
PM DAGVATTEN

Uppdrag	UPPDRAGSNUMMER	Uppdragsledare	Datum
Skräddarbacken	23042	Anders Håkansson	2023-06-28

Upprättad av: Anders Håkansson



Innehållsförteckning

1	Omfattning och syfte	3
2	Befintliga förutsättningar	4
2.1	Geoteknik	4
2.2	Befintlig dagvattenhantering ≤ 10-årsregn	5
2.3	Befintlig dagvattensituation vid händelse av ett 100-årsregn	6
2.4	Översvämningsrisker	7
3	Beräkningsförutsättningar - Ledningar från Fabian 1 och Edvard 2	8
3.1	Ledningskapacitet	8
3.2	Dimensionerande flöde	8
4	Beräkningsförutsättningar – 100-årsregn till David 2	9
4.1	Dimensionerande flöde	9
4.2	Kapacitet dike	9
4.3	Ledningskapacitet	10
5	Resultat beräkningar - Ledningar från Fabian 1 och Edvard 2	11
5.1	Ledningskapacitet från Fabian 1	11
5.2	Dimensionerande flöden Fabian 1 och nedströms	12
5.3	Ledningskapacitet från Edvard 2	14
5.4	Dimensionerande flöden Edvard 2	14
6	Resultat beräkningar – 100-årsregn till David 2	15
6.1	Dimensionerande flöde	15
6.2	Kapacitet dike	18
6.3	Ledningskapacitet	18
7	Förslag på åtgärder – Ledningar från Fabian 1	19
8	Förslag på åtgärder – Ledningar från Edvard 2	20
9	Förslag på åtgärder – 100-årsregn till David 2	20

1 Omfattning och syfte

Denna utredning avser ett område i Skräddarbacken i Borlänge och består av två delutredningar. Se figur 1 för översikt med aktuella fastigheter och gator markerade.

- Befintligt dagvattenledningsnät har troligen kapacitet för ett 2-årsregn. Borlänge Energi behöver ta hand om ett 10-årsregn. Teoretisk kapacitet beräknas för ledningsnätet på grenen från Fabian 1 via Skräddarbacksskolan fram till korsningen Frost mors väg/Skräddarbacksvägen. Beräkningar sker även av befintligt och framtida flöde (efter exploatering av Fabian 1) till denna ledning. Förslag på åtgärder som krävs för att uppnå en kapacitet för ett 10-årsregn presenteras.

Flödesberäkningar utförs även för Edvard 2. Nuvarande detaljplan tillåter ytterligare utbyggnad på denna fastighet vilket ger ett teoretiskt framtida flöde. Ungefärlig kapacitet på ledningssträckan som går österut från Edvard 2 har beräknats i en tidigare utredning för kvarteret Adrian.

- Beräkningar sker av 100-årsflöden till en punkt i södra delen av David 2 där ett dike idag tas in på ledningsnätet. Förslag på åtgärder för att kunna hantera 100-årsregnet över David 2 tas fram. Dessa åtgärder innefattar platsbehov för ett korsande dike över David 2 och förslag på hur detta dike kan ledas till skogsmarken på södra sidan Skräddarbacksvägen i stället för att tas in på ledningsnätet.



Figur 1. Översikt med aktuella fastigheter och vägar utmarkerade.

Svenskt Vattens P110 ligger till grund för beräkningar.

2 Befintliga förutsättningar

2.1 Geoteknik

Äldre geotekniska undersökningar för fastigheterna David 2, Fabian 1 och Gabriel 1 har tillhandahållits av Borlänge kommun som underlag för denna utredning.

Inom dessa områden redovisas likvärdiga jordförhållanden med ett tunt humuslager som underlagras av sandig morän som även innehåller block och sten. Troligt berg har upptäckts på varierande djup från 0,3–3,5 meter under markytan. Även berg i dagen förekommer inom området samt torvområden i lågpunkter.

SGU:s jordartskarta redovisas i figur 2 nedan. Den visar precis som de äldre undersökningarna generellt på sandig morän (blåvita områden) och förekommande berg (rött). Vid David 2 där det korsande diket avleds återfinns ett område med glacial silt (gult) som även sträcker sig ned söder om Skräddarbacksvägen.

