



**CHALMERS**



# Vattenskyddsområdet i Vårgårda Kommun

*En riskbaserad analys och utvärdering av befintliga föreskrifter*

Kandidatarbete inom Samhällsbyggnadsteknik

David Carlsson

Anton Kryeziu Westin

Erik Lilja

Tobias Wedholm

Zackarias Zander

---

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK  
AVDELNINGEN FÖR GEOLOGI OCH GEOTEKNIK**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2022

[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)

Omslagsbild: Väg till pumphus, författarens egen bild  
Vårgårda 2022

## Sammanfattning

Hälften av allt dricksvatten som konsumeras i Sverige är grundvatten. I syfte att kunna skydda grundvattnet mot föroreningar inrättas vanligtvis ett vattenskyddsområde. De flesta vattenskyddsområden som finns idag är baserade på tillrinningstid. Analysen som utfördes i den här rapporten är baserad på riskbedömning. Syftet med rapporten var att utvärdera om vattenskyddsområdet som finns i grundvattentäkten i Vårgårda Kommun idag är tillräckligt för att upprätthålla en god grundvattenkvalitet.

Metoden som användes vid riskprioriteringsbedömning bestod av tre olika huvudmoment. Huvudmomenten var att genom litteraturstudier, DRASTIC-metoden och ett fältbesök hitta och klassificera riskkällorna som var relevanta för grundvattentäkten. Riskbedömningen bestod av att utvärdera föroreningskällornas konsekvens och sannolikhet. Sammanslagningen av detta gav risken en klassificering mellan 1 – 25. För att upprätthålla en god grundvattenkvalitet togs även riskernas sårbarhets i beaktning. Detta utfördes med DRASTIC-metoden för att resultera i en sårbarhetskarta. Dessa tre parametrar kombinerade gav en riskprioritering med en klassificering mellan 1 – 125, vilket gav en prioritering efter åtgärdsbenägenhet.

De föroreningskällor som återfanns i det studerade området som har en negativ inverkan på grundvattnets duglighet var jordbruk och djurhållning, skogsbruk, olika former av industriverksamhet, trafik och vägar samt begravningsplatser. Riskerna som fick högst klassificering var skrotupplaget, jordbruk och djurhållning. Efter slutgiltig riskprioritering återfanns jordbruket som riskkällan med högst riskprioritering. Detta medförde att det krävdes implementering av lämpliga åtgärder för att minska nitrattillförsel från jordbruksverksamhet.

Till detta föreslogs två åtgärdsförslag. Det första åtgärdsförslaget bestod av att förtydliga föreskrifterna för att göra dessa enklare att följa. Det innefattade även att utöka befintliga regler gällande gödsling så att även naturgödsling förbjuds utanför den period som kan räknas som odlingssäsong. Åtgärdsförslag 2 innefattar att utöka vattenskyddsområdets geografiska utbredning till att även täcka hela den mest sårbara delen av grundvattentäkten. Därutöver vidhålls ändringarna som föreslagits i åtgärdsförslag 1 med en uppdatering som syftar till att förstora området där gödsling regleras.

Efter utförd bedömningsmetod kunde en viss osäkerhet identifieras där steg i klassificeringen byggde på ingenjörsmässiga antaganden. I syfte att kunna upprätthålla bästa möjliga grundvattenkvalitet föreslogs åtgärdsförslag 2. Detta i och med att nuvarande vattenskyddsområde baserat på tillrinningstid inte ansågs tillräckligt.

## Abstract

# **The Water Protection Area in Vårgårda Municipality**

## *A risk-based analysis and evaluation of the established safety regulations*

Half of all drinking water consumed in Sweden is groundwater. In order to protect the groundwater against pollution, a water protection area is usually set up. Most water protection areas that exist today are based on inflow time. The analysis performed in this report is based on risk assessment. The purpose of the report was to evaluate whether the water protection area in Vårgårda Municipality today is sufficient to maintain a good groundwater quality.


The method used is based on risk prioritization assessment and consisted of three different main elements. The main points were to find and classify the risk sources that were relevant to the groundwater source through literature studies, the DRASTIC method and a field visit. The risk assessment consisted of evaluating the consequence and probability tied to the sources of pollution. The merging of this gave the risk a rating between 1 - 25. To maintain a good groundwater quality, the vulnerability of the risks was also considered. This was done using the DRASTIC method to which resulted in a vulnerability map. These three parameters combined gave a risk priority with a classification between 1 - 125, which gave a priority according to the need to act.

The sources of pollution found in the studied area that have a negative impact on groundwater quality were agriculture and animal husbandry, forestry, various forms of industrial activity, traffic and roads, and cemeteries. The risks that received the highest classification were the scrap yard, agriculture, and animal husbandry. After the final risk prioritization, agriculture was found to be the source of risk with the highest risk prioritization. This necessitated the implementation of appropriate measures to reduce nitrate supply from agricultural activities.

Two proposed actions were devised to tackle this issue. The first proposed measure was to clarify the rules to make them easier to follow. Furthermore, it also included extending the existing rules on fertilization so that natural fertilization is prohibited even outside the growing season. Proposal for the second action includes expanding the geographical spread of the water protection area to include the most vulnerable part of the groundwater source. In addition, the amendments proposed in the first action proposal are maintained with an update aimed at expanding the area where fertilization is regulated

After the assessment method was performed, a certain uncertainty could be identified where steps in the classification were based on educated assumptions. To maintain the best possible groundwater quality, proposal 2 was proposed. This is because the current water protection area based on inflow time which was not considered sufficient.

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	2
1.2 Syfte och frågeställning.....	2
1.3 Avgränsningar .....	3
1.4 Definition av viktiga begrepp.....	3
1.5 Vattenskyddsområdet i Vårgårda Kommun.....	4
1.6 Områdesbeskrivning.....	5
2 Metod.....	8
2.1 Identifiering av riskkällor .....	8
2.2 Konsekvens .....	9
2.3 Sannolikhet.....	10
2.3.1 Olycksberäkning.....	10
2.4 Sårbarhet .....	12
2.5 Sammanvägning .....	13
3 Sårbarhetsresultat.....	15
4 Föroreningskällor inom tillrinningsområdet .....	17
4.1 Jordbruk.....	17
4.2 Boskap .....	19
4.3 Skogsbruk .....	20
4.4 Begravningsplats .....	20
4.5 Skrotupplag .....	21
4.6 SPIMFAB .....	22
4.7 Sågverk.....	23
4.8 Trafik och Vägar.....	23
4.8.1 Olyckor.....	23
4.8.2 Underhåll.....	24
4.9 Verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel .....	24
4.9.1 Byggverksamhetsindustri.....	26
5 Klassificering .....	27
6 Åtgärdsförslag.....	30
6.1 Åtgärdsförslag 1.....	30
6.2 Åtgärdsförslag 2.....	31
7 Diskussion.....	33
7.1 Angående bedömningsmetod .....	35
7.2 Angående åtgärdsförslag.....	36
8 Slutsats .....	38
Referenser .....	39



Appendix.....	43
Bilaga A.....	43
Bilaga B.....	46
Bilaga C.....	54
Bilaga D.....	55
Bilaga E.....	57

# 1 Inledning

*“Vatten är en grundförutsättning för allt levande på jorden, och därmed också en förutsättning för människors hälsa och en hållbar utveckling.”*

- Ur FN:s 6:e globala mål (UNDP, 2021)

Som uttryckt i FN:s 6:e globala mål är vatten en viktig förutsättning för människor. Föroreningskällorna kopplade till grundvatten kan därmed även få stora konsekvenser. Idag upplever många människor i Västvärlden dricksvatten ur kranen som något självklart men bortser ofta från det arbete som lagts ner för att skapa denna möjlighet.

I Sverige kommer hälften av allt dricksvatten som konsumeras från grundvattentäkter eller konstgjorda grundvattentäkter runt om i landet (SGU, 2020). Grundvatten är i de flesta fall renare än ytvatten och kan i många fall drickas direkt. Trots detta finns vattenverk som behandlar eventuella problem med vattnet innan det når konsumenterna. Detta är också en säkerhetsåtgärd mot eventuella föroreningar eftersom en mycket liten mängd förorening kan få stor konsekvens på en mycket stor mängd vatten.

Grundvatten finns mer eller mindre överallt i marken men vissa geologiska förutsättningar ökar möjligheten att ta ut vattnet. Sand- och grusavlagringarna som återfinns i exempelvis rullstensåsar ger en mycket god geologisk förutsättning för tillgång till grundvatten av hög kvalitet och kvantitet tack vare dess höga permeabilitet (SGU, 2020). Denna geologiska förutsättning är lämningar från tiden när inlandsisen drog sig tillbaka. Möjligheten att utvinna grundvatten ur andra geologiska förutsättningar så som direkt ur berg finns även den men är betydligt lägre än ur mark. I Vårgårda är det främst grundvattenuttag från sand- och grusavlagringar som har bäst kapacitet i området (Lång & Persson, Grundvattenförekomster i Vårgårda kommun, 2011). Dessa lager ligger idag övertäckta av isälvssediment.

Många av de vattenskyddsområden som finns etablerade i dagsläget är grundade på användningen av sekundära och primära skyddszoner, där de olika zonerna korresponderar mot olika långa tillrinningstider. Den primära skyddszonen är den zon där uppehållstiden hos en förorening är 100 dagar innan den når grundvattnet, medan den sekundära svara mot en uppehållstid om minst 1 år. Tillrinningstiden är den tid det tar för vattnet att transporteras till slutdestinationen. Metoden som används i denna rapport är riskbaserad, vilket betyder att det föreslagna vattenskyddsområdet grundas i vilka riskkällor som finns för respektive del av det undersökta området. Den nya standarden gällande implementering av vattenskyddsområden är baserad på en riskbedömning (Havs- och vattenmyndigheten, 2021), då detta resulterar i ett mer verklighetsbaserat resultat. Vattenskyddsområdet som finns etablerat följer den äldre standarden baserat på tillrinningstid (Vårgårda Kommun, 2012).

## 1.1 Bakgrund

Grundvattentäkten som analyseras i rapporten är lokaliserad strax söder om tätorten Vårgårda i Västergötland. Vårgårda är en mindre kommun med cirka 11 000 invånare som ligger cirka 7 mil nordost om Göteborg. Kommunen bygger hela sin vattenförsörjning på grundvatten där hälften av befolkningen har egen brunn och andra hälften får kommunalt vatten (Vårgårda Kommun, 2022).

