



Klimatförändringar och dess påverkan på miljöfarlig verksamhet och förorenade områden i Norrbottens län

Rapport 13/2018



Länsstyrelsen
Norrbotten

Förord

Föreliggande rapport har utarbetats av ÅF-consult på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbotten.

Uppdraget görs inom ramen för Länsstyrelsens arbete med anpassning till ett förändrat klimat.

Det arbetet har syftet att minska risker för människor och miljö, som kan uppkomma till följd av ett förändrat klimat.

Rapporten ska ses som både en statusbeskrivning och som en vägledning för framtida arbete med klimatrisker kopplat till förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

Titel:	Klimatförändringar och dess påverkan på miljöfarlig verksamhet och förorenade områden i Norrbottens län.
Rapportnummer:	13/2018
Omslagsbild:	Länsstyrelsen i Norrbottens län
Författare:	ÅF-Infrastructure AB
Kontaktperson:	Micael Bredefeldt, Länsstyrelsen i Norrbottens län, 971 86 Luleå. Telefon: 010-225 50 00, fax: 0920-22 84 11, E-post: norrbotten@lansstyrelsen.se Internet: www.lansstyrelsen.se/norrbotten

RAPPORT

Handläggare
Maria Granberg
Johanna Myrland
Mårten Winkler

Datum
2018-08-14

Uppdragsledare
Alexandra Sjöstrand

Projekt-ID
740876

Mobil uppdragsledare
+46767711779
E-post
Alexandra.sjostrand@afconsult.com

Kund
Länsstyrelsen Norrbotten

Klimatförändringar och dess påverkan på miljöfarlig verksamhet och förorenade områden i Norrbottens län

ÅF-Infrastructure AB

Granskad

Maria Granberg
Johanna Myrland
Alexandra Sjöstrand
Mårten Winkler

Anna Mäki

RAPPORT

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	4
1.1	Bakgrund och syfte	4
1.2	Länsstyrelsens uppdrag	4
2	Globala klimatscenarier	5
3	Klimatet i Norrbottens län – idag och i framtiden	7
3.1	Framtida klimat	7
3.1.1	Tidsperiod 2021-2050	7
3.1.2	Tidsperiod 2069-2098	9
3.2	Årstidsvariationer för länet i sin helhet	10
3.3	Regionala variationer	11
3.3.1	Regionala variationer på årsbasis	11
3.3.2	Regionala årstidsvariationer	13
4	Beskrivning av objekt inkluderade i analysen	17
4.1	Miljöfarlig verksamhet	17
4.2	Förorenade områden	17
4.3	Gruvdammar	18
4.3.1	Dimensionering av gruvdammar	19
5	Generella konsekvenser av klimatförändringar på studerade objekt.....	20
5.1	Konsekvenser på grund av temperatur	20
5.2	Konsekvenser på grund av nederbörd	21
5.2.1	Konsekvenser på grund av skyfall	21
5.3	Konsekvenser på grund av tillrinning	22
5.4	Konsekvenser på grund av naturolyckor/förlopp	23
5.4.1	Översvämning av älvar	23
5.4.2	Ras, skred och erosion	24
5.5	Konsekvenser på grund av övriga klimateffekter	24
5.6	Slutsats	25
6	Analysmetodik	26
6.1	Data	26
6.1.1	Beskrivning av GIS-lager	27
6.2	Metodikflöde	29
7	Analys av miljöfarlig verksamhet	32
7.1	Urval objekt- metod A	32
7.2	Konsekvenser på identifierade objekt	32
7.2.1	Skred och ras.....	32
7.2.2	Erosion	33
7.2.3	Översvämning av älvar	34
7.2.4	Översvämning vid skyfall	35

RAPPORT

8	Analys av förorenade områden	36
8.1	Urval objekt- metod A	36
8.2	Konsekvenser på identifierade objekt	36
8.2.1	Skred och ras.....	36
8.2.2	Erosion	38
8.2.3	Översvämning av älvar	39
8.2.4	Översvämning vid skyfall	41
9	Analys av gruvdammar.....	42
9.1	Urval objekt- metod A	42
9.2	Konsekvenser på identifierade objekt	42
10	Förslag till urval och fördjupad analys.....	43
11	Beskrivning av åtgärder.....	44
11.1	Generella åtgärder.....	44
11.2	Specifika åtgärder förorenad mark	44
11.3	Specifika åtgärder miljöfarlig verksamhet.....	44
11.4	Åtgärder gruvdammar	45
12	Begränsningar.....	46
13	Referenser.....	47

Bilagor

Bilaga 1 Översiktskartor – objekt inkluderade i analysen

Bilaga 2 Identifierade objekt - skred och ras

Bilaga 3 Identifierade objekt - erosion

Bilaga 4 Identifierade objekt - översvämning av älvar

Bilaga 5 Identifierade objekt - översvämning vid skyfall

RAPPORT

Sammanfattning

I föreliggande rapport redovisas en översikt av framtida klimatförändringar för Norrbottens län samt dess påverkan på miljöfarliga verksamheter i länet.

Generellt kommer temperatur och nederbörd öka, och i varierande grad inom länet. Dessa klimatförändringar kan innebära att vissa naturrelaterade processer, såsom översvämningar, erosion, skred och ras, ökar i frekvens och omfattning.

Specifika objekt (miljöfarlig verksamhet och förorenade områden), vilka ligger inom riskområden för sådana naturolyckor och förlopp, har identifierats genom GIS-analys. Resultatet från analysen presenteras huvudsakligen i kartor och tabeller. En generell beskrivning av påverkan av klimatförändringar på dessa typer av objekt inkluderas i rapporten.

Identifieringen av objekt i områden särskilt känsliga för klimatrelaterade naturolyckor kan bland annat ligga till grund för att identifiera och prioritera objekt vid exempelvis tillsyn av verksamheter eller vid utförande av mer detaljerade klimatförändringsanalyser.

Det finns möjlighet att nyttja framtaget digitalt material från GIS-analysen för detta.

RAPPORT

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Länsstyrelserna i Sverige arbetar sedan 2009 med uppdraget "Anpassning till förändrat klimat" ¹. Uppdraget innebär att länsstyrelserna ska samordna klimatanpassningsarbetet på regional nivå. En del i detta arbete är att identifiera områden som kan påverkas av klimatförändringar, samt arbeta fram rekommendationer för klimatanpassning och därigenom minska länets sårbarhet till följd av klimatförändringar. Denna studie är en del av detta arbete.

Ett förändrat klimat leder till en kedjereaktion av förändringar som beror av och påverkar varandra. Det leder till förändringar av processer i naturen och även till ekonomiska, kulturella och sociala förändringar. Klimatförändringar innebär stora utmaningar för samhället på alla plan: globalt, regionalt och lokalt.

Extrema väderscenarier som skyfall kan orsaka naturolyckor med snabba förlopp exempelvis översvämningar, skred och ras. Ett förändrat framtida klimat kan ge upphov till en ökad frekvens och intensitet av dessa väderscenarier och naturolyckor. Klimatförändringar kan även leda till mer långsamma förlopp som ändrade havsnivåer, erosion och förändrade grundvattennivåer.

Denna studie analyserar och beskriver generellt hur miljöfarliga verksamheter, förorenade områden och gruvdammar påverkas av ett antal identifierade naturolyckor och förlopp (översvämningar, erosion, skred och ras), med avseende på att förekomst och utformning förändras med ett förändrat klimat i Norrbottens län. I studien identifieras bland annat, genom GIS-analys, de verksamheter i länet som är lokaliserade inom områden där risk för naturolyckor föreligger. Syftet med rapporten är att vara en vägledning till de som arbetar med tillsyn och prövning av de objekt som ingår i studien.

1.2 Länsstyrelsens uppdrag

Länsstyrelsen har flertalet verksamhetsområden varav många påverkas av klimatförändringar och klimatanpassningsarbetet. Länsstyrelsens verksamhetsområden omfattar bland annat naturvård och miljöskydd, inom vilket det är relevant att beakta klimatanpassningsbehovet. De är den regionala tillsynsmyndigheten för naturvård och miljöskydd enligt miljöbalken. I såväl prövning som tillsyn av miljöfarlig verksamhet samt i naturvårdsarbetet bör de risker som kan förväntas med anledning av klimatförändringarna beaktas.

Länsstyrelserna har en viktig roll i att tillhandahålla planeringsunderlag till den kommunala fysiska planeringen och till andra typer av planering och projekt. I samband med klimatanpassning kan det innebära att sammanställa ett regionalt faktaunderlag om de förväntade climateffekterna. Länsstyrelserna har, enligt plan- och bygglagen, en gransknings- och prövningsrätt där de ska bevaka att behovet av skydd mot olyckshändelser och människors hälsa beaktas i kommunens fysiska planer. Länsstyrelsernas geografiska områdesansvar för kris och beredskap på regional nivå består bland annat i att informera, verka för att regionala risk- och sårbarhetsanalyser sammanställs, verka för effektivt resursutnyttjande, ge en enhetlig inriktning av krishanteringsförberedelserna, samt att följa upp beredskapsförberedelserna.

¹ Uppdraget har sin utgångspunkt i den av Riksdagen antagna propositionen *En sammanhållen klimat- och energipolitik, prop.2008/09:162. Förordning (2007:825) med länsstyrelseinstruktion*, samt de följande årens regleringsbrev för länsstyrelserna har styrt arbetet. Från och med 2019 även SFS 2018:1428.

RAPPORT

2 Globala klimatscenarier

FN:s klimatpanel, IPCC, presenterade i sin senaste rapport från 2013 fyra olika scenarier att basera beräkningar av framtida klimatförändringar på. Dessa kallas RCP:er (Representative Concentration Pathways) och representerar olika utvecklingsvägar för framtida koncentrationer av växthusgaser i atmosfären. De olika scenarierna är RCP 2,6, RCP 4,5, RCP 6 och RCP 8,5, där siffran representerar den strålningsdrivning (i watt per kvadratmeter) som de olika utvecklingsvägarna ger upphov till.

Forskningsvärlden har fokuserat på RCP 4,5 och RCP 8,5, vilket även SMHI gjort i sin analys av framtidsklimat i Norrbottens län². Fokus kommer därför ligga på dessa klimatscenarier även i denna studie. Olika antaganden för RCP 4,5 och RCP 8,5 presenteras i Tabell 1.

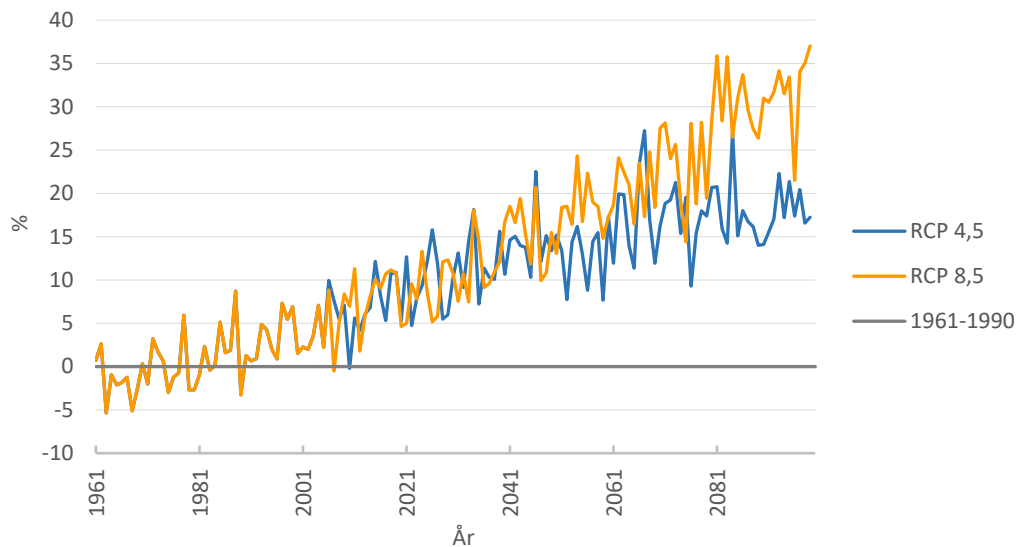
Tabell 1. Antaganden för klimatscenario RCP 4,5 och RCP 8,5, gäller år 2100 om inte annat årtal anges.

RCP4,5 (begränsade utsläpp)	RCP8,5 (höga utsläpp)
- Utsläppen av koldioxid ökar något och kulminerar omkring 2040 - Befolkningsmängden är lite under 9 miljarder - Lägre arealbehov för jordbruksproduktion, bland annat till följd av större skördar och förändrade konsumtionsmönster - Omfattande skogsplanteringsprogram - Lägre energiintensitet - Kraftfull klimatpolitik	- Koldioxidutsläppen är tre gånger dagens - Metanutsläppen ökar kraftigt - Jordens befolkning är 12 miljarder. Det leder till ökade anspråk på betes- och odlingsmark för jordbruksproduktion - Teknikutvecklingen mot ökad energieffektivitet fortsätter i långsam takt - Stort beroende av fossila bränslen - Hög energiintensitet - Ingen tillkommande klimatpolitik

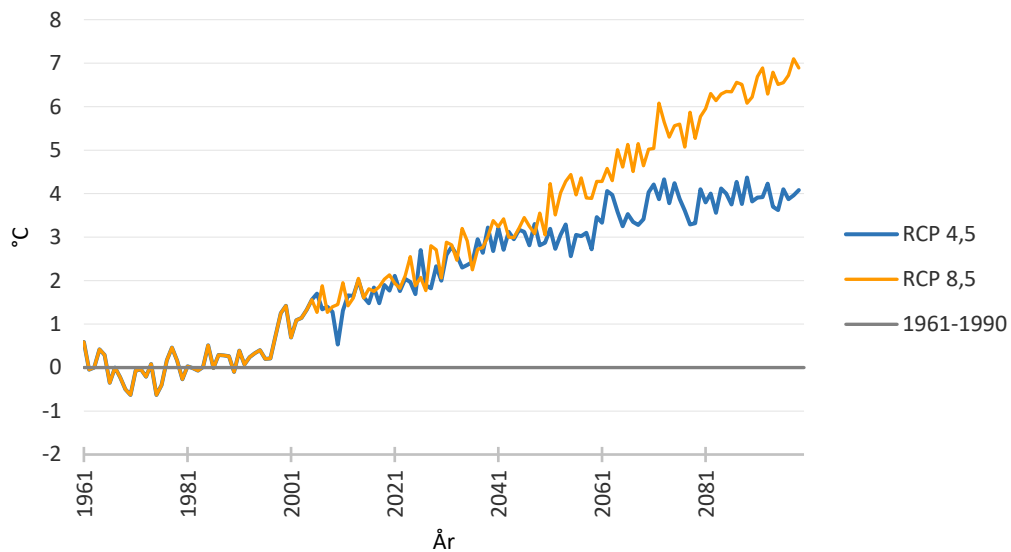
Diagrammen i Figur 1 och Figur 2 exemplifierar hur förändringen skiljer sig mellan dessa två klimatscenarier, avseende årsnederbörd och årsmedeltemperatur i Norrbottens län. Skillnaderna mellan de olika scenarierna är knappt märkbara under den första halvan av detta sekel. Från mitten av seklet och framåt är de dock högst märkbara, vilket tydliggörs ytterligare i avsnitt 3.1.1 och 3.1.2.

² Berglöv et al. (2015)

RAPPORT



Figur 1. Beräknad förändring av årsnederbörden (%) i Norrbottens län mellan år 1961 och 2100, i jämförelse med normalperioden (1961-1990). Data från SMHI.



Figur 2. Beräknad förändring av årsmedeltemperaturen (°C) i Norrbottens län mellan år 1961 och 2100, i jämförelse med normalperioden (1961-1990). Data från SMHI.

För fler diagram och kartor som påvisar skillnader över tid mellan de olika scenarierna för olika klimatparametrar, hänvisas till SMHI:s hemsida eller till den femte och senaste IPCC-rapporten *Climate Change 2013 – The Physical Science Basis*.

3 Klimatet i Norrbottens län – idag och i framtiden

3.1 Framtida klimat

I regleringsbrevet avseende klimatanpassningsanslaget 2015 fick SMHI i uppgift att ta fram enhetliga klimatanalyser för varje län, baserade på de olika klimatscenerierna. Som nämnts ovan har SMHI valt att fokusera på RCP 4,5 och 8,5, eftersom forskningsunderlaget är störst för dessa. SMHI:s analys av framtidens klimat i de olika länen baseras på nio stycken globala klimatmodeller. Syftet med detta är att uppnå ett så representativt resultat som möjligt, eftersom varje klimatmodell ger olika resultat och ingen modell är perfekt³. Klimatinformationen i denna rapport, avseende dagens och framtidens klimat i Norrbotten, är baserad på data från SMHI samt SMHI:s länsstudie som presenteras i *Framtidsklimat i Norrbottens län – enligt RCP-scenarier*, Klimatologi Nr 32, 2015.

För denna studie har ett antal klimatparametrar valts ut som på ett representativt sätt kan påvisa effekterna av klimatförändringarna. Utvalda parametrar är förändring av medeltemperatur, årsnederbörd, årets största dygnsnederbörd, antal dagar med kraftigt regn, total och lokal medeltillrinning samt 10-års och 100-års medeltillrinning. Samtliga faktorer påverkar skred och ras, erosion och översvämningar. Det redogörs för klimatförändringar för länet i stort, på årsbasis och årstidsbasis, samt för regionala skillnader inom länet. Tidsperioderna 2021-2050 och 2069-2098 har jämförts mot normalperioden (1961-1990), för klimatscenerierna RCP 4,5 och RCP 8,5.

3.1.1 Tidsperiod 2021-2050

Nederbörd och temperatur

Årsmedeltemperaturen och årsnederbörden kommer generellt att stiga i Norrbottens län mellan den observerade normalperioden (1961-1990) och perioden 2021-2050. Skillnaden mellan de olika klimatscenerierna är försumbar under denna tid.

Nederbörden beräknas öka med ca 12%.

Årsmedeltemperaturen beräknas öka med 2,5-2,7 °C

Årsmedeltemperaturen var under normalperioden (1961-1990) -1,5 °C i länet och beräknas därmed stiga till ca 1 °C för perioden 2021-2050. Årsnederbörden var 660 mm och beräknas därmed öka till ca 740 mm.

Skyfall

Ett skyfall definieras av SMHI som ett regn med en intensitet större än 50 mm/h eller 1 mm/min. Ett regn med intensiteten 50 mm/h har generellt en återkomsttid på 80 år. Parametrarna årets största dygnsnederbörd samt antal dagar med kraftig nederbörd (nederbördsmängd över 10 mm) representerar i denna studie skyfall. En ökning av dessa syns redan till perioden 2021-2050, enligt båda klimatscenerierna. Skillnaden mellan de olika scenarierna är i detta fall liten.

Årets största dygnsnederbörd beräknas öka med 10-12 %

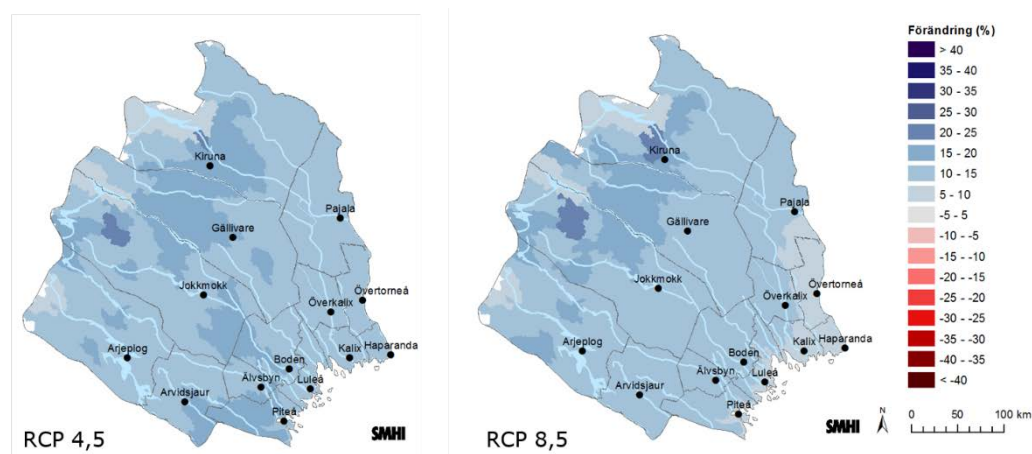
Antal dagar med kraftig nederbörd beräknas öka med ca 4 dagar

³ . Berglöv et al. (2015)

RAPPORT

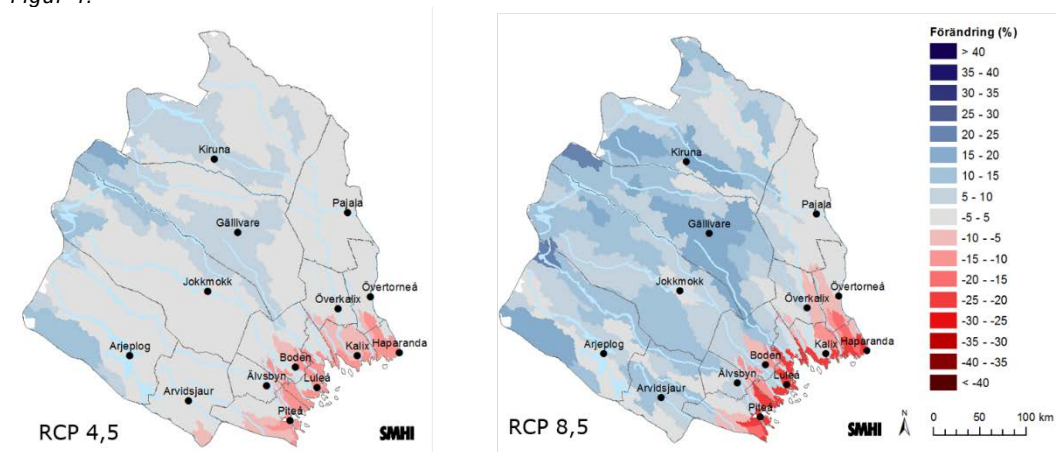
Tillrinning⁴

Klimatparametern *lokal* årsmedeltillrinning inkluderar endast flödet från det aktuella avrinningsområdet och inte från avrinningsområden uppströms, vilka däremot inkluderas i parametern *total* tillrinning. Både den totala och den lokala årsmedeltillrinningen i länet kommer generellt att öka enligt SMHI:s simuleringar. Förändringen av den lokala årsmedeltillrinningen skiljer sig inte åt i någon större utsträckning mellan de två klimatscenerierna RCP 4,5 och 8,5. Kartorna i Figur 3 visar på en viss skillnad mellan scenarierna inom ett antal avrinningsområden. Den totala och den lokala årsmedeltillrinningen i länet beräknas öka med cirka 10-15 % mellan aktuella perioder, enligt båda scenarierna.



Figur 3. Beräknad förändring av lokal årsmedeltillrinning (%) i Norrbottens län för perioden 2021-2050 jämfört med 1963-1992⁵.

Den lokala 10-årstillrinningen och 100-årstillrinningen (tillrinning med återkomsttid⁶ 10 respektive 100 år) beräknas vara oförändrad eller öka i inlandet och fjällen och minska närmast kusten, enligt båda klimatscenerierna. Förändringarna blir något kraftigare enligt RCP 8,5, se Figur 4.



Figur 4. Beräknad förändring av lokal 100-års tillrinning i Norrbottens län för perioden 2021-2050 jämfört med 1963-1992⁵.

⁴ (SMHI)

Tillrinning: Det vatten som rinner till en sjö.

Tillrinningsområden: Hela det område varifrån vatten rinner till en sjö. Området avgränsas av ytvattendelare och sjöns strandlinje. Arealen för tillrinningsområdet till en sjö är lika med avrinningsområdet vid sjöns utlopp minus sjöns egen areal.

⁵ © Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (bearbetad av ÄF-Infrastructure).

⁶ Sannolikhet för händelse, i detta fall ökning av vattenflöde

RAPPORT

3.1.2 Tidsperiod 2069-2098

I det kortare perspektivet (år 2021-2050) ser scenarierna RCP 4,5 och 8,5, i stort sett likadana för samtliga klimatparametrar, med stigande årsmedeltemperatur, ökad årsnederbörd, ökad frekvens och intensitet på skyfallen och ökad årsmedeltillrinning.

I tidsperspektivet 2069-2098, är det däremot markant skillnad mellan de olika klimatscenarierna.

Nederbörd och temperatur

Årsmedeltemperaturen och årsnederbörden kommer generellt att skilja sig mellan den observerade normalperioden (1961-1990) och perioden 2069-2098. Skillnaden är också markant mellan de olika klimatscenarierna för denna period.

Årsnederbörden beräknas öka med ca 17,5 % (RCP 4,5) och ca 28 % (RCP 8,5) till 775 respektive 844 mm.

Årsmedeltemperaturen beräknas stiga med 3,9 °C (RCP 4,5) och 6 °C (RCP 8,5) vilket innebär från nuvarande -1,5 °C till 2,4 respektive 4,5 °C.

Skyfall

Även under denna period (2069-2098) sker en ökning av årets största dygnsnederbörd, samt att antal dagar med kraftig nederbörd blir större jämfört med normalperioden (1961-1990). Skillnaden mellan klimatscenarierna är påtaglig.

Årets största dygnsnederbörd beräknas öka med ca 16 % (RCP4,5) respektive ca 27 % (RCP8,5)

Antal dagar med kraftig nederbörd beräknas öka med ca 6,5 dagar (RCP 4,5) respektive 11 dagar (RCP8,5)

Enligt SMHI:s rapport om framtidens klimat i Norrbotten är ökningen av intensiteten i skyfall störst för de längre återkomsttiderna/lågre sannolikheterna. Dock visar även beräkningar på de årliga skyfallen en ökning på 15-25 %.

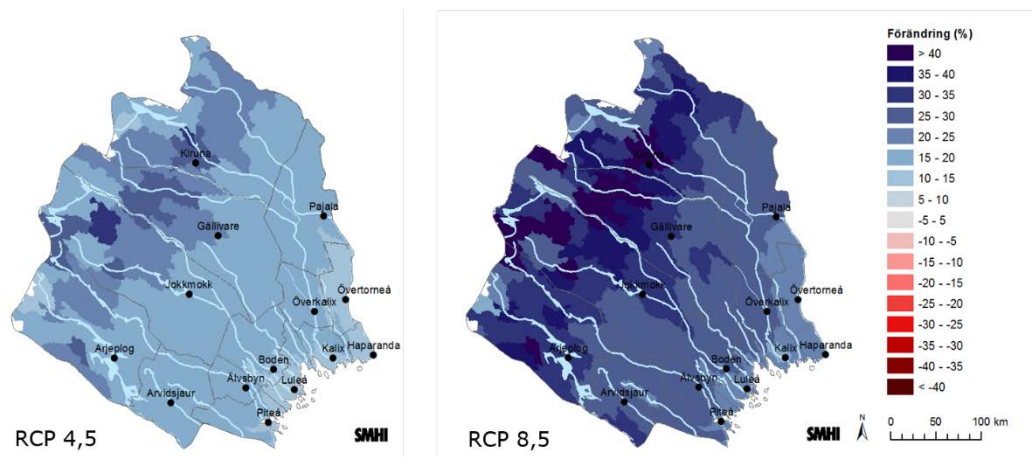
Tillrinning

Den totala och den lokala årsmedeltillrinningen i länet kommer fortsätta öka under den andra halvan av seklet, enligt SMHI. Scenariot ser likadant ut för tillrinning som för övriga parametrar, det vill säga att skillnaden mellan RCP 4,5 och 8,5 tydliggörs först under den senare halvan av seklet. Kartorna i Figur 5 visar tydligt skillnaden mellan de två klimatscenarierna. Den totala och den lokala årsmedeltillrinningen i länet beräknas öka med cirka 10-30 % enligt RCP 4,5 och 20-40 % enligt RCP 8,5. Beräkningar visar att 100-års flöden med extrem lokal tillrinning kan komma att bli 20-års flöden i framtiden.

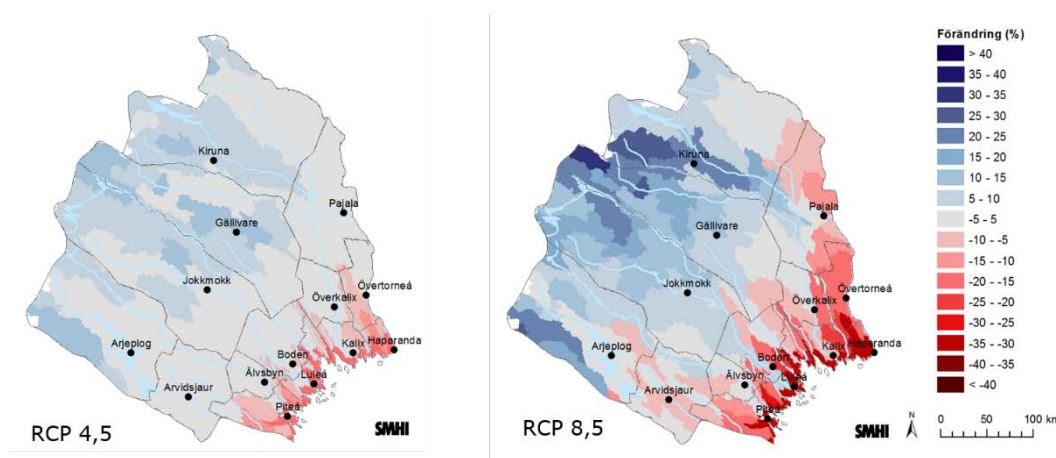
Den lokala 10-årstillrinningen och 100-årstillrinningen beräknas minska vid kusten och en bit in i landet, längre in enligt RCP 8,5 än 4,5. I resterande del av inlandet och

RAPPORT

fjällen beräknas tillrinningen öka eller vara oförändrad, se Figur 6. Vid jämförelse med tidsperspektivet (år 2021-2050) har förändringarna blivit kraftigare.



Figur 5. Beräknad förändring av lokal årsmedeltillrinning (%) i Norrbottens län för perioden 2069-2098 jämfört med 1963-1992⁷.



Figur 6. Beräknad förändring av lokal 100-års tillrinning i Norrbottens län för perioden 2069-2098 jämfört med 1963-1992⁷.

3.2 Årstidsvariationer för länet i sin helhet

Temperatur

Generellt kommer vintern påverkas mest av klimatförändringarna i länet. Medeltemperaturen beräknas stiga under alla årstider, men kraftigaste ökningen förväntas under vinterperioden. Vintertemperaturen bedöms stiga upp emot 5 °C i slutet av seklet enligt RCP 4,5 och 8 grader enligt RCP 8,5. Om medeltemperaturen används för att definiera årstiderna (enligt SMHI:s definition för respektive årstid) kan temperaturökningen indikera att hösten håller i sig längre och våren kommer tidigare än idag, vilket innebär att vintern blir kortare.

Nederbörd

Nederbörden i länet beräknas bli större under samtliga årstider. Kraftigast blir

⁷ © Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (bearbetad av ÅF-Infrastructure)

RAPPORT

ökningen under vintern. Den bedöms vara upp emot 40 % högre vid slutet av seklet än under normalperioden, enligt RCP 8,5. Andelen nederbörd som faller som regn kommer bli större under vintern, till följd av en ökad medeltemperatur.

Skyfall

Årets största dygnsnederbörd och antal dagar med kraftigt regn ökar generellt i länet under samtliga årstider i ett framtida klimat, enligt SMHI:s beräkningar. När parametrarna vägs samman bedöms skyfallsproblematiken öka mest under hösten. Förändringen kan dock komma att bli störst under vintern om den största dygnsnederbörden faller som regn istället för snö. Marken är ofta frusen eller vattenmättad under vintern, vilket innebär att tillrinningen och översvänningsproblematiken kan bli stor vid ett eventuellt skyfall.

Tillrinning

För total tillrinning bedöms den största förändringen ske under vinterperioden. I de flesta vattendrag förväntas ökningen bli större än 100 % mot slutet av seklet enligt RCP 8,5 och 40-100 % enligt RCP 4,5. Baserat på de olika årstidernas klimatkaraktär bedöms inte flöden och översvänningsproblematik följa samma mönster. Flödena i vattendragen är generellt störst under avsmältningen på våren och kommer så förbli, trots att ökningen är störst under vintern. Tillrinningen ökar inte under samtliga årstider. Under sommaren ses en viss minskning eller en oförändrad total tillrinning för de flesta vattendrag. Skillnaderna mellan de två klimatscenarierna är betydligt mindre för vår, sommar och höst än vad skillnaden är under vintern.

3.3 Regionala variationer

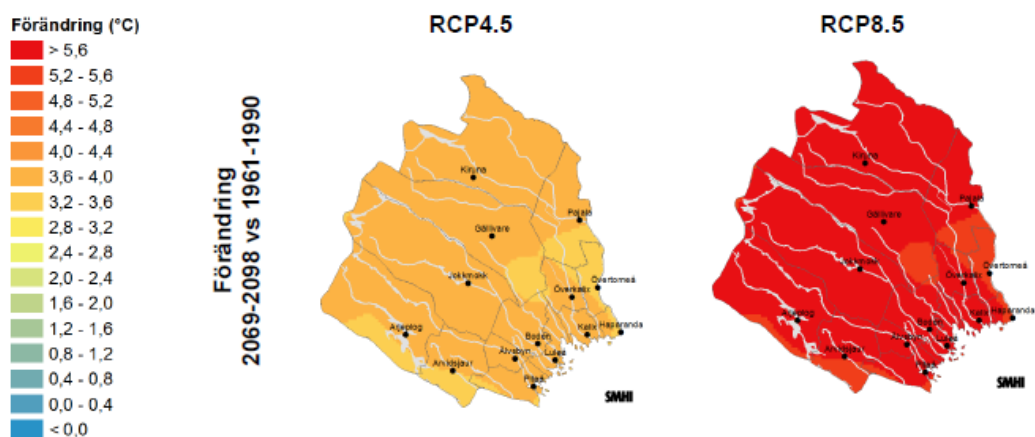
3.3.1 Regionala variationer på årsbasis

Klimatförändringarna som beskrivits ovan gäller generellt för hela länet. Variationer inom länet förekommer dock. I detta avsnitt och nästkommande beskrivs variationer inom länet med avseende på klimatförändringar, på årsbasis respektive för de olika årstiderna. Förändringarna avser skillnad mellan normalperioden 1961-1990 och 2069-2098.

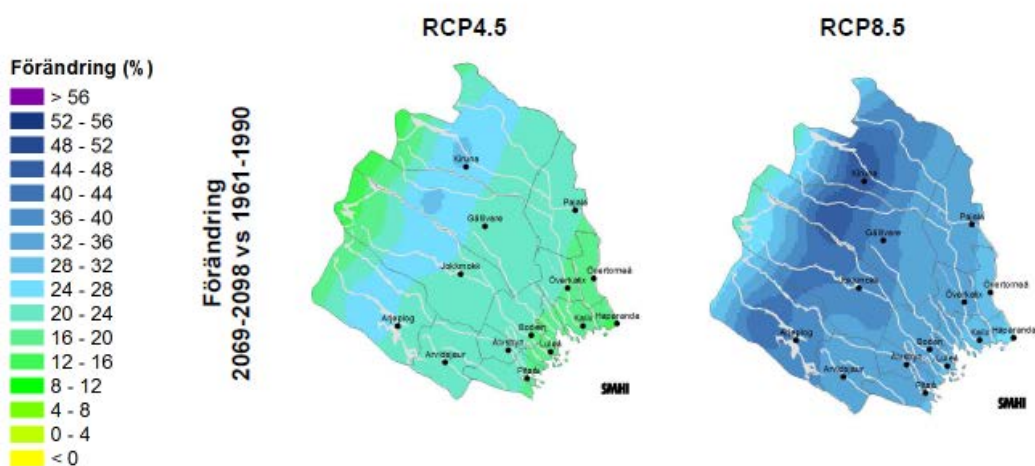
Förändringen av årsmedeltemperaturen skiljer sig inte märkbart inom länet, varken för RCP 4,5 eller 8,5 (Figur 7). Den förutsägs bli något lägre i nordost (vid Tornedalen) samt i syd/sydväst, än i övriga länet. Årsnederbörden samt den totala och lokala årsmedeltillrinningen varierar desto mer. Den största förändringen av dessa parametrar är lokaliserad till den västra delen av länet, dvs i fjälltrakterna. Förändringen ökar gradvis från kusten och västerut och kulminerar i ett nordost-sydvästligt band vid Kiruna, för att sedan åter avta väster om detta band (Figur 8).

Det finns ingen prognos på förändring vad gäller regionala variationer för de två skyfallsparametrarna som inkluderats i sektion 3.1 (årets största dygnsnederbörd samt antal dagar med kraftig nederbörd). Det finns däremot en sådan prognos för antal dagar med mer än 10 mm nederbörd, där scenariot liknar det för nederbörd med störst ökning i väst och minst ökning i norra Tornedalen.

RAPPORT



Figur 7. Beräknad förändring av årsmedeltemperatur (°C) i Norrbottens län för perioden 2069-2098 jämfört med normalperioden (1961-1990)⁸.



Figur 8. Beräknad förändring av årsnederbörd (%) i Norrbottens län för perioden 2069-2098 jämfört med normalperioden (1961-1990)⁸.

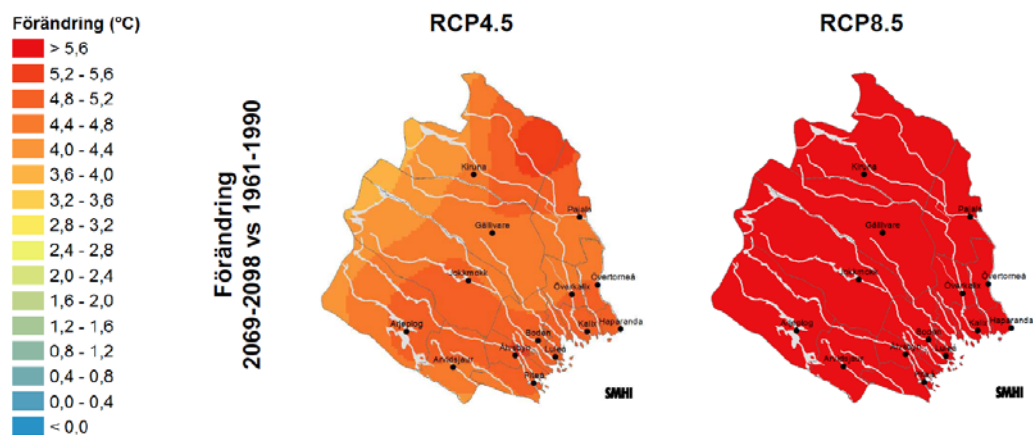
⁸ Berglöv et al. (2015)

RAPPORT

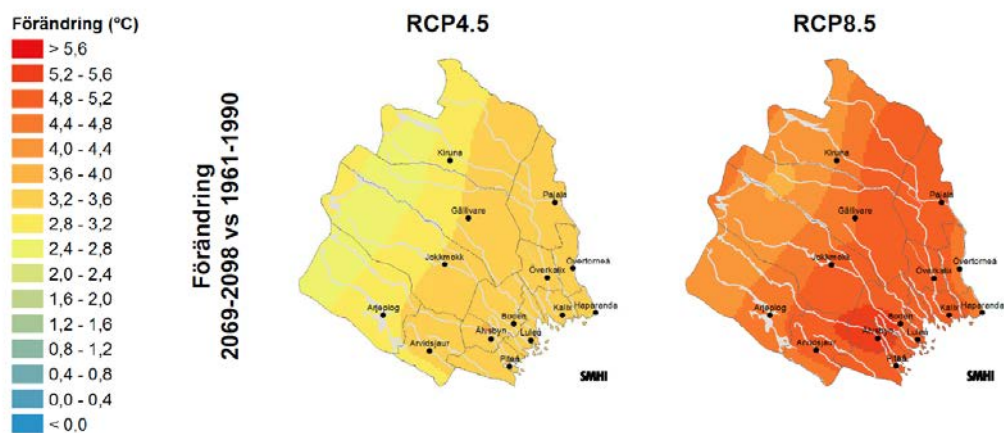
3.3.2 Regionala årstidsvariationer

Temperatur

Förändring av medeltemperaturen under respektive årstid redovisas i Figur 9, Figur 10, Figur 11 och Figur 12. Kartorna visar medelvärdet för respektive period beräknat utifrån dygnsmedeltemperatur.

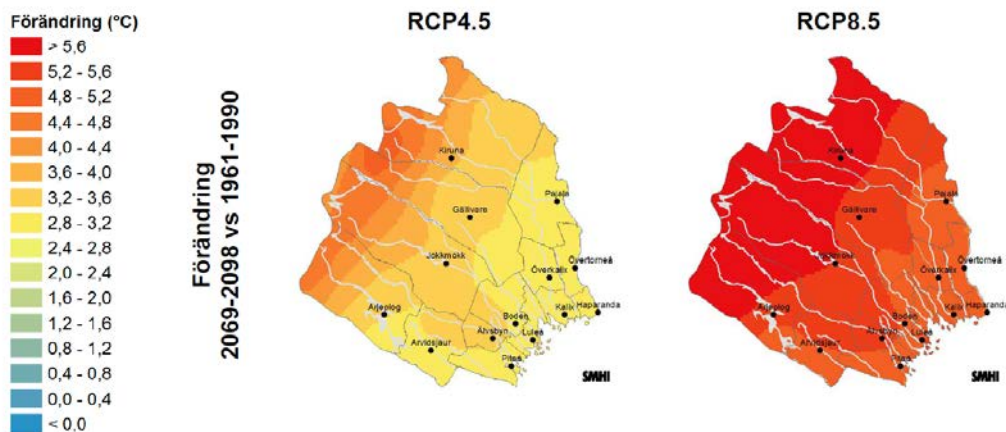


Figur 9. Förändring av medeltemperatur under perioden december-februari (vinter).

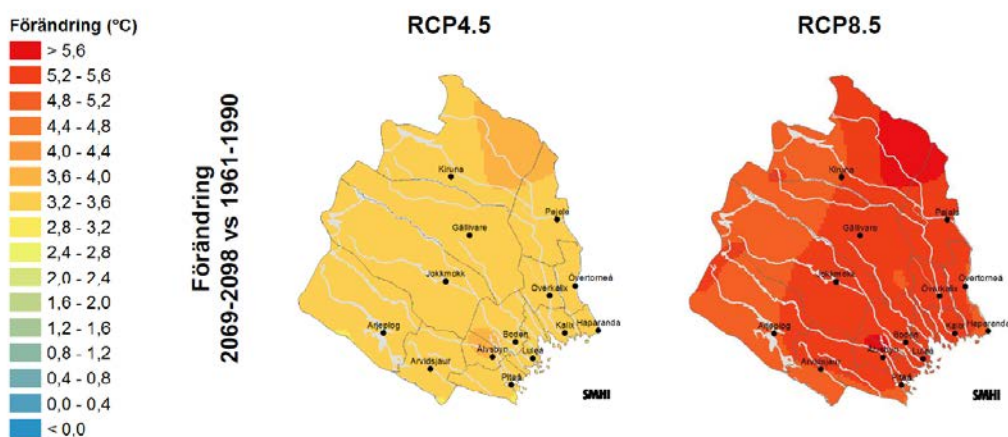


Figur 10. Förändring av medeltemperatur under perioden mars-maj (vår).

RAPPORT



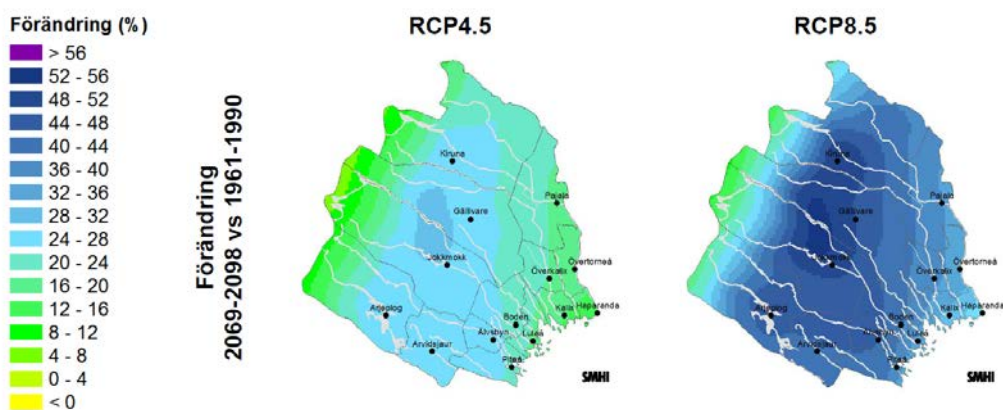
Figur 11. Förändring av medeltemperatur under perioden juni-augusti (sommar).



Figur 12. Förändring av medeltemperatur under perioden september-november (höst).

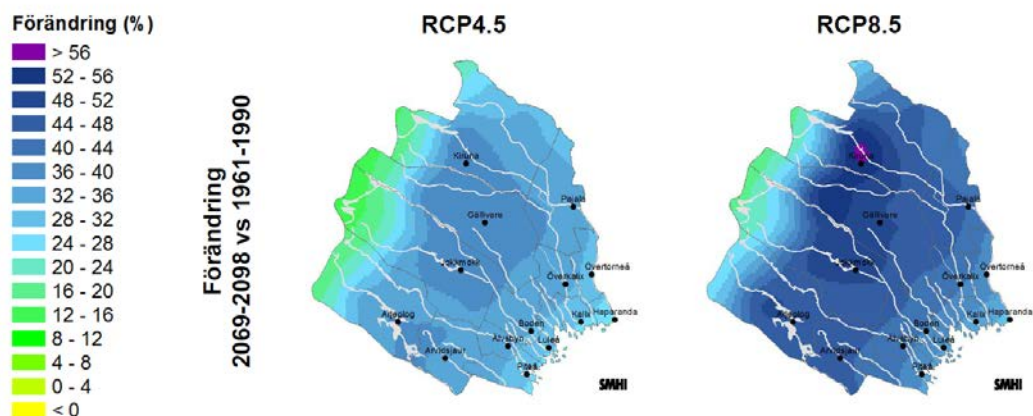
Nederbörd

Förändring av nederbörd under respektive årstid redovisas i Figur 13, Figur 14, Figur 15 och Figur 16. Kartorna visar medelvärdet av varje periods summerade dygnsnederbörd.

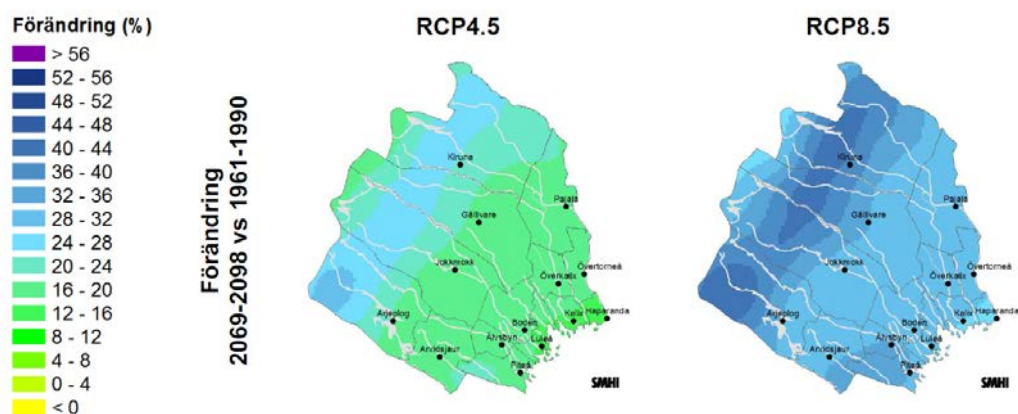


Figur 13. Förändring av nederbörd under perioden december-februari (vinter).

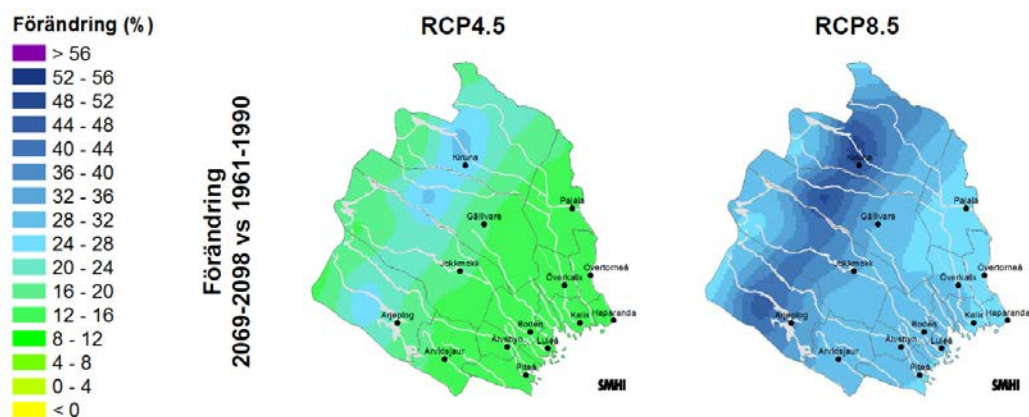
RAPPORT



Figur 14. Förändring av nederbörd under perioden mars-maj (vår).



Figur 15. Förändring av nederbörd under perioden juni-augusti (sommar).



Figur 16. Förändring av nederbörd under perioden september-november (höst).

RAPPORT

Tillrinning

Den totala medeltillrinningen kommer att öka under vinter, vår och höst för samtliga älvar analyserade av SMHI. Under sommaren beräknas tillrinningen till de flesta älvar minska eller vara i princip oförändrad. Ökningen under vinter, vår och höst blir generellt störst i älvarna som avvattnar fjällen och lägst i Tornedalsälvarna samt minde älvar/åar som avvattnar kustområdet. Förändringsvariationer för tillrinning mellan olika älvar/åar inom länet, visar tydligt tillrinningens koppling till nederbörd och temperatur.

4 Beskrivning av objekt inkluderade i analysen

4.1 Miljöfarlig verksamhet

All miljöfarlig verksamhet i Sverige prövas enligt 9 kap. miljöbalken (MB). Miljöfarliga verksamheter delas in i A-, B-, C- och U-anläggningar (övriga), beroende på verksamhetsslag och storlek. Det krävs tillstånd för att få driva A- och B-anläggningar, medan C-anläggningar endast kräver anmälan. Exempel på A-anläggningar är flygplatser, oljeraffinaderier, större deponier och massindustrier. Exempel på B-anläggningar är större hamnar, större sågverk, avloppsreningsverk, lantbruk med omfattande djurhållning och täkter (grus, sand osv). C-anläggningar kan exempelvis vara större bensinstationer.

Seveso-verksamheter inkluderas i miljöfarliga verksamheter. Seveso-verksamheter är sådana som berörs av Sevesolagen: lagen om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor (Lag 1999:381, förordning 2015:236, föreskrift MSBFS 2015:8). Förenklat rör lagen verksamheter som lagrar och hanterar farliga kemikalier.

Miljöfarlig verksamhet bedrivs ofta inomhus. Undantag är till exempel vindkraft, täkter och delvis avloppsreningsverk. Människan kontrollerar i stor utsträckning villkoren i en inomhusmiljö och denna typ av miljöfarlig verksamhet påverkas inte i särskilt stor utsträckning av mark- och grundvattenprocesser.

Utsläpp av dagvatten kan under vissa omständigheter utgöra miljöfarlig verksamhet⁹. Inga sådana verksamheter är inkluderade i denna analys. Dagvatten från områden med miljöfarlig verksamhet är dock en viktig aspekt när det gäller föroreningsspredning från dessa verksamheter. Sedan miljöbalkens ikraftträdande har regleringen av miljöfarliga verksamheters dagvattenutsläpp ökat. Dagvatten regleras i miljöbalken som avloppsvatten (9 kap miljöbalken) och ska därmed (enligt 9 kap. 7 § miljöbalken) avledas och renas eller tas om hand på något annat sätt så att olägenheter för människors hälsa eller miljön inte uppkommer. Risk för föroreningsspredning föreligger när flödena överstiger dimensionen för dagvattenledningarna.

A- och B-verksamheter samt Seveso-verksamheter är inkluderade i denna analys.

4.2 Förorenade områden

Miljögifter i mark och vatten är främst orsakade av tidigare industrier, som exempelvis kemisk industri, massa- och pappersindustri samt träimpregnering. Ett av Sveriges 16 miljö kvalitetsmål är "giftfri miljö", vilket specificerar att förorenade områden ska vara åtgärdade i den utsträckning att de inte utgör något hot mot varken människors hälsa eller miljön.

I Sverige har samtliga länsstyrelser en databas över potentiellt förorenade områden i respektive län, det så kallade EBH-stödet (efterbehandling av förorenade områden). Alla områden som misstänks vara förorenade av nedlagda eller aktiva industriella verksamheter ska identifieras och registreras i EBH-stödet. Verksamheter inom EBH-stödet behandlas som enskilda objekt och samtliga genomgår en riskklassificering, baserat på vilken bransch de tillhör eller tillhörde. De tilldelas en så kallad branschklass. Klassificeringen är översiktlig och utgör en första generell indelning av

⁹ Miljösamverkan Stockholms län, (2014)

RAPPORT

verksamheter. Den syftar till att upprätta en prioriteringsordning för inventering av verksamheter. Branschklasserna är uppdelade från 1 till 4 där 1 representerar störst prioritet och 4 lägst prioritet.

Naturvårdsverket har tagit fram en metodik för att inventera de misstänkt förorenade områdena i EBH-stödet. Denna kallas MIFO-metodiken och presenteras i Naturvårdsverkets rapport 4918. Enligt metodiken tilldelas inventerade objekt en av följande fyra riskklasser:

1 – Mycket stor risk

2 – Stor risk

3 – Måttlig risk

4 – Liten risk

Objektets riskklass anger hur stora riskerna är för negativa effekter på människors hälsa, samt hur stora riskerna är för negativa effekter för miljön. Riskklassningen bygger på föroreningsnivån, föroreningarnas farlighet samt omgivningens skyddsvärde och känslighet. Dessa fyra parametrar är relaterade till konsekvenserna av att området är förorenat, men även spridningsrisken vägs in. Klimatpåverkan är inte inkluderad i riskklassningen och hur ett förändrat framtida klimat kan påverka förorenad mark diskuteras inte i Naturvårdsverkets rapport. I Norrbotten har drygt 10 % (570 av 4400 stycken) av alla identifierade förorenade områden inventerats och riskklassats enligt MIFO-metodiken.

Förorenade områden påverkas betydligt mer av mark- och grundvattenprocesser än de miljöfarliga verksamheter som bedrivs i en inomhusmiljö och kontrolleras av människor.

Objekt i riskklass 1 och 2 är inkluderade i denna analys. Utöver dessa är objekt som ännu saknar riskklassning, men som tillhör branschklass 1 och 2 inkluderade i analysen.

4.3 Gruvdammar

Stora mängder restprodukter bildas vid gruvbrytning, där ibland anrikningssand. Det finns olika alternativ för att ta hand om denna anrikningssand, där det vanligaste är att deponera den vätskefyllda sanden i gruvdammar. Dammarna är omgärdade av dammvallar och sanden täcks med vatten för att förhindra oxidering. Gruvdammar används inom branschen, dels som magasin för anrikningssand och dels för magasinering av vatten. Ofta kombineras dessa två användningsområden i en och samma damm.

Gruvdammar ingår i miljöfarlig verksamhet och klassas som A-anläggningar. I denna analys behandlas gruvdammar separat, eftersom de anses skilja sig mycket från övrig miljöfarlig verksamhet. Det är exempelvis svårt att slå samman eller bedöma konsekvenserna för en gruvdamm på samma sätt som för en miljöfarlig verksamhet i inomhusmiljö.

RAPPORT

I denna analys inkluderas totalt nio stycken gruvdammar belägna vid följande gruvor:

- LKAB - Kirunagruvan, Malmbergsgruvan och Svappavaara Leveäniemi
- Boliden – Aitikgruvan, Laisvallgruvan och provbrytning Lill-laverberget
- Viscaria – Pahtohavaregruvan och Viscariagruvan
- Tapuligruvan - Kaunisvaara

4.3.1 Dimensionering av gruvdammar

Före 1990 saknade Sverige i princip fastlagda regler för hur dimensionerande flöden för dammar och utskov skulle beräknas. En praxis hade dock utvecklats vilken innebar en dimensionering baserad på den högsta uppmätta avrinningen med ett påslag på 10-20 %. Detta motsvarar ofta ett flöde med en återkomsttid på mellan etthundra och några hundra år.

För gruvdammar gäller att dessa regelmässigt placeras högt upp i aktuellt avrinningsområde, om möjligt i direkt anslutning till vattendelaren. Det innebär små tillrinningsområden, typiskt någon eller några kvadratkilometer, och förhållandevis små flöden/vattenvolymer. De gruvdammar som anlagts under de senaste decennierna har flödesdimensionerats enligt samma principer som nu gäller för vattenkraftdammar. De kriterier som tillämpades vid dimensioneringen av äldre gruvdammar varierar från damm till damm.

Bestämning av dagens dimensionerande flöde i flödesdimensioneringsklass I bygger på hydrologiska modellsimuleringar som beskriver verkningarna av att extremt stora nederbördsmängder faller under särskilt ogynnsamma förhållanden. I beräkningarna antas extrema nederbördsmängder samverka med kraftig snösmältning och vattenmättad mark. Kritiska flöden och vattenstånd simuleras under minst en tioårsperiod genom att verklig observerad nederbörd i olika områden, systematiskt byts ut mot en 14 dygns lång dimensionerande nederbördssekvens. De olika flödespåverkande faktorerna, vilka var och en för sig ligger inom ramen för vad som har inträffat, kombineras på det sätt som ger den mest kritiska samlade inverkan på älvsystemet.

Flödenas återkomsttid kan inte anges med denna metod, men jämförande frekvensanalyser indikerar att flöden som beräknas på detta sätt i genomsnitt har återkomsttider på över 10 000 år.

Ovanstående information har sitt ursprung i rapporten *Dammsäkerhet och klimatförändringar* (2011).

5 Generella konsekvenser av klimatförändringar på studerade objekt

När ett förorenat område, en miljöfarlig verksamhet eller en gruvdamm är lokaliserad inom ett område med förutsättning för någon typ av naturolycka/förlopp, finns en förhöjd risk för spridning av föroreningar. Naturolyckor kan utlösa eller förvärra en teknisk olycka/kemikalieolycka. I Sverige handlar naturolyckor bland annat om översvämningar av vattendrag, skyfall, erosion (förlopp), skred och ras. Påverkan på de i studien ingående objekten beror huvudsakligen på objektens lokalisering och kan därmed bedömas utifrån en lokaliseringsstudie, vilket i denna utredning görs i form av en GIS-analys.

Naturolyckorna/förloppet påverkas av klimatet och förutsägs återkomma allt oftare och i vissa fall intensifieras till följd av ett förändrat klimat.

I detta avsnitt redogörs kort för hur klimatparametrarna inkluderade i denna studie påverkar förekomsten av naturolyckor/förlopp, hur naturolyckor/förlopp påverkar föroreningsspridning från miljöfarlig verksamhet, förorenade områden och gruvdammar. Det redovisas även hur klimatparametrarna kan påverka föroreningsspridning från objekten på andra sätt än genom naturolyckor/förlopp, vilka inte ingår i GIS-analysen.

5.1 Konsekvenser på grund av temperatur

En ökad temperatur innebär inte någon direkt påverkan på de objekt eller de naturolyckor (översvämningar, erosion, skred och ras) som behandlas i denna studie och som beskrivs i senare avsnitt. Den påverkar snarare indirekt. Den bedömda ökningen av årsmedeltemperaturen i framtiden är inte jämnt fördelad över året. Ökningen förväntas bli kraftigast under vinterperioden. Detta innebär att den vinternederbörd som utgörs av regn kommer öka i Norrbottens län och risken för samtliga naturolyckor kopplade till en ökad effektiv¹⁰ nederbörd eller tillrinning bedöms öka. En ökad temperatur under vår, sommar och höst innebär en större avdunstning. Avdunstningen påverkar den effektiva nederbörden, som påverkar grundvattennivåerna, vilka i sin tur påverkar förekomsten av naturolyckor och därmed även objekten i denna studie.

En högre temperatur gynnar även tillväxten av mikrobiella föroreningar. Tillväxt och spridning av mikrobiologiska föroreningar och framförallt patogener kan innebära en hälsofara. Spridning kan exempelvis ske i samband med bräddning av avloppsvatten från avloppsreningsverk (miljöfarlig verksamhet). En ökad mikrobiell tillväxt kan i vissa fall vara positivt då det kan leda till ökad nedbrytning av organiska föroreningar.

¹⁰ Den nederbörd som infiltrerar marken.

5.2 Konsekvenser på grund av nederbörd

Utöver de naturolyckor som en ökad årsnederbörd och framförallt en ökad förekomst av skyfall kan leda till (översvämningar, erosion, skred och ras), förekommer även direkta effekter av en ökad eller minskad effektiv nederbörd i form av förändrade grundvattennivåer.

Där grundvattennivåerna stiger sjunker halterna av vittringsstyrda parametrar (bland annat kalium, kalcium, magnesium och järn) till följd av utspädning och vice versa vid sänkta nivåer. Vid en förhöjd grundvattennivå kan urlakningen av kemikalier och miljögifter i förorenade områden intensifieras och spridningspotentialen öka. Dels till följd av en ökad kontakt mellan grundvatten och förorenad jord och dels eftersom vattnet når högre upp i jordprofilen där miljögifter och metaller generellt förekommer i större utsträckning än djupare ned i profilen. Detta beror på att föroreningar och metaller gärna binder till organiska partiklar. En högre grundvattennivå kan även leda till en lägre redoxpotential, alltså att förhållanden ändras från oxiderande till reducerande. Redoxpotentialen i marken påverkar bland annat metallers mobilitet. Förändrade förhållanden kan därför innebära högre halter av vissa metaller i grundvattnet, som exempelvis arsenik. Metaller kan också omvandlas till mer eller mindre toxiska ämnen om redoxpotentialen ändras.

Där grundvattennivåerna istället minskar till följd av en minskad effektiv nederbörd, kommer redoxpotentialen ändras åt motsatt håll. Om reducerande miljöer blir oxiderande kan vissa metaller fällas ut och därmed minskar halten i grundvattnet. Det kan även innebära att vissa ämnen omvandlas till mer toxiska varianter. Till exempel gäller det i områden där sulfidjord legat under vatten och ej oxiderats. När grundvattennivån sjunker och sulfidjorden oxideras bildas svavelsyra, så kallad sur sulfatjord. Detta är exempelvis ett möjligt scenario i gruvdammar innehållande sulfidjord.

Förändrade grundvattennivåer påverkar mäktigheten på den omättade zonen (jordprofilen ovan grundvattennivån, där porerna mellan jordpartiklarna innehåller både vatten och luft), vilken fyller en viktig funktion som filter. Höjda eller sänkta grundvattennivåer kan innebära riktningsförändringar av grundvattenflödet. Det kan till exempel innebära att föroreningar som idag transporteras bort från en brunn/vattentäkt, i framtiden flödar mot brunnen med grundvattnet¹¹.

Ökade grundvattenfluktuationer är även en spridningsmekanism i sig då det skapar s.k. *smear zones* ("utsmetningszoner").

5.2.1 Konsekvenser på grund av skyfall

Vid extrema regn överskrider markens infiltrationsförmåga, vilket medför en kraftig tillrinning på markytan. Den kraftiga tillrinningen kan i sin tur leda till översvämning och överbelastning av dagvatten- och avloppssystem. Ett sådant scenario ökar risken för utsläpp och föroreningsspridning från viss miljöfarlig verksamhet och förorenade områden. När tillrinningen är stor ökar spridningshastigheten av föroreningar till omgivande mark och vattendrag.

¹¹ Miljösamverkan Sverige, (2018)

RAPPORT

Ett kraftigt skyfall skulle teoretiskt kunna leda till översvämningar av gruvdammar och därmed spill/läckage av föroreningar eller i värsta fall till att dammar brister. I praktiken bedöms ett skyfall inte innebära någon större risk för gruvdammar då de är dimensionerade för att klara stora flöden. Dammar som är dimensionerade för att klara större variation i flöden är således mindre känsliga för naturolyckor kopplade till nederbörd än andra verksamheter. Dammarna är idag dimensionerade för flöden som omfattar en ökad nederbörd och tillrinning i ett framtida klimat. Problem vid en ökad nederbörd bedöms huvudsakligen vara kopplade till utskovet och området nedanför dammkroppen. Detta riskerar att översvämmas om inte utskovsförhållandena anpassas till rådande flöde. Om stora mängder vatten tvingas släppas ut vid kraftiga regn riskerar även miljöfarliga verksamheter och förorenade områden nedströms översvämmas.

5.3 Konsekvenser på grund av tillrinning

Tillrinning bildas när nederbörden är större än markens infiltrationskapacitet, när marken är mättad eller när grundvattennivån är högre än markytan. Tillrinningen ökar därmed kraftigt vid skyfall eller intensiva regn och kan vara stor under långa perioder av lågintensiv nederbörd.

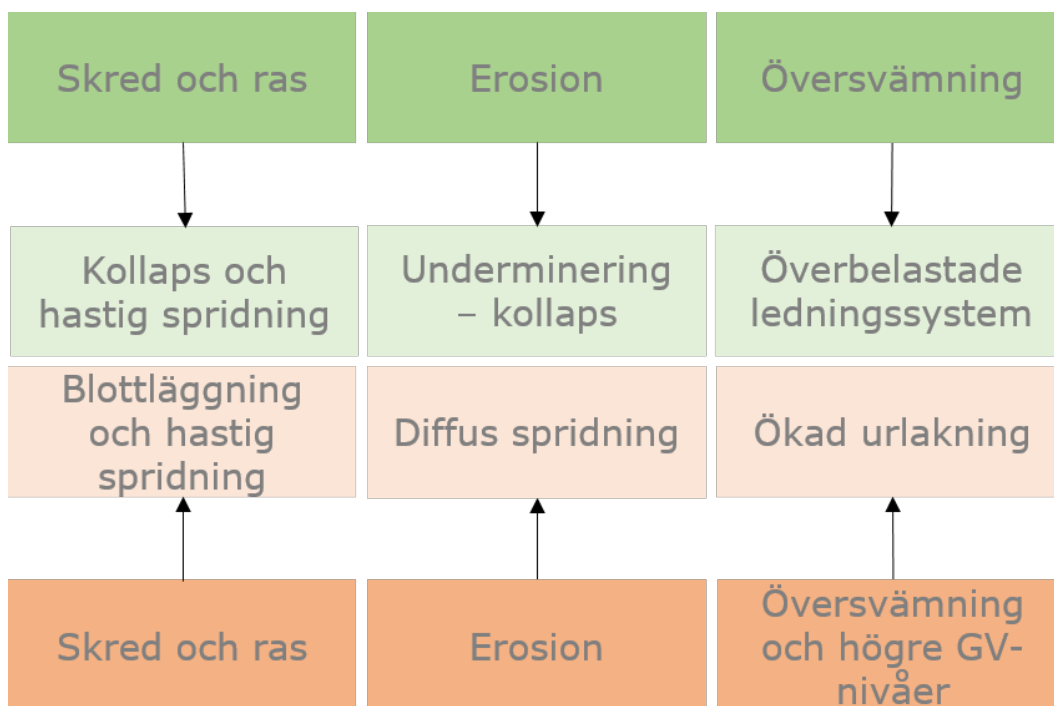
En ökad tillrinning ökar risken för översvämning av vattendrag, den ökar erosionen vid vattendrag och den kan indirekt öka risken för skred och ras genom att erosionskraften blir större. En större tillrinning innebär en ökad infiltration i topografiska lågpunkter där vatten ansamlas.

Risker för föroreningsspridning från miljöfarliga verksamheter och förorenade områden kopplade till tillrinning, samt risker för gruvdammar redogörs för i avsnitt 5.2.1.

RAPPORT

5.4 Konsekvenser på grund av naturolyckor/förlopp

I Figur 17 visas ett flödesschema med syfte att mycket övergripligt beskriva hur de naturolyckor/förlopp som inkluderats i denna studie orsakar förorenings-spridning från miljöfarliga verksamheter och förorenade områden. Ökade grundvattennivåer (GV-nivåer) har också inkluderats i den schematiska figuren. Flödesschemat beskrivs i mer detalj i kapitlen nedan.



Figur 17. Flödesschema som beskriver hur naturolyckor/förlopp orsakar förorenings-spridning från miljöfarliga verksamheter (gröna rektanglar) och förorenade områden (orangea rektanglar). GV-nivåer är en förkortning för grundvattennivåer.

5.4.1 Översvämning av älvar

När en älv översvämmas täcks topografiskt låga områden med vatten och en direkt koppling till älven via ytvatten uppstår. Detta innebär en risk för kemikalieutsläpp och kemikaliespridning från vissa miljöfarliga verksamheter, främst de som verkar helt eller delvis utomhus. Liksom vid översvämning från skyfall riskerar dagvatten- och avloppssystem att överbelastas. En översvämningssolycka av detta slag kan innebära stora konsekvenser för miljön. Ytvattendragets flödes-hastighet tillsammans med typ av förorening styr till stor del omfattningen av olyckan.

En översvämning innebär även en ökad risk för urlakning och förorenings-spridning från förorenade områden, dels till följd av den direkta översvämningen (avsköljning och spridning via ytvatten och ytligt grundvatten), dels till följd av en ökad infiltration och förhöjd grundvattennivå (som beskrivits i föregående sektion).

Vad gäller gruvdammar innebär översvämningar en potentiell katastrofsituation, eftersom dammarna riskerar att översvämmas och i värsta fall brista. I båda fallen sprids föroreningar till omgivande mark. Vid ett dammbrott riskerar stora arealer att förorenas.

RAPPORT

5.4.2 Ras, skred och erosion

Vattenpåverkad erosion förekommer som erosion orsakad av grundvatten, strömmande vatten i vattendrag och sjöar samt p.g.a. vågor vid kuster. Även avrinning på markytan kan leda till erosion. I denna studie inkluderas erosion vid sjöar, vattendrag och kust, då det saknas information om erosion orsakad av grundvattnet. Ras och skred kan inträffa till följd av erosion, och/eller till följd av andra faktorer kopplade till nederbörd och släntstabilitet.

Markstabiliteten påverkas negativt i vissa områden vid en ökad effektiv årsnederbörd (nederbörd minus avdunstning) och en intensifierad skyfallsproblematik, bland annat till följd av förhöjda vattennivåer, ökad erosion och ett ökat porvattentryck. Påverkan beror till stora delar på hur geologin och markförhållandena ser ut. Nederbörden beräknas bli större i hela länet under samtliga årtider. Det betyder inte att risken för skred och ras ökar överallt där förutsättningar finns, eftersom den effektiva nederbörden kan ha minskat trots att nederbörden ökat.

Erosion kopplat till yt- och grundvatten kommer också påverkas av ökning av effektiv nederbörd och ökad tillrinning och det finns många exempel på hur. Generellt förutsägs erosionen öka under vår, höst och vinter, till exempel genom att vattenföringen i vattendragen ökar under dessa årtider (ju högre intensitet på vattenflödet desto större lossgörande krafter påverkar jorden). En ökad vattenföring och transporthastighet på vattnet kan också innebära att vattendragets utformning förändras och områden med förutsättningar för erosion flyttas. En älv kan exempelvis förgrenas på ett ställe där vattnet inte längre rymmer i älvfåran och bilda ytterligare en fåra, eller så kan älvfåran breddas och därmed flytta erosionsområdet. Erosionen vid vattendrag är idag störst under våren, när vattenföringen är störst. Scenariot bedöms vara detsamma i framtiden.

Om ett förorenat område eller viss miljöfarlig verksamhet ligger inom ett område med risk för erosion innebär det risk för kontinuerlig spridning av föroreningar i lägre koncentrationer. Om det sammanfaller med risk för skred och ras innebär det istället plötslig blottläggning och spridning av föroreningar.

För andra miljöfarliga verksamheter kan föroreningsspridning orsakas av erosion, skred och ras genom att verksamheten/byggnaden undermineras och rasar. Skred och ras kan även sätta igen vägtrummor och därigenom orsaka översvämningar med tillhörande problematik.

Om en gruvdamm ligger inom ett område med risk för skred och ras innebär det att dammen riskerar att delvis fyllas med material, vilket i värsta fall kan orsaka spill eller läckage från dammen. Ett mindre troligt scenario är att dammvallen ingår i ett skred eller en rasmassa och att föroreningar från gruvdammen på så sätt sprids till omgivande mark och vattendrag.

5.5 Konsekvenser på grund av övriga klimateffekter

Det finns en rad övriga klimatparametrar och klimateffekter som kan påverka förorenade områden och miljöfarlig verksamhet, utöver de som inkluderats i GIS-analysen. Dessa klimatparametrar/effekter har inte inkluderats i GIS-analysen delvis på grund av att påverkan inte beror på objektets lokalisering och delvis på grund av deras komplexitet. Nedan listas aktuella parametrar/effekter för de respektive objekten.

RAPPORT

Förorenade områden

- Förlängd vegetationsperiod påverkar markstabilitet, grundvattennivåer, avrinning etc.
- Förändrade tjälperioder påverkar bland annat grundvattenbildning.
- Förändrade grundvattennivåer (redogörs för i avsnitt 0)
- Större grundvattengradienter ger kraftigare flöden och snabbare föroreningsspredning.
- Ökad infiltration och perkolation ger en ökad urlakning av föroreningar.
- Uppsprickning av mark till följd av förlängd torrperiod ökar infiltrationen och perkolationen
- En ökad temperatur kan innebära förångning av lättflyktiga ämnen och leda till en intensifierad föroreningspredning. Denna process kan även innebära hälsorisker i inomhusmiljöer samt i samband med sanering/schaktning i förorenade områden.

Miljöfarlig verksamhet

- Förändrade vindförhållanden. En ökad vind kan innebära risker för viss miljöfarlig verksamhet.
- En ökad temperatur kan leda till en mängd olika problem för olika verksamheter. Det kan bland annat innebära problem med lukt vid avloppsreningsverk eller deponier och annan hantering av organiskt material. Även de mikrobiologiska processerna i ett avloppsreningsverk kan påverkas av en ökad temperatur. Fiskodlingar kan påverkas av en ökad vattentemperatur eftersom viss fisk är mycket temperaturkänslig (exempelvis röding) och känslig mot andra parametrar som påverkas av temperatur, som till exempel pH.
- Isbildning/isstorm kan bland annat leda till elavbrott, vilket kan innebära negativa effekter på omgivande miljö vid vissa verksamheter.
- Vattenbrist kan innebära problem för verksamheter som till exempel använder vatten i reningsprocessen.
- Förändring i vattenkvalitet
- Brandrisken kan komma att öka vid en ökad temperatur.

5.6 Slutsats

De klimatparametrar som bedöms ha störst inverkan på förorenad mark och miljöfarlig verksamhet är översvämningar, ras, skred och erosion. Dessa naturolyckor beror huvudsakligen av förändringar i nederbörd samt tillrinning vid högflödessituationer (10- och 100-års tillrinning). Dessa klimatparametrar ökar mest i västra delen av länet (fjället och inlandet) och minst i de östra delarna av länet (kusten och i Tornedalen). Risker kopplade till klimatförändringar bedöms därmed öka och intensifieras i fjälltrakterna och inlandet. I de östra delarna av länet beräknas den lokala 10- och 100-års tillrinningen minska, vilket indikerar en eventuellt minskad översvämningssituation. Notera att lokala variationer förekommer och att ett objekt lokaliserat vid kusten *kan* ligga inom ett område med ökad risk för någon naturolycka/förlopp. Denna slutsats gäller för hela länet.

RAPPORT

6 Analysmetodik

Metodiken för att kartlägga påverkan av naturolyckor baseras på att identifiera vilka förorenade områden, miljöfarliga verksamheter och gruvdammar som ligger inom områden med sårbarhet för skred och ras, erosion och översvämningar. Detta avsnitt ägnas till att beskriva den data och metodik som använts. Analysen har utförts med hjälp av programvaran ArcGIS 10.4. Metodiken som tillämpats är baserad på Metod A i Sveriges Geotekniska Instituts (SGI) publikation 20 - *Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor*.

6.1 Data

Den indata som använts i GIS-analysen har erhållits från Länsstyrelsen i Norrbotten eller från öppna data och utgörs av beskrivna GIS-lager i Tabell 2.

Tabell 2. In-data till GIS-analysen

Produkt	Format	Producent
A- och B-verksamheter	Vektor, punkt	Länsstyrelsen
Seveso-verksamheter	Vektor, punkt	Länsstyrelsen
Flygplatser	Vektor, punkt	Länsstyrelsen
Hamnar	Vektor, punkt	Länsstyrelsen
Gruvdammar	Koordinater	Länsstyrelsen
EBH-stödet	Koordinater	Länsstyrelsen
Inträffade skred och ras	Vektor, punkt	SGI
Översiktlig stabilitetskartering etapp 1b	Vektor, polygon	MSB
Förutsättningar för erosion vid sjöar, havskust och längs vattendrag	Vektor, linje	SGI
Översvämningskartering 100-års flöde	Vektor, polygon	MSB
Skyfallskartering vid 100-års regn	Raster, floating point	Länsstyrelsen

Samtliga GIS-skikt som använts i denna rapport har erhållits anpassade efter gränserna för Norrbottens län eller har anpassats efter dessa.

Klimatparametrar temperatur och tillrinning är ej medtagna i GIS-analysen på grund av deras komplexitet. Enligt det handläggarstöd¹² för klimatanpassad tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden som tagits fram av Miljösamverkan Sverige är bland annat kvantitativa- och kvalitativa grundvattenförändringar och temperatur för komplicerade för att inkludera i en GIS-analys.

¹² Klimatanpassning i prövning och tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden. Miljösamverkan Sverige, (2018)

RAPPORT

6.1.1 Beskrivning av GIS-lager

Nedan beskrivs de olika använda GIS-lagren innehållande geografisk information om förutsättning för naturolyckor. De olika objekten inkluderade i analysen beskrivs i sektion 4.

Inträffade skred och ras är inventerade av Sveriges Geotekniska Institut (SGI) och sammanställda i en skreddatabas. Informationen om inträffade skred och ras har erhållits på olika sätt, bland annat genom teknisk och vetenskaplig litteratur, tidningsuppgifter och skaderapporter från Trafikverket samt från kommunal räddningstjänst.

Metodiken för den **översiktliga stabilitetskarteringen**, utförd av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB), är uppdelad i ett flertal etapper. Etapp 1 innefattar en mycket översiktlig förstudie i samråd med kommunen, med syfte att identifiera områden som ska inkluderas i huvudstudien. Huvudstudien syftar till att kartera stabilitetsförhållanden för slänter bestående av lera, silt och sand i bebyggda områden. Studien delas i sin tur in i två olika etapper: etapp 1A och etapp 1B. Etapp 1A innebär en översiktlig kartering med avseende på jordart, topografi och avstånd till vattendrag, medan etapp 1B inkluderar fältundersökningar och överslagsberäkningar. Metodiken innefattar även en etapp 2 och 3, där utredningen blir än mer detaljerad. Erhållen stabilitetskarteringsdata i denna analys inkluderar etapp 1B.

SGI har översiktligt inventerat **förutsättningar för erosion vid sjöar, havskust och vattendrag**. Inventeringen är baserad på SGU:s geologiska kartor, MSB:s stabilitetskarteringar inom bebyggda områden samt SGI:s skreddatabas.

Översvämningskarteringen identifierar områden längs stora vattendrag, vilka förväntas översvämmas vid ett 100-års scenario. I denna analys inkluderas Lainio, Täreändö, Kalix älv, Lule älv, delar av Pite älv, Lillpiteälven och Rokån samt den del av Skellefte och Torne älv som ligger inom länet, se Figur 18. Karteringen av samtliga älvvar är utförd av MSB. Kalix och Pite älv samt Lillpiteälven och Rokån är karterade baserat på ett framtida klimatanpassat 100-års flöde för år 2098. Övriga älvvar är karterade utifrån dagens 100-års flöde.

Skyfallskarteringen är utförd av DHI (Danish Hydrologic Institute) Sverige, på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbotten. Karteringen täcker samtliga huvudtätorter i Norrbottens län. Metodiken som använts följer den metod som utvecklats i det MSB-finansierade projektet *"Kartläggning av skyfalls påverkan på samhällsviktig verksamhet – framtagande av metodik för utredning på kommunal nivå"*. Metodiken är baserad på en tvådimensionell hydraulisk modell för markavrinning, där hänsyn schablonmässigt tagits till ledningsnätets kapacitet och markens infiltrationsförmåga. Karteringen identifierar de ytor/områden som förväntas översvämmas vid ett 100-års regn med en klimatfaktor på 1,2, samt maximala vattendjup på ytan. Det maximala vattendjupet kommer att erhållas vid olika tillfällen i olika delar av området.

I analysen har översvämnings- och skyfallskarteringen analyserats separat. Deras påverkan på föroreningsspridning från riskobjekten kan skilja sig väsentligt åt: översvämningskarterade områden har alltid en direkt koppling till någon av de stora älvorna, medan skyfallskarterade ytor kan vara mycket begränsade och sakna koppling till ytvattendrag.



Figur 18. Karta med älvar inkluderade i GIS-analysen.

RAPPORT

6.2 Metodikflöde

För att på ett smidigt sätt identifiera miljöfarliga verksamheter, förorenade områden och gruvdammar inom områden med risk för naturolyckor, utfördes denna analys med hjälp av GIS. GIS-metodiken beskrivs nedan och visas som flödesschema från "Modelbuilder" i Figur 19.

Initialt bearbetades indata rörande objekten manuellt med GIS-verktyg för att skapa förädlade och hanterbara GIS-lager till analysen. Detta gjordes med verktyget "merge" genom att slå ihop och minska antalet shapefiler till en shapefil för förorenade områden, en för miljöfarlig verksamhet och en för gruvdammar (Tabell 3).

Attributtabellen justerades för att bland annat undvika dubletter. Det föreligger trots detta en risk för dubletter i shapefilen med förorenade områden. Data i denna fil utgörs av ett utdrag ur EBH-stödet från 20171010. När shapefilen med förorenade områden undersöks i ArcGIS antyder vissa områdets geografiska lokalisering på dubletter. Dessa kan ej bekräftas med befintlig data och information och har därför behållits i shapefilen.

Tabell 3. In-data förädlad genom sammanslagning av shapefiler.

Indata, shapefil	Ny shapefil
A- och B-verksamheter	Miljöfarlig verksamhet
Seveso-verksamheter	Miljöfarlig verksamhet
Flygplatser	Miljöfarlig verksamhet
Hamnar	Miljöfarlig verksamhet
EBH-stödet (inkluderar riskklass)	Förorenade områden

De flesta objekt och naturolyckor erhöles som punktlager, linjer eller i koordinatform. Ett förorenat område utgör, som namnet antyder, ett område och inte en geografisk punkt. Detsamma gäller gruvdammar, miljöfarliga verksamheter, skred och ras och förutsättningar för erosion. Därmed omvandlades alla punkter och linjer till ytor (Tabell 4), genom att skapa en buffertzoon runt punkterna/linjerna med verktyget "buffer". Det mest korrekta hade varit att skapa en manuell polygon (yta) för varje objekt, vilket tidsmässigt inte var rimligt i detta fall. Buffertzonen valdes till 50 m för samtliga objekt, på rekommendation från SGI (Publikation 20). För gruvdammar skapades dock manuella polygoner, eftersom de är betydligt större än 100 m i diameter och det ansågs tidsmässigt rimligt.

Tabell 4. Objekt och naturolyckor omvandlade från punkter till polygoner (ytor).

Shapefil	Buffertzoon
Miljöfarlig verksamhet, punkt	50 m
Förorenade områden, punkt	50 m
Gruvdammar, punkt	Manuell polygon (yta)
Inträffade skred och ras, punkt	50 m
Förutsättningar för erosion längs vattendrag, linje	50 m

Skyfallskarteringen erhöles som separata rasterfiler för varje enskild huvudtätort. Dessa gjordes om till polygoner. För att kunna konvertera en rasterfil till vektorformat behöver rasterfilen vara av typen integer. I detta fall var filerna av typen "floating

RAPPORT

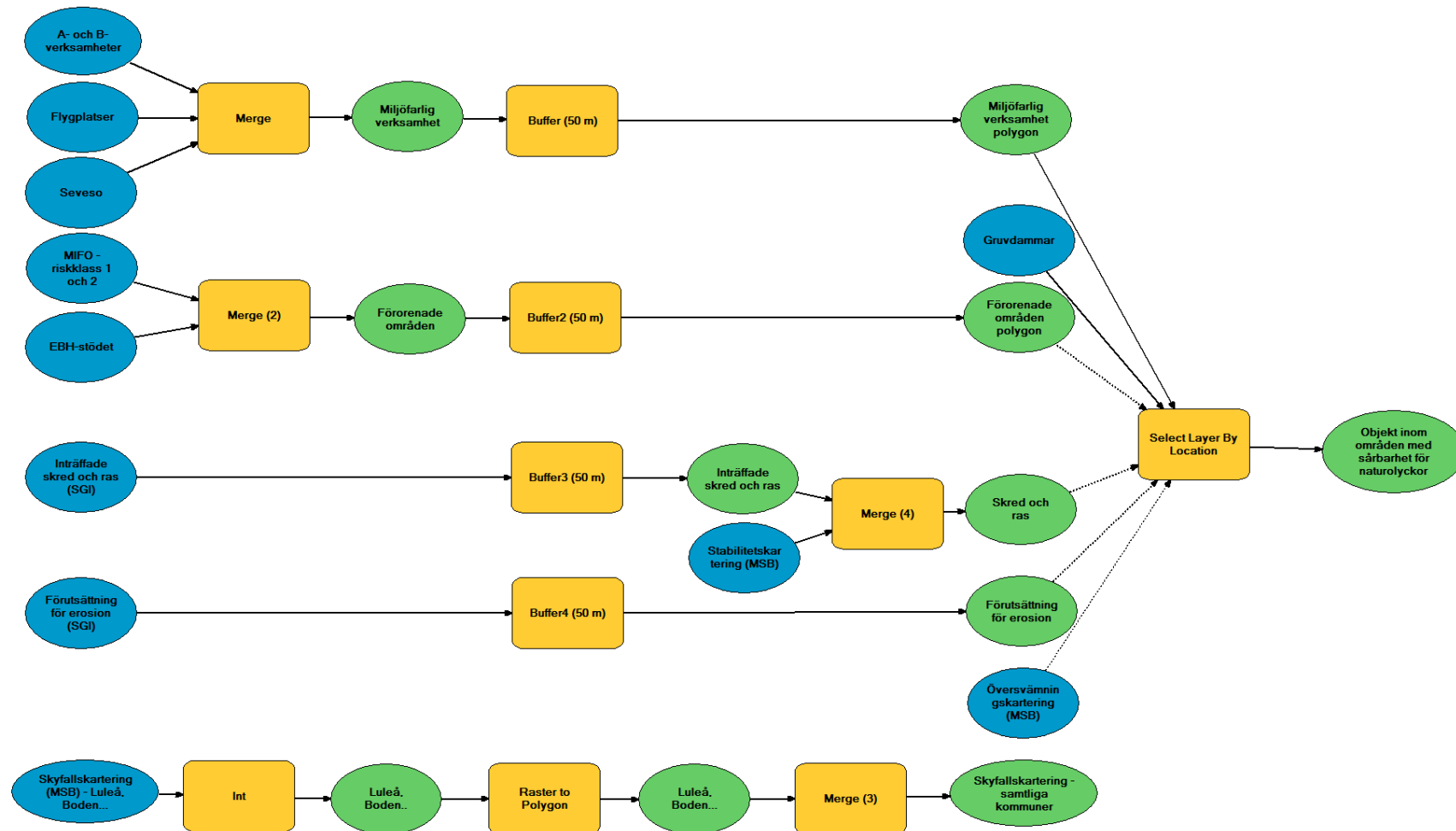
point" och därför konverterades rasterformatet till integer för samtliga kommuner med "Int()" funktionen i "Raster calculator". Därefter kunde lagren konverteras till vektorformat med verktyget "Raster to polygon". En gemensam shapefil för alla kommuner skapades med verktyget "merge".

När alla objekt och naturolyckor gjorts om till polygoner slogs stabilitetskarteringen och inträffade skred och ras ihop i syfte att skapa en shapefil för skred och ras.

När samtliga shapefiler förberetts för analys utfördes en överlagringsanalys mellan objekt och naturolyckor. Genom att använda verktyget "select layer by location" identifierades objekt som är lokaliserade i områden med sårbarhet för respektive naturolycka. Förorenad mark, miljöfarlig verksamhet respektive gruvdammar valdes som indata och vardera naturolycka som markeringslager. "Intersect" valdes som rumsligt förhållande mellan de två lagren, vilket innebär att någon del av ett objekt behöver sammanfalla med ett område med sårbarhet för naturolycka för att objektet ska identifieras. Det räcker dock att kanten av ett objekt sammanfaller med en naturolycka. Totalt utfördes 12 stycken överlagringsanalyser. En ny kolumn lades till i attributtabeln (NO_typ) till vardera objekttyp, med syfte att specificera med vilken eller vilka naturolyckor objekten sammanfaller. Ett identifierat objekt tilldelades en representativ bokstav för aktuell naturolycka i denna kolumn:

- a för skred och ras
- b för erosion
- c1 för områden översvämmade enligt skyfallskarteringen
- c2 för områden översvämmade enligt översvämningskarteringen vid älvarna

RAPPORT



Figur 19. Flödesschema över GIS-analysen från Modelbuilder. Blå ovaler motsvarar erhållna GIS-lager, gula rektanglar verktyg och gröna ovaler produkter.

RAPPORT

7 Analys av miljöfarlig verksamhet

7.1 Urval objekt- metod A

I Tabell 5 sammanfattas de miljöfarliga verksamheter som kan påverkas av naturolyckor, baserat på urvalet som gjorts enligt metod A (SGI, 2016) beskrivet i avsnitt 6.2. Totalt är 158 miljöfarliga verksamheter inkluderade i studien, se bilaga 1.

Tabell 5: Antalet miljöfarliga verksamheter som kan påverkas av respektive naturolycka/förlopp.

Kombination	Antal objekt
Miljöfarlig verksamhet - skred och ras	1
Miljöfarlig verksamhet - erosion	6
Miljöfarlig verksamhet – översvämning älvar	13
Miljöfarlig verksamhet – översvämning skyfall	84

7.2 Konsekvenser på identifierade objekt

7.2.1 Skred och ras

Risk för skred och ras förekommer i kortare sträckor längs de större älvarna, där förutsättningar finns. Endast en miljöfarlig verksamhet sammanfaller med ett sådant område, Tabell 6. Denna ligger längs Piteälven, se bilaga 2.

Tabell 6: Miljöfarliga verksamheter som ligger inom riskzonen för skred och ras.

Branschtyp	Branschkod (antal)	Tillståndsplikt	Specifikation
Sågning, hyvling och svarvning av trä	20.20 (1)	B	Produktion på mer än 70000 m ³ per år

Denna typ av verksamhet bedöms inte hantera några större mängder kemikalier, endast drivmedel till fordon och eventuella maskiner. Förutom att verksamheten sannolikt förstörs och att maskiner, anläggningsdelar och annat material riskerar att förflyttas vid ett ras eller skred, bedöms eventuell spridning av petroleumprodukter utgöra den största risken för omgivande miljö.

RAPPORT

7.2.2 Erosion

Erosion förekommer längs långa sträckor av kusten och älvarna. Sex stycken miljöfarliga verksamheter sammanfaller med dessa områden, Tabell 7. Deras lokalisering illustreras i bilaga 3.

Tabell 7: Miljöfarliga verksamheter som ligger inom riskzonen för erosion.

Branschtyp	Branschkod (antal)	Tillståndsplikt	Specifikation
Fiskodling och övervintring av fisk	5.10 (1)	B	Förbrukning av mer än 40 ton foder per kalenderår
Sågning, hyvling och svarvning av trä	20.20 (1)		Tillverkning av träprodukter för en produktion över 70 000 m ³ /år
Gummi- och plastvaror	25.20 (1)	B	Tillverkning av produkter på polyuretan med/utan toluendiisocyanat baserat på mer än 20/200 ton plastråvara per år eller annan plast på mer än 20 ton plastråvara per år
Förbränning	40.51 (1)	B	Total installerad tillförd effekt mellan 20 och 50 megawatt
Rening av avloppsvatten	90.10 (1)	B	Renar vatten från mer än 2000 personekvivalenter och omfattas av lagen om allmänna vattentjänster
Flygplats	(1)	-	Piteå flygfält

Erosion är en långsam process och således bör varningstecken kunna ses innan situationen blir akut. Av de utsatta verksamheterna bedöms vissa vara mer känsliga för erosion än andra. Till exempel bedöms erosion inte utgöra någon påtaglig risk för verksamheten med branschkod 5.10 (fiskodling), eftersom sådan verksamhet till stor del bedrivs i vatten. Eventuella landförlagda delar av verksamheten, som förvaring eller förankring, bedöms dock kunna påverkas. Dessa bör dock kunna flyttas om uppenbar risk föreligger.

Övriga verksamheter riskerar att på sikt påverkas i större utsträckning, eftersom delar av anläggningarna ligger på instabil mark som förväntas bli än mer instabil i ett framtida klimat. Risken finns för utsläpp av föroreningar i samband med ett potentiellt ras av en anläggning. För de flesta av de identifierade verksamheterna (till exempel flygplats och sågverk) rör det sig främst om petroleumprodukter, men det kan även handla om kemikalieutsläpp (plasttillverkning). Beroende på vad som förbränns vid förbränningsanläggning samt om ytterligare ämnen används, kan även där utsläpp av förorenande ämnen förväntas ske. Det berörda reningsverket medför en betydande risk för utsläpp av stora mängder orenat avloppsvatten om reningsverket förstörs.

RAPPORT

7.2.3 Översvämning av älvar

13 stycken anläggningar riskerar drabbas om någon av älvarna svämmar över. De 13 verksamheternas fördelning mellan älvarna redovisas i Tabell 8 och deras lokalisering illustreras i bilaga 4. Branschtyp, branschkod och tillståndsplikt för respektive verksamhet redovisas i Tabell 9.

Tabell 8. Antal identifierade objekt för respektive älv.

Älv	Antal identifierade objekt
Kalix	1
Lule	7
Pite	2
Skellefte	1
Torne	2
Torne, Lainio och Tärendö	0

Tabell 9: Miljöfarliga verksamheter som ligger inom riskzonen för översvämning av älv.

Branschtyp	Branschkod (antal)	Tillståndsplikt	Specifikation
Fiskodling och övervintring av fisk	5.10 (1)	B	Förbrukning av mer än 40 ton foder per kalenderår.
Sågning, hyvling och svarvning av trä	20.20 (1)	B	Produktion på mer än 70000 m ³ per år.
Förbränning	40.40 (1)	A	Total installerad tillförd effekt av mer än 300 megawatt.
Förbränning	40.50 (1)	B	Total installerad tillförd effekt minst 50 megawatt.
Förbränning	40.51 (1)	B	Total installerad tillförd effekt mellan 20 och 50 megawatt.
Rening av avloppsvatten	90.10 (6)	B	Renar vatten från mer än 2000 personekvivalenter och omfattas av lagen om allmänna vattentjänster.
Avfall	90.450 (1)	B	Yrkesmässig behandling av farligt avfall, max 2500 ton/år.
Lagring som en del av att samla in avfall	90.50 (1)	B	Mer än 5 ton olja, mer än 30 ton blybatterier, mer än 50 ton elektriska/elektroniska produkter, mer än 30 ton impregnerat trä, mer än 50 ton motordrivna fordon eller mer än 1 ton annat farligt avfall.

RAPPORT

Det är inte sannolikt att det identifierade reningsverket slås ut permanent vid översvämningar till följd av höga vattennivåer i älven, som det riskerar göra om underliggande mark eroderas bort. Det kan däremot innebära att elektriska installationer slås ut, vattenskador etc. vilket kan ta avsevärd tid att laga eller återställa. Det kan därmed innebära en risk för långa perioder med utsläpp av orenat spillvatten.

Precis som vid fallet med erosion anses verksamheter under branschkod 5.10 (fiskodling) som mindre känsliga, i de fall verksamheten är belägen i vattnet.

Generellt vad gäller miljöpåverkan vid översvämning är miljöpåverkan huvudsakligen kopplad till de material eller ämnen som hanteras vid de olika verksamheterna. Påverkan på verksamheterna beror till stor del av konstruktionen av anläggningen (material, höjdsättning, förekomst av elektriska installationer eller andra känsliga delar mm). När vattnet drar sig tillbaka minskar risken för fortsatt utsläpp. Dessa verksamheter kan som punktkällor utgöra avsevärd miljöpåverkan, beroende på föroreningens beskaffenhet. Utsläpp från insamlingsplatser för farligt avfall kan leda till stor skada på miljön, både i närområdet och nedströms verksamheten. Detsamma gäller plasttillverkande industrier, förutsatt att de förvarar kemikalier inom området.

Sannolikheten för ett eventuellt kemikalie- eller petroleumutsläpp beror till stor del på hur dessa lagras på området. Om lagringsförfarandet är av sådan karaktär att behållaren klarar av påfrestningen av en översvämning, dvs inte går sönder eller flyttar på sig, kan ett eventuellt läckage undvikas. Det finns dock risk för läckage genom att behållaren utsätts för påverkan av tillfällig erosion eller fysisk kraft av föremål som vattnet transporterar.

7.2.4 Översvämning vid skyfall

Totalt sammanfaller 84 stycken av totalt 158 miljöfarliga verksamheter med ytor översvämmade vid 100-årsskyfall med en klimatfaktor på 1,2. Detta innebär att mer eller mindre samtliga miljöfarliga verksamheter lokaliseras inom huvudtätorterna, där kartering utförts, sammanfaller med risk för översvämning vid skyfall. Alla dessa verksamheter bedöms dock inte utgöra en risk för förorening av omgivande miljö vid en översvämning. Det räcker att en översvämmad yta med ett maximalt vattendjup på 10 centimeter och en area på 4 x 4 meter delvis sammanfaller med ett objekt för att detta ska identifieras i analysen. Denna överlagringsanalys har främst genomförts i syfte att översiktligt lokalisera samtliga objekt som berörs av en översvämning vid skyfall. Resultatet kan sedan användas som underlag vid en eventuell fördjupningsanalys av specifikt utsatta verksamheter. Av denna anledning utförs ingen konsekvensbedömning för specifika verksamheter.

I bilaga 5 visualiseras identifierade objekt inom varje huvudtätort.

RAPPORT

8 Analys av förorenade områden

8.1 Urval objekt- metod A

I Tabell 10 sammanfattas de områden med förorenad mark som bedöms påverkas av klimatförändringar, baserat på urvalet som gjorts enligt metod A beskrivet i avsnitt 6.2. Totalt är 960 förorenade områden inkluderade i studien, se bilaga 1.

Tabell 10: Antalet förorenade områden som påverkas av respektive naturolycka.

Kombination	Antal objekt
Förorenade områden - skred och ras	14
Förorenade områden - erosion	19
Förorenade områden – översvämning älvar	63
Förorenade områden - översvämning skyfall	419

8.2 Konsekvenser på identifierade objekt

8.2.1 Skred och ras

Totalt har 14 förorenade områden identifierats inom riskzoner för skred och ras, se bilaga 2. Dessa listas i Tabell 11 tillsammans med branschklass och branschtypiska föroreningar. Samtliga utgörs av områden identifierade med EBH-stödet.

Tabell 11: Identifierade områden som ligger inom riskzoner för skred och ras.

Bransch	Branschklass (antal)	Riskklass (antal)	Branschtypiska föroreningar
Drivmedelshantering	2 (3)		Kolväten och petroleumprodukter
Flygplats	2 (1)		Petroleumprodukter, köldmedel (glykol), urea, tungmetaller (kadmium) och lösningsmedel. Släckverksamhet: PFAS
Hamnar - Fritidsbåtar	2 (2)		PAH, PCB, tennorganiska ämnen, olja och tungmetaller. Men beror i stor utsträckning på vad som hanterats i hamnarna
Hamnar - Handelstrafik	2 (3)		
Järn-, stål- och manufakturindustri	1 (1)	2 (1)	Bly, krom, kvicksilver, nickel, zink, klordioxiner och olja
SPIMFAB	2 (3)		Kolväten och petroleumprodukter
Övrig branschklass 2	2 (1)	2 (1)	

RAPPORT

Av listade förorenade områden är det ett som har branschklass 1 och övriga har branschklass 2. Den verksamhet som enligt EBH-stödet har klass 1 är järn-, stål- och manufakturindustrin. Två av objekten har även klassats enligt MIFO-metodiken som riskklass två: järn-, stål- och manufakturindustrin och den övriga verksamheten.

Vid skred och ras av förorenad mark kan föroreningen/föroreningar inom det drabbade området hastigt blottläggas och hamna i det berörda vattendraget. Detta ökar kraftigt risken för föroreningsspridning.

Branscher identifierade som SPIMFAB eller drivmedelshantering riskerar att påverka omgivningen på liknande sätt. Föroreningar från dessa branscher utgörs sannolikt av petroleumprodukter.

Huruvida skred och ras orsakar föroreningsspridning från hamnarna eller ej, beror på typ av hamn och var skredet/raset inträffar. Hela hamnområdet behöver nödvändigtvis inte vara förorenat, utan det troliga är att endast delar av området är förorenat. Hamnar för handelstrafik riskerar att vara betydligt mer förorenade än hamnar för fritidsbåtar.

Vid flygplatsen bedöms endast delar av området vara förorenat. Föroreningstyp, grad och utbredning beror på vilka typer av aktiviteter som bedrivits på flygplatsen. En lågt belastad flygplats med liten hantering av petroleumprodukter kan antas vara mindre förorenad än en flygplats med högre belastning, eller som till exempel har använts som övningsplats för släckarbeten. Den identifierade flygplatsen ligger i Porjus och bedöms tillhöra kategorin mindre flygplatser.

Det område identifierat som järn-, stål- och manufakturindustri har högre branschklass än övriga identifierade områden och har således högre föroreningspotential. Detta område har, till skillnad från de övriga, konstaterats vara förorenat och i MIFO tilldelats riskklass två. Även verksamheten klassad som "övrig verksamhet" har tilldelats riskklass 2. Det är därmed känt att båda dessa områden är kraftigt förorenade. Om ett ras eller skred inträffar i dessa områden innebär det stor risk för föroreningsspridning med påtagliga konsekvenser.

RAPPORT

8.2.2 Erosion

Totalt har 19 områden inom riskzoner för erosion identifierats, se bilaga 3. Dessa redovisas i Tabell 12 tillsammans med branschklass, riskklass (MIFO) och branschtypiska föroreningar. Samtliga av dessa, förutom en, är branschklassade enligt EBH-stödet.

Tabell 12: Identifierade områden som ligger inom riskzoner för erosion.

Bransch	Branschklass (antal)	Riskklass (antal)	Branschtypiska föroreningar
Avfallsdeponi	2 (2)	2 (1)	Beror på avfallstyp.
Brandövningsplats	2 (1)		PFAS, petroleumprodukter.
Drivmedelshantering	2 (2)		Kolväten och petroleumprodukter.
Flygplats	2 (1)		Petroleumprodukter, köldmedel (glykol), urea, tungmetaller (kadmium) och lösningsmedel. Släckverksamhet: PFAS
Hamnar - Fritidsbåtar	2 (7)		PAH, PCB, tennorganiska ämnen, olja och tungmetaller. Men beror i stor utsträckning på vad som hanterats i hamnarna.
Hamnar - Handelstrafik	2 (2)		
Massa och pappersindustri	1 (1)	1(1)	Kvikksilver, PCB, metaller, klorerade organiska ämnen (t.ex. klorfenol).
SPIMFAB	2 (1)		Kolväten och petroleumprodukter.
Sågverk med doppning	2 (1)	2 (1)	PAH, klorfenoler, arsenik, koppar, krom och zink.
Träimpregnering	2 (1)		PAH, klorfenoler, arsenik, koppar, krom och zink.

Vid erosion blir föroreningsspridningen mer diffus än vid skred och ras. Mindre delar av föroreningen frigörs under en längre tid, till följd av att vattnet långsamt nöter på materialet. Den akuta påverkan blir således mindre än vid skred och ras, men totalt sett kan erosion frigöra och transportera bort stora mängder föroreningar.

Det identifierade område som anses utgöra störst hot mot miljön är den massa- och pappersindustri som identifierats och som är av riskklass 1 enligt MIFO-inventeringen och tillhör branschklass 1. Övriga områden som klassats enligt MIFO bedöms även de ha relativt stor föroreningspotential. Beroende på ålder bör områden inom samma eller liknande branschklass ha liknande föroreningspotential. Äldre industrier kan generellt innehålla mer skadliga föroreningar för miljön än modernare industrier. Exempelvis är äldre träimpregneringsindustrier generellt relativt kraftigt förorenade av olika typer av impregneringsmedel, innehållande bland annat PAH, arsenik, koppar och krom.

Hamnarna kan antas vara begränsat förorenade, på samma sätt som resonerats för skred och ras. Framförallt de som enbart innefattar fritidsbåtar. Hamnar som däremot har handelstrafik kan vid ogynnsamma förhållanden ha hög föroreningspotential, om större spill eller utsläpp av miljöfarliga ämnen inträffat inom hamnområdet.

RAPPORT

Flygplatsens användningsområde och storlek avgör hur stor föroreningspotential den har. En större flygplats förväntas innehålla en större mängd föroreningar och därmed innebära större risk för föroreningsspridning vid erosion. Mindre flygplatser kan dock ha betydande föroreningspotential om stora spillolyckor inträffat. Den identifierade flygplatsen är i närheten av Boden.

Brandövningsplatsen kan vara förorenad av PFAS-substanser, beroende på typ av släckmedel som använts. Om liknande aktivitet bedrivits på flygplatsen kan även förorening i grundvattnet där misstänkas.

Drivmedelsverksamheterna och området identifierat som SPIMFAB hanterar båda petroleumprodukter och bedöms därmed ha snarlik föroreningspotential. Eventuella spill och läckage innebär att olika typer av petroleumprodukter finns i marken/grundvattnet.

8.2.3 Översvämning av älvar

De områden som översvämmas kring älvarna vid ett vattenstånd med 100-års återkomsttid sammanfaller med 63 förorenade områden. Identifierade objekt är fördelade på samtliga älvar, se Tabell 13, och deras lokalisering illustreras i bilaga 4. De förorenade områdena fördelas på 18 olika branscher vilka redovisas i

Tabell 14, tillsammans med branschklass, riskklass (MIFO) och branschtypiska föroreningar.

Tabell 13. Antal identifierade objekt för respektive älv.

Älv	Antal identifierade objekt
Kalix	15
Lule	20
Pite	8
Skellefte	4
Torne	10
Torne, Lainio och Tärendö	7

RAPPORT

Tabell 14. Identifierade områden som ligger inom riskzoner för översvämning av älvar¹³.

Bransch	Branschklass (antal)	Riskklass (antal)	Branschtypiska föroreningar
Bekämpningsmedelslager	2 (1)		
Drivmedelshantering	2 (16)		Kolväten och petroleumprodukter
Flygplats	2 (4)		Petroleumprodukter, köldmedel (glykol), urea, tungmetaller (kadmium) och lösningsmedel. Släckverksamhet: PFAS
Gruva och upplag – sulfidmalm, rödfyr ¹⁴	1 (1)	2 (1)	
Hamnar – Fritidsbåtar	2 (15)		PAH, PCB, tennorganiska ämnen, olja och tungmetaller. Men beror i stor utsträckning på vad som hanterats i hamnarna
Hamnar – Handelstrafik	2 (4)		
Hamnar – Handelstrafik med miljöfarliga varor	2 (4)	2(2)	
Kemtvätt med lösningsmedel	2 (2)	2(2)	Filterpulver, tvättförfärdare (bl.a. tensider), fett, olja, salter, CFC och perkloretylen
Oljedepå	2 (1)		Metaller, organiska föreningar, vinylklorid, oljor.
Olyckor branschklass 2	2 (1)		
Plantskola	2 (1)	2 (1)	
Sediment branschklass 1	1 (1)	1 (1)	
Sediment branschklass 2	2 (3)	2 (2)	
SPIMFAB	2 (5)		Kolväten och petroleumprodukter
Sågverk med doppning	2 (1)		PAH, klorfenoler, arsenik, koppar, krom och zink
Textilindustri	2 (1)	2(1)	Krom, koppar, zink, bly, kadmium, arsenik, tenn, nickel, kvicksilver, formaldehyd, pentaklorfenol, naftalen, trikloretylen, bensen, toluen, etylbensen, xylen, DDT, fenol, klorfenoler och petroleumprodukter
Träimpregnering	2 (2)	2(1)	PAH, klorfenoler, arsenik, koppar, krom och zink

¹³ Andersson, (2013)

¹⁴Restprodukt när man bränner alunskiffer vid kalkbrott

RAPPORT

Totalt 11 av objekten är klassade enligt MIFO. Sediment branschklass 1 tillhör riskklass 1, medan övriga tio tillhör riskklass 2.

Föroreningars mobilitet (hur lätt de lösgörs och sprids) och lokalisering är avgörande för konsekvenserna på miljön vid översvämningar. Föroreningar lokaliserade djupare ned i jordprofilen eller under hårdgjorda ytor, löper generellt mindre risk att påverkas av översvämningar eftersom de inte är i kontakt med ytvattnet. Vissa ämnen är bundna till olika typer av material (ofta finkorniga) och är därmed mindre mobila. För dessa ämnen förekommer endast en risk för spridning om översvämningen medför en transport av partiklarna de binder till, exempelvis i samband med ras och skred.

Risken för föroreningsspridning från identifierade objekt kan vara betydlig i samband med översvämning. Hur stor risk som föreligger måste utredas för respektive objekt/område men som nämnts ovan har vissa föroreningar större föroreningspotential på omgivande miljö än andra, kopplat till dess mobilitet. Till exempel föreligger större risk för spridning av klorfenoler än kreosot och metaller från ett område förorenat av en träimpregneringsindustri. Detta beror på att klorfenoler är mer vattenlösliga medan de andra föroreningarna framförallt sprids via partikeltransport. För kemtvättarna råder störst risk för spridning av föroreningar i samband med översvämning om det förekommer föroreningar av bensen, varnolen samt tri- och perkloretylen.

För textilfabriken och hamnarna som hanterar miljöfarliga varor beror spridningsrisken till stor del på vilka ämnen som används vid verksamheterna.

För områden där främst petroleumprodukter hanteras/hanterats (SPIMFAB, drivmedelshantering och oljedepån) föreligger naturligt en stor variation i risken vid en eventuell översvämning. Denna variation är dels kopplad till storleken på föroreningen och dels till föroreningarnas löslighet i vatten. För lättare föroreningar, exempelvis bensen och toluen är vattentransport en viktig spridningsmekanism medan exempelvis tyngre PAH:er huvudsakligen sprids via partikeltransport.

Risken för föroreningsspridning vid översvämning beror även på att risken för erosion samt skred och ras ökar. Många föroreningar tenderar att binda mer eller mindre starkt till partiklar och för att en stor del av dessa ska spridas vid en översvämning krävs därför att vattenflödet är högt nog för att medföra en ökad partikeltransport.

8.2.4 Översvämning vid skyfall

I princip samtliga förorenade områden inom huvudtätorterna sammanfaller med risk för översvämning vid skyfall, närmare bestämt 415 stycken. Alla dessa områden utgör inte en risk för förorening av omgivande miljö vid en översvämning, av samma anledning som beskrivs i avsnitt 7.2.4. I samma avsnitt redogörs för syftet med analysen och anledningen till att ingen konsekvensbedömning för specifika områden utförs.

De förorenade områdena är uppdelade i fyra grupper vid översiktlig visualisering av identifierade objekt inom varje huvudtätort, se bilaga 5. Uppdelningen är baserad på branschtyp där följande branschtyper utgör separata grupper: drivmedelshantering, avfallsdeponi (icke-farligt, farligt avfall)/kemt看t看t med lösningsmedel, SPIMFAB och övrigt.

I rapporten *Klimatanpassning i tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden (2018)* finns exempel på hur en skyfallskartering/ytavrinningsanalys har

RAPPORT

använts inom Preemraffs verksamhetsområde för att identifiera risker kopplade till klimatförändringar samt för att göra en åtgärdsbedömning.

9 Analys av gruvdammar

9.1 Urval objekt- metod A

Endast en gruvdamm sammanfaller med någon av de beskrivna naturolyckorna. Detta är dammen vid Malmbergsgruvan, vilken sammanfaller med skyfallskarteringen för Gällivare tätort. Om skyfallskarteringar varit utförda för hela länet skulle sannolikt samtliga dammar sammanfalla med översvämning i samband med skyfall.

9.2 Konsekvenser på identifierade objekt

Någon specifik information kring dimensionering av identifierad gruvdamm har inte tagits fram. Översvämningsrisken och risken för dammbrott bedöms generellt vara liten för landets aktiva gruvdammar. En kartläggning över dammar och flödesdimensioneringsklasser genomfördes 2011 av Svenska Kraftnät m.fl. Kartläggningen visade följande för gruvindustrins dammanläggningar:

Elva av 13 st anläggningar i flödesdimensioneringsklass I kan avbörda ett flöde som är 20 % större, eller mer, än dagens 100-årsflöde vid dämningssgräns. Tio av 13 anläggningar klarar dagens dimensionerande förhållanden utan att vattenståndet stiger över tät kärnans krön.

Av fem aktiva gruvdammar i flödesdimensioneringsklass II kan fyra avbörda dagens 100-årsflöden vid dämningssgräns. Två dammar kan vid dämningssgränsen avbörda ett flöde upp till 20 % högre än 100-årsflödet och två dammar ett flöde 50–100 % högre än 100-årsflödet. En av anläggningarna kan inte avbörda dagens 100-årsflöde utan att magasinet stiger över tät kärnans krön, men har planerade åtgärder för att säkerställa gällande krav.

RAPPORT

10 Förslag till urval och fördjupad analys

Något ytterligare urval av objekt har inte genomförts och därmed har inte någon fördjupad analys av respektive objekt utförts. Som urvalsmetodik för fortsatt arbete föreslås att någon form av kategorisering av objekten genomförs, i syfte att kunna prioritera objekt för fördjupad analys för det fortsatta tillsyns- och provningsarbetet. Förslag på utgångspunkter för urval beskrivs nedan:

Riskklass: Ett urval baserat på riskklass blir endast delvis relevant då flertalet objekt saknar klassificering.

Branschklass (ämne): Objektets branschklass ger information om vilka branschtypiska föroreningar som kan förväntas. Föroreningens sammansättning är inte nödvändigtvis den viktigaste faktorn vid bedömning av spridningsbenägenhet, miljöpåverkan samt hälsovådlighet. Andra viktiga faktorer är:

- på vilket djup föroreningen återfinns
- om föroreningen förekommer under eller ovan grundvattenytan
- halten av föroreningen
- markförhållanden: typ av jordart, porositet m.m.
- övriga spridningsförhållanden: närhet till vattendrag, flödes hastighet i vattendrag, dagvattenledningar, diken, ledningsgravar och annat som kan snabba på spridningsförloppet.

Lokalisering: En metod för urval kan vara att utgå från objektets lokalisering. Faktorer som kan vara relevanta i en dylik kategorisering är följande:

- geografisk lokalisering
- närhet till vattendrag
- topografi
- närhet till känslig recipient/vattentäkt/bebyggelse

När ett urval av objekt har genomförts bör en fördjupad analys av objektet genomföras. Förslag på metodik vid fördjupad analys av ett specifikt område (Metod B) finns i SGI:s rapport *Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor (2016)*. Metoden i rapporten utgår från ett enskilt förorenat markområde som har genomgått en riskklassning enligt Naturvårdsverkets MIFO-handbok.

RAPPORT

11 Beskrivning av åtgärder

I följande avsnitt ges förslag till klimatanpassningsåtgärder för de i studien ingående objekten. Åtgärderna har delats upp i tre kapitel: generella åtgärder, specifika åtgärder för förorenad mark samt specifika åtgärder för miljöfarlig verksamhet.

11.1 Generella åtgärder

Generella åtgärder är tillämpbara för många olika typer av verksamheter och har delats upp mellan administrativa och fysiska åtgärder.

Administrativa åtgärder:

- Övervakning och kontroll, till exempel provtagningsprogram och tillsyn
- Information, utbildning och samverkan
- Ställa krav på verksamhetsutövarna, ex. i form av villkor i tillstånd

Fysiska åtgärder:

- Invallningar för att förhindra att översvämning av förorenat område/anläggningsdelar sker (permanenta och/eller tillfälliga)
- Förstärkning av slänt och andra åtgärder mot ras, skred och erosion, exempelvis i form av tryckbank, cementpelare eller erosionsskydd
- Klimatanpassat dagvattensystem, lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD)
- Inrättande av förvarningssystem, till exempel kontroll av yt- och grundvattennivåer.

11.2 Specifika åtgärder förorenad mark

Specifika åtgärder för förorenad mark omfattar framförallt saneringsåtgärder vilka kan delas in i ett antal olika typer:

Saneringsåtgärder in-situ (ex. biologisk nedbrytning, förångning och jordtvättning).

Saneringsåtgärder ex-situ (bortforsling och deponering/behandling på annan plats).

Utöver utgrävning/sanering av föroreningen kan åtgärder för att förhindra spridning av föroreningar vara aktuella. Dessa omfattar invallning av förorenat område (skydd mot översvämning/skyfall) samt förstärkning av markområden för att förhindra ras, skred och erosion av förorenat område.

11.3 Specifika åtgärder miljöfarlig verksamhet

De fysiska åtgärder som kan genomföras är bland annat

- Flytt av hela anläggningen från riskområdet
- Flytt av de för miljö/omgivningen mest kritiska anläggningsdelarna/-installationerna.
- Invallning för att förhindra översvämning
- Förstärkning av markområden för att förhindra ras, skred och erosion
- Minimera spridningsrisker från kritiska anläggningsdelar (täta behållare, uppsamlingskärl, möjlighet till uppsamling/rening av bräddvatten etc)

11.4 Åtgärder gruvdammar

För befintliga gruvdammar är ett flertal åtgärder vidtagna för att undvika föroreningsspridning både för dagens klimat och ett förändrat klimat. Några exempel på sådana åtgärder är:

- Gruvdammar är dimensionerade för flöden med 10 000 års återkomsttid, vilka skall täcka in klimatförändringar.
- Det långa tidsperspektivet vid dimensionering gör att naturliga material föredras vid anläggandet av gruvdammar, eftersom det är svårt att förutse nedbrytningen av till exempel geomembran och geotextilier.
- Gruvdammar konstrueras allt mer för att klara dynamiska laster, det vill säga att risken för jordbävningar vägs in vid konstruktionen.
- Det görs stabilitetsberäkningar för att anpassa maximala portrycksnivåer ur ett långtidsperspektiv.
- Dammägaren ska planera för tiden då dammkroppen avställs. Det kan i vissa fall innebära att en extra stödbank behövs för att täcka in oväntade händelser.

RAPPORT

12 Begränsningar

I följande kapitel redovisas ett antal begränsningar i underlag och analysmetod som identifierats i samband med framtagandet av föreliggande rapport.

Riskklassningar enligt MIFO saknas för de flesta förorenade områden, därför har branschklass tillämpats i konsekvensanalysen. Branschklass ger en indikation på vilka föroreningar som kan finnas i ett område, men området har ej inventerats och kunskapen om området är därmed relativt låg. Riskklassningen ger ett bättre underlag vid prioritering och urval av förorenade områden för en mer detaljerad analys med avseende på klimatförändringar.

Översvämningskarteringarna producerad av MSB för länets stora älvar är inte kompletta. Exempelvis saknas kartering för stora delar av Piteälven. Det saknas även översvämningskarteringar för flera större vattendrag som till exempel Råneå älv.

En unik polygon för varje objekt (miljöfarlig verksamhet och förorenade områden) ger ett mer korrekt resultat från överlagringsanalysen, än den cirkel med 50 m radie som tillämpats. Detta har gjorts för gruvdammar, eftersom antalet dammar är få. Information om respektive objekts exakta utbredning saknas varför en dylik polygon inte kan tas fram.

Skyfallskarteringar förekommer endast för huvudorterna i länet.

Med obearbetade skyfallsdata sammanfaller nästan samtliga objekt med ett översvämmat område. För att bättre kunna nyttja skyfallskarteringarna och inkludera den i GIS-analysen på ett rimligt sätt behöver mängden data begränsas. Med rätt mjukvara, exempelvis Geospatial Modelling Environment som är framtaget av Beyer H.L. (2012), kan volym vatten per kvadratkilometer inom buffertzonerna för identifierade objekt inkluderas i analysen. På så sätt kan krav på vattenvolym inkluderas i analysen, vilket skulle begränsa antalet objekt som sammanfaller med översvämmade områden och ge mer användbara resultat. Alternativt kan vattendjup eller andel översvämmad objektyta tillämpas som begränsning.

Grundvattennivåerna påverkar bland annat föroreningsspridning från förorenad mark till omgivande miljö och sulfidjordars oxideringstillstånd. Förändring av grundvattennivåer skulle indirekt kunna tillämpas i GIS-analysen genom effektiv nederbörd (nederbörd – avdunstning) eller grundvattenbildning. Om den effektiva nederbörden eller grundvattenbildningen ökar är sannolikheten stor att även grundvattennivåerna ökar. Trots att nederbörden beräknas öka i hela länet i framtiden, bedöms den effektiva nederbörden minska i vissa områden. Detta beror på förhållandet mellan en rad olika faktorer som avdunstning, markfuktighet med flera. Om GIS-lager med förändring av grundvattenbildning eller effektiv nederbörd finns att tillgå för länet kan överlagringsanalyser utföras för en ökad respektive minskad grundvattennivå. Det går inte att göra detaljerade studier med denna typ av överlagringsanalys, men det går att få en indikation på vilka objekt som ligger inom områden med ökad respektive minskad grundvattennivå.

Metodiken i SGI- rapporten *Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor* som kan användas för att göra fördjupade analyser beskriver endast tillvägagångssätt för förorenad mark. Det förekommer ingen vägledning i rapporten kring analys av miljöfarlig verksamhet.

RAPPORT

13 Referenser

Andersson, L., (2013) Förorenade områden i ett förändrat klimat. Länsstyrelsen Västmanlands län. Rapport 2013:19

Berglöv, G. et al., (2015). Framtidsklimat i Norrbottens län-enligt RCP-scenarier. SMHI, Klimatologi Nr 32.

Miljösamverkan Stockholms Län, (2014). Tillsyn av dagvatten, handläggargstöd.

Miljösamverkan Sverige, (2018). Klimatanpassning i tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden.

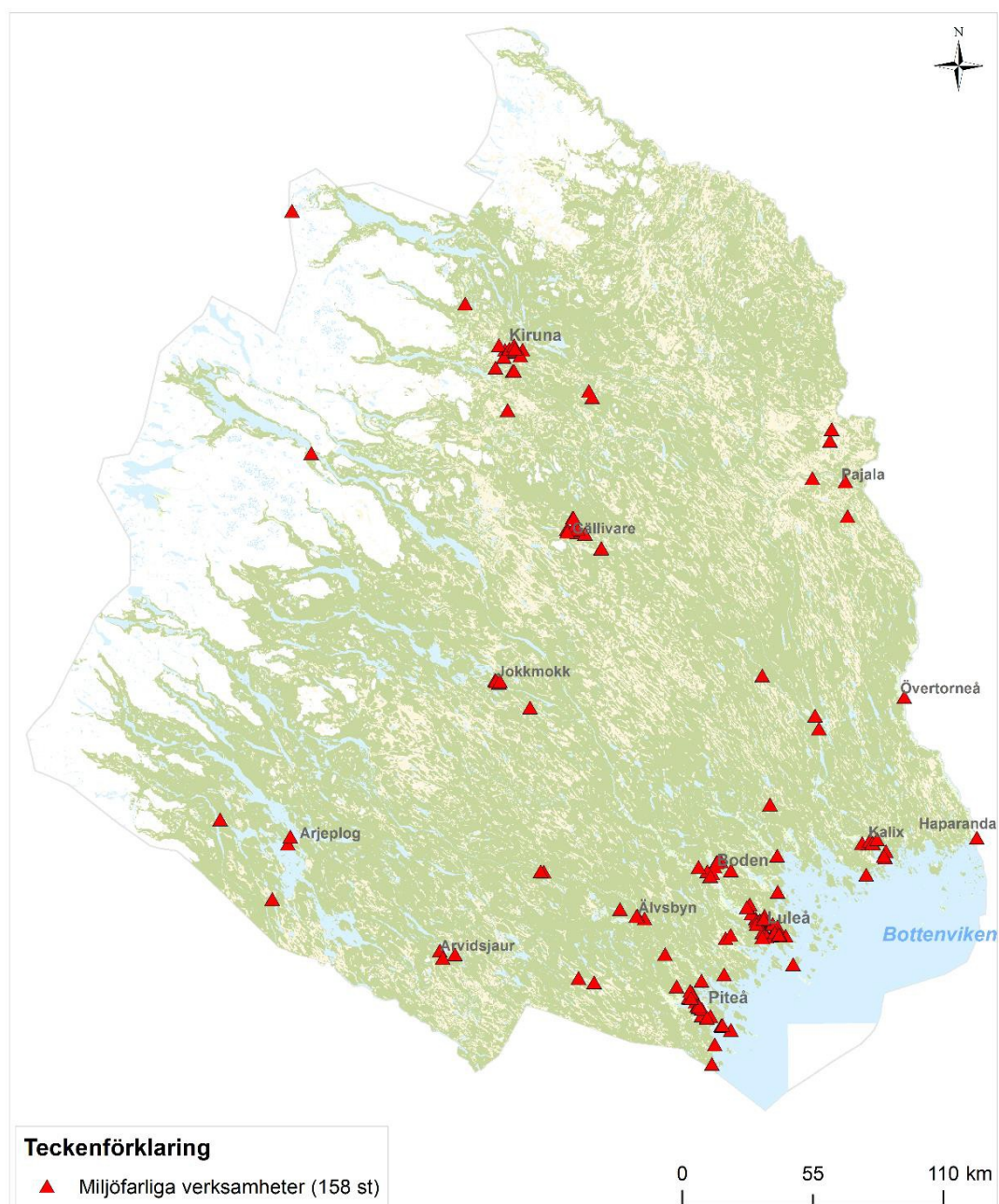
Naturvårdsverket, N. V. (1999). Metodik för inventering av förorenade områden. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Rapport, 4918.

SGI (2016), Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor, information och råd. SGI publikation 20.

Svenska Kraftnät, Svensk Energi, SveMin, SMHI (2011). Dammsäkerhet och klimatförändringar – Slutrapport från Kommittén för dimensionerande flöden för dammanläggningar i ett klimatförändringsperspektiv

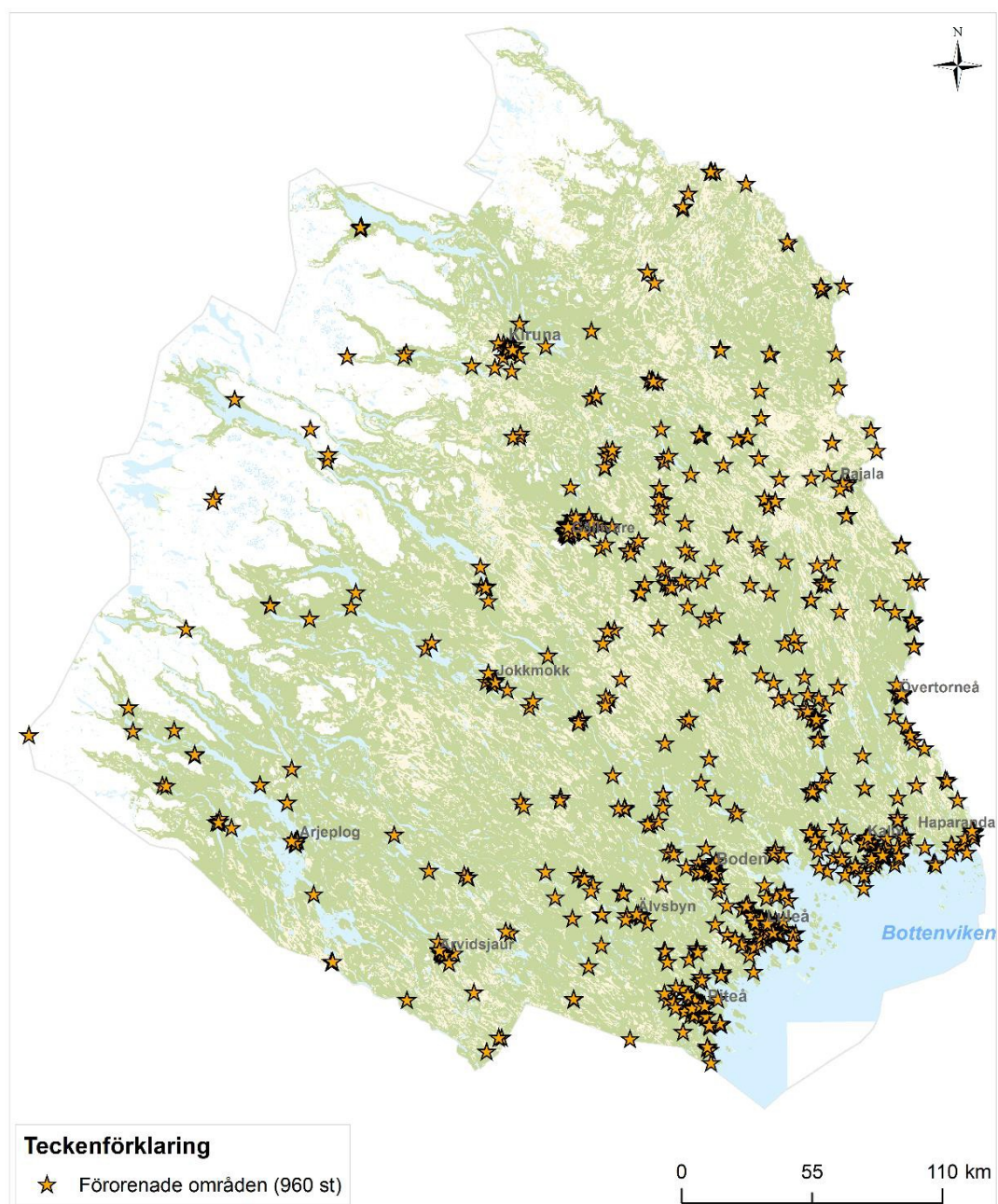
BILAGA 1

Översiktskartor - objekt inkluderade i analysen



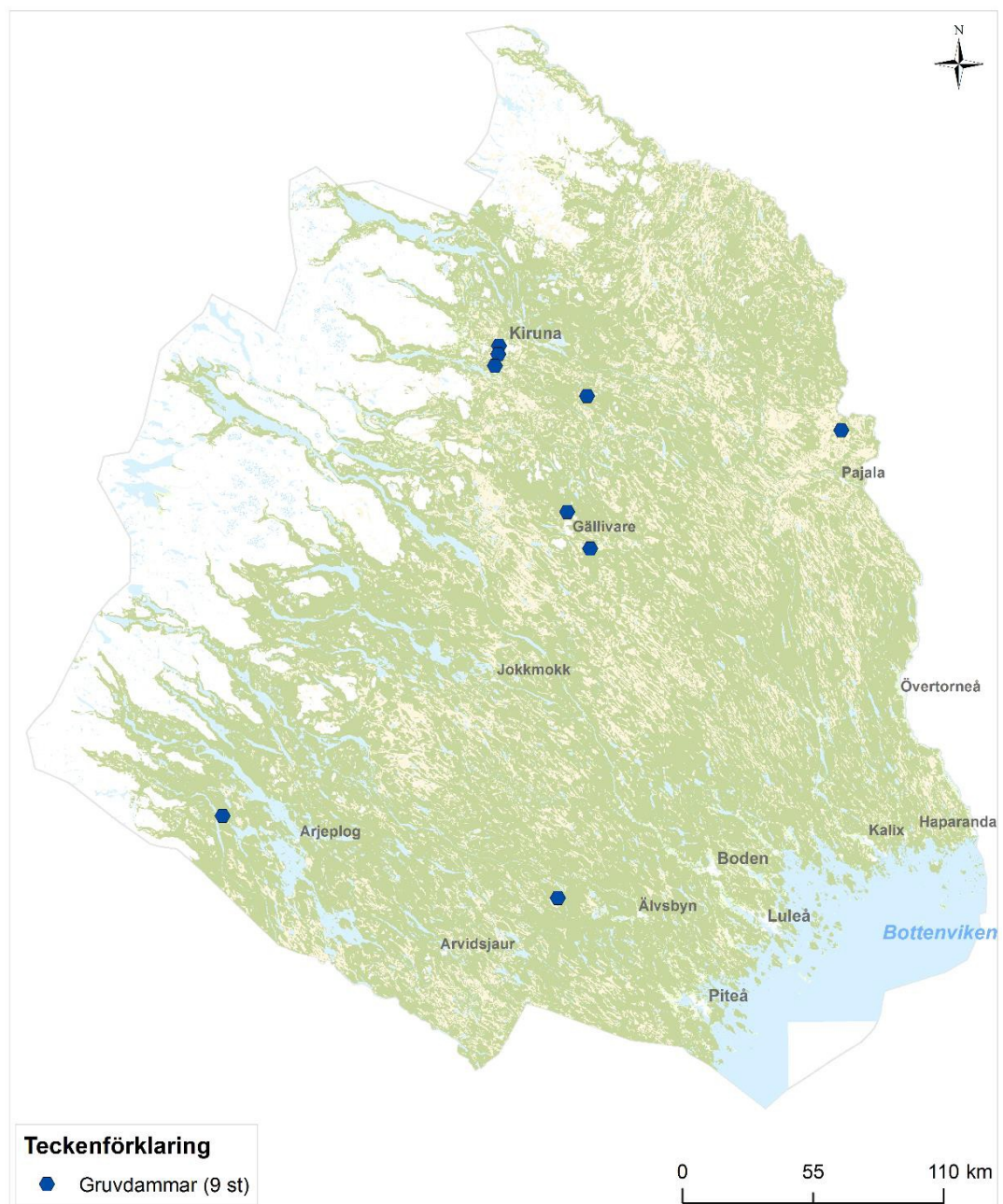
Figur 1. Miljöfarliga verksamheter.

BILAGA 1



Figur 2. Förorenade områden.

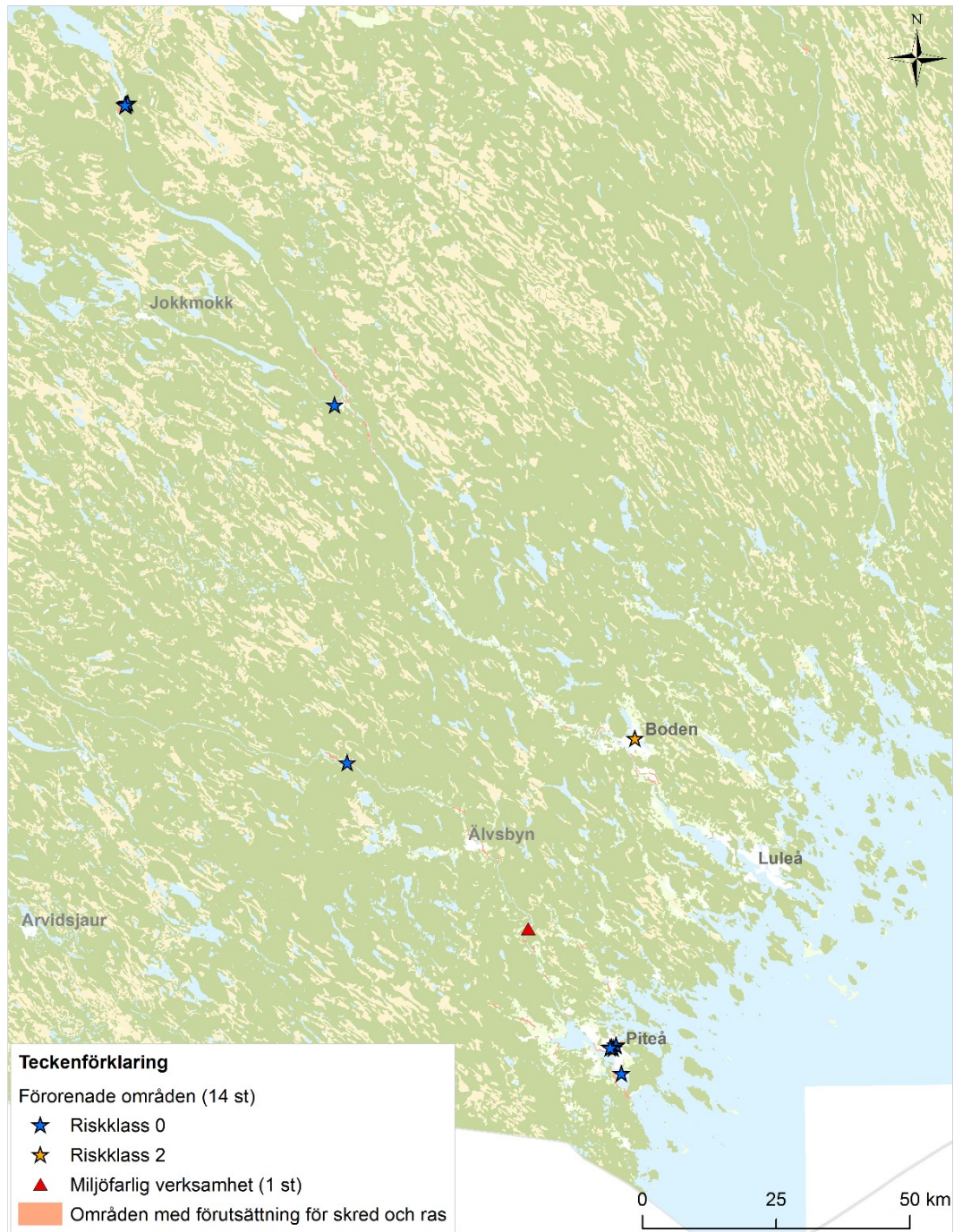
BILAGA 1



Figur 3. Gruvdammar.

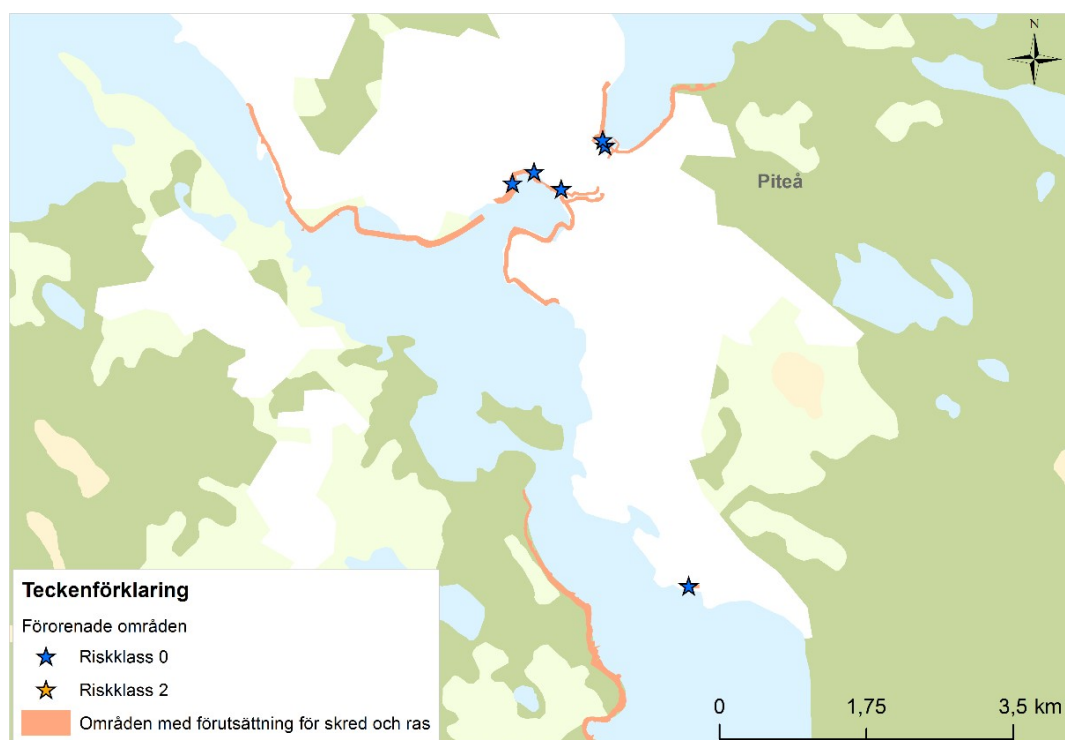
BILAGA 2

Identifierade objekt - skred och ras

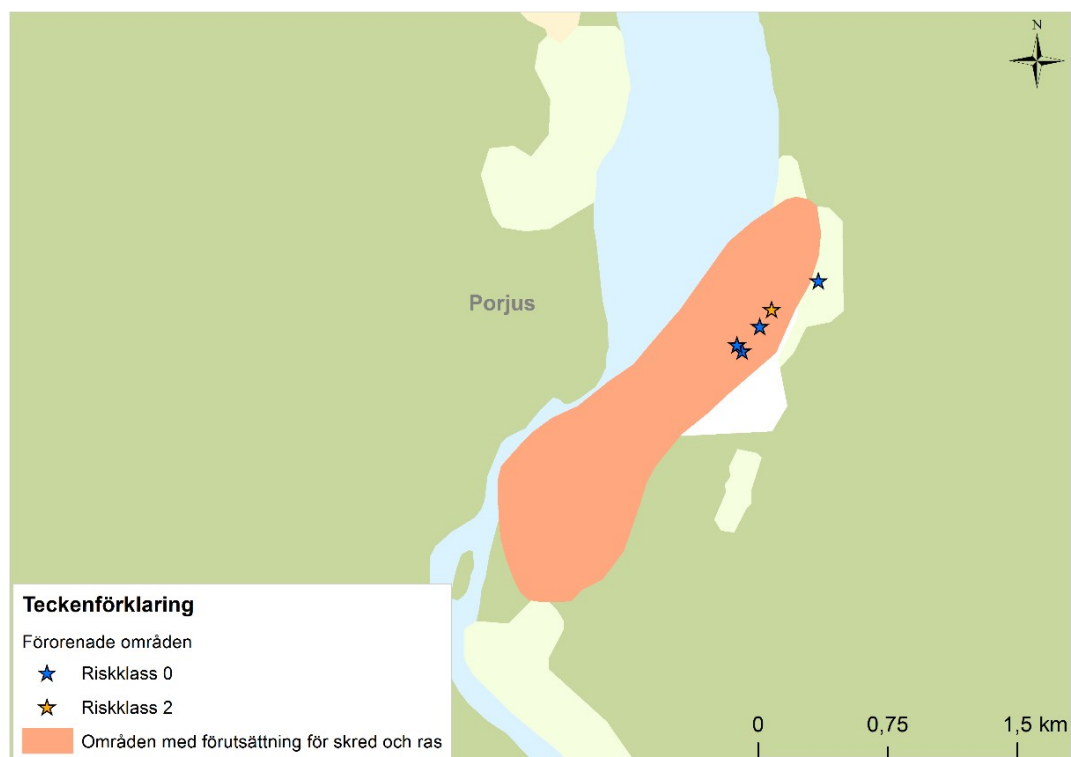


Figur 1. Översiktskarta över identifierade objekt inom områden med förutsättning för skred och ras i Norrbottens län.

BILAGA 2



Figur 2. Identifierade objekt inom områden med förutsättning för skred och ras, Piteå.



Figur 3. Identifierade objekt inom områden med förutsättning för skred och ras, Porjus.

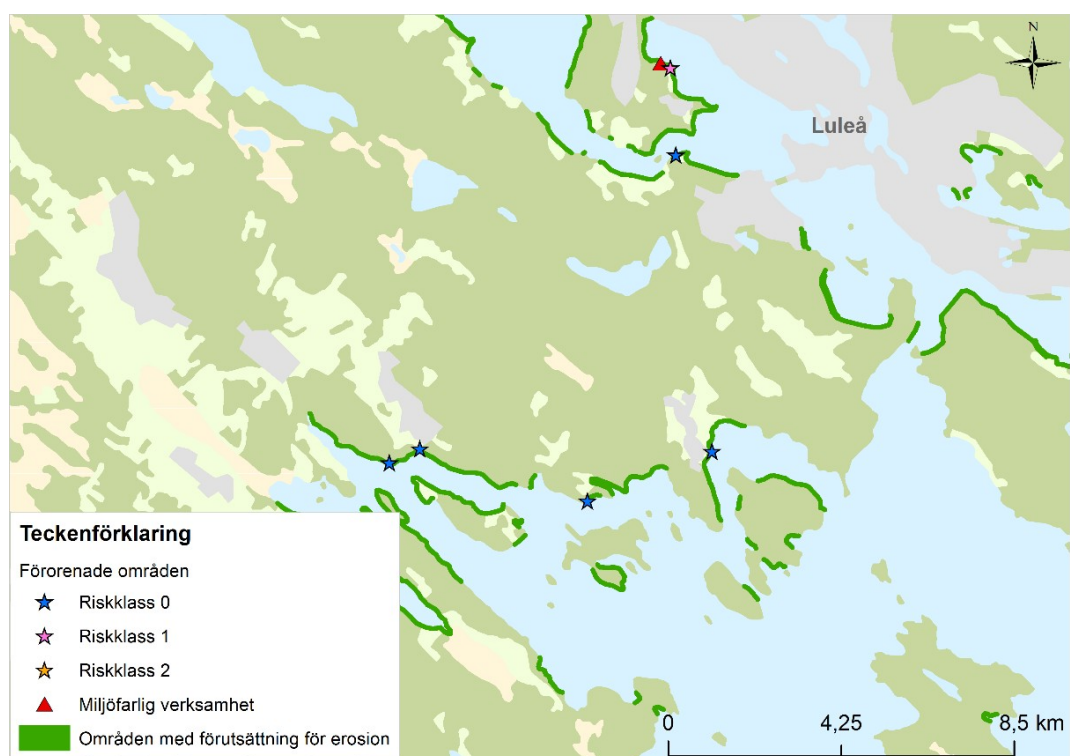
BILAGA 3

Identifierade objekt - erosion

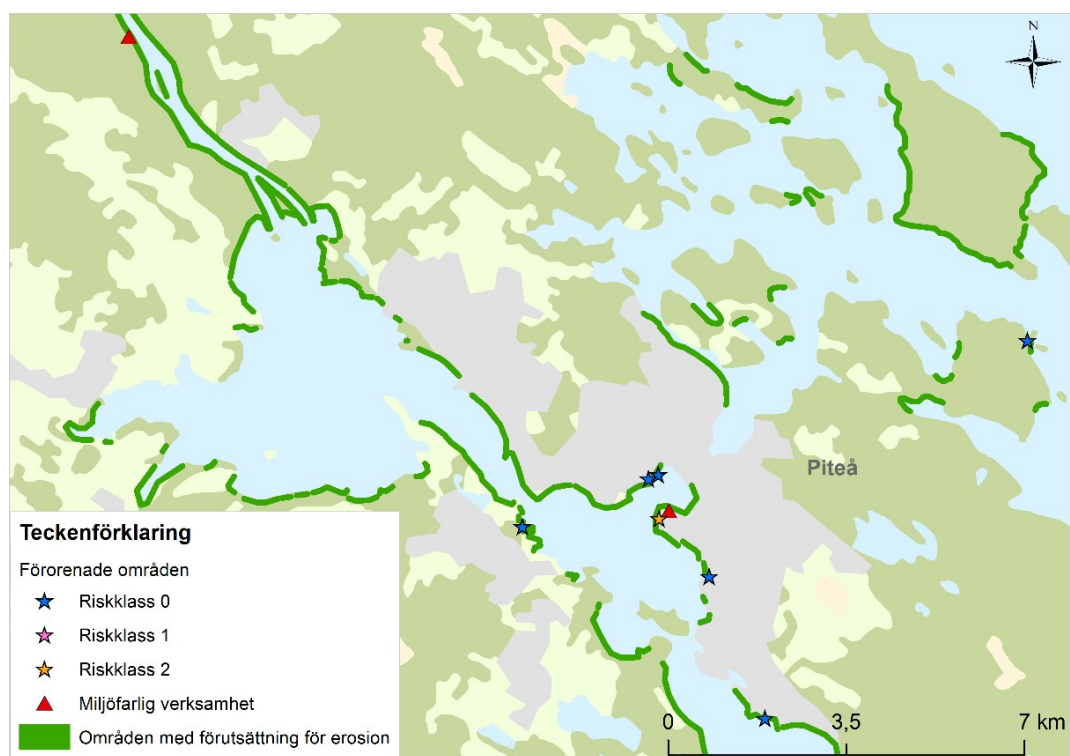


Figur 1. Översiktskarta över identifierade objekt inom områden med förutsättning för erosion i Norrbottens län.

BILAGA 3



Figur 2. Identifierade objekt inom områden med förutsättning för erosion, Luleå.



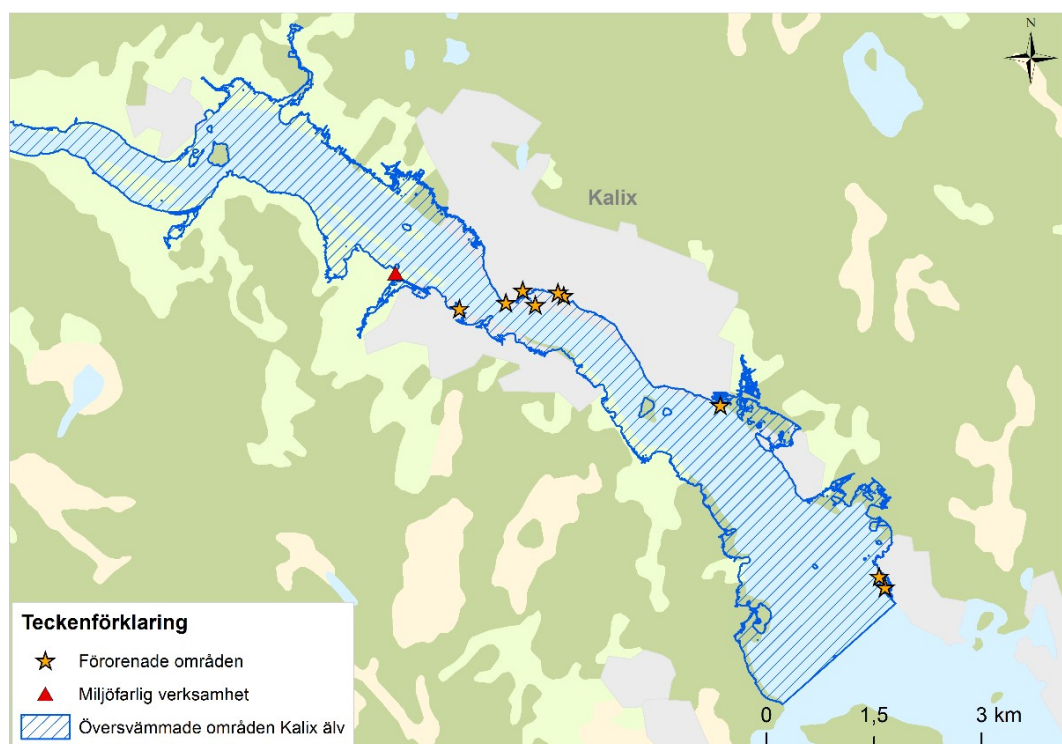
Figur 3. Identifierade objekt inom områden med förutsättning för erosion, Piteå.

BILAGA 4

Identifierade objekt - översvämning av älvar

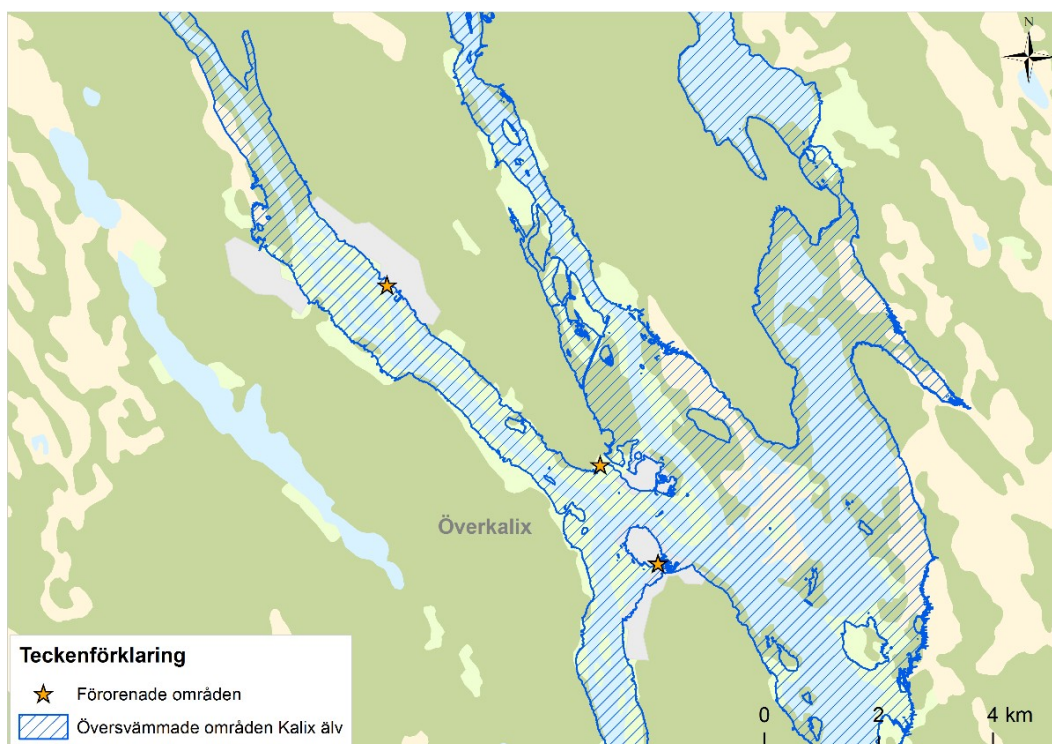


Figur 1. Översikt översvämningsskartering Kalix och Torne älv. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

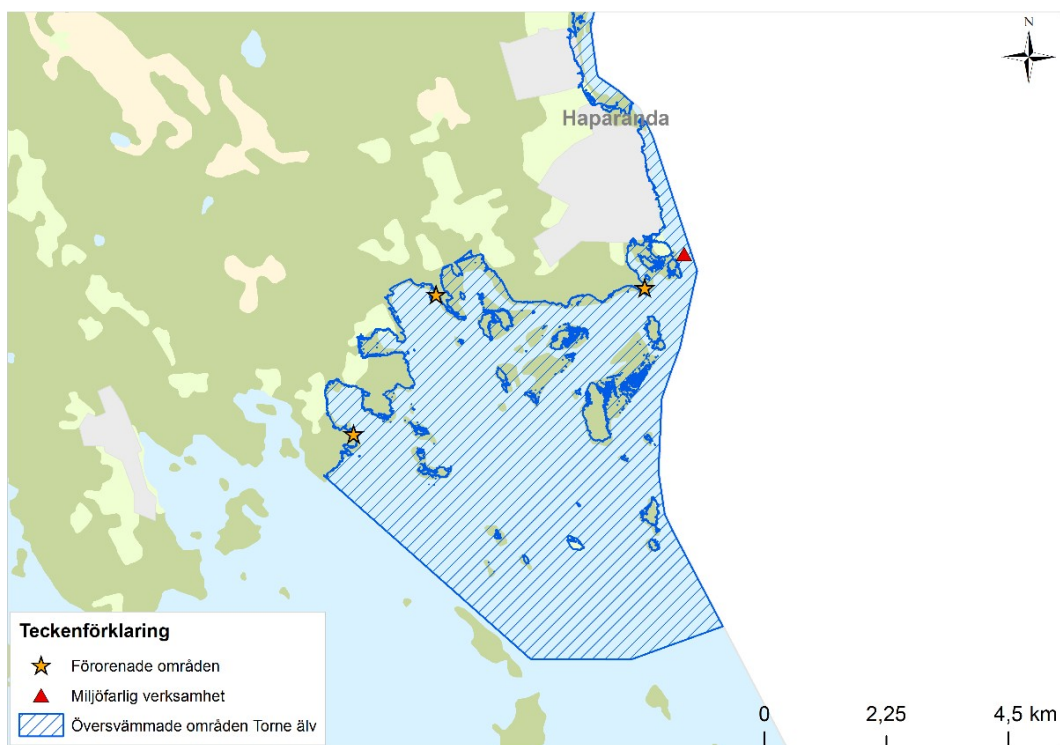


Figur 2. Detalj översvämningsskartering Kalix. Klimatanpassat 100-års flöde till slutet av seklet. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

BILAGA 4

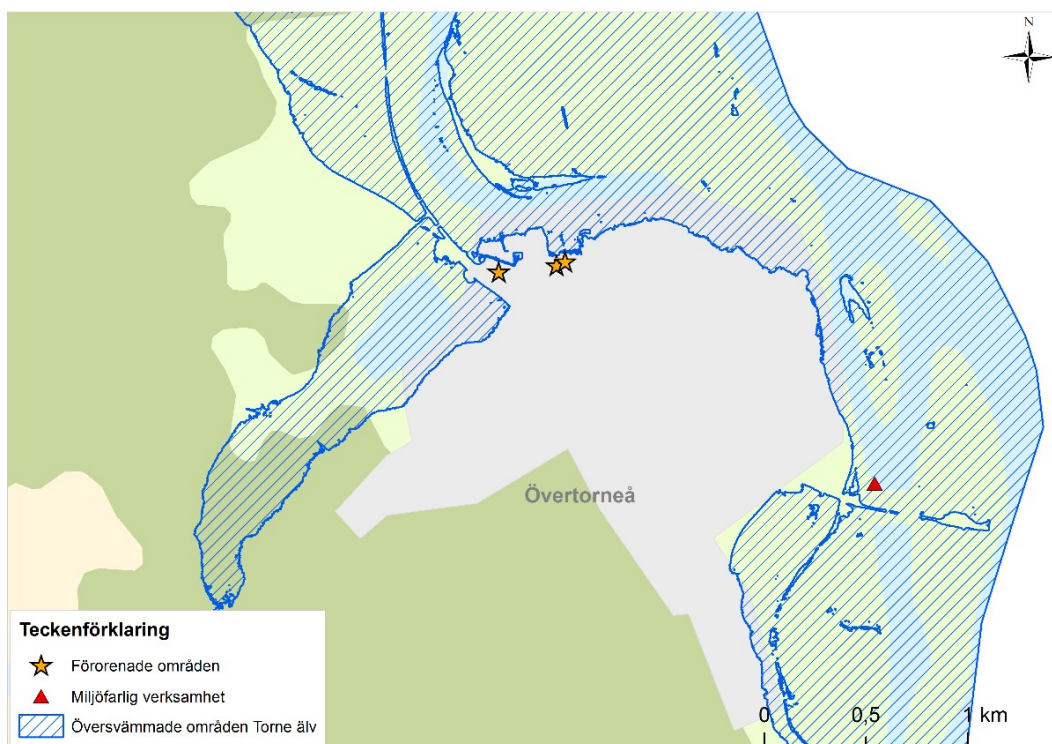


Figur 3. Detalj översvämningskartering Överkalix. Klimatanpassat 100-års flöde till slutet av seklet. Förorenade områden.



Figur 4. Detalj översvämningskartering Haparanda. Dagens 100-års flöde. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

BILAGA 4



Figur 5. Detalj översvämningskartering Övertorneå. Dagens 100-års flöde. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

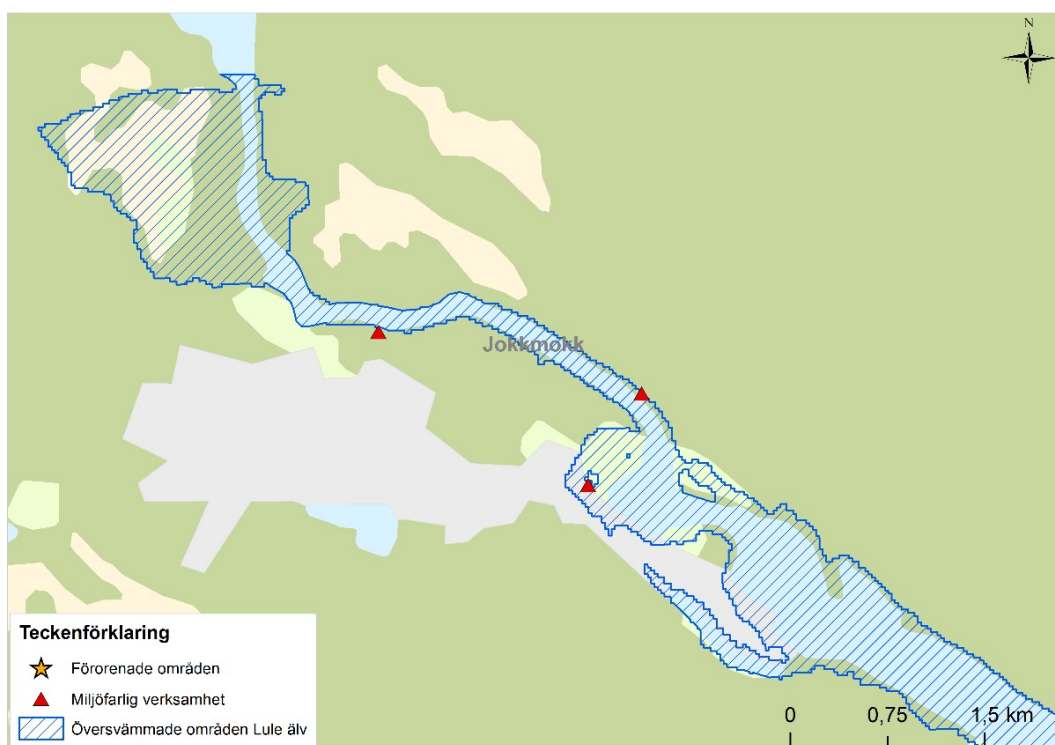


Figur 6. Översikt översvämningskartering Torne, Lainio och Tärendö älv. Dagens 100-års flöde. Förorenade områden.

BILAGA 4

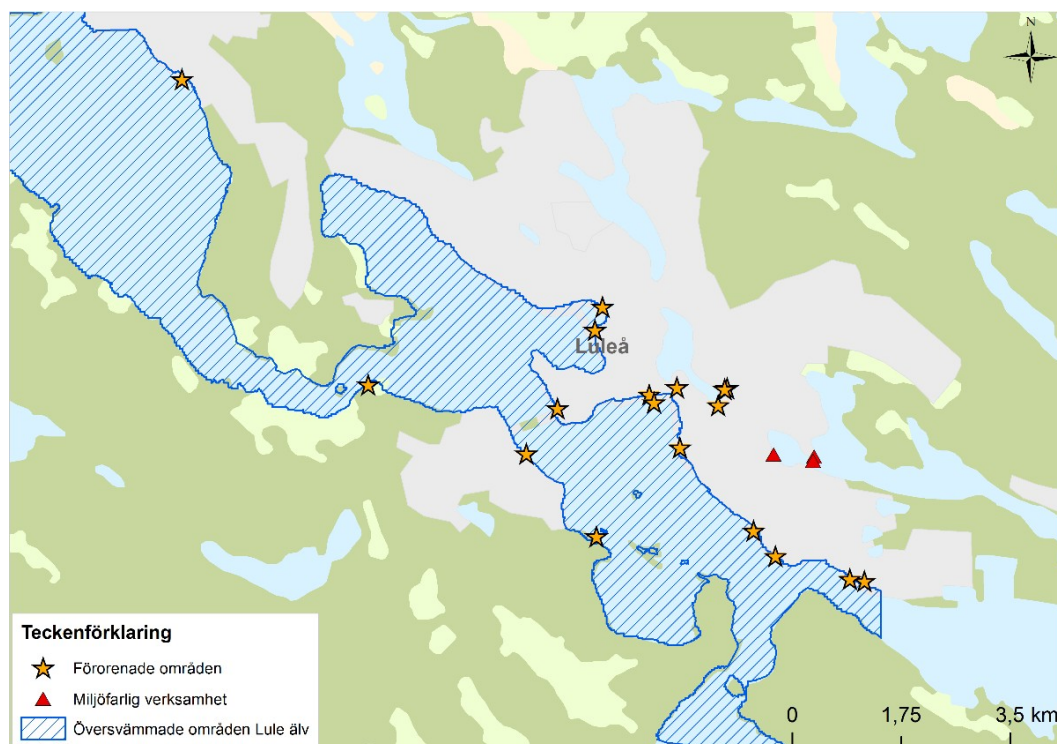


Figur 7. Översikt översvämningskartering Luleälv. Dagens 100-års flöde. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

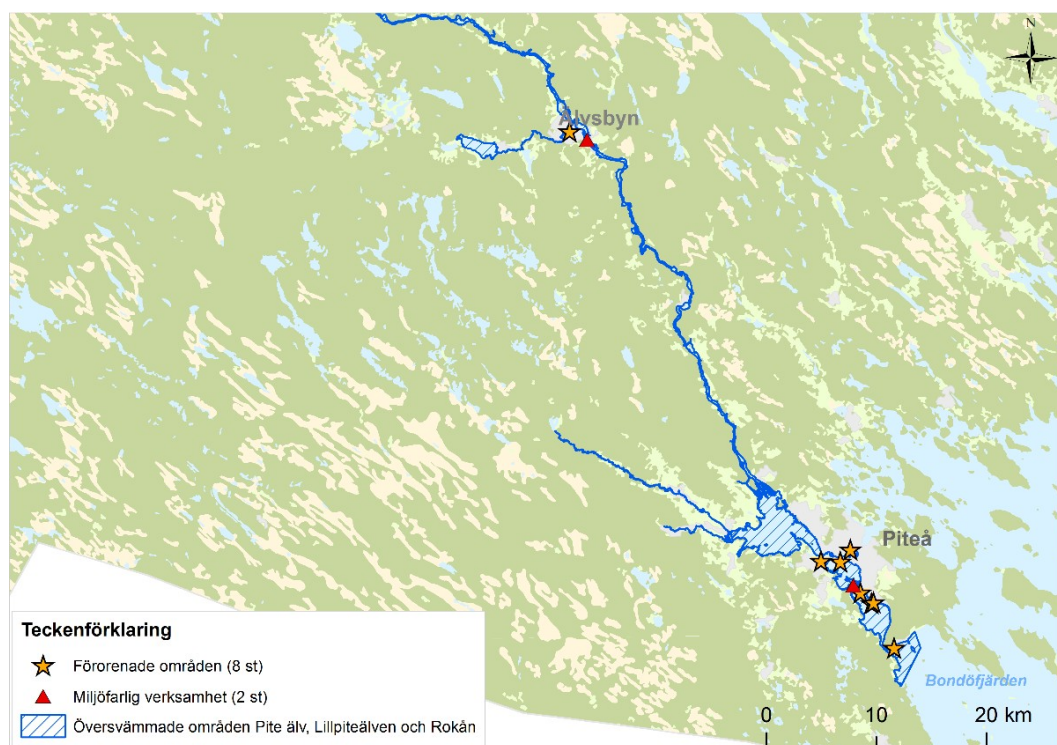


Figur 8. Detalj Jokkmokk. översvämningskartering Luleälv. Dagens 100-års flöde. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

BILAGA 4

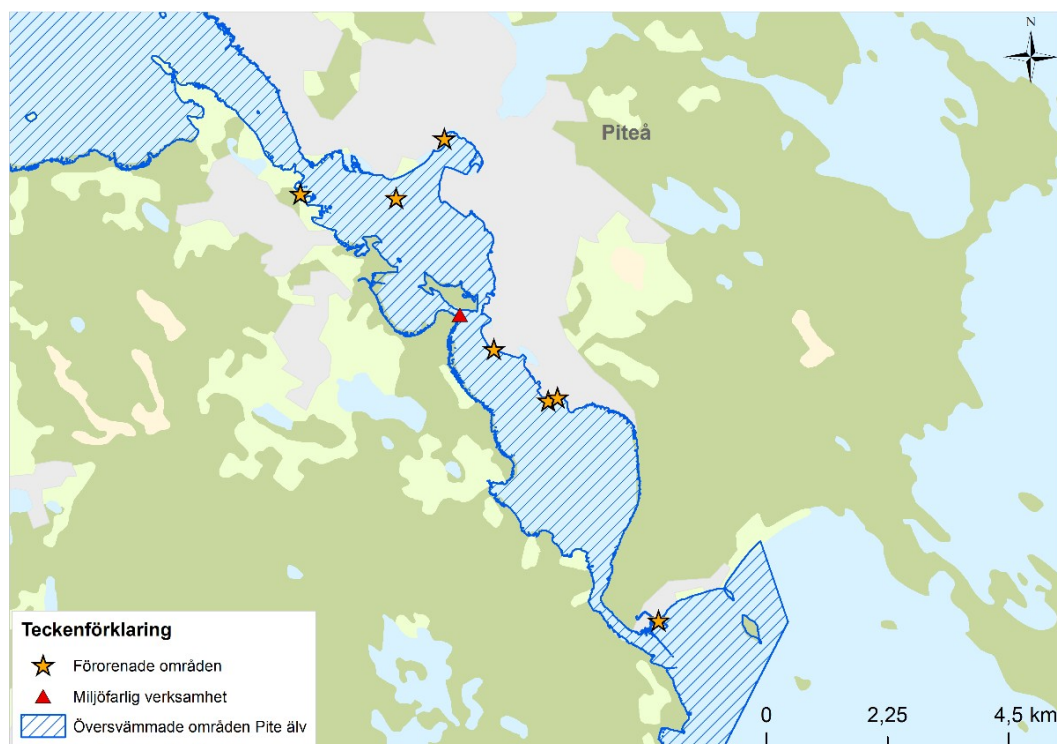


Figur 9. Detalj Luleå. Översvämningskartering Luleälv. Dagens 100-års flöde. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

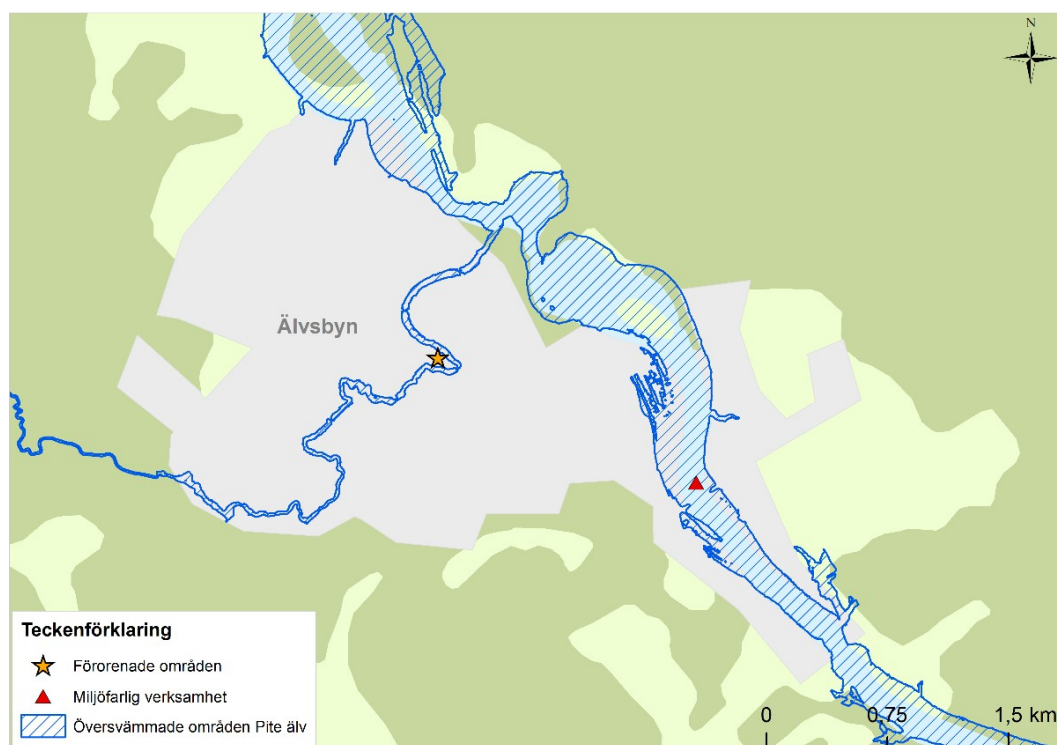


Figur 10. Översikt översvämningskartering Piteälv. Klimatanpassat 100-års flöde till slutet av seklet. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

BILAGA 4

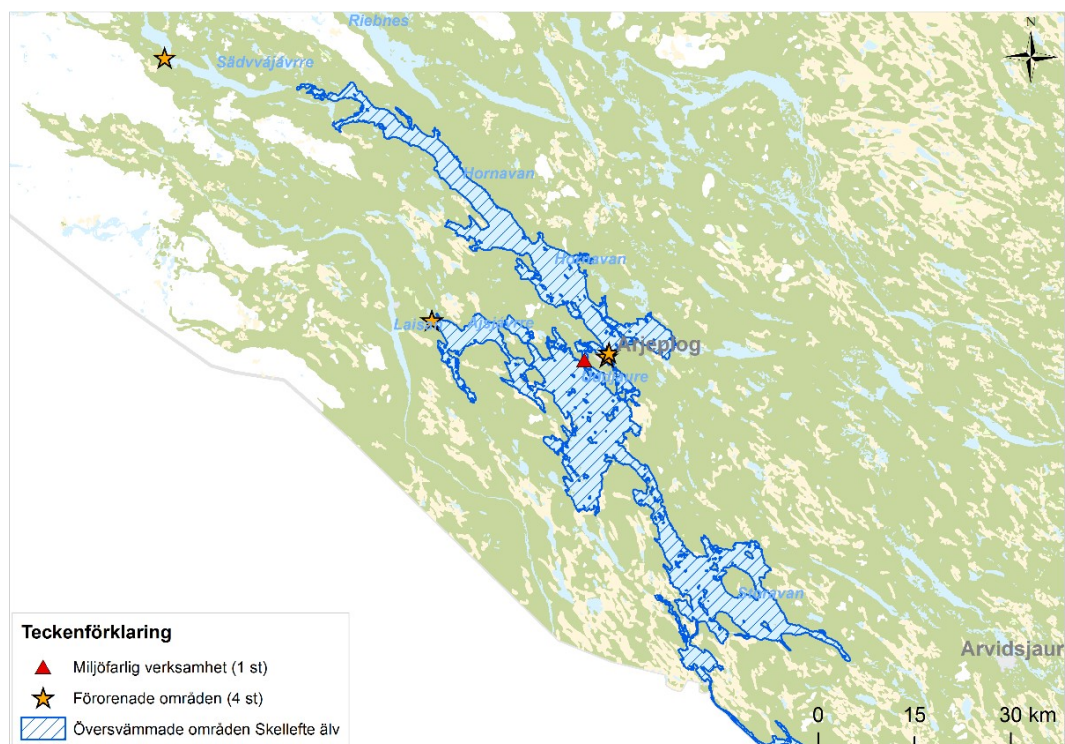


Figur 11. Detalj översvämningskartering Piteå. Klimatanpassat 100-års flöde till slutet av seklet. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

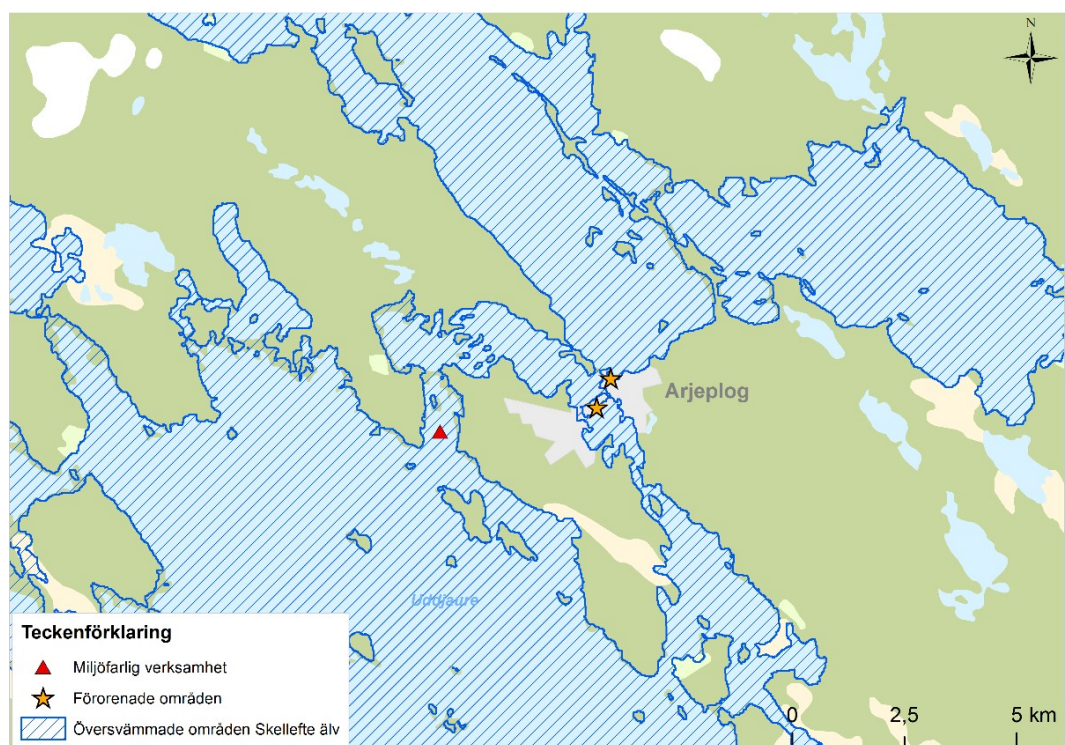


Figur 12. Detalj översvämningskartering Älvsbyn. Klimatanpassat 100-års flöde till slutet av seklet för Pite älv. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

BILAGA 4



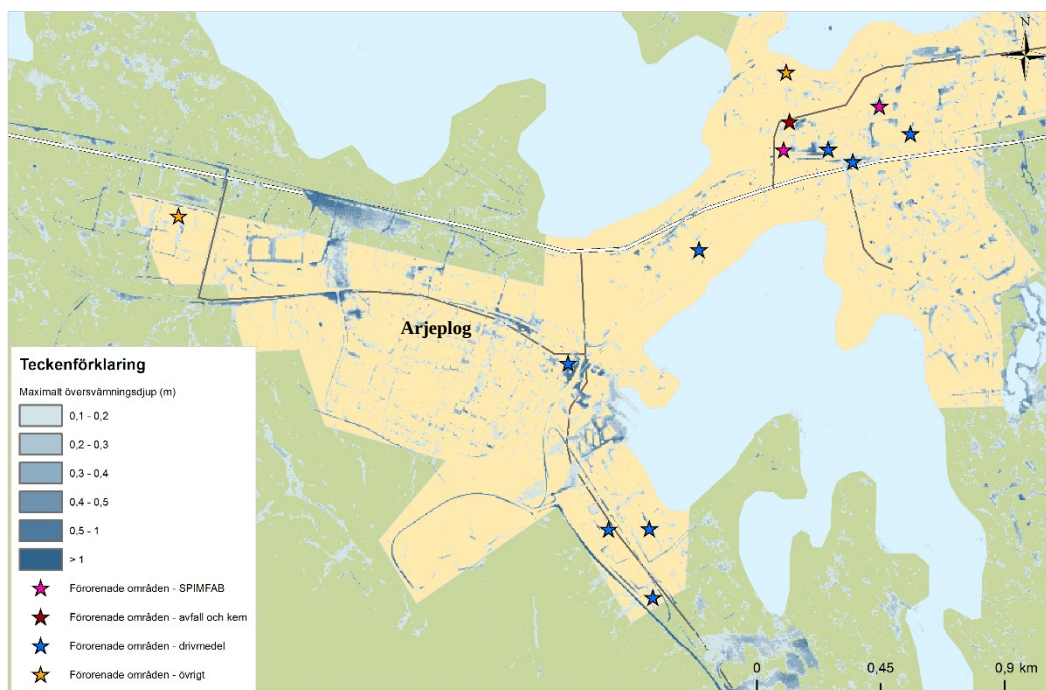
Figur 13. Översikt översvämningskartering Skellefteälv. Dagens 100-års flöde. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.



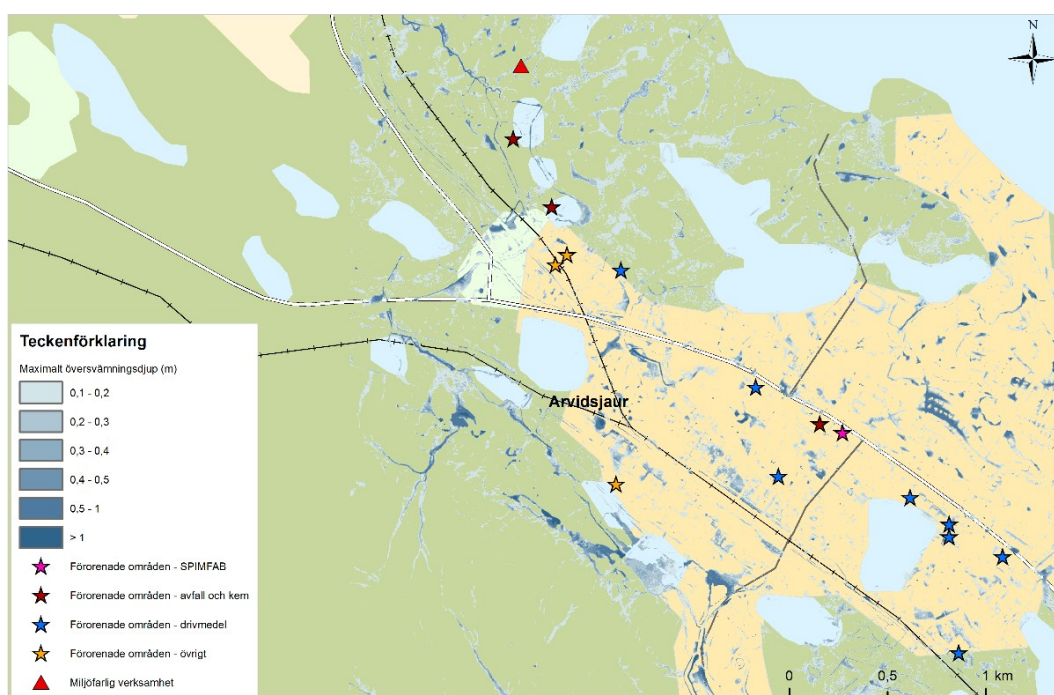
Figur 14. Detalj översvämningskartering över Arjeplog. Dagens 100-års flöde för Skellefteälv. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.

BILAGA 5

Identifierade objekt - översvämning vid skyfall

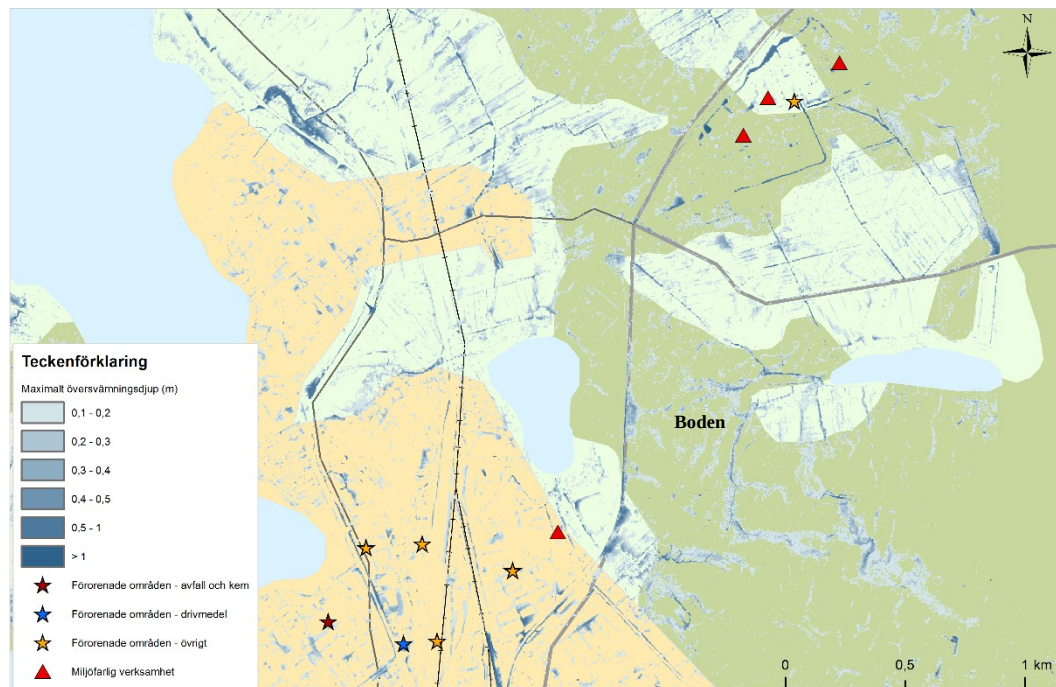


Figur 1. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Arjeplog.

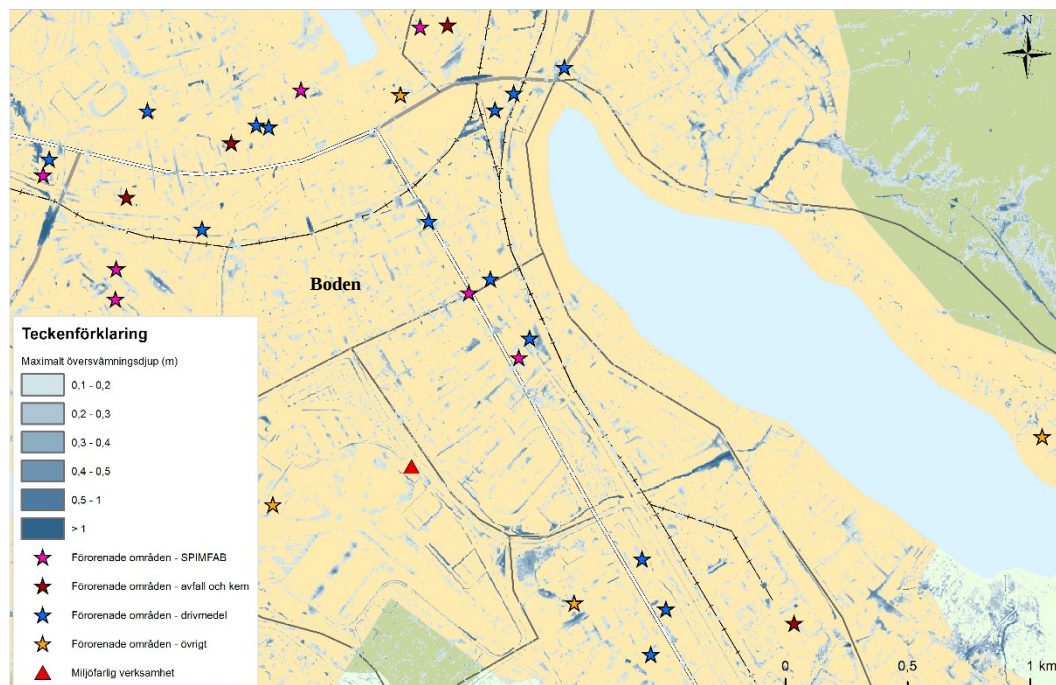


Figur 2. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Arvidsjaur.

BILAGA 5

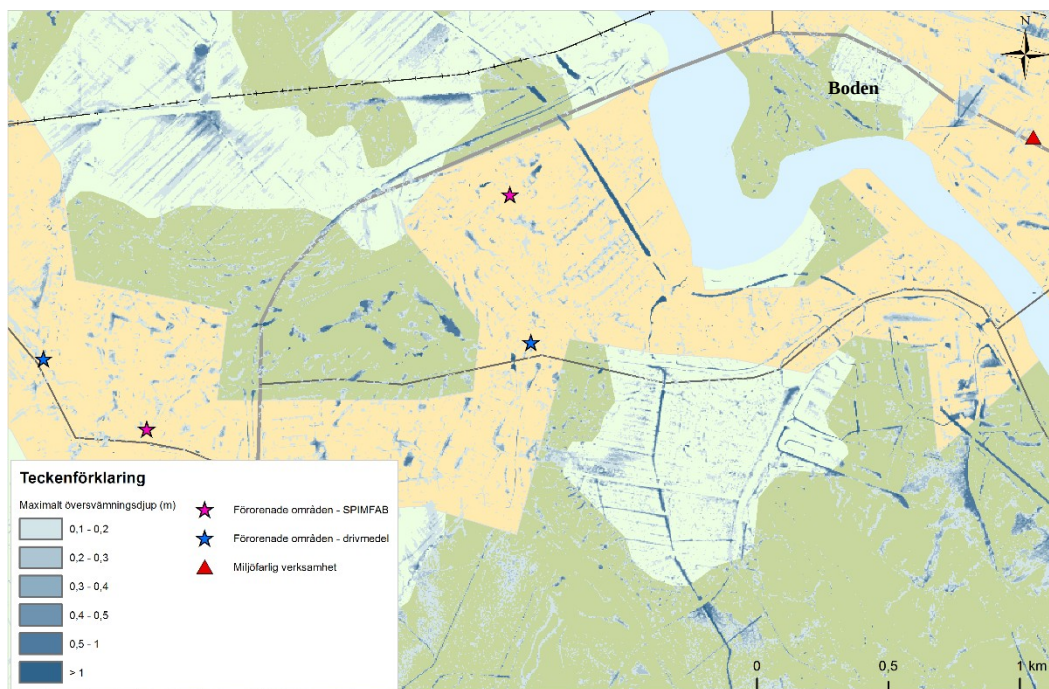


Figur 3. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, norra Boden.

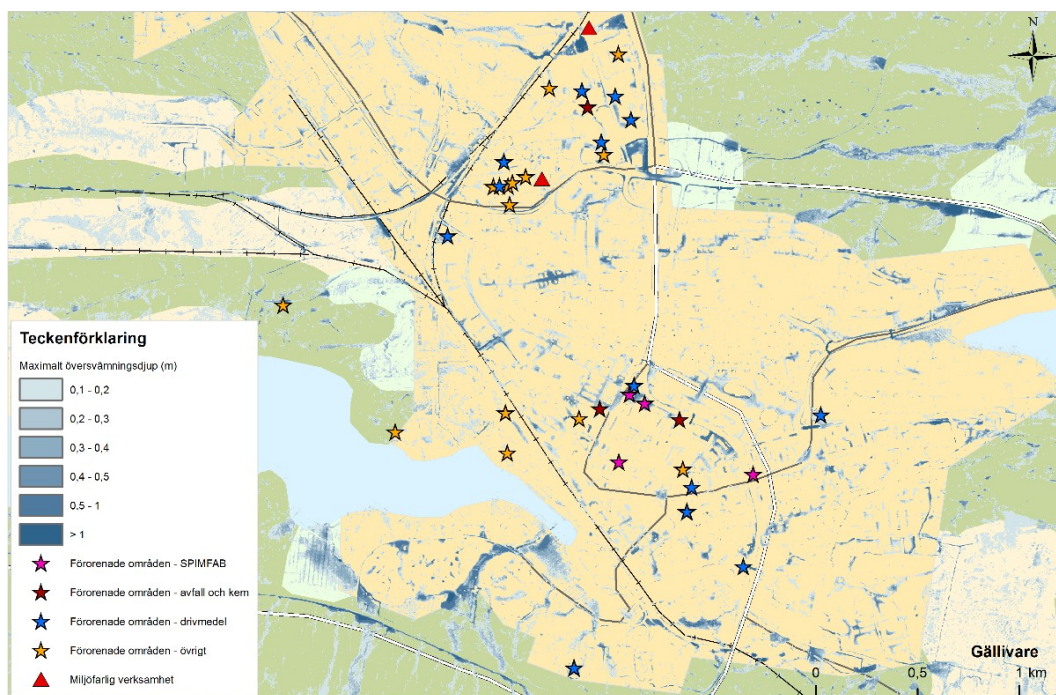


Figur 4. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, centrala Boden.

BILAGA 5

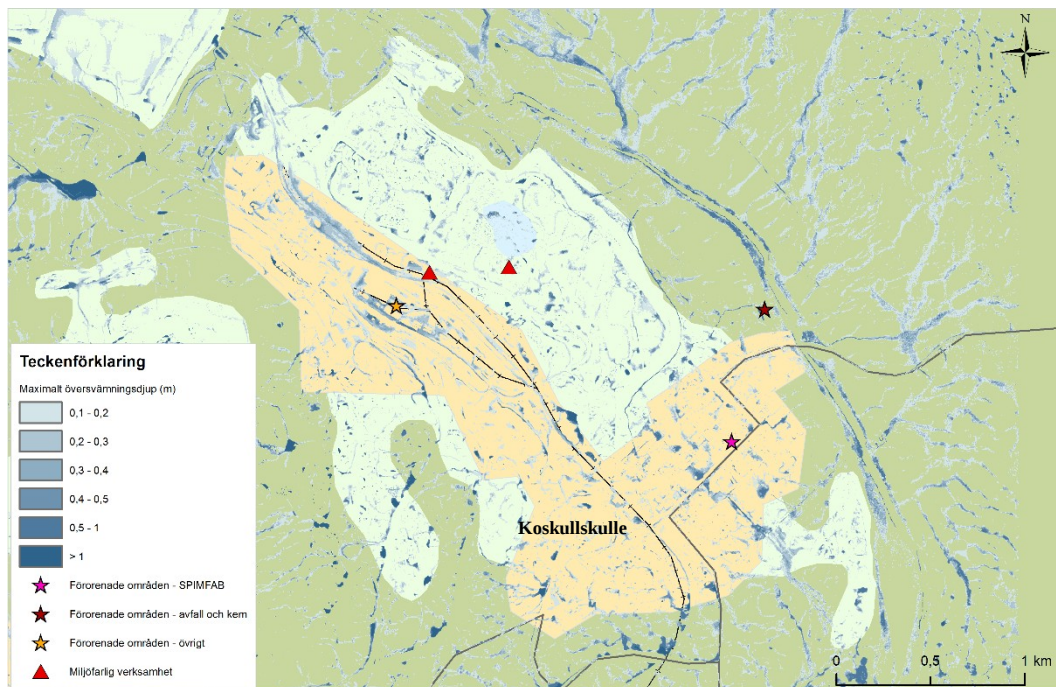


Figur 5. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, västra Boden.

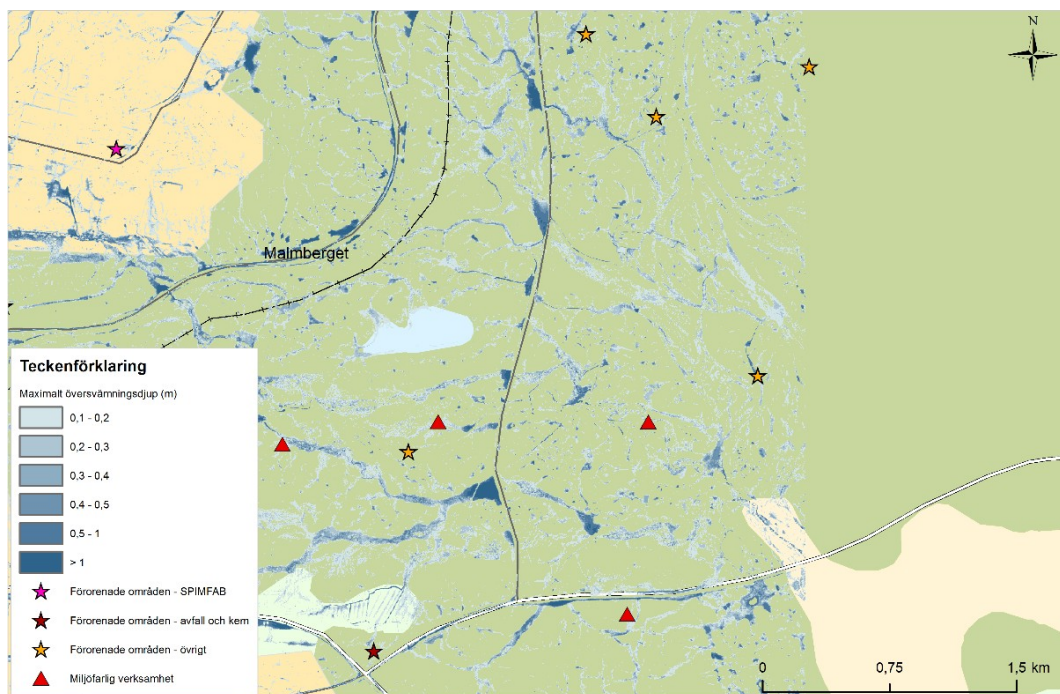


Figur 6. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, centrala Gällivare.

BILAGA 5

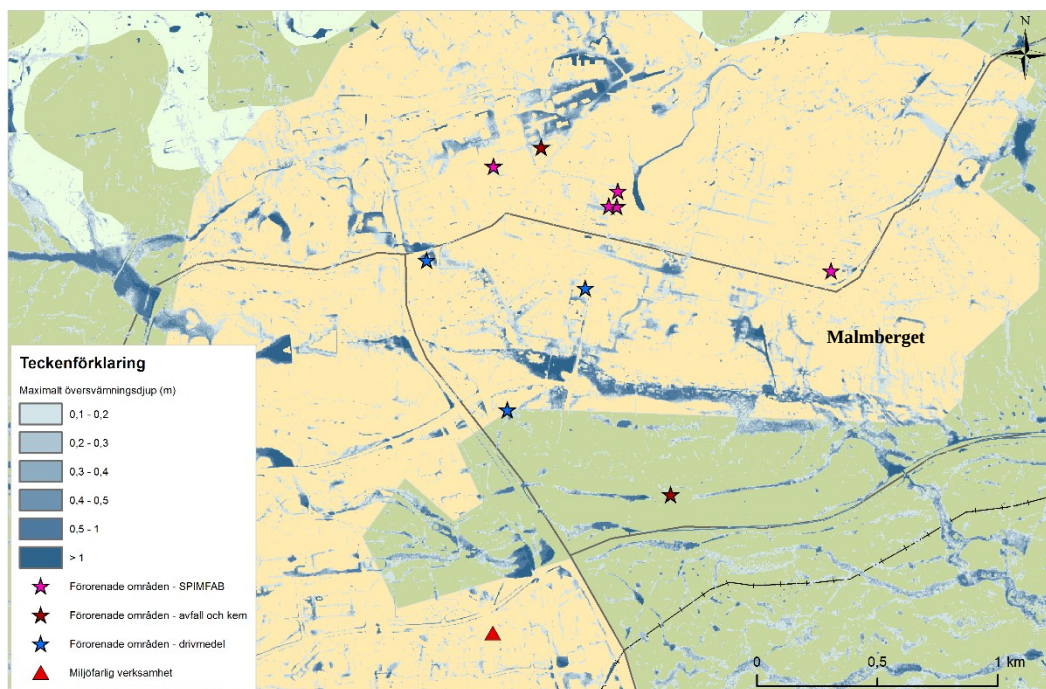


Figur 7. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Koskullskulle, Gällivare.

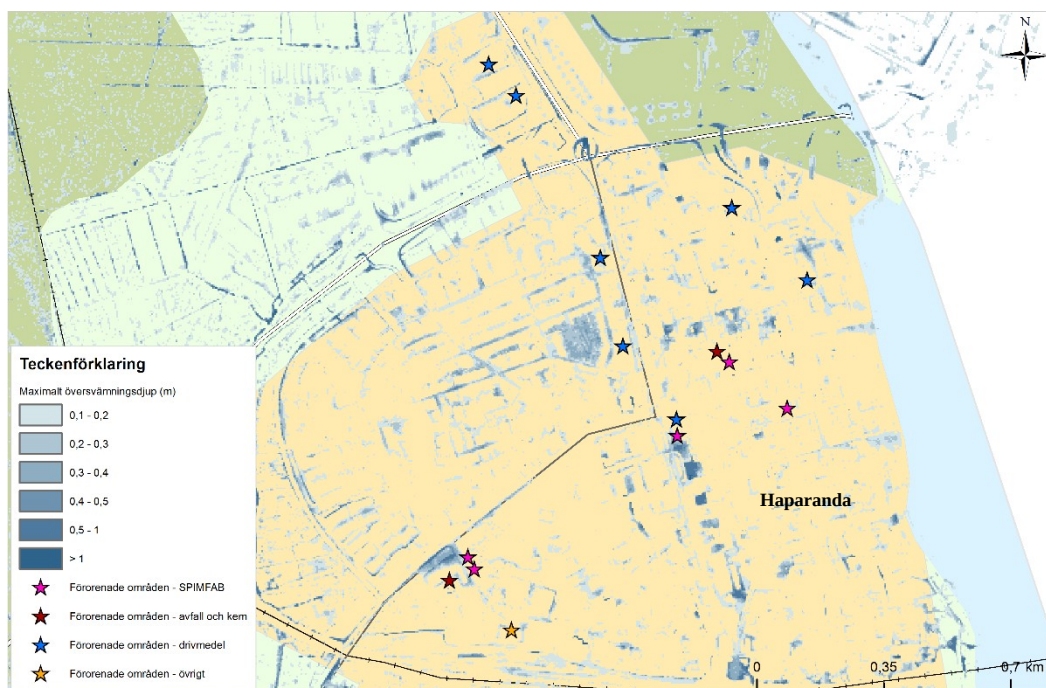


Figur 8. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, nordöstra Gällivare.

BILAGA 5



Figur 9. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Malmberget, Gällivare.

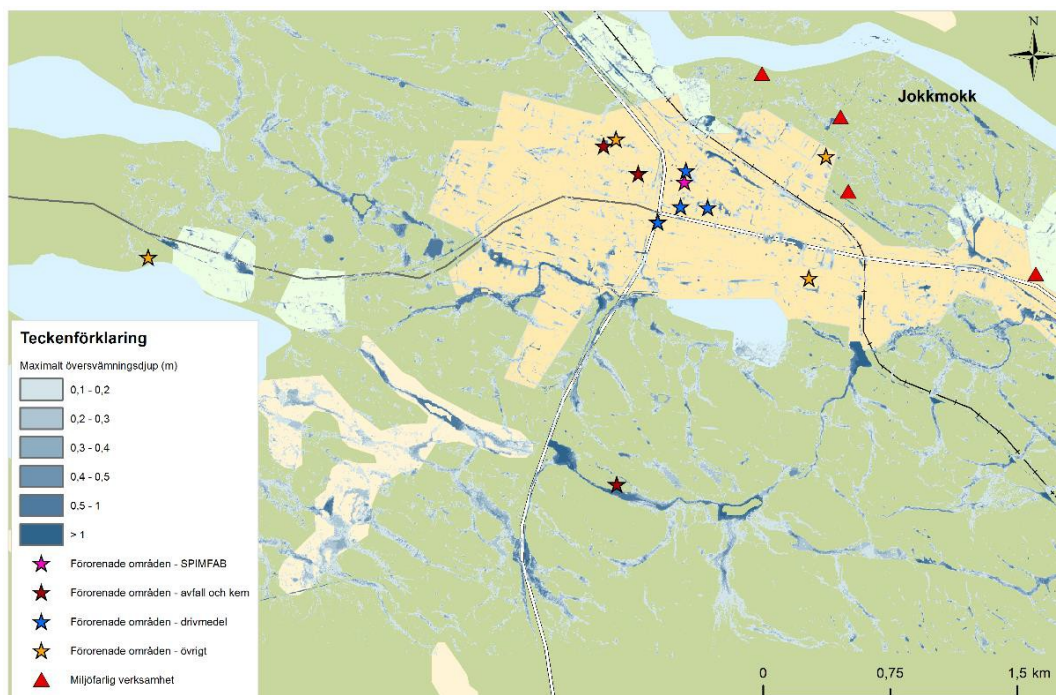


Figur 10. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, centrala Haparanda.

BILAGA 5

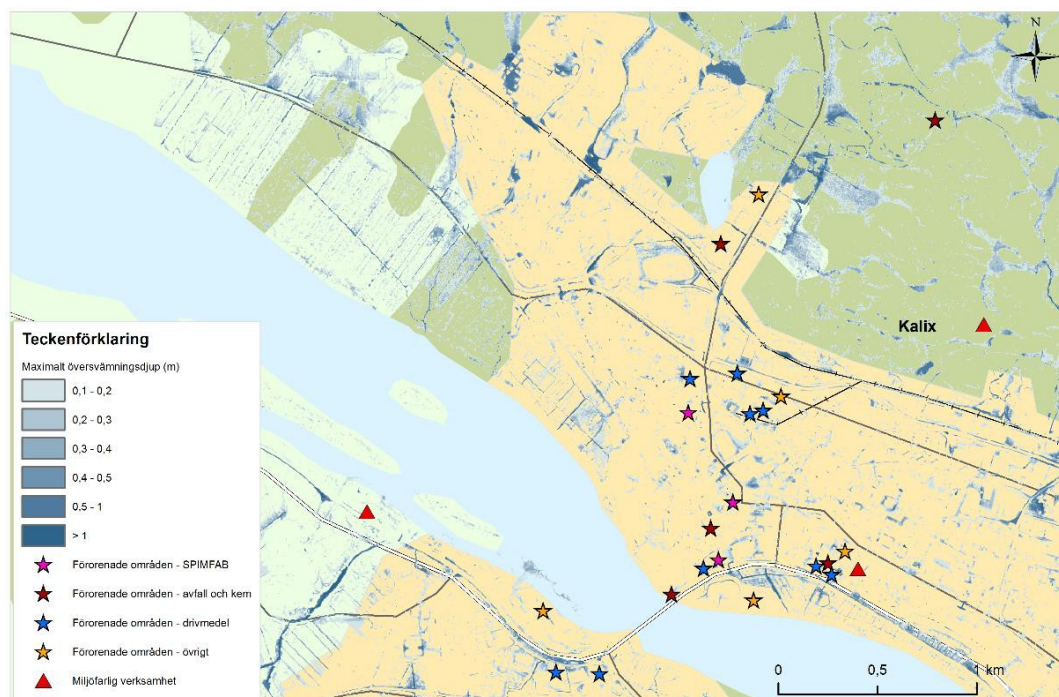


Figur 11. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Haparanda kuststräcka.

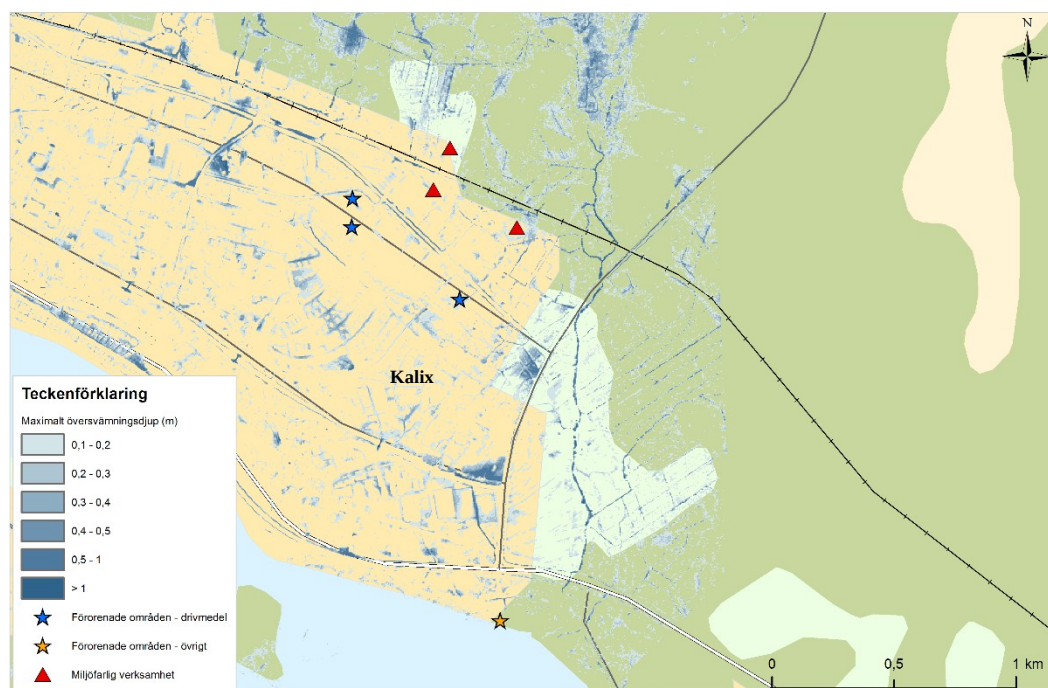


Figur 12. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Jokkmokk.

BILAGA 5

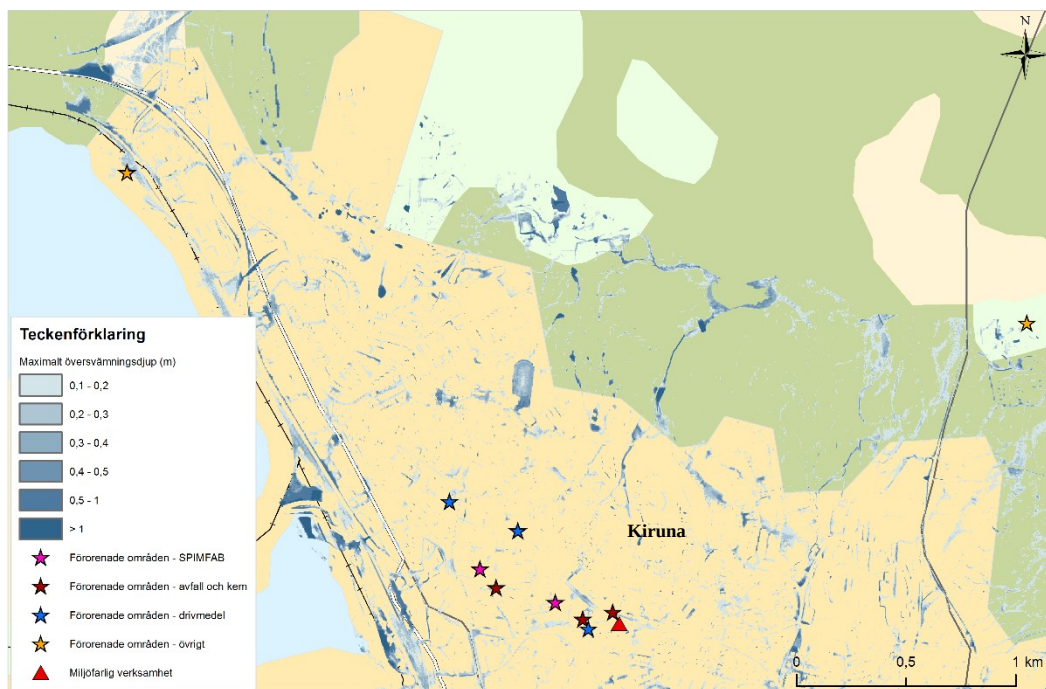


Figur 13. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, centrala Kalix.

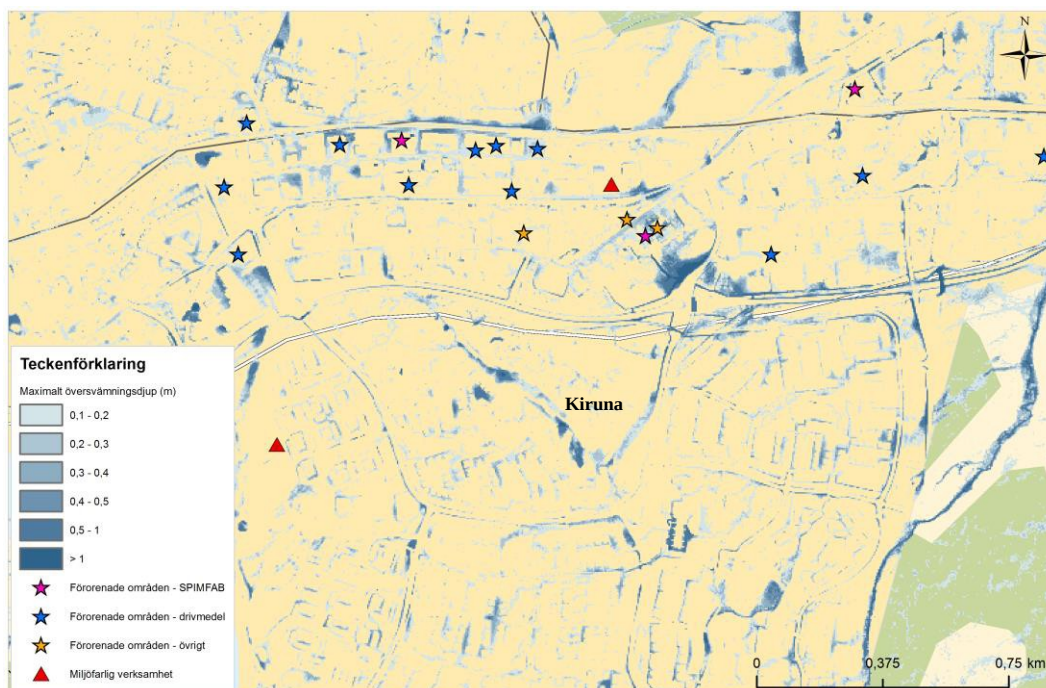


Figur 14. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, östra Kalix.

BILAGA 5

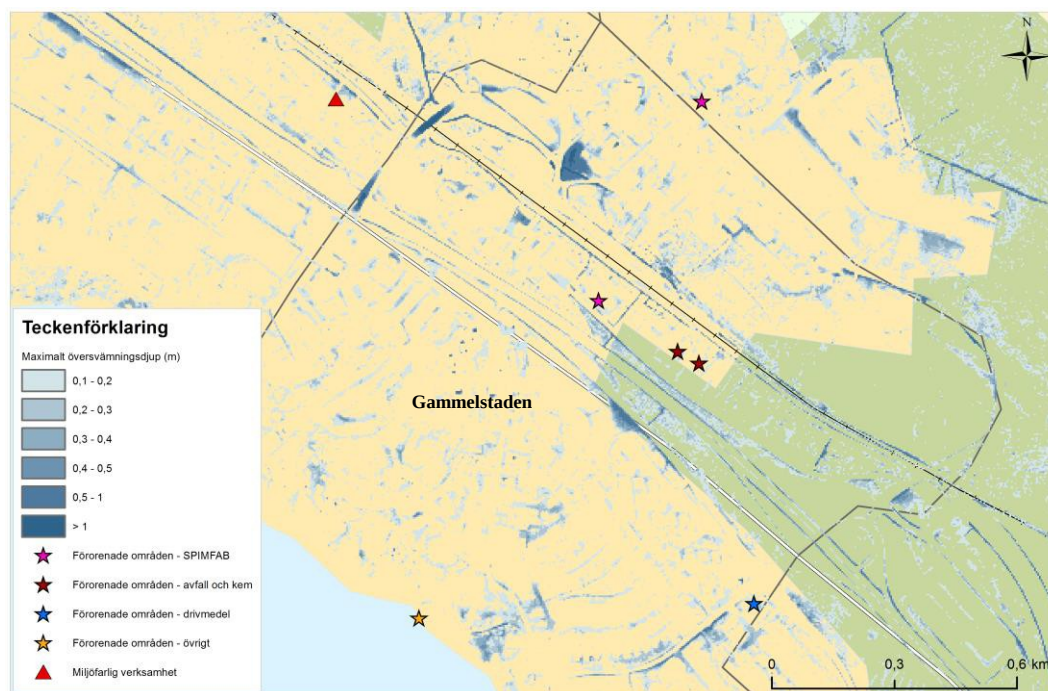


Figur 15. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, nordvästra Kiruna.

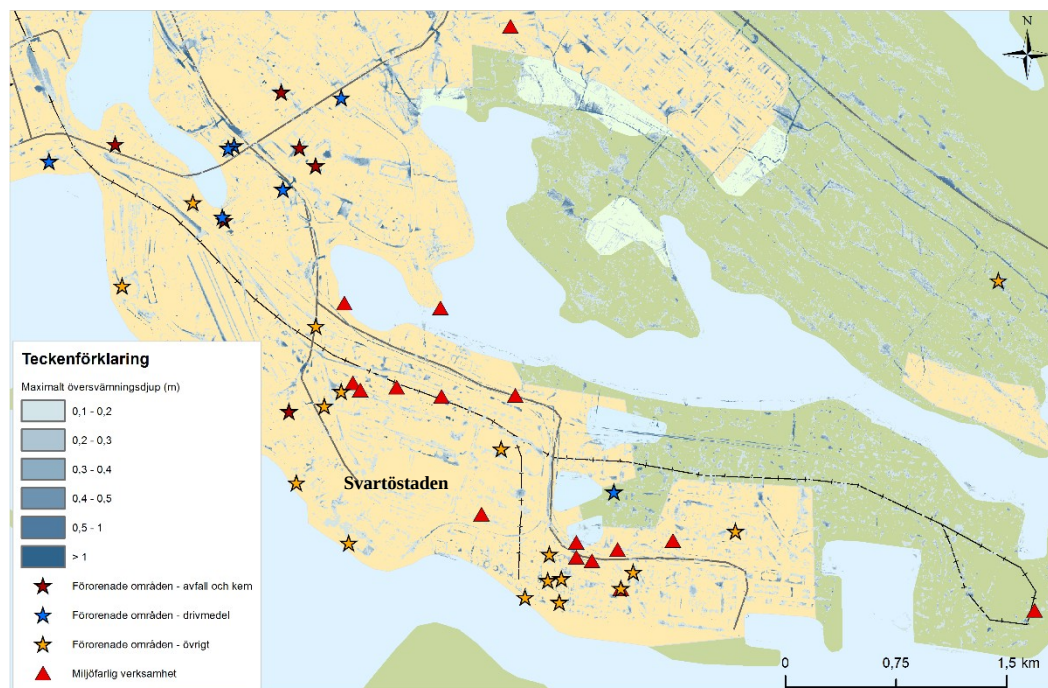


Figur 16. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, centrala Kiruna.

BILAGA 5

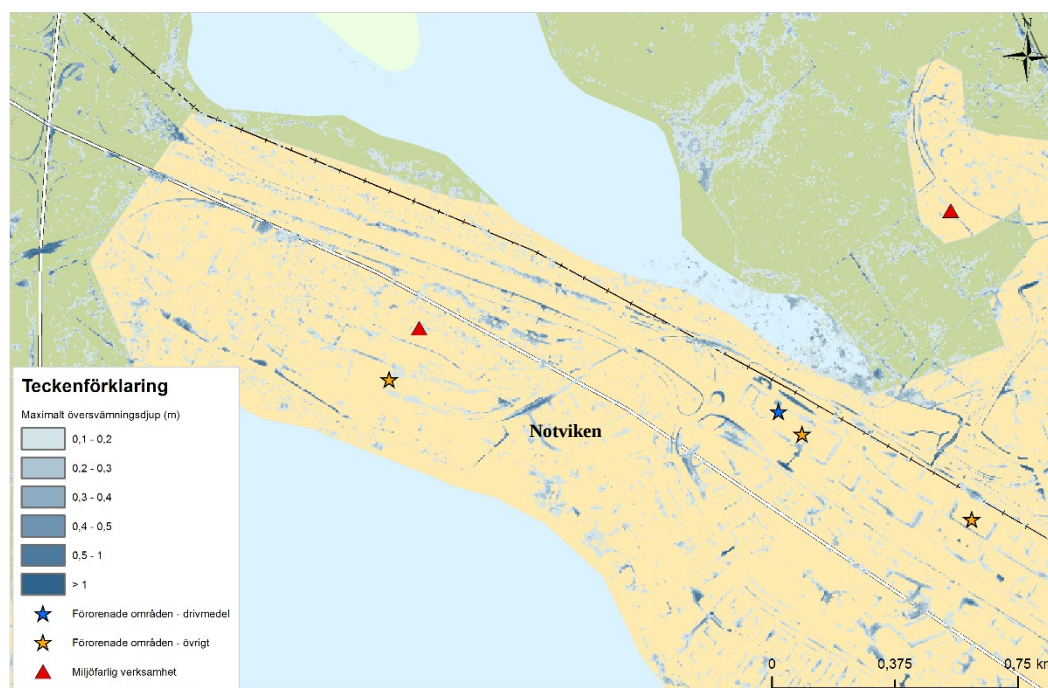


Figur 17. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Gammelstaden, Luleå.

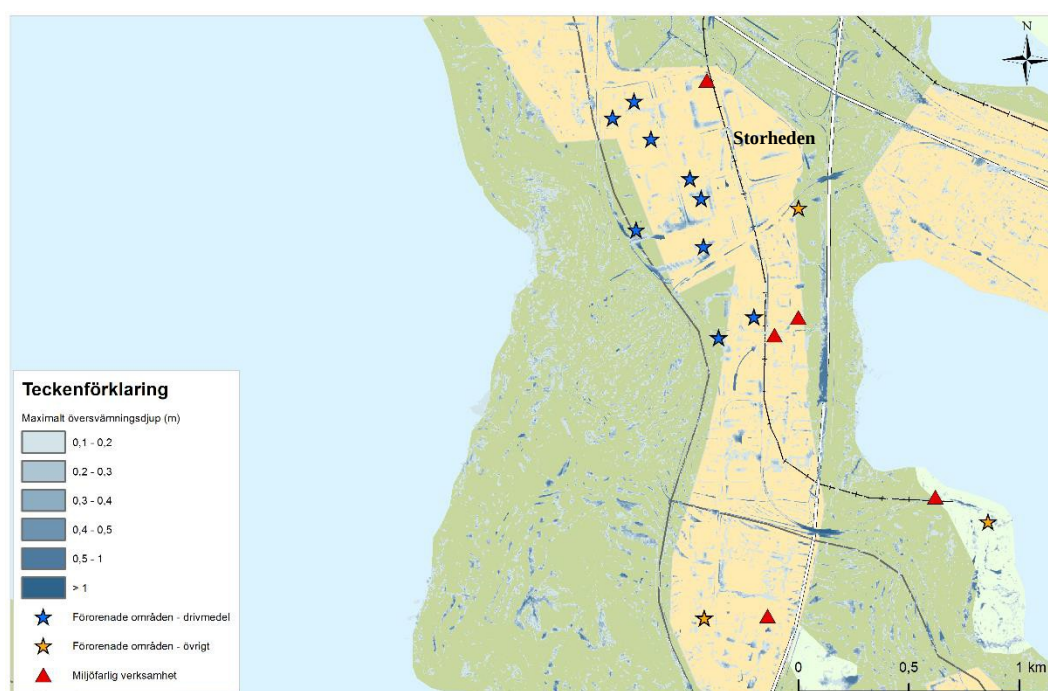


Figur 18. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, sydöstra Luleå.

BILAGA 5

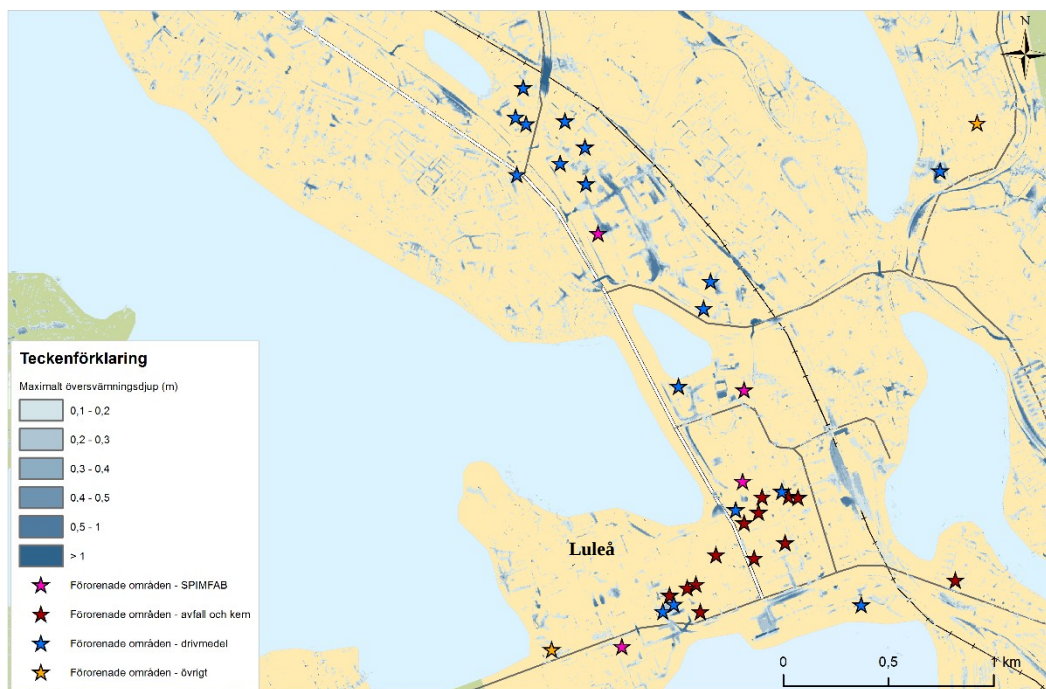


Figur 19. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, norra Luleå.

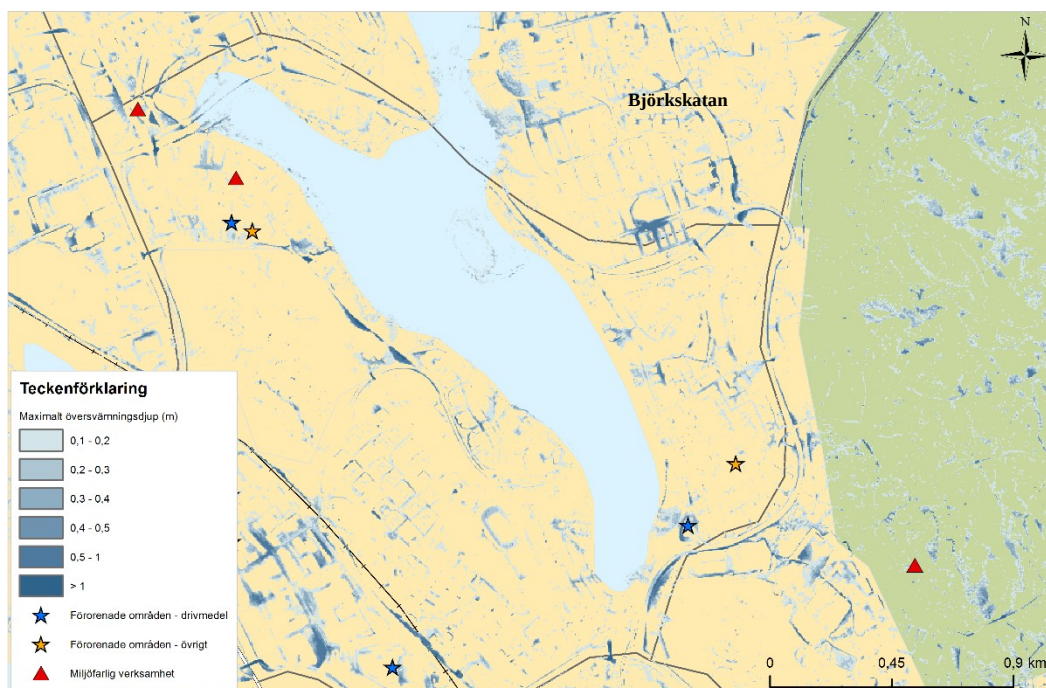


Figur 20. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, nordvästra Luleå.

BILAGA 5

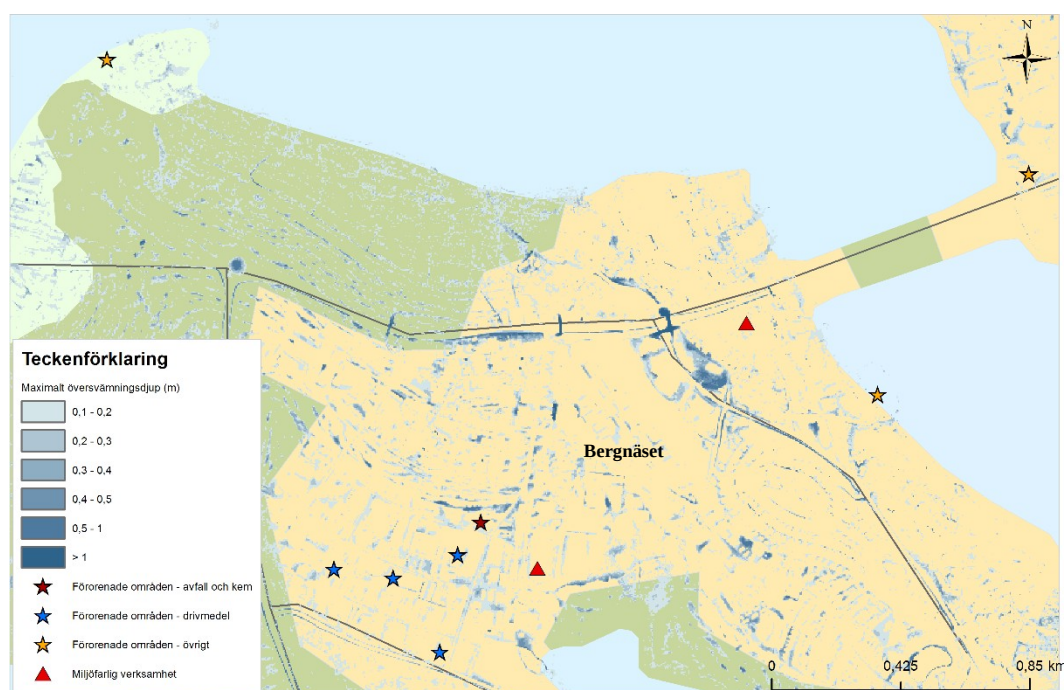


Figur 21. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, centrala och norra Luleå.

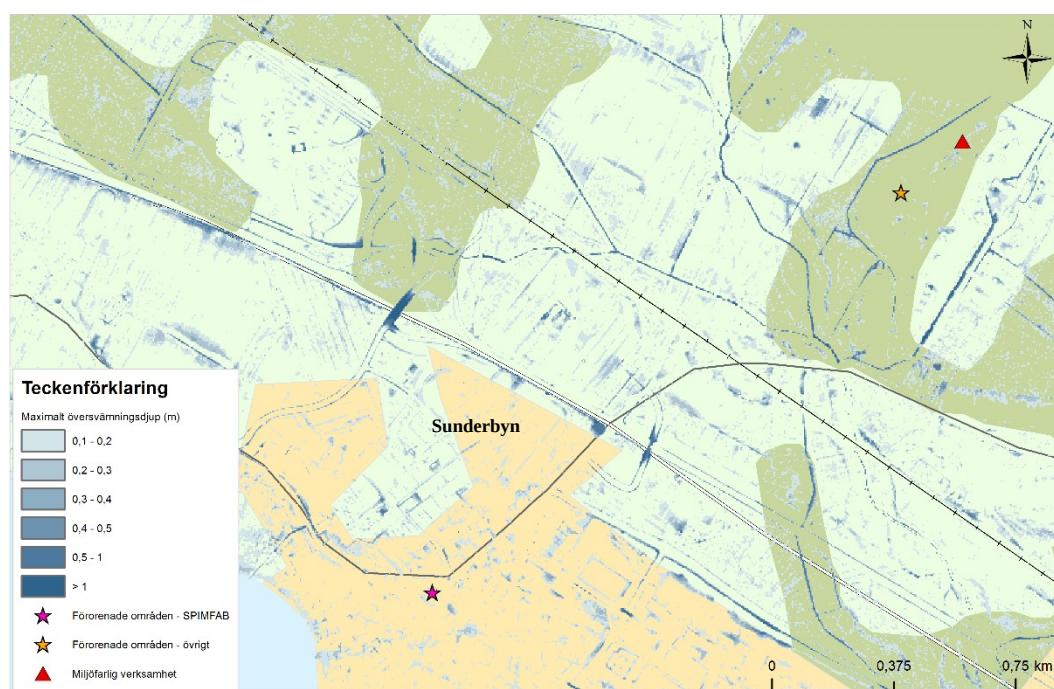


Figur 22. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, norra Luleå.

BILAGA 5

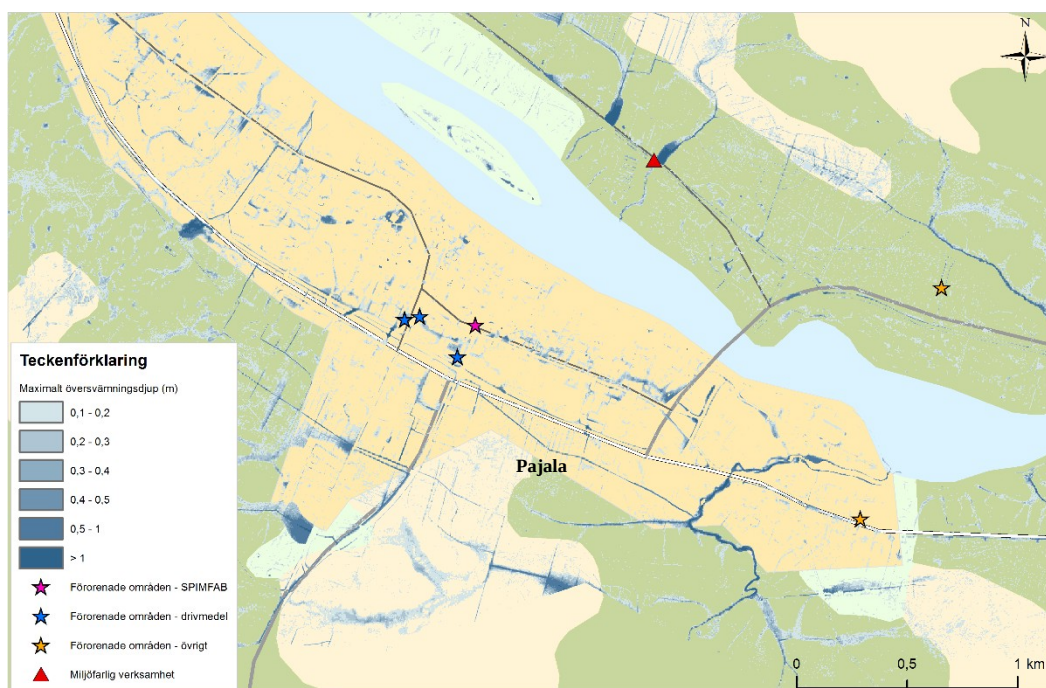


Figur 23. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, sydvästra Luleå.

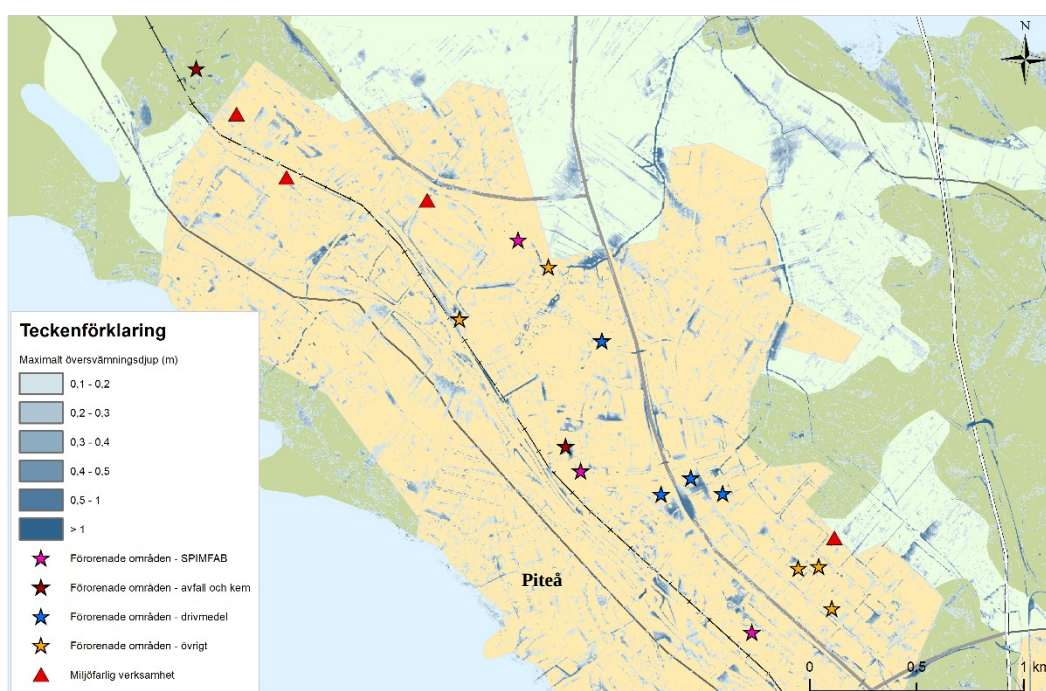


Figur 24. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Sunderbyn, Luleå.

BILAGA 5

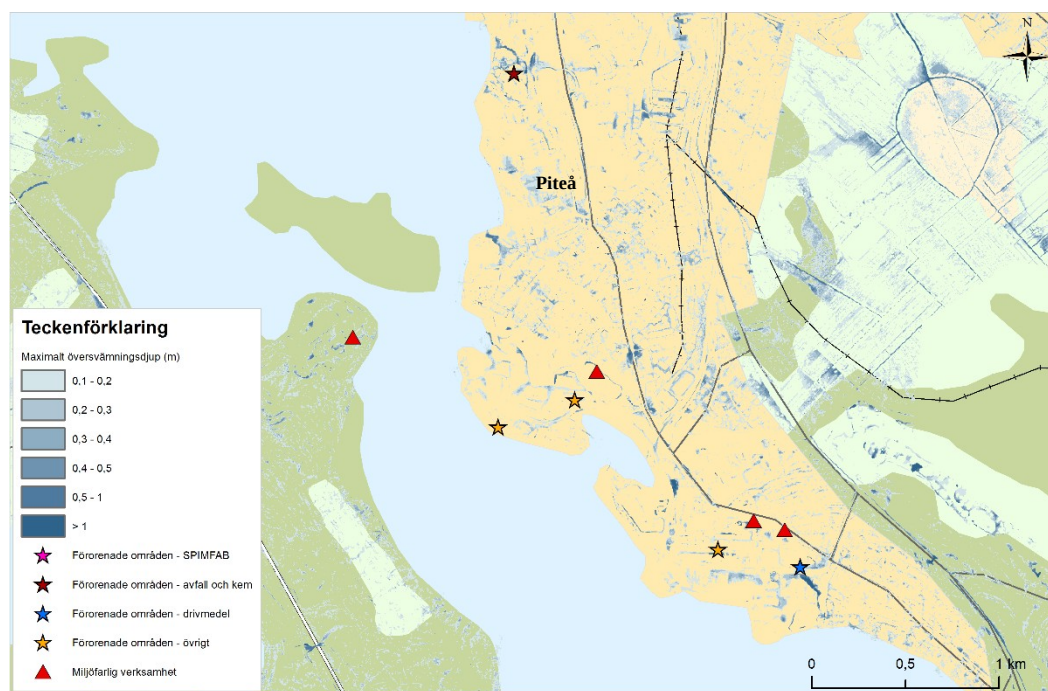


Figur 25. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Pajala.

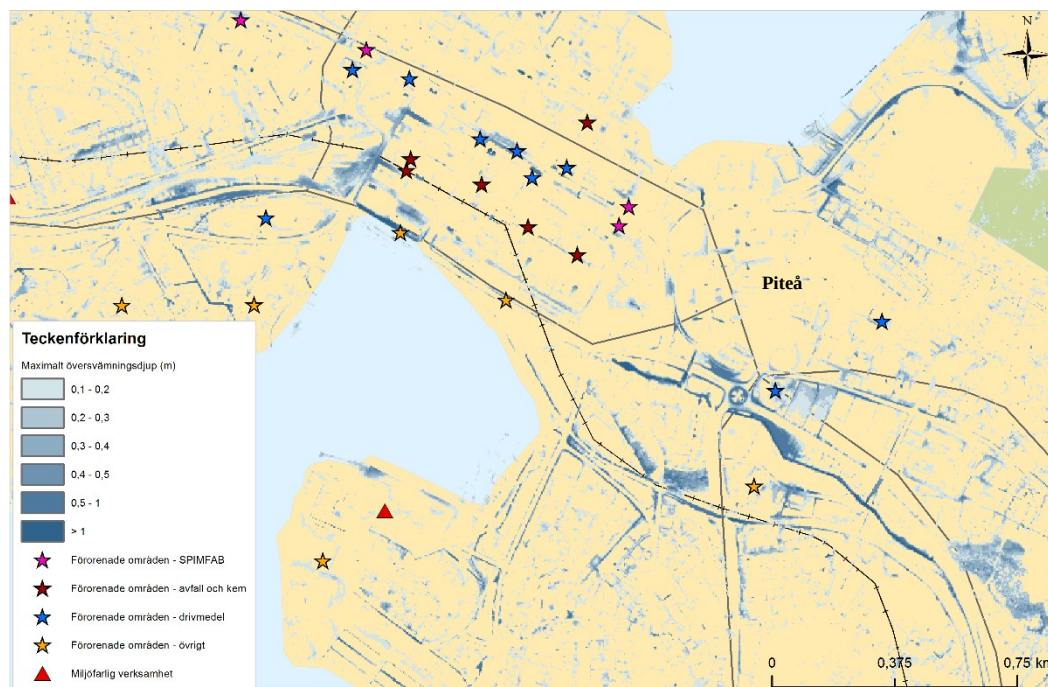


Figur 26. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, nordvästra Piteå.

BILAGA 5

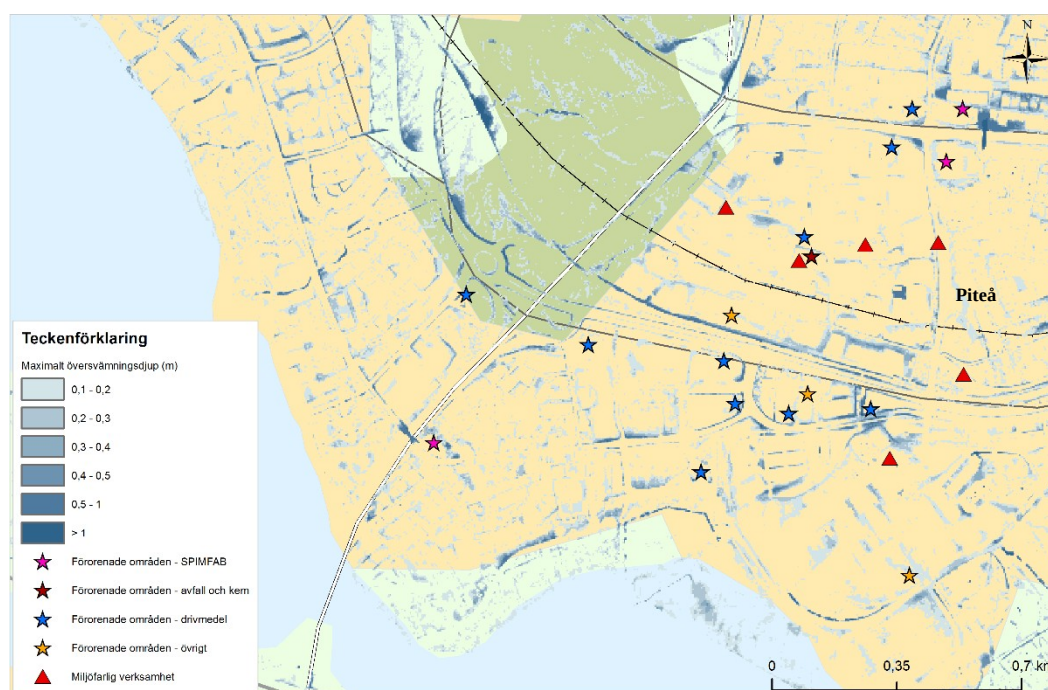


Figur 27. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, sydöstra Piteå.

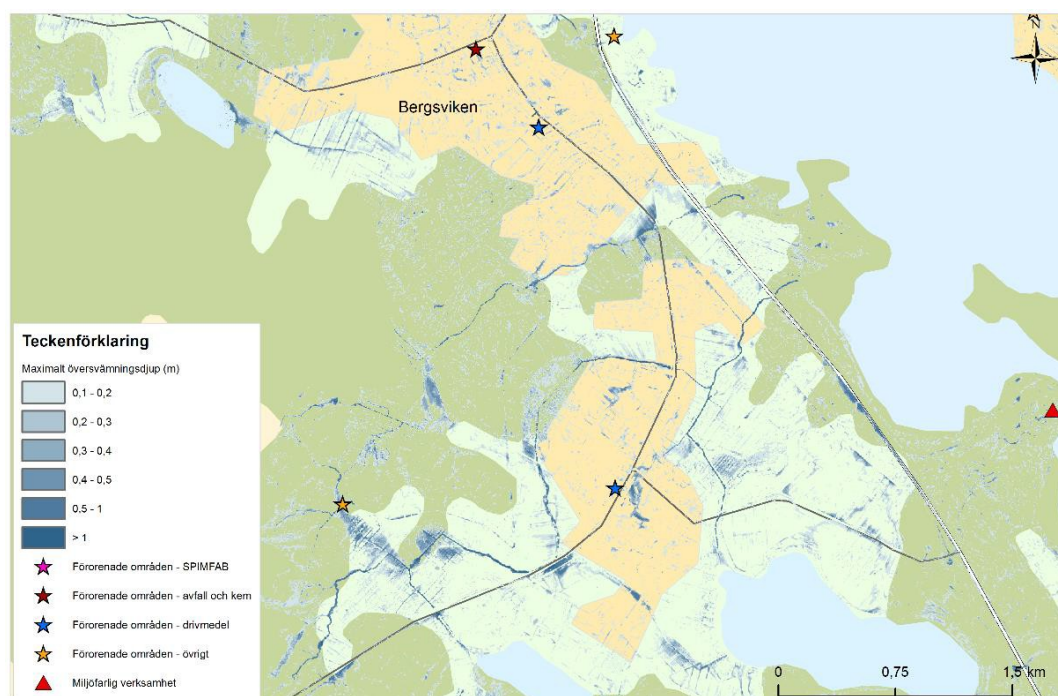


Figur 28. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, centrala Piteå.

BILAGA 5

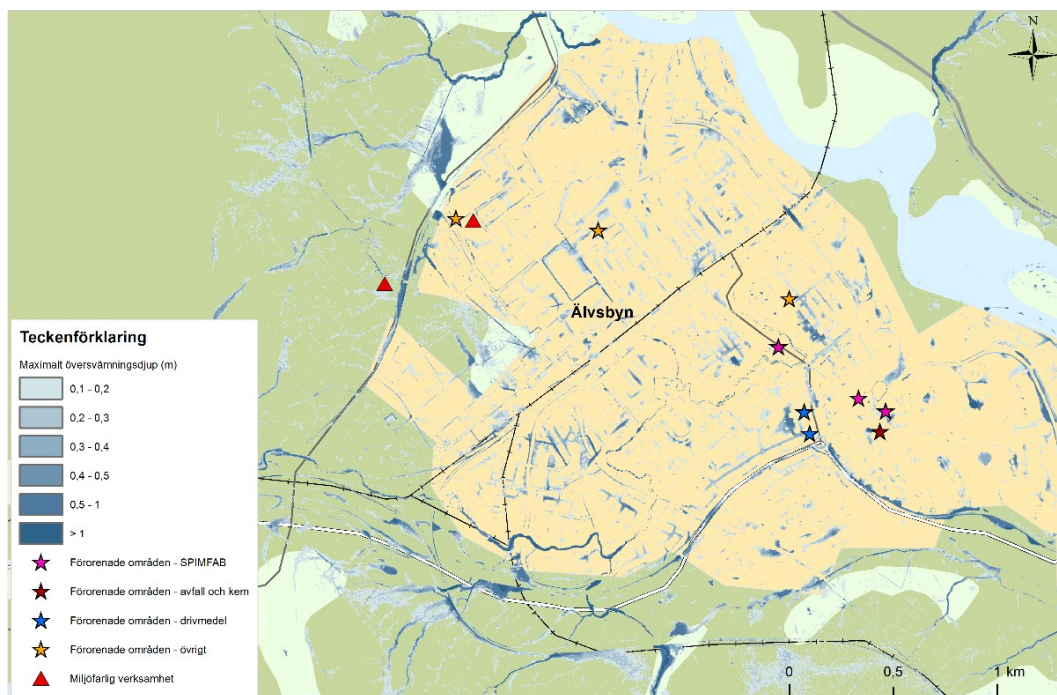


Figur 29. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, centrala Piteå.

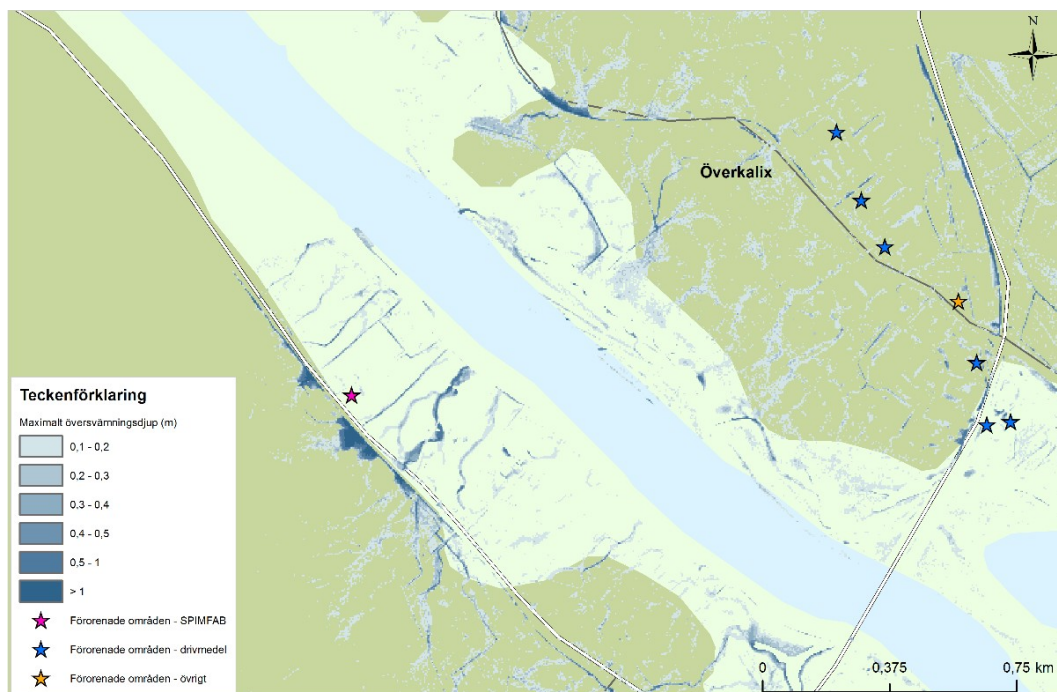


Figur 30. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Bergsviken, Piteå.

BILAGA 5



Figur 31. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Älvsbyn.

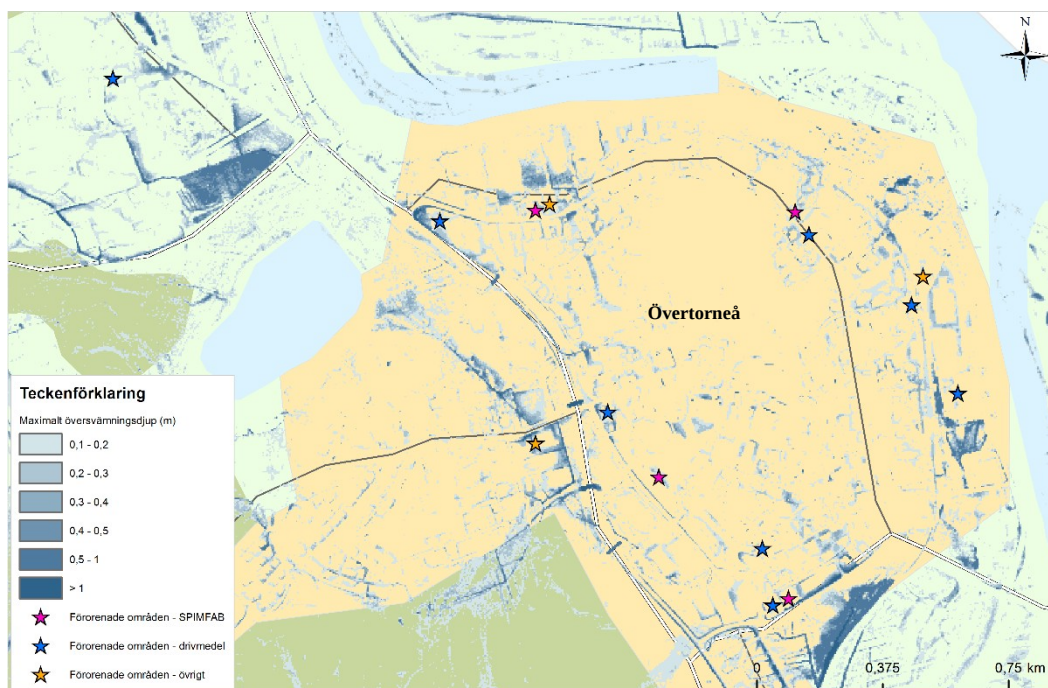


Figur 32. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, norra Överkalix.

BILAGA 5



Figur 33. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, södra Överkalix.



Figur 34. Identifierade objekt inom områden som beräknas översvämmas vid skyfall, Övertorneå.



Länsstyrelsen
Norrbotten