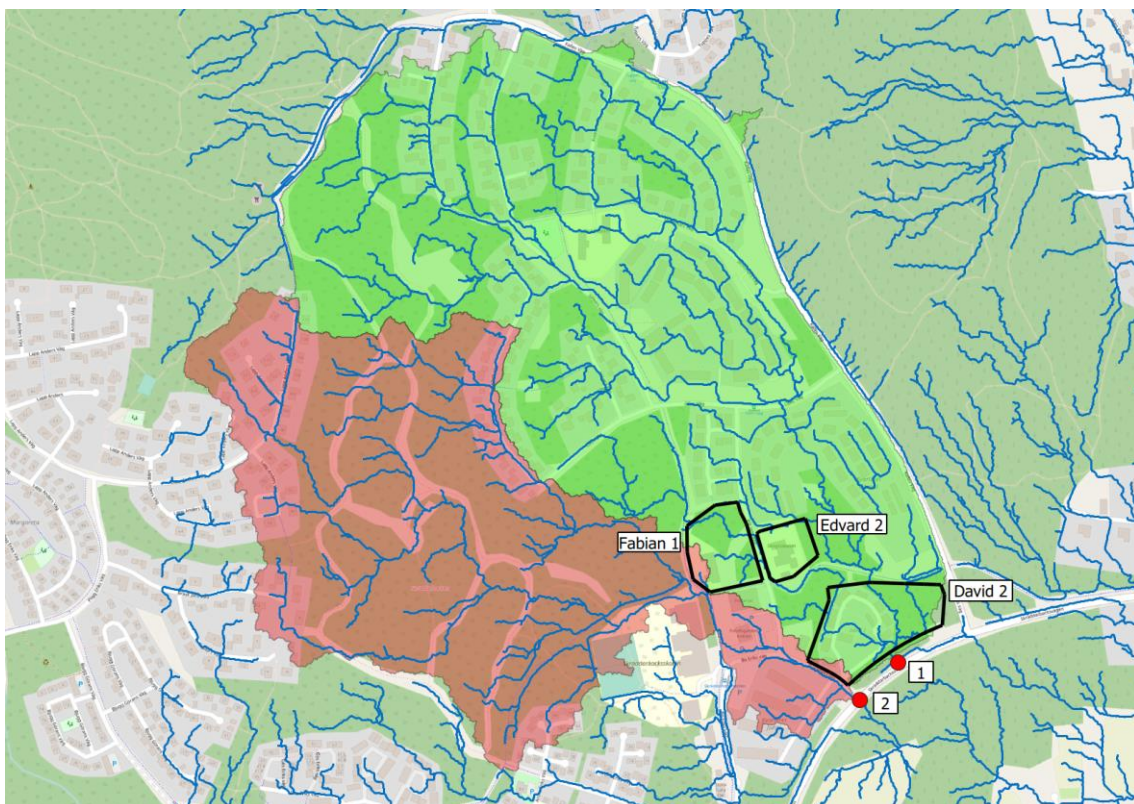


Figur 2. Jordartskarta från SGU

2.3 Befintlig dagvattensituation vid händelse av ett 100-årsregn

Utifrån Lantmäteriets senaste scanning (utförd från 2018 och framåt) har, med hjälp av Q-GIS, ytliga flödesvägar tagits fram. I figur 4 nedan redovisas dessa som blå linjer. Vid händelse av ett 100-årsregn när ledningsnäten går fulla är detta sannolika rinnvägar för dagvattnet, Q-GIS tar dock inte hänsyn till eventuell infiltration.

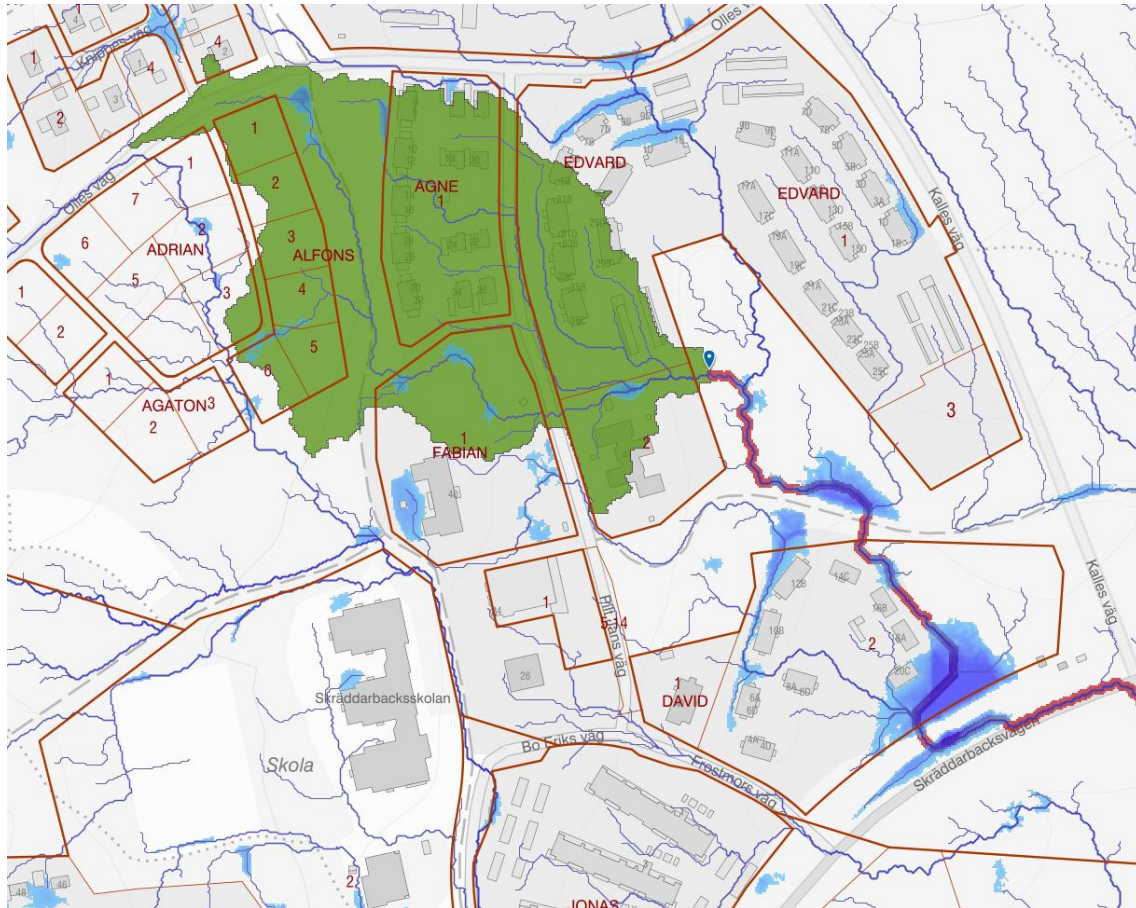
Två större avrinningsområden som berör Fabian 1, Edvard 2 och David 2 kan identifieras. Dessa avrinner mot två punkter (1 och 2 i figur 4) vid Skräddarbacksvägen. Avrinningen mot punkt 1 vid ett 100-årsregn studeras närmare i denna utredning då detta är punkten där diket har korsat David 2 och idag tas in på ledningsnätet.



Figur 4. Befintliga ytliga flödesvägar och avrinningsområden till punkt 1 och 2.

2.4 Översvämningsrisker

Anledningen till att avrinningsområdet till punkt 1 i figur 4 ovan utreds är tidigare observerad risk för översvämning i denna punkt, se blått område i figur 5 nedan.



Figur 5. Scalgoutsnitt från tidigare utredning som visar riskområden för översvämningar (blått), källa: Borlänge kommun.

3 Beräkningsförutsättningar - Ledningar från Fabian 1 och Edvard 2

3.1 Ledningskapacitet

Kapaciteten på ledningssträckan från Fabian 1 beräknas utifrån underlag på dimensioner och vattengångar från Borlänge Energi. Kapaciteten beräknas i några utvalda kritiska punkter längs sträckan.

Primärt kontrolleras kapaciteten vid fylld ledning med hjälp av Colebrooks diagram.

Är kapaciteten låg på någon sträcka kontrolleras även kapaciteten vid ökad trycklinje.

3.2 Dimensionerande flöde

Beräkningar sker enligt rationella metoden, svenskt vattens publikation P110.

$$qd_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \cdot kf \quad (\text{Formel 4.4, Svenskt Vatten, 2016})$$

där:

qd_{dim} är det dimensionerande flödet (l/s)

A är avrinningsområdets area (ha)

φ är avrinningskoefficienten

$A \cdot \varphi$ är den reducerade arean (ha) som även skrivs A_{red}

$i(tr)$ är den dimensionerande nederbördsintensiteten ($l/s \cdot ha$)

tr är regnets varaktighet (min)

kf är klimatfaktor

Rinntiden/varaktigheten väljs till 10 minuter eftersom detta ger det dimensionerande flödet i detta fall.

För att behandla framtida klimatförändringar så används en klimatfaktor $kf = 1,25$.

4 Beräkningsförutsättningar – 100-årsregn till David 2

4.1 Dimensionerande flöde

Beräkningar sker enligt rationella metoden, svenskt vattens publikation P110.

$$qd_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \cdot kf \quad (\text{Formel 4.4, Svenskt Vatten, 2016})$$

där:

qd_{dim} är det dimensionerande flödet (l/s)

A är avrinningsområdets area (ha)

φ är avrinningskoefficienten

$A \cdot \varphi$ är den reducerade arean (ha) som även skrivs A_{red}

$i(tr)$ är den dimensionerande nederbördsintensiteten ($l/s \cdot ha$)

tr är regnets varaktighet (min)

kf är klimatkfaktor

Olika rinnsträckor/varaktigheter testas för att få fram det dimensionerande flödet till punkt 1 (söder om David 2) i figur 4.

För att behandla framtida klimatförändringar så används en klimatkfaktor $kf = 1,25$.

4.2 Kapacitet dike

För att få en bild av ungefärlig storlek på ett dike som klarar av att leda undan 100-årsregnet till David 2 utförs beräkningar av kapaciteten med hjälp av Mannings formel.

$$q = A \cdot M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (\text{Mannings formel})$$

där:

M är Mannings koefficient – väljs till 30 (gräsbevuxet dike)

R är hydrauliska radien (m) $R = A/p$

A är tvärsnittsarean (m^2)

P är våta perimetern (del av diket som är vattentäckt)

I är dikets längsgående lutning (m/m)

4.3 Ledningskapacitet

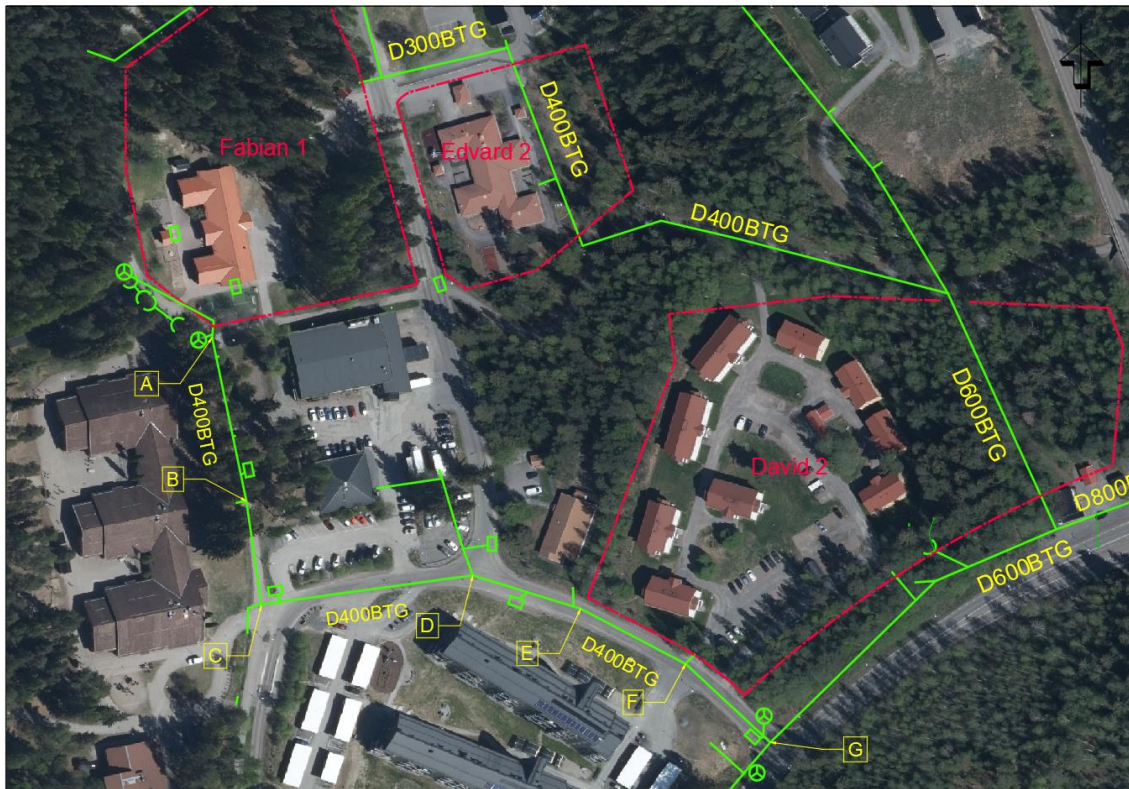
För att diket som idag leds in på ledningsnätet söder om David 2 ska kunna avledas till södra sidan Skräddarbacksvägen krävs en trumma. Idag finns en 600 mm-trumma mellan bullervallen och Skräddarbacksvägen. Om en kort del av bullervallen ersätts av ett bullerplank kan dagvattnet från diket ledas under planket till denna trumma i stället för ledningsnätet. Kapaciteten på denna trumma kontrolleras för se hur stor del av 100-årsregnet som kan korsa Skräddarbacksvägen.

Vid intag i en trumma är kapaciteten lägre än för en ledning där vattnet redan är inne i ledningen, vilket flöde som kan tas in styrs av trycklinjens nivå och trumöppningens area.