I syfte att undvika grundvattenkontaminering kan ett vattenskyddsområde inrättas. Ett vattenskyddsområde är enligt Havs- och Vattenmyndigheten (HaV) ett områdesskydd som ämnar att skydda råvatten mot potentiellt skadliga aktiviteter (Havs- och vattenmyndigheten, 2021). Ett vattenskyddsområde inrättas med stöd av Miljöbalken och nya verksamheter som önskar att etablera sig inom området måste genomgå en verksamhetsprövning innan verksamheten kan börja bedrivas. Om en verksamhet däremot redan existerar i området är verksamhetsutövaren endast ansvarig för att åta de skyddsåtgärder som krävs för att inte förorena vattentäkterna inom området (Sveriges Riksdag, 1998). Vad gäller grundvattentäkten i Vårgårda finns i dagsläget ett vattenskyddsområde inrättat, vilket beskrivs mer utförligt i kapitel 1.5.

Grundvatten används i stor utsträckning som dricksvattenkälla främst i mindre orter i Sverige (Svenskt Vatten, 2016). I syfte att kunna tillhandahålla hela Sveriges befolkning med bland annat hälsosamt dricksvatten instiftades år 1999 16 nationella miljömål (Naturvårdsverket, u.å. a). Att upprätthålla en god grundvattenkvalitet är där ett eget miljömål under namnet *Grundvattenkvalitet av god kvalitet* (Lång, 2022). I praktiken innefattar detta bland annat en större utsträckning av grundvattenkvalitetskontroller och inrättandet av fler vattenskyddsområden.

## 1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med kandidatarbetet är att utvärdera vattenskyddsområdet söder om Vårgårda. Denna grundvattentäkt kommer analyseras med avseende på potentiella föroreningar och dess påverkan på grundvattnet. En analys kommer göras för att bedöma om vattenskyddsområdet ger ett tillräckligt skydd för grundvattentäkten i dagsläget.

Syftet med kandidatarbetet kan formuleras som tre separata frågeställningar vilka kommer besvaras i detta arbete.

- Vilka föroreningskällor är aktuella för grundvattentäkten söder om Vårgårda?
- Vilken risk och riskprioritering har de?
- Är det nuvarande skyddet tillräckligt för att garantera en god kvalitet på grundvattnet?

För att besvara frågeställningen har delmål satts vilka lyder enligt följande:

- Identifiering av utsatta områden.
- Identifiera potentiella föroreningskällor.
- Riskbedömning av föroreningskällor utifrån sannolikhet, konsekvens och sårbarhet.
- Utvärdera framtagna riskkällor och dess riskprioritering inom tillrinningsområdet.
- Föreslå ytterligare skyddsåtgärder som kan vidtas om detta anses nödvändigt.

### 1.3 Avgränsningar

En avgränsning som tidigt utfördes var att området begränsades till tillrinningsområdet av akviferen. Säveåns tillrinningsområde tas inte i beaktning även om det området potentiellt kan bidra med vatten till akviferen. Grundvattendränningen i området sker i riktning mot Säveån (Lång & Persson, 2011). Detta kan tolkas som ett tecken på att flödet av vatten främst går ut i ån och inte tvärt om vilket motiverar en avgränsning gällande att inte se till Säveåns tillrinningsområde.

En ytterligare avgränsning som gjordes var att endast analysera vattenkvaliteten med avseende på förtäring. Detta innebar att analysen och åtgärdsbenägenheten utgick endast med hänsyn till att upprätthålla en god dricksvattenkvalitet.

Analysen skedde även endast med hänsyn till riskkällor som riskerar att förorena grundvattnet i dagsläget. Detta innebär att platser som exempelvis har en låg sårbarhet i dagsläget inte alltid bedöms kräva snabba åtgärder, även om sannolikheten och konsekvensen bedöms vara höga. Sårbarhetens potentiella framtida förändring kan däremot ses som en viktig parameter att beakta vid vidare analys.

### 1.4 Definition av viktiga begrepp

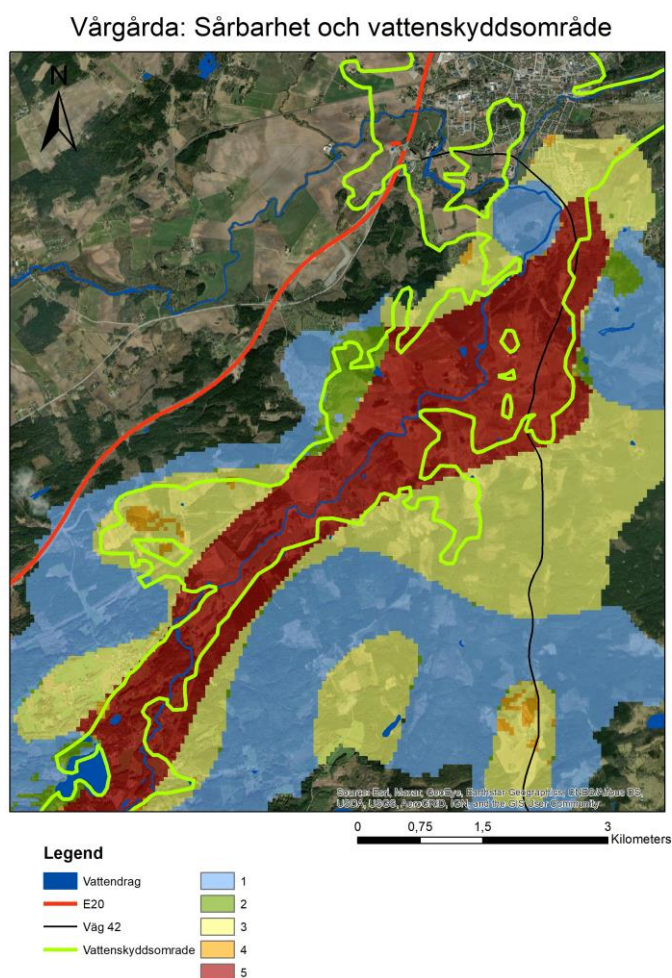
Begreppet risk kan ha många olika innebörder, en vanlig definition som även används av HaV, när de beskriver risk som en kombination av sannolikhet och konsekvensen av en händelse (Havs- och vattenmyndigheten, 2021). Denna definition har använts som utgångspunkt för arbetet som presenteras i denna rapport.

För att tydliggöra de föroreningar som grundvattentäkten påverkas av har två begrepp använts, föroreningskällor och riskkällor. En föroreningskälla åsyftar en aktivitet som kan ge upphov till grundvattenförorening utan att behöva tillhöra någon specifik plats. En riskkälla är en föroreningskälla som knutits till en specifik geografisk plats. Riskkällan kan exempelvis vara en industriverksamhet, ett skrotupplag eller en trafikerad vägsträcka.

I och med att en grundvattentäkt analyseras vägs även grundvattentäktens sårbarhet in då *riskkällan* bedöms. Syftet med detta är att ta hänsyn till de lokala geologiska förhållandena, såsom markens genomsläpplighet. Risken bedöms först generellt genom att sannolikheten och konsekvensen av ett utsläpp bedöms utan hänsyn till platsspecifika förhållanden. Därefter kompletteras denna bedömning med sårbarheten för att beakta de områdesspecifika förhållanden. Den generella risken benämns här *risk* och den slutgiltiga bedömningen där även sårbarheten vägs in benämns *riskprioritering*.

### 1.5 Vattenskyddsområdet i Vårgårda Kommun

Ett vattenskyddsområde är ett geografiskt avgränsat område som har föreskrifter i syfte att skydda vattnet (Länsstyrelsen Västra Götaland, u.å.). Detta för att skydda värdefullt dricksvatten från föroreningar som potentiellt kan skada dricksvattentäkter. En skyddsföreskrift har sin grund i miljöbalken vilket enligt svensk lag måste följas, för att främja en god och hållbar utveckling av svensk mark och vatten (Sveriges Riksdag, 1998; Sveriges Riksdag, 1998).



Figur 1: Karta över vattenskyddsområdet (limegrönt) och sårbarhetsklassificering i Vårgårda grundvattentäkt.

I dagsläget finns ett vattenskyddsområde i delar av grundvattentäkten i Vårgårda. Detta vattenskyddsområde innefattar största delen av akviferen och samhället Vårgårda. Stora delar av tillrinningsområdet hamnar dock utanför vattenskyddsföreskrifterna och vid jämförelse med sårbarheten som framtagits syns att vattenskyddsområdet heller inte innefattar hela området med störst sårbarhet, se Figur 1.

Vårgårda kommun har upprättat en primär samt en sekundär skyddszon (Vårgårda Kommun, 2012). Den primära skyddszonens uppgift är att vid akuta föroreningar stödja samt ge direktiv för de åtgärder som kan vidtas. Skyddszonen är avgränsad till en uppehållstid på cirka 100 dagar. Den sekundära skyddszonen avser att kontinuerligt bibehålla en god yt- och grundvattenkvalité. Denna skyddszon är väsentligt större och avser en uppehållstid på dryga ett år. Inom skyddszonerna finns det särskilda regler och föreskrifter som måste följas enligt Vårgårda kommun. Utöver skyddszonerna finns det även en vattentäktzon som har för avsikt att skydda vattentäkten och är ett inhägnat område där enbart vattenverksamhet får förekomma.

