjligheterna till markarbeten för dagvatten samt för justering av befintliga marknivåer.

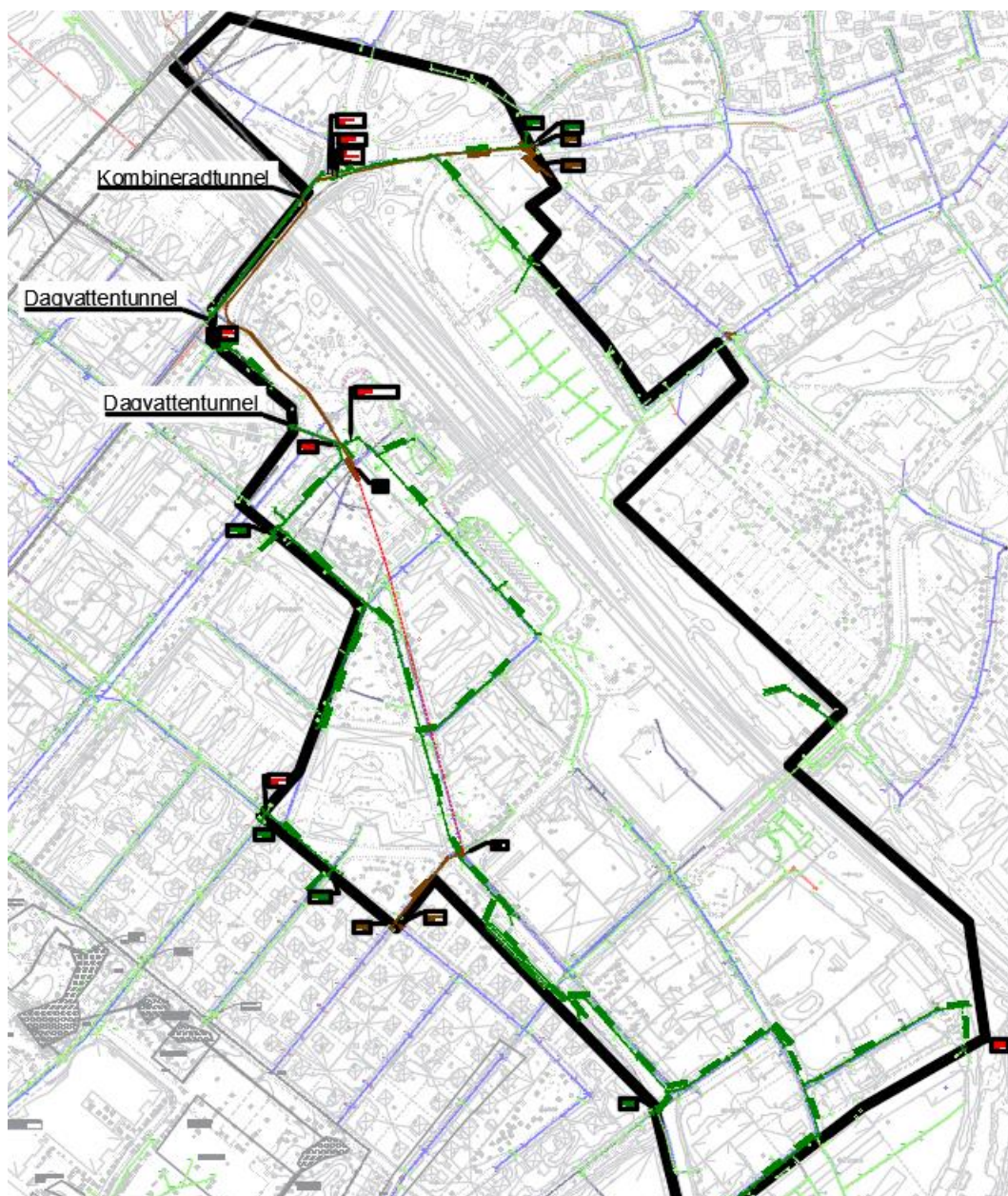
Utöver den tekniska begränsningen med risk för fysisk konflikt i mark finns även en juridisk aspekt då nätägare ofta har rådighet för sin anläggning, tex ledningsrätt. Ny

DAGVATTENUTREDNING

rådighet för tex en ny dagvattenanläggning får inte noterbart försämra befintlig rådighet. Om inte ny nytta överstiger befintlig nytta.

Befintligt dagvattensystem

I områdets norra delar finns bergsförlagda tunnlar, dagvattentunnlar och kombinerade tunnlar. Till dessa tunnlar leds dagvatten- och spillvattenledningarna.



Figur 4 Tunnelsystem, dagvattenledningar och kombinerade ledningar

Inom området är avloppsvattnet separerat, dvs det är duplikatsystem med en ledning för spillvatten och en ledning för dagvatten. Dock så ansluter kombinerade ledningar området. I kombinerade ledningar leds dagvatten och spillvatten i samma ledning.

Ledningar större än DN300 visas med mörkgrön (dagvatten) och mörkbrun (kombinerad ledning) i figur ovan. Mindre \leq DN250 dagvattenledningar visas med

