



Karlstads kommun

Dagvattenutredning Alster-Busterud

Karlstad 2017-03-16

Dagvattenutredning Alster- Busterud

Datum	2017-03-16
Uppdragsnummer	1320025248
Utgåva/Status	Dagvattenutredning/ Preliminär

Daniel Särnmark
Uppdragsledare

Maria Nyquist
Handläggare

Uno Jonasson
Granskare

Ramboll Sverige AB
Östra Torggatan 2C
652 24 Karlstad

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Unr: 1320025248

Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Sammanfattning	3
2.	Uppdragsbeskrivning	4
3.	Förutsättningar	4
3.1	Dimensionering	4
3.2	Underlag	5
3.3	Dagvattenpolicy	5
4.	Nulägesbeskrivning	5
4.1	Beskrivning av området	5
4.2	Avrinningsområden	6
5.	Framtida utformning	7
6.	Beräkning av dagvattensystemet före och efter exploatering	7
6.1	Beräkning av flöden i befintligt dagvattensystem vid 10-, 20- och 100-årsregn	7
6.1.1	<i>Dimensionerande regnintensitet- före exploatering</i>	7
6.1.2	<i>Dimensionerande flöden- före exploatering</i>	8
6.2	Beräkning av framtida flöden i dagvattensystemet vid 10-, 20- resp. 100-årsregn	8
6.2.1	<i>Dimensionerande regnintensitet efter exploatering – med dike</i>	8
6.2.2	<i>Dimensionerande flöden efter exploatering - med dike</i>	9
6.2.3	<i>Dimensionerande regnintensitet efter exploatering – med ledningsnät</i>	9
6.2.4	<i>Dimensionerande flöden efter exploatering - med ledningsnät</i>	9
6.2.5	<i>Dimensionerande regnintensitet efter exploatering – kombinerat dike och ledningsnät i område 1</i>	10
6.2.6	<i>Dimensionerande flöden efter exploatering - kombinerat dike och ledningsnät i område 1</i>	10
6.3	Jämförelse mellan dagvattensystem i dike och i ledningsnät	11
7.	Förslag till utformning av det framtida dagvattensystemet	12
7.1	Dagvattensystem i diken	12
7.2	Dagvattensystem i ledningsnät	12
7.3	Dagvattensystem i både dike och ledningsnät	13
7.4	Torrt utjämningsmagasin	13
7.4.1	<i>Beräkning av erforderligt volym på föreslaget torrt utjämningsmagasin i planområdet</i>	14
8.	Diskussion och slutsats	15

Bilagor

Bilaga 1: Avrinningsområden

Bilaga 2: Varaktighet

Bilaga 3: Beräkningar före exploatering

Bilaga 4: Avrinningskoefficient

Bilaga 5: Beräkningar efter exploatering- med dike

Bilaga 6: Beräkningar efter exploatering- med ledningsnät

Bilaga 7: Beräkningar efter exploatering- komb. dike och ledningsnät (område 1)

Bilaga 8-9 : Beräkningar utjämningsmagasin- flöde och magasinvolym

1. Sammanfattning

I samband med utbyggnad av det kommunala VA-nätet mellan Välsviken och Väse har Ramböll Sverige AB fått i uppdrag av Karlstad kommun att utreda dagvattenhanteringen i området Alster-Busterud. Beräkningar är gjorda på 10-, 20- respektive 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Beräkningarna är utförda både på nuvarande flöden och på framtida flöden efter planerad exploatering.

Befintlig dagvattenhantering inom planområdet sker idag genom diken som möter kulverterade passager under järnvägen. Därifrån leds vattnet vidare ut till Vänern. Det aktuella området har blivit indelat i två avrinningsområden där flödesberäkningar har utförts. Beräkningarna har utgått från dagens vattenflöde för att utreda dagens dagvattensituation. Beräkningar har även gjorts över den framtida dagvattensituationen efter kommande exploatering, både genom befintliga diken och genom ett nytt ledningssystem samt en kombination av dessa två alternativ.