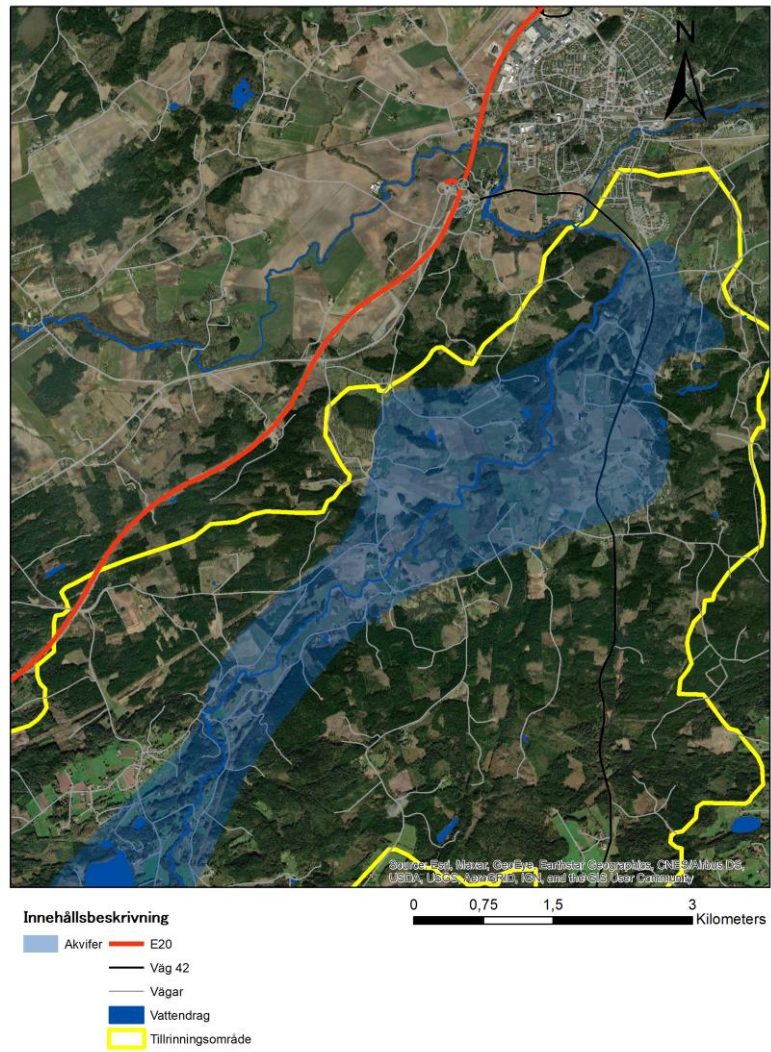
I Vårgårdas skyddsföreskrift för grundvattentäkten står det beskrivet olika skyddsföreskrifter som gäller olika verksamheter (Vårgårda Kommun, 2012). I miljöbalken 2 kap. 3 § står angivet att *“Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skall utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljö”* (Sveriges Riksdag, 1998). Detta innebär att alla privatpersoner och verksamheter inom vattenskyddsområdet själva är ansvariga för att efterfölja de skyddsföreskrifter som Vårgårda kommun upprättat.

Det finns även begränsningar på hur stor utbredning och hur hårda skyddsföreskrifter ett vattenskyddsområde kan få. Enligt Miljöbalken 7 kap. 25 § står det: *“Vid prövning av frågor om skydd av områden enligt detta kapitel skall hänsyn tas även till enskilda intressen. En inskränkning i enskilds rätt att använda mark eller vatten som grundas på skyddsbestämmelse i kapitlet får därför inte gå längre än som krävs för att syftet med skyddet skall tillgodoses.”* (Sveriges Riksdag, 1998). Detta innebär att vattenskyddsområdets utbredning måste vägas mot andra intressen samt att en bedömning av hur hårda skyddsföreskrifterna kan vara behöver göras vid uppförandet.

## 1.6 Områdesbeskrivning

Analysen som utförs i rapporten görs på grundvattentäkten lokaliserad söder om Vårgårda tätort mellan Algustorp i nordost och Kärtared i sydväst. Analysområdet i sin helhet kan ses i Figur 2. Grundvattentäkten försörjer i dagsläget kommunens 11 000 invånare med dricksvatten (Vårgårda Kommun, 2022), och är till stor del lokaliserad i en rullstensås med sorterade isälvs sediment (Vårgårda Kommun, 2015).

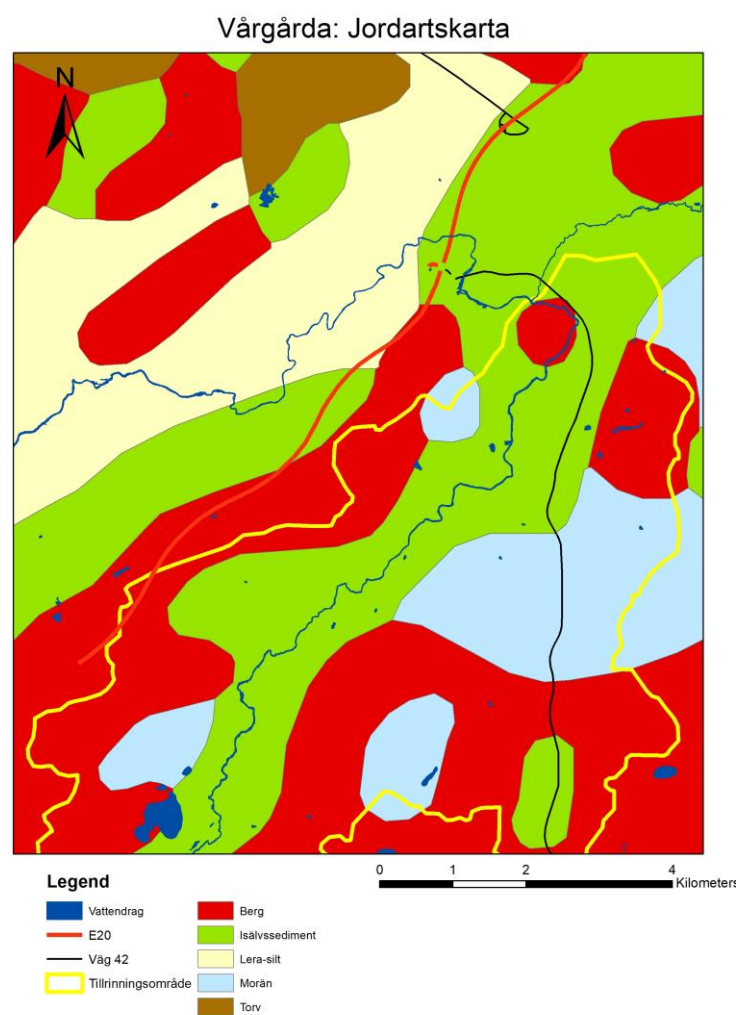
## Vårgårda



Figur 2: Översiktspild över Vårgårdas akvifer (blåmarkerad) med tillrinningsområdet (gult) utmarkerat.

Akviferen där uttagmöjligheter av grundvatten finns är omgiven av ett område markerat som tillrinningsområde. Detta område är det område där vatten kan förväntas bidra till akviferen (Van Der Heiden & Lithén, 2011). Det totala tillrinningsområdet beräknas vara 48 km<sup>2</sup>. Uttagmöjligheterna uppskattas vara upp emot 125 l/s i vissa delar av akviferen (Lång & Persson, 2011). I området med bäst uttagmöjlighet har Vårgårda kommun placerat sin kommunala brunn vilken där igenom gets bästa möjliga förutsättning att försörja kommunen med grundvatten.

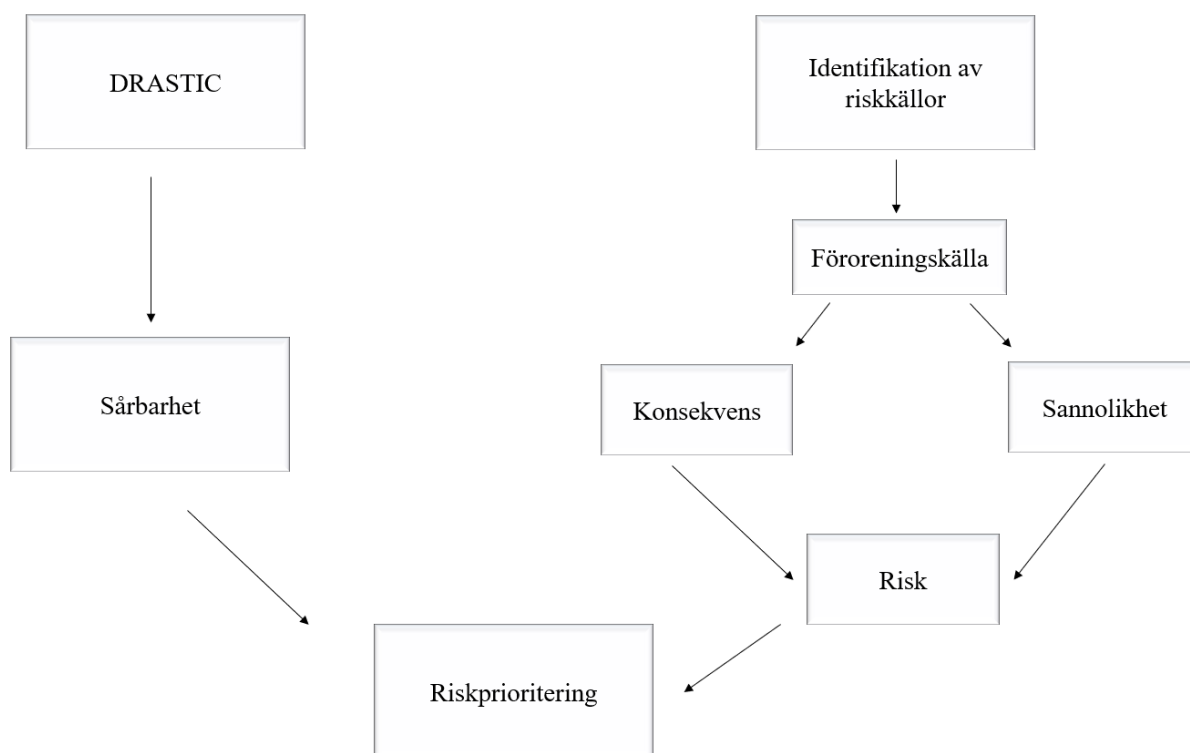
Grundvattentäktens tillrinningsområde består av varierande jordlagerföljder (Lång & Persson, 2011). I akviferens huvuddel består jordlagren av isälvsediment, främst sandig grus och grusig sand, med goda uttagsmöjligheter och gynnsam infiltrationsförmåga. I tillrinningsområdet förekommer även andra jordarter, såsom lerområden och berg men detta i mindre utsträckning. En komplett karta över dominerande jordarter återfinns i Figur 3. Att akviferens huvuddel består av isälvsediment innebär att en god påfyllnad av grundvatten kan förväntas, men även att infiltration av föroreningar med liknande egenskaper som vatten riskerar att penetrera jordlagerföljden. Grundvattennivån i tillrinningsområdet är varierande (Lång & Persson, 2011), där stora delar av området har en grundvattenyta lokaliserad nära marknivå. Detta medför att grundvattenytan är mer tillgänglig och därmed mer sårbar mot föroreningsinfiltration.



Figur 3: Jordartskarta runt akviferen med tillrinningsområdet utmarkerat.

