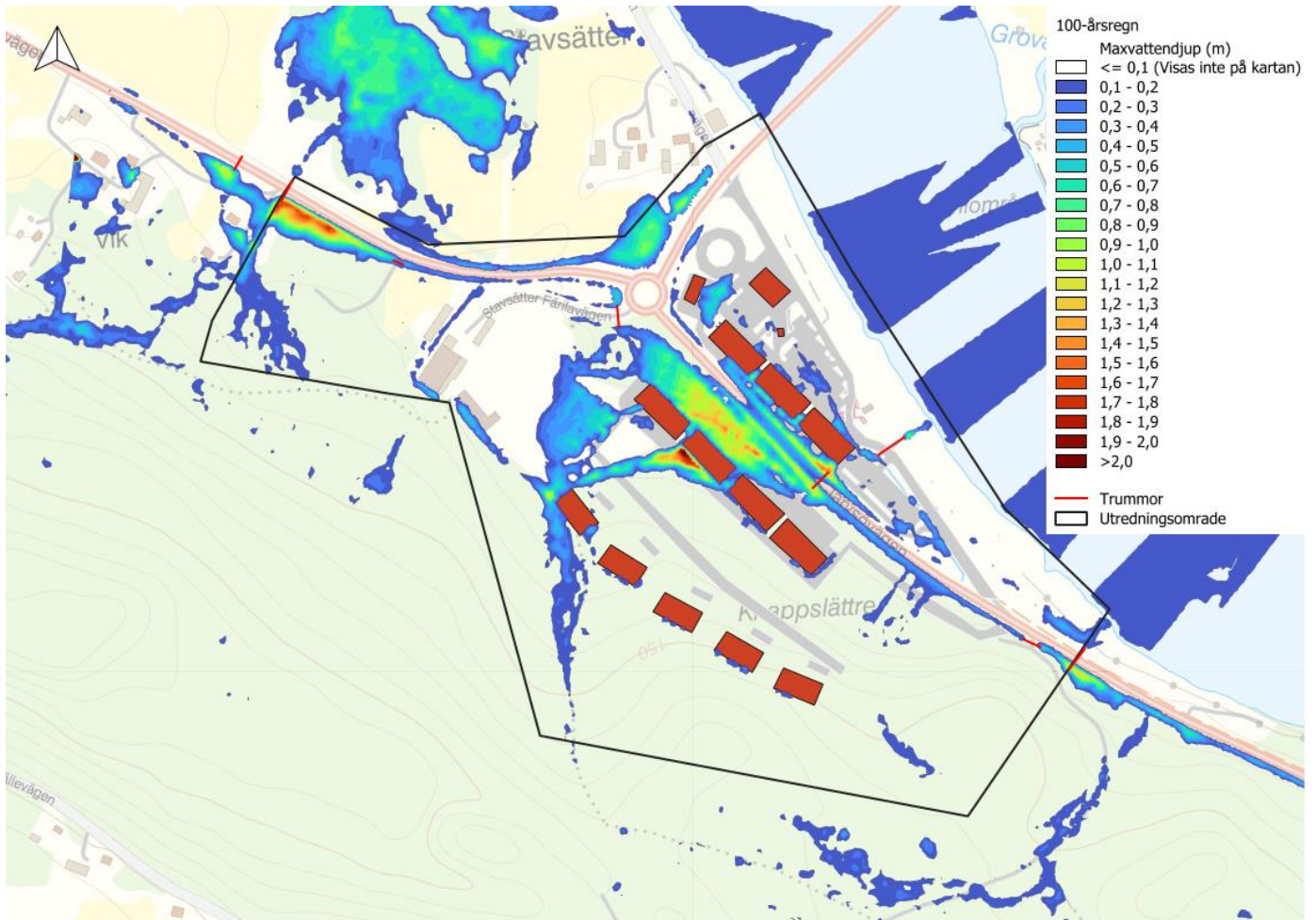


ÖVERSVÄMNINGSUTREDNING

Ljusdal Stavsätter



2024-06-10

ÖVERSVÄMNINGSUTREDNING

Ljusdal Stavsätter

Uppdragsnamn	Översvämningsutredning – Ljusdal Stavsätter
Uppdragsnummer	10364576
Författare	Madeleine Erneholm, Himani Singh, Jonas Malmsten
Datum	2024-06-10
Ändringsdatum	
Granskad av	Linda Hörnsten
Godkänd av	Madeleine Erneholm

Kund

Ljusdal Kommun

Konsult

WSP

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

wsp.com

Kontaktpersoner

Madeleine Erneholm, WSP, 010-722 78 17

madeleine.erneholm@wsp.com

Linda Hörnsten, WSP, 010-722 78 07

linda.hornsten@wsp.com

Innehåll

1.	SAMMANFATTNING	3
2.	BAKGRUND	5
2.1.	SYFTE	5
3.	FÖRUTSÄTTNINGAR	6
3.1.	BEFINTLIG MARKANVÄNDNING	6
3.2.	PLANERAD MARKANVÄNDNING	6
3.3.	TOPOGRAFI	8
3.4.	JORDARTSFÖRHÅLLANDEN	9
3.5.	BEFINTLIGA DAGVATTENANLÄGGNINGAR OCH FUNKTION	10
3.6.	AVRINNING	11
4.	TIDIGARE GENOMFÖRD ANALYS AV LJUSNAN,	12
4.1.	ÖVERSVÄMNINGSKARTERING	12
4.2.	PÅVERKAN PÅ PLANOMRÅDE; 100-ÅRSFLÖDEN	13
4.3.	PÅVERKAN PÅ PLANOMRÅDE; MAXFLÖDEN	16
5.	MODELLERING	18
5.1.	MODELLUPPBYGGNAD OCH ANTAGANDEN	18
5.2.	RESULTAT OCH DISKUSSION AV MODELL: 100-ÅRSREGN	21
6.	ANALYS OCH ÅTGÄRDER	28
6.1.	LJUSNANS NIVÅER	30
6.2.	SKYFALL 100-ÅRSREGN	33
6.3.	SAMMANFATTNING AV ÅTGÄRDER	35
6.4.	KOSTNADSUPPSKATTNING	37
7.	DAGVATTENYTOR	38
8.	SLUTSATSER	40
9.	REFERENSER	42

1. SAMMANFATTNING

I samband med framtagandet av planprogram för Stavsätter 2:10 m.fl. samt Storhaga 8:33 m.fl. har WSP tagit fram en översvämningsanalys. Utredningsområdet innefattar båda sidor om riksväg 83 och sträcker sig fram till bron över Ljusnan. Utredningsområdet är indelat i två delområden som delas upp av riksväg 83; Stavsätter Västra och Stavsätter Östra. Planen är i ett tidigt skede, vilket innebär att det inte finns en färdigställd utformning för området. Översvämningsutredningen har därför hållits på en övergripande nivå, där WSP har undersökt dagens förutsättningar, översvämningsrisker och vad som måste tas hänsyn till vid planering med avseende på skyfall (100-årsregn) och höga flöden med hänsyn till framtida klimatförändringar.

En tvådimensionell hydraulisk modell har tagits fram med hjälp av programmet Mike+. I resultaten redovisas bl.a. maxvattendjup, maxflux och maxvattenhastighet, rinnvägar och avrinningsområden för framtida scenario. Riktningen på ytvattenflöden inom avrinningsområdet är generellt från syd/sydväst mot Ljusnan. Riksväg 83 utgör en barriär i området och flöden begränsas till förekommande trummor under riksväg 83 (främst de som benämns som trumma C och C2 i denna rapport).

Den största översvämningsytan inträffar vid riksväg 83. Kapaciteten och placering i och av trumma C (samt C2) är väsentlig för hur mycket vatten som ansamlas uppströms om riksväg 83 och Stavsätter Järvsövägen. Trummor samt dikesbotten inom utredningsområdet har mätts in och inventerats av Ljusdals kommun. Trumma C och C2 har nivåer som understiger Ljusnans nivåer vid medelvattenföring vilket innebär att dämning uppstår i utloppstrumman. Diket mellan C och C2 har ej underhållits och har rikligt med sly och sandsediment i dikesbotten. Utifrån trum- och dikesinventeringen, Ljusnans vattennivåer samt noterad översvämningshistorik i området, bedöms kapaciteten att i dagsläget avleda flöden via C och C2 med tillhörande diken som väldigt begränsad. I utredningen beskrivs vilka åtgärder som krävs för att utredningsområdet ska ha möjligheter till avledning av ytvatten från utredningsområdet. Dessa är grundläggande åtgärder för att möjliggöra att området ska kunna exploateras utan befintlig risk för översvämningsrisker. Åtgärder för trummorna och sträckan mellan C-C2 kräver vidare utredning för att säkerställa om det är möjligt att genomföra dessa. Volymbehovet i översvämningsytan uppströms om riksväg 83 kommer vara beroende av vilka åtgärder som tillämpas på denna sträcka.

En stor del av utredningsområdet har inte erforderlig avledning av dagvatten- eller skyfallsflöden till Ljusnan i dagsläget, vilket medför de stora översvämningsytorna vid riksväg 83. Denna översvämningsproblematik bedöms inte utgöra en direkt konsekvens av exploateringen utan är ett befintligt problem. Dock förbättrar inte exploateringen situationen då hårdgjorda ytor tillkommer och högre avrinning kan förväntas.

För höjdsättning av utredningsområdena är det viktigt att det inte bildas nya instängda områden. Omledning av befintliga rinnvägar rekommenderas med hjälp av öppna diken. Det är främst viktigt att planera höjdsättningen så att dagvatten kan rinna bort från byggnader, samt att byggnader inte placeras på ett sådant sätt att de sammanfaller med ytliga rinnvägar.

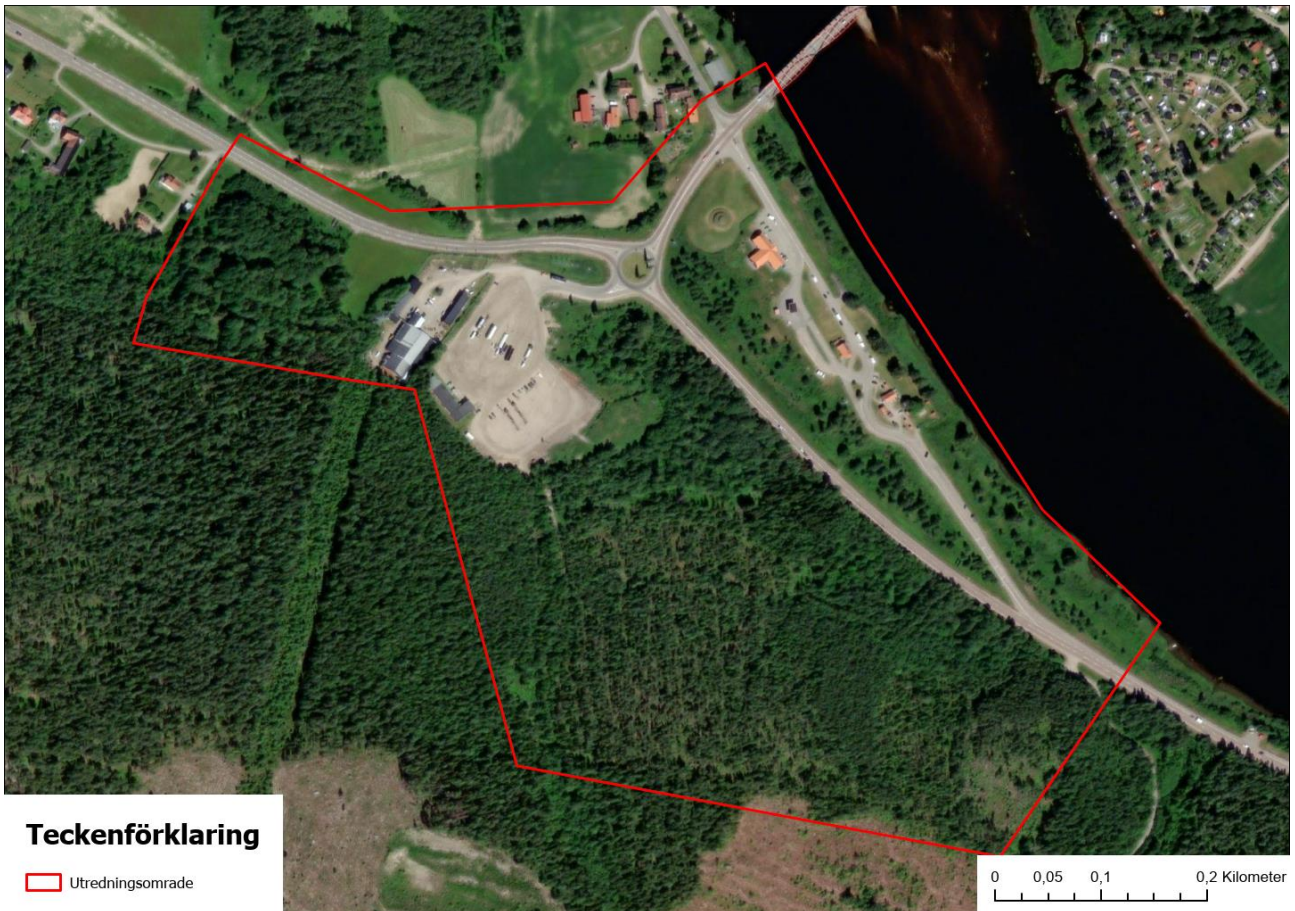
Översvämningskartering för maximalt beräknat vattenstånd samt vattenstånd vid 100-årsflöden i Ljusnan har tidigare framtagits som underlag för samordnad beredskapsplanering avseende dammbrott. Vid analys av Ljusnans nivåer vid 100-årsflöden, respektive maxflöden framgick det att utredningsområdets befintliga marknivåer längst Stavsätter Järvsövägen överstiger de nivåer som uppstår vid ett 100-årsflöde i Ljusnan. Dock kan vatten från Ljusnan rinna in på området via trumma lokaliserad under vägen. Innanför vägen förekommer det områden med en marknivå lägre än 100-årsnivån i Ljusnan. För att åtgärda detta föreslås både flödesstopp och/eller erforderlig höjdsättning. Flödesstopp kan utformas exempelvis som skjutspjällsventiler med manuell styrning. Dagvattenhantering ska kunna säkerställas vid händelse av höga nivåer i Ljusnan.

Eftersom maxnivån i Ljusnan överstiger den lägsta nivån på profilen Stavsätter Järvsövägen samt nivån på riksväg 83 kommer en stor del av planområdet att vara översvämmat vid händelse av maxflöde i Ljusnan. Både höjning av Stavsätter Järvsövägen och invallning undersöks i utredningen. Båda alternativen bedöms utgöra mellan-hög komplexitet. Flödesstopp krävs även här för att hantera inflöden från Ljusnan vid maxnivå. Dagvattenhantering ska kunna säkerställas vid händelse av höga nivåer i Ljusnan.

Generellt utgör åtgärder med låg komplexitet ytliga lösningar med mindre markarbeten, dvs. där befintliga rinnvägar och sänkor nyttjas för hantering av skyfall. Kostnadsuppskattningar i tidiga skeden har stora osäkerheter. Öppna, ytliga lösningar utgör billigare alternativ än de som påverkar befintlig infrastruktur och byggnader. För dagvattenhantering inom Stavsätter Västra kan yta lokaliserad uppströms om riksväg 83 nyttjas. Möjligheten att avleda dagvatten till en samlad dagvattenlösning inom planområdet som kommer utgöras av Stavsätter Östra kommer avgöras utifrån framtida höjdsättning på exploaterade ytor. Det finns goda möjligheter att höjdsätta området för att samla dagvattenhanteringen inom naturmarken.

2. BAKGRUND

I samband med framtagandet av planprogram för Stavsätter 2:10 m.fl. samt Storhaga 8:33 m.fl. har WSP tagit fram en översvämningsanalys. Utredningsområdet redovisas i Figur 1. Efter planprogrammet kommer kommunen gå vidare med att göra två detaljplaner för området, en för vardera sidan om riksväg 83.



Figur 1. Utredningsområde Stavsätter 2:10 m.fl. samt Storhaga 8:33 m.fl.

2.1. SYFTE

Planen är i ett tidigt skede, vilket innebär att det inte finns en färdigställd utformning för området. Översvämningsutredningen ska därför hållas på en övergripande nivå, där WSP tittar på dagens förutsättningar, översvämningsrisker och vad som måste tas hänsyn till vid planering med avseende på skyfall (100-årsregn) och höga flöden med hänsyn till framtida klimatförändringar. Även Ljusnans nivåer vid 100-årsflöde, respektive maxflöden redovisas.

Kartor ska framställas för följande analyser:

- En karta som redovisar där översvämningsrisken har minst respektive störst påverkan på angiven exploatering.
- En karta som visar ytor som kan översvämmas eller har förutsättningar för att fungera som uppsamling av dagvatten ska ingå i analysen.
- En karta som visar delavrinningsområden med flödespilar.

Inom uppdraget ska det göras en riskanalys över vad konsekvenserna blir för de olika flödena samt vid ett 100-årsregn utifrån förslagen exploatering enligt planbeskeden. I uppdraget ska det ges konkreta förslag på åtgärder som kan göras för att kunna exploatera området enligt de positiva planbeskeden. Åtgärderna ska redovisas i en numrerad lista. Åtgärderna ska vara viktade efter komplexitet och budget.

En redovisning av de skydds- och säkerhetsåtgärder som behövs för att förhindra risker vid en eventuell översvämning ska presenteras. Grova kostnadsuppskattningar för samtliga åtgärder skall redovisas. Även förslag på lämpliga planbestämmelser i en framtida detaljplan ingår i uppdraget.

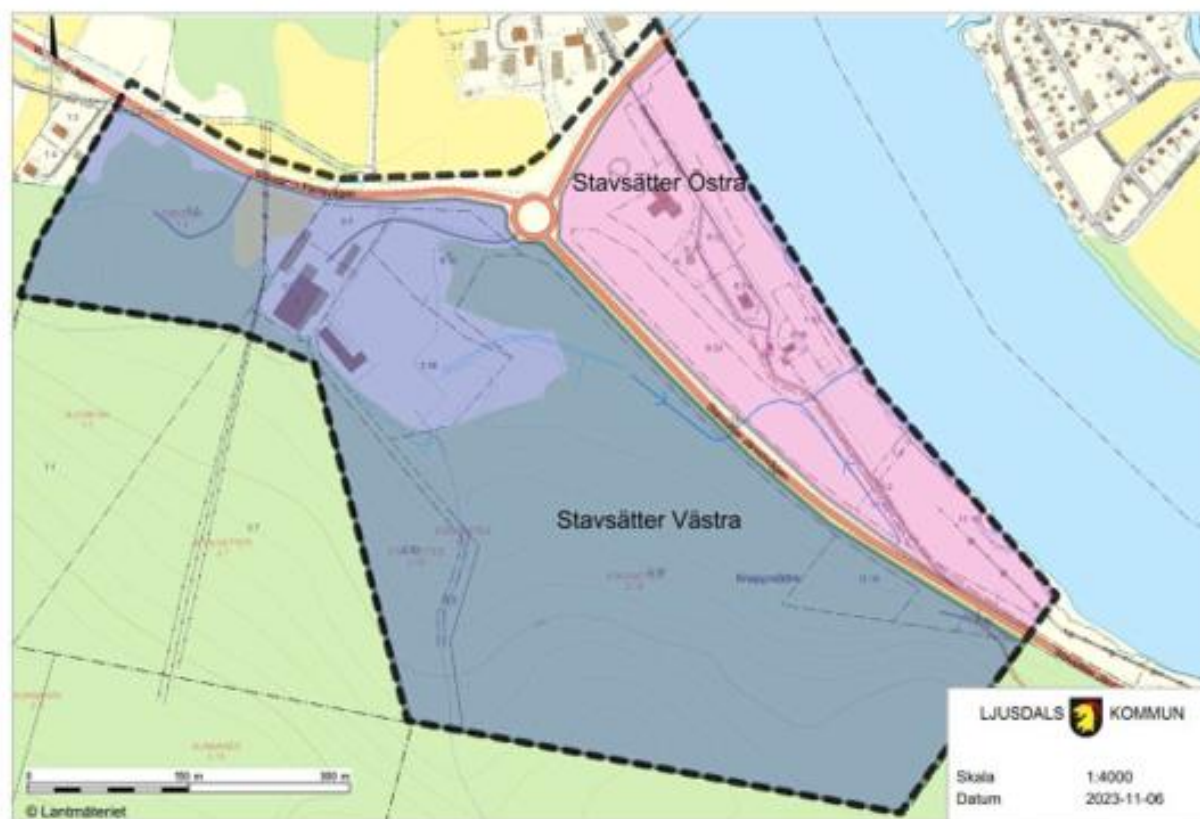
3. FÖRUTSÄTTNINGAR

3.1. BEFINTLIG MARKANVÄNDNING

Vid Ljusdals sydvästra infart ligger området Stavsätter. Området innefattar båda sidor om riksväg 83 och sträcker sig fram till bron över Ljusnan. På den östra sidan om riksvägen finns Trafikverkets rastplats Stavsätter. På platsen finns en drivmedelsstation, en butik samt några mindre byggnader. Den västra sidan om riksvägen består av skog, där området närmast cirkulationsplatsen är exploaterad. På platsen återfinns bland annat några mindre industriföretag.

3.2. PLANERAD MARKANVÄNDNING

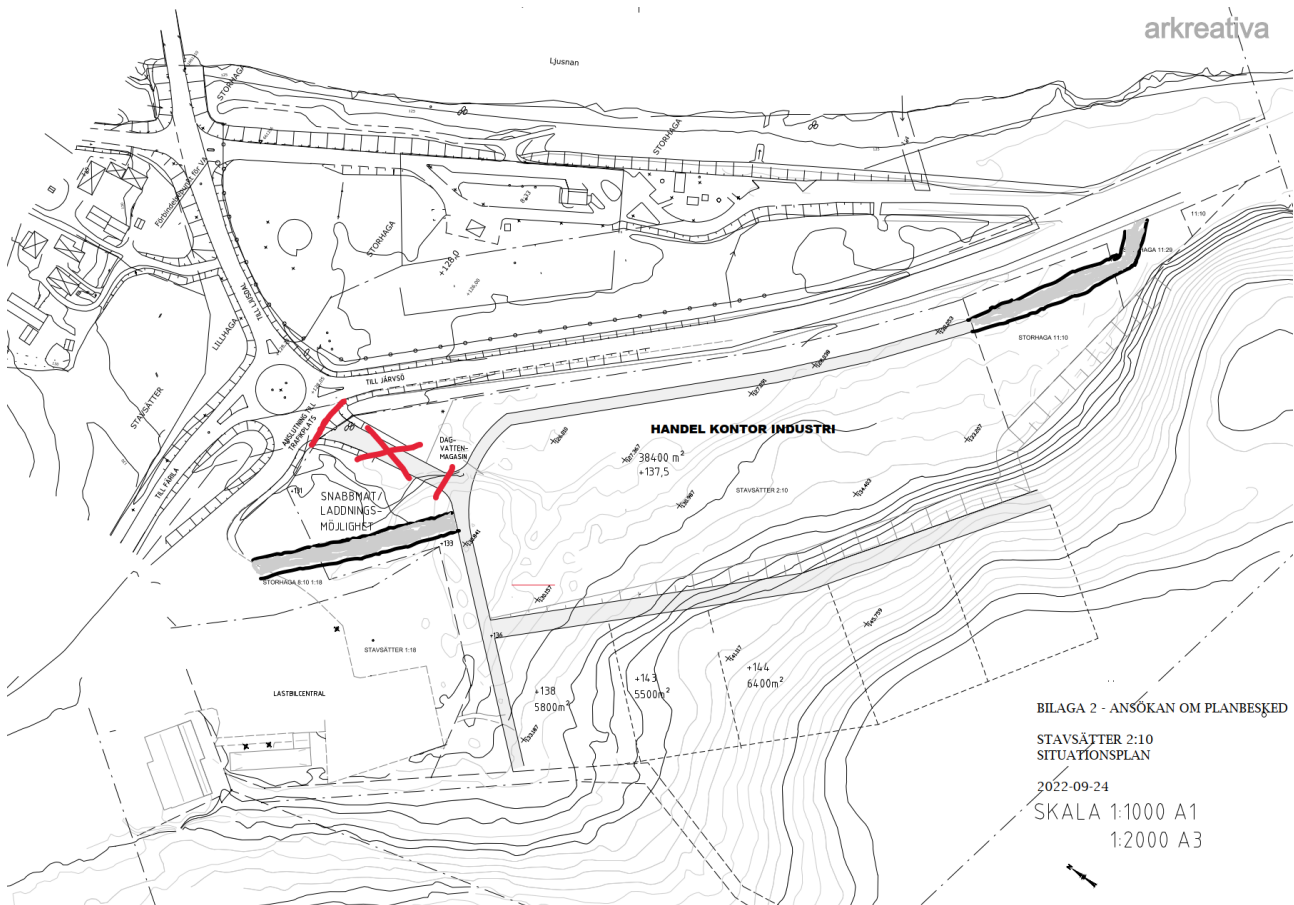
Utredningsområdet är indelat i två delområden; Stavsätter Västra och Stavsätter Östra, se Figur 2. Skisser som har använts som underlag vid framtagande av framtida markanvändning redovisas i Figur 3 och Figur 4.



Figur 2. Uppdelning av utredningsområdet i Stavsätter västra och Stavsätter östra (Ljusdals kommun, 2024a).



Figur 3. Skiss över Stavsätter Östra och delar av Stavsätter Västra (Ljusdals kommun, 2024-01-18)

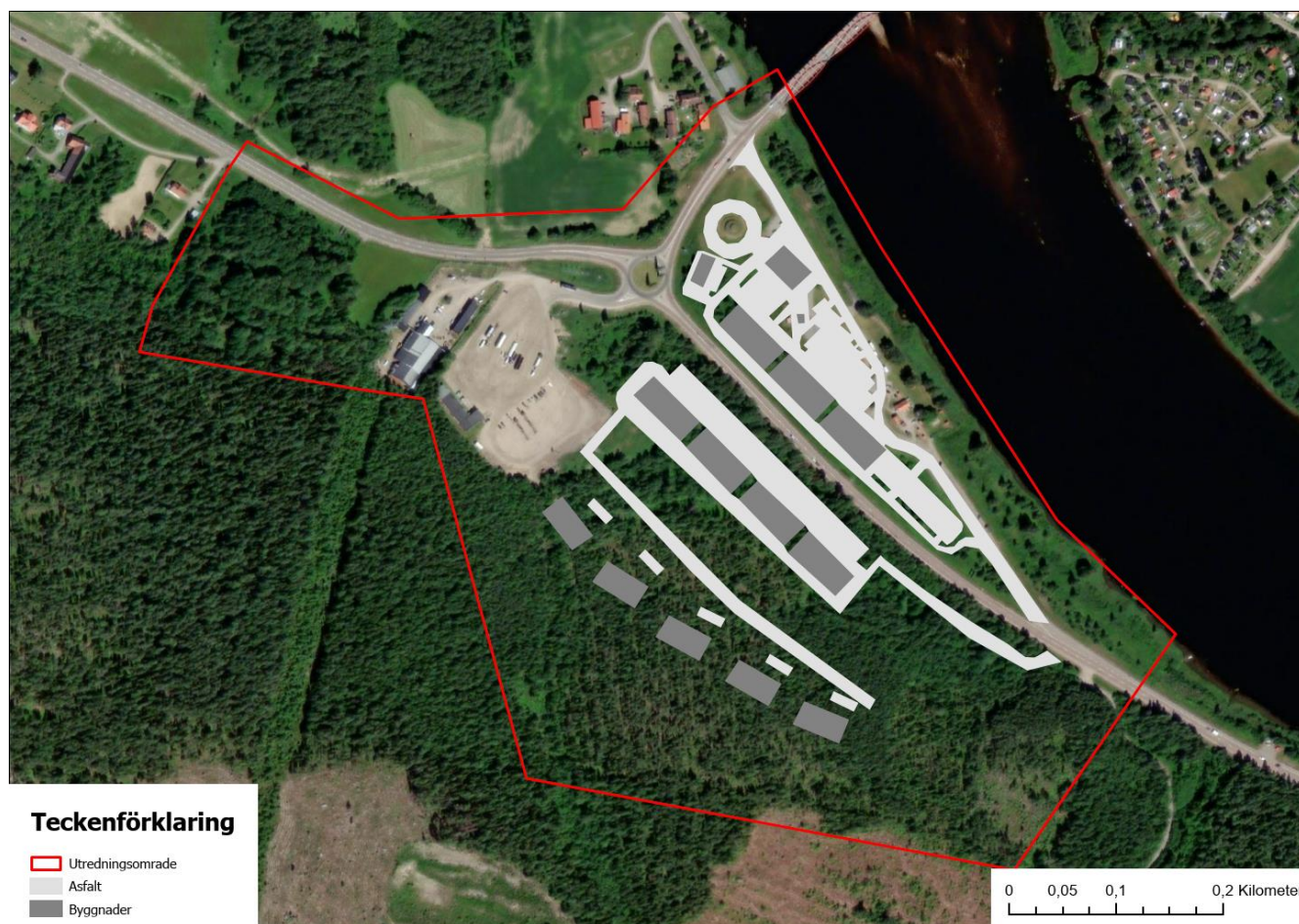


Figur 4. Skiss över Stavsätter Västra (Ljusdals kommun, 2024-01-15).

Följande antaganden har också tagits med vid framtagande av framtida markanvändning (i dialog med Ljusdals kommun). För Stavsätter Västra antas fyra byggnader närmast riksväg 83 ha en yta på 1500 m² samt 210 asfalterade parkeringsplatser. För de bakre fem tomterna inom Stavsätter Västra antas varje tomt ha en byggnad på 1100 m² samt 10 asfalterade parkeringsplatser. Asfalterad infartsväg till västra området har skissats upp utifrån Figur 4.

För Stavsätter Östra har framtida markanvändning tagits fram utifrån Figur 3. Den framtida markanvändningen redovisas i Figur 5.

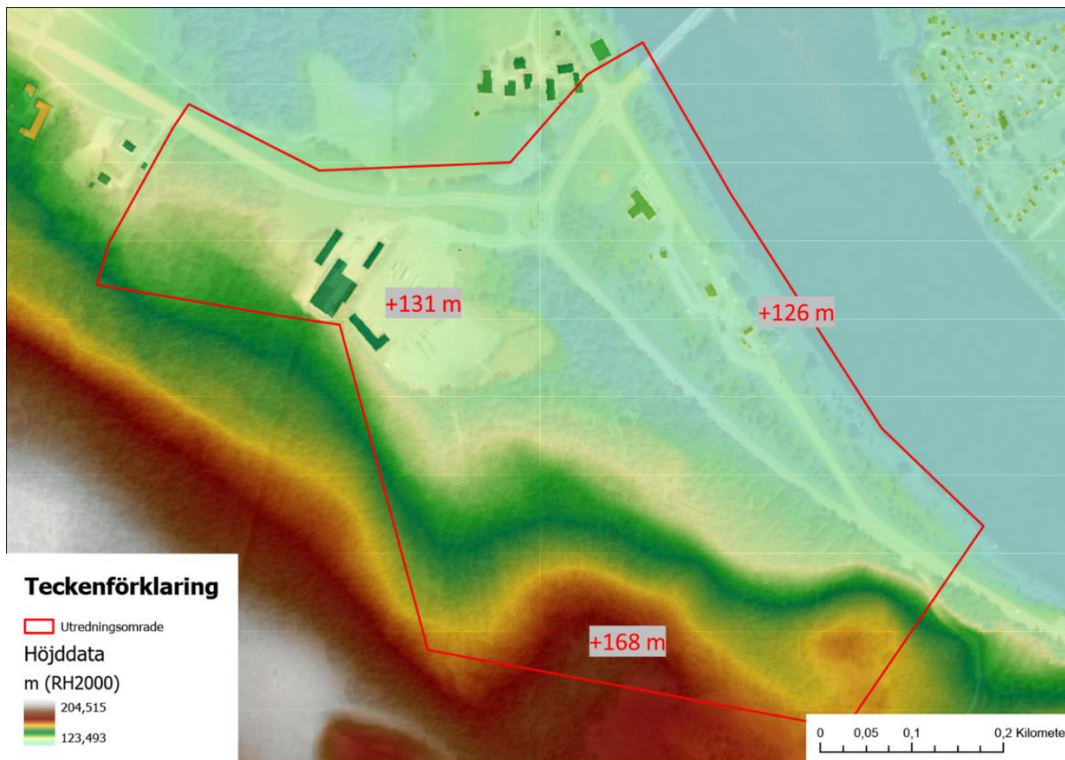
Eftersom planen är i ett tidigt skede, fanns inga framtagna utkast på höjdsättning som kunde användas som förutsättning till utredningen. Samtliga rinnvägar, instängda lågpunkter och översvämningssytor för Ljusnan utgår ifrån befintlig höjdsättning på mark.



Figur 5. Framtida exploatering av utredningsområdet.

3.3. TOPOGRAFI

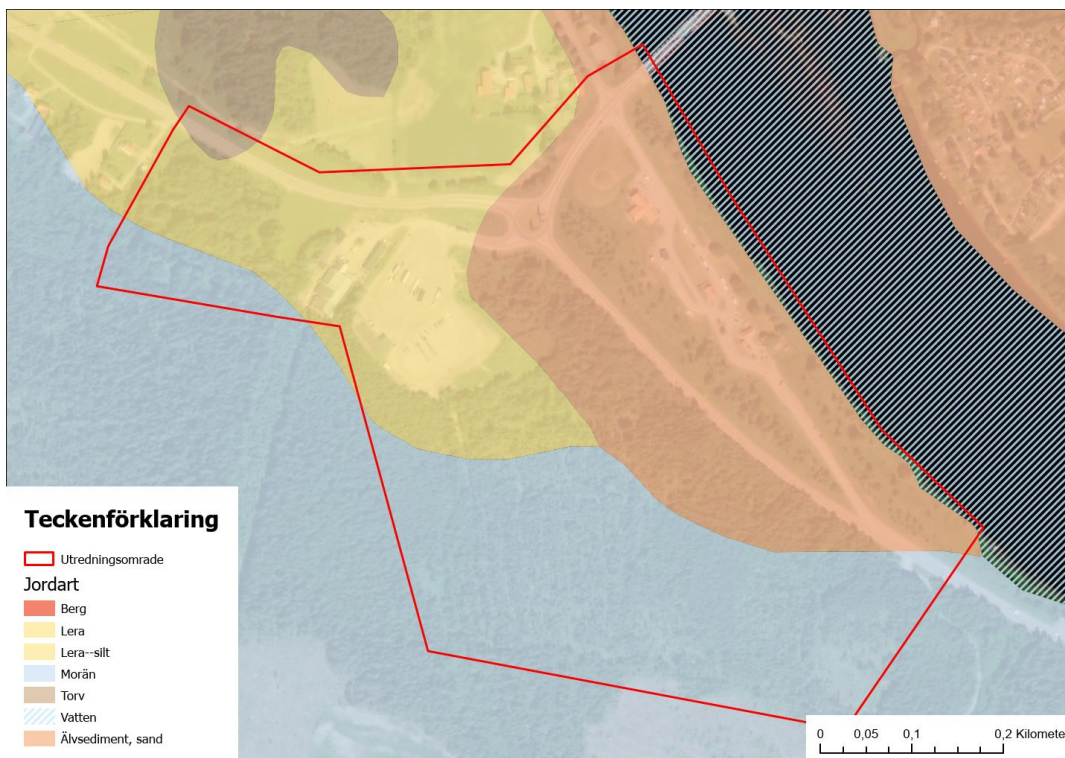
Utredningsområdet är lokaliserat på Vikaråsens slänt, med högre marknivåer lokaliserade i södra och sydvästra delarna och lägre marknivåer i norra delen, vid Ljusnans stränder. En nivåskillnad på ca 60 m förekommer mellan högsta och lägsta nivåerna. Figur 6 redovisar topografin i området utifrån Lantmäteriets höjddata (Lantmäteriet, 2023).



Figur 6. Topografi (Lantmäteriets markhöjdmödel grid 1+, 2023).

3.4. JORDARTSFÖRHÅLLANDEN

Inom utredningsområdet förekommer älvssediment och lera/silt närmast Ljusnan och morän högre upp i topografin (SGU, 2024), se Figur 7.



Figur 7. Jordartskarta 1:25 000–1:100 000 (SGU, 2024).

3.5. BEFINTLIGA DAGVATTENANLÄGGNINGAR OCH FUNKTION

I området förekommer ett flertal befintliga trummor under riksväg 83.

Utöver trummor förekommer diken inom utredningsområdet. Trummor och dikesbottnar har mätts in i april 2024 av Ljusdals kommun (Ljusdals kommun 2024). Inmätta trummor och sträckor där dikesbotten har mätts in är redovisade i Figur 8. Truminventering med vattengång i inmätta trummor (inloppsnivå (VG_i), utloppsnivå (VG_u), längd (m) och lutning (%)) redovisas i Tabell 1. Notera att trumma C och C2 har nivåer som understiger Ljusnans nivåer vid medelvattenföring (MQ), vilket är ca. +124,66 (RH2000), se avsnitt 6.1. Diket mellan trumma C och C2 har dock bottennivåer som överstiger MQ (bottennivåer i diket varierar mellan +124,85 och +124,61), vilket innebär att dikesbotten överstiger trummornas vattengångsnivå.



Figur 8. Vägtrummor under riksväg 83. Blåa cirklar redovisar inmätt dikesbotten.

Tabell 1. Truminventering.

Trumma	VG_i (RH2000)	VG_u (RH2000)	Längd (m)	Lutning (%)	Kommentar
A	129,83	129,36	15,76	3	
B	128,32	127,22	24,3	4,5	Trasigt utlopp
C	124,45	124,29	23,01	0,7	
C2	124,39	123,95	33,83	1,3	
E	127,67	126,84	27,62	3	Trasigt
Sidotrumma 1	130,32	130,24	10,91	0,7	
Sidotrumma 2	128,64	128,53	18,9	0,5	Utlopp trasigt
F	127,15	126,95	22,56	0,9	Igensatt

Utöver att vattengångsnivåer för trumma C och C2 understiger dikesbotten och Ljusnans vattennivå vid MQ, noteras det även att inmätta nivåerna i trumma C2:s vattengångar vid inloppet överstiger utloppsnivån för vattengången i trumma C. Detta medför att ytvatten dämmer upp i diket innan det kan rinna från trumma C till C2, även om dikesbotten skulle justeras.

Enligt information från Ljusdals kommun har det samlats rikligt med vatten vid trumma C under hösten 2023, se Figur 9. Diket mellan C och C2 har ej underhållits och har rikligt med sly. Vid inventeringen noterades rikligt med dy och sandsediment i dikesbotten. Utifrån trum- och dikesinventeringen, Ljusnans vattennivåer samt översvämningshistorik i området, bedöms kapaciteten att i dagsläget avleda flöden via C och C2 med tillhörande diken som begränsad.



Figur 9. Översvämning nordöst om trumma C (vid dennas utlopp (Ljusdals kommun, 2023-08-12).

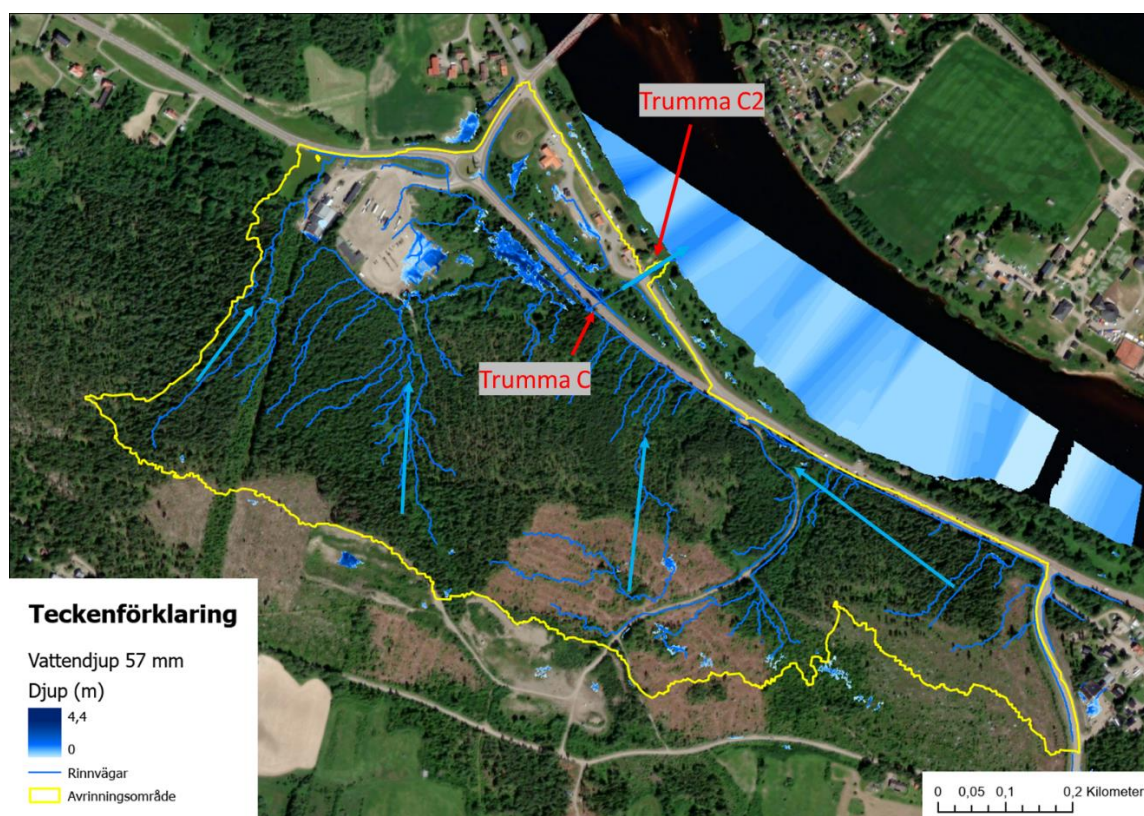
3.6. AVRINNING

Inför skyfallsmodelleringen har en lågpunkts- och rinnvägsanalys genomförts med hjälp av verktyget Scalgo Live (2024). Figur 10 redovisar en avrinningskarta med rinnvägar, avrinningsområde samt lågpunkter som översvämmas vid händelse av ett skyfall av storleken 57 mm. Detta motsvarar volymen av ett 100-årsregn (blockregn med Dahlströms ekvation) med varaktigheten 30 minuter (inkl. en klimatfaktor på 1,25).

Scalgo analyserar höjddata (Lantmäteriet, 2023) för att beräkna riktningen på den ytliga avrinningen samt den ytvattenvolym som uppehåller sig inom lokala lågpunkter. Justeringar av höjddata genomförs av Scalgo

på platser där ex. vattendrag korsar vägar. Justeringar av höjddata har även genomförts manuellt för att ta hänsyn till genomledning av flöden via trummor.

Scalco Live är en så kallad statisk modell och tar inte hänsyn till dynamiska aspekter. Detta innebär att modellen inte redovisar tidsförloppet av en regnhändelse eller hur flöden påverkas av fördröjning i systemet (exempelvis pga. lågpunkter som fylls upp). Scalco Live redovisar därmed inte flöden (l/s alternativt m^3/s) i rinnvägarna eller uppehållstider i lågpunkter. Modellen tar inte hänsyn till vattengångsnivåer och flödesbegränsningar i trummor och diken, trånga sektioner eller Ljusnans vattennivå. Avrinningsområdet redovisat i Figur 10 är ca 0,6 km^2 . Mindre områden som översvämmas förekommer söder om riksväg 83, innan genomledning i trumma C och C2, samt inom grusade ytor vid industriföretagen på Stavsätter Västra. Riktningen på flöden inom avrinningsområdet är generellt från syd/sydvästlig riktning mot Ljusnan.



Figur 10. Avrinningskarta.

4. TIDIGARE GENOMFÖRD ANALYS AV LJUSNAN,

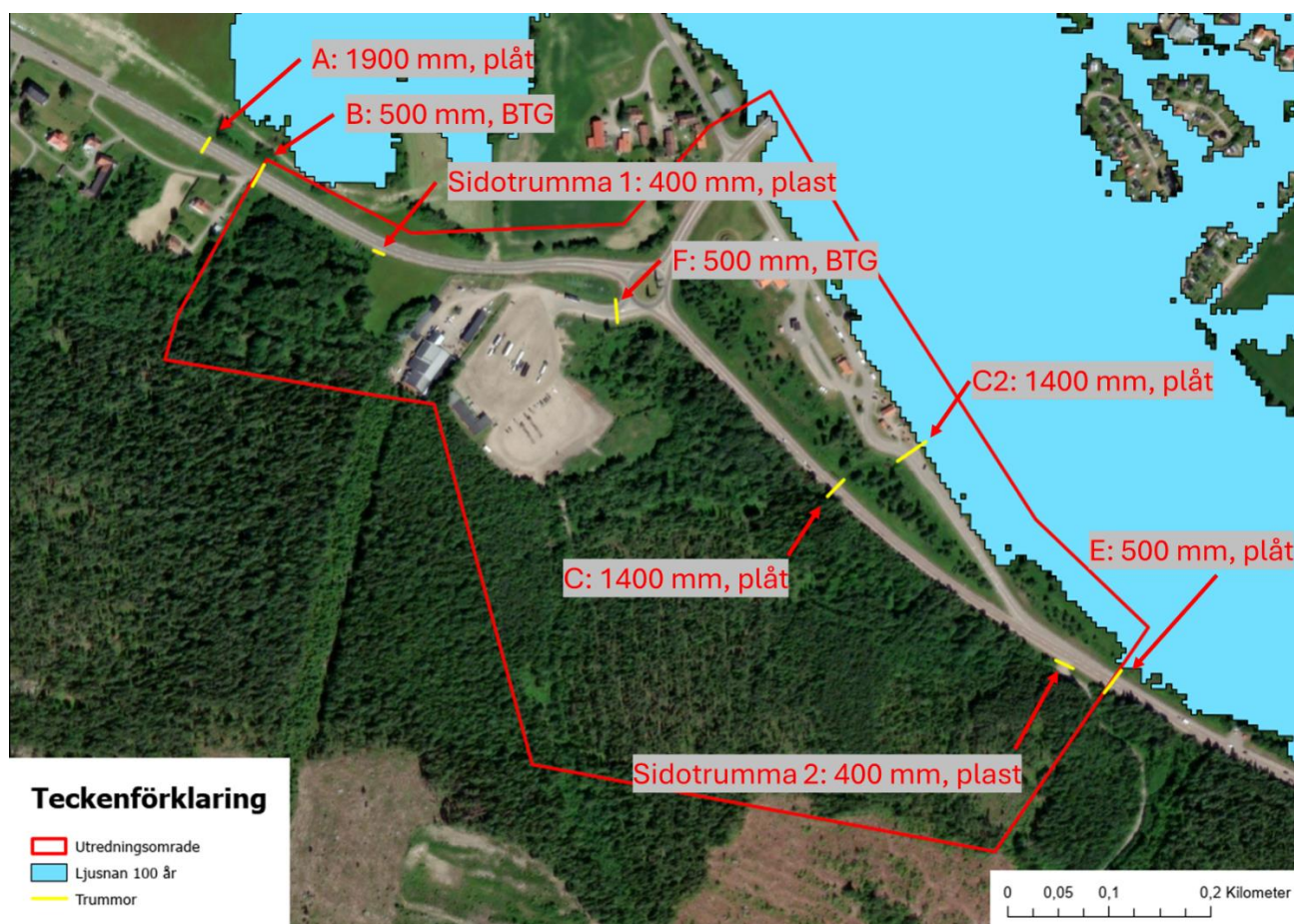
4.1. ÖVERSVÄMNINGSKARTERING

Översvämningskartering för maximalt beräknat vattenstånd samt vattenstånd vid 100-årsflöden i Ljusnan har tidigare framtagits som underlag för samordnad beredskapsplanering avseende dammbrott. Underlaget beskriver konsekvenser av dammbrott (flodvågens utbredning och egenskaper) utan att ta hänsyn till sannolikheten att dammbrott inträffar. Värdena anges i RH70. Qklass 1-scenarierna togs fram enligt metodik i Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar (Svenska Kraftnät, Energiföretagen Sverige, SveMin). Karteringen är framtagen av SWECO på uppdrag av Svenska Kraftnät och Vattenregleringsföretagen (2007).

Vid medelvattenföring (MQ) har Ljusnan i närhet till utredningsområdet en nivå på ca. +124,66 (RH2000), Ljusdals kommun 2024b. Beräknade 100-årsflöden, motsvarar i många fall de nivåer som hittills har uppmätts (SWECO, 2016). Vid beräkning av maxflödet (beräknat högsta flöde (BHF), Qklass 1-flöde) antas det bland annat att vattenföringen i Ljusnan motsvarar 100-årsflödet innan dammbrottet sker. Ett maxflöde (BHF) kallas även för ett 10 000-årsflöde. Detta flöde är avsevärt högre än vad som hittills uppmätts och skulle leda till omfattande översvämningar längs stora delar av Ljusnan.

4.2. PÅVERKAN PÅ PLANOMRÅDE; 100-ÅRSFLÖDEN

Nivåer för 100-årsflöden i Ljusnan presenteras i Figur 11 och Figur 12 som en yta för vattendragets utbredning vid händelse av ett 100-årsflöde (med befintlig och framtida markanvändning). I närhet till utredningsområdet finns ett beräknat vattenstånd på +127,16 m (RH2000) för 100-årsflöde enligt underlag från översvämningskarteringen.



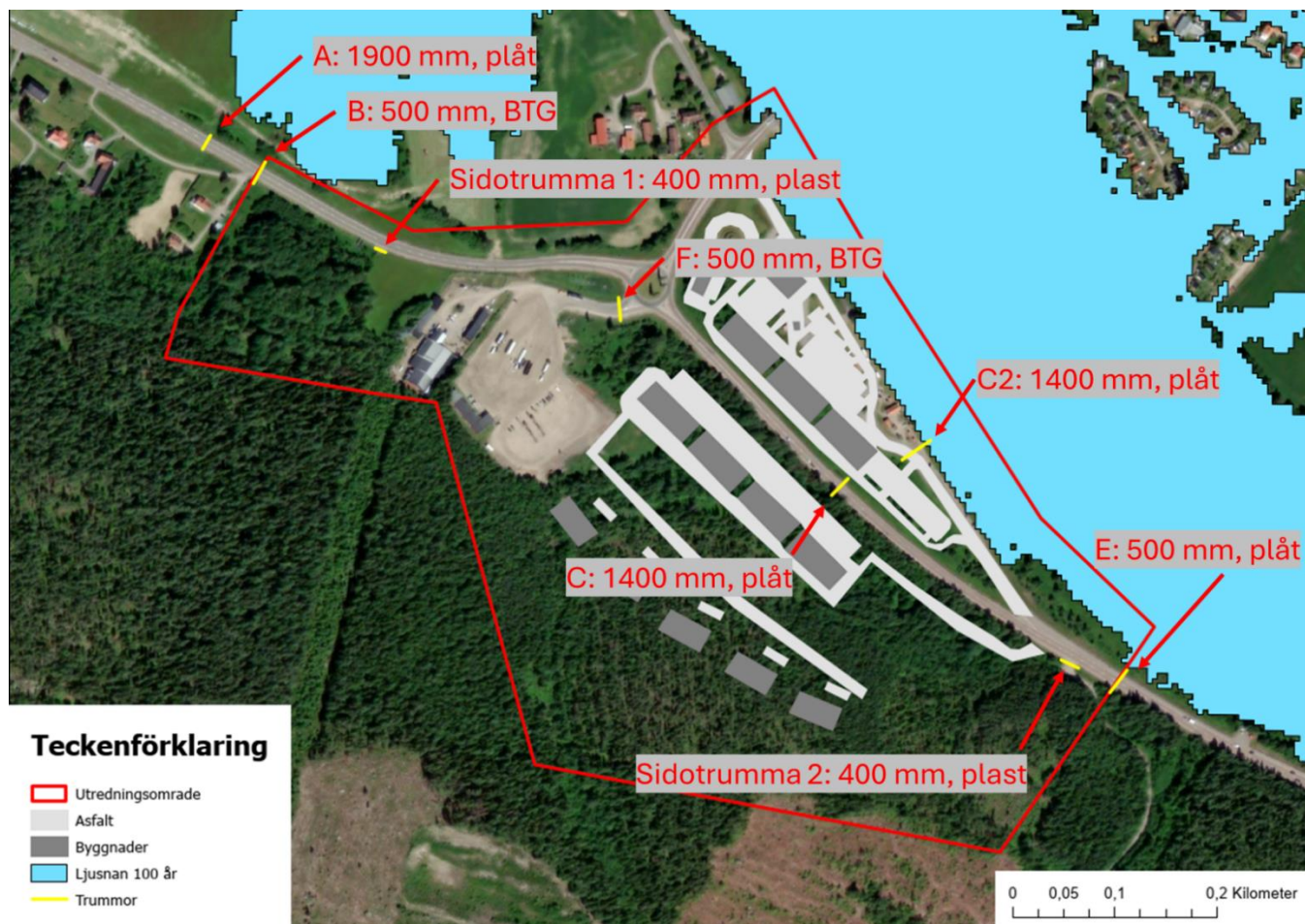
Figur 11. Nivåer vid 100-årsflöde i Ljusnan (befintlig markanvändning) ca. +127,16 (RH2000).

Vid 100-årsflöden kommer nivån i Ljusnan inte överstiga markhöjden längst Stavsätter Järvsövägen (samt markhöjden vid Ljusdals rastplats). Lägsta nivå längst med profilen är ca. +127,9 (RH2000), vid rastplatsen, se Figur 13.

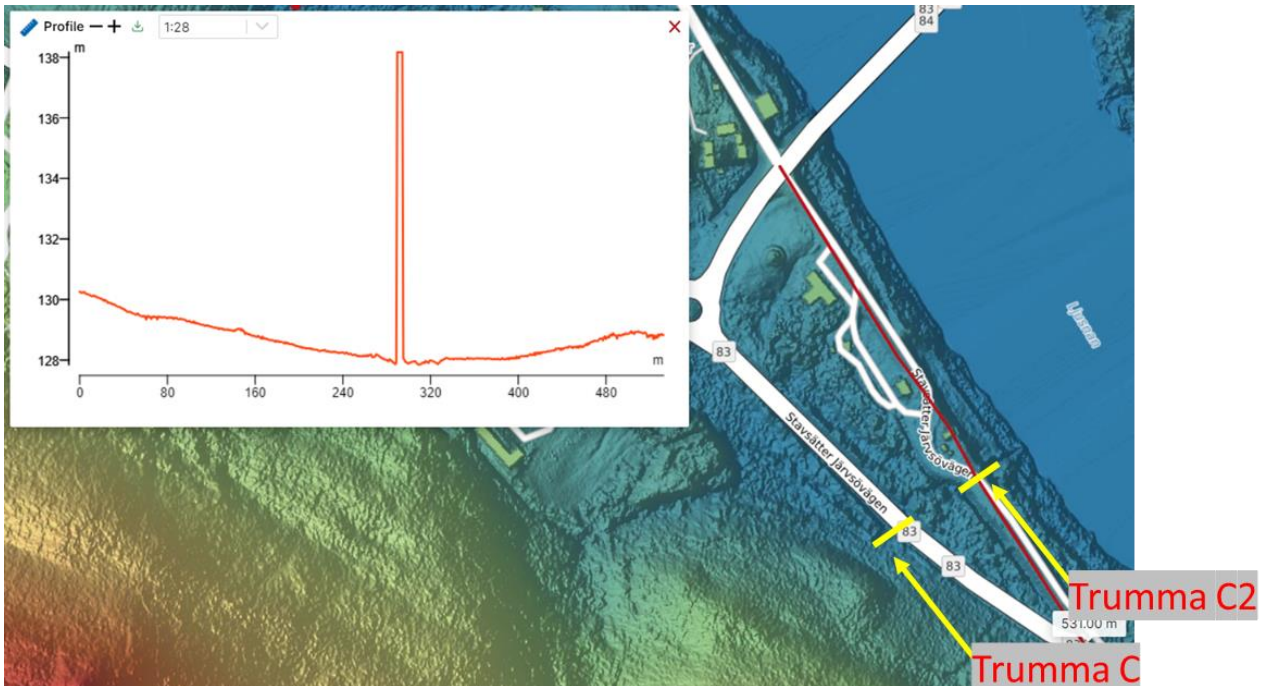
Det noteras att även om den befintliga höjdsättningen av Stavsätter Järvsövägen är erforderlig för byggnader och infrastruktur inte ska riskeras att översvämmas vid händelse av 100-årnivåer i Ljusnan, så förekommer det områden innanför vägen som är lägre än 100-årnivån i Ljusnan (+127,16), se Figur 14.

Detta innebär att det finns en risk att markytan innanför vägen kan delvis översvämmas om befintlig höjdsättning bevaras och vattnet kan rinna in på området via trummor under vägen och vidare till lågpunkter.

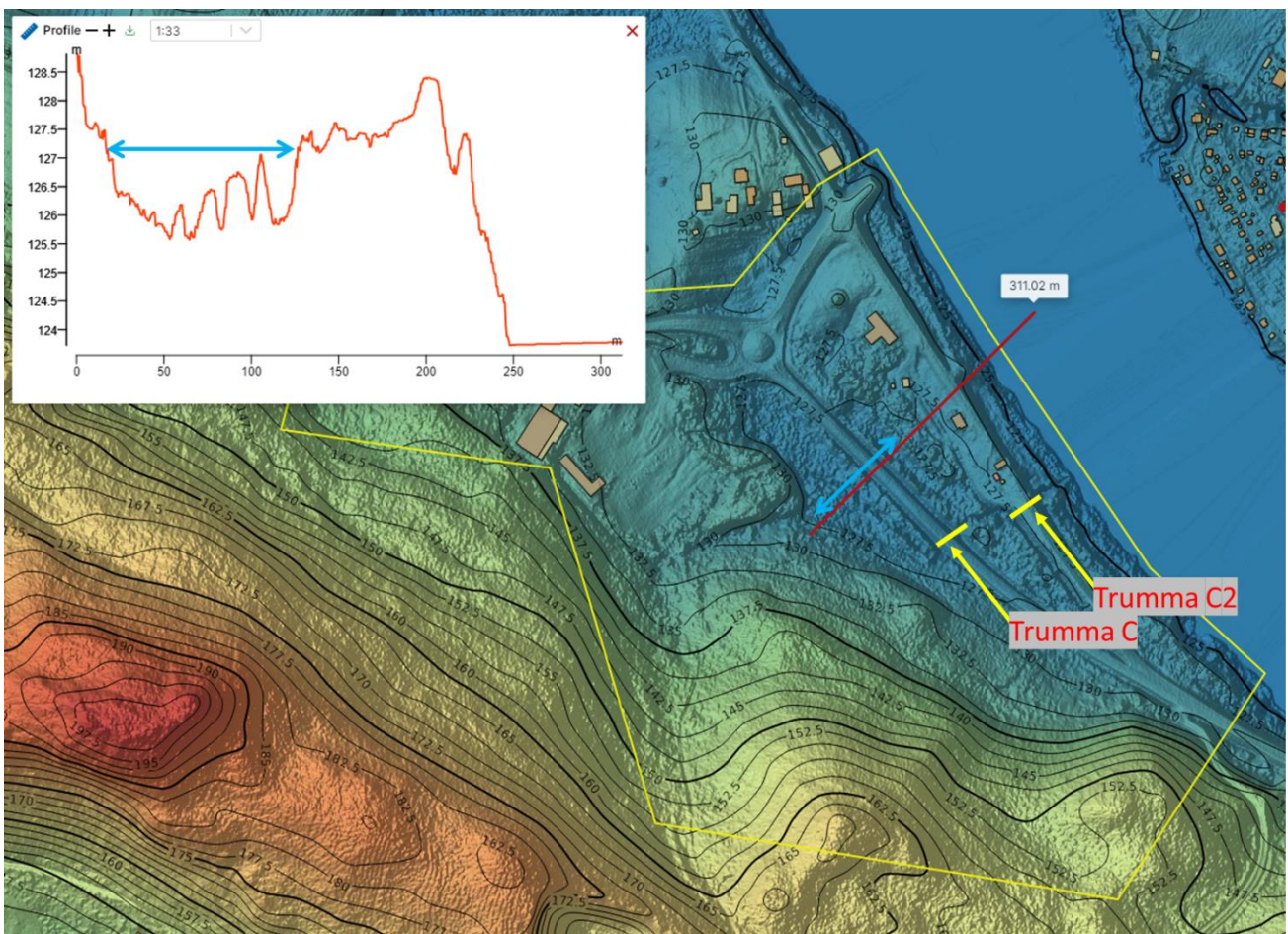
Denna översvämning kommer ha sitt ursprung kring dikesfåran vid trumma C och trumman nedströms C med utlopp till Ljusnan (C2). Figur 15 redovisar blå ytor som motsvarar de markytor vars höjder är lika med eller understiger +127,16 m (RH2000). Eftersom den blå ytan inte är fragmenterad och överlappar dikesfåran för trumma C-C2 går det att anta att hela blåmarkerade ytan kommer översvämmas vid 100-årsflöden i Ljusnan. Även vattengångsnivåerna i både inlopp och utlopp i trumma C och C2 understiger 100-årsnivån, se avsnitt 3.5. Utloppet till trumma E har också en vattengång lägre än +127,16, dock överstiger inloppet denna nivå. Detta innebär att vattnet i trumma E kommer stiga upp i trumman, men inte rinna över på andra sidan av riksväg 83 vid händelse av ett 100-årsflöde i Ljusnan. denna nivå.



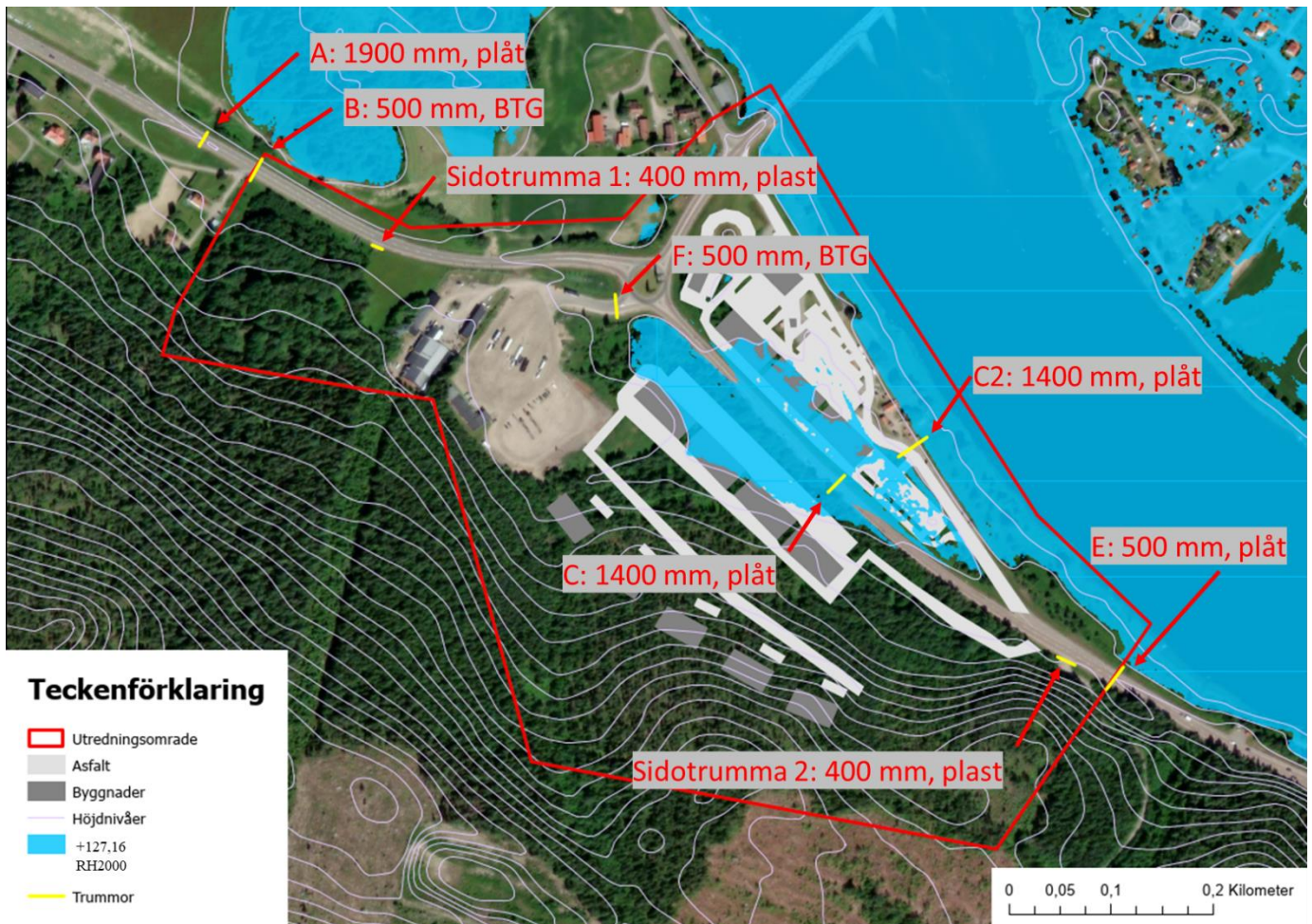
Figur 12. Nivåer vid 100-årsflöde i Ljusnan (inklusive framtida exploatering) ca. +127,16 (RH2000).



Figur 13. Profil över Stavsätter Järvsvägen utifrån Lantmäteriets höjddata, 2023 (Bildkälla: Scalgo, 2024). Nivåtoppen på profilen utgörs av rastplatsens byggnad.



Figur 14. Profil över utredningsområdet utifrån Lantmäteriets höjddata, 2023. Blå pil redovisar sträcka där markytan innanför den dämmande vägen understiger nivån för 100-årsflöden (Bildkälla: Scalgo Live, 2024).



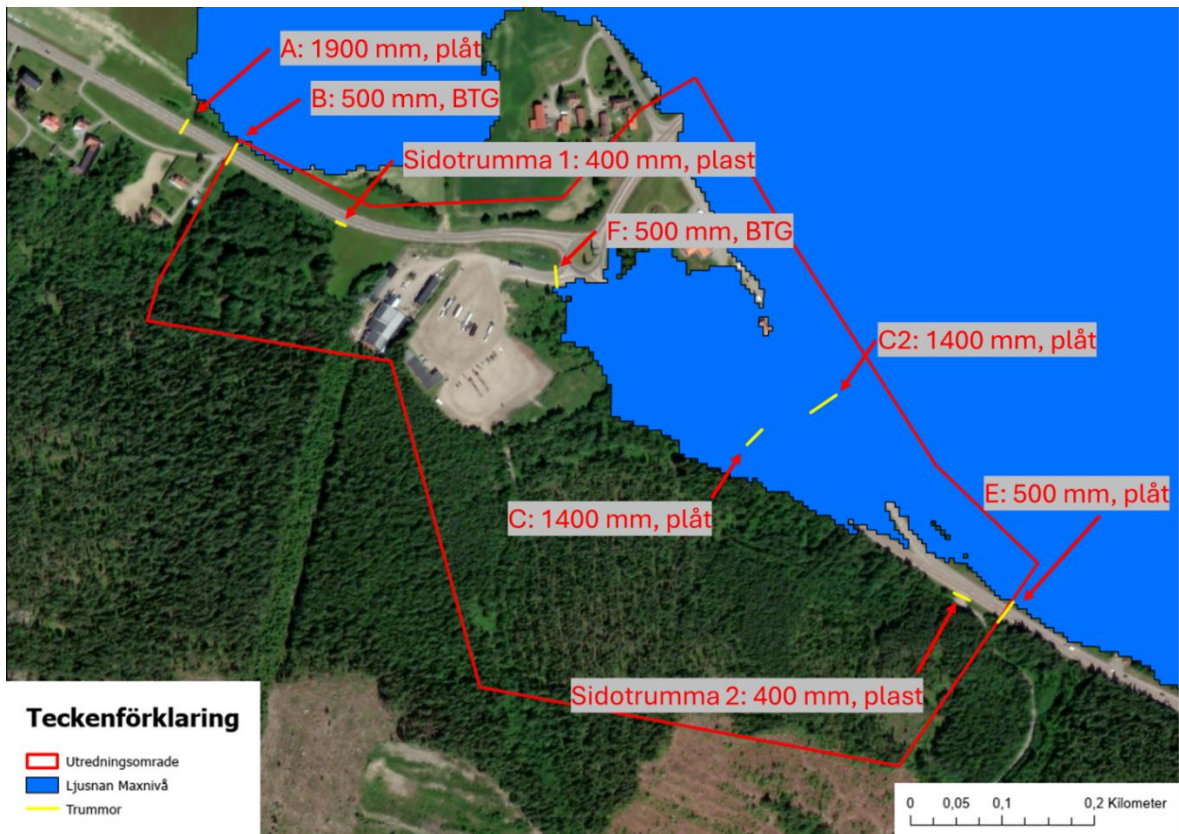
Figur 15. Blå yta redovisar områden där marknivån är eller understiger +127,16 (RH2000). Gula linjer redovisar trumma C och C2.

4.3. PÅVERKAN PÅ PLANOMRÅDE; MAXFLÖDEN

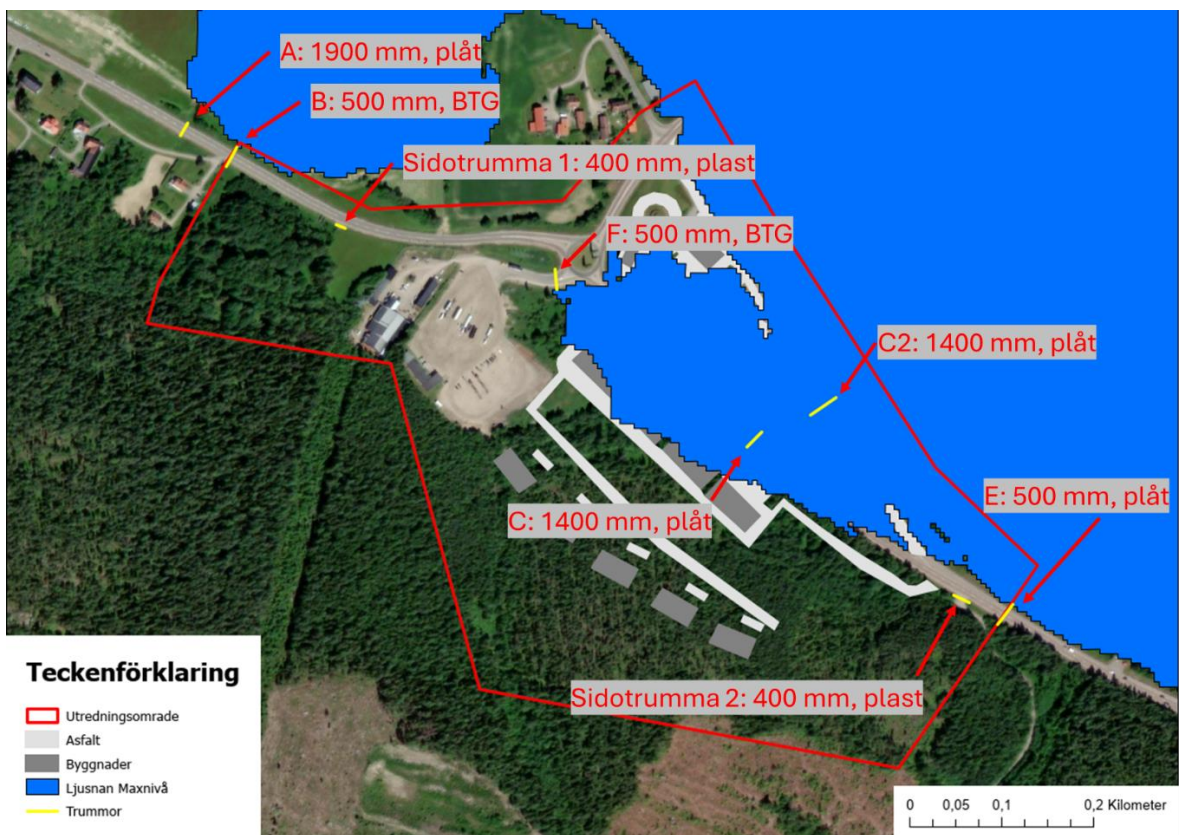
Maxflödesnivåer i Ljusnan presenteras i Figur 16 och Figur 17 som en yta för vattendragets utbredning (med befintlig och framtida markanvändning). I närhet till utredningsområdet finns ett beräknat vattenstånd på +128,2 m (RH2000) för maxflöde enligt underlag från översvämningsskarteringen.

Eftersom nivån överstiger den lägsta nivån på profilen Stavsätter Järvsövägen redovisad i Figur 13 samt nivån på riksväg 83 (vars lägsta nivå är ca. +126,5 (RH2000)) kommer en stor del av planområdet att vara översvämmat vid händelse av maxflöde i Ljusnan, vilket även redovisas i figurerna. Undantag råder för de byggnaderna som är lokaliserade på högre höjd inom Stavsätter Västra-området, se Figur 17.

För trumma A och B har dessa två trummor inlopp med vattengångsnivåer som överstiger maxnivån i Ljusnan. Detta innebär att vatten inte kommer kunna rinna upp på andra sidan av riksväg 83 i de nordvästra delarna av utredningsområdet, se avsnitt 3.5.



Figur 16. Nivåer vid maxflöde i Ljusnan (befintlig markanvändning).



Figur 17. Nivåer vid maxflöde i Ljusnan (inklusive framtida exploatering).

5. MODELLERING

5.1. MODELLUPPBYGGNAD OCH ANTAGANDEN

5.1.1. Modellbeskrivning

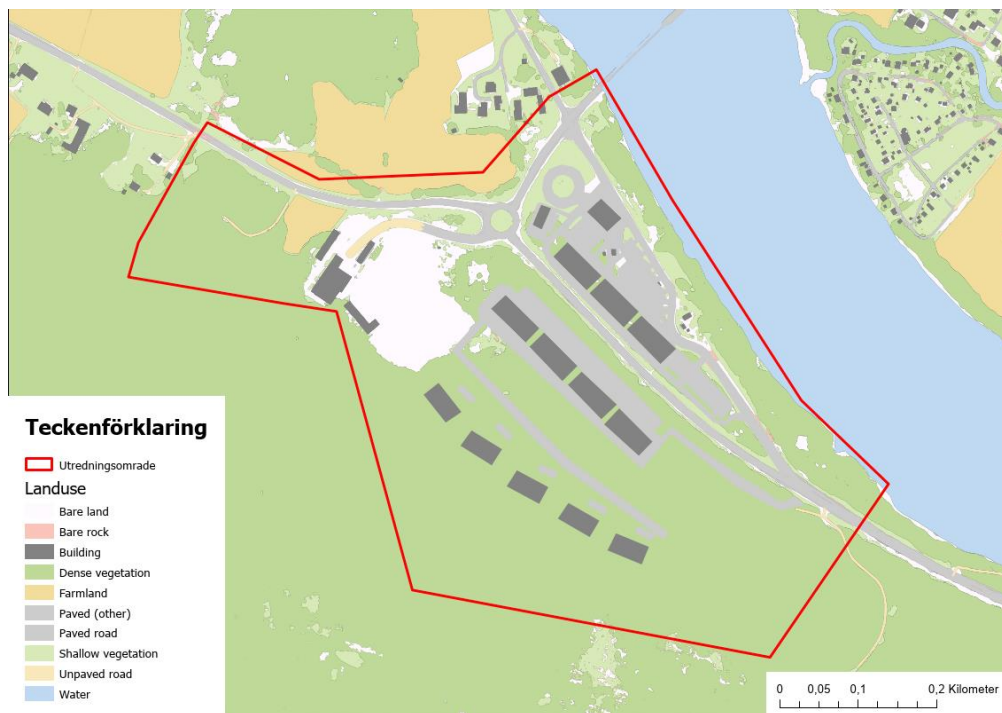
För att studera ett områdes påverkan på lågpunkter, där även tidsaspekten beaktas, behövs en tvådimensionell hydraulisk modellering av flödet. Då studeras vattnets flödesvägar samt hur länge det blir stående. Riskerna kan således kvantifieras på ett sätt som bättre återspeglar verkligheten jämfört med skyfallsanalysen i Scalgo Live (se Figur 10). Med en tvådimensionell hydraulisk modell kan flödet på markytan och resulterande översvämningsutbredning, vattendjup, ytvattenflöden och flödes hastighet beräknas.

Karteringen ger en fysikaliskt korrekt beskrivning av markavrinningen där lågpunkter fylls med vatten från uppströms liggande områden. Regn med olika återkomsttid kan studeras, infiltration på gröna eller andra typer av ytor beskrivs dynamiskt. Hänsyn kan tas till ledningsnätets kapacitet genom ett schablonmässigt avdrag från regnvolymen, dvs att regnet som läggs på modellen minskas för att ta hänsyn till att en del av regnvolymen omhändertas av ledningsnätet (detta har dock inte genomförts för denna modell). Metoden rekommenderas av MSB för skyfallskartering med regn som har en återkomsttid på minst 100 år, och passar för översiktliga studier där områden ska karteras på ett kostnadseffektivt sätt. En 2D-modellering har tagits fram med hjälp av programmet Mike+.

5.1.2. Markanvändning

Indelning av avrinningsområdet i olika markanvändningsområden har genomförts med hjälp av underlag inhämtat från Scalgo Live (2024). De olika markanvändningsområdena presenteras i Figur 18.

Utredningsområdet utgörs främst av tät vegetation, vägar samt mindre andel byggnader och grusade ytor i norra delarna. Utöver detta har asfalterade ytor och byggnader lagts till enligt Figur 5. Detta innebär att modellen redovisar ett framtida scenario där exploateringen (vägar, byggnader och parkeringsytor) har lagts till i den befintliga markanvändningen.



Figur 18. Markanvändning enligt Scalgo Live (Scalgo, 2024).

5.1.3. Höjddata

Indata till terrängmodellen utgår ifrån Lantmäteriets höjddata (2023), vilket har inhämtats från Scalgo Live. Inga justeringar har genomförts för höjdsättningen för att ta hänsyn till framtida exploatering, dock har byggnader lagts in som strukturer som påverkar avrinningen. Justeringar i höjddatan har genomförts för att ta hänsyn till inmätta diken enligt avsnitt 3.5.

5.1.4. Markens råhet (Mannings tal)

Variationer i markens råhet (friktion), uttryckt som Mannings tal, tas i beaktning i skyfallsmodellen för att kunna simulera olika flödes hastigheter över olika typer av ytor. Generellt har släta och hårdgjorda ytor ett högt Mannings tal då vattnet rinner snabbt av ytan. Naturligt råa ytor (t.ex. grönytor och skog) har ett lägre Mannings tal, då vattnet rinner långsamt över dessa. I Tabell 2 redovisas de värden på Mannings tal som har använts för olika typer av markanvändning inom utredningsområdet. Områden för markanvändning presenteras i föregående kapitel. Modellen redovisar ett framtida scenario där exploateringen (vägar, byggnader och parkeringsytor) har lagts till i den befintliga markanvändningen.

Tabell 2. Mannings tal (M) för olika typer av markanvändningar.

Markanvändning	Mannings tal (M)
Barmark	20
Vatten	70
Gles vegetation	20
Tät vegetation	5
Åkermark	20
Grusvägar	20
Asfalterade ytor och vägar	70
Berg i dagen	30
Byggnader	60

5.1.5. Infiltration

Antaganden om markens infiltrationskapacitet är baserade på jordartskarta från SGU, se Figur 7. Tabell 3 redovisar de parametrar som påverkar infiltrationskapaciteten, vilka är infiltrationshastighet för olika typer av jordarter (mm/h), effektiv porositet, mäktighet (jorddjupet, uttryckt i meter), perkolationshastighet (mm/h, för marken under 1 m jorddjup) samt initial vattenmängd (%). Flera av jordartstyperna delar på samma parametervärden och har därav klumpats ihop i Tabell 1. För områden där marken är hårdjord (byggnader alternativt asfalterade vägar och ytor enligt kapitel 3.2) anges en infiltrationshastighet på 0 mm/h. Modellen redovisar ett framtida scenario där exploateringen (vägar, byggnader och parkeringsytor) har lagts till i den befintliga markanvändningen, se avsnitt 5.1.2.

Tabell 3. Infiltrationskapacitet för olika jordarter.

	<i>Infiltrations- hastighet (mm/h)</i>	<i>Perkolations- hastighet (mm/h)</i>	<i>Mäktighet (m)</i>	<i>Porositet (andel)</i>	<i>Initialt vatteninnehåll (%)</i>
Berg	0	0	0	0	0
Fyllning	36	3,6	0,3	0,4	45
Sand och grus	180	36	0,3	0,4	20
Isälvssediment	36	3,6	0,3	0,4	20
Lera och silt	3,6	0,36	0,3	0,4	45
Morän	36	3,6	0,3	0,4	30
Torv	18	1,8	0,3	0,4	40
Vatten	0	0	0	0	100

5.1.6. Regn

Ett 100-årsregn har simulerats för skyfallsmodelleringen (för ett framtida scenario med exploatering). Regnet är ett så kallat CDS-regn med återkomsttider 100 år och beräknas inkludera en klimatafaktor på 25 procent. Regnet har en varaktighet på 6 timmar, och körtiden för simuleringen uppnår 10 timmar, dvs. pågår ytterligare 4 timmar efter att regnet har upphört.

5.1.7. Kalibrering

Kalibrering av modell utförs genom att kalibrera modellens parametrar så att modellresultaten överensstämmer med uppmätta värden. Uppmätta värden kan vara t.ex. uppmätta vattenflöden eller vattennivåer. Då skyfall (i detta fall ett 100-årsregn) uppträder så sällan och ofta är lokala, saknas ofta nederbördsobservationer och mätningar (av t.ex. vattendjup eller översvämningsutbredning) som kan användas till kalibrering av skyfallsmodeller. Kalibrering av extrema regn är därmed sällan möjliga. Ingen kalibrering har genomförts för modelleringen.

5.1.8. Trummor

En inventering på trummor har genomförts av Ljusdals kommun (2024). Läge, inloppsnivå (VG_i), utloppsnivå (VG_u), längd (m) och lutning (%) redovisas i avsnitt 3.5. Samtliga trummor antas i modellen ha god status (dvs. hänsyn tas inte till minskad flödeskapacitet på grund av trummornas status vid inmätningstillfället).

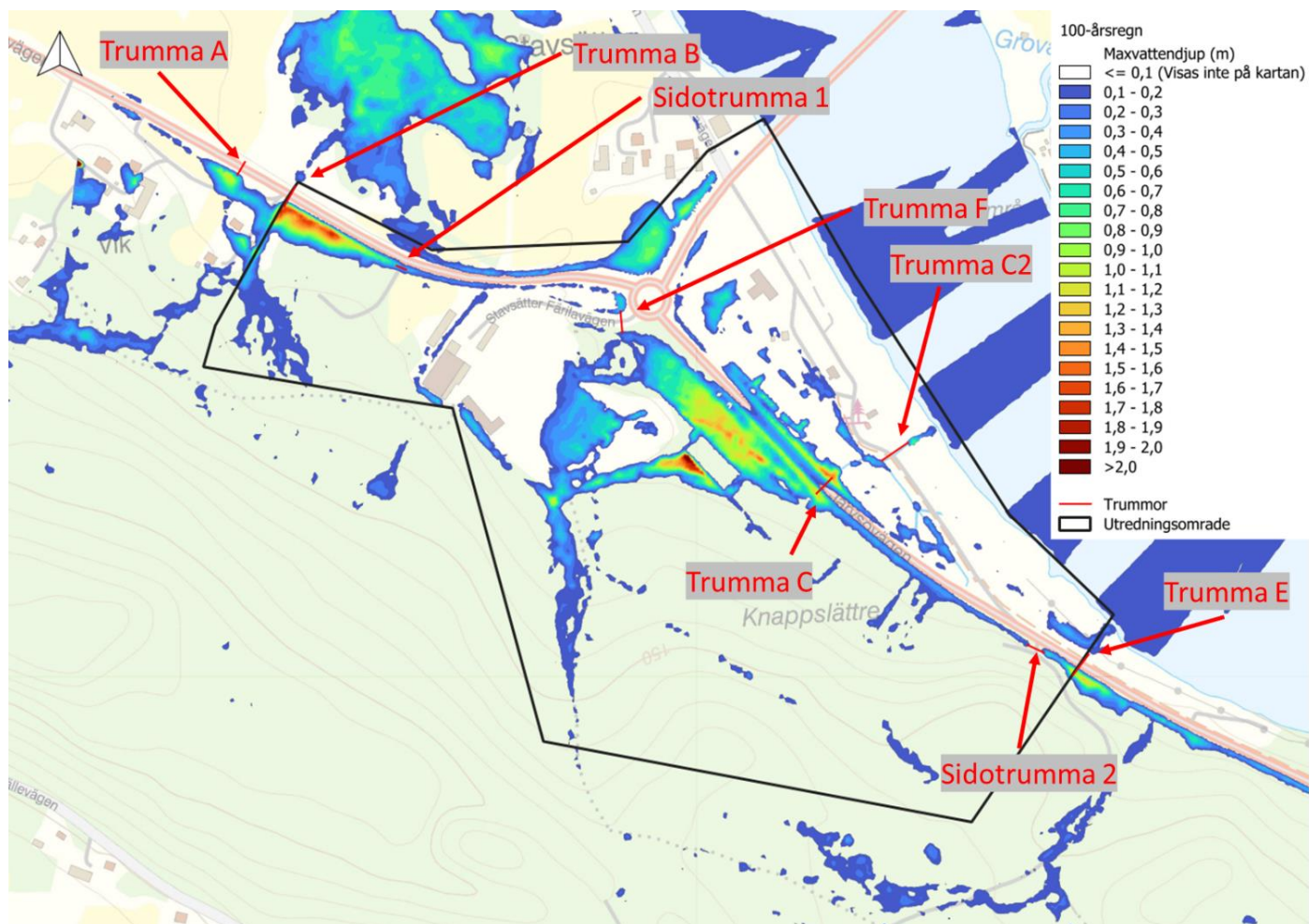
5.2. RESULTAT OCH DISKUSSION AV MODELL: 100-ÅRSREGN

Resultaten av modelleringen redovisas i tre figurer (se Figur 19, Figur 20, Figur 21).

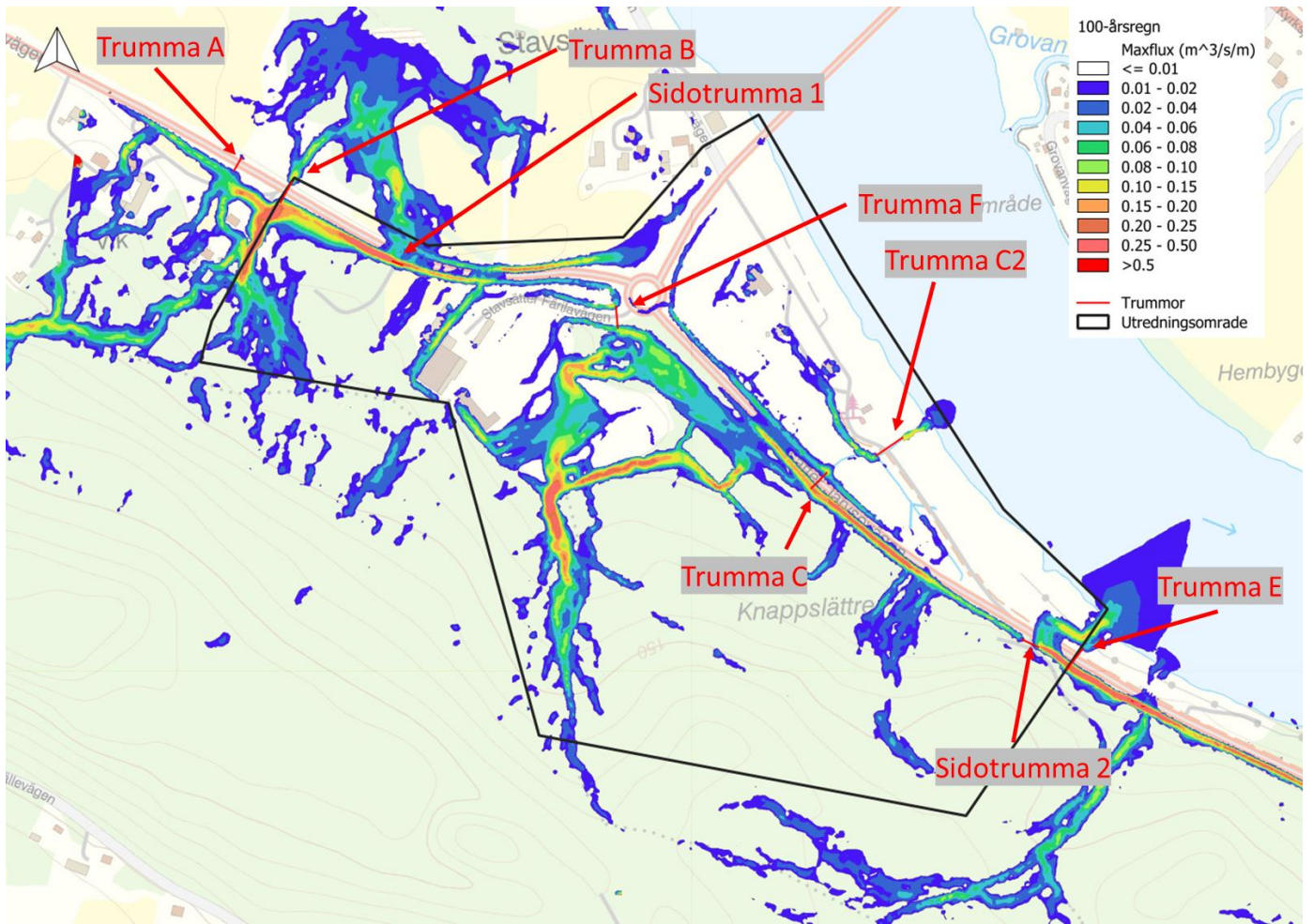
Figurerna redovisar maxvattendjup, maxflux och maxvattenhastighet:

- Maxvattendjup (m): redovisar maximalt djup för ytvatten som uppstår inom hela området under hela simuleringens varaktighet.
- Maximalt flux ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$): redovisar maximalt flux för ytvattnet som uppstår inom hela området under hela simuleringens varaktighet. Flux är ett mått på volymen vatten som flödar över en area på en viss tid. Ett flöde som har låg hastighet och stort djup kan ha samma flux som ett flöde med hög hastighet och litet djup.
- Maxvattenhastighet (m/s): redovisar maximal vattenhastighet för ytvatten som uppstår inom hela området under hela simuleringens varaktighet.

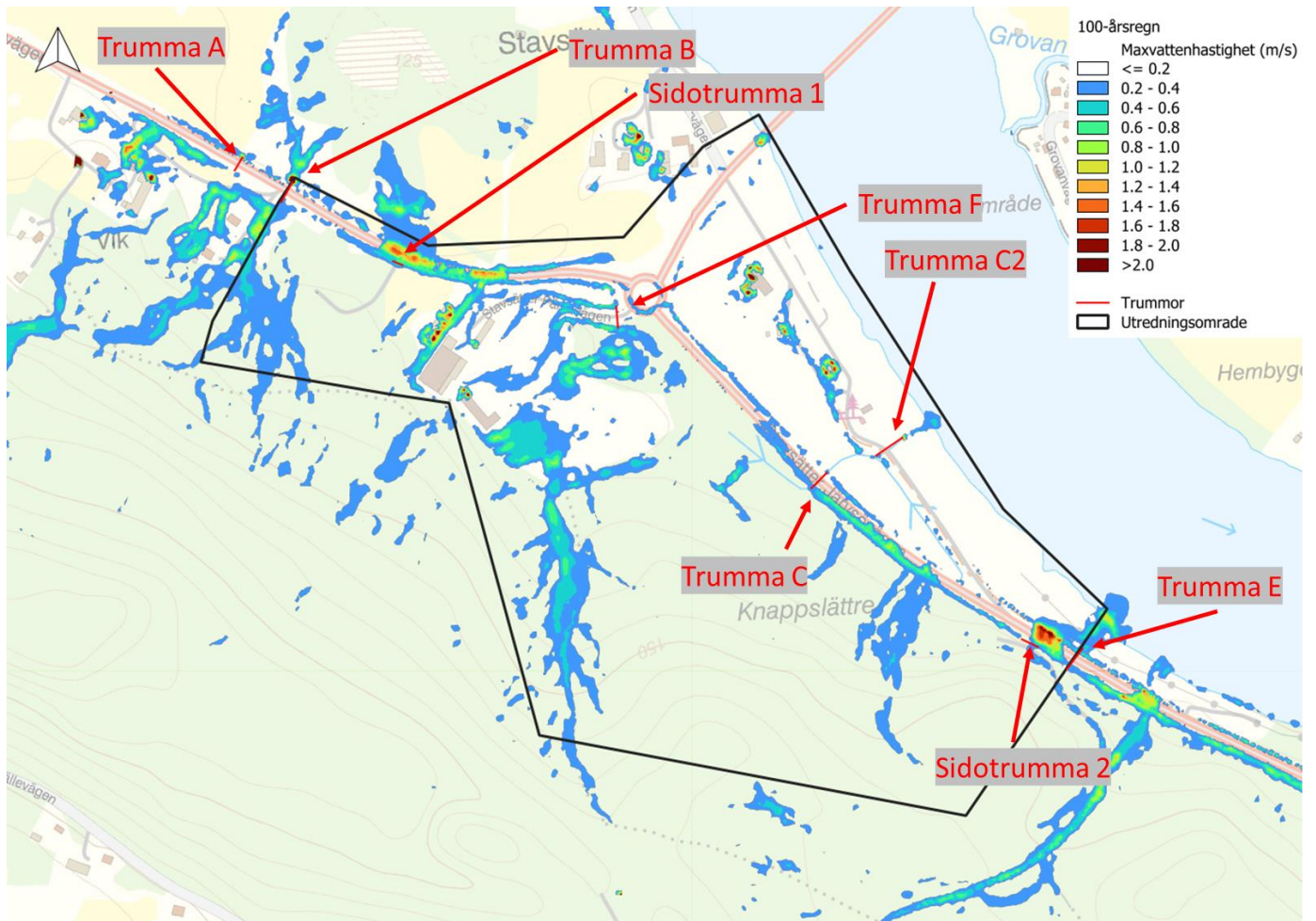
I Figur 22 redovisas identifierade översvåmningsområden A-C samt planerad bebyggelse. I Figur 26 redovisas avrinningsområden och rinnvägar inom utredningsområdet. Högre maxflux och maxhastigheter, se Figur 20 och Figur 21., uppnås vid befintliga rinnstråk (se Figur 10).



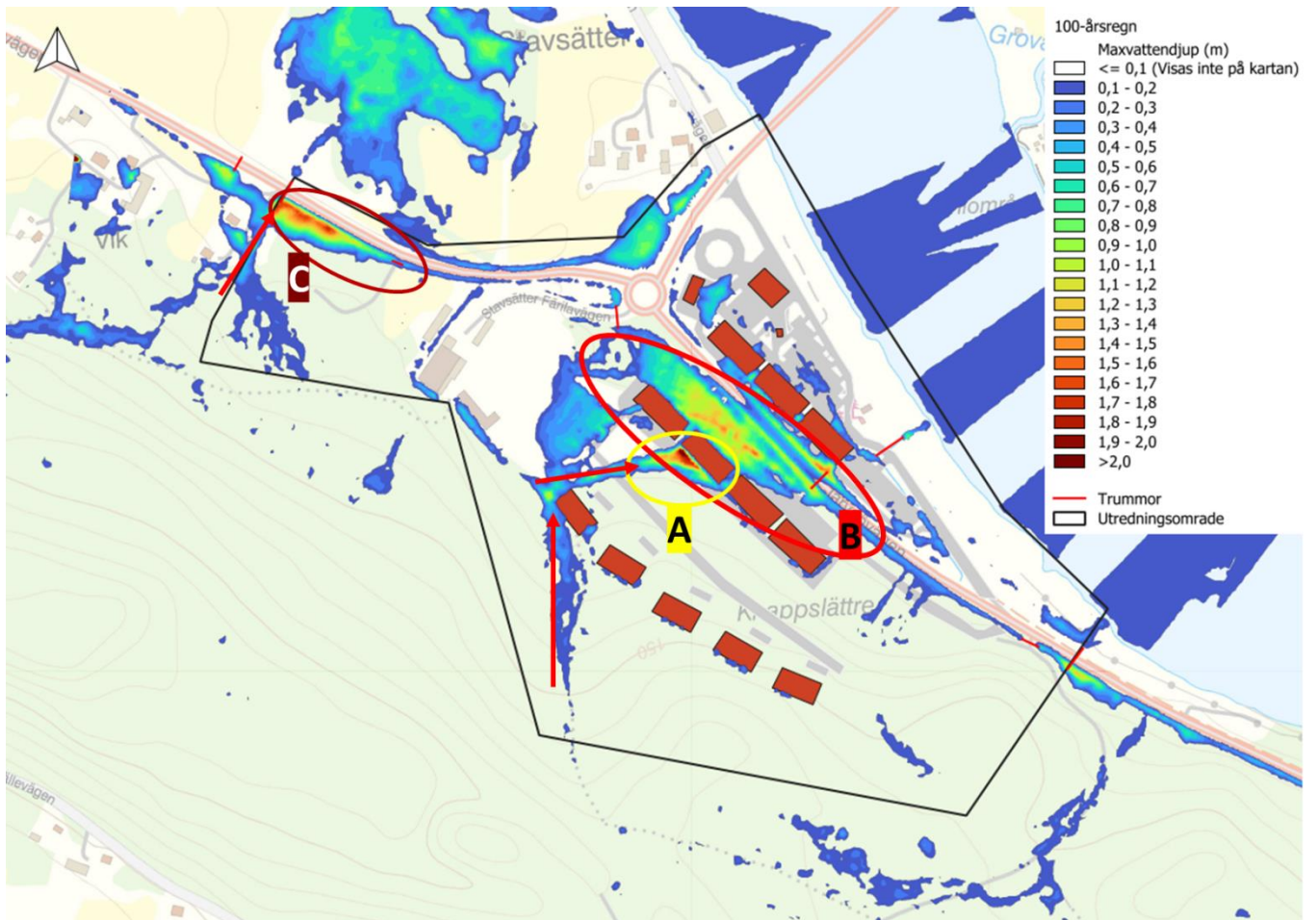
Figur 19. Maxvattendjup (m) vid ett framtida 100-årsregn (inklusive klimattfaktor 1,25).



Figur 20. Maxflux (m³/s/m) vid ett framtida 100-årsregn (inklusive klimattfaktor 1,25).



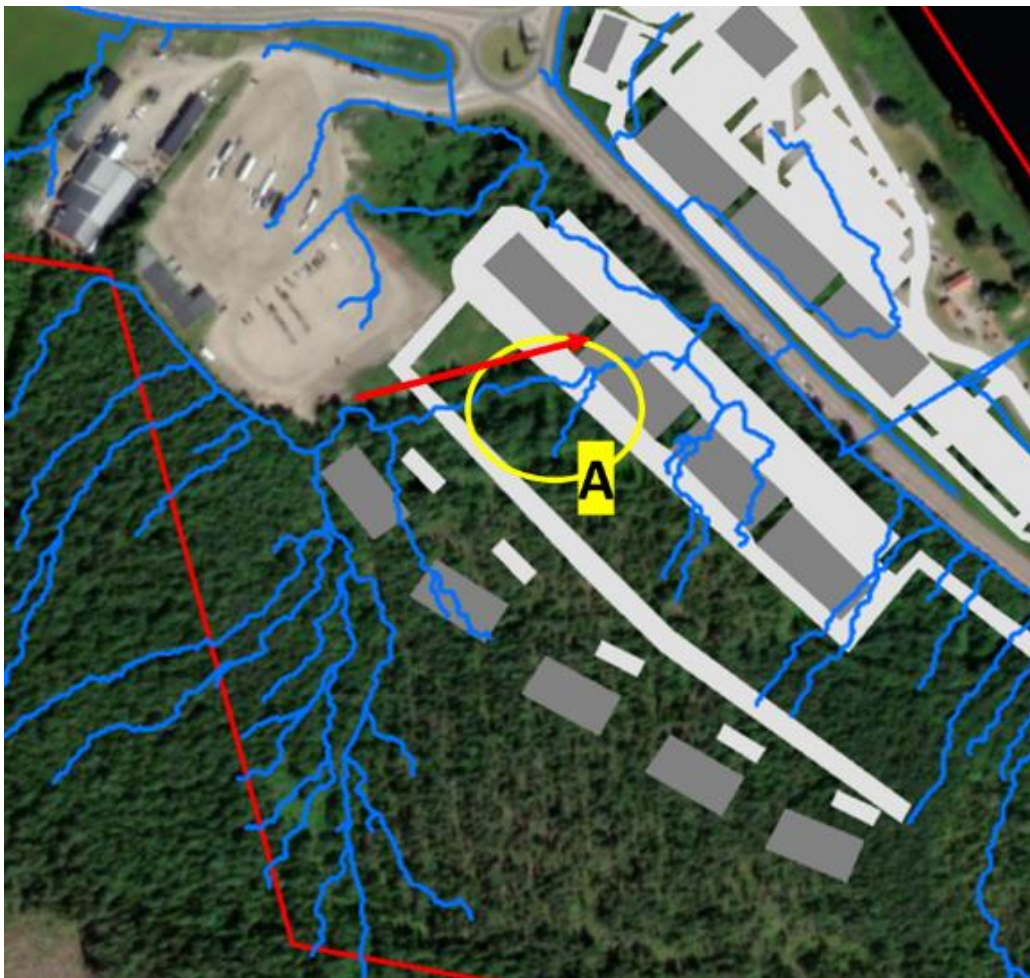
Figur 21. Maxvattenhastighet (m/s) vid ett framtida 100-årsregn (inklusive klimattfaktor 1,25).



Figur 22. Maxvattendjup (m) vid ett framtida 100-årsregn (inklusive klimatfaktor 1,25), identifierade översvämningsområden A-C samt planerad bebyggelse. Rinnvägar redovisas som röda pilar.

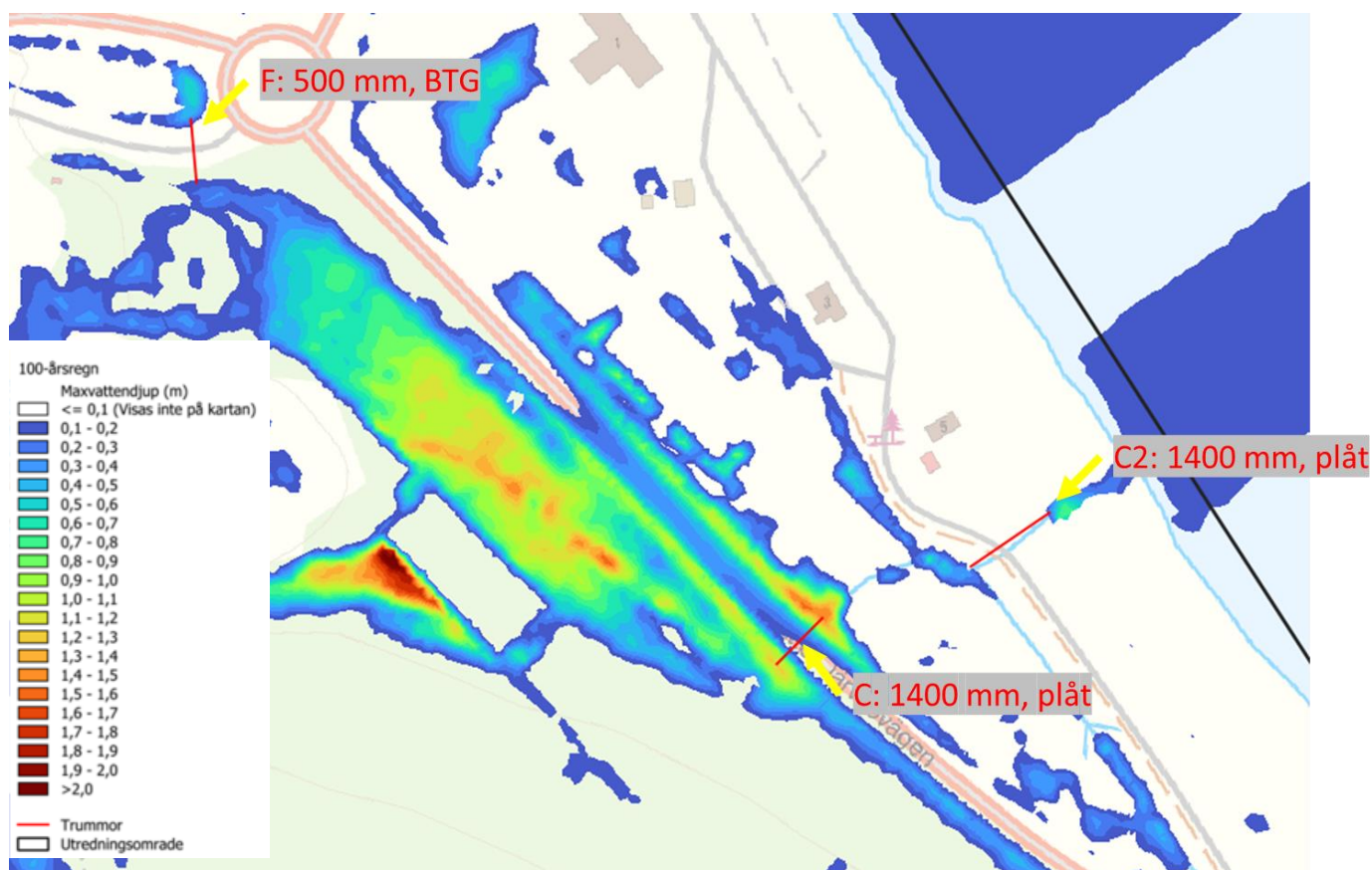
Område A-C redovisas i detalj nedan:

A: Uppströms om en av byggnaderna som är lokaliserade närmst riksväg 83 på västra sidan förekommer en instängd lågpunkt. Detta beror på att byggnaden är placerad i en befintlig rinnväg, se figuren nedan. Detta kan justeras med höjdsättning av mark och omledning av rinnvägen (ex. i dike) så att denna rinner längst den nya vägen ned till trumma C. Avledning i diken redovisas i Figur 32 i avsnitt 6.2. Detta noteras även uppströms om A (se röda rinnpilar i Figur 22), där nya byggnader korsar befintliga rinnvägar.



Figur 23. Befintliga rinnvägar redovisade som blåa linjer (riktning på flöde markerad med röd pil). Byggnader är placerade i rinnvägar vilket leder till att område A blir en instängd lågpunkt.

B: Område B utgör den största översvämningssytan inom området. Detta bedöms främst bero på att de inmätta nivåerna i trumma C och C2 (se avsnitt 3.5) är under Ljusnans vattennivå vid medelvattenföring (MQ), samt på grund av att det förekommer ett bakfall mellan trumma C och C2, då nivån på dikesbotten mellan dessa trummor samt inloppsnyvån till C2 överstiger utloppsnyvån till trumma C, se avsnitt 3.5. Konsekvensen av detta blir att flödet trycks tillbaka uppströms om riksväg 83 och området sydväst och nordöst om vägen blir en instängd lågpunkt, se Figur 24. Till denna trumma C leds största delen av avrinningen inom modellområdet. Utifrån trum- och dikesinventeringen, Ljusnans vattennivåer samt översvämningshistorik i området, bedöms kapaciteten att i dagsläget avleda flöden via C och C2 med tillhörande diken som begränsad, se avsnitt 3.5. I dagsläget har detta avrinningsområde inte erforderlig avledning av dagvatten- eller skyfallsflöden till Ljusnan vilket medför de stora översvämningssytorna vid riksväg 83. Denna översvämningssytematik bedöms därmed inte utgöra en konsekvens av exploateringen.

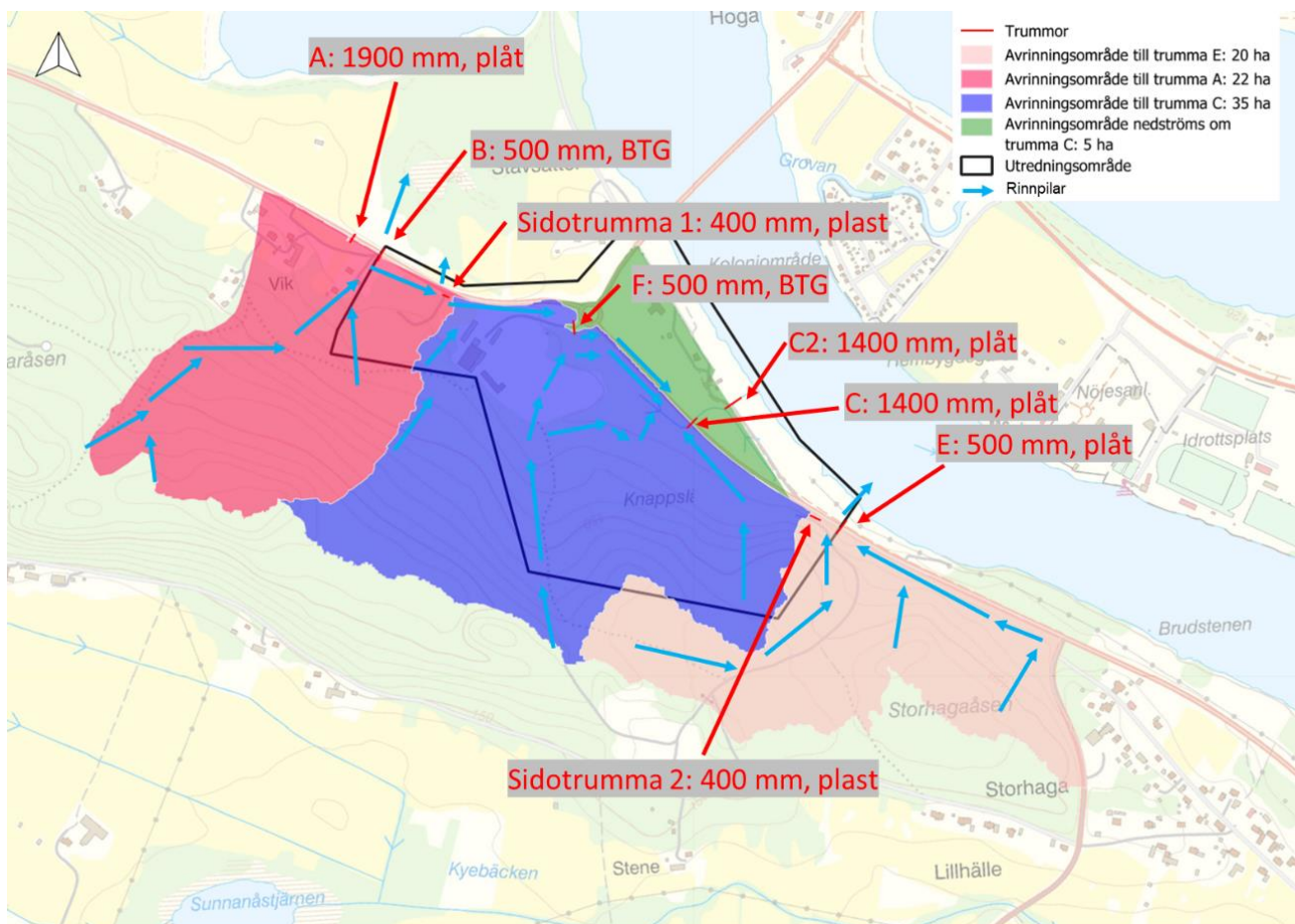


Figur 24. Översvämningssytematik B. Figuren redovisar ett maxvattendjup vid ett 100-årsregn (inklusive klimatfaktor 1,25).

C: Vid trumma B förekommer en översvämningssyta som uppstår när kapaciteten i trumman överskrids, se Figur 25. Enligt modellen når inte flödet fram till den större trumman A (1900 mm). Detta flöde rinner istället vidare österut, där en del av flödet passerar igenom trumma B (500 mm). Resterande flöde rinner längst med och över riksväg 83. En del av flödet når även fram till Stavsätter Västra och belastar översvämningssområde B.



Figur 25. Översvämningssområde C som bildas uppströms om trumma B. Maxvattendjup vid ett framtida 100-årsregn (inklusive klimatfaktor på 1,25). Rinnvägar är redovisade som röda pilar.



Figur 26. Avrinningsområden till Trumma A/B, C och E (blått område, 35 ha) samt nedströms om trumma C. Rinnvägar söder om trumma C omdirigeras av planerade byggnader.

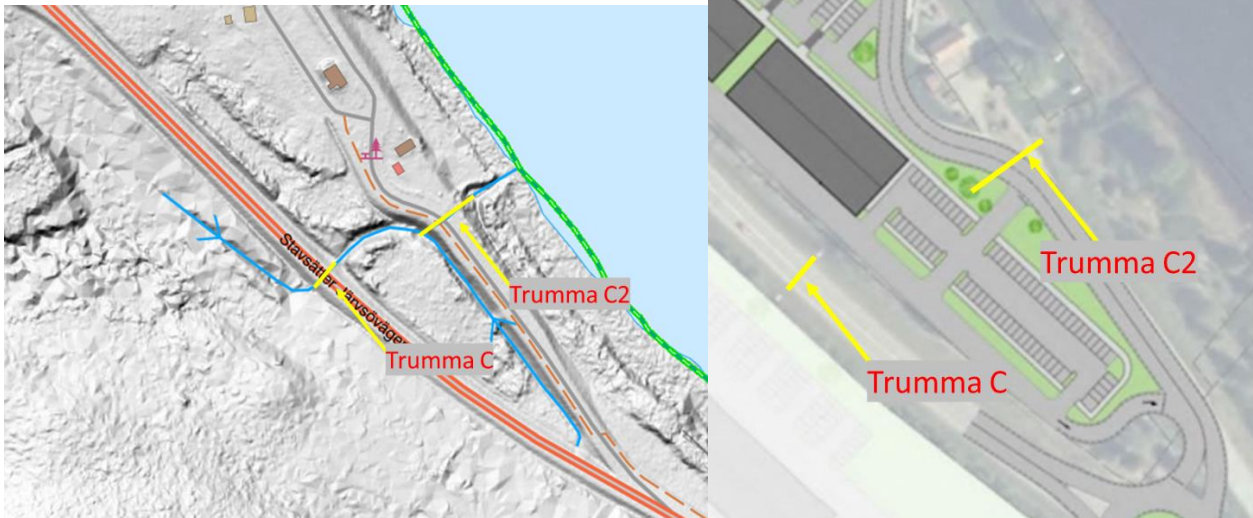
I Figur 26 redovisas avrinningsområden som påverkar utredningsområdet. Avrinningsområdet till trumma C är 35 ha. Dock kommer avrinningsområden till trumma A/B och E (mörk- respektive ljusrosa) att påverka flödet som rinner mot trumma C vid stora regnhändelser eftersom kapaciteten i dessa trummor är begränsade.

6. ANALYS OCH ÅTGÄRDER

Modelleringen utgår ifrån befintlig höjdsättning. Utifrån skissen över Stavsätter Östra i Figur 3 noteras det att det som idag utgör dikesfåran (nedströms om trumma C samt via utloppstrumman, C2, till Ljusnan) enligt skissen planeras att exploateras, se Figur 27. Genomledningen av denna rinnväg är väsentlig för hanteringen av skyfall inom utredningsområdet, då denna leder igenom en stor del av naturmarksflödet som uppstår här. Utifrån trum- och dikesinventeringen, Ljusnans vattennivåer samt översvämningshistorik i området, bedöms kapaciteten att i dagsläget avleda flöden via C och C2 med tillhörande diken som begränsad, se avsnitt 3.5 och 5.2. Följande lösningar är möjliga att genomföra:

Åtgärd 1A: Kulvertering. En kulvertering anläggs från inloppet av trumma C till utloppet av trumma C2. Kulverteringens höjdsättning måste anpassas till Ljusnans vattennivå vid medelvattenflöde (MQ, +124,66 m).

Åtgärd 1B: Ytlig avledning med placering av trummor så som idag. Åtgärder för att justera befintliga nivåer i trummor och dikesbotten så att dessa är anpassade till Ljusnans vattennivå vid medelvattenflöde (+124,66 m) samt att vattnet kan rinna från trumma C till C2 utan bakfall. Exploateringen anpassas så att utrymme ges till diket.



Figur 27. Tv: Utklipp från Skogsstyrelsens kartunderlag Skogens Pärlor (Skogsstyrelsen, 2024) med trumma C och C2 markerad i gult. Th: Skiss på planerad exploatering (Ljusdals kommun, 2024-01-18).

Följande svårigheter har identifierats med **Åtgärd 1A** (kulvertering av trumma C-C2). Redan idag är trumma C förlagt relativt ytligt, se Figur 28. Nivån på vattengången vid inlopp, respektive utlopp är +124,45 och +124,29 m, vilket understiger nivån vid medelvattenflöde i Ljusnan (MQ +124,66 m). Ska befintlig flödeskapacitet i trumman bibehållas vid kulvertering (vid val av samma dimension 1400 mm) ska en antagen lutning på 0,7 % uppnås på ca 116 m lång kulvertering. Antas nivån på vattengången vid inloppet (trumma C) bevaras, resulterar detta i en utloppsnivå på +123,64 vid Ljusnan, vilket understiger medelnivån i Ljusnan med ca 1 m.

Anläggs kulverteringen med en mindre lutning kräver detta att trumman dimensioneras upp för att kompensera för kapacitetsförlusten, vilket kan vara svårt att rymma under vägen. Även parallella trummor kan anläggas. Konsekvenserna av att anlägga en större trumma eller höja inloppsnivån i samma lokalisering som trumma C, kan bli att sträckan för riksväg 83 mellan Stavsätter Västra och Östra kommer att behöva justeras (höjas) i samband med plangenomföranden. Det ska även noteras att även om riksväg 83 höjs för att möjliggöra en större dimension och högre nivåer för vattengång, kommer kulverteringen kräva erforderlig höjdsättning av marknivåer inom Stavsätter Östra så att minsta fyllnadshöjd över trumman uppnås. Det bör även utredas om en omläggning av trummor skulle kräva anmälan eller tillstånd för vattenverksamhet. Detta gäller för båda åtgärdsalternativen **1A** eller **1B** (kulvertering eller ytlig avledning).

Väljs **Åtgärd 1B** (ytlig avledning mellan trumma C-C2) har befintlig problematik identifierats i nivåer för in- och utlopp samt dikesbotten, se avsnitt 3.5 och 5.2. Nivån på vattengången vid inlopp, respektive utlopp i trumma C är +124,45 och +124,29 m, vilket understiger nivån för medelvattenflöde i Ljusnan (MQ +124,66 m). Åtgärder för att utredningsområdet ska erhålla en erforderlig avledning för dagvatten- och skyfallsflöden är av stor vikt inför planering av exploatering. Anläggning av nya parallella trummor vid trumma C medför en möjlighet att lyfta inloppsnivån så att denna höjs över vattennivån för medelvattenföring i Ljusnan, utan att

riksväg 83 behöver höjas. Detta alternativ behöver dock utredas vidare. Även för denna **Åtgärd 1B** (ytlig avledning trumma C-C2) finns därmed en risk för att riksväg 83 måste höjas.



Figur 28. Trumma C (Bildkälla: Google Maps).

Eftersom planen är i ett tidigt skede, finns det inte erforderligt underlag att uppskatta omfattning och kostnad på dessa åtgärder. Eftersom det finns ett mindre komplext alternativ, som har bättre förutsättningar att inte medföra lika stora kostnader (men påverkar hur mycket mark som kan exploateras), rekommenderas genomledning av detta flöde genomföras enligt **Åtgärd 1B** (ytlig avledning mellan trumma C-C2), förutsatt att den befintliga problematiken kring avledning med självfall via trumma C och C2 kan åtgärdas. **Åtgärd 1A** (kulvertering av trumma C-C2) och **Åtgärd 1B** (ytlig avledning mellan trumma C-C2) utgör ej åtgärder för att hantera skyfallsvolymer eller höga vattennivåer i Ljusnan vid framtida exploatering, utan är en förutsättning för att området ska ha möjlighet till att avleda ytvatten från utredningsområdet. Dessa utgör därmed en grundläggande åtgärd för att möjliggöra att området ska kunna exploateras utan befintlig risk för översvämningar.

6.1. LJUSNANS NIVÅER

Vid analys av Ljusnans nivåer vid 100-årsflöden, respektive maxflöden (se avsnitt 4) framgick det att utredningsområdet befintliga marknivåer längst Stavsätter Järvsövägen överstiger de nivåer som uppstår vid ett 100-årsflöde i Ljusnan. Dock kan vatten från Ljusnan rinna in på området via trummor lokaliserade under vägen (trumma C, C2). Trummor som riskerar att leda in vatten från Ljusnan in på planområdet kan förses med flödesstopp (**Åtgärd 2A**: flödesstopp till trummor). Flödesstopp kan utformas exempelvis som skjutspjällsventiler med manuell styrning. Anläggs trummor med flödesstopp kommer dock inget dagvatten kunna ledas ut från området om det samtidigt skulle regna som det är höga nivåer i Ljusnan.

För att åtgärda detta måste följande kunna genomföras vid en dimensionerande regnhändelse:

Åtgärd 2A₁: Allt dagvatten samlas upp ytligt och därefter avledas när nivåerna i Ljusnan återgår till normala.

Åtgärd 2A₂: Tillfällig pumpning av dagvatten ut till Ljusnan.

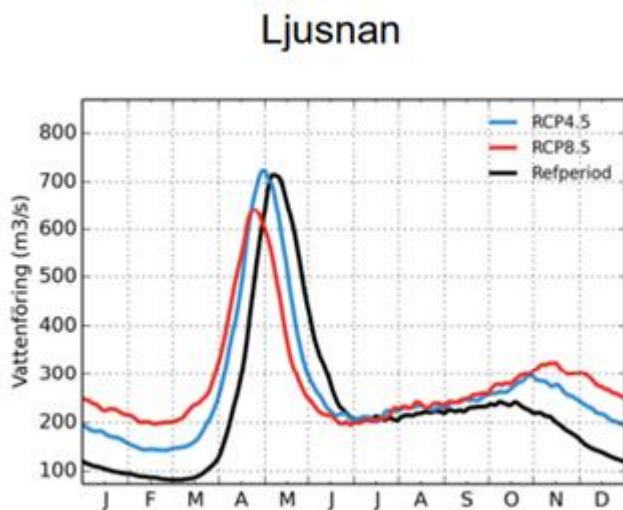
Höglödessituationer är vanligen säsongsbundna. Höga flöden i vattendrag är vanliga i samband med vårfloren i norra och mellersta Sverige. I södra Sverige är det i stället vanligt under senhösten och vintern i samband med perioder om veckor med lågtrycksbetonat väder. Perioder med höga flöden som orsakar översvämningar varar normalt från ett fåtal dagar till flera veckor. Ett litet vattendrag har mer frekventa variationer i flödet än ett stort och reagerar snabbt på förändrad tillrinning. Stora vattendrag är trögare av sin natur men kan i gengäld påverka mycket stora områden långt från där nederbörd eller snösmältning skett (SMHI,2024).

Skyfall inträffar oftast under sommarhalvåret. En sen vårflood i norra och mellersta Sverige kan innebära att höga flöden skulle kunna sammanfalla med skyfallssäsongen. Extrema förhållanden med långvarigt regn som följs av lokala skyfall kan inträffa (ex. stormen Hans 2023). Ett dammbrott är inte relaterat till säsong.

Sannolikheten att skyfall samt höga nivåer i Ljusnan kommer inträffa samtidigt till följd av att högflödessäsongen förändras med framtida klimatförändringar har också utretts.

I grafen i Figur 29 redovisas hur tillrinningen (och därmed vattenföringen) under året kan komma att ändras till Ljusnan för nuläges- respektive RCP-scenarion. Grafen är inhämtad från Klimatologirapport nr. 36 (Framtidsklimat i Gävleborgs län – enligt RCP-scenarier; SMHI, 2015). Grafen beskriver ett likadant årstidsförlopp som tidigare för Ljusnan, med en lite tidigare vårlödestopp och högre vinter/höstflöden. Tillrinningen på sommaren (då flest skyfall inträffar) påverkas inte så mycket.

Eftersom skyfall främst inträffar på sommarhalvåret (då låga nivåer förväntas i Ljusnan) bör pumparna och tillfälliga ytor för uppsamling av dagvatten inte dimensioneras efter skyfallssituationer, då sannolikheten att 100-årsnivåer i Ljusnan inträffar samtidigt som ett 100-årsregn bedöms som låga.



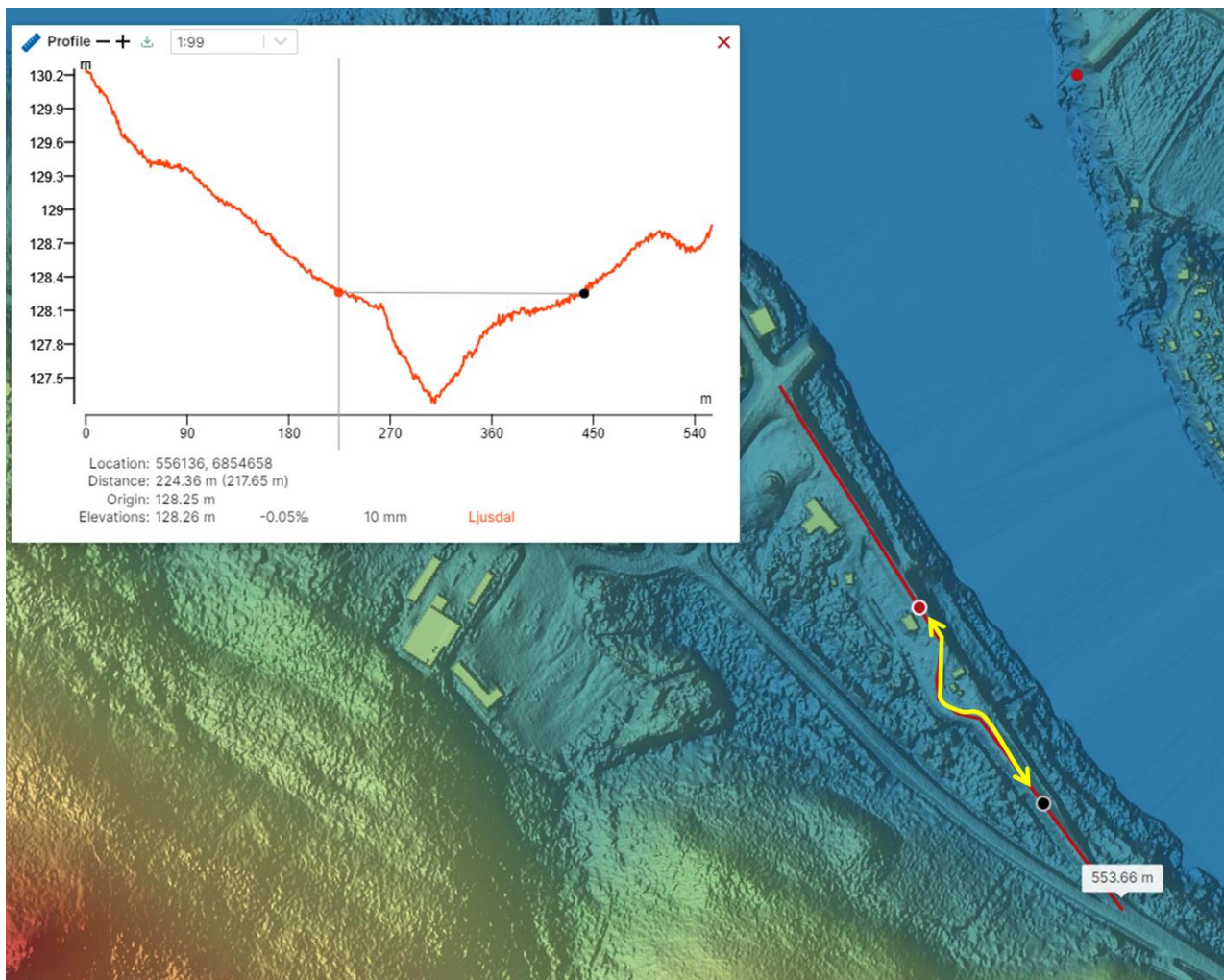
Figur 29. Tillrinningens årsdynamik för Ljusnan för referensperioden samt RCP 4,5 och RCP 8,5 (SMHI, 2015).

Dagvattenlösningar i händelse av höga nivåer i Ljusnan bör dimensioneras utifrån en värdering av risknivå och förhålla sig till kommunens dagvattenstrategi. Risknivån bestäms utifrån anläggningsdetaljer (t.ex. nivå på öppningar i byggnaden, placering av vitala delar och utformning av elförsörjning). Dimensionering av dagvattenlösningar för dessa typer av händelser bör beskrivas i detaljplanernas dagvattenutredningar. Utifrån skisserna presenterade i kapitel 3.2, finns det goda möjligheter att tillämpa **Åtgärd 2A₁** (ytlig uppsamling av dagvatten) för dagvatten som rinner från området väst om riksväg 83. Färre ytor för uppsamling av ytvatten finns på den östra sidan (vid händelse av höga nivåer i Ljusnan), då naturmarken kommer vara under vatten. I detta område kan tillfällig pumpning tillämpas (**Åtgärd 2A₂**: pumpning av dagvatten). Antal pumpar, dimensionering och placering av dagvattenytor inom Stavsätter Östra kommer styras av vidare höjdsättning och framtida markanvändning.

Anläggs inte flödesstopp (**Åtgärd 2A**) bör Stavsätter Östra utformas så att marknivåerna vid byggnader överstiger +127,16 m (+0,5 m) för att säkerställa att inga byggnader riskeras att översvämmas vid 100-årsflöden i Ljusnan (**Åtgärd 2B**: höjning av marknivåer vid byggnader (+127,76)). Höjning av all mark på Stavsätter Östra är genomförbart, men utgör en dyrare lösning. Asfalterade ytor och grönytor kan förslagsvis tillåtas översvämmas vid extremhändelser. Placering av byggnader inom Stavsätter Västra kan justeras för att ta hänsyn till utbredning av ytan i Figur 15. Detta alternativ anses vara en mer robust och tillförlitlig lösning i förhållande till att anlägga flödesstopp.

Vid maxnivåer i Ljusnan (+128,2 m) kommer däremot hela Stavsätter Östra och en stor del av nybyggnationen i Västra att översvämmas, se Figur 17. Skulle Stavsätter Järvsövägen anpassas till maxnivåflöden medför detta en höjning av vägen på ca.1 m (+0,5 m för att ta hänsyn till anläggning av kritisk

nivå), vid dennas lägsta nivå idag, se Figur 30. En kritisk nivå utgör maxnivån i Ljusnan, +128,2 m inklusive en säkerhetsmarginal på 0,5 m, dvs. +128,7 m. Detta utgör **Åtgärd 3A** (höjning av Stavsätter Järsvövägen till +128,7). Höjningen skulle i sin tur kunna påverka den befintliga byggnaden som idag utgör rastplats (öst om vägen) samt tillgänglig mark för planerad exploatering. En nivå på +128,7 innebär en höjning av en sträcka längst med vägen som är ca 330 m, med en genomsnittlig höjning på 0,65 m.



Figur 30. Sträcka på Stavsätter-Järsvövägen som understiger +128,2 m (RH2000). Bildkälla: Scalgo Live (2024).

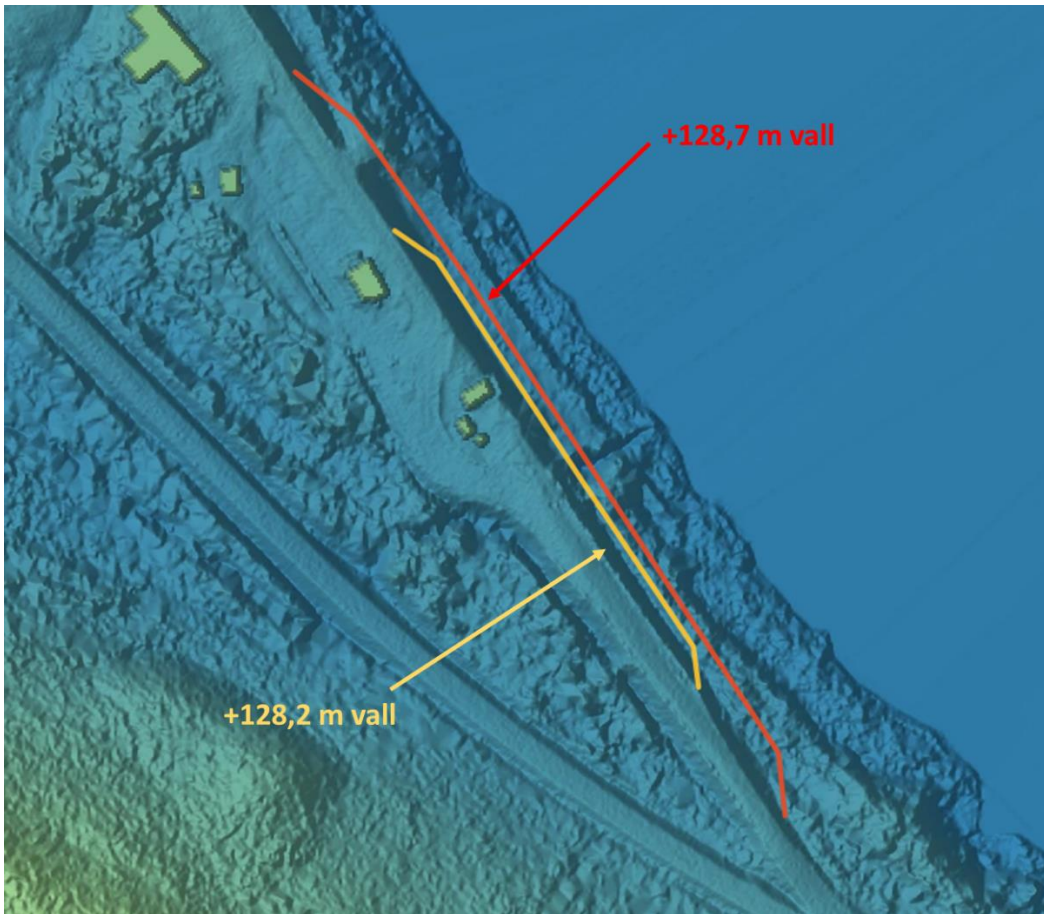
Åtgärdas nivåer längst Stavsätter Järsvövägen för att anpassas till maxnivåer i Ljusnan krävs det även flödesstopp enligt **Åtgärd 2A** (flödesstopp) för att förhindra bakflöde.

Istället för en höjning av Stavsätter Järsvövägen kan även en vall anläggas längst med vägen och passera på utsidan av rastplatsen (**Åtgärd 3B**: vall). Eftersom marknivån är lägre på östra sidan om vägen, skulle detta innebära:

Åtgärd 3B₁: En vall med skyddsnivå +128,2 (vilket motsvarar maxnivån i Ljusnan), ca 200–250 m med en genomsnittshöjd på 1,7 m

Åtgärd 3B₂: En vall med skyddsnivå +128,7 (vilket motsvarar maxnivån i Ljusnan +0,5 m), ca 300–350 m med en genomsnittshöjd på 2 m.

Dessa alternativ redovisas i Figur 31.



Figur 31. Åtgärd 3B₁ med vall på skyddsnivå +128,2 (vilket motsvarar maxnivån i Ljusnan) samt Åtgärd 3B₂ med vall på skyddsnivå +128,7 (vilket motsvarar maxnivån i Ljusnan +0,5 m). Bildkälla: Scalgo Live, 2024.

Anläggs en ca 2 m hög vall, med slanter 1:3, samt en övre bredd på 2 m, innebär detta en vall med en bredd på ca 9,5 m. Eftersom endast genomsnittshöjder redovisas ovan kan även denna bredd utökas på sträckor där vallens höjd överstiger 2 m (för att uppnå skyddsnivå). Det går inte att utesluta att denna lösning kommer göra ett intrång på strandskyddet och förekommande jordarter i området är älvsediment och sand vilket är ett material som är utsatt för erosionsrisk. Markstabilitet och utformning av vallar bör därmed utredas vidare i geotekniska utredningar.

Utifrån de förebyggande arbeten som genomförs och statistik på dammbrott, bedöms sannolikheten att dammbrott som leder till stora konsekvenser vara mycket liten för dammarna i Ljusnan och Voxnan enligt underlagsrapporten för dammbrott i Ljusnan (SWECO, 2016). Vidare beskriver rapporten att sannolikheten för dammbrott i en enskild damm är i storleksordningen en gång per 10 000 år (en tiondelspromille/år), enligt internationell statistik. I takt med kunskapsutveckling och förstärkning av befintliga dammar minskar sannolikheten ytterligare att ett dammbrott ska inträffa. De valda förutsättningarna som beskrivs i underlagsrapporten för framtagandet av maxflöden beskrivs ge de "maximala" snarare än de "realistiska" konsekvenserna.

6.2. SKYFALL 100-ÅRSREGN

Kapaciteten, nivåer och placering i och av trumma C (samt C2 och diket mellan dessa) är väsentlig för hur mycket vatten som ansamlas vid riksväg 83. Utifrån trum- och dikesinventeringen, Ljusnans vattennivåer samt översvämningshistorik i området, bedöms kapaciteten att i dagsläget avleda flöden via C och C2 med tillhörande diken som begränsad, se avsnitt 3.5 och 5.2. Eftersom trummornas nivåer understiger Ljusnans

vattennivåer vid medelvattenflöde (MQ +124,66 m), görs bedömningen att det i dagsläget inte kan räknas med att trummorna avleder dagvatten- eller skyfallsflöden från avrinningsområdet.

Det framtida volymbehovet i översvämningsytan vid trumma C kommer styras av vilken flödeskapacitet som erhålls då åtgärder genomförs för att tillgodose avledning av ytvattenflöden från utredningsområdet till Ljusnan. Dessa har beskrivits tidigare under avsnitt 6 som **Åtgärd 1A** (kulvertering av trumma C-C2) och **Åtgärd 1B** (ytlig avledning mellan trumma C-C2). Genomförande av någon av dessa åtgärder är en förutsättning för att området ska ha möjlighet till att avleda ytvatten från utredningsområdet. Dessa utgör därmed grundläggande åtgärder för att möjliggöra att området ska kunna exploateras utan befintlig risk för översvämningar.

Översvämningsytan redovisad i kapitel 5.2. bedöms vara överskattad om någon av ovan nämnda åtgärder (**Åtgärd 1A**: kulvertering av trumma C-C2; och **Åtgärd 1B**; ytlig avledning mellan trumma C-C2) tillämpas. Dessa åtgärder måste utredas vidare innan en uppskattning på översvämningsvolym kan genomföras. För trumma C kan följande kapacitet uppskattas:

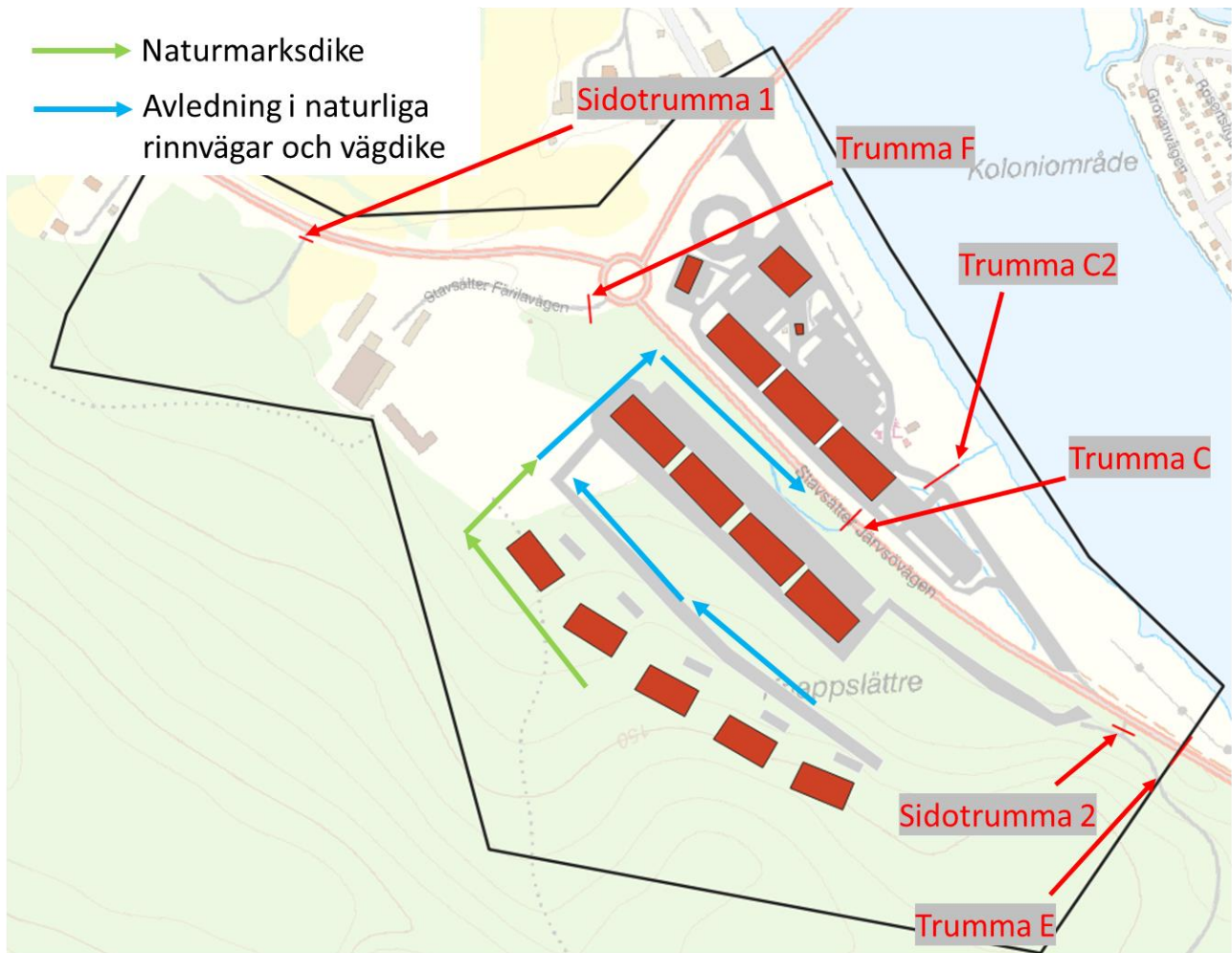
- En 1400 mm plåttrumma med en lutning på 0,7 %, antaget överdjup på 0,2 m enligt tabell 12–4 i TRVINFRA: Trafikverkets tekniska krav för Avvattning – avvattning, dimensionering och utformning (Trafikverket, 2020). En sådan trumma bör ha en kapacitet på 3,4 m³/s, vid 85 % fyllnadsgrad. Dock har lutningen en stor påverkan på flödeskapaciteten. Minskas lutningen till 0,5 % resulterar detta i en kapacitet på 2,86 m³/s.
- En exempelberäkning av exploateringsområdets flöden (från västra sidan om riksväg 83) har genomförts enligt rationella metoden Svenskt Vattens P110. Detta resulterar i ett flöde på 1,7 m³/s vid ett 100-årsregn (inklusive klimatfaktor) med en rinntid på ca 30 min. Utifrån denna exempelberäkning bör trumma C ha god kapacitet att leda igenom flöden i dagsläget även om avrinningsområden till trumma A/B och E skulle bidra till flödet. Istället är det nivåerna i Ljusnan, diket nedströms om trumma C och nivåer i trumma C2 som orsakar kapacitetsbristen. Se diskussion av detta under punkt B i kapitel 5.2.

Utrymme för uppsamling av ytvatten vid skyfall kan anläggas vid Trumma C:s inlopp (**Åtgärd 4A**: ytlig uppsamling av skyfallsvolym). Detta kan samordnas med ev. dagvattenhantering (rening och/eller fördröjning) för planområdet Stavsätter Västra, se Figur 34 i avsnitt 7. Ett alternativ till uppsamling av ytvatten vid skyfall är att Trumma C och C2 anpassas till de nya flöden som uppstår (**Åtgärd 4B**). Identifierade svårigheter kring uppdimensionering av trummorna och riksväg 83 beskrivs under avsnitt 6.

För höjdsättning av utredningsområdena är det viktigt att det inte bildas nya instängda områden vid höjdsättning. Det är främst viktigt att planera höjdsättningen så att dagvatten kan rinna bort från byggnader, samt att byggnader inte placeras på ett sådant sätt att de sammanfaller med ytliga rinnvägar, se exempel i område A i Figur 22.

Ett mindre naturmarksområde rinner mot de två fastigheter lokaliserade närmst industriföretagen på Stavsätter Västra. Detta område är ca 8,63 ha. Ett dike kan anläggas uppströms om dessa fastigheter för att fånga upp naturmarksflödet och avleda mot trumma C. Avledning av befintliga ytliga rinnvägar kan fångas upp i vägdikey. Se naturmarksdike och vägdikey i Figur 32. Naturmarksdiket benämns som **Åtgärd 5** (naturmarksdike). Flödet mot dessa fastigheter vid ett 100-årsregn uppnår ca. 450 l/s. Utifrån en genomsnittlig lutning för en sträckning enligt Figur 5, kan ett dike med en bottenbredd på 0,5 m, släntlutning 1:3 och djup på 30 cm avleda detta flöde.

Eftersom utredningsområdet är lokaliserat vid Ljusnan och avrinningen sker mot denna, bedöms inga nedströms konsekvenser i Ljusnan kunna uppstå till följd av exploateringen (med avseende på skyfallsflöden), då planområdet endast utgör en ytterst liten del av Ljusnans avrinningsområde.



Figur 32. Omledning av naturmarksflöde (i grönt) samt vidare avledning av befintligt ytliga rinnvägar i vägdike (i blått).

6.3. SAMMANFATTNING AV ÅTGÄRDER

Åtgärder som har beskrivits i kapitel 6 sammanfattas i Tabell 4. Där beskrivs åtgärderna utifrån identifierad risk, konsekvenser om inte åtgärden (eller den åtgärd som denna viktas mot) genomförs samt komplexitet. Komplexiteten är definierad som låg, mellan och hög där parametrar som ex. omfattande markanspråk, behov av vidare utredning/förprojektering, tillståndsansökan för vattenverksamhet, samråd med externa parter mm har vägts in.

Generellt utgör åtgärder med låg komplexitet ytliga lösningar med mindre markarbeten, dvs. där befintliga rinnvägar och sänkor utnyttjas för hantering av skyfall. Ytlig uppsamling av både skyfall och dagvatten uppströms om trümma C (**Åtgärd 2A₁**: uppsamling av dagvatten, **Åtgärd 4A**: uppsamling av skyfall uppströms om trümma C) har dock givits en komplexitet på låg/mellan då utbredningen av denna kan delvis komma att inkräkta på Trafikverkets vägområde och delvis kräva justeringar av planerade byggnader och asfalterade ytors placering närmast riksväg 83.

Åtgärder som kan komma att påverka höjden på riksväg 83 har angetts en hög komplexitet på grund av det kan komma att kräva en ny vägplan med stora behov av vidare utredning och förprojektering. En höjning av Stavsätter Järvsvägen har givits en mellan/hög komplexitet på grund av den långa sträckan väg som kräver omfattande höjning samt risk att påverka befintliga byggnader (Trafikverkets rastplats). Utformning av åtgärder bör studeras vidare i förprojektering och detaljplaneskedet.

Tabell 4. Sammanfattning av åtgärder.

Åtgärd	Beskrivning	Åtgärdas	Risk	Konsekvenser	Komplexitet	Viktas mot
1A	Kulvertering av C-C2; Förutsättning för avledning	*	*	*	Hög****	1B
1B	Befintlig yttlig avledning C-C2; Förutsättning för avledning	*	*	*	Hög****	1A
2A	Flödesstopp till trummor	Risk vid översvämning vid bakflöde från Ljusnan (100- och maxnivåer)	1/100 år samt <1/10 000 år	Översvämning, skador på fastigheter, försämrad framkomlighet till Stavsätter Östra (vid 100-årsnivåer)	Låg	2B***
2A ₁	Uppsamling av dagvatten	Möjliggöra dagvattenhantering då flödesstoppen (2A) är aktiva	1/100 år samt <1/10 000 år	Översvämning, skador på fastigheter, försämrad framkomlighet till Stavsätter Östra (vid 100-årsnivåer)	Låg/Mellan	2A ₂ **
2A ₂	Pumpning av dagvatten	Möjliggöra dagvattenhantering då flödesstoppen (2A) är aktiva	1/100 år samt <1/10 000 år	Översvämning, skador på fastigheter, försämrad framkomlighet till Stavsätter Östra (vid 100-årsnivåer)	Låg	2A ₁ **
2B	Höjning av marknivåer vid byggnader (+127,76)	Risk för översvämning vid bakflöde från Ljusnan (100-årsnivå Ljusnan)	1/100 år	Översvämning, skador på fastigheter	-	2A***
3A	Höjning av Stavsätter Järvsövägen till +128,7	Risk för översvämning (maxnivå Ljusnan)	<1/10 000 år	Omfattande översvämning, skador på fastigheter, försämrad framkomlighet risk för liv och hälsa	Mellan/Hög	3B
3B	Vall	Risk för översvämning (maxnivå Ljusnan)	<1/10 000 år	Omfattande översvämning, skador på fastigheter, försämrad framkomlighet risk för liv och hälsa	Mellan/Hög	3A
4A	Uppsamling av skyfall uppströms Trumma C	Översvämning vid riksväg 83/trumma C	1/100 år	Översvämning, skador på fastigheter	Låg/Mellan	4B
4B	Utökad kapacitet C-C2	Översvämning vid riksväg 83/trumma C	1/100 år	Översvämning, skador på fastigheter	Hög****	4A
5	Avledning av naturmarksflöden	-	1/100 år	Inrinnande naturmarksflöde, risk för översvämning, skador på fastigheter	Låg	-

*Detta utgör en förutsättning för hantering och avledning av dagvatten. Utgör ej specifika skyfallsåtgärder eller åtgärder för höga nivåer i Ljusnan. Åtgärd 1B utgör yttlig avledning.

**Olika lösningar föreslås till följd av att 2A genomförs.

***Kan tillämpas i kombination till 2A, respektive 2B. Flödesstopp kan anläggas i trummor för att förhindra inflöde vid maxnivåer i Ljusnan även om byggnader är höjdsatta till att klara 100-årsnivåer.

****Komplexiteten av dessa kommer styras av om det är möjligt att anlägga åtgärderna utan att höja riksväg 83.

6.4. KOSTNADSUPPSKATTNING

Kostnadsuppskattningar i tidiga skeden har stora osäkerheter. I denna utredning finns endast skisser på tänkt utformning (se kapitel 3.2.) och utredningen har utgått ifrån befintlig höjdsättning. Kostnader för förstudier, utredningar, förprojektering (för att utreda om vissa åtgärder är möjliga att genomföra) samt kontakt och samråd med externa parter och myndigheter omfattas inte av kostnadsuppskattningen. Detta bedöms kunna utgöra störst kostnader för ex. åtgärder som påverkar riksväg 83, Stavsätter Järvsövägen, och rastplatsen. Därav redovisas inte kostnader för dessa åtgärder då det blir missvisande vid för höga osäkerheter. Detta utgör **1A** (kulvertering trumma C-C2), **1B** (ytlig avledning trumma C-C2), **3A** (höjning av Stavsätter Järvsövägen till +128,7), **4B** (utökad kapacitet i trumma C-C2). **2B** utgör en erforderlig höjdsättning av marknivåer vid byggnader. Eftersom kostnaden av fyll i denna åtgärd främst kommer bestämmas av placering av byggnader i förhållanden till befintlig marknivå, så bör denna kostnad bedömas vid framtida höjdsättning av mark, då placering av byggnader är mer fastställt. Priser är även en grund till osäkerhet då detta styrs av marknaden vid tid för leverans.

Generellt á-pris för schakt och fyll för Stavsätter, Ljusdal (överskådlig kostnadsuppskattning presenteras i Tabell 5):

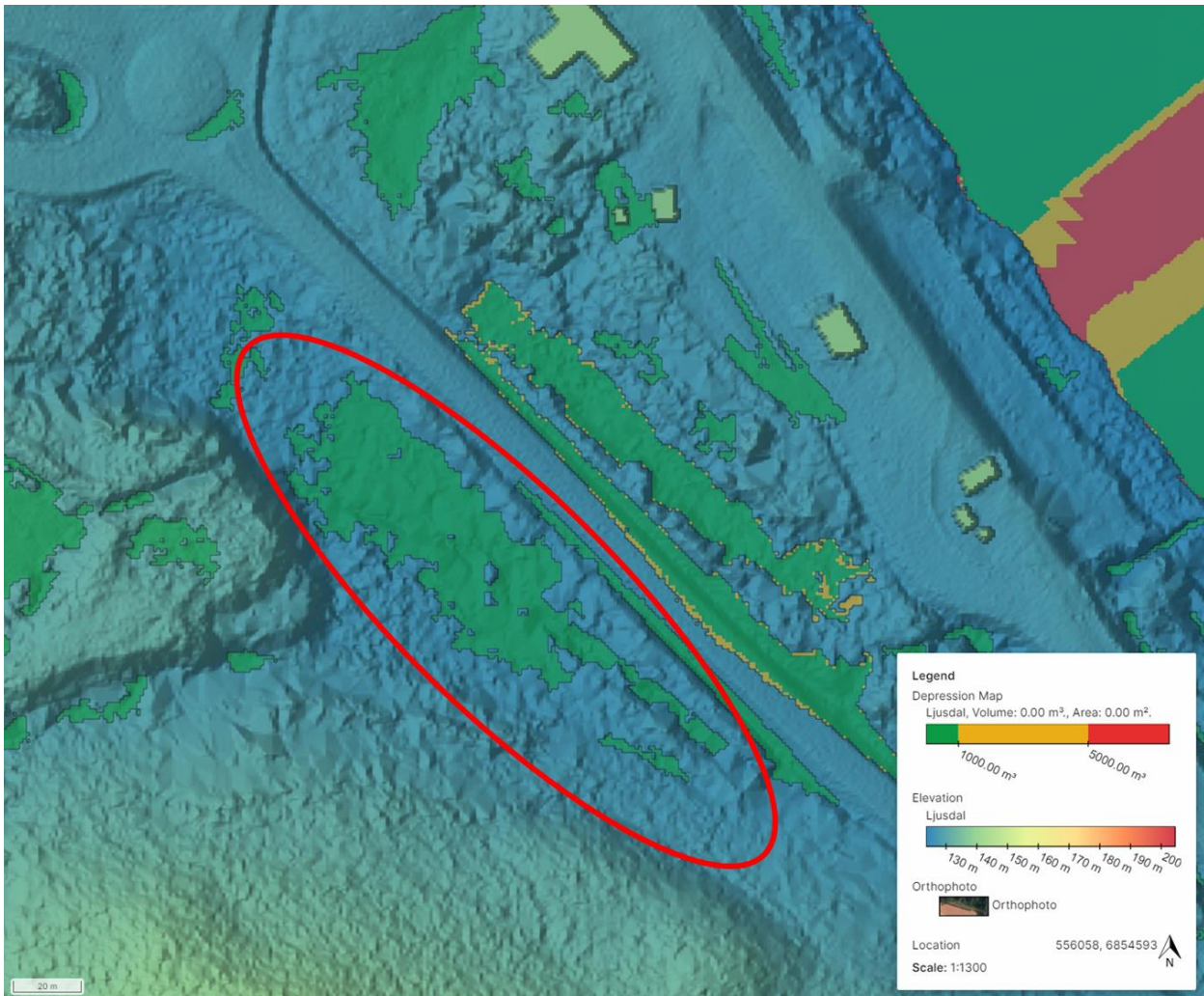
- Schakt, Fall B = ca 100–150 kr/m³, beroende på mängd och avstånd till täkt.
- Fyll grönyta = ca 70–120 kr/m³, beroende på mängd, tillgång på material och avstånd till täkt. Överyta är ej inkluderat i pris.
- Fyll hårdgjord yta = 300–400 kr/m³, beroende på mängd och avstånd till täkt.

Tabell 5. Översiktlig kostnadsuppskattning.

Åtgärd	Antaganden	Pris (SEK)	Kommentar
2A ₁ , 4A Översvämningsyta, torrdamm	Schakt fall B och anläggning gräsmatta på översvämningsyta 500– 2000 m ³ .	150 000 – 600 000 kr	Ca. 300 kr per m ³ , varierar på schaktdjup och m ³ per m ²
3B ₁ : Vall +128,2 m*	200-250 m	600 000 – 750 000 kr	+128,2 motsvarar maxnivån i Ljusnan
3B ₂ : Vall +128,7 m*	300-350 m	1,2 – 1,4 Mkr	+128,7 motsvarar maxnivån i Ljusnan + 0,5 m
5: Naturmarksdike	Ca. 350 m, tvärsnittsarea 0,5 m ² , 700 m ³ . 120 kr/m ³	84 000 kr	Överyta; gräs, makadam etc. ej inkluderat i pris.

*Vallars utsträckning redovisas i avsnitt 6.1.

Området som är lämpligt för hantering av skyfallsvolymer och dagvattenhantering (uppströms trumma C) utgör en befintlig sänka idag, se Figur 33. Ändras marknivåer för att göra plats för exploatering och den befintliga sänkan minskas i volymkapacitet innebär detta högre kostnader. Dels på grund av att sänkan fylls upp, dels på grund av att schaktning krävs någon annanstans för att göra plats för volymförlusten. Därav presenteras ett spann i Tabell 5.

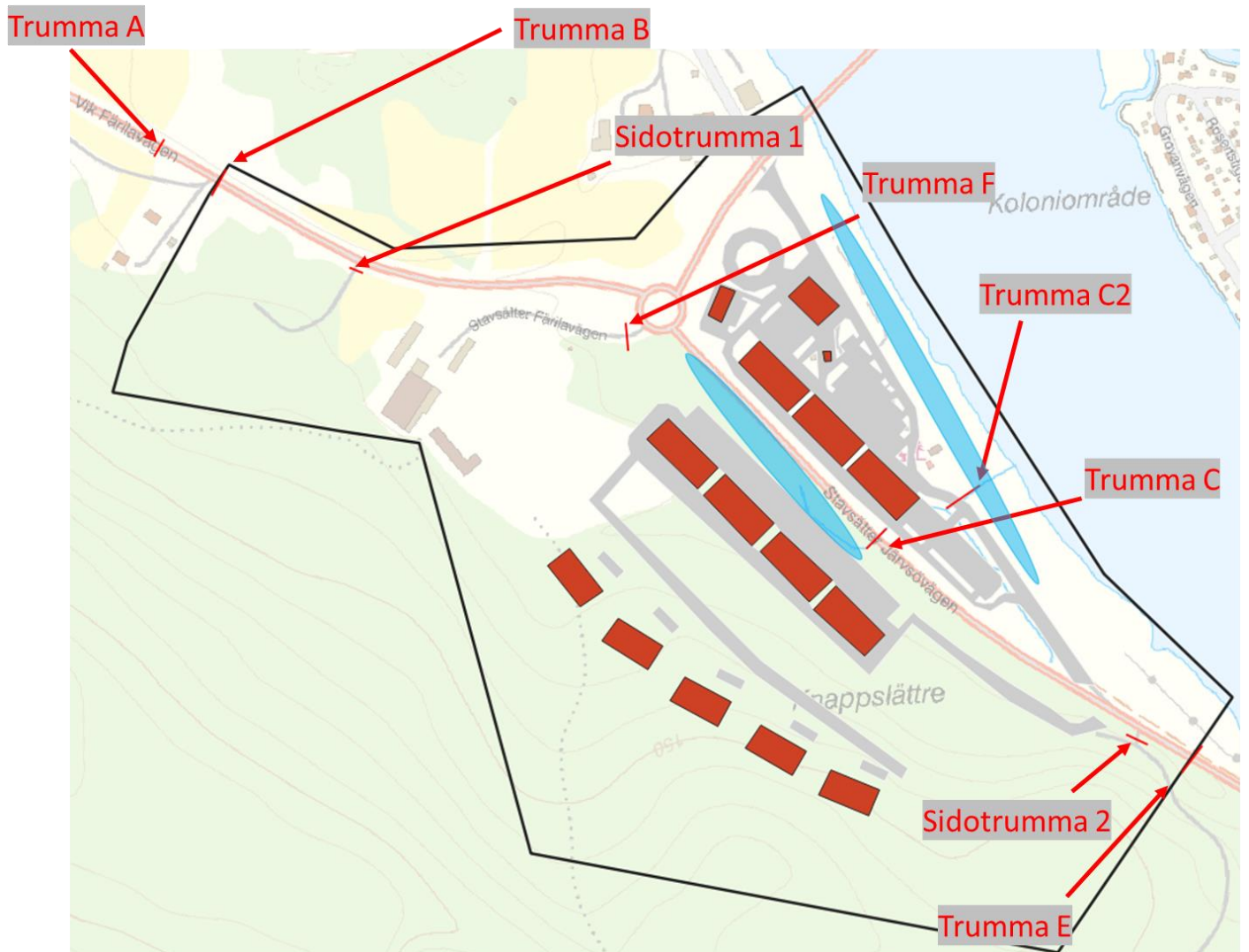


Figur 33. Uppströms om trumma C finns en befintlig sänka idag som utgör en del av den befintliga rinnvägen. Denna sänka är inringad i rött i figuren och utgör en area på ca. 3000 m². Bildkälla: Scalgo Live, 2024.

7. DAGVATTENYTOR

I Figur 34 redovisas möjliga ytor för dagvattenhantering inom utredningsområdet. För planområdet som kommer omfatta Stavsätter Västra är en lämplig placering för dagvattenhantering innan inloppet till trumma C. Placeringen är lämplig då det utgör en naturlig översvämningsyta vid skyfall (se kapitel 5.2. och 6.2). Hänsyn ska dock tas till Trafikverkets vägområde så att dagvattenlösningen inte riskerar att försämra vägens avvattningsfunktion, en vall kan därför behöva anläggas utanför vägområdet för att avgränsa översvämningsytan.

Möjligheten att avleda dagvatten till en samlad dagvattenlösning inom planområdet som kommer utgöras av Stavsätter Östra kommer avgöras utifrån framtida höjdsättning på exploaterade ytor. Då området är platt med lite högre nivåer mot norr vid anslutningen till bron finns det goda möjligheter att höjdsätta området för att samla dagvattenhanteringen inom naturmarken.



Figur 34. Dagvattenytor inom utredningsområdet.

8. SLUTSATSER

- En tvådimensionell hydraulisk modell har tagits fram med hjälp av programmet Mike+. Med en tvådimensionell hydraulisk modell kan flödet på markytan och resulterande översvämningsutbredning, vattendjup, ytvattenflöden och flödes hastighet beräknas. I resultaten redovisas bl.a. maxvattendjup, maxflux och maxvattenhastighet, rinnvägar och avrinningsområden. Riktningen på flöden inom avrinningsområdet är generellt från syd/sydväst mot Ljusnan. Maxflux uppnås vid befintliga rinnstråk. Den största översvämningsytan inträffar vid riksväg 83. Även byggnader placerade i befintliga rinnvägar orsakar översvämningsrisk.
- Kapaciteten och placering i och av trumma C (samt C2) som är lokaliserade uppströms om riksväg 83 inom planområdet är väsentlig för hur mycket vatten som ansamlas uppströms om riksväg 83 och Stavsätter Järvsövägen.
- Trummor och dikesbottnar har mätts in i april 2024 av Ljusdals kommun. Trumma C och C2 har nivåer som understiger Ljusnans nivåer vid medelvattenföring (MQ), vilket är ca. +124,66 (RH2000) vilket innebär att dämning uppstår i utloppstrumman. Diket mellan C och C2 har ej underhållits och har rikligt med sly. Vid mättillfället noterades rikligt med dy och sandsediment i dikesbotten. Utifrån trum- och dikesinventeringen, Ljusnans vattennivåer samt översvämningshistorik i området, bedöms kapaciteten att i dagsläget avleda flöden via C och C2 med tillhörande diken som väldigt begränsad. I utredningen beskrivs vilka åtgärder som krävs för att utredningsområdet ska ha möjligheter till avledning att avleda ytvatten från utredningsområdet. Dessa är grundläggande åtgärder för att möjliggöra att området ska kunna exploateras utan befintlig risk för översvämningsrisk. Åtgärder för trummorna och sträckan mellan C-C2 kräver vidare utredning för att säkerställa om det är möjligt att genomföra dessa. Volymbehovet i översvämningsytan uppströms om riksväg 83 kommer vara beroende av vilka åtgärder som tillämpas på denna sträcka.
- I dagsläget har en stor del av utredningsområdet inte erforderlig avledning av dagvatten- eller skyfallsflöden till Ljusnan vilket medför de stora översvämningsytorna vid riksväg 83. Denna översvämningsproblematik bedöms inte utgöra en konsekvens av exploateringen utan är ett befintligt problem. Dock förbättrar inte exploateringen situationen då hårdgjorda ytor tillkommer och högre avrinning kan förväntas.
- För höjdsättning av utredningsområdena är det viktigt att det inte bildas nya instängda områden vid höjdsättning. Omledning av befintliga rinnvägar rekommenderas med hjälp av öppna diken.
- Översvämningskartering för maximalt beräknat vattenstånd samt vattenstånd vid 100-årsflöden i Ljusnan har tidigare framtagits som underlag för samordnad beredskapsplanering avseende dammbrott.
- Vid analys av Ljusnans nivåer vid 100-årsflöden, respektive maxflöden framgick det att utredningsområdet befintliga marknivåer längst Stavsätter Järvsövägen överstiger de nivåer som uppstår vid ett 100-årsflöde i Ljusnan. Dock kan vatten från Ljusnan rinna in på området via trumma lokaliserade under vägen (C, C2). Innanför vägen förekommer det områden med en marknivå lägre än 100-årsnivån i Ljusnan. För att åtgärda detta föreslås både flödesstopp och erforderlig höjdsättning. Flödesstopp kan utformas exempelvis som skjutspjällsventiler med manuell styrning. Dagvattenhantering ska kunna säkerställas vid händelse av höga nivåer i Ljusnan.
- Eftersom maxnivån i Ljusnan överstiger den lägsta nivån på profilen Stavsätter Järvsövägen samt nivån på riksväg 83 kommer en stor del av planområdet att vara översvämmat vid händelse av maxflöde i Ljusnan. Både höjning av Stavsätter Järvsövägen och invallning diskuteras. Båda alternativ bedöms utgöra mellan-hög komplexitet med stort markintrång. Flödesstopp krävs även för att hantera inflöden från Ljusnan vid maxnivå. Dagvattenhantering ska kunna säkerställas vid händelse av höga nivåer i Ljusnan.

- Generellt utgör åtgärder med låg komplexitet ytliga lösningar med mindre markarbeten, dvs. där befintliga rinnvägar och sänkor utnyttjas för hantering av skyfall. Kostnadsuppskattningar i tidiga skeden har stora osäkerheter. Öppna, ytliga lösningar utgör billigare alternativ än de som påverkar befintlig infrastruktur och byggnader.
- Åtgärder kan studeras vidare i detaljplaneprocessen och förprojektering. Geotekniska undersökningar och samråd med berörda parter kan behöva göras för att välja placering av åtgärder, men även utformning av dessa. Detta kan medföra utvecklingar av kostnadsuppskattning.
- För dagvattenhantering inom Stavsätter Västra kan yta lokaliserad uppströms om riksväg 83 utnyttjas. Hänsyn ska dock tas till Trafikverkets vägområde så att dagvattenlösningen inte riskerar att försämra vägens avvattningsfunktion, en vall kan därför behöva anläggas utanför vägområdet för att avgränsa översvämningsytan.
- Möjligheten att avleda dagvatten till en samlad dagvattenlösning inom planområdet som kommer utgöras av Stavsätter Östra kommer avgöras utifrån framtida höjdsättning på exploaterade ytor. Då området är platt med lite högre nivåer mot norr vid anslutningen till bron finns det goda möjligheter att höjdsätta området för att samla dagvattenhanteringen inom naturmarken.
- Följande planbestämmelser kan arbetas in i framtida detaljplaner utifrån denna utredning:
 - o Yta lämplig för dagvatten- och skyfallshantering kan fastställas i plankarta. Detta omfattar ex. dagvattenfördröjning, skyfallsyta/översvämningsyta, genomledning av dike (trumma C-C1), naturmarksdike.
 - o Höjdsättning av mark, vallar, diken, vägar. Höjder kan regleras både inom kvartersmark och allmän platsmark.

9. REFERENSER

- Flödeskommittén (2007) *Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar.*
- Lantmäteriet (2023-07-24) *Markhöjdmodell, grid 1+* (Nedladdat via Scalgo Live 2024-01-22)
- Ljusdals kommun (2024a) *Indelning av Stavsätter Östra och Västra.*
- Ljusdals kommun (2024b) *Översvämningskartering Ljusnan vattenutbredning vid normalflöden (beräknade nivåer och utbredningsyta i .shp)*
- Ljusdals kommun (2024-01-18) *Skiss över Stavsätter Östra och delvis Västra*
- Ljusdals kommun (2024-01-15) *Skiss över Stavsätter Västra*
- Scalgo Live (2024). *Skyfallsanalys samt inhämtning av underlag; Land Use och bildkällor* (inhämtat mellan 2024-01-22 och 2024-03-26)
- SGU (2023-07-11) *Jordartskarta 1:25 000-1:100 000* (Nedladdat via Scalgo Live 2024-01-22)
- Skogsstyrelsen (2024) *Karttjänst Skogens Pärlor*
- SMHI (2015) *Klimatologirapport nr. 36, Framtidsklimat i Gävleborgs län – enligt RCP-scenarier.* ISSN: 1654–2258. SMHI.
- SMHI (2024) *Kunskapsbanken - Olika typer av översvämningar* (inhämtat från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/oversvamningar/olika-typer-av-oversvamningar-1.176299>)
- SWECO (2016) *Underlag för samordnad beredskapsplanering avseende dammbrott i Ljusnan och Voxnan.*
- Trafikverket (2024) *Vägtrummor Lastkajen* (Nedladdat via Scalgo Live 2024-01-22)
- Länsstyrelserna (2020-03-10) *Lst Översvämningskartering Ljusnan vattenutbredning vid 100-årsflöde* (inhämtat från <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/srv/api/records/GetMetaDataById?id=45653df9-f7ee-4809-8e13-cdff3784018>)
- Länsstyrelserna (2020-03-11) *Översvämningskartering Ljusnan vattennivå beräknade högsta flöde* (inhämtat från https://ext-geodatakatalog-forv.lansstyrelsen.se/PlaneringsKatalogen/GetMetaDataById?id=7820a4a2-401c-475a-aa10-a7117a08c06b_C)

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande konsultbolag och rådgivare inom samhällsutveckling. Vi utvecklar allt ifrån städer och transportsystem till vattenförsörjning och höga hus. Med 67 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP

WSP Sverige AB

Org. nr:556057-4880

wsp.com