5 Resultat beräkningar - Ledningar från Fabian 1 och Edvard 2

5.1 Ledningskapacitet från Fabian 1

Kapaciteten för fylld ledning beräknas för sträckan från Fabian 1 ned till Skräddarbacksvägen. Sträckan benämns A-G där varje delsträcka har olika längslutning. Se figur 6 nedan.



Figur 6. Ledningssträcka A-G från Fabian 1 där kapaciteten beräknas.

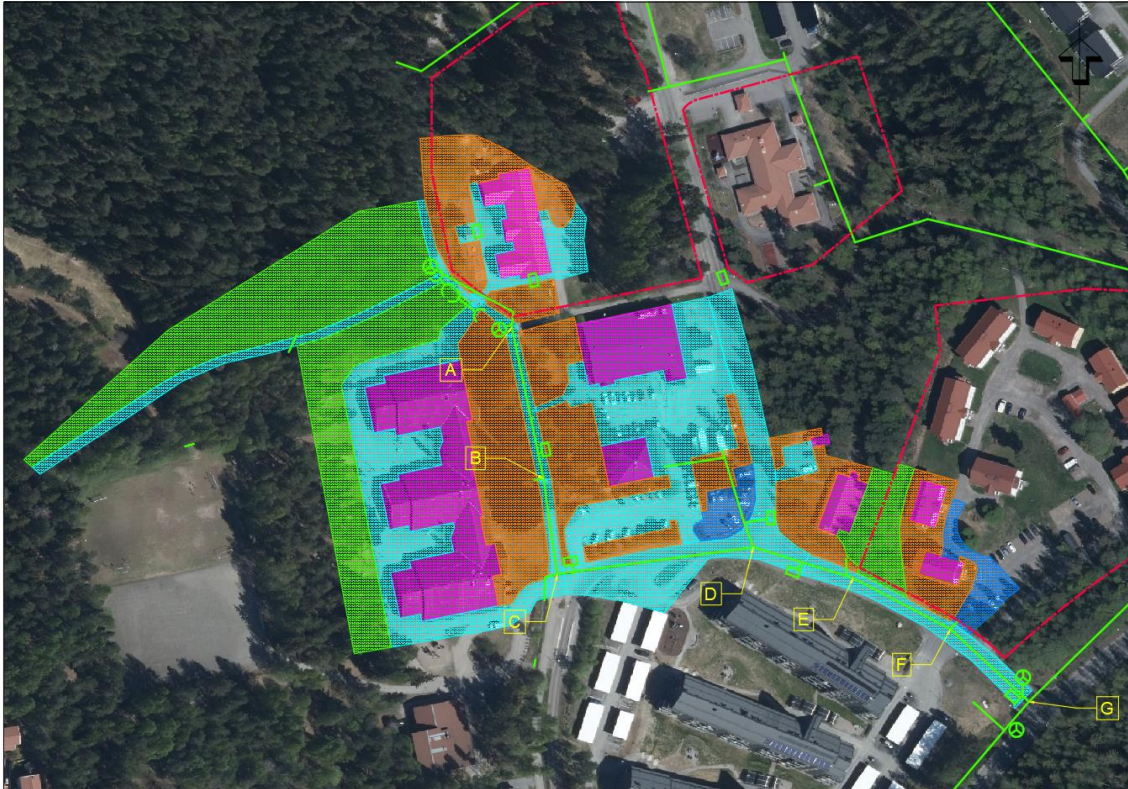
I tabell 1 nedan presenteras kapaciteten för respektive delsträcka. Hela sträckan består av en 400 mm betongledning.

Tabell 1. Kapacitet vid fylld ledning för respektive ledningssträcka längs sträcka A-G

Sträcka	Dimension	Lutning (%)	Kapacitet (l/s)
A-B	400 mm betong	1,35	258
B-C	400 mm betong	2,30	338
C-D	400 mm betong	5,04	500
D-E	400 mm betong	7,40	600
E-F	400 mm betong	5,08	502
F-G	400 mm betong	2,77	370

5.2 Dimensionerande flöden Fabian 1 och nedströms

Eftersom sträcka F-G har låg kapacitet jämfört med sträckorna C-F, och fler ytor är anslutna till ledningsnätet ju längre nedströms man kommer, kontrolleras först vilket flöde som kommer till punkt F. En bedömning av vilka ytor som når denna punkt görs utifrån de ledningar och brunnar som är kända, se figur 7 nedan.



Figur 7. Ytor som bedöms nå punkt F (sträcka F-G) vid ett 10-minutersregn.

Efter exploatering av Fabian 1 sker en ökning av andelen takytor och asfalt vilket gör att flödena till ledningsnätet ökar.

Nedan presenteras dimensionerande flöde före och efter exploatering vid ett 10 minuters 10-årsregn för sträcka F-G samt sammanställning av indata till beräkningarna. Avrinningskoefficienterna är hämtade från P110, i tabellen redovisas den sammanvägda koefficienten.

Tabell 2. Dimensionerande flöden till ledningssträcka F-G

Ledningssträcka	Sammanvägd avr. koeff Φ	h_{red} ($\varphi * A$)	$qd_{dim, 10}$ min 2-årsregn (l/s)	$qd_{dim, 10}$ min 10-årsregn (l/s)
F-G (före exploatering)	0,46	1,59	266	452
F-G (efter exploatering)	0,51	1,87	313	533

För att hela 10-årsregnet ska kunna avledas i ledningsnätet i punkt F behöver trycklinjen kunna stiga 1,8 meter över ledningens hjässa för flödet före exploatering och 2,5 meter efter exploatering. Ledningen har cirka 1,4 meter täckning vilket innebär ledning F-G inte klarar att avleda 10-årsregnet utan att marköverdämning sker.

Ledningssträcka C-F har däremot tillräcklig kapacitet för att kunna avleda hela 10-årsregnet både före och efter exploatering av Fabian 1. Detta tack vare brantare ledningslutning och färre ytor som hunnit bli anslutna till ledningsnätet.

En kontroll utförs även av sträcka B-C som har lägre kapacitet än sträcka C-F, se resultat i tabell 3.

Tabell 3. Dimensionerande flöden till ledningssträcka B-C

Ledningssträcka	Sammanvägd avr. koeff Φ	h_{red} ($\varphi * A$)	$qd_{dim, 10}$ min 2-årsregn (l/s)	$qd_{dim, 10}$ min 10-årsregn (l/s)
B-C (före exploatering)	0,41	0,79	133	226
B-C (efter exploatering)	0,50	1,08	180	307

Dessa beräkningar visar att befintligt ledningsnät (sträcka B-C) med en teoretisk kapacitet på 338 l/s kan avleda hela 10-årsregnet (före och efter exploatering) utan att trycklinjen stiger över hjässans nivå.

En osäkerhet i beräkningarna är hur stort flöde skogsmarken nordväst om Fabian 1 bidrar med. Vid platsbesök under torr väderlek rann det vatten i diket längs GC-vägen västerut från Fabian 1 vilket kan tyda på en del bidrag från grundvatten in i ledningsnätet. Vid 10 minuters regn som blir dimensionerande bör dock bidraget från takytor och asfaltytor vara dominerande.

5.3 Ledningskapacitet från Edvard 2

I en tidigare utredning av Akvaprojekt utförd 2022-10-17 har kapaciteten beräknats på dagvattenledningen som Edvard 2 är ansluten till. Nedan presenteras resultatet från den utredningen. Edvard 2 ansluts till sträcka 7 i figur 8 nedan.



Delsträcka	Ledning (mm)	Kapacitet (l/s)	Kommentar
1			Uppgifter saknas
2	300 betong	209	
3	300 betong	184	
4	300 betong	154	
5	300 betong	215	
6	400 betong	347	
7	400 betong	284	
8	400 betong	336	Vattengångar saknas, delsträckor sammanslagna

Figur 8. Kapacitet (fylld ledning) på dagvattenledningen förbi Edvard 2, utredningen erhållen som underlag av Borlänge kommun.

5.4 Dimensionerande flöden Edvard 2

Från ovan nämnda utredning av Akvaprojekt erhålles även dimensionerande flöde till delsträcka 7. Innan exploatering är flödet enligt den utredningen 376 l/s vid ett 10 minuters 10-årsregn. Detta avser flödet innan exploatering av Kvarteret Adrian skett. Enligt uppgift från Borlänge Energi (Sarah Nilsson, mejl 2023-05-08) är en torrdamm under byggnation som är avsedd att fördröja Kvarteret Adrian. Denna är dimensionerad för ett tillåtet utflöde på 15 l/s vid ett 10-årsregn. Efter exploatering kan därmed flödet vid ett 10-årsregn (grovt räknat) antas ligga på cirka 391 l/s vid ledningssträcka 7 i figur 8.

En beräkning utförs i denna utredning av flödena från endast Edvard 2 före och efter utökningen av byggnaden enligt vad detaljplanen tillåter. Takytan kan öka från cirka 875 m² till maximalt 1200 m². Ett antagande görs att byggnaden utökas kring den nuvarande och i sådana fall är det mest asfaltsytor som ersätts av takytor. Flödesökningen blir med det antagandet i princip försumbar, en liten ökning sker från 81 l/s till 83 l/s vid ett 10 minuters 10-årsregn.

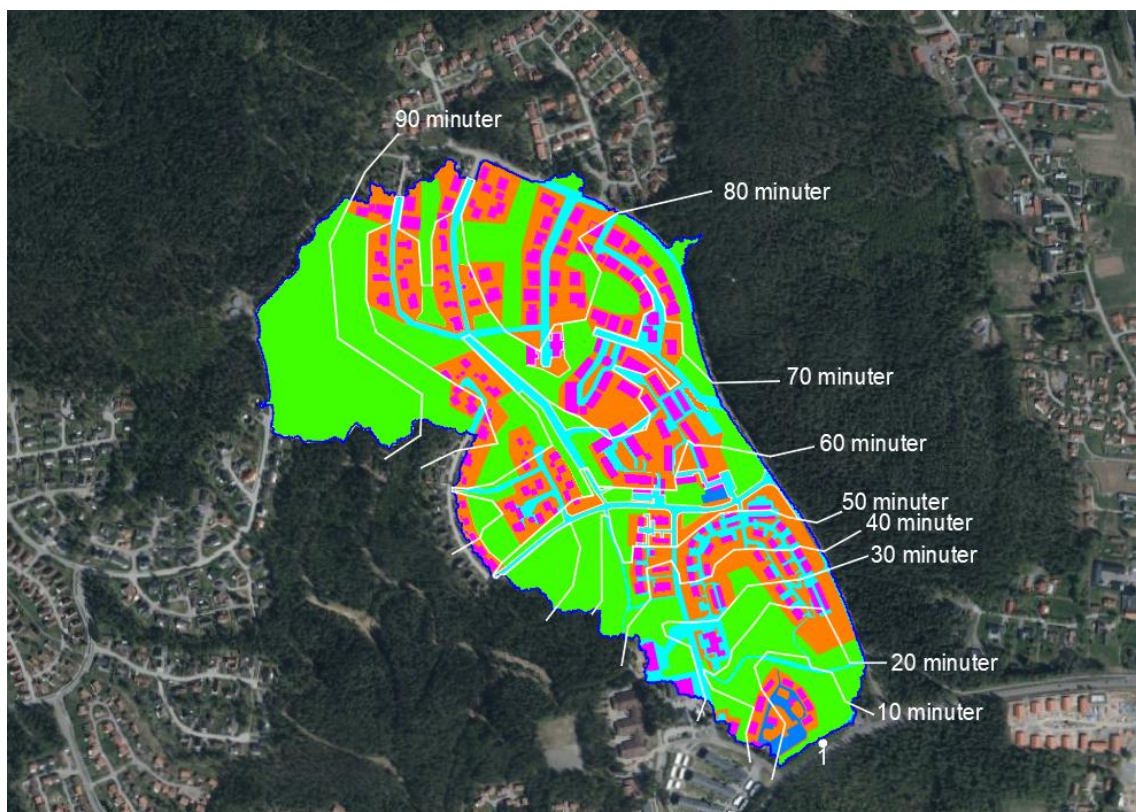
6 Resultat beräkningar – 100-årsregn till David 2

6.1 Dimensionerande flöde

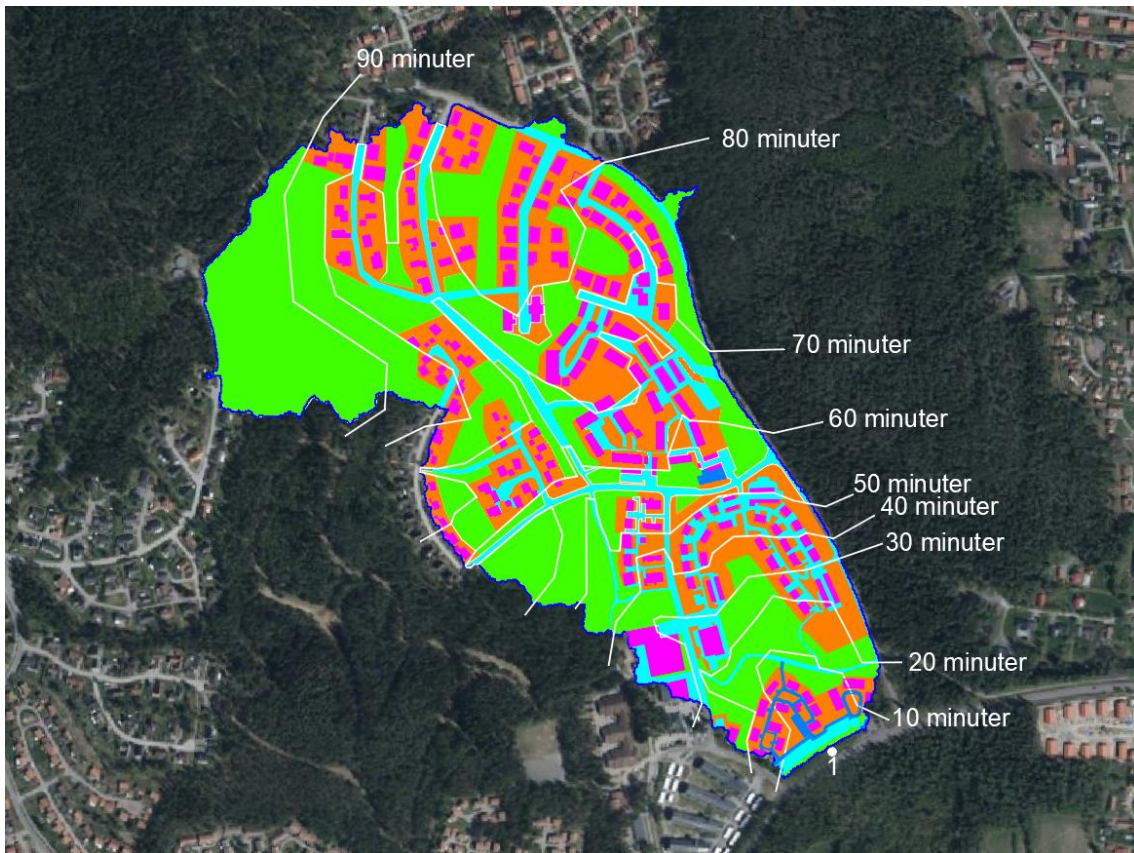
Olika rinnsträckor testades för avrinningsområdet till David 2 för att få fram dimensionerande flöde. Teoretiska rinnvägar bedömdes med flödes hastigheter på 0,5 m/s på vägar och 0,1 m/s på mark enligt Tabell 4.5 i P110.

Avrinningskoefficienterna är hämtade från P110 och justeras upp med 0,3 vilket är ett troligt scenario vid 100-årsregn enligt Figur 4.3 i P110.

I figur 9 och 10 redovisas markanvändningen före respektive efter exploatering samt ungefärlig avgränsning för olika rinnsträckor.



Figur 9. Befintlig markanvändning för avrinningsområdet till David 2.



Figur 10. Framtida markanvändning för avrinningsområdet till David 2.

Vid 90 minuters rinnsträcka uppnås största flödet (både före och efter exploatering av David 2, Fabian 1 och Edvard 2) för avrinningsområdet, då bidrar cirka 38 ha till flödena. Hela avrinningsområdet är cirka 44 ha.

Se resultat av flödesberäkningar och indata i Tabell 4 nedan.

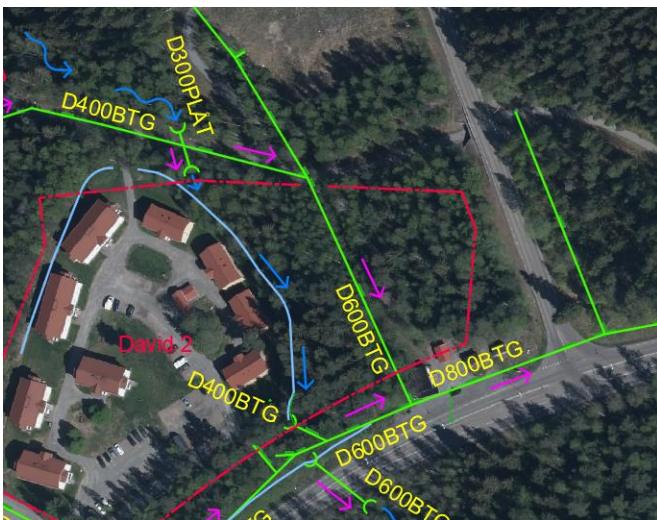
Tabell 4. Dimensionerande flöden till David 2

Ytor före exploatering	Yta(ha)	Φ	$h_{a_{red}}$ ($\varphi * A$)	$i(tr)$ (l/s, ha) – 90 min 100-årsregn	kf	$qd_{dim, 90 \text{ min } 100\text{-årsregn}}$ (l/s)
Takyta	4,9	1,00	4,9	112,4	1,25	694
Asfalt	6,3	1,00	6,3	112,4	1,25	883
Grus	0,4	0,50	0,2	112,4	1,25	31
Gräs	11,7	0,40	4,7	112,4	1,25	656
Skog	15,2	0,35	5,3	112,4	1,25	746
Totalt:	38,5		21,4			3010

Ytor efter exploatering	Yta (ha)	φ	$h_{a_{red}}$ ($\varphi * A$)	$i(tr)$ (l/s, ha) – 90 min 100-årsregn	kf	$qd_{dim, 90 \text{ min } 100\text{-årsregn}}$ (l/s)
Takyta	5,3	1,00	5,3	112,4	1,25	749
Asfalt	6,4	1,00	6,4	112,4	1,25	902
Grus	0,3	0,50	0,15	112,4	1,25	20
Gräs	12,0	0,40	4,8	112,4	1,25	674
Skog	14,5	0,35	5,1	112,4	1,25	711
Totalt:	38,5		21,75			3056

Vid 90 minuters varaktighet/rinnsträcka uppnås det dimensionerande flödet till David 2 vid ett 100-årsregn. Efter exploatering av David 2, Fabian 1 och Edvard 2 ökar flödet från 3010 l/s till 3056 l/s. Detta ska ses som en fingervisning av storlek på flödet och förutsätter flödes hastigheter enligt P110 på 0,1 m/s på mark och 0,5 m/s på gator.

En viss fördröjning av det ytliga flödet sker vid en 300 mm-trumma under GC-vägen norr om David 2, se figur 11 nedan. Vid ovanstående flödesberäkningar har inte denna uppbromsning av flödet medräknats.

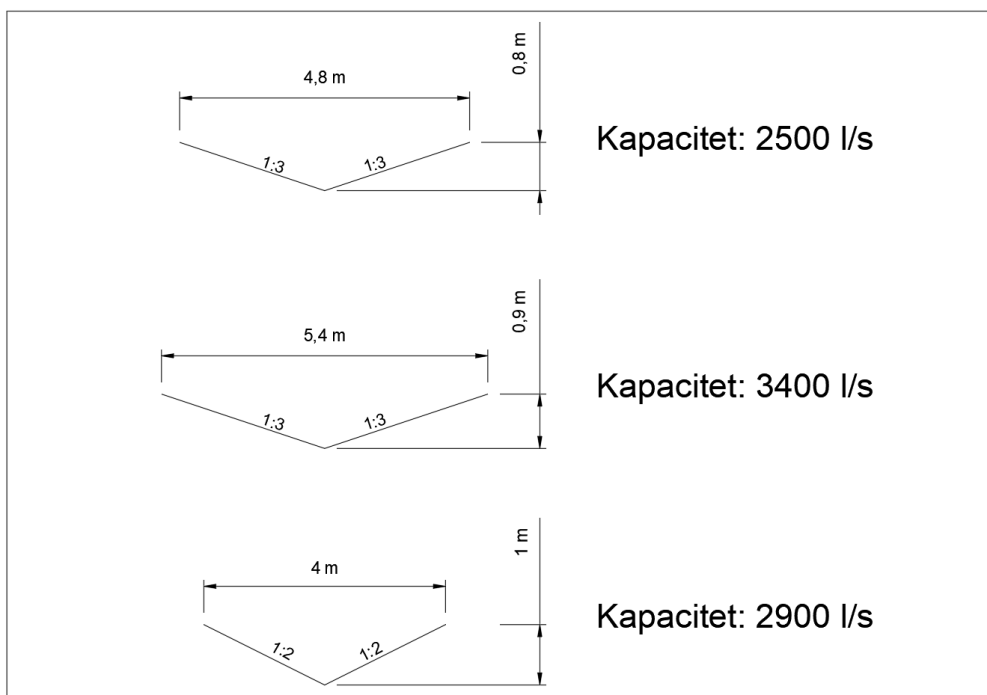


Figur 11. Vid 300plåt-trumman norr om David 2 sker en viss uppbromsning av ytliga flöden.

6.2 Kapacitet dike

Med hjälp av Mannings formel testades olika teoretiska dikessektion för ser hur stort dike som krävs för att kunna leda undan hela det dimensionerande flödet. Längslutningen sattes till 1 % vilket ungefär motsvarar marklutningen på David 2. I figur 12 redovisas tre olika dikessektioner vars kapacitet i stort sett motsvarar flödet vid ett 100-årsregn.

Maximalt ytbehov för diket i detaljplanen bör således vara kring 4–6 meter när det gäller bredd. Detta förutsatt att ingen uppbromsning sker av flödena, det vill säga vid scenariot att bräddning sker över GC-vägen norr om David 2 vid 300plåt-trumman.



Figur 12. Några olika dikessektioners kapacitet vid 1 % längslutning.

6.3 Ledningskapacitet

Den befintliga 600 mm-trumman som korsar Skräddarbacksvägen har cirka 1 % lutning enligt höjddata.

Kapaciteten på trumman, enligt Colebrook baserat på ledningslutning och utan hänsyn till förluster vid inloppet, är cirka **650 l/s**.

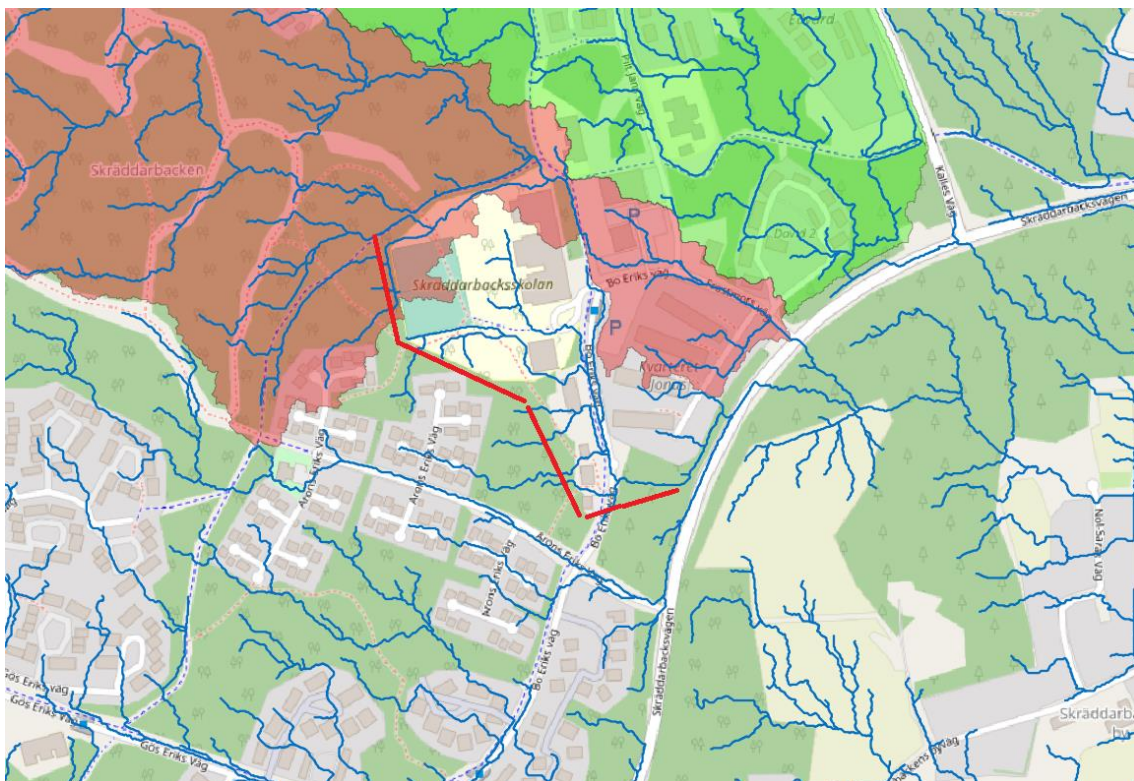
Om vattennivån tillåts stiga till ungefär 0,5 m ovanför trummans hjässa och hänsyn tas till förluster vid inloppet blir kapaciteten cirka **350 l/s**.

7 Förslag på åtgärder – Ledningar från Fabian 1

För ledningssträckan från Fabian 1 ned till Skräddarbacksvägen finns på större delen av sträckan kapacitet att avleda 10-årsregnet både före och efter exploatering av Fabian 1. Den sista delsträckan benämnd F-G med lägre ledningslutning har dock inte tillräcklig kapacitet för att hantera 10-årsregnet varken före eller efter exploatering. Ett förslag för att uppnå tillräcklig kapacitet är att denna sträcka dimensioneras upp till 600 mm-ledning.

Plats för fördröjning av flödena från Fabian 1 finns endast inne på fastigheten vilket är svårt juridiskt att styra i detaljplanen. Ett förslag för att få ner flödena kan vara att detaljplanen reglerar andelen hårdgjord yta skolgården.

Osäkerhet råder som tidigare nämnts kring hur mycket skogsmarken nordväst om Fabian 1 bidrar till flödena på ledningsnätet. Ett förslag är att flödesmätning sker för att se hur stort bidraget är. Skulle det visa sig att skogsmarken belastar ledningsnätet med stora flöden bör vidare utredning ske om det finns alternativa flödesvägar för denna naturmarksavrinning i stället för att leda in det på ledningsnätet. Se exempel på utredningsträcka i rött i figur 13 nedan.



Figur 13. Förslag på utredningssträcka för alternativ sträckning för naturmarksavrinning.

8 Förslag på åtgärder – Ledningar från Edvard 2

En försumbar ökning av flödena sker vid utbyggnad av befintlig byggnad på Edvard 2 till maximalt 1200 m². Detta eftersom takytorna mestadels antas ersätta befintliga asfaltsytor som ger likvärdiga flöden. Någon åtgärd behövs därför inte vidtas på grund av ökade flöden jämfört med nuläget. Ska däremot 10-årsregnet kunna hanteras behöver sträcka 7 och 8 dimensioneras upp till en 600 mm-ledning. Alternativt bör utredning ske om någon typ av fördröjningsanläggning kan anläggas i skogsmarken öster om Edvard 2. Ytligt grundvatten i området bör i sådana fall tas i beaktande.

9 Förslag på åtgärder – 100-årsregn till David 2

Ett stort avrinningsområde bidrar till teoretiskt till ytliga flöden till David 2 vid ett 100-årsregn.

Åtgärder uppströms David 2:

Att bromsa upp ytliga flöden längs vägen kan med små medel vara effektivt i ett så stort avrinningsområde. Vid GC-vägen norr om David 2 finns idag en strypning i form av att GC-vägen ligger högre än ovan liggande mark. 300-plåt trumman släpper igenom mindre flöden. När svackan norr om GC-vägen fyllts upp sker teoretiskt en bräddning över GC-vägen ned mot befintligt dike som korsar David 2. Cirka 400 – 500 m³ kan idag fördröjas innan bräddning sker över GC-vägen.



Figur 14. Område norr om David 2 där dagvatten bromsas upp.

Förslag är att detta område detaljstuderas ifall det är möjligt att öka volymen som fördröjs. Skulle 1500 m³ magasin kunna uppnås, kan det teoretiska flödet minskas från cirka 3000 l/s till 2100 l/s. Ett sätt att öka fördröjningsvolymen är att höja GC-vägen, ett annat är att anlägga en damm norr om denna.

Åtgärder på David 2:

Tillräckligt utrymme måste finnas i detaljplanen för ett korsande dike. Om inga dämpningar/fördröjningar av flödena görs uppströms behöver dikesbredden vara cirka 4–6 meter.

Ska en parkering anläggas enligt förslagsskissen bör höjdsättning göras så att dagvatten kan rinna över denna vid skyfall. En trumma kan exempelvis läggas under parkeringen för 10-årsregn, vid händelse av ett 100-årsregn ska dagvatten kunna avledas ytligt förbi denna trumma på asfaltsytan. En rekommendation är att parkeringsplatser bör undvikas på just den sträckan.

Åtgärder nedströms David 2:

För att undvika att leda in diket som korsar David 2 på Borlänge Energis ledningsnät är ett förslag att schakta bort en del av bullervallen och sätta bullerplank på den sträckan i stället. Dagvatten kan då rinna ytligt under planket till den befintliga 600 mm-trumman som ligger under Skräddarbacksvägen.

Höjdsättning bör ses över kring inloppet till befintlig trumma så att dagvattnet kan tillåtas stiga bakåt. Ett område inom eller strax utanför detaljplanen bör avsättas för detta.

Anläggning av en till trumma under Skräddarbacksvägen bredvid den befintliga ökar kapaciteten och minskar området som behöver tas i anspråk kring inloppet.