## 2 Metod

Metoden för projektet hade sin bas i en litteraturstudie där andra representativa undersökningar och relevanta dokument studerades. Tanken bakom detta var att skapa en bredare kunskap inom ämnet och använda som inspirationskällor. För att visualisera data om området och utföra sårbarhetsanalysen användes programmet *ArcMap*. Hela riskprioriteringsdelen av arbetet och dess metod följde arbetsgången som visualiseras i Figur 4.



Figur 4: Arbetsgång för riskprioriteringsanalysen av Vårgårda Grundvattentäkt.

Hela metoden för att ta fram riskprioriteringen är beskriven i delkapitel 2.1 till 2.5. Denna bygger på att identifiera riskkällor, konsekvensbedöma, sannolikhetsbedöma, sårbarhetsbedöma och sammanväga parametrarna. För att ta fram åtgärdsförslag baserat på resultatet av riskprioriteringen utfördes en ytterligare litteraturstudie. Detta i syfte att identifiera riskkällornas potentiella påverkan och därmed kunna föreslå lämpliga åtgärder för att undvika grundvattenförorening.

### 2.1 Identifiering av riskkällor

För att identifiera olika riskkällor inom det aktuella området användes tre olika metoder. Den första metoden som användes var att granska Länsstyrelsens EBH-karta. Länsstyrelsen kartlägger kontinuerligt misstänkta eller etablerade kontamineringsområden i Sverige. Data från detta presenteras i EBH-kartan, utifrån denna karta går det att erhålla varierande grader av potentiell grundvattenpåverkan.

För EBH-kartan använder Länsstyrelsen riskklassningssystemet MIFO (Länsstyrelsen, 2021). MIFO-systemet ämnar till att rangordna olika föroreningar utifrån insamlad information. Totalt finns det fyra riskklasser i fallande prioriteringsordning. Om riskkällor inte är klassificerade enligt MIFO, kan detta enligt Länsstyrelsen bero på att aktiviteterna inte för tillfället kontaminerar området eller att deras bransch redan har en dokumenterad miljöpåverkan. Denna branschklassificering görs av Naturvårdsverket och är en skala på 1 – 4 (Naturvårdsverket, 2020 a). Klassificeringen är baserad på *Branschlistan* där branschklass 1 är högst på riskskalan och branschklass 4 är lägst.

Metod två var att studera de skyddsföreskrifter som tagits fram av Vårgårda kommun med avseende på grundvattentäkten. Vårgårda Kommuns skyddsföreskrifter användes för att få en övergripande blick över vilka föroreningskällor kommunen anser vara aktuella. Tanken bakom detta var att de aktiviteter som regleras måste vara tillräckligt återkommande för att vara en potentiell riskkälla. Bara för att en föroreningskälla är reglerad med skyddsföreskrifter betyder inte att den alltid kan räknas som en riskkälla. Däremot kan den i framtiden bli en riskkälla om förutsättningarna i området skulle förändras. Exempelvis återfinns det inga energianläggningar, deponier eller markarbeten för tillfället, således har dessa uteslutits som en följd av de avgränsningar som gjorts.

Sista metoden som användes var ett fältbesök vilket utfördes 8/4 – 2022. Fältundersökningen bestod av att åka runt i området och analysera miljön för att på så sätt kunna identifiera riskkällor som kan förorena grundvattentäkten. Målet med fältbesöket var att kontrollera att information från EBH-kartan och litteraturstudier var korrekta. Utöver detta gjordes försök att identifiera geografiska platser för de redan etablerade föroreningskällorna, samt att potentiellt upptäcka nya riskkällor. Målet var även att i någon utsträckning kunna diskutera lösningar och frågeställningar med någon som arbetar med grundvattenhantering på Vårgårda kommun. Detta möte kunde dessvärre inte anordnas, i och med att inget svar fick efter upprepade försök att kontakta VA-ansvarig i kommunen.

## 2.2 Konsekvens

Konsekvenserna bedömdes efter vilken skada den aktuella föroreningen kan antas åsamka på grundvattnet. Konsekvensbedömningen utfördes genom att analysera parametrarnas hälsopåverkan med avseende på människor och den ekonomiska påverkan som föroreningen kan antas medföra. Parametrarna konkretiseras i Tabell 1. Den parametern som har den högsta klassificeringen är i detta fall den dimensionerande parametern.

Tabell 1: Klassificering av konsekvensparametrar.

<b>Klassificering</b>	<b>Hälsopåverkan</b>	<b>Ekonomisk påverkan</b>
<b>1</b>	Mindre förändring av lukt/smak, men ej hälsofarlig.	Mindre eller ingen ekonomisk påverkan.
<b>2</b>	Märkbar förändring i lukt/smak, men ej hälsofarlig.	Liten ekonomisk påverkan för privatperson eller kommun.
<b>3</b>	Vattnet är delvis hälsofarligt. Privatperson kan åtgärda problemet.	Större ekonomisk påverkan för privatperson men fortfarande mindre direkt ekonomisk påverkan för kommun.
<b>4</b>	Vattnet är hälsofarligt. Extra rening är nödvändig centralt för att undvika sjukdom.	Större ekonomisk påverkan för kommun.
<b>5</b>	Vattnet är otjänligt som dricksvatten.	Större ekonomisk påverkan för kommun eller stat.

## 2.3 Sannolikhet

Sannolikheten bedömdes i rapporten som hur återkommande en förorening kan antas vara. Detta vägdes sedan in i en sannolikhetstabell som visas i Tabell 2.

Tabell 2: Klassificering av sannolikhetsparametrar.

<b>Klassificering</b>	<b>Frekvens</b>	<b>Kommentar</b>
<b>1</b>	<1 gång vart 30 år	Sannolikheten kan inte uteslutas.
<b>2</b>	1 gång vart 15 år	Sannolikheten bedöms som lågfrekvent.
<b>3</b>	1 gång var 7 år	Sannolikheten bedöms som återkommande.
<b>4</b>	1 gång per 2 år	Sannolikheten bedöms som hög.
<b>5</b>	>1 gång per år	Sannolikheten bedöms som högfrekvent

### 2.3.1 Olycksberäkning

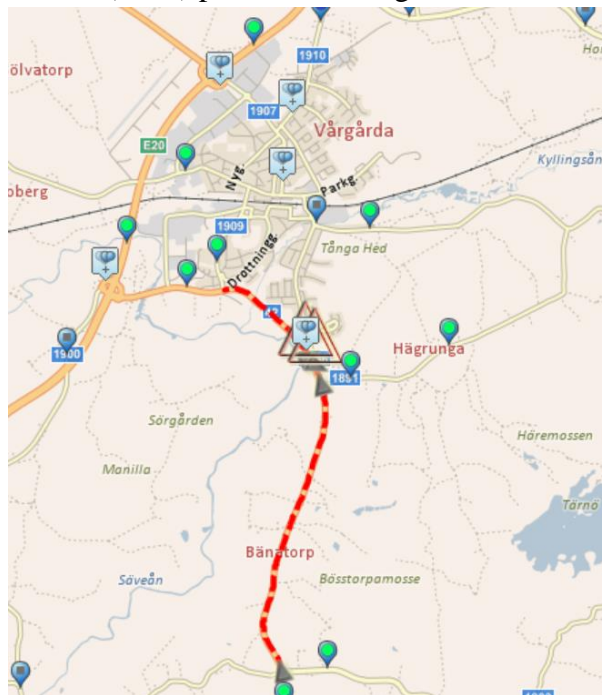
För att bedöma sannolikheten för skadliga utsläpp vid en trafikolycka användes rapporten ”Vägledning Yt- och Grundvattenskydd”. I rapporten beskrivs hur olycksfrekvens för skadliga utsläpp vid en trafikolycka kan beräknas matematiskt. För att beräkningen ska kunna appliceras krävs att fler än 200 tunga fordon transporteras dagligen på vägsträckan, vilket i Vårgårda är fallet för Riksväg 42. Den matematiska formeln som användes redovisas i Ekvation 1.

$$F_{ou} = N * Q_{ou} * L * 365 * F$$

Ekvation 1: Beräkning av sannolikheten för att en bilolycka sker.

- $F_{ou}$  avser frekvensen för utsläpp av miljöfarligt ämne som en följd av olycka med tunga fordon per år.
- $N$  står för årsmedeldygnstrafik (ÅDT).
- $Q_{ou}$  är olyckskvoten med samtidigt utsläpp mellan antal/fordonskilometer.
- $L$  är längden på den berörda konfliktsträckan.
- $F$  innebär antal fordon per olycka.

Metoden för att bedöma sannolikheten för miljöfarliga olyckor applicerades på riksväg 42 som är belägen inom grundvattentäktens tillrinningsområde. Analyserad delsträcka hämtad från Trafikverkets Flödeskarta (2022) presenteras i Figur 5.



Figur 5. Vald delsträcka av riksväg 42. Bild: © Trafikverkets trafikflödeskarta

Baserat på parametrarna ovan hämtades följande ingångsvärden presenterade i tabell 3 från (Trafikverket, 2022 a):

Tabell 3: Valda ingångsvärden för Ekvation 1.

$N$	$600 \pm 10\%$ (Tung trafik)
$Q_{ou}$	$0,03 \cdot 10^{-3}$
$L$	4,4 km
$F$	1,5 (standard för landsbygd)

Utöver detta finns det en rad faktorer som kan påverka  $F_{ou}$ -värdet, både positivt och negativt. Dessa är primärt baserat på de allmänna vägförutsättningarna som snäva kurvor, mitträcken, korsningar eller reducerad hastighet. För vald delsträcka återfanns inga väg- eller mitträcken eller reducerad hastighet under fältbesöket. Däremot hade vägen inga branta sluttningar eller snäva kurvor och sikten bedömdes därmed som mycket god. Av dessa anledningar korrigerades  $F_{ou}$  med en faktor 1,5 nedåt. Med det justerade frekvensvärdet behövdes en återkomsttid beräknas, vilket gjordes genom att dividera 1 med frekvensvärdet.

## 2.4 Sårbarhet

Vid framtagandet av sårbarheten används DRASTIC-modellen med hjälp av ArcMap. En komplett beskrivning av utförandet återfinns i Bilaga A. Slutresultatet av DRASTIC ger en klassificering i 8 skalor med avseende på hur sårbart området är. I denna analys skall sårbarheten vägas samman med sannolikheten och konsekvensen vilka båda har 5 ingående skalor. Därav valdes att omvandla de 8 skalorna från DRASTIC till 5.

Tabell 4: Förändring av skala och dess klassificering

<i>Skala enligt DRASTIC</i>	<i>Tillämpad skala</i>	<i>Klassificering enligt tillämpad skala</i>
> 80	> 90	1
80 – 99	90 – 120	2
99 – 120	120 – 155	3
120 – 140	155 – 190	4
140 – 160	<190	5
160 – 180		
<200		

DRASTIC kan enligt Lars Rosén tillämpas på två olika sätt (Rosén, 1991). Dels genom att titta på alla föroreningar generellt, dels på pesticider specifikt. Eftersom det i denna undersökning var intressant med olika typer av föroreningar användes den metod som lämpar sig för föroreningar allmänt. DRASTIC analyserar grundvattnets sårbarhet med avseende på följande geologiska parametrar enligt Lars Roséns rapport ”Sårbarhetsklassificering av grundvatten” från 1991 och enligt rapporten ”DRASTIC-based methodology for assessing groundwater vulnerability in the Gümüşhacıköy and Merzifon basin” från 2013 av Ersoy, A. och Gültekin F. De nämnda faktorerna viktas sedan efter allvarlighet och sannolikheten av att förorenings spridning sker med avseende på de olika faktorerna (Rosén, 1991).

**D.** Djup till grundvattenytan (Depth to groundwater). Detta är avståndet från markytan till grundvattenytan och mäts i meter. Om grundvattenytan är belägen nära markytan ökar risken att en förorening infiltrerar ner till grundvattnet och därmed förorenar det.

**R.** Grundvattenbildning (Net recharge). Grundvattenbildning avser den totala vattenmängden som infiltreras ner till grundvattentäkten under ett års tid.

**A.** Akviferens material (Aquifer medium). Akviferens material avser om det är konsoliderat eller okonsoliderat material som finns i akviferen. Ett mjukare eller mer permeabelt material medför en högre föroreningsrisk.

**S.** Jordmånens material (Soil media). Jordmånens material påverkar infiltrationsmöjligheterna för föroreningar till grundvattentäkten. Jordmånens material påverkas främst av vittringsprocesser och i svenska jordar finns ofta mycket organiskt material. Om jordmånens har en hög genomsläpplighet såsom grus och sand innebär det att risken för infiltration av föroreningar anses hög, medan material med låg genomsläpplighet missgynnar infiltration och risken för infiltration därmed är låg. Rosén är jordmånens material inte lika applicerbart i svenska förhållanden utan snarare användningen av marken.

Eftersom ingen alternativ metod för svenska förhållanden tagits fram kommer jordmånens material bedömas enligt den internationella metoden.

**T. Topografi (Topography).** Områdets lutning påverkar flödet av vatten på marken och därmed även hur föroreningar transporteras. En brant lutning medför en lägre sårbarhet, i och med att föroreningar inte hinner infiltrera i lika stor utsträckning. En flack lutning medför en ökad sårbarhet i och med att infiltrationsrisken bedöms som högre.

**I. Den omättade zonen material under jordmånen (Impact of the vadose zone media).** Den omättade zonen är den delen av jordmånen som är lokaliserad ovanför grundvattenytan. Om den omättade zonen består av högpermeabla jordarter, såsom karst, ballast och grus, ökar risken för infiltration till den mättade zonen och därmed till grundvattnet. Ett lågpermeabelt material, såsom siltig lera eller skiffer, missgynnar infiltration och därmed minskar risken för föroreningar i den mättade zonen.

**C. Akvifermaterialens hydrauliska konduktivitet (Hydraulic conductivity of the aquifer).** Akviferens hydrauliska konduktivitet påverkar uttagsmöjligheterna ur akviferen. Akviferens hydrauliska konduktivitet påverkas av jordarten som finns i anslutning till akviferen, där material med en hög hydraulisk konduktivitet (exempelvis sand) medför goda uttagsmöjligheter. Lågpermeabla material såsom lera medför däremot missgynnande förhållanden och uttagsmöjligheterna är då ofta låga. Med avseende på sårbarhetsbedömningen medför detta att jordarter med hög hydraulisk konduktivitet kan ge en ökad vattentransport, men även ökad transport av föroreningar med liknande egenskaper som vatten till akviferen.

## 2.5 Sammanvägning

För att bedöma *risken* kombineras sannolikhetens och konsekvensens klassificering för en föroreningskälla. Detta gav ett resultat i intervallet 1 – 25, vilket var det underliggande värdet för risken som sedan kombinerades med sårbarheten. Beroende på vilka de olika ingående klassificeringarna var gavs olika bedömning av risken. Detta eftersom konsekvensen ses som en mer allvarlig parameter än sannolikheten.

$$Risk = Sannolikhet \cdot Konsekvens \quad (2)$$

		Konsekvens				
		X	1	2	3	4
Sannolikhet	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

Figur 6: Bedömning av risk med vald viktning.

Färgerna i Figur 6 innebär att risken blir bedömd enligt följande:

Grön: Ingen eller liten risk

Gul: Potentiellt farlig risk

Röd: Allvarlig risk

För bedömning av *riskprioritering* kombinerades risken med sårbarheten för den geografiska placeringen av riskkällan. Detta gav ett resultat i intervallet 1 – 125. Det ingående värdet för risken är det poängresultat, 1 – 25, som riskbedömningen gav utan någon hänsyn till den efterföljande viktningen av sannolikhet och konsekvens. Eftersom detta steg tar hänsyn till den specifika sårbarheten av riskkällan kan en risk som tidigare bedömts som allvarlig resultera i en låg riskprioritering efter sårbarhetsbedömningen. Detta innebär att allvarliga risker som inte har stor möjlighet att förorena grundvattnet prioriterades lägre. På samma sätt kan denna process verka tvärtom där risker som inte ansågs vara farliga prioriterades högre om de befann sig på en sårbar yta.

$$\text{Riskprioritering} = \text{Risk} \cdot \text{Sårbarhet} \quad (3)$$

X	Konsekvens * Sannolikhet 1 - 25
Sårbarhet 1 - 5	1 - 25
	25 - 50
	50 - 75
	75 - 100
	100 - 125

Figur 7: Bedömning av riskprioritering.

Enligt Figur 7 sorterades riskprioriteringarna in i 5 olika kategorier. Dessa innebar i den här bedömningen följande:

Blå: Ingen riskprioritering. En förundersökning kan behövas vidtas.

Grön: Låg riskprioritering. Förebyggande insats kan behövas vidtas.

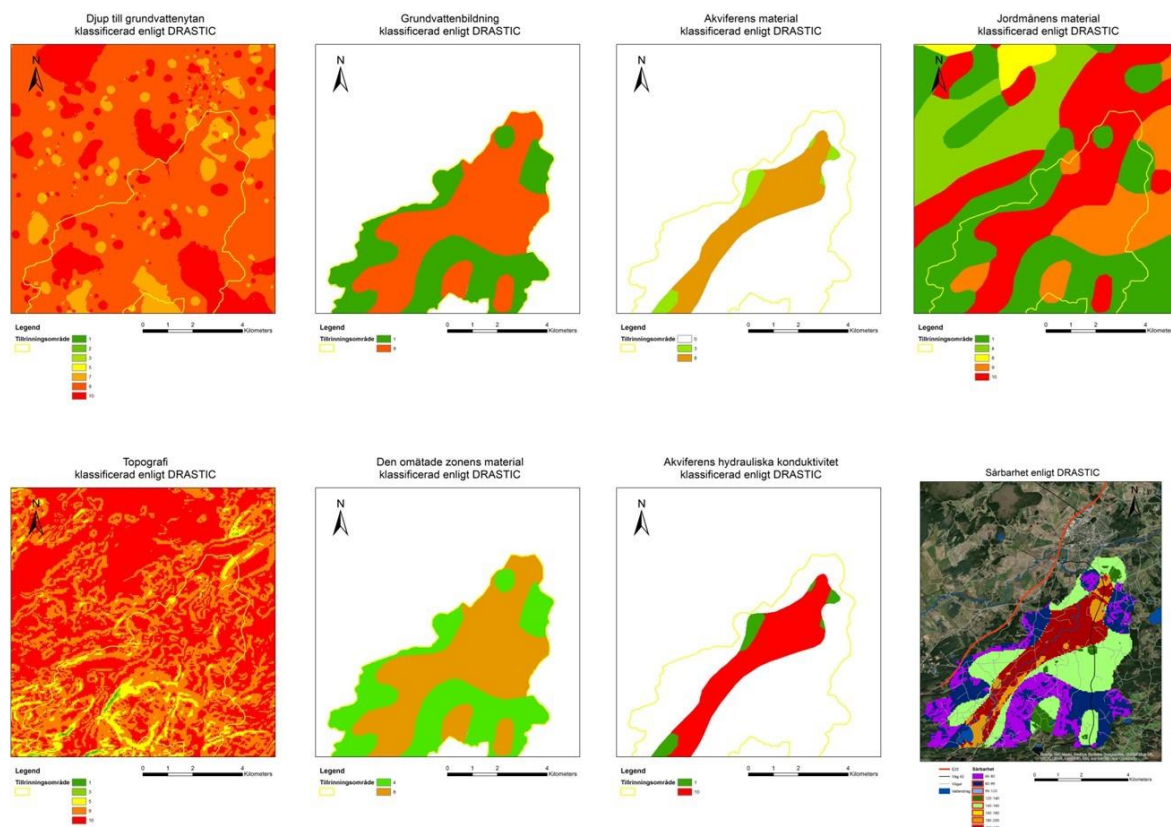
Ljuskul: Medelhög riskprioritering. Insats bör vidtas.

Mörkgul: Högt riskprioritering. Snabb insats bör vidtas.

Röd: Väldigt hög riskprioritering. Akut insats bör vidtas.

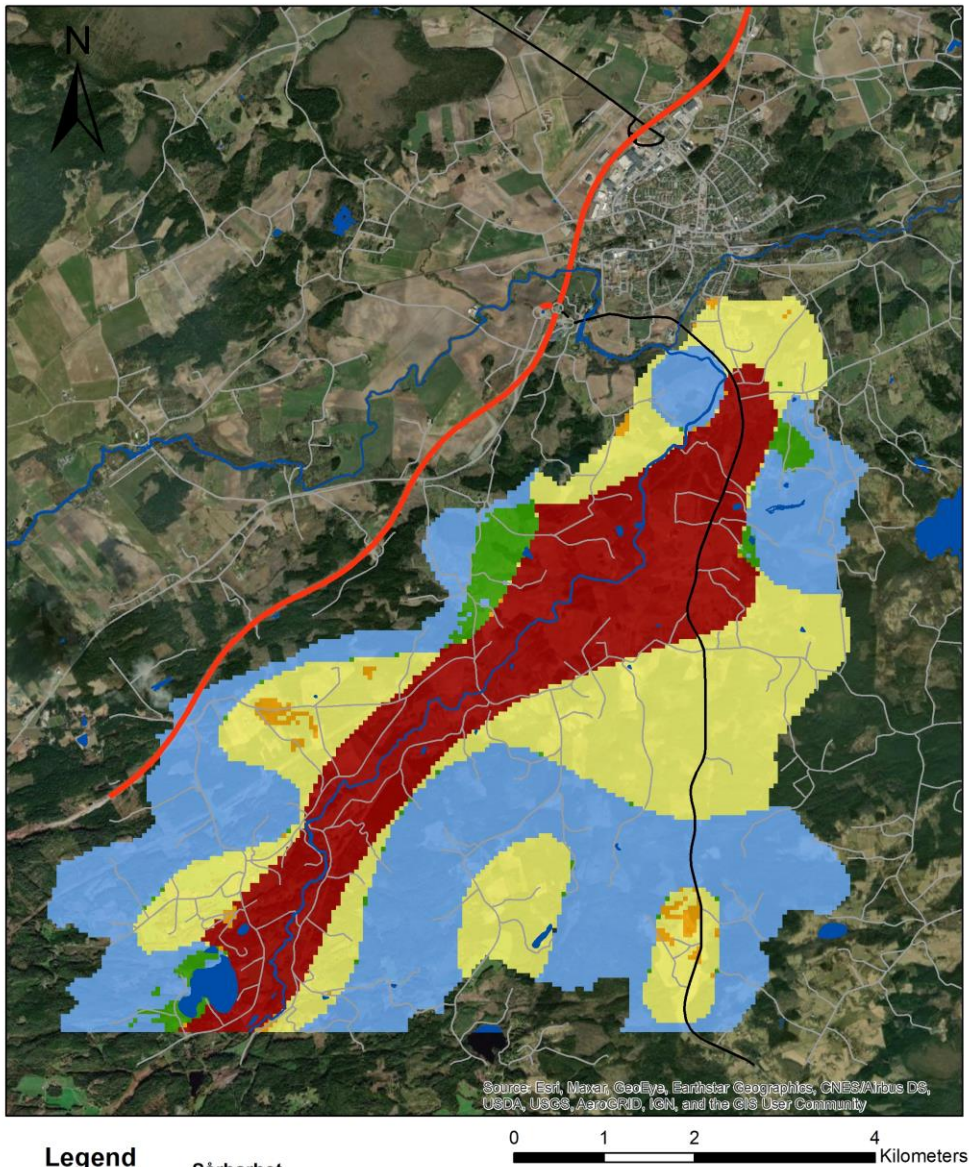
### 3 Sårbarhetsresultat

Resultatet från sårbarhetsbedömningen gav till en början sju separata kartor över olika bedömningar som viktats enligt DRASTIC. Dessa tillsammans med den sammanvägda bedömningen med en skala enligt DRASTIC kan ses tillsammans i figur 8. De hittas även separata i appendix som Bilaga B. Sårbarhetskartan med en skala tillämpad för detta arbete kan ses som figur 9.



Figur 8: Figur som visar de olika sårbarhetsparametrarna till bedömning.

## Vårgårda: Sårbarhetsklassificering



Figur 9: Karta över framtagen sårbarhet med den tillämpade skalan

## 4 Föroreningskällor inom tillrinningsområdet

Med avseende på EBH-kartan återfinns enbart två olika riskkällor inom tillrinningsområdet, dessa redovisas i Bilaga B. I Vårgårda Kommuns skyddsföreskrifter (Vårgårda Kommun, 2012), återfinns verksamheter som är reglerade för att de anses kunna vara föroreningskällor. En sammanställd förklaring av dessa visas i Bilaga C. Samtliga verksamheter som återfinns i skyddsföreskrifterna är inte aktuella utan ett urval har gjorts baserat på vidare litteraturundersökning samt platsbesöket. Vid platsbesöket identifierades fyra nya riskkällor som inte upptäckts via EBH-kartan eller skyddsföreskrifterna. Dessa bestod av två begravningsplatser, ett privat skrotupplag och ett sågverk. Utöver dessa fynd kunde geografiska platser knytas till föroreningskällorna från skyddsföreskrifterna. Skrotupplaget som upptäcktes bestod av en tomt där markägaren har samlat på sig ett stort antal uttjänade bilar och annan utrustning som kan beskrivas som skrot. Resterande del av kapitlet består av en genomgång av föroreningskällorna som identifierades i tillrinningsområdet. Samtliga av dessa föroreningskällor och deras potentiella påverkan på grundvattnet är:

- Industriverksamhet med halogenerade lösningsmedel
- Byggverksamhetsindustri
- Skogsbruk
- Jordbruk och Boskap
- Trafik och vägar
- Skrotupplag
- Begravningsplatser
- SPIMFAB

### 4.1 Jordbruk

Jordbruk kan leda till försämrad grundvattenkvalitet (Jordbruksverket, 2020). I grundvattnet som analyseras finns idag redan förhöjda nitrathalter (Van Der Heiden & Lithén, 2011). Detta kopplas främst till övergödning, som innebär att förse växter med mer näring än de kan absorbera. Detta kan leda till ökade halter kväve och fosfor, vilket kan medföra förhöjda nitrathalter i grundvattnet. Nitrathalter omkring 20 mg/l medför att åtgärder bör vidtas, även om dricksvattnet är brukbart (Kristersson et. al, 2017). Uppnår däremot halterna till 50 mg/l eller över bedöms vattnet obrukbart. Detta är en nivå som ofta överskrids för grävda brunnar i jordbruksområden (Maxe, 2015). Överkonsumtion av nitrat kan medföra bland annat en minskad syreupptagningsförmåga och spädbarn är enligt Livsmedelsverket extra utsatta att drabbas av sjukdomen methemoglobinemi (Kristersson et. al, 2017). Det finns således extra föreskrifter där det är förbjudet att mellan perioden 1 november till och med den 28 februari använda sig utav organiska gödselmedel (Vårgårda Kommun, 2012). Det råder även totalförbud vad gäller spridning av urin eller slam från reningsverk eller andra enskilda anläggningar.

Områdets geologi och hydrologi, samt vilken typ av gröda som odlas har stor betydelse för hur pass omfattande jordbrukets påverkan blir (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Det är framför allt läckaget av kväve som är en av dessa föroreningskällor. Olika typer av kväveföroreningar av grundvatten härstammar främst från växternas rotzon och jordbruksmark. Detta när marken utlakas och kvävet, i form av exempelvis nitratkväve, binds till vattnet och därmed transporteras ner till grundvattnet.

Övergödningen påverkar inte bara grundvattnet utan även andra källor, exempelvis hav, vattendrag och sjöar (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Det är även viktigt att belysa att allt nitratläckage inte endast sker från jordbruk utan att en del även sker naturligt. Fortsättningsvis sker en lägre grad utlakning av kväve under sommarperioden av året då mycket av den nederbörd som kommer avdunstar direkt via marken eller genom vegetationen. Omvänt resultat under hösten då större delar av nederbörden blir kvar i marken, som kan medföra att marken då blir mättad, vilket innebär att vattnet kan inte längre ansamlas i marken. Vid mättade förhållanden transporteras lösningar bort från gynnsamma zoner där de flesta rötter befinner sig, till mer oönskade områden såsom ett vattendrag eller en grundvattenkälla. Detta fenomen möjliggörs av de egenskaper vatten besitter vad gäller dess förmåga att lösa upp diverse lösningar och sin förmåga att agera som transportmedel.

Slutligen kan omfattningen av jordbrukets påverkan på grundvatten sammanställas till två steg med diverse underkategorier, se Figur 10. Den första kategorin belyser områdets landskap med avseende på hydrologi och geologi, medan den andra kategorin riktar in sig på odlingsystemets olika faktorer.



Figur 10: Jordbruksaktivitetens potentiella påverkan på grundvattenkvaliteten utifrån geografiska och geologiska förutsättningar i området samt markanvändning. Bild: © Havs- och Vattenmyndigheten (2019).

Utöver övergödning kan vattnet även innehålla diverse kemiska föroreningar, från jordbruket kommer de i form av bekämpningsmedel (SGU, 2020). Bekämpningsmedel har ofta en uppbyggnad som begränsar dess löslighet i vatten. Det är dock inte ovanligt att makroporer, vilket existerar i form av sprickbildningar eller maskgångar, möjliggör snabb infiltration till grundvatten.

## 4.2 Boskap

En annan föroreningskälla som till viss del kan kopplas till jordbruket är den gällande boskap (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Vad gäller boskap är det främst fållor och rasthagar, det vill säga inhägnader som medför att djur vistas ute som riskerar att bli en föroreningskälla. Störst blir risken för förorening då många djur samlas på en liten yta. Detta då majoriteten av alla de djur som vistas ute ger upphov till en ökad mängd näring till marken. Fler djur på en mindre yta bidrar till en mer koncentrerad näringsbelastning. På platser där djurtätheten inte är alltför omfattande hinner växtligheten i området omsätta den näring som djuren tillför, detta gäller främst större betesmarker. Motsatt kan ses vid närheten till stall där hästhagarna utanför oftast används dagligen. Växtligheten hinner inte återhämta sig då dessa hagar oftast agerar mer som en viloplats åt djuren och inget bete tillförs. Samma gäller för andra inhägnader med liknande omständigheter. Problemet som uppstår vid dessa förhållanden är att gödselbelastningen ökar och upptaget i vegetationen är väldigt låg eller obefintlig. Konsekvenserna till följd av detta blir att dessa områden riskerar att bli föroreningskällor för yt- och grundvatten i form av ökad näringsbelastning och ytvavrinning.

Fortsättningsvis kan djurens foder orsaka problem för grundvattenkvalitén (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Den vanligaste fodertypen är ensilerat grovfoder vilket vanligtvis förekommer som inplastade rundbalar, se figur 11. Dessa kan också transporteras och placeras på gårdarna i närheten av stallarna. En potentiell föroreningskälla med just ensilage är det så kallade pressvattnet som kommer ur växterna vid lagring (Slottner, u.å). Det är detta fenomen som kan komma att bli en punktkälla. Vid användning av exempelvis ensilage torrn leder man ofta bort vattnet till exempelvis en gödselbrunn för att minimera eller rentav eliminera denna potentiella föroreningskälla.



Figur 11: Ensilagebalar. Bild: © Russel Wills (Wills, u.å).

### 4.3 Skogsbruk

Vid avveckling av skog kan grundvattennivån stiga eller sjunka med 10 - 30 cm (Vikberg, 2010). Vid sådana förändringar kan flödesriktningarna komma att ändras för grundvattnet (TTE, u.å.). En sådan förändring kan medföra att föroreningar som tidigare varit borttriktade nu leds direkt till en oönskad källa. Utöver flödesförändringar kan en höjning respektive sänkning av grundvattennivån medföra att halten kemiska ämnen också fluktuerar. Då grundvattennivåerna stiger fås ett fenomen kallat utspädning, det vill säga att halten kemiska ämnen minskar. Då grundvattennivån minskar, uppmäts en ökad halt kemiska ämnen man brukar säga att de kondenseras. Alkaliniteten eller andra vittringsberoende parametrar är de som främst berörs av detta. Skulle däremot grundvattennivåerna ligga nära ytan handlar det om upplagrade tungmetaller och halterna betar sig omvänt. Ökande halter med stigande grundvattennivåer och minskande halter med sjunkande nivåer.

Efter avverkning ligger grundvattenytan högre upp i markprofilen (Magnusson, 2015). Detta då avdunstningen direkt från marken inte kommer upp i den storleksordning som den kopplad till trädkronornas aktiva och passiva avdunstning. Detta kallas transpiration respektive evaporation. Som följd fås en högre genomsnittlig halt vatten i marken och likaså högre grundvattennivå. Detta medför att halten DOC (löst organiskt kol) ökar (Vikberg, 2010). Följden av detta blir då ett högre utflöde av näringsämnen som kan transporteras via avvattning till exempelvis vattendrag. Denna avrinning kan få en ökning på omkring 50 – 100 % inom de närmsta åren efter nämnd avverkning. Ökningen återgår dock till sitt normala tillstånd i takt med att vegetation och träd återkoloniserar området. Dessa fenomen med höjda och sänkta grundvattennivåer kan alltså komma att påverka grundvattenkvaliteten.

Det finns idag bestämmelser som säger att ägare till skogsmark är skyldigt att anmäla föryngringsavverkning som omfattar minst 0,5 ha till Skogsstyrelsen (Skogsstyrelse, 2022). Denna anmälan måste göras minst sex veckor före sagt avverkning. I skogsvårdslagen anges även övriga bestämmelser som gäller för skogsmark.

### 4.4 Begravningsplats

Dagvatten och dräneringsvatten från begravningsplatser hanteras i regel separat genom att använda sig av separat ledningsnät (Svenskt vatten utveckling, 2014). De hälsovådliga patogenerna som riskerar att spridas via dräneringsvattnet är E.coli och koliforma bakterier. Just denna hälsorisk är direkt kopplad till mer traditionella begravingar så som jord- eller kistbegravning. Av samma anledning avleds vattnet från begravningsplatser och dess vatten undersöks efter eventuella patogener. Vattnet från en begravningsplats kan därför liknas vid det av avloppsvatten, en karaktärisering som gjorts enligt Miljöbalkens 9 kap. 1 och 2 §§:

## *”Definitioner*

### *1 § Med miljöfarlig verksamhet avses*

- 1. utsläpp av avloppsvatten, fasta ämnen eller gas från mark, byggnader eller anläggningar i mark, vattenområden eller grundvatten,*
- 2. ...*

### *2 § Med avloppsvatten avses*

- 1. spillvatten eller annan flytande orenlighet,*
- 2. vatten som använts för kylning,*
- 3. vatten som avleds för sådan avvattning av mark inom detaljplan som inte görs för en viss eller vissa fastigheters räkning, eller*
- 4. vatten som avleds för avvattning av en begravningsplats.”*

Sedan 1800-talet har antalet traditionella begravningsmetoder i form av kistbegravning minskat till fördel för kremering (Svenskt vatten utveckling, 2014). Idag är det omkring 70–75 % av alla avlidna i Sverige som kremeras, en siffra som väntas stagnera kring 80 %. Till skillnad från kistbegravningar där hälsorisker och miljöpåverkan är i fokus, är spridning av aska och tungmetaller i centrum vad gäller kremering. Höjda halter tungmetaller i vattnet från begravningsplatser har ibland uppmätts och förklaras ofta av det faktum att de flesta krematorier placeras vid begravningsplatser. Idag är krematorier utrustade med avancerad rökgasrening som inte påverkar begravningsplatserna. Det införs även flera åtgärder och regler som ämnar att minska användandet av tungmetaller. Utöver bättre rening har det även införts striktare regler om vad som får medföras vid kremation samt så har även gravsmyckningar och diverse kist-typer reglerats.

Det är tack vare dessa olika förutsättningar har en tydlig uppdelning gjorts mellan just traditionella kistbegravningar, kremering och minneslundar (Svenskt vatten utveckling, 2014). Med hjälp av denna uppdelning fås goda möjligheter att hantera de olika processerna som dessa metoder medför.

## 4.5 Skrotupplag

Skrot som ligger på skrotupplag ska hanteras på adekvat sätt för att minska sannolikheten för läckage av miljöförliga ämnen (Länsstyrelsen Halland, 2014). På ett auktoriserat skrotupplag töms bilar på miljöfarliga fluider då de behållare som förvarar dessa fluider riskerar läckage genom rost och andra processer. Fluider som kommer från bilar som är miljöfarliga med avseende på grundvattnets duglighet är följande:

- Drivmedel
- Olja
- Bromsvätska
- Kylarvätska

Drivmedlet för de bilar som står på adressen enligt Figur 12 är antingen diesel eller bensin vilka båda är oljederivat som har skadlig inverkan på grundvattnets kvalitet vars inverkan belyses i kapitel 4.9. Om motorolja läcker ut i omgivningen följer det samma resonemang som drivmedlet. Broms och kylarvätska består av olika glykolföreningar (Kemikalieinspektionen, 2021) som anses vara farligt avfall (Ragnsells, u.å.) och måste hanteras på adekvat sätt.



Figur 12: Satellitbild över Hägrunga 3 med privat skrotupplag markerat inom rött. Bild hämtad från Eniro kartor.

#### 4.6 SPIMFAB

Inom tillrinningsområdet finns det en nedlagd bensinstation där det nuförtiden ligger ett villaområde. Vid avveckling av bensinstationer är det viktigt att marken där bensinstationen legat renas. När det kommer till rening av bensinstationer finns det en huvudaktör när det kommer till sanering av bensinstationer och detta företag kallas för SPIMFAB (SPIMFAB, u.å.) och bolaget fokuserar på att sanera områden där det tidigare funnits bensinstationer.

Inom omfånget för denna rapport är det en viktig del av områdets historia då undermålig sanering kan leda till föroreningar som genom diverse transportmekanismer kan nå grundvattnet och på så sätt bidra till förorening av grundvattnet i området.

Bensinstationen som låg nära tillrinningsområdet lades ner år 1999 och enligt VISS (SPIMFAB, 2014), klassificeras området som rent/sanerat vilket betyder att den nerlagda bensinstationen kan anses som ofarlig.

## 4.7 Sågverk

Företaget Finnatorps Såg är ett sågverk som processar avverkad skog för att sedan förädla det till virke. Timmer som anländer till sågverket behövs förvaras och detta sker enklast genom att timret staplas på varandra. Trä är känsligt för mikrobiell påväxt, vilket avser främst röta och mögel, då mikrobiell påväxt sker vid specifika förhållanden i omgivningen där de drivande faktorerna som styr mikrobiell påväxt är tid, temperatur och relativ luftfuktighet (Burström & Nilvén, 2018). Sammanfaller dessa faktorer på rätt sätt erhålls mikrobiell påväxt vilket leder till att virket blir obrukbart. För att förhindra denna typ av påväxt kan timret behandlas med olika medel för att förhindra denna typ av påväxt. Historiskt sett har medel som anses vara miljöfarliga använts, främst kreosot (Kemikalieinspektionen, 2022).

Det finns sågverk där miljöfarliga mögelskyddsmedel har använts där användningen har resulterat i att marken till viss mån blivit obrukbar (Sveriges radio Dalarna, 2012). Ett exempel på detta är ett sågverk i Ulvshytter där marken inte ansågs säker att odla grönsaker på men utöver det så ansågs det inte föreligga någon annan miljörisk.

## 4.8 Trafik och Vägar

En av de största föroreningskällorna som grundvattentäkten ställs inför är de kopplade till trafikrelaterade utsläpp, främst utsläpp av petroleum. Petroleum är extremt svårt att sanera och kräver förhållandevis små volymer för att utgöra stor fara för grundvattentäkter (Cederlöf, 2021). Endast 150 liter petroleum inom vattenskyddsområden som tillräckligt att orsaka fara. Konsekvenserna som kan förekomma vid utsläpp av petroleum kan påverka smak och lukt samt leda till allvarliga sjukdomar (Ledskog & Lundgren, 1989). Föroreningar som härstammar från trafik och vägar påverkar grundvattnet i området på flera sätt. Det kan exempelvis medföra att grundvattennivåer kan stiga eller sjunka, vattenresursers rumsliga kontinuitet kan förändras och vattnets kemiska sammansättning påverkas. Detta kan medföra att ekosystemens förmåga att rena vatten försämras (Trafikverket, 2020). Vidare kan utsläppen och deras miljökonsekvenser förändras över tid. De faktorer som främst påverkar förändringen är klimatpåverkan, trafikutveckling och deras drivmedel samt det gods som transporteras. Då trafikrelaterade föroreningar kan förekomma i stora variationer delades föroreningskällorna in i två huvudgrupper, olyckor och underhåll.

### 4.8.1 Olyckor

När det kommer till olyckor som sker på vägar är det främst tunga fordon som ligger bakom det allvarligaste föroreningskällorna för yt- och grundvatten (Trafikverket, 2020). Detta som en följd av de större volymer petroleum (Trafikverket, 2022 a), som transporteras och att tunga fordons bränsletankar sitter i en utsatt position vilket ökar risken för utsläpp. Den utsatta positionen visualiseras i Figur 13.



Figur 13: Utsatta läget för bränsletank för tunga lastbilar. Bild: © Entropi SAB

Genomsnittligen sker det dryga 500 separata utsläpp av miljöfarliga ämnen som en följd av vägnätet varje år (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2014). Dessa olyckor måste räddningstjänsten omedelbart hantera då stor del av den tunga trafiken transporterar ”farligt gods”, vilket kan leda till allvarliga konsekvenser primärt när det transporteras flytande ämnen. Frekvensen för dessa olyckor som leder till miljöskador vid riksväg 42 har ett beräknat återkomstvärde på cirka 35 år. Detta motsvarar att en olycka återkommer var femtionde år med en säkerhet på 39 - 92 % (Trafikverket, 2020).

#### 4.8.2 Underhåll

För att motverka risken för olyckor används förebyggande underhåll av Sveriges vägnät. Då de flesta olyckor sker under vintertid är det vanligt att använda töframkallande medel som vägsalt (Trafikverket, 2022 b). Vägsalt är ett väldigt effektivt bekämpningsmedel mot snö och is men medför en rad negativa konsekvenser för yt- och grundvatten. Exempelvis kan vattnets alkalinitet förändras vilket minskar vattnets förmåga att motstå förändringar av dess pH-värde (Trafikverket, 2020). Utöver detta ökar natriumkloridets korrosionen hos bilar och bildar förändringar i markförhållandena vilket kan leda till en ökad infiltration (Ojala & Mellqvist, 2004).

#### 4.9 Verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel

Inom tillrinningsområdet återfinns en verkstad med halogenerade lösningsmedel som presenterats av EBH-kartan (Länsstyrelsen, 2022). Enligt Naturvårdsverkets *Branschlista* innefattar detta ”Skärande bearbetning, svetsning, blästring, montering m.m., där halogenerade lösningsmedel använts” (Naturvårdsverket, 2020 b). Halogenerade lösningsmedel innehåller en rad olika kolväten och har ett väldigt brett användningsområde. Verksamheten som bidrar med utsläpp halogenerade lösningsmedlet är Bil & Traktor i Vårgårda AB. Enligt Naturvårdsverkets branschbeskrivning använder Bil & Traktor i Vårgårda halogenerade lösningsmedel, vilket medför att svärnedbrytbara kolväten kan komma i kontakt med dricksvattnet.

Konsekvenserna som kan tillkomma som en följd av utsläpp av kolväten kan enligt (Naturvårdsverket, u.å. b), leda till stor skada för vattenlevande djur samt att kolvätena kan bioackumuleras, som en följd av dess resistans. Vidare innehåller även lösningsmedlet alifatiska kolväten som hexan och oktan vilket löser sig betydligt sämre i kontakt med vatten än korta kolvätekedjor (SGF, 2019). SGF förklarar även att den svenska gränsen för påverkan på lukt och smak ska ligga på cirka 0,1 mg/l för alifatiska kolväten. Utöver lukt och smak kan alifatiska kolväten leda till negativa hälsorisker vid långvarig exponering. Under fältbesöket upptäcktes det att Bil & Traktor i Vårgårda förvarar tunga fordon med farligt avfall på asfalterad mark utan någon form av uppsamlingsmetod, se Figur 14.



Figur 14: Bild på verkstadsindustrin vid Bil & Traktor i Vårgårda AB. Bild: Privat.

Som en följd av detta förvaringssätt ökar risken att föroreningarna kommer i kontakt med naturen.

Halogenerade lösningsmedel utgör därmed ingen större hälsorisk för människor, det är främst växt- och djurliv som kan ta skada. Det är enbart om människor konsumerar dessa växter eller djur som människor tar skada. Däremot är påverkan på lukt och smak något som kan leda till kostsamma åtgärder.

Utsläpp av spillolja och bränsleläckage bör även beaktas. Detta i och med att dessa utsläpp är vanligt förekommande vid bilverkstäder (Dalslands Energi & Miljöförbund, 2022). Utsläpp av olja är speciellt problematiskt då olja är hydrofobiskt vilket innebär att materialet skiktar sig när det kommer i kontakt med vatten och lägger sig som en film över vattnet. Detta medför även stora saneringskostnader. Olja kan även sprida sig över stora områden om topografin i området är varierande (Löfgren, 2008). Utsläpp av petroleumprodukter ger upphov till tillskott av PAH vilket är en typ av svårnedbrytbara kolväten som har påvisats vara bland annat cancerframkallande (Naturvårdsverket, u.å. b). PAH har negativ inverkan på vattens duglighet då det påverkar både smak och lukt.

#### 4.9.1 Byggverksamhetsindustri

Inom det beräknade tillrinningsområdet finns det olika typer av byggnader, varav många byggda i trä. Trä som byggnadsmaterial är känsligt för biologisk nedbrytning där vanligt förekommande drivande mekanismer för trä inkluderar fukt och röta (Burström & Nilvén, 2018). För att lösa detta problem impregneras trä vilket betyder att materialet behandlas med olika medel för att skydda mot mikrobiell tillväxt. Impregnerat trä kan medföra miljörisker beroende på vilket eller vilka impregneringsmedel som används.

Kreosot framställs vanligen vid torrdestillering av stenkolk (Kemikalieinspektionen, 2022) där slutprodukten är koks som används inom stålindustrin. Kreosot är alltså en biprodukt från torrdestilleringen och är ett tämligen effektivt impregneringsmedel. Problemet med att använda kreosot vid impregnering är att det är giftigt och cancerframkallande. Impregnering med kreosot används vanligtast vid impregnering av träsliprar vid järnvägar. Idag används inte kreosot som impregneringsmedel, men det finns fortfarande konstruktioner där kreosot har använts och vid rivning av dessa konstruktioner måste det säkerställas att det impregnerade virket hålls borta från marken så att det inte kan läcka ut.

Utöver kreosot finns det andra impregneringsmedel där koppar, arsenik och diverse dioxiner används (TräGuiden, 2015). Dessa ämnen ska betraktas som miljöfarliga och giftiga. Arsenik är länge känt att vara giftigt och koppar uppvisar toxiskt beteende i kroppen vid höga doser (Livsmedelsverket, u.å.). Inom tillrinningsområdet är det begränsat med industriverksamhet. Stora delar av tillrinningsområdet är klassat som ett vattenskyddsområde vilket är en bidragande faktor till varför det finns lite industriell verksamhet inom området.

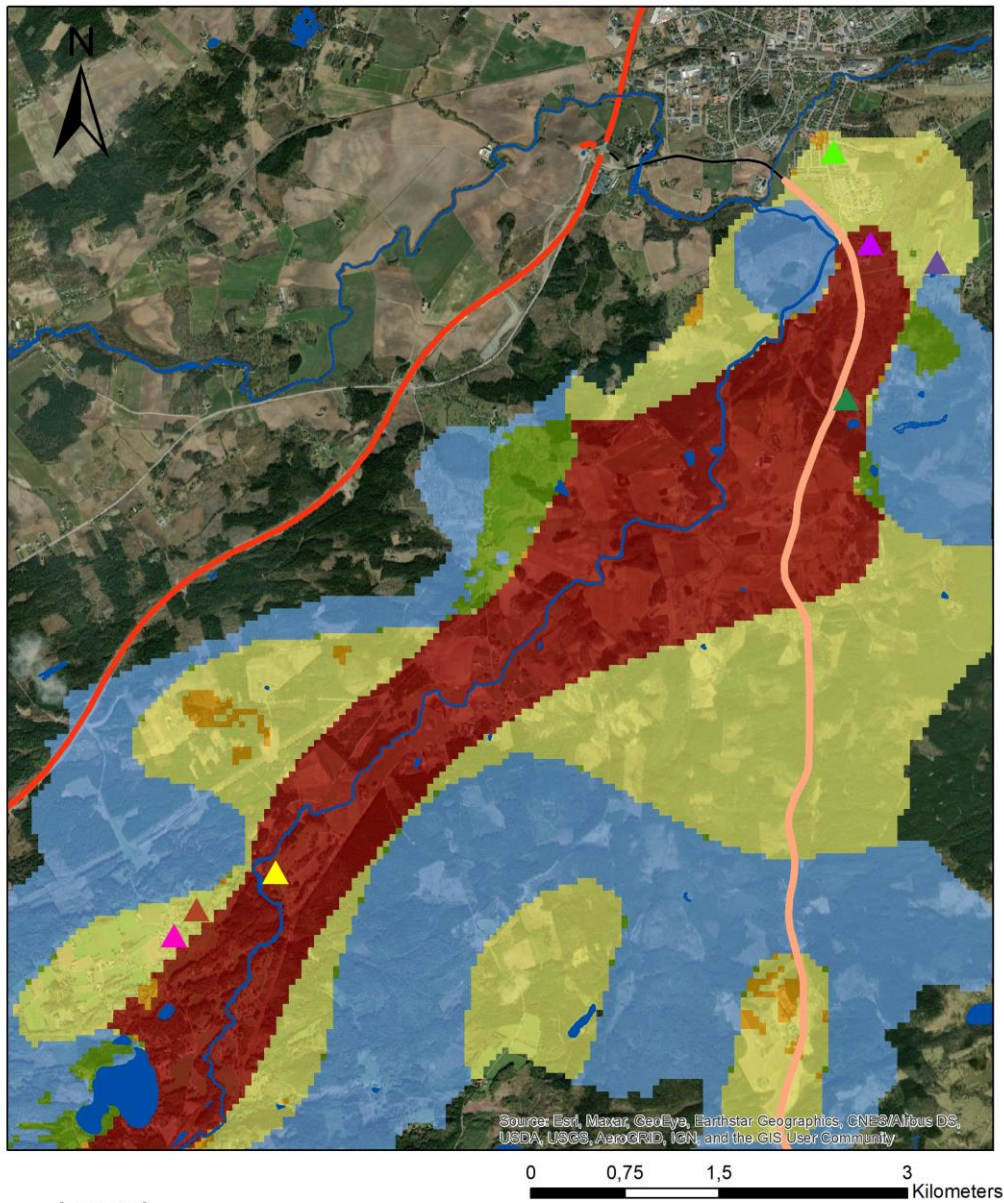
## 5 Klassificering

Samtliga riskkällor som identifierades sammanställs i Tabell 6. Riskkällorna som finns i Tabell 6 finns även mer utförligt förklarade och bedömda i Bilaga E.

Tabell 6: Riskklassificering för framtagna riskkällor inom tillrinningsområdet.

Kod	Riskkälla	Beskrivning av riskkällan
R1	Algustorp kyrkogård	Kyrka med begravningsplats. Bör regleras efter gällande lagstiftning angående begravningsplatser inom vattenskyddsområde.
R2	Horla kyrkogård	Kyrka med begravