

RAPPORT
**DAGVATTENUTREDNING NUOLAJÄRVI,
GÄLLIVARE**



Gällivare kommun

SLUTRAPPORT
2020-06-25

UPPDRAG

297649, Dp Nuolajärvi

Titel på rapport:

Dagvattenutredning Nuolajärvi, Gällivare

Status:

Slutrapport

Datum:

2020-06-25

MEDVERKANDE

Beställare:

Gällivara kommun

Kontaktperson:

Sofie Rynbäck

Konsult:

Laila C. Søberg

Uppdragsansvarig:

Pethra Fredriksson

Kvalitetsgranskare:

Olof Jonasson

SAMMANFATTNING

På uppdrag av Gällivare kommun har Tyréns genomfört denna dagvattenutredning till detaljplan för Nuolajärvi i Gällivare kommun, där det planeras för ett tätortsnära bostadsområde med närhet till naturen.

Syftet med utredningen har varit att beskriva dagvattensituationen avseende flöden och belastning av föroreningar före respektive efter planerad exploatering samt att redovisa översvämningsrisker inom planområdet, och utifrån detta ge förslag på en hållbar dagvattenhantering med beskrivning av översiktlig utformning och ungefärlig kostnad. Hänsyn har tagits till befintliga förhållande, önskemål och krav från Gällivare kommun samt rekommendationer enligt geohydrologisk utredning för planområdet. Slutligen har kapaciteten i befintliga vägtrummor under Gamla Luleåvägen redovisats och förslag på nya trumdimensioner har angivits i de fall där kapaciteten inte är tillräcklig.

Planområdet som ska exploateras består i dagsläget av skogsmark och öppen myrmark med en genomskärande väg (Gamla Luleåvägen) som inte används. Området lutar från nord mot syd och ligger mellan Nuolajärvisjön i nord och Vassaraälven i syd. Området avvattnas i dagsläget via naturlig infiltration samt ytlig avrinning via fyra större rinnstråk.

Vassaraälven ingår i Natura 2000 skyddat område vilket innebär att den biologiska mångfalden ska bibehållas genom bevarande och förbättring av naturmiljön samt att direktutsläpp av dagvatten till Vassaraälv enligt Gällivare kommun ej är tillåten om föroreningsberäkningar visar, att planerad exploatering utgör en risk för försämring av Vassaraälvens miljö kvalitetsnormer.

Enligt föroreningsberäkningar kommer planerat exploatering inte att påverka Vassaraälvens miljö kvalitetsnormer så att dessa försämras. Ytterligare är planområdets bidrag till Vassaraälven försumbart gentemot hela det område som bidrar med avrinning till Vassaraälven och de naturliga rinnstråken inom planområdet är "vana" med tillfälligt förekommande höga flöden varför planområdet inte utgör någon risk i förhållande till erosion (förändring av älvens hydromorfologi) av älvens sidor och/eller botten samt planområdets naturliga rinnstråk.

Detta innebär att dagvattnet inte behöver renas innan utsläpp till Vassaraälven samt att kravet om, att flödet från planområdet till älven inte får öka efter exploatering kan bortses från, vilket medför att det inte kommer finnas ett behov av fördröjning.

Dagvattenhanteringen för planområdet handlar därför om att säkra rinnvägar genom planområdet till Vassaraälven under hänsyntagen till rekommendationer enligt hydrogeologisk undersökning om att bibehålla områdets naturliga rinnstråk och avleda dagvatten till naturmark.

Detta görs genom att anlägga ett visst antal avskärande diken samt uppgradera två befintliga trummor till D1200. Ytterligare behövs en trumma (D1000) anläggas under planerat villagata närmast Vassaraälven för att säkra ena rinnstråket från Nuolajärvisjön. Genom att göra så uppnås en trög avledning av dagvatten genom infiltration i naturmark och fördröjning i avskärande diken. Ytterligare bibehålls områdets naturliga rinnstråk igenom vilka dagvattnet leds säkert genom planområdet till Vassaraälven via ytlig avrinning. Slutligen tillförs myrmarken vatten så att grundvattensänkning undviks och vattnet uppnår en vis naturlig rening.

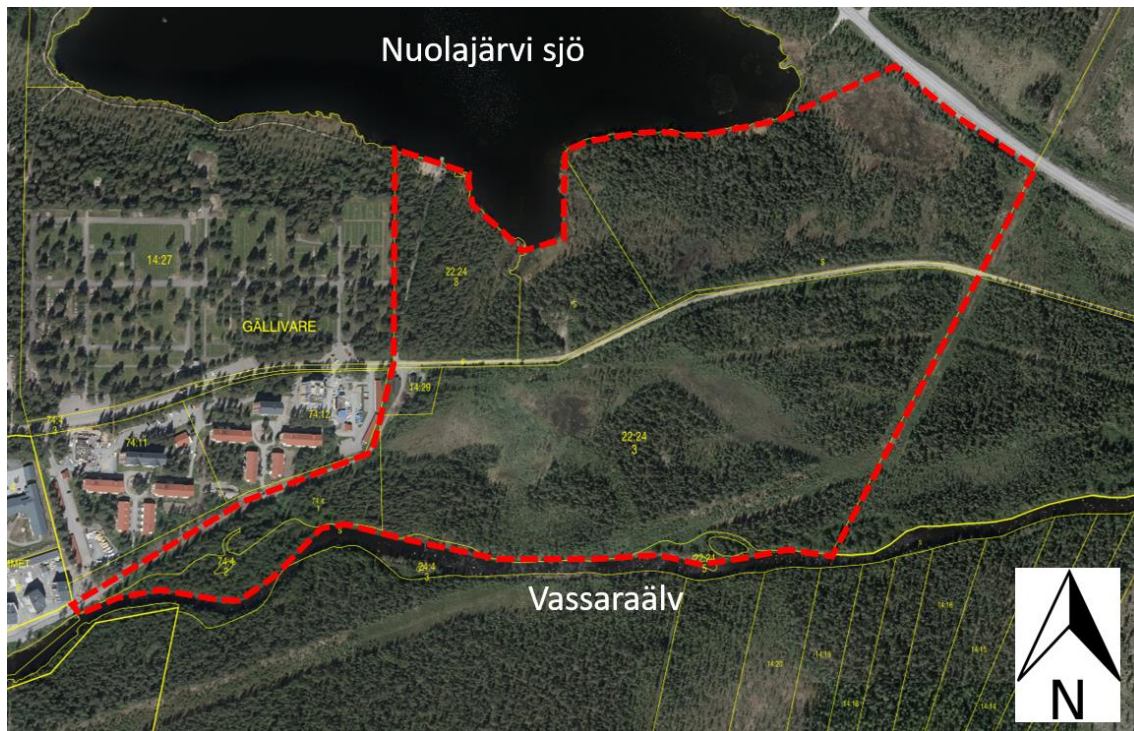
Slutligen visar utredningen att en höjdsättning om minst 25 cm bör rekommenderas för byggnader inom tre utav de planerade villatomterna. Ytterligare är området där det planeras för flerfamiljshus längst mot väst på södra sidan av Gamla Luleåvägen inte lämplig för exploatering på grund ut av ett genomskärande rinnstråk i en naturlig lågpunkt samt risk för översvämning vid höga flöden i Vassaraälven.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	BAKGRUND	5
1.1	SYFTE.....	5
1.2	AVGRÄNSNINGAR.....	5
2	FÖRUTSÄTTNINGAR.....	6
2.1	GENERELLA RIKTLINJER FÖR PLANERING AV DAGVATTEN.....	6
2.2	KOMMUNALA RIKTLINJER.....	6
2.3	REKOMMENDATIONER HYDROLOGI.....	7
2.4	OMRÅDESBESKRIVNING OCH TOPOGRAFI	7
2.4.1	FÖRE EXPLOATERING	7
2.4.2	EFTER EXPLOATERING.....	8
2.5	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN.....	8
2.6	HYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN.....	9
2.7	BEFINTLIG AVVATTNING	10
2.7.1	TRUMINVENTERING	11
2.8	FÖRORENAD MARK	12
2.9	RECIPIENT, AVRINNINGSOMRÅDE OCH MILJÖKVALITETSNORMER	12
3	ANALYSER, BERÄKNINGAR OCH BEDÖMNINGAR	13
3.1	ÖVERSVÄMNINGSRISKER.....	13
3.2	MARKANVÄNDNING	16
3.3	FLÖDESBERÄKNING.....	17
3.4	FÖRDRÖJNINGSBEOHV.....	17
3.5	FÖRORENINGSBERÄKNING	17
3.6	BERÄKNING AV TRUMKAPACITET	18
4	FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING	21
5	SLUTSATSER.....	23
6	REFERENSER.....	24

1 BAKGRUND

I samband med att en detaljplan tas fram för fastigheten Gällivare 22:24 m. fl. (Figur 1) har Gällivare kommun önskat en dagvattenutredning för området. Detaljplanens syfte är att möjliggöra för ett tätortsnära bostadsområde med närhet till naturen. Inom området möjliggörs även plats för kulturbyggnader som ska flyttas i samband med samhällsomvandlingen i Malmberget.



Figur 1. Lagesbild där planområdet är markerat med röd streckad linje (Google Maps, 2020).

1.1 SYFTE

Syftet med dagvattenutredningen har varit att utreda den planerade exploaterings påverkan på dagvattenflödet respektive miljö kvalitetsnormerna i berörd recipient och utifrån detta ge förslag på en hållbar dagvattenhantering med en tillhörande beskrivning av översiktlig utformning samt kostnadsförslag. Ytterligare ska områden som riskerar drabbas av översvämningar redovisas samt hur flöden vid skyfall kan ledas säkert genom området efter föreslagen exploatering. Slutligen redovisas om kapaciteten i befintliga vägtrummor under Gamla Luleåvägen räcker till för säker avledning av dagvatten från Nuolajärvisjön genom planområdet till Vassaraälven efter att planområdet har exploaterats samt ge förslag på trumdimension i de fall där kapaciteten inte är tillräcklig.

1.2 AVGRÄNSNINGAR

Dagvattenutredningen med tillhörande beräkningar är avgränsad till projekterat planområde inom del av fastigheten Gällivare 22:24, fastigheten 14:29 samt två samfälliga fastigheter (Figur 1). I utredningen har inkommande flöde från sjön Nuolajärvi norr om området beaktats.

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

I detta avsnitt redovisas förutsättningar av betydelse för dagvattenutredningen för beaktat område.

2.1 GENERELLA RIKTLINJER FÖR PLANERING AV DAGVATTEN

Aktuellt område bedöms ligga inom vad som betecknas som "gles bostadsbebyggelse" vilket innebär att VA-huvudmannens eventuella dagvattenledningssystem ska dimensioneras för minst 10 års återkomsttid för trycklinje i marknivå och minst 2 års återkomsttid för fylld ledning (Svenskt Vatten, 2016). Vidare ansvarar kommunen för marköversvämning med skador på byggnader vid regn med en återkomsttid på >100 år (Svenskt Vatten, 2016).

Vid beräkning av flöden har en klimatfaktor om 1,25 använts för att ta hänsyn till förväntad ökning av framtida nederbörd (Svenskt Vatten, 2016).

2.2 KOMMUNALA RIKTLINJER

Gällivare kommun har tagit fram en dagvattenpolicy (Gällivare kommun, 2015) som inte är antagen men som ändå är vägledande i arbetet med dagvattenhanteringen i Gällivare Kommun.

Syftet med dagvattenpolicyn är att främja en positiv och hållbar samhällsutveckling genom ett antal vägledande principer för framtidens dagvattenhantering inom kommunen. Övergripande syftar policyn till att förhindra skador på grund av översvämning, bevara vattenbalansen, skydda recipienter samt berika stadslandskapet genom att hantera vattenfrågor på ett strukturerat sätt. Policyn ska alltså bidra till att få tydlighet och kvalitetssäkring i dagvattenrelaterade frågor.

Vare sig det gäller nybyggnation i samband med förtätning, omvandling eller ny-exploatering av befintliga så väl som nya områden gäller att dagvattnet hanteras enligt följande principer:

- Dagvattensystem utformas så skadlig uppdämning undviks
- Den naturliga vattenbalansen eftersträvas att bibehållas
- Dagvattenflöden reduceras/regleras så ledningsnät och recipienter inte belastas
- Dagvatten och snö hanteras ur ett rekreativt perspektiv
- Dagvattensystemet anpassas till platsen där det ska anläggas
- Förorening av dagvatten/snö begränsas
- Rening av dagvatten innan utsläpp till recipient förespråkas
- Direktutsläpp av dagvatten till Natura 2000-klassad recipient förbjöds
- Dagvatten får inte försämrade miljö kvalitetsnormer (MKN) i recipient
- Ledningar dimensioneras utifrån Svenskt Vattens P90 och P104 (numer P110)

Enligt Gällivare kommun ska dagvattenflöden före och efter exploatering beräknas utifrån en återkomsttid på 10 år och flödet till Vassaraälven får inte öka efter exploatering. Ytterligare förtydligar kommunen att framtagna dagvattenpolicy inte är antagen men endast vägledande varför det kan bortses från förbjudet av direktutsläpp av dagvatten till Natura 2000-klassad recipient i de fall där föroreningsberäkningar visar, att planerad exploatering inte utgör en risk för försämring av Vassaraälvens miljö kvalitetsnormer.

Dessutom har kommunen angivit att planområdets västra del, nära Vassaraälven översvämmas vid vårfloöden samt att en utav de befintliga trummorna under Gamla Luleåvägen står under vatten vid vårfloöden (Visuell inspektion 2020.06.03).

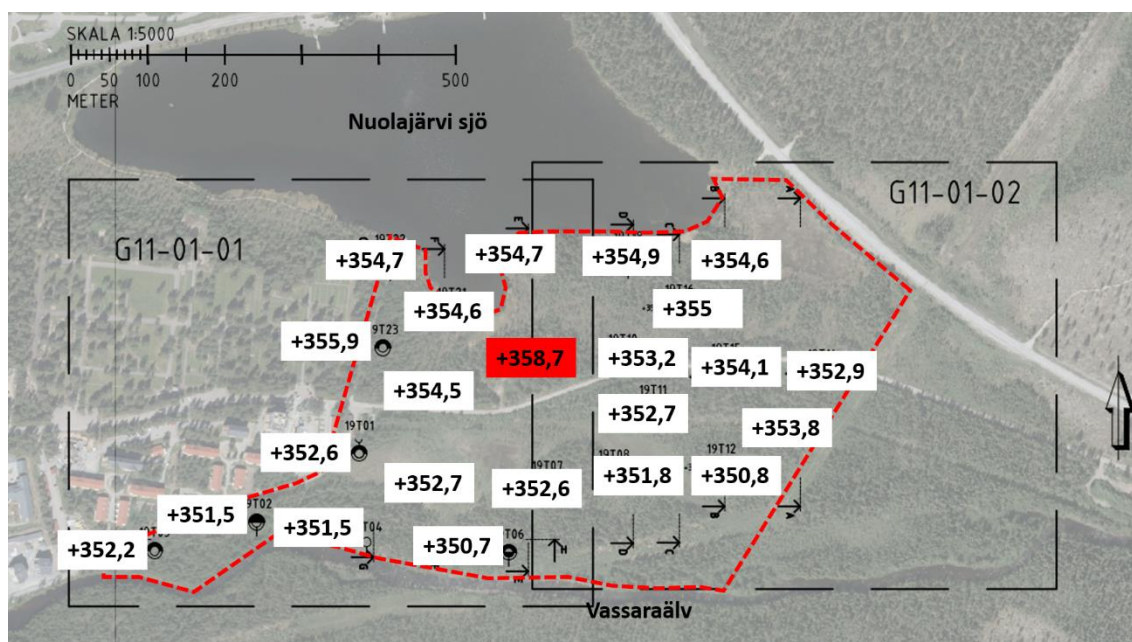
2.3 REKOMMENDATIONER HYDROLOGI

Enligt hydrogeologisk undersökning bör områdets naturliga förhållanden bibehållas så långt som möjligt då det innehar goda förutsättningar för ytlig avrinning (Tyréns, 2019b). Dessutom är myrmark känslig mot grundvattensänkning varför den behöver tillföras vatten för att fungera (Tyréns, 2019b). Det rekommenderas därför att leda dagvatten till naturmarken samt att behålla befintliga rinnstråk mellan Nuolajärvi och Vassaraälv, varmed dagvattnet fördröjs och renas naturligt och konstgjorda dagvattenlösningar kan undvikas (Tyréns, 2019b).

2.4 OMRÅDESBESKRIVNING OCH TOPOGRAFI

Planområdet tillhör Gällivare kommun och är ungefär 31 ha stort. Det avgränsas i norr av sjön Nuolajärvi, i nordöst av väg E10, i sydöst av kraftledningar, i syd av Vassaraälven, i sydväst mot befintligt bostadsområde Forsheden och i nordväst av fastighetsgräns mot Gällivare kyrkogård.

Markytan inom planområdet lutar generellt från norr mot syd med marknivåer om ungefär +355 m (RH2000) närmast Nuolajärvi sjö och +351 m (RH2000) närmast Vassaraälven (Figur 2). Högsta uppmätta punkt inom planområdet är ungefär +359 m (RH2000) och belägen norr om Gamla Luleåvägen ungefär en tredjedel inne på planområdet från västra sidan (Figur 2).



Figur 2. Marknivåer inom planområdet. Röd: högsta punkt.

2.4.1 FÖRE EXPLOATERING

Planområdet är i dagsläget obebyggt med undantag av en mindre teknikbyggnad inom fastigheten Gällivare 14:29 samt en avluftar belägen intill en större rastplats vid Nuolajärvi sjö i nordvästra delen av planområdet. Dessutom genomskärs hela planområdet horisontellt av Gamla Luleåvägen (asfalterat och 5-7 m bredd) vilken inte är i användning.

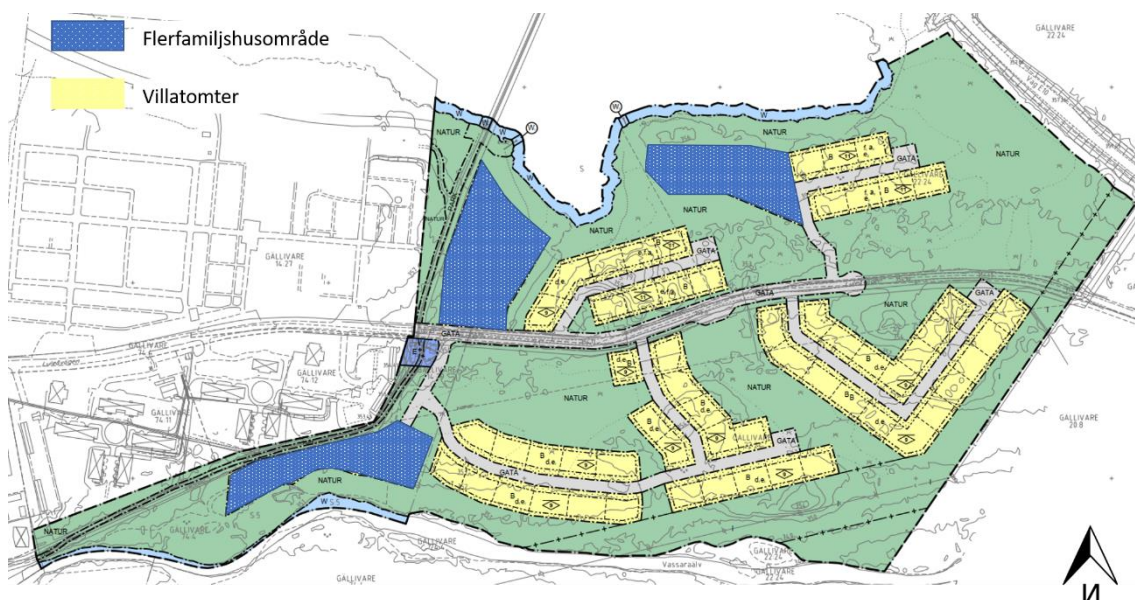
Ytterligare finns tre bryggor längs Nuolajärvi strand samt en upprustad naturstig (trall) med vilobänkar, fiskeplatser, mötesplatser och tillgång till ett större trädäck.

Planområdet utgörs av skogsmark som domineras av tall samt fem öppna ytor som till största del utgörs av myrmark. I planområdets västra del rinner en mindre bäck från Nuolajärvi sjö till Vassaraälv via trumma under Gamla Luleåvägen.

2.4.2 EFTER EXPLOATERING

Det planeras för avstyckning av 58 villatomter om ungefär 1000-1100 m² med enstaka tomter lite större 1500-1600 m² (Figur 3). Det planeras även för tre områden för flerfamiljshus (Figur 3). Inom området kommer det också byggas vägar med tillhörande bussvändplats och busshållplats (Figur 3).

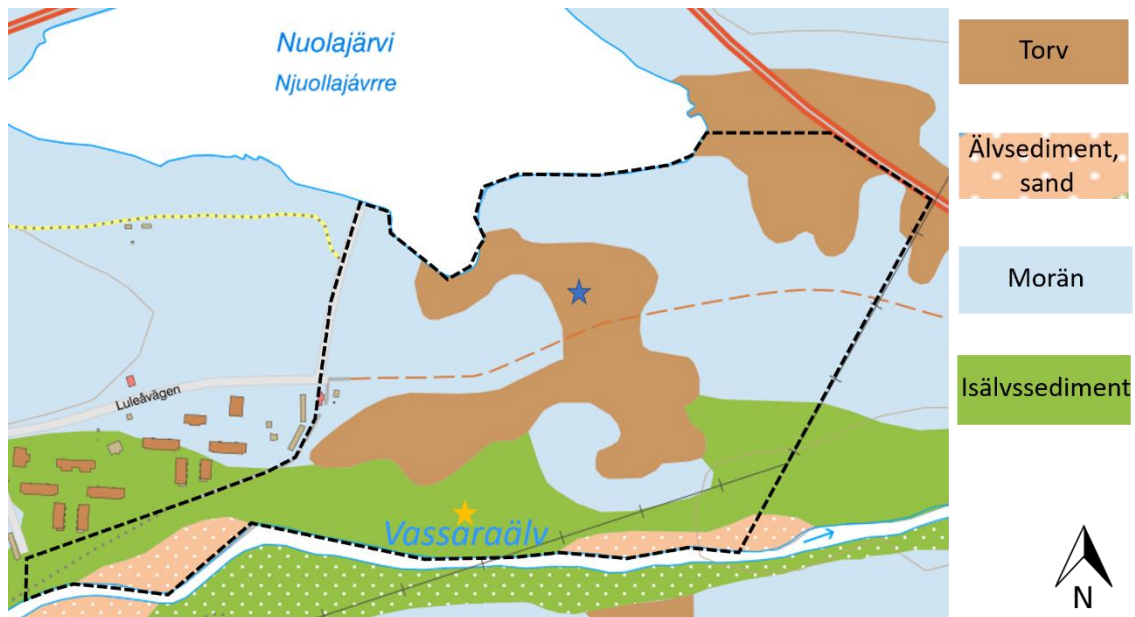
Ena området för flerfamiljshus är tänkt att inrymma fem befintliga flerfamiljshus som anses ha ett högre kulturellt värde och därför i samband med samhällsomvandlingen i Malmberget ska flyttas. Samma gör sig gällande för sju befintliga villor i Malmberget varför sju ut av villatomterna planeras för dessa.



Figur 3. Planskiss. Blåa områden är tänkt för flerfamiljshus och gula områden är tomter för fristående villor.

2.5 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

Nära Vassaraälven består planområdet mestadels av isälvsediment (Figur 4) men i både väst och öst finns områden längs älven med sandig älvsediment (Figur 4). Resterande del av planområdet utgörs av morän och torv (Figur 4).



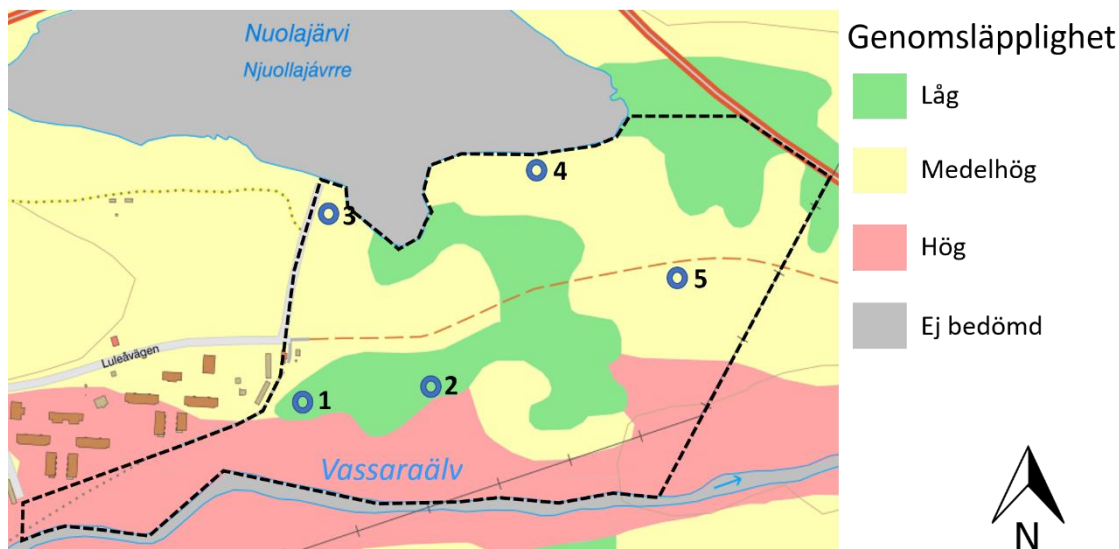
Figur 4. Jordartskarta (SGU, 2020). Planområdet är markerat med svart streckad linje. Blå stjärna: största mäktighet (3 m) av torv; gul stjärna: största mäktighet (0,9 m).

Enligt geoteknisk undersökning utförd av Tyréns under oktober och november 2019 (Tyréns, 2019a) utgörs jordlagerföljden inom planområdet generellt av organisk jord (växtdelar, torv) från 0,1 till 3,0 m under markytan med lagrad morän under, vilket stämmer bra överens med SGU (2020) (Figur 4). Största mäktighet av torv påträffades ungefär i mitten av planområdet norr om Gamla Luleävägen (blå stjärna Figur 4).

I överensstämmelse med SGU (2020) har sediment vilande på morän påträffats närmare Vassaraälven (Tyréns, 2019a). Sedimenten domineras av sandiga och grusiga friktionsjordar om en mäktighet från 0,3 till 0,9 m under markytan med största mäktighet observerat nära Vassaraälven mitt mellan planområdets sydvästra och sydöstra hörna (Tyréns, 2019a; gul stjärna Figur 4). I sydväst har även tunnare skikt silt påträffats i sedimenten (Tyréns, 2019a). I norra delen av området påträffades sediment under moränen (ytmorän) vilket är ovanligt men förekommer där glaciärer vid slutet av föregående istid har vandrat fram och tillbaka (Tyréns, 2019a). Moränen utgörs generellt av sandig siltig morän eller siltig sandmorän (Tyréns, 2019a).

2.6 HYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Den del av planområdet som består av torv ovan morän (Figur 4) har låg genomsläpplighet (Figur 5) med uppmätta hydrauliska konduktiviteter på $2,4E-06$ – $2,0E-07$ m/s (Tabell 1). Den del av planområdet som består av morän (Figur 4) har enligt SGU (2020) medelhög genomsläpplighet men uppmätta hydrauliska konduktiviteter varierar mellan $5,9E-07$ m/s i öst till $1,4E-06$ m/s i nordväst (Tabell 1), och är alltså både lägre och högre än de som har mätts för områden med låg genomsläpplighet. Området nära Vassaraälven som består av isälvs sediment och sandig älvsediment (Figur 4) har hög genomsläpplighet (Figur 5) vilket motsvarar en hydraulisk konduktivitet på mellan 10^{-5} m/s och 10^{-2} m/s (SGU, 2018).



Figur 5. Markens genomsläpplighet inom planområdet (SGU, 2020). Blå cirklar: punkter där grundvattennivå och hydraulisk konduktivitet har redovisats (Tyréns, 2019b).

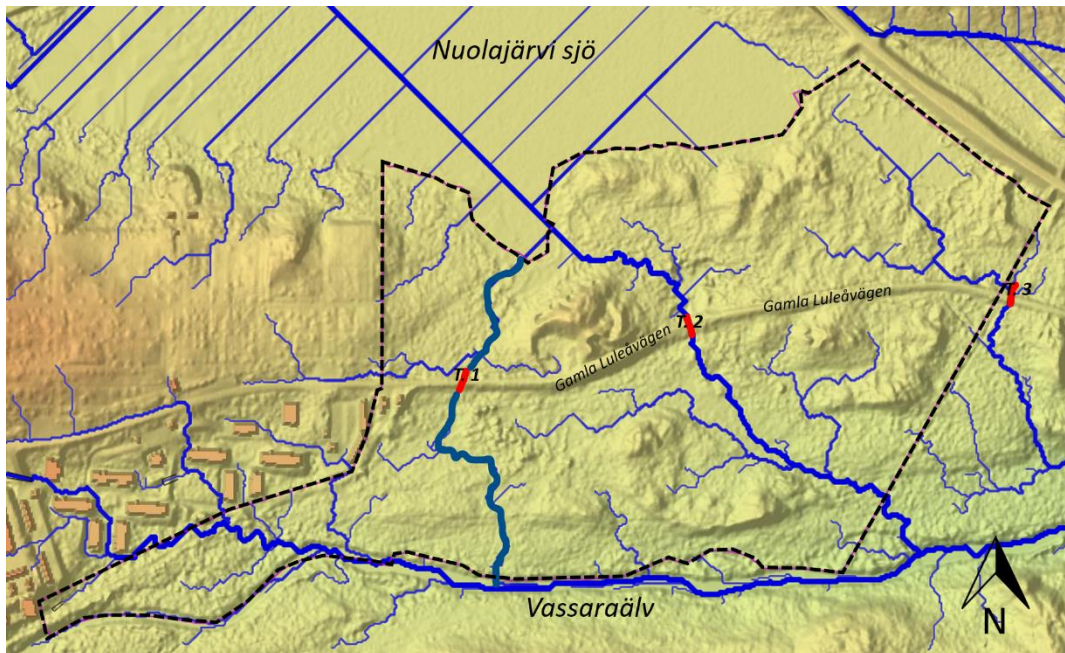
Inom planområdet finns tämligen goda uttagsmöjligheter (600-2000 l/h) av grundvatten i berggrunden (SGU, 2020), men det finns inga kända brunnar (SGU, 2020). Grundvattenströmningen följer topografin och har en syd/sydöstlig riktning från Nuolajärvi sjö mot Vassaraälven (Tyréns, 2019b). Grundvattennivån varierar inom planområdet med ytliga nivåer om 0,2 till 0,4 m under markytan i väst till 2 m under markytan i centrala planområdet och 0,9 till 1,1 m under markytan i centrala norra änden och mot öst (Tabell 1).

Tabell 1. Uppmätta grundvattennivåer och beräknade hydrauliska konduktiviteter för fem provpunkter inom planområdet (Tyréns, 2019b). M u my: meter under markytan.

Provpunkt (Figur 5)	1	2	3	4	5
Grundvattennivå (m u my)	0,19	2,0	0,38	1,1	0,92
Hydraulisk konduktivitet (m/s)	2,4E-06	2,0E-07	1,4E-06	5,9E-07	2,5E-07

2.7 BEFINTLIG AVVATTNING

I dagsläget avvattnas planområdet via naturlig infiltration samt ytlig avrinning till Vassaraälven via fyra större rinnstråk (Figur 6): tre från Nuolajärvisjön i norr och ett från befintlig bebyggelse i väst. Rinnstråken från Nuolajärvisjön passerar under Gamla Luleåvägen via tre trummor (Figur 6) och vattnet rinner i låglänta myrområden inom planområdet. Västra rinnstråket från Nuolajärvisjön (Figur 6) utgörs av en mindre bäck på norra sidan om Gamla Luleåvägen, söder om vägen rinner bäcken ut i myren och blir diffus (VISS, 2020). Rinnstråket från befintlig bebyggelse i väst genomskär västra delen av planområdet som ligger söder om Gamla Luleåvägen (Figur 6).



Figur 6. Befintlig avvattning där huvudrinnstråk framgår (Scalgo, 2020). Västra rinnstråket från Nuolajärvisjön utgörs av en liten bäck på norra sidan om Gamla Luleåvägen (VISS, 2020). Vågtrummor under Gamla Luleåvägen är markerat med röd och benämnt T.1, T.2 och T.3 från väst mot öst. Planområdet är markerat med svartstreckad linje.

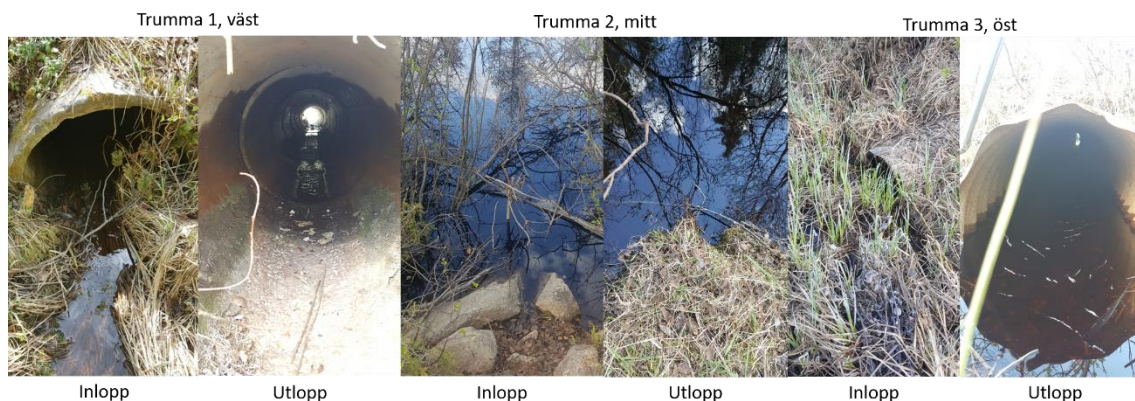
2.7.1 TRUMMINVENTERING

Fredag 2020.06.05 inventerades trummorna under Gamla Luleåvägen. Resultatet av inventeringen framgår av Tabell 2 och Figur 7. Trumma T.1 är trasig, trumma T.2 står under vatten och inloppet till trumma T.3 är igenväxt (Figur 7).

Tabell 2. Material, dimensioner och befintligt skick på trummorna under Gamla Luleåvägen (Figur 6).

Trumma	T. 1	T. 2	T. 3
Material	Betong	Betong	Plåt
Diameter (mm)	600	400	400
Längd (m)	10,5	12**	12
Höjd inlopp (m, RH 2000)*	+354,3	+352,8***	+352,4
Höjd utlopp (m, RH 2000)*	+353,2	+352,6	+352,2
Lutning (m/m)	0,1	0,02	0,02
Lutning (%)	105	17	17
Råhetstal (mm)	1	1	1
Status	Fri passage	Översvämmad	Delvis fylld
Skick	Utlopp trasigt – sista ringen är lös varför vatten rinner under trumman (Figur 7)	Ligger under vatten. Övervuxen av vegetation. Vattnet är stillastående (Figur 7)	Inloppet är kraftigt igenvuxit. Vattnet rinner (Figur 7).

*mätt från underkant på trumma; **antagen längd; ***Gick inte att hitta varför höjden är fastställd med hjälp av Scalgo (2020).



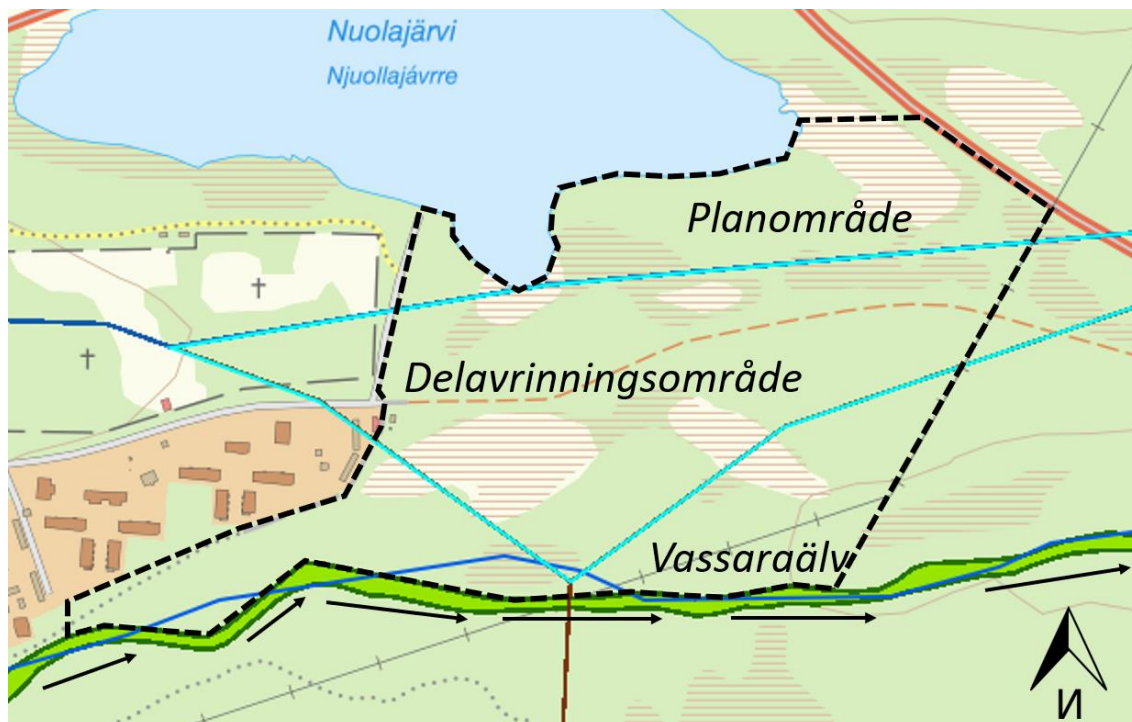
Figur 7. Trummornas in- och utlopp. Trumma 2 stod under vatten varför denna inte syns (Foto: Daniel Eriksson, Tyréns, 2020.06.05).

2.8 FÖRORENAD MARK

Enligt Gällivare kommun finns inga kända föroreningar inom planområdet. Detta stämmer bra överens med att det inte heller via länsstyrelsens karta över potentiellt förorenade områden (VISS, 2020) samt SGUs karta över efterbehandling av förorenad mark (SGU, 2020) finns några registrerade förekomster av föroreningar inom området.

2.9 RECIPIENT, AVRINNINGSMRÅDE OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Planområdet ingår i Vassaraälvens avrinningsområde (VISS, 2020). Vassaraälven (Figur 8) är en naturlig, 10 km lång älv som har sin början vid Vassaraträsket väster om Gällivare och mynnar i Ängesån vid Suorkkisuvanto (VISS, 2020).



Figur 8. Recipienten Vassaraälv (VISS 2020). Planområdet är markerat med svart streckad linje. Delavrinningsområde "Mynnar i Vassaraälv" är markerat med turkos. Svarta pilar visar flödesriktningen.

Enligt senaste bedömning (2020.03.31) har Vassaraälv god ekologisk status med medelgod tillförlitlighet (VISS, 2020). Klassningen grundar sig i klassificeringen god för fisk i rinnande vatten (VIX), särskilt förorenande ämnen, konnektivitet i vattendrag, hydrologisk regim i vattendrag och morfologiskt tillstånd i vattendrag samt klassificeringen hög för näringsämnen (VISS, 2020).

Älven uppnår ej god kemisk status på grund av bromerade difenyletrar och kvicksilver samt kvicksilverföreningar (VISS, 2020). Enligt miljö kvalitetsnormen ska god kemisk status uppnås till år 2021 med undantag för bromerade difenyletrar och kvicksilver samt kvicksilverföreningar eftersom gränsvärdena för dessa ämnen överskrids i alla Sveriges ytvattenförekomster varför dessa har mindre stränga krav (VISS, 2020).

Vassaraälv klassas även som betydligt påverkat av Gällivare bangård eftersom ett förorenat område inom denna utgör en risk för älvens miljötillstånd på grund ut av risk för förhöjda halter av PAH (VISS, 2020)

För Vassaraälvs förvaltningscykel 3 (2017-2021) anges dagvattenåtgärder för minskad belastning av näringsämnen och förorenande ämnen som möjlig åtgärd (VISS, 2020), där delavrinningsområdet "Mynnar i Vassaraälven" (Figur 8) som till största del utgörs av planområdet, anges som åtgärdsplats (VISS, 2020).

Dessutom ingår Vassaraälv i Torne och Kalix älvsystem där det finns flodpärlmussla, grön flodtrollslända, lax (i sötvatten), stensimpa, utter och venhavre som enligt art och habitat- samt fågeldirektivet är särskilt skyddsvärde, varför Vassaraälv ingår i Natura 2000 skyddat område (VISS 2020). Detta innebär att den biologiska mångfalden ska bibehållas genom bevarande och förbättring av naturmiljön (VISS, 2020). Skyddet innefattar endast älven (vatten) och inte älvens sidor (älvstranden) (VISS, 2020).

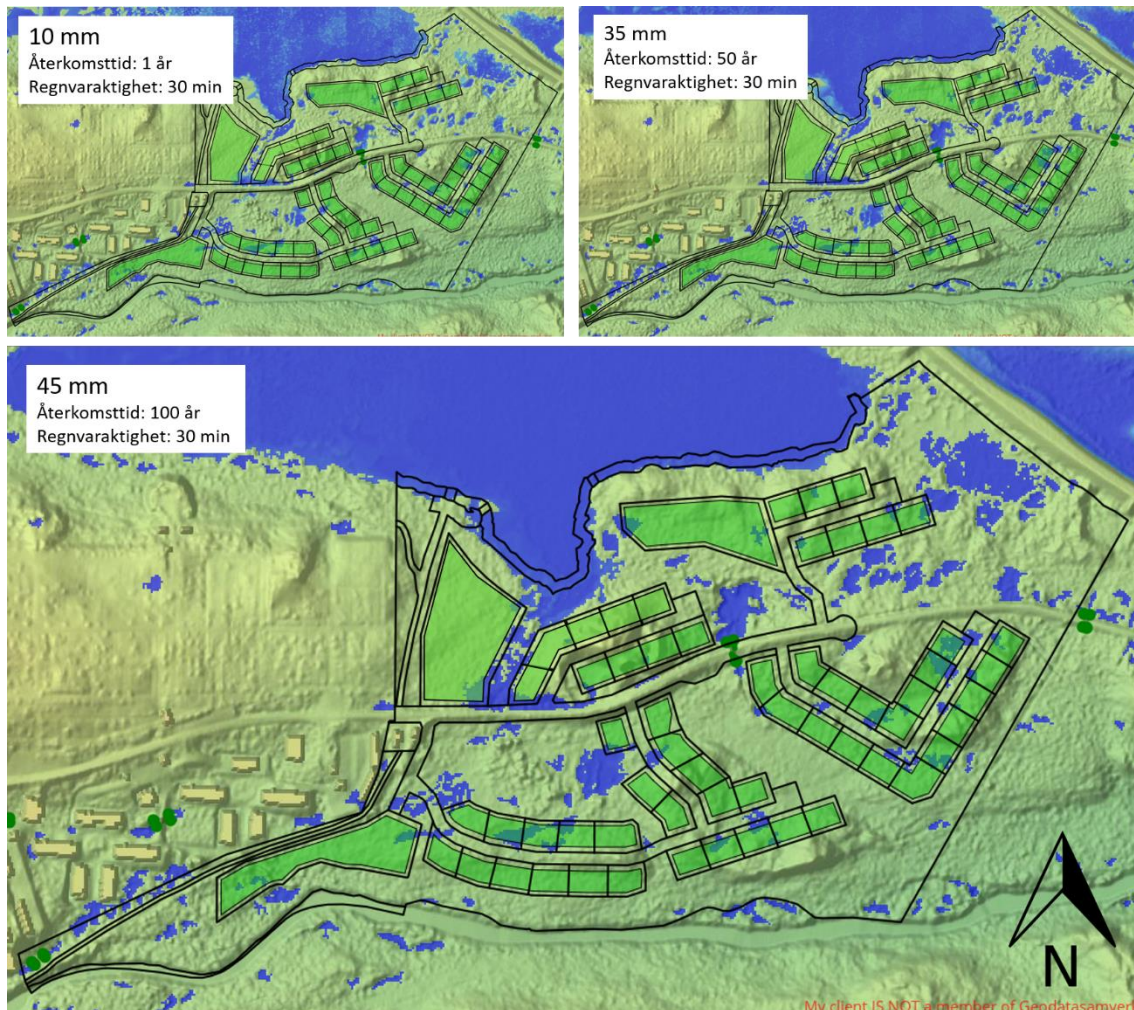
3 ANALYSER, BERÄKNINGAR OCH BEDÖMNINGAR

I följande avsnitt redovisas analyser, beräkningar och bedömningar som har gjorts.

3.1 ÖVERSVÄMNINGSRISKER

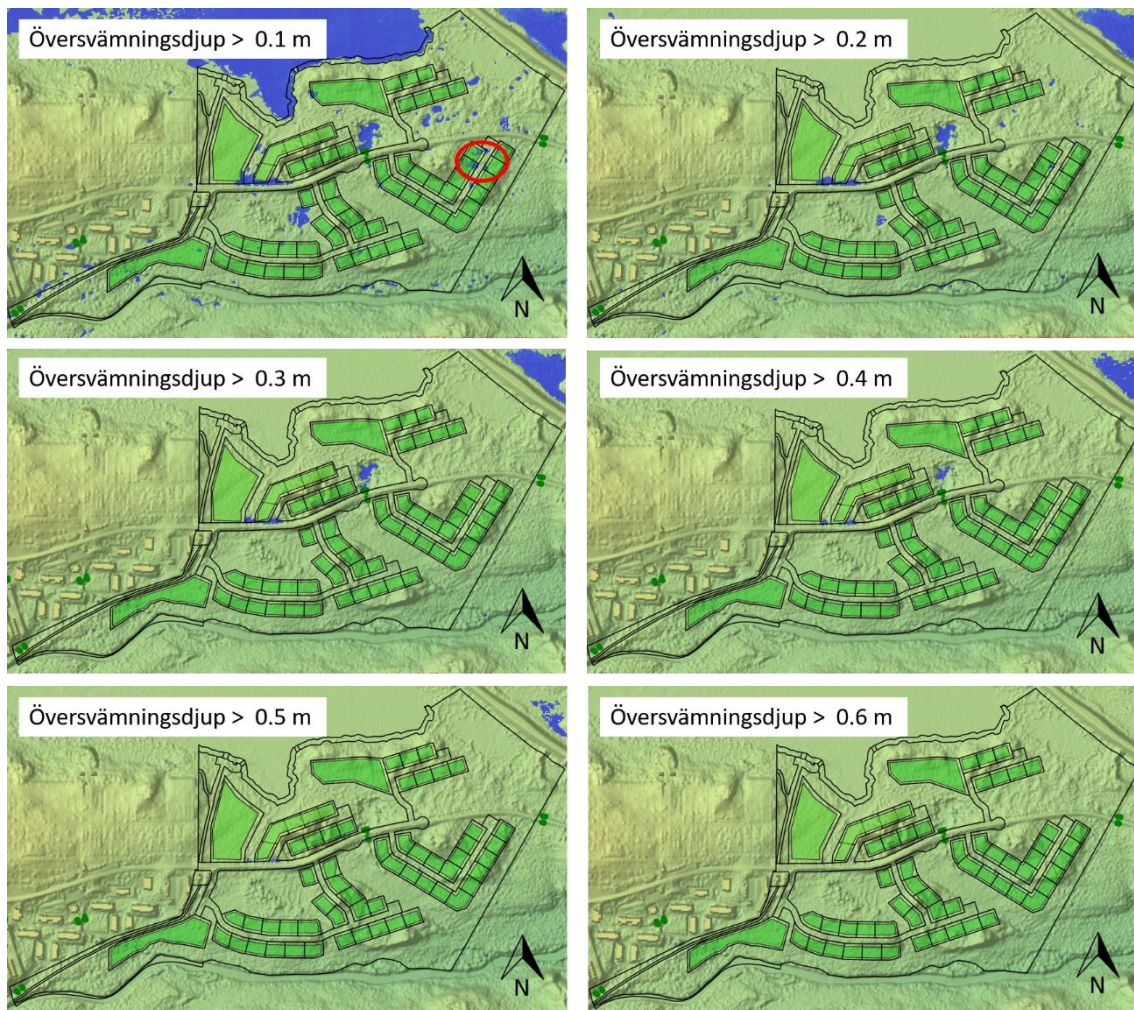
Ett 100 års regn med 30 minuters varaktighet motsvarar en regnintensitet om 247 l/s*ha (Ekvation 4.5 i P110; Svenskt Vatten, 2016) vilket omräknat blir 44,5 mm nederbörd, som har använts i en översvämningsmodell (Scalgo ,2020) för att undersöka översvämningsrisker inom planområdet vid skyfall (100 års regn).

Redan vid 10 mm börjar våtmarker och rinnstråk fyllas med vatten, men omfattningen av yta som översvämmas ökar bara marginellt från ett 10 mm regn till ett 44,5 mm regn (Figur 9).



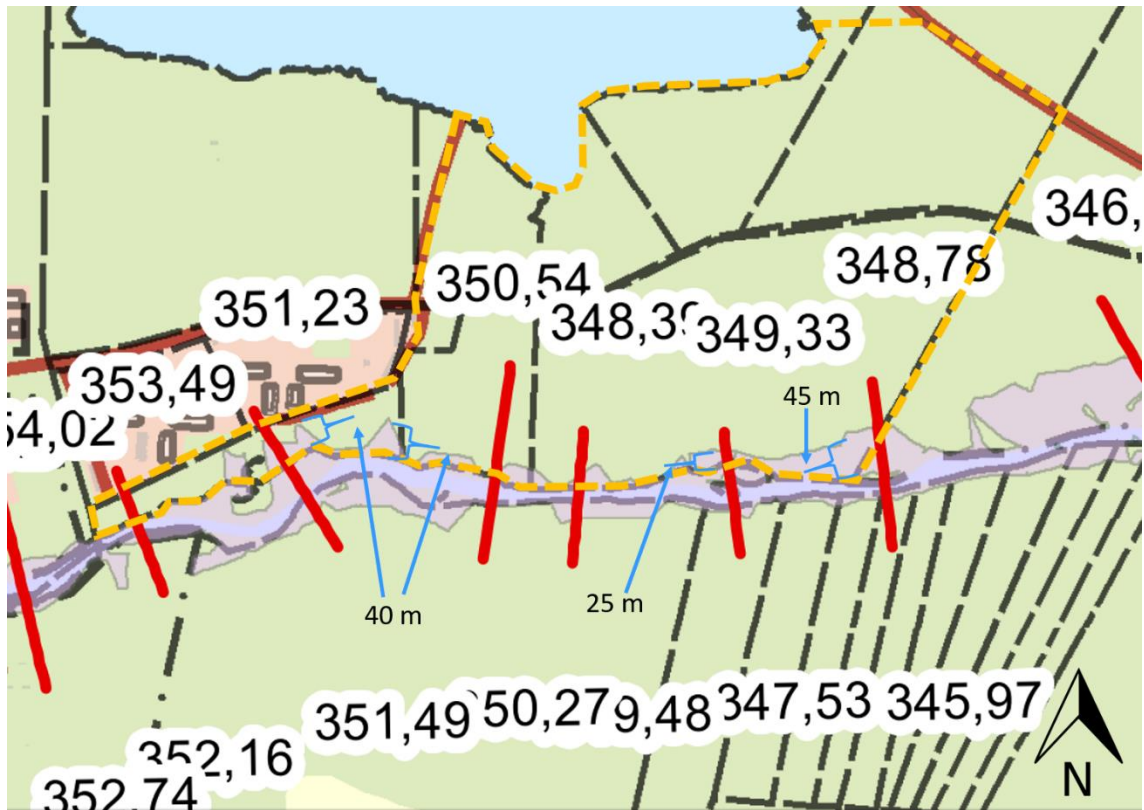
Figur 9. Grad av översvämmat yta inom planområdet vid olika regn: 10 mm, 35 mm och 45 mm (Scalgo 2020).

Modellering av översvämningsdjupet för ett 100 års regn med 30 minuters varaktighet visar att tre utav villatomterna (Markerat med röd i Figur 10) i östra delen av planområdet söder om Gamla Luleåvägen riskerar översvämning med ett vattendjup på 0.1 - 0.2 m (Figur 10). För vattendjup > 0.2 m är det enbart våtmarker och inlopp till vägtrummor under Gamla Luleåvägen som riskerar drabbas (Figur 10). Översvämningsdjupet uppgår som maximalt till 0.62 m (Figur 10).



Figur 10. Översvämningsdjup för ett 100 års regn med 30 minuters varaktighet (Scalgo, 2020). Blå markerar ytan där vattennivån är högre än det modellerade översvämningsdjupet (Scalgo 2020). Villatomter markerat med röd cirkel riskerar drabbas med vattennivåer mellan 0.1 och 0.2 m (Scalgo, 2020).

Enligt vattennivåstudie (Vatten och miljöbyrån, 2013) där vattennivåer och översvämmade ytor kring Vassaraträsk och Vassaraälv redovisades vid olika scenarier, riskerar flerfamiljshusområdet i väst, söder om Gamla Luleåvägen att drabbas av översvämningar vid både medelflöde och 100-årsflöde (Figur 11). Enligt resultat för vattenstånd riskerar vattennivån för denna del av planområdet att öka upp till ungefär +351,5 m (RH2000) vid medelflöde och +353,5 m (RH2000) vid 100-årsflöde vilket innebär risk för översvämningsnivåer på upp till 2 m.



Figur 11. Lila skugga visar översvämmad yta kring Vassaraälven vid ett 100-årsflöde. I väst riskerar älven att brädda upp till ungefär 40 m, i mitten upp till ungefär 25 m och i öst upp till 45 m. Övre siffror: vattenstånd vid 100-årsflöde; nedre siffror: vattenstånd vid medelflöde (Vatten och Miljöbyrån, 2013).

3.2 MARKANVÄNDNING

Markanvändning före respektive efter exploatering framgår av Tabell 3. Avrinningskoefficienter från Svenskt Vatten P110 (Svenskt Vatten, 2016) har använts. För Gamla Luleåvägen har antagits en genomsnittlig asfalterat bredd på 7 m. För flerfamiljshus och villor > 1000 m² är avrinningskoefficienten satt till genomsnittet för flackt respektive kuperat terräng (Svenskt Vatten, 2016).

Tabell 3. Markanvändning med motsvarande avrinningskoefficienter (ϕ).

Befintlig	Area (ha)	ϕ	Red. yta (ha)
Naturmark	30,51	0,1	3,05
Takyta teknisk byggnad	0,02	0,9	0,01
Gamla Luleåvägen (asfalt)	0,48	0,85	0,40
Totalt	31,00		3,47
Efter exploatering	Area (ha)	ϕ	Red. yta (ha)
Naturmark	19,80	0,1	1,98
Takyta teknisk byggnad	0,02	0,9	0,01
Gata	2,57	0,85	2,18
Villor > 1000 m ²	6,30	0,25	1,57
Flerfamiljshus	2,32	0,5	1,16
Totalt	31,00		6,91

3.3 FLÖDESBERÄKNING

Flöden före och efter exploatering har beräknats med rationella metoden (Ekvation 4.4 i P110; Svenskt Vatten, 2016) utifrån en återkomsttid på 10 år och en beräknad regnintensitet på 53,3 l/s*ha i nuläget och 76 l/s*ha efter exploatering (Ekvation 4.5 i P110; Svenskt Vatten, 2016). Rinntiden bedöms i nuläget till 90 min (längsta sträcka: 560 m; markavrinning med vattenhastighet 0,1 m/s) och 55 min efter exploatering (280 m i dike med vattenhastighet 0,5 m/s + 280 m markavrinning med vattenhastighet 0,1 m/s). Årlig avrinningsvolym är beräknat utifrån en årlig nederbörd på 681,9 mm (SMHI luftwebb, 2020).

Dimensionerande flöden (Tabell 4) visar att flödet kommer öka både med och utan klimatfaktor i och med planerad exploatering av området. Årsmedelflödet ökar med cirka 100 % efter exploatering (Tabell 4).

Tabell 4. Beräknade årsmedelflöden samt flöden och volym för 10 års regn före respektive efter exploatering.

Parameter	Enhet	Befintlig	Efter exploatering	Efter exploatering med klimatfaktor 1,25
Flöde 10 års regn	l/s	185	525	657
Volym 10 års regn	m ³	998	1733	2167e
Årlig avrinningsvolym	m ³ /år	23656	47140	58925

3.4 FÖRDRÖJNINGSBEHOV

Erforderlig fördröjningsvolym har beräknats enligt P104 (Svenskt Vatten, 2011a) och P105 (Svenskt Vatten, 2011b).

En total fördröjningsvolym för hela planområdet har beräknats utifrån ett mål om att flödet inte får öka efter exploatering. För ett 10 års regn med klimatfaktor 1,25 blir total fördröjningsvolym ungefär 1720 m³.

3.5 FÖRORENINGSBERÄKNING

Som underlag till föroreningsbelastning har schablonhalter för dagvatten baserat på markanvändning (StormTac, 2020) använts. För framtida markanvändning har det antagits låg trafikintensitet (≤ 200 bilar/dygn), relativt gles bebyggelse samt låg belastning från skogsmark. Föroreningsmängderna har beräknats utifrån en genomsnittlig årsnederbörd på 681,9 mm/år (SMHI luftwebb, 2020). Planerad exploatering beräknas öka föroreningsmängderna av samtliga undersökta förorenande ämnen (Tabell 5).

Tabell 5. Föroreningsmängder före respektive efter exploatering samt ökning i antal kg och procent.

Ämne	Befintlig	Exploaterat	Ökning	
	Kg/år		Kg/år	%
Fosfor, P	0,51	6,14	5,62	1101
Kväve, N	13,32	60,58	47,27	355
Bly, Pb	0,13	0,33	0,20	153
Koppar, Cu	0,16	0,80	0,64	390
Zink, Zn	0,35	1,92	1,57	447
Kadmium, Cd	0,005	0,02	0,0118	252
Krom, Cr	0,09	0,29	0,20	225
Nickel, Ni	0,14	0,29	0,16	113
Kvicksilver, Hg	0,0003	0,002	0,0014	479
Suspenderade ämnen	729,82	2505,59	1775,77	243
Olja	5,25	21,90	16,65g	317
PAH16	0,002	0,01	0,01	470

För att kunna fastslå om denna ökning kan riskera en försämring av status i Vassaraälven, beräknas tillskottet ($\mu\text{g/l}$) till recipienten. I beräkningen har Vassaraälvens naturliga medelvattenföring på $1,41 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{år}$ (SMHI Vattenwebb, 2020) beaktats. Tillskottet har därefter jämförts med riktvärde för särskilt förorenande ämnen i inlandsytvatten samt gränsvärden för kemisk ytvattenstatus (HVMFS, 2019). För fosfor och kväve finns inget jämförelsesvärde i och med saknade uppgifter för dessa. För suspenderade ämnen och olja saknas riktvärde och för PAH16 används gränsvärde för bens(a)pyren (HVMFS, 2019).

Föroreningsbelastningen för samtliga ämnen är avsevärt lägre än angivna riktvärden (

Tabell 6). Planerad exploatering bedöms därför inte försämma Vassaraälvens miljö kvalitetsnormer.

Tabell 6. Föroreningsbelastning i Vassaraälven samt jämförelse med gränsvärde.

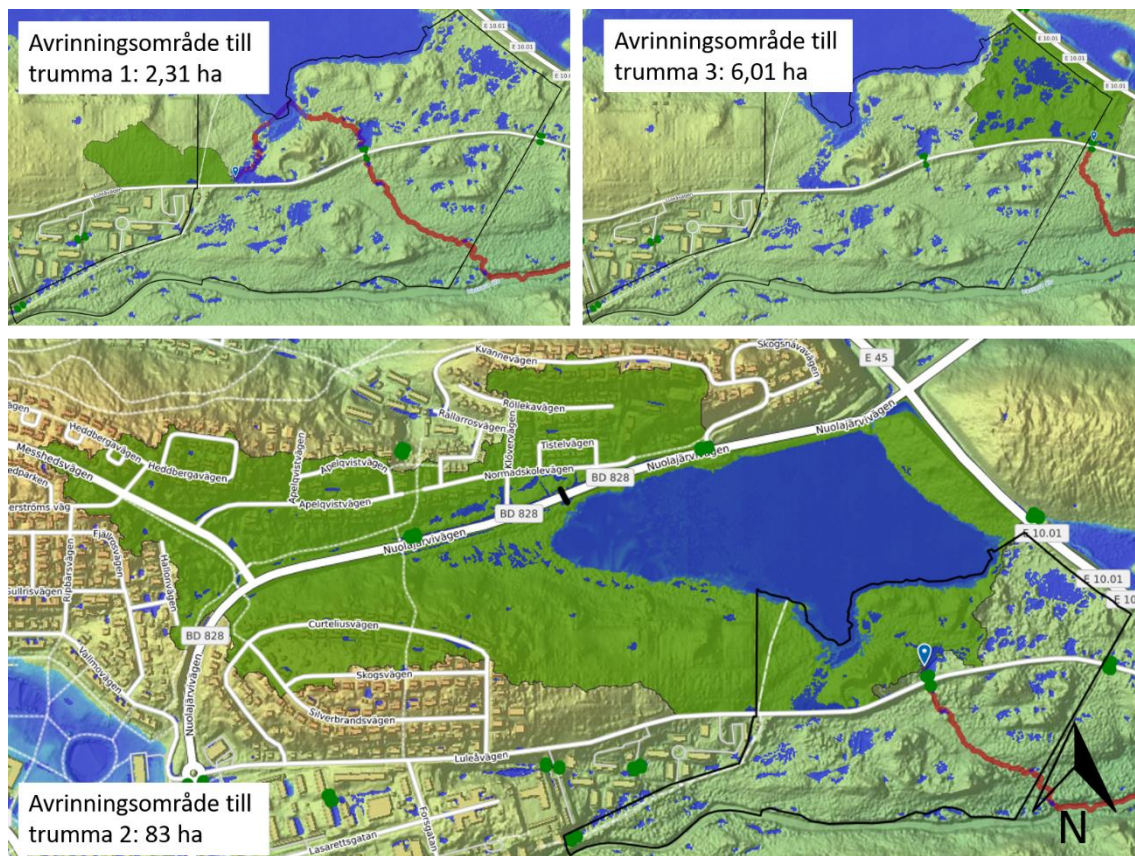
Ämne	Föroreningsbelastning	Gränsvärde
	$\mu\text{g/l}$	
Fosfor, P	0,04	-
Kväve, N	0,43	-
Bly, Pb	0,002	1,2 (biotillgängligt)
Koppar, Cu	0,01	0,5 (biotillgängligt)
Zink, Zn	0,01	5,5 (biotillgängligt)
Kadmium, Cd	0,0001	$\leq 0,08$ (Klass 1)
Krom, Cr	0,002	3,4 (löst)
Nickel, Ni	0,002	4 (biotillgängligt)
Kvicksilver, Hg	0,00001	0,07* (löst)
Suspenderade ämnen	17,83	-
Olja	0,16	-
PAH16	0,0001	0,00017

*Maximal tillåten koncentration för inlandsytvatten

3.6 BERÄKNING AV TRUMKAPACITET

Den dimensionerande vattenföring till trummorna (Figur 6) har beräknats utifrån vägverkets publikation 2008:61 VVMB 310 Hydraulisk dimensionering (Vägverket, 2008).

Varje trummas avrinningsområde har fastställts med hjälp av Scalgo (2020). Avrinningsområdets omfattning samt storlek framgår av Figur 12. Eftersom avrinningsområdet till trumma 1 även ingår i avrinningsområdet till trumma 2 och det är osäkert exakt hur rinnvägarna blir efter exploatering beräknas dimensionerande flöde till både trumma 1 och 2 utifrån avrinningsområdet till trumma 2 eftersom detta område är störst (Figur 12).



Figur 12. Avrinningsområden (markerat med grön) som bidrar med flöde till de tre befintliga trummor under Gamla Luleåvägen (Figur 6) samt dessas storlek (Scalgo, 2020).

Enligt VVMB 310 beräknas dimensionerande flöde med olika tillvägagångssätt beroende på om avrinningsområdet utgörs av naturmark (andel hårdgjord yta < 3,75 %) eller urban mark (andel hårdgjord yta > 3,75; Vägverket, 2008). För avrinningsområdet till trumma 1 och 2 gäller att exploaterad mark uppgår till 13 % (Scalgo, 2020; planerat exploatering ingår inte i dessa 13 %) varför området anses vara urban mark. Detta stöds även av att avrinningsområden <1 km² (100 ha) enligt VVMB 310 anses vara urban mark (Vägverket, 2008), varför även avrinningsområdet till trumma 3 anses vara urban mark.

För urban mark gäller att dimensionerande flöde beräknas utifrån tid-areametoden om avrinningsområdet är >100 ha och utifrån rationella metoden om avrinningsområdet är <100 ha (Vägverket, 2008), varför rationella metoden används för beräkning av dimensionerande flöde till både trumma 1 och 2 samt 3. För urban mark gäller att trummor dimensioneras utifrån 10 års återkomsttid med klimatfaktor 1.3 (Vägverket, 2008), varför dimensionerande flöde redovisas för 10 års återkomsttid med och utan klimatfaktor. Ytterligare redovisas dimensionerande flöde för 100 års återkomsttid.

Markanvändning för avrinningsområdet till trumma 1 och 2 samt för avrinningsområdet till trumma 3 framgår av Tabell 7. För den del av planområdet som ingår i de två avrinningsområdena har markanvändning fastställts med hjälp av planskiss där markanvändningen för resterande del av avrinningsområdena har fastställts med hjälp av Scalgos watershed info (Scalgo, 2020). Avrinningskoefficienter från Svenskt Vatten P110 (Svenskt Vatten, 2016) har använts. För sjön har antagits hårdgjord yta med en avrinningskoefficient på 1. För flerfamiljshus och villor > 1000 m² är avrinningskoefficienten satt till genomsnittet för flackt respektive kuperat terräng (Svenskt Vatten, 2016).

Tabell 7. Markanvändning med motsvarande avrinningskoefficienter (ϕ).

Avrinningsområde 83 ha	Area (ha)	ϕ	Red. yta (ha)
Naturmark	31,52	0,1	3,15
Gata	0,43	0,85	0,37
Villor > 1000 m ²	1,38	0,25	0,35
Hårdgjord yta	10,79	0,3	3,24
Flerfamiljshus	1,52	0,5	0,76
Sjö	18,26	1,0	18,26
Parkmark	19,09	0,1	1,91
Totalt	83,00		28,03
Avrinningsområde 6,02 ha	Area (ha)	ϕ	Red. yta (ha)
Naturmark	5,45	0,1	0,54
Gata	0,12	0,85	0,11
Villor > 1000 m ²	0,45	0,25	0,11
Totalt	6,02		0,76

Rinntiden är beräknat enligt ekvation 1 med hjälp av ungefärliga vattenhastigheter i ledningar, diken och naturmark från Svenskt Vatten P110 (Svenskt Vatten, 2016):

$$Rinntid (min) = \frac{Sträcka (m) * Vattenhastighet \left(\frac{m}{s}\right)}{60 \frac{s}{min}} \quad (1)$$

I de fall där rinnsträckan utgörs av olika typer avledning (dike, naturmark, ledning etc.) beräknas rinntiden för varje typ och summeras för att få totala rinntiden.

Rinnsträckor för varje avrinningsområde är uppskattat med hjälp av kartunderlag i Scalgo (2020) och Google Maps (2020). Beräknade rinntider framgår av Tabell 8.

Tabell 8. Beräknade rinntider.

Avrinningsområde	Typ	Längd (m)	Hastighet (m/s)	Rinntid (min)
83 ha till trumma 1 och 2	Ledning	190	1,5	2
	Dike	920	0,5	31
	Sjö	-	-	10*
	Naturmark	150	0,1	25
summa				68
6 ha till trumma 3	Naturmark	290	0,1	48

*minsta dimensionerande rinntid.

Använda regnintensiteter är beräknat utifrån ekvation 4.5 i Svenskt Vattens P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Beräknade maximala flöden till de olika trummorna (Figur 6) framgår av Tabell 9. En kontrollberäkning enligt tid-areametoden har gjorts och gav ungefär samma resultat.

Tabell 9. Beräknade dimensionerande flöde till trummor. KF: klimatfaktor.

Q _{Max} (l/s)	10 års regn	10 års regn med KF. 1.3	100 års regn
Till trumma 1 och 2	1834	2384	3886,71
Till trumma 3	64	83	135

Trummornas maximala kapacitet (l/s) (Figur 10) är beräknat utifrån Colebrook-Whites formel för cirkulär tvärsnitt (ekvation 4.11 i P110; Svenskt Vatten, 2016) under antagande att högsta vattenstånd ligger på 75 % av trummans höjd för att säkerställa att is, grenar, ris etc. kan passera utan risk för igensättning (Vägverket, 2008). Råhetsvärde (Tabell 3) är vald utifrån rekommenderade värden i Svenskt Vatten P110 (Svenskt Vatten, 2016). Trummornas diameter, material och lutning framgår av Tabell 2.

Rekommenderat lutning för vägtrummor är 5 till 10 ‰ varför rekommenderade dimensioner för nya trummor (Tabell 10) är utifrån en lutning om 10 ‰, en fyllnadsgrad på 75 % och ett råhetstal om 1.

Enligt beräkningar behövs trummorna T.1 och T.2 (Figur 6) bytas ut med en D1200 (plåt eller betong, råhetstal 1) för att ha tillräcklig kapacitet att leda ett 10 års regn med klimatfaktor 1.3 (Tabell 10). Trumma T.3 (Figur 6) har tillräcklig kapacitet, men utifrån inventering rekommenderas det att underhålla (röja) inloppet till denna trumma, så vattnet får fri passage genom (Figur 7).

Tabell 10. Befintlig kapacitet i trummor, minsta diameter på trumma som behövs för att kapaciteten ska räcka till dimensionerande flöden (Tabell 9) samt rekommenderat dimension enligt standardmått på vägtrummor. Ett streck betyder att befintlig trummas kapacitet är tillräcklig.

Trumma	Befintlig kapacitet (l/s)	Rekommenderat dimension (mm), kapacitet (l/s) och flödes hastighet (m/s)								
		10 års regn			10 års regn m. KF. 1,3			100 års regn		
		mm	l/s	m/s	Mm	l/s	m/s	mm	l/s	m/s
T. 1 Btg. 600	1860	1000	2246	3,55	1200	3621	3,97	1400	5420	4,36
T. 2 Btg. 400	280	1000	2246	3,55	1200	3621	3,97	1400	5420	4,36
T. 3 Plåt 400	280	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

Enligt föroreningsberäkningar kommer planerat exploatering inte att påverka Vassaraälvens miljö kvalitetsnormer så att dessa försämrats. Ytterligare utgör avrinningsområdet som bidrar till Vassaraälven via planområdet ungefär 0,2 % (0,85 km²) av hela det område som bidrar med avrinning till Vassaraälven fram till punkten där rinnstråket längst mot öst släpps (380 km²; Scalgo, 2020) varför planområdets bidrag är försumbart och därför inte utgör någon risk i förhållande till erosion (förändring av älvens hydromorfologi) av älvens sidor och/eller botten.

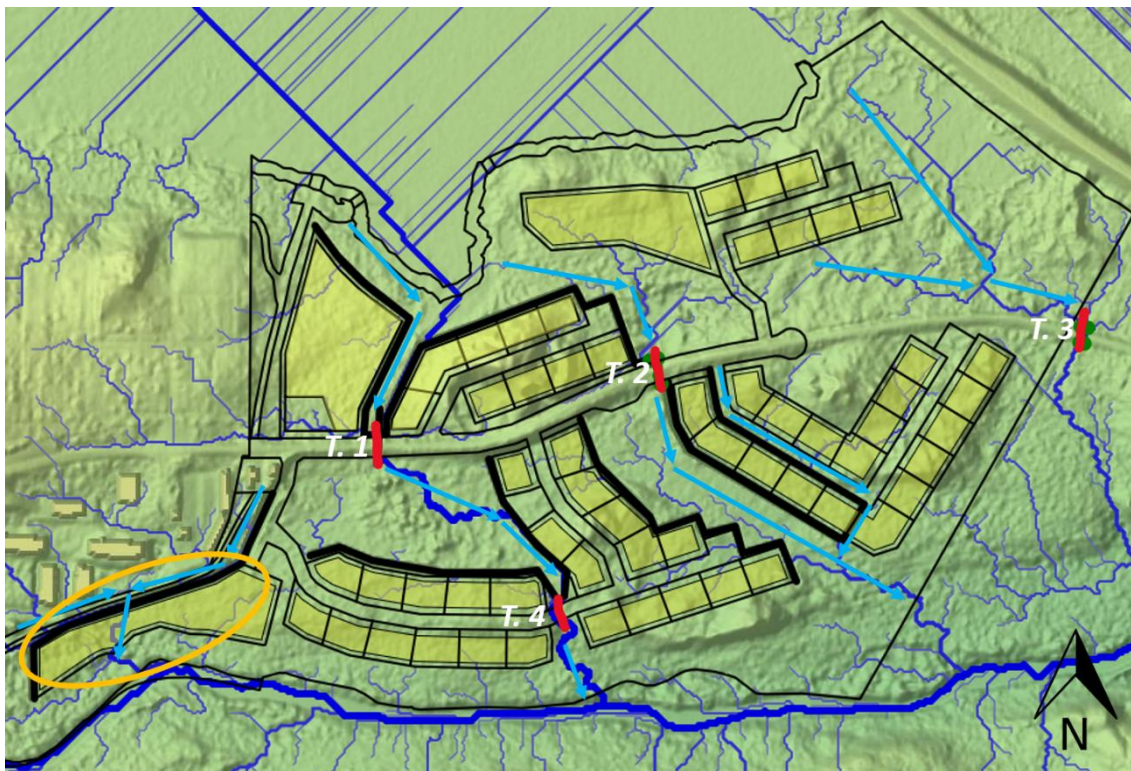
Därtill kommer att flödet efter exploatering inte överskrider de naturliga flöden som förekommer från Nuolajärvisjön till Vassaraälven vid höga flöden i dag (exempelvis vårflöden i samband med smältvatten) varför planerat exploatering inte heller utgör en risk för erosion av de naturliga rinnstråken inom planområdet. Dessa rinnstråk är "vana" med tillfälligt förekommande höga flöden under vissa perioder av året.

Detta innebär att kravet om att flödet från planområdet till älven inte får öka efter exploatering kan bortses från vilket medför att det inte kommer finnas ett behov av fördröjning.

Dagvattenhanteringen för planområdet handlar därför om att säkra rinnvägar genom planområdet så att vattnet leds säkert från befintlig bebyggelse i väst och Nuolajärvisjön i norr till Vassaraälven i syd under hänsyntagen till rekommendationer enligt hydrogeologisk undersökning om att bibehålla områdets naturliga rinnstråk och avleda dagvatten till naturmark (Tyréns, 2019b).

Detta uppnås genom att anlägga ett visst antal avskärande diken (Figur 13) samt uppgradera befintliga trummor T.1 och T.2 (Figur 13) till D1200. Exempel på dike är V-formade vägdiken med en topp bred om 1,8 m, ett djup om 1 m och kross på sidorna för stabilisering. Beroende på utformning ligger kostnaden för diken på mellan 120 - 350 SEK/m (Stormtac, 2020) vilket i detta fall (cirka 1900 m dike) svarar till en ungefärlig totalkostnad på mellan 228 000 SEK och 665 000 SEK. Utöver säker avledning bidrar diken även med en trög fördröjning av dagvattnet.

För att säkra rinnstråket i väst som passerar via trumma T.1 (Figur 6) kommer det behövas en trumma (D1000; 2240 l/s) under tvärgående gatan i villaområdet närmast Vassaraälven (T.4 Figur 13).



Figur 13. Förslag på placering av avskärande diken: markerat med fet svart. Röda markeringar är placering av trummor. Ljusblåa pilar illustrerar rinnvägar. Kritiskt område markerat med gult; inom detta område finns en lågpunkt varför vattnet rinner ditt från både väst och nordöst.

Förslag på dimension av denna trumma är framtagen utifrån samma tillvägagångssätt som tidigare beskriven i avsnitt 3.6 Beräkning av trumkapacitet, där markanvändning enligt Tabell 11 och en rinntid enligt Tabell 12 har använts. Dessutom har samma förutsättningar antagits; en lutning om 10 ‰, en fyllnadsgrad om 75 % och ett råhetstal om 1. Beräknade flöden framgår av (Tabell 13).

Tabell 11. Markanvändning med motsvarande avrinningskoefficienter (ϕ).

Avrinningsområde 85 ha	Area (ha)	ϕ	Red. yta (ha)
Naturmark	33,32	0,1	3,33
Gata	0,43	0,85	0,37
Villor > 1000 m ²	1,38	0,25	0,35
Hårdgjord yta	10,79	0,3	3,24
Flerfamiljshus	1,52	0,5	0,76
Sjö	18,26	1,0	18,26
Parkmark	19,09	0,1	1,91

Tabell 12. Beräknat rinntid.

Avrinningsområde	Typ	Längd (m)	Hastighet (m/s)	Rinntid (min)
85 ha till trumma 4	Ledning	190	1,5	2
	Dike	920	0,5	31
	Sjö	-	-	10*
	Naturmark	150	0,1	25
	Trumma	18	1,5	0,2
	Naturmark	115	0,1	19
	Dike	85	0,5	3
Summa				90

*minsta dimensionerande rinntid.

Tabell 13. Beräknade dimensionerande flöde till ny trumma (T.4 Figur 13) samt rekommenderat dimension på trumma och dennas kapacitet. KF: klimatfaktor.

Parameter	10 års regn	10 års regn med KF. 1.3	100 års regn
Q _{max} (l/s) till trumma 4	1495	1945	3155
Trumdimension (mm)	1000	1000	1200
Trumkapacitet (l/s)	2246	2246	3620

Enligt översvämningsmodell är det tre tomter i östra villaområdet söder om Gamla Luleåvägen som riskerar drabbas av översvämnings om maximalt 20 cm (Figur 10) varför det rekommenderas att byggnader inom dessa 3 tomter höjds med minst 25 cm för att säkerställa att vattnet rinner bort från byggnader och ut mot naturmark. Generellt rekommenderas det att höjdsättning och lutning av gator inom planområdet säkerställer avrinning mot naturmark.

Därutöver är området där det planeras för flerfamiljshus längst mot väst på södra sidan av Gamla Luleåvägen kritiskt (Figur 13) eftersom det genomskärs av ett större rinnstråk som avvattnar en stor del av befintlig bebyggelse väster om planområdet. Detta rinnstråk löpar i en naturlig lågpunkt varför ett avskärande dike inte medför att vattnet leds om, utan ansamlas eftersom vattnet rinner dit från både väst och nordöst (Figur 13). Området riskerar även att drabbas av översvämnings vid både medelflöde och 100-årsflöde (Figur 11) med översvämningsnivåer på upp till 2 m vid ett 100-årsflöde (Vatten och miljöbyrå, 2013). Detta område anses därför inte vara lämpligt för exploatering varför det rekommenderas att kvarhålla detta som naturmark.

5 SLUTSATSER

Planområdet anses inte utgöra någon risk för Vassaraälven varför föreslagen dagvattenhantering enbart fokuserar på säker avledning av dagvatten under både normalregn och skyfall.

Genom att följa föreslagen dagvattenhantering uppnås en trög avledning av dagvatten genom infiltration i naturmark och fördröjning i avskärande diken. Ytterligare bibehålls områdets naturliga rinnstråk igenom vilka dagvattnet leds säkert genom planområdet till Vassaraälven via ytlig avrinning. Slutligen tillförs myrmarken vatten så att grundvattensänkning undviks och vattnet uppnår en vis naturlig rening.

Därutöver visar utredningen att tre utav de planerade villatomterna söder om Gamla Luleåvägen riskerar översvämmas med upp till 20 cm vatten varför byggnader på dessa tomter rekommenderas en höjdsättning om minst 25 cm. Slutligen är området där det planeras för flerfamiljshus längst mot väst på södra sidan av Gamla Luleåvägen inte lämplig för exploatering på grund ut av ett genomskärande rinnstråk i en naturlig lågpunkt samt risk för översvämning vid höga flöden i Vassaraälven.

6 REFERENSER

Gällivare Kommun, 2015. Dagvattenpolicy, utarbetad av service- och teknikförvaltningen, samhällsplaneringen, miljö- och byggförvaltningen, Gällivare Kommun.

Google Maps, 2020. <https://www.google.se/maps/@62.0329754,17.3785551,5z>. Juni 2020.

HVMFS 2019. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten, Havs- och vattenmyndighetens författningssamling, december 2019.

Scalgo, 2020. Scalgo live flood risk. www.scalgo.com. Juni 2020.

SGU, 2018. Sveriges geologiske undersökning, genomsläpplighet, dokumentversion 1.1.

SGU, 2020. Kartvisaren, Sveriges geologiske undersökning. www.sgu.se. Juni 2020.

SMHI Vattenwebb, 2020. Modelldata per område. <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>. Juni 2020.

SMHI Luftwebb, 2020. Nederbördsdata. <http://luftwebb.smhi.se/>. Juni 2020

StormTac, 2020. StormTac Web, Juni 2020.

Svenskt Vatten, 2011a. Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem. Publikation P104, augusti 2011.

Svenskt Vatten, 2011b. Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utförande. Publikation P105, augusti 2011.

Svenskt Vatten, 2016. Avledning av dag-, drän- och spillvatten, funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikation P110 – del II. Svensk Vatten AB, Stockholm, Sverige.

Tyréns, 2019a. MUR (Markteknisk undersökningsrapport)/geoteknik DP Nuolajärvi. November 2019.

Tyréns, 2019b. Hydrogeologiskutredning DP Nuolajärvi. December 2019.

Vatten och Miljöbyrån, 2013. Vattennivåer i Vassara vattensystem. November 2013.

VISS, 2020. Vatteninformationssystem Sverige. <https://viss.lansstyrelsen.se>. Juni 2020.

Vägverket, 2008. Vägverkets publikation 2008:61. VVMB 310 Hydraulisk dimensionering, Vägverkets tryckeri Borlänge.