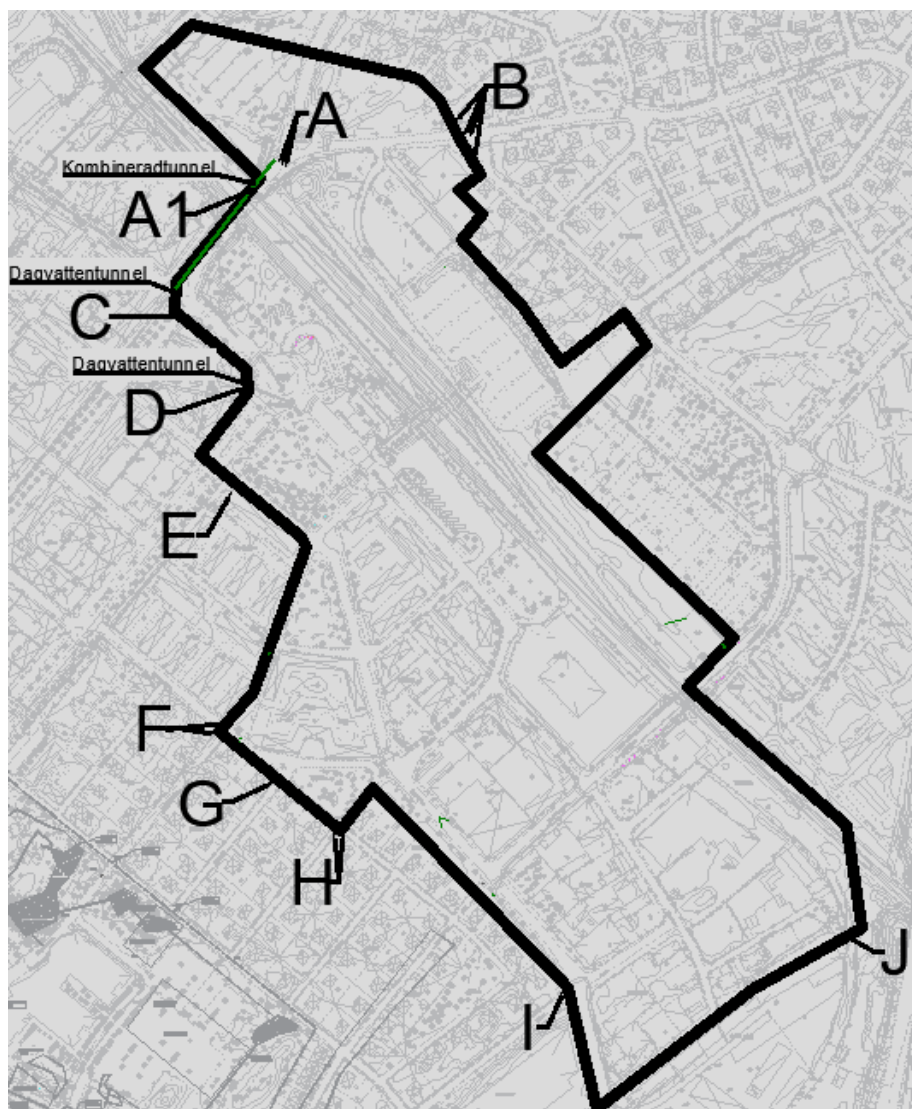
DAGVATTENUTREDNING

Ljusgrön linje. Den röda linjen markerar en spillvattenledning som knyter ihop den kombinerade ledningar mot avbördning till kombinerad tunnel. Den kombinerade tunneln leder till reningsverket.

De kombinerade ledningar är som störst av dimension DN750. Dessa ledningar är bara genomförande genom området, dvs anslutningar saknas, utöver spillvattenledningar. Det kombinerade systemet ses inte primärt belasta dagvattensystemet. Dock finns bräddmöjlighet mellan det kombinerade systemet och dagvattensystemet. Vilket gör att vid överbelastning av det kombinerade systemet så bräddar det till dagvattennätet. Detaljnivån för dessa tillfällen behandlas inte i denna utredning. Kombinerade system bör långsiktigt separeras.

Dagvattenledningarna är som störst DN1000.

Avbördning av dagvatten bort från området sker mot tunnlar och ledningar. Det finns även angränsande områden som belastar utredningsområdet med dagvatten via ledningar. Dessa visas i nedanstående figur.



Figur 5 Anslutningar i- och ut från utredningsområdet

Genom att beräkna dess maximala kapacitet via ledningsdimension och bedömt fall på ledning kan deras kapacitet sammanställas i nedanstående tabell.

DAGVATTENUTREDNING

DAGVATTENSYSTEM	INDEX I FIGUR	TYP	FLÖDE (l/s)	PLATS
Inkommande till område:	B	D300BTG	84	Ekholmsgatan
	B	D225BTG	38	Tunhemsvägen
	E	D400BTG	471	Drottninggatan
	F	D400BTG	161	Djupebäcksgatan
	G	D600BTG	429	Holmsgatan
	I	D400BTG	244	Mjölnergatan
Utgående från område:	A	D-anbörning 300 x2	591	Kungsporten
	C	D315PP	226	Kungsgatan
	D	Antagen D-anbörning 800	691	Bergslagsparken
	D	D1000BTG	2261	Bergslagsparken
	F	D600BTG	435	Stridbergsgatan
	J	D225BTG	67	Hyvlaregatan
KOMBINERAT SYSTEM				
Inkommande till område:	B	K225BTG	53	Tunhemsvägen
	B	K380BTG	300	Idrottsvägen
	H	K225BTG	69	Elviusgatan
	H	K750BTG	644	Elviusgatan
Utgående från område:	A	K-anbörning 300	389	Kungsporten
	A1	K800BTG	1289	Kungsporten/Viadukt

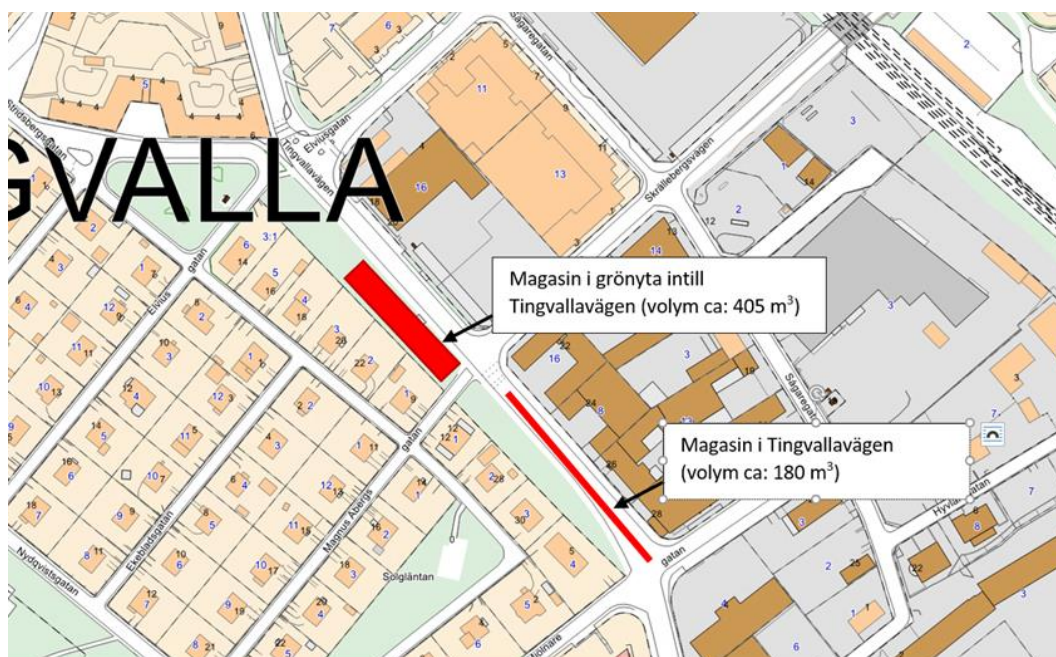
Figur 6 Inkommande och utgående flöde från utredningsområdet

Tabellen visar att total dagvattenkapacitet ut från området är 4271 l/s. Totalt dagvattenflöde från intilliggande områden är 1427 l/s. Således finns kapacitet i utgående ledningar för att hantera ett maximalt dagvattenflöde om $4271 - 1427 = 2844$ l/s genererat inom området.

Motsvarande siffror för det kombinerade systemet är, ut från området 1678 l/s. Maximalt från intilliggande områden är 1066 l/s. Utgående kapacitet är således större än inkommande belastning. Till detta kommer spillvatten genererat inom området. Denna utredning fokuserar inte mer på det kombinerade systemet.

Utmed Tingvallavägen finns två underjordiska dagvattenmagasin, se figur nedan.

DAGVATTENUTREDNING



Figur 7 Två befintliga utjämningsmagasin för dagvatten inom utredningsområdet

Total volym på magasinerna är 585 m³. Magasinet på 180 m³ utgörs av rörmagasin DN1600BTG och magasinet 405 m³ utgörs av rörmagasin på 3*DN400PP.

Utöver dessa magasin finns inga större anlagda magasinsvolymer utöver vissa diken mm.

Ingen uppgift finns i Trollhättans beskrivning av VA-situationen att någon historisk översvämningssituation finns inom området.

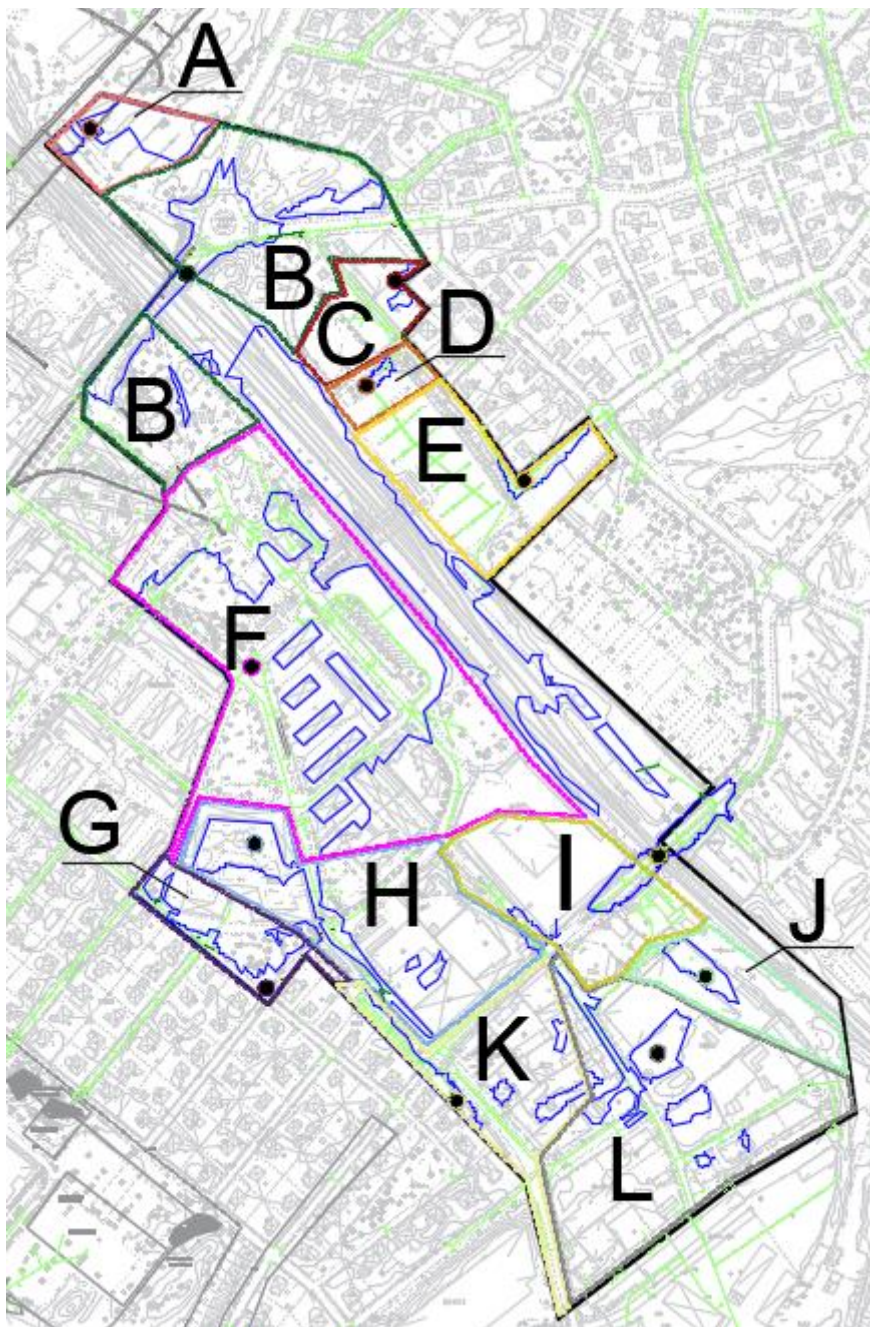
Ingen specifik reningsanläggning finns anlagd för dagvattenhantering. Översilning över slänt och grönytor sker i begränsad utsträckning. Rening sker även där dagvattnet leds i diken.

Delavrinningsområden

Genom analys av höjddata och utförd skyfallskartering har området delats upp i mindre delavrinningsområden. Det kategoriserande är att varje delavrinningsområde har en markant lågpunkt. Dessa förutsättningar styr dagvattenhanteringen och skyfallsvägar.

Delavrinningsområdena kategoriserade i denna utredning visas i nedanstående figur.

DAGVATTENUTREDNING



Figur 8 Delavrinningsområden

Figuren visar tolv delavrinningsområden. Dessa indexeras med en bokstav. Varje områdes lågpunkt markeras med en svart cirkel. I de tolv identifierade delavrinningsområdena ingår inte järnvägsfastigheten.

Figuren visar även dagvattenledningar i ljusgrön linje samt stående vatten enligt skyfallsanalysen med blå linje.

Beräkningar för delområden redovisas i kap4.

DAGVATTENUTREDNING

3 Framtida förhållanden inom programområdet

Denna övergripande dagvattenutredning baserar sig på ett planprogram. De större områdena där en förändrad markanvändning diskuteras är Tingvalla industriområde samt stationsområdet norr om resecentrum.

Utöver dessa två områden och områden utpekade i kap 2, utgår denna utredning från generella möjligheter för förbättrad dagvattenhantering inom utredningsområdet.

Mer konkreta data på framtida förhållanden finns således inte i skrivande stund.

4 Dagvattenberäkningar

Dagvattenberäkningarna baserar sig främst på förutsättningarna inom hela utredningsområdet. Alltså även inklusive spårområdet. Angränsande områden bedöms översiktligt både för flöden i ledningar samt ytlig avrinning.

De kombinerade systemet inkluderas inte då de bedöms endast ledas igenom utredningsområdet. De kan dock ha en påverkan vid kraftig nederbörd som kan leda till bräddsituation till dagvattensystemet. Den detaljnivån ligger utanför omfattningen av denna utredning.

4.1.1 Dimensionerande förutsättningar

De dimensionerande riktvärdena och beräkningsmetoderna i rapporten är tagna från Svenskt Vatten publikationerna P90 och P110.

4.1.2 Dimensionerande regnintensitet

Dagvattensystemet ska dimensioneras för ett 15-minuters regn med 20-års återkomsttid, (dämningsnivå till mark). Regnintensitet har beräknats enligt Dahlströms formel för regnintensitet i Sverige (Svenskt Vatten AB, P110, 2016) Klimatfaktorn har satts till 1,25 för framtida scenarier i enlighet med Svenskt Vatten P110 avsnitt 1.8.3:

$$i_{\text{Å}} = 190 \cdot \sqrt[3]{\text{Å}} \cdot \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} \cdot K_f + 2 = XXX \text{ l/s}$$

Där $i_{\text{Å}}$ = regnintensitet, l/s per hektar
 T_R = Regnvaraktighet, minuter
 Å = Återkomsttid, månader
 K_f = Klimatfaktor

För ett 20-årsregn med varaktigheten på 15 min är regnintensiteten 284 l/s per hektar för framtida scenarier. För befintlig situation används 227 l/s,ha, dvs utan klimatfaktor.

Området delas också upp i delområden, för dessa delområden beräknas flöden och volymer utifrån regn med 10 min varaktighet.

Skyfallsvolymer och flöden utgår från ett 100 års regn med 15 min varaktighet, detta motsvarar 483 l/s med klimatfaktor och 387 l/s utan klimatfaktor.

DAGVATTENUTREDNING

4.1.3 Dimensionerande flöden

Beräkningen av dagvattenflödet är baserat på den rationella metoden som beskriver flödet (q_{dim}) som en funktion av avrinningskoefficienten (φ), arean (A) och regnintensiteten (i_r) (Svenskt Vatten AB, P90, 2004):

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i_r$$

Den planerade förändringen bedöms inte nämnvärt påverka ytfördelningen. Detta då området redan dag främst utgörs av hårdgjord yta. I Tabell 1 nedan har det dimensionerade dagvattenflödet beräknas före befintlig och framtida situation. Tillkommande vatten, Δq_{dim} , visar det extra flöde som kommer att uppstå till följd av exploateringen.

Belastande inkommande/utgående flöde på anslutna ledningar bedöms vara desamma då styrande är fylld sektion.

Tabell 1: I tabellen redovisas avrinningskoefficienter hämtade från Svenskt Vattens publikation P90 samt de resulterande flödena för befintlig och framtida situation.

RESECENTRUM	Befintlig situation			Framtida situation		Ökat dagvattenflöde
	<u>A</u> ha	φ	q_{dim} l/s	<u>A</u> ha	q_{dim} l/s	Δq_{dim} l/s
20- års regn	27	0,7	4290	27	5368	1078
100- års regn	27	0,7	7314	27	9129	1815
Skillnad 20-/100 års regn			3024		3761	

Tabellen ovan visar ökning av dimensionerande dagvattenflöde, inkl klimatfaktor, för framtida situation för både 20- och 100-års regn. Orsaken är klimatfaktorn.

Ledningarna skall dimensioneras med dimension och fall för att klara dimensionerande flöde för 20 års-regn.

Skillnaden mellan 20-års regn med 100 års regn beräknas för att kunna uppskatta volymer för att hantera ytlig avrinning inom utredningsområdet som helhet.

De dimensionerande regnen för delområdena sammanställs i figur nedan.

DELOMRÅDEN	Zon A:	Zon B:	Zon C:	Zon D:	Zon E:	Zon F:	Zon G:	Zon H:	Zon I:	Zon J:	Zon K:	Zon L:
Area (ha):	0,6	3,3	0,6	0,3	1,4	6,0	0,7	2,4	1,5	0,8	1,5	3,3
Effektiv area:	0,4	2,3	0,4	0,2	0,9	4,2	0,5	1,7	1,1	0,5	1,0	2,3
Dimensionerande regn 20 år/10 min, (l/s)	148	824	150	73	338	1499	180	601	378	195	363	834
Dimensionerande regn 100 år/10 min, (l/s)	252	1407	257	124	577	2558	308	1026	646	334	620	1424

Figur 9 Delområden, yta och flöden från nederbörd

Varaktigheten är satt till 10 min. Flödena kan således inte summeras för området som helhet. Området som helhet ska beräknas med ett regn som har 15 min varaktighet.

Flödena kan användas för att dimensionera ledningssystemet för dagvatten (20 års regn) och ytmässiga skyfallsstråk (100 års regn).

DAGVATTENUTREDNING

4.1.4 Dimensionerande volymer

Dimensionerande volymer kan dels delas upp i utjämnande volym vid 20-års regn samt 100 års regn.

Styrande för utjämningsvolym för 20 års regn ses motsvara 10 mm per kvadratmeter hårdgjord yta. En volym om

$$V=27*10000*0,7*10/1000 \text{ m}^3=1890 \text{ m}^3.$$

Denna siffra kan jämföras med att ett 20 års regn med 15 min varaktighet totalt genererar 4831 m³ nederbörd.

Som styrande för utjämningsvolym för den ytliga avrinningen, 100 års regn, (inkl Kf=1,25), används den volym som genereras under 15 min av 100 års regnet minus den volym som ledningarna ska klara av att avbörda, dvs 20 års regnet (utan klimatfaktor). Detta motsvarar en volym om

$$V= (9129-4290)/1000*15*60 \text{ m}^3=4355 \text{ m}^3.$$

Volymen är bedöms underskattad då befintliga ledningar troligtvis inte har kapacitet motsvarande ett 20 års regn. Volymen används trots detta då den ger en indikativ nivå på önskvärd volym på ytlig hantering.

Styrande volymer för de definierade delområdena erhålls genom att multiplicera flödet med regnets varaktighet (10 min). Dessa sammanställs i nedanstående figur.

Volym (m ³)	Zon A:	Zon B:	Zon C:	Zon D:	Zon E:	Zon F:	Zon G:	Zon H:	Zon I:	Zon J:	Zon K:	Zon L:
20 år:	89	495	90	44	203	899	108	361	227	117	218	501
100 år:	151	844	154	75	346	1535	185	616	387	200	372	855

Figur 10 Delområden, volym per nederbördstillfälle

Volymerna för 100 årsregnets kan användas som indikativa vilka ska hanteras för skyfallsscenarier. De summerade delvolymerna kan inte användas för området som helhet då regnen har olika varaktighet.

DAGVATTENUTREDNING

5 Underlag för utformning av dagvattensystem

5.1 Allmänt

Primärt ses målen 1-3 från dagvattenstrategin, (se kap 1.2), vara det som denna utredning fokuserar på. Nedan resoneras kring dessa mål med hur de kan beaktas och omhändertas inom utredningens omfattning.

En viktig generell aspekt är att området både ska ses som en helhet och som, i kap 2 redovisade, delområden/delavrinningsområden ur dagvattenperspektiv. Delområdena kan även kategoriseras utifrån andra parametrar, tex planindelning vilket inte alltid är unisont med delavrinningsområden. Detta bör noggrant beaktas i kommande planarbeten.

1. **ROBUSTA BEBYGGELSEMILJÖER OCH BEVARAD VATTENBALANS**

Ny bebyggelse ska planeras och utformas så att den klarar förändrade klimatförhållanden. Ledningssystemens kapacitet ska säkerställas genom långsiktig förnyelse och reinvestering. Rekommendationen på utjämningsvolym ska beaktas och säkerställas.

Skyfall ska ytmässigt avledas och främst säkerställas via höjdsättning. Utjämnning/styrning av flöden ska ske i den mån det är tillämpligt, antingen via permanenta åtgärder eller temporära.

För ytlig dagvattenhantering ska instängda områden undvikas. Utredningsområdet har flera delområden vilka har individuella lågpunkter. Dessa lokala lågpunkter är instängda områden. Att helt hantera dessa kommer bli utmanande. Dock kan flertalet åtgärder leda till en förbättrad situation jämfört mot idag.

Strävan att dagvattenhantering ska utformas så den efterliknar naturlig infiltration och avrinning så mycket som möjligt är normalt bra. I urban miljö är det dock viktigt att beakta att infiltration i så fall måste ske på ett kontrollerat sätt så att inte andra intressen påverkas negativt. Som exempel på detta får inte infiltration ske okontrollerat så tex bebyggelse/överbyggnader inte har en säkerställd dränering. Eller att externt vatten drabbar intilliggande fastighet. Även är det svårt att med förutsättningarna definierade i kap2 förliga sig på infiltrationskapaciteten. En rimlig ambition ses var att man anlägger system vilka möjliggör, (inte är beroende av), infiltration.

Vattenbalansen får inte heller ge konsekvenser att vissa ytor inte blir tillgängliga under de våta delarna av året, tex att grönytor inte kan beträdas under en våt höstperiod.

2. **VÄLMÅENDE YT- OCH GRUNDVATTEN**

Dagvattenhanteringen ska inte innebära att vattenstatusen försämras.

Dagvattenrening kan ske på många sätt, allt ifrån passiva reningar över gräsytor till mer avancerade reningsverk.

Passiva ytliga lösningar där dagvatten renas via genomsilning av grönska och olika marklager ses som fördelaktiga. Grönytorna bör planeras och anläggas med att denna effekt uppnås. Utöver rening erhålls ofta även ett utjämnande effekt i de renande anläggningarna.

DAGVATTENUTREDNING

Då området inte har specifika anläggningar för dagvatten i dagsläget bedöms potentialen som god att nya lösningar kan implementeras vilka förbättrar reningen av dagvatten.

3. **BERIKAT STADSLANDSKAP**

Dagvattnet ska användas som en resurs för att skapa en attraktiv miljö. Med detta ses ytliga utjämnings och reningslösningar för dagvatten sammanställda i kap 5.3 vara goda exempel. Dessa tydliggör dagvattnet samt bidrar till mer gröna ytor och en trevligare gestaltning av den urbana miljön. Att berika ekosystemtjänster inom stadsmiljön, som möjliggörs av dagvatten och gröna lösningar ses som berikande och positiva inslag.

Även dagvattenanläggningar som inte är gröna lösningar kan berika stadsmiljön. Multifunktionella lösningar som tex en mötesplats eller skatepark som kan utformas för att utjämna dagvattenflöden under intensiva regn.

För att utnyttja alla möjligheter bör både mindre anläggningar och större åtgärder utvärderas.

4. **GOD SAMVERKAN OCH TYDLIG ANSVARFÖRDELNING**

Att skapa sig en praxis och tydliga arbetssätt för att hantera dagvattenlösningar i samhällsplaneringen ses som avgörande. Ofta är det kommunen som får vara den drivande och samordnade kraften i dessa frågor.

I denna utredning ingår främst de tekniska parametrarna för att hantera dagvatten/skyfallsfrågor. Därför berörs inte detta mål i dagvattenstrategin ytterligare.

5.2 Dagvattenflöden

Dagvattenflöden ska under normala omständigheter hanteras av ledningssystemen samt dess anordningar. Många ledningssystem är underdimensionerade mot nuvarande praxis då de byggdes när andra riktlinjer och normer styrde dimensioneringen. Att momentant bygga om dagvattensystemet ses inte realistiskt utan kapacitetsförbättrande åtgärder få ske i takt med reinvesteringar och andra ombyggnationer.

Stor andel yta inom området är hårdgjord. Potential finns att komplettera med lösningar som utjämnings, (och renar), dagvattnet vilket ökar kapaciteten på dagvattensystemet.

Hela området har en nettokapacitet på befintliga "utlopp" från områden, dvs till tunnlar och ledningar, på 2844 l/s, se kap2, figur6.

Dimensionerande regnbelastning i framtida scenario är 5368 l/s. Således ska den avbördande kapaciteten från området nästan dubbleras för att klara det framtida scenariot. Som utjämnande volym för att hantera skillnaden krävs $(5368-2844) / 1000 * 15 * 60 \text{ m}^3 = 2272 \text{ m}^3$. Detta är något över utjämningsvolymen i kap 4.1.4 på 1890 m³.

DAGVATTENUTREDNING

5.3 Utjämningsvolym

Utgjämningsrekommendationen om 10 mm per kvm hårdgjord yta, (enl kap 4.1.4), ger 1890 m³. (Denna volym ska inte förväxlas med volymen som skapas av skyfall, motsvarande 100 års regn). I dagsläget finns en utjämningsvolym om 585 m³. Således ska ytterligare utjämningsvolym om 1305 m³ skapas inom området.

Det är inte bara utjämningsvolymen som total volym som är intressant utan även att den placeras på rätt strategiska platser utmed dagvattensystemet. Var utjämningsvolymen ska placeras för att få bäst effekt kan beräknas i en hydraulisk modellering.

Utgjämningsvolym kan skapas i underjordiska anläggningar, tex krossmagasin, rörmagasin, kassetmagasin. En fördel med dessa magasin är flexibiliteten gällande ytanspråk. Detta är extra värdefullt i urban miljö där tillgänglig yta ofta kan ses som begränsad. En nackdel med nedsänkta anläggningar kan vara att de inte synliggör dagvattenhanteringen.

Ytliga utjämningsvolym kan vara diken, växtbäddar och dammar mm. Dessa är ofta grön/blå lösningar där även dagvattenreningen ingår med dagvatten som silas genom växtlighet. Dessa lösningar kräver oftast mer ytanspråk och skötsel än underjordiska anläggningar.

Ytliga utjämningsvolym kan skapas i större anläggningar som befintliga/nya parkområden. Höjdsättning kan skapa nedsänkning av grönyta/park som blir en översvämningsbar yta. Exempelvis enligt nedan.



Figur 11 Parkytor som är anpassade för dagvatten

Dessa ytor kan med fördel göras multifunktionella. Då lösningen innebär en förändring av befintlig marknivå kommer troligtvis den innebära att ledningar/kablar måste läggas om.

DAGVATTENUTREDNING

Mindre anläggning kan vara att utnyttja de rondeller som finns och i framtiden anläggs inom området.



Figur 12 Nedsänkt rondell

(Foto: Göteborgs Stad)

En rondell, tex 15 m i diameter och 1-0,5 m djup som kan utjämna ca 100 m³. Figur ovan visar exempel på lösning. Lösningen kan med fördel även kompletteras med grön yta. Dessa volymer kan hantera mer än rondellens vatten och kan även nyttjas som momentana bräddpunkten där så är tekniskt genomförbart.



Figur 13 Grönt stråk utmed hårdgjord yta

Gröna stråk utmed vägar och fastighetsstråk ger utjämning och även rening av dagvatten.

DAGVATTENUTREDNING



Figur 14 Grönt stråk utmed gata

(Foto:Hasselforsgarden.se)

Grönt/blått/grått stråk utmed gator. Ett stråk med 1,5 m bredd och djup på 0,15 m kan utjämna vatten från ett vägområde som är 14 m bredd och asfalterat.

Raingardens/växtbäddar är lämpliga vid bla utkastare från stuprör. En raingarden med effektiv volym om ca 1 m³ per stuprör kan omhänderta vatten från ett normalt hyreshus (yta 430 m² och fyra stuprör). Raingardens kan med fördel anläggas inne på kvartersmark för att få närhet till anslutande byggnads stuprör.

DAGVATTENUTREDNING



Figur 15 Exempel på Raingardens/Västbvädd

(Foto: Ramböll)



Figur 16 Växtbädd I vägmiljö

(Foto: godaexempel.dagvattenguiden.se)

Växtbäddar kan även utföras i ren gatumiljö, som exemplet i figur ovan.

Genom att generellt försöka sänka ner gröna ytor och leda hårdgjorda ytor dit via höjdsättning leder till att ytorna även optimeras ur utjämnings/reningssynpunkt av dagvatten. Exempelvis kan man se det som "Urbana åkerholmar". Större hårdgjorda ytor, tex bussterminalen, parkeringar förses med gröna enheter/stråk som de hårdgjorda ytorna via höjdsättning avvattnas mot. En grönyta på 100 m² och djup 0,2 m hanterar en hårdgjord yta på ca 2000-2500 m² (enligt utjämningsrekommendationen på 10 mm som nämns i kap 5.3).

DAGVATTENUTREDNING



Figur 17 "Urban åkerplåne"

(Foto: Tyrens)

Här kan refuger, mindre grönytor och idag stensatta områden anpassas för att uppnå rening och utjämning av intilliggande ytors genererade dagvatten.

5.4 Rening av dagvatten

De utjämnande anläggningarna beskrivna i kap 5.3 bidrar även till rening av dagvattnet. Borde således vara möjligt att reducera föroreningsbelastningen från områdets dagvatten jämfört med dagens situation.

Trafikleder med mer än 10 000 fordon per dygn samt större P-anläggningar, (bussområdet) ses som specifika föroreningskällor inom utredningsområdet.

Enligt data från Trollhättans Stad har Kungsporten har över 10 000 fordon/dygn. Här sker avvattning via rännstensbrunnar direkt anslutna mot tunnel. Möjlighet finns att installera brunnsfilter på dessa brunnar för att få till rening av vatten vid normal nederbördstillfällen. Att anlägg yttlig dagvattenrening på denna plats bedöms som kostsamt.

5.5 Översvämningsscenario

Gällande skyfallsstråken och de översvämmade ytorna är höjdsättningen ett effektivt sätt att styra vattnet samt magasinera det.

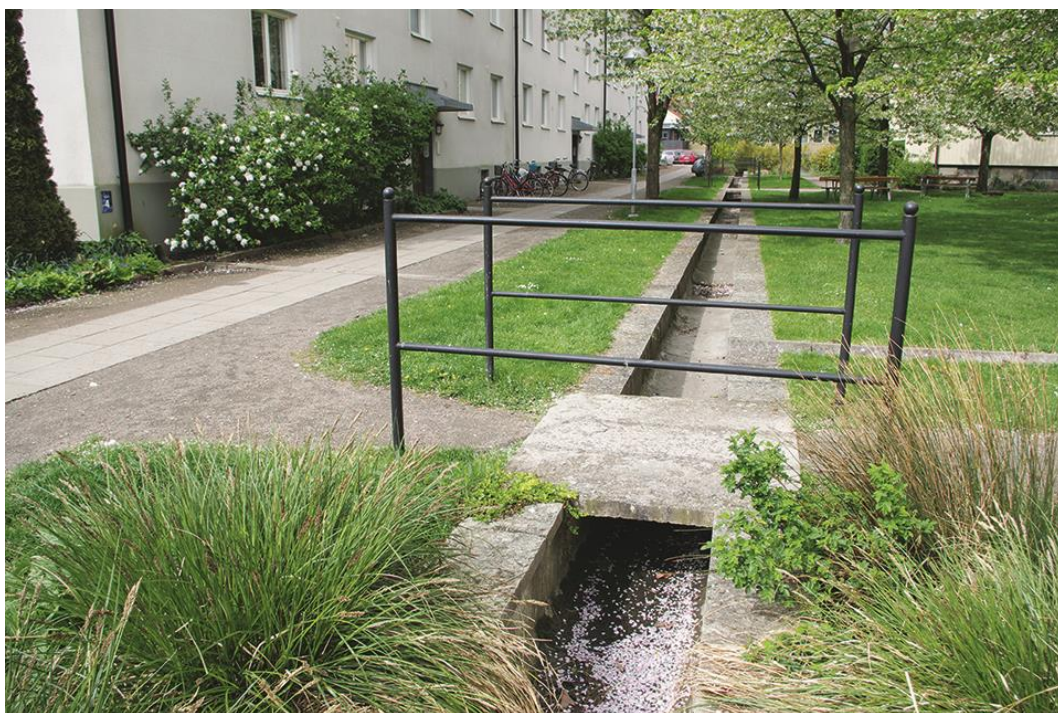
En viktig faktor att beakta vid höjdsättning är tillgänglighet. Denna kan vara ett motstridande intresse till de nivåskillnader man ibland vill ha för dagvattenhantering.

DAGVATTENUTREDNING



Figur 18 Vattenförande stråk för bla skyfall

Stråk utmed vägar är effektiva sätt att leda vattnet åt önskat håll. De är även gestaltningsmässigt bidragande till gaturummet. Lösningen kräver yta samt att ett skötselbehov skapas.



Figur 19 Vattenförande stråk genom/i kvartersmark

Stråk kan även utföras inom kvartersmark, eller *genom* kvartersmark, för att anpassa skyfallsstråken mot de höjder som styr vattnets väg inom området.

Ute i befintlig gatumiljö kan trösklar skapas med tex upphöjda korsningar samt upphöjda övergångsställen.

DAGVATTENUTREDNING



Figur 20 upphöjt övergångsställe

(Foto: Cykelfrämjandet)

Dessa trösklar leder skyfall, eller delar av skyfall, vidare mot en plats där konsekvenserna för stående vatten är mindre.

Tunnelsystemet för dagvatten bedöms vara lämplig avbördningspunkt för dagvatten vid skyfall. Inom och i direkt anslutning till området finns dagvattentunnlar. Kommande planarbete bör utreda om kapaciteten kan förstärkas för att öka avbördningen till tunnlarna.

Anslutning av dagvatten till kombinerade tunnlar som leder tillkommunalt avloppsreningsverk bör undvikas i möjligaste mån.

DAGVATTENUTREDNING

6 Dagvattenhantering inom programområdet

Förslag på förändringar på dagvattensystem och ytor illustreras principiellt i ritning M-51.1-001, bilaga1.

6.1 Programområdet som helhet

Åtgärder för dagvattenhantering kan anläggas både på allmän mark och inom kvartersmark. Rent tekniskt kan samma typer av anläggningar anläggas oavsett vem som äger marken. Det bedöms som rimligare att man har fler mindre anläggningar inom kvartersmark. Ute på allmän mark kan både större och mindre dagvattenanläggningar anläggas.

Området har potential att anlägga långsgående ytliga dagvattenanläggningar inom flera gatuutrymmen. Stråken utjämnar och renar dagvatten.

Ytliga större dagvattenanläggningar bedöms kunna anläggas på Djupebäcksplatsen, Bergslagsparken och grönytan Tingvallaplan. Dessa visas som skrafferade med grön, snedställd linje i bilaga.

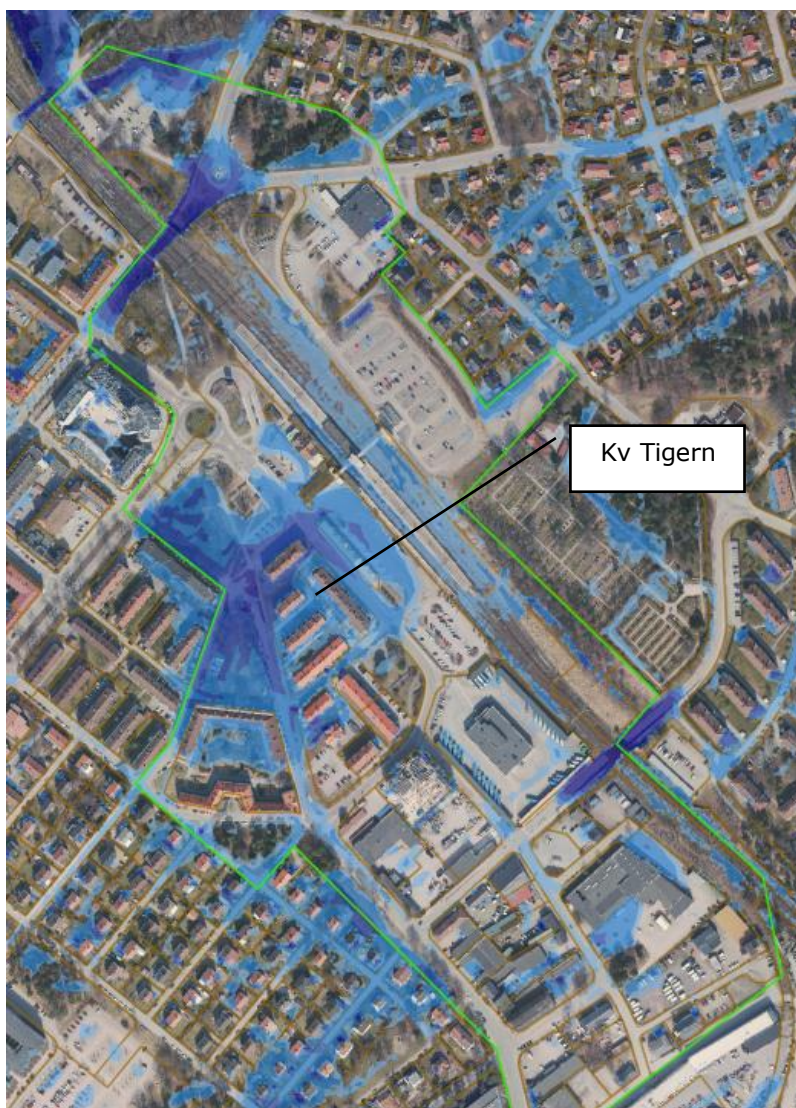
Även större hårdgjorda ytor kan optimeras för dagvattenomhändertagande. Detta kan utföras genom bla höjdsättning, val av genomsläppligt material och underjordisk magasinsvolym.

Ytor inom större hårdgjorda ytor, tex refuger eller mindre gröna delar kan få en utjämnande och renande funktion av dagvatten om det anläggs som växtbäddar.

Inom kvartersmark kan växtbäddar omhänderta stuprörsvatten från takytor. Inom kvartersmark bedöms även delar av programområdet, framför allt Tingvalla industriområde, ha god potential för att öka andelen grönyta inom kvartersmark. Gröna tak, genomsläppliga gröna parkeringsytor och nedsänkta växtbäddar för hantering av vatten från hårdgjord mark ses som möjliga åtgärder.

Framkomligheten har kontrollerats utifrån de stående vatten som genereras enligt SWECOS översvämningskartering. Kontrollen visar att alternativa färdvägar finns för de områden som får högre stående vatten än 0,2 m. Detta gäller dock inte för delar av kvarteret Tigern som visas i nedanstående figur.

DAGVATTENUTREDNING



Figur 21 Kvarter med begränsad framkomlighet vid skyfall

Genom föreslagna åtgärder i intilliggande grönytor, Djupebäcksplatsen och Bergslagsparken torde förbättring ske. Åtgärderna kommer fortfarande innebära att dessa platser översvämmas vid skyfall. Det kommer dock ske under mer kontrollerade former och samt säkerställa att effekten av negativa konsekvenser på tex byggnader, blir mindre.

Uppskattning av ny styrande nivå som inte påverkas av stående vatten vid skyfall för Bangårdsgatan utanför resecentrum har beräknats. Genom att summera befintlig marknivå och det simulerade vattendjupet vid skyfall från SWECO 's studie har en styrande nivå erhållits. Den varierar något men en styrande nivå som inte påverkas av Den styrande nivån för skyfall bedöms ligga på ca +44,3 möh. (Där marknivån idag varierar mellan +44-+43,6 möh).

Inom området skapas skyfallsstråk, dvs där vattnet söker sig från högre delar mot lägre. I nedanstående figur från SWECOS skyfallsutredning visas flödes hastigheten för programområdet.

DAGVATTENUTREDNING



Figur 22 Flödeshastighet vid 100 års regn (m/s)

De gula områdena visar flödeshastigheter på 0,5-1 m/s. De mörkröda på > 2m/s. ju mer nivåskillnad ju högre blir hastigheten på det vatten som rinner på markytan.

Inom programområdet är detta främst Kungsporten, Tingvallavägen, Djupebäcksgatan, Skrällebergsvägen, Sågaregatan och delar av Hyvlaregatan. Det finns även delar inom kvartersmark som bedöms skapas av nederbörd inom fastighet mot lokala lågpunkter.

DAGVATTENUTREDNING

Vid förändringar inom skyfallsstråken måste effekterna detaljstuderas, tex vilka delar kommer vattnet belasta om förändring av höjdsättning sker. Man kan som åtgärd även förstärka möjligheterna till skyfallsstråk *genom kvarter*, enligt exempel i figur 19, kap5.5.

6.2 Delområden

6.2.1 Norra resecentrumområdet

Framtida markanvändning för detta område kommer troligtvis innebära att mängden hårdgjord yta ökar. Detta kommer leda till att avrinningen ökar samt att den infiltration som i dag sker över grusytan, och därmed rening, behöver uppnås på annat sätt. Detta för att inte försämra situationen mot dagens förhållanden.

Vid förändrad markanvändning ska yta planeras för dagvattenhantering, utjämning och rening.

Kommer detta området få större andel byggnader föreslås att man i det planarbetet avsätter ytor för dagvattenhantering. Området ska rimligen omhänderta och rena dagvattnet inom fastigheten. Att jämföra mot dagens situation, som är en P-yta, rekommenderas ej. Det innebär att utgångsförutsättningarna ur dagvattenperspektiv inte.

Intilliggande grönyta strax norr om kan vara en möjlig plats för dagvattenhantering om norra resecentrumet bebyggs.

6.2.2 Tingvalla småindustri

Området är nästintill uteslutande hårdgjort utan nämnvärda ytor med grönområden. Ambition bör vara i kommande planarbete att öka mängden grönyta.

För Tingvalla ses förbättringspotential för allmän mark med gröna stråk i gaturummet. Inom kvartersmark bör det planeras för mer gröna ytor. Även att dagvatten utjämnas och renas inom kvartersmark, vilket inte sker idag.

Synergier mellan den allmänna marken och kvartersmark bör utredas vid skyfallscenarier. Denna tex för att använda ytan på fastigheten Hästen 3 som magasinering av volym.

6.2.3 Bergslagsparken, Bergslagstorget, Djupebäcksplatsen

Föreslagna åtgärder för dessa ytor är att förbättra deras utjämnande volym genom höjdsättning. Även intilliggande hårdgjorda ytor bör ha avrinning mot dessa ytor. Deras dränering får säkerställas så att de normal sett inte håller för hög markfuktighet.

Utredning av ytornas möjlighet att ansluta befintlig dagvattentunnel utmed Kungsgatan bör ske. Denna anslutning kan utföras som en "bräddanslutning" som nyttjas vid stående vatten över en viss nivå.

6.2.4 Viadukterna

För att undvika ansamling i de lågpunkter som viadukterna innebär kan man försöka avgränsa det belastande tillrinningsområdets yta med nivå-sättning och trösklar. Exakt

DAGVATTENUTREDNING

nivå för trösklar måste detaljprojekteras utifrån flera aspekter, tillgänglighet, trafikmiljö, avrinning mm.

Kapaciteten på ledningar och pumpar kan ökas. Detta brukar dock inte få full effekt men kan korta av tiden då vatten blir stående vid skyfall. Pumpstationer bör också säkras mot högt stående vatten så att de inte slås ut, tex via kortslutning i styrskåp, om vatten blir stående.

Kungsporten

Tillrinningsytan till Kungsportens viadukt skulle kunna skäras av med trösklar, tex i form av upphöjda övergångsställen. Kontroll får då utföras så att vattnet inte skapar problem på annan plats. Allen och GC-vägen i Kungsgatan kan vara en möjlig alternativ yta. Även finns möjlighet för anslutning till dagvattentunnel.

Det går både kombinerad tunnel och dagvattentunnel genom Kungsporten. Det borde utredas om man på en bräddnivå kunde göra en ny anbörning till dagvattentunneln så att inte mer vatten än tex 20 cm kan bli stående på vägbanan. Anbörningen måste säkerställas mot återströmning.

Skrällebergsvägen

Viadukten på Skrällebergsvägen kan få reducerad tillrinningsyta genom att tex skapa "fartgupp" eller upphöjt övergångsställe i korsningen Sågaregatan/Skrällebergsvägen.

Komplettering av rännstensbrunnar och höjdsättning på östra sidan spåret kunde också vara en förbättrande åtgärd.

Genomgång av befintlig pumpstation om den kan utökas med evakueringspump för skyfallscenario. Denna skulle kunna pumpa vatten till yta mellan spåret och kyrkogården. Ytan skulle kunna iordningsställa för omhändertagande av dagvatten, både från spårrområde och från vägområden. Ny tryckledning inne i befintlig D400BTG kan utredas.

7 Noteringar till kommande planfaser

Denna utredning är generell och övergripande då det baserar sig på förutsättningar kring områdets planarbete i programstadiet.

Nedanstående delar rekommenderas att beaktas vid kommande arbete:

- Befintliga grönytor vilka idag belastas med stående vatten vid skyfall rekommenderas att ej bebyggas
- Justerad höjdsättning av de prioriterade platser som man vill förbättra tillgängligheten för vid skyfallscenarier. Här måste många delar kontrolleras för att säkerställa genomförbarheten tex befintliga ledningar/kablar, fastighetsgränser, byggnader, tillgänglighet, angränsande ytor.
- Ta fram konkreta förslag på hur befintliga grönytor och parker kan optimeras för att omhänderta dagvatten genom förändrad höjdsättning.
- Utredning av ev. ny anslutning till dagvattentunnel och förstärkning av dagvattenledningar för att möjliggöra detta.

DAGVATTENUTREDNING

- Inkludera förstudie kring viadukternas dagvattensituation med framtagande ny dagvattenlösning
- Vid förändring av höjdsättning av skyfallsstråk ska konsekvensutredning tas fram
- Att ambitionen för ny dagvattenhantering i kommande planer ska vara högre än att förbättra mot dagens situation. Dagens situation är ju hög andel hårdgjord yta samt få lösningar för dagvattenhantering. Vilket innebär att "förbättring mot nuläge" är relativt enkelt att uppnå.
- Vid förändring och planarbete av området kring kv. Tigern samt söder om resecentrum ska en detaljerad skyfallsstudie tas fram vilken tar fram förslag på förbättrande åtgärder samt tydliggör effekterna av dessa.