Beräkningar i delavrinningsområde 1 visar att vid ett 20-årsregn så ökar flödet från 837 l/s innan exploatering till 1290 l/s efter exploatering vid fortsatt användning av diken som dagvattenhantering. Införs ledningsnät istället för diken ökar flödet ytterligare till 2053 l/s. Om vattnet får fortsätta att rinna i diken i de norra delarna av området och ledningsnät i de södra blir flödet istället 1505 l/s vid uppsamlingspunkten för avrinningsområde 1.

För 20-årsregn i delavrinningsområde 2 ökar flödet från 475 l/s innan exploatering till 649 l/s efter exploatering om vattnet får fortsätta rinna i diken genom området. Införs ledningsnät istället för diken ökar flödet ytterligare till 751 l/s vid uppsamlingspunkten för avrinningsområde 2.

Väljer man att fortsätta dagvattenhanteringen genom befintliga diken även efter exploateringen behövs vissa åtgärder vidtas. Exempel på detta är breddning av diken, trappning med flackare diken vid kraftig lutning och utjämningsmagasin för att fördröja vattnet vid höga flöden.

Väljer man att ha dagvattenhanteringen i nytt ledningsnät behövs även här utjämningsmagasin för att fördröja vattnet vid höga flöden.

I det stora avrinningsområdet rekommenderas ett större fördröjningsmagasin, fördelaktigen i det stora lågpunktsområdet mitt i området. Erforderligt behov av dagvattenfördröjning i norra delen av området efter exploatering blir maximalt 646 m³. Vid 100-årsregn blir maximala volymsbehovet 1194 m³.

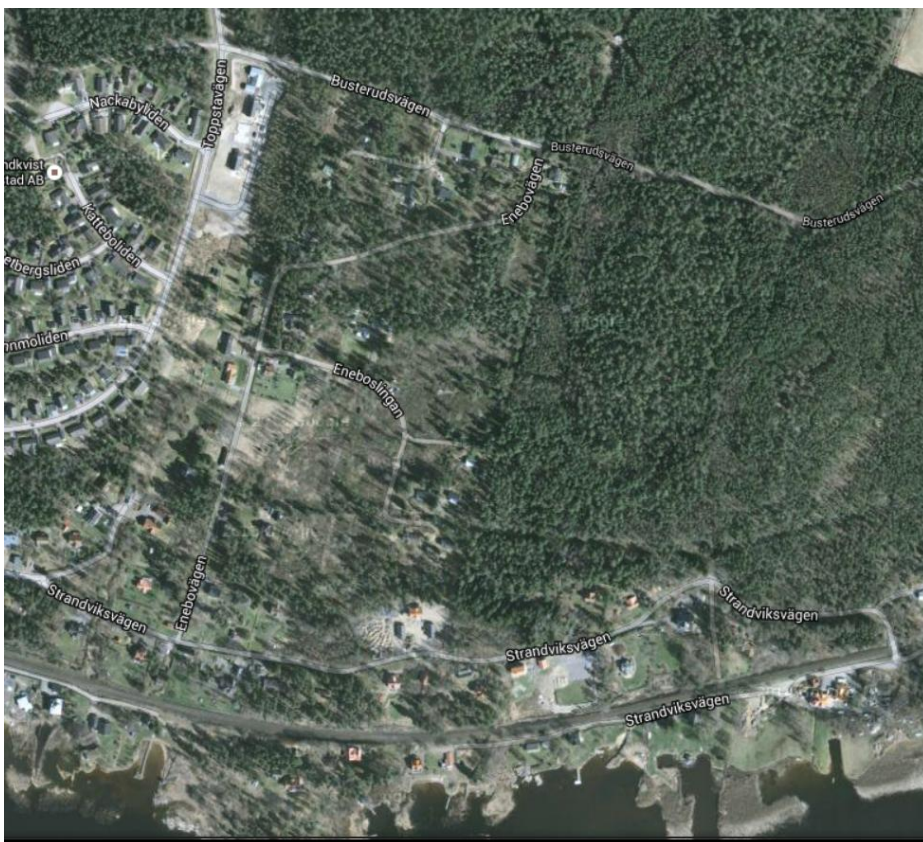
Flödena nerströms är enligt beräkningar relativt små varför ett fördröjningsmagasin längre söderut inte är nödvändigt.

2. Uppdragsbeskrivning

Ramböll Sverige AB har fått i uppdrag av Karlstad kommun att i samband med utbyggnad av det kommunala VA-nätet mellan Välsviken och Väse utföra en dagvattenutredning över planområdet Alster-Busterud. Se figur 1.

Dagvattenutredningen omfattar;

- Beskrivning över befintlig dagvattensituation
- Beräkning av dagvattenflödet före respektive efter exploatering
- Förslag på hur dagvattenhanteringen inom området kan lösas på ett hållbart sätt för framtida flöden



Figur 1 Aktuella planområdet Alster-Busterud

3. Förutsättningar

3.1 Dimensionering

Eftersom området bedöms som tät bostadsbebyggelse ska de planerade dagvattenanläggningarna inom området dimensioneras för att ha kapacitet att avleda ett regn med återkomsttid på 20 år (enligt P110) med klimatfaktor.

Klimatfaktorn innebär att regnintensiteten vid kraftiga regn förväntas öka i framtiden till följd av klimatförändringar och har ansatts till 1,25. Beräkningar har även gjorts på 10-årsregn och 100-årsregn för att se hur det påverkar området.

Dagvattenanläggningarna ska dimensioneras så att flödet inte ökar vid uppsamlingspunkterna för respektive delavrinningsområde, jämfört med idag.

3.2 Underlag

I arbetet med utredningen har bland annat följande underlag använts:

- Kartunderlag från Karlstadkommun över befintligt VA-nät, fastighetsgränser, höjdkurvor, detaljplaner.
- Ledningsdimensioner och vattengångar har erhållits från Karlstad Kommun och Ramböll Sverige AB.
- Fältbesök, inventering och kompletterande inmätningar har utförts av Ramböll Sverige AB under våren, sommaren, hösten, vintern 2015.
- Förteckning över trummor genom banvallen från Trafikverket

3.3 Dagvattenpolicy

Karlstad kommun har tagit fram en VA-policy som redovisar kommunens ställningstagande inom dagvattenhanteringen. Kommunens intentioner är bl.a. att:

- Hållbar dagvattenhantering ska eftersträvas vilket innebär att man inom samlad bebyggelse försöker efterlikna naturens sätt att ta hand om dagvattnet genom avdunstning, fördröjning eller infiltration i mark. Detta innebär att dagvatten ska infiltreras och fördröjas så nära källan som möjligt.
- Kommunen ska aktivt arbeta med att koppla bort dag- och dräneringsvattnet från allmän spillvattenledning.

4. Nulägesbeskrivning

4.1 Beskrivning av området

Alster- Busterud ligger ca 10 km öster om Karlstad. Området angränsar i väster till villaområdet Alster och i söder till Vänern. Området är sammanlagt ca 33 ha stort och utgörs till största delen av barrskog med öppna partier. Området är ett sommarstugeområde som gradvis förändras till permanentboenden. Området har stora höjdskillnader, från +46 m i söder till + 82 m i norr. Marken består till stor del av berg i dagen men även av jordarterna postglacial silt, kärrtorv och glacial lera. Se figur 2.



Figur 2 Jordartskarta över planområdet Alster- Busterud (SGU, 2015)

4.2 Avrinningsområden

Alster- Busteruds avrinningsområde är ca 47 ha stort. Avrinningsområdet har delats in i två delavrinningsområden beroende på utloppspunkt. Se bilaga 1.

Det största delavrinningsområdet, område 1 har sitt utlopp i söder där vattnet, via en kulvert under järnvägen, mynnar ut i Vänern. Dagvattnet från det andra avrinningsområdet samlas upp i ett dike parallellt med järnvägen. Där rinner vattnet sedan i en trumma under järnvägen och vidare ut i Vänern. Vid fältinventering har dock trumman under järnvägen för avrinningsområde 2 inte kunna hittats, vilket tyder på att den har blivit igenslammad.

5. Framtida utformning

Inom planområdet finns ett exploateringsområden där fem radhus, två parhus och en längre radhuslänga planeras. Det finns även flertalet obebyggda tomter i Alster- Busterud som det kan bebyggas på i framtiden.

Idag är alla vägar genom området smala grusvägar. I framtiden kommer merparten av vägarna breddas och få asfalt.

6. Beräkning av dagvattensystemet före och efter exploatering

6.1 Beräkning av flöden i befintligt dagvattensystem vid 10-, 20- och 100-årsregn

6.1.1 Dimensionerande regnintensitet- före exploatering

För beräkning av dimensionerande regnintensitet (i_A) har Dahlström (2010) ekvation använts. Dimensionerande regnintensitet har beräknats ur formeln:

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

Ekvation 1. Dahlström (2010) ekvation

i_A – regnintensitet, l/s, ha,

A - återkomsttid, månader

T_R – regnvaraktighet (områdets rinntid), minuter

Beräkningar har utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 10-, 20- resp. 100-årsregn med en klimatkfaktor på 1,25.

Vid dessa beräkningar har det förutsatts att vattnet rinner i dike med en hastighet på 0,75 m/s genom respektive delavrinningsområde. Hastighetens antagande utgår från områdets betydande lutning och att det finns stora delar med berg i dagen vilket ökar vattnets hastighet. Se framtagande av varaktighet i bilaga 2.

Tabell 1 Regnintensitet- före exploatering (se bilaga 3 för beräkningar)

	Varaktighet T_R	Regnintensitet i_A (10-årsregn)	Regnintensitet i_A (20-årsregn)	Regnintensitet i_A (100-årsregn)
Område 1	29 min	148 l/s, ha	186 l/s, ha	316 l/s, ha
Område 2	13 min	246 l/s, ha	309 l/s, ha	527 l/s, ha

6.1.2 Dimensionerande flöden- före exploatering

Dagvattenavrinningen beror av flera olika faktorer, så som nederbörd, ytans storlek, markens lutning, jordart, växtlighet, bebyggelsetäthet, vägar m.m.

För beräkning av dimensionerande vattenflöden (q_{dim}) har så kallade *rationella metoden* använts. Dimensionerande vattenföringar har beräknats ur formeln:

$$q_{dim} = i_A \times A_r$$

Ekvation 2. Beräkning av dimensionerande flöden

i_A - regnintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet

A_r - reducerad area, $A_r = \varphi \times A$

φ - avrinningskoefficient

A - avrinningsområdets storlek, ha

Avrinningskoefficienten bedöms för varje avrinningsområde beroende på bebyggelsetyp och typ av yta enligt P110 Svenskt vatten. Se bilaga 4.

I bilaga 3 finns beräkningar av dimensionerande flöden med ovannämnda krav för respektive delområde. En sammanfattning finns i nedanstående tabell:

Tabell 2 Dimensionerande flöde- före exploatering

	Varaktighet T_R	Dim. flöde q_{dim} (vid 10-årsregn)	Dim. flöde q_{dim} (vid 20-årsregn)	Dim. flöde q_{dim} (vid 100-årsregn)
Område 1	29 min	666 l/s	837 l/s	1423 l/s
Område 2	13 min	378 l/s	475 l/s	811 l/s

6.2 Beräkning av framtida flöden i dagvattensystemet vid 10-, 20- resp. 100- årsregn

6.2.1 Dimensionerande regnintensitet efter exploatering – med dike

Regnintensiteten (i_A) är samma före som efter exploatering så länge som vattnets rinntid genom området är samma, vilket den är om vattnet även i framtiden kommer gå i diken. Flödets hastighet har satts till 0,75 m/s genom respektive delavrinningsområde. Se 6.1.1 för en sammanställning av regnintensiteten.

6.2.2 Dimensionerande flöden efter exploatering - med dike

För beräkning av dimensionerande vattenflöden (q_{dim}) i diken efter exploatering har rationella metoden använts, liknande avsnitt 6.1.2. Avrinningskoefficienten φ bedöms för varje avrinningsområde beroende på bebyggelse och typ av yta enligt P110 Svenskt vatten. Nya avrinningskoefficienter har tagits fram med hänsyn till de nya exploateringsplanerna för området, med mer hårdgjord yta som följd. Se bilaga 4.

En sammanställning av dimensionerande flöden med ovannämnda krav, för varje Delområde, finns i Bilaga 5. En sammanfattning står i nedanstående tabell:

Tabell 3 Dimensionerande flöde efter exploatering- med dike

	Varaktighet T_R	Dim. flöde q_{dim} (vid 10-årsregn)	Dim. flöde q_{dim} (vid 20-årsregn)	Dim. flöde q_{dim} (vid 100-årsregn)
Område 1	29 min	1027 l/s	1290 l/s	2192 l/s
Område 2	13 min	516 l/s	649 l/s	1106 l/s

6.2.3 Dimensionerande regnintensitet efter exploatering – med ledningsnät

För att beräkna dimensionerande regnintensitet (i_A) för framtida flöden har liknande beräkningar genomförts som i avsnitt 6.1.1. Samma klimatfaktor på 1,25 har använts. Vid dessa beräkningar har det förutsatts att vattnet rinner i ledning med en hastighet på 1,5 m/s genom respektive delavrinningsområde. Se framtagande av varaktighet i bilaga 2.

Tabell 4 Regnintensitet efter exploatering – med ledningsnät (se bilaga 6 för beräkningar)

	Varaktighet T_R	Regnintensitet i_A (10-årsregn)	Regnintensitet i_A (20-årsregn)	Regnintensitet i_A (100-årsregn)
Område 1	14 min	235 l/s, ha	296 l/s, ha	504 l/s, ha
Område 2	10 min	285 l/s, ha	358 l/s, ha	611 l/s, ha

6.2.4 Dimensionerande flöden efter exploatering - med ledningsnät

För beräkning av dimensionerande vattenflöden (q_{dim}) efter exploatering har rationella metoden använts, liknande avsnitt 6.1.2. Nya avrinningskoefficienter har tagits fram med hänsyn till de nya exploateringsplanerna för området, med mer hårdgjord yta som följd. Se bilaga 4.

En sammanställning av dimensionerande flöden med ovannämnda krav, för varje

delområde finns i bilaga 6. En sammanfattning står i nedanstående tabell:

Tabell 5 Dimensionerande flöde efter exploatering- med ledningsnät

	Varaktighet T_R	Dim. flöde q_{dim} (vid 10-årsregn)	Dim. flöde q_{dim} (vid 20-årsregn)	Dim. flöde q_{dim} (vid 100-årsregn)
Område 1	14 min	1630 l/s	2053 l/s	3496 l/s
Område 2	10 min	598 l/s	751 l/s	1282 l/s

6.2.5 Dimensionerande regnintensitet efter exploatering – kombinerat dike och ledningsnät i område 1

För att beräkna dimensionerande regnintensitet (i_A) för framtida flöden i ett kombinerat dagvattensystem med både diken och ledningsnät har liknande beräkningar genomförts som i avsnitt 6.1.1 men med nya rinntider (varaktighet). Se bilaga 2. Samma klimatfaktor på 1,25 har använts. Vid dessa beräkningar har det förutsatts att vattnet rinner i dike genom norra delen av område 1 med hastighet 0,75 m/s och därefter i ledningsnät med en hastighet på 1,5 m/s genom södra delen av område 1. Se bilaga 7 för beräkningar.

Tabell 6 Regnintensitet efter exploatering- kombinerat dike och ledningsnät

	Varaktighet T_R	Regnintensitet i_A (10-årsregn)	Regnintensitet i_A (20-årsregn)	Regnintensitet i_A (100-årsregn)
Område 1	23 min	173 l/s, ha	217 l/s, ha	369 l/s, ha

6.2.6 Dimensionerande flöden efter exploatering - kombinerat dike och ledningsnät i område 1

För beräkning av dimensionerande vattenflöden (q_{dim}) efter exploatering i ett kombinerat dagvattensystem med både diken och ledningsnät har rationella metoden använts, liknande avsnitt 6.1.2.

En sammanställning av dimensionerande flöden med kombinerat dagvattensystem med både diken och ledningsnät för avrinningsområde 1 finns i bilaga 7. En sammanfattning står i nedanstående tabell:

Tabell 7 Dimensionerande flöde efter exploatering- kombinerat dike och ledningsnät genom område 1

	Varaktighet T_R	Dim. flöde q_{dim} (vid 10-årsregn)	Dim. flöde q_{dim} (vid 20-årsregn)	Dim. flöde q_{dim} (vid 100-årsregn)
Område 1	23 min	1200 l/s	1505 l/s	2560 l/s

6.3 Jämförelse mellan dagvattensystem i dike och i ledningsnät

Område 1

För 10-årsregn är flödet 666 l/s före exploatering och ökar till 1027 l/s efter exploatering vid fortsatt dagvattenhantering genom diken. Införs ledningsnät istället för diken ökar flödet ytterligare till 1630 l/s vid uppsamlingspunkten för avrinningsområde 1. Om vattnet får fortsätta att rinna i dike i de norra delarna av området och ledningsnät i de södra blir flödet 1200 l/s.

För 20-årsregn ökar flödet från 837 l/s innan exploatering till 1290 l/s efter exploatering om dagvattnet fortsatt får rinna i diken. Införs ledningsnät istället för diken ökar flödet ytterligare till 2053 l/s. Om vattnet får fortsätta att rinna i dike i de norra delarna av området och ledningsnät i de södra blir flödet 1505 l/s.

För 100-årsregn ökar flödet från 1423 l/s innan exploatering till 1722 l/s efter exploatering om vattnet får fortsätta rinna i dike genom området. Väljer man att lägga dagvattnet i ledningsnät istället för diken ökar flödet ytterligare till 2746 l/s. Om vattnet får fortsätta att rinna i dike i de norra delarna av området och ledningsnät i de södra blir flödet 2560 l/s.

Tabell 8 Jämförelse av dimensionerande flöden före och efter exploatering

Område 1	10-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Före exploatering	666 l/s	837 l/s	1423 l/s
Efter exploatering - dike	1027 l/s	1290 l/s	1722 l/s
Efter exploatering - ledningsnät	1630 l/s	2053 l/s	2746 l/s
Efter exploatering – dike och ledning	1200 l/s	1505 l/s	2560 l/s

Område 2

För 10-årsregn är flödet 378 l/s före exploatering och ökar till 516 l/s efter exploatering vid fortsatt dagvattenhantering genom diken. Införs ledningsnät istället för diken ökar flödet ytterligare till 598 l/s vid uppsamlingspunkten för avrinningsområde 2.

För 20-årsregn ökar flödet från 475 l/s innan exploatering till 649 l/s efter exploatering om dagvattnet fortsatt får rinna i diken. Införs ledningsnät istället för diken ökar flödet ytterligare till 751 l/s.

För 100-årsregn ökar flödet från 811 l/s innan exploatering till 1106 l/s efter exploatering om vattnet får fortsätta rinna i dike genom området. Väljer man att lägga dagvattnet i ledningsnät istället för diken ökar flödet ytterligare till 1282 l/s.

Tabell 9 Jämförelse av dimensionerande flöden före och efter exploatering

Område 2	10-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Före exploatering	378 l/s	475 l/s	811 l/s
Efter exploatering - dike	516 l/s	649 l/s	1106 l/s
Efter exploatering - ledningsnät	598 l/s	751 l/s	1282 l/s

7. Förslag till utformning av det framtida dagvattensystemet

Dagvattenhanteringen inom området bör ske så att flödet ut från området (under järnvägen) vid dimensionerande regn inte ökar jämfört med dagsläget, oavsett om dagvattenhanteringen består av dikessystem eller ledningsnät. Detta för att utveckla området på ett hållbart sätt så att området nedströms inte påverkas negativt av exploateringen.

Dagvatten renas och fördröjs med fördel genom öppna system vilket passar bra in i omgivningen. Fördröjningsytor finns naturligt tillgängliga i området, både genom topografi och genom vegetation.

7.1 Dagvattensystem i diken

Alternativ 1 är att fortsätta med dagvattenhanteringen i befintliga diken. För att detta ska fungera efter exploateringen då flödena ökar, behöver vissa åtgärder genomföras på befintliga diken:

- Breddning av diken för att minska risken för erosion
- Trappning med flackare diken vid kraftig lutning i terrängen för att minska flödets hastighet
- Komplettering med utjämningsmagasin för att fördröja vattnet vid höga flöden

7.2 Dagvattensystem i ledningsnät

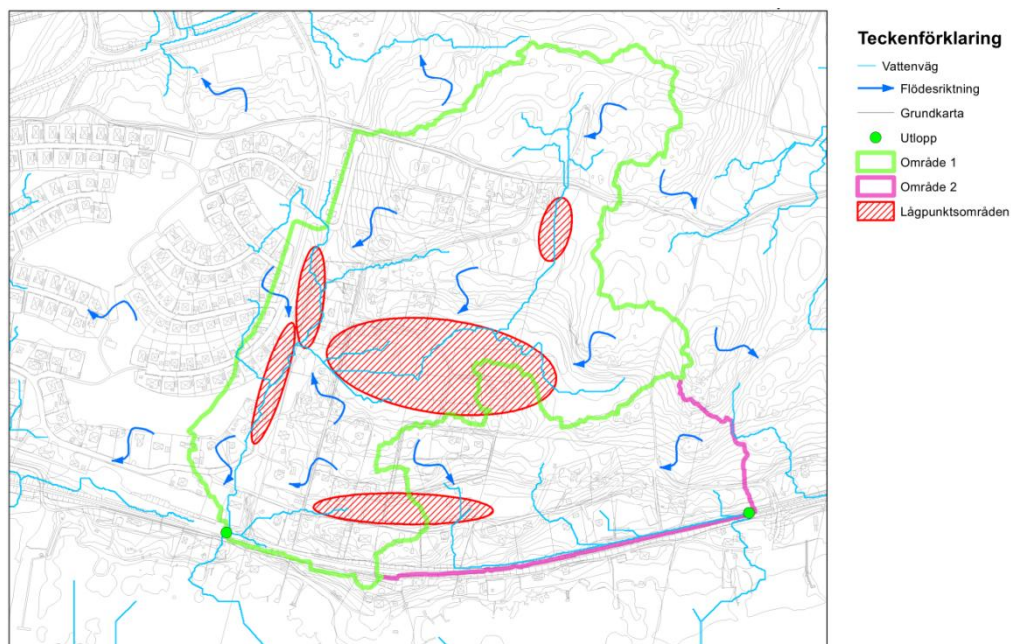
Alternativ 2 är att bygga ledningsnät för dagvattnet genom området. Detta alternativ måste även kompletteras med utjämningsmagasin på vissa områden för att fördröja vattnet vid höga flöden och minska totala flödes hastigheten genom området.

Områden lämpliga för utjämningsmagasin finns utritade som lågpunktsområden i figur 3.

7.3 Dagvattensystem i både dike och ledningsnät

Alternativ 3 är ett kombinerat dagvattensystem med både diken och ledningsnät genom avrinningsområde 1. Detta alternativ måste även kompletteras med utjämningsmagasin på vissa områden för att fördröja vattnet vid höga flöden och minska totala flödes hastigheten genom området.

Områden lämpliga för utjämningsmagasin finns utritade som lågpunktsområden i figur 3.



Figur 3 Planområdets avrinningsområde indelat i delområden. Lågpunkter, rinnvägar, diken samt utlopp (uppsamlingspunkter) illustreras i figuren

7.4 Torrt utjämningsmagasin

För att eftersträva ett så hållbart dagvattensystem som möjligt vill man efterlikna naturens sätt att ta hand om dagvattnet genom avdunstning, fördröjning eller infiltration i mark. Detta innebär att dagvatten ska infiltreras och fördröjas så nära källan som möjligt. Detta kan göras genom så kallade utjämningsmagasin, förslagsvis torra magasin.

Utjämningsmagasinets huvudfunktion kommer vara att fördröja vattnet vid höga flöden i samband med större nederbörd. Under långa perioder kommer magasinet att vara helt torrt. Det är därför viktigt att det utformas så att det blir ett tilltalande inslag i landskapsbilden även under torrperioder. Man kan t.ex. välja att

utforma det med gräsklädd botten så att det i samband med nederbörd kan användas som magasin, men utgöra parkyta under torra perioder.

Eventuella träd eller buskar inom dammens yta kan vara kvar. En skötselplan ska upprättas för dammen avseende slamuppsamling, rensning/gräsklippning, etc. Slammet hanteras på samma sätt som slam från rännstensbrunnar och vägdiken.

7.4.1 Beräkning av erforderligt volym på föreslaget torrt utjämningsmagasin i planområdet

Utgångspunkten i beräkningarna har varit att dagvattnet från avrinningsområde 1 magasineras i två utjämningsmagasin efter exploatering. Ett magasin i mittersta delen av området (Norra) och ett i nedre delen av området (Södra).

För att beräkna dimensionerande regnintensitet (i_A) för framtida flöden i ett kombinerat dagvattensystem med både diken och ledningsnät har liknande beräkningar genomförts som i avsnitt 6.1.1. Rinntiden till utjämningsmagasinet har satts till 10 min i både norra och södra delen av område 1, varför enbart en regnintensitet har tagits fram. Samma klimatfaktor på 1,25 har använts. Se beräkningar i bilaga 8.

Tabell 10 Regnintensitet i norra och södra delområdet efter exploatering-kombinerat dike och ledningsnät

	Varaktighet T_R	Regnintensitet i_A (10-årsregn)	Regnintensitet i_A (20-årsregn)	Regnintensitet i_A (100-årsregn)
Område 1	10 min	285 l/s, ha	358 l/s, ha	611 l/s, ha

I bilaga 8 finns även beräkningar på dimensionerande flöden i kombinerat system uppdelat i norra respektive södra delen av område 1.

Tabell 11 Jämförelse av dimensionerande flöden före och efter exploatering- Norra

Norra delen av område 1	10-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Före exploatering	806 l/s	1012 l/s	1728 l/s
Efter exploatering – komb. dike och ledn.	1297 l/s	1629 l/s	2781 l/s

- ➔ Ger en ökning på 823 l/s efter exploatering (differensen mellan flödet vid 10-årsregn innan exploatering och flödet vid 20-årsregn efter exploatering). Ger en ökning på 1975 l/s vid 100-årsregn.

Det strypta flödet från norra utjämningsmagasinet sätts till 25 l/s ut ur dammen. Vid ett 20-års regn med maximalt utflöde på 25 l/s uppstår det största fördröjningsbehovet (magasineringsbehovet) vid ett regn med varaktighet på 10

min. Erforderligt behov av dagvattenfördröjning i norra delen av området efter exploatering blev maximalt 646 m³. Se beräkningar i bilaga 9. Vid 100-årsregn blev maximala volymen 1194 m³.

Tabell 12 Jämförelse av dimensionerande flöden före och efter exploatering- Södra

Södra delen av område 1	10-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Före exploatering	72 l/s	90 l/s	154 l/s
Efter exploatering – komb. dike och ledn.	129 l/s	162 l/s	277 l/s

- Ger en ökning på 90 l/s efter exploatering (differensen mellan flödet vid 10-årsregn innan exploatering och flödet vid 20-årsregn efter exploatering)

Det strypta flödet från södra utjämningsmagasinet sätts till 8 l/s ut ur dammen. Vid ett 20-års regn med maximalt utflöde på 8 l/s uppstår det största fördröjningsbehovet (magasineringsbehovet) vid ett regn med varaktighet på 10 min. Erforderligt behov av dagvattenfördröjning i södra delen av området (efter exploatering) blev maximalt 53 m³. Se beräkningar i bilaga 9. Eftersom denna volym är tämligen liten rekommenderas att slopa detta magasin och enbart fördröja i norra magasinet.

8. Diskussion och slutsats

Exploateringen är enligt plan relativt tätbebyggd men med förhållandevis stora tomter som är väl utspridda. Områdets karaktär ger goda förutsättningar för en hållbar dagvattenhantering där dagvattnet kan avrinna genom stora grönytor och därmed ha god rening.

De föreslagna lösningarna ger var och en goda förutsättningar för att flödena inte ska överskrida den naturliga avrinningen vid dimensionerande regn. Fördröjningen av dagvattnet med hjälp av utjämningsmagasin innebär också att alla intentioner i Karlstad kommuns dagvattenpolicy uppfylls.

I det stora avrinningsområdet rekommenderas ett större fördröjningsmagasin, fördelaktigen i det stora lägpunktsområdet mitt i området. Flödena nerströms var relativt små och därför behövs ej ett fördröjningsmagasin längre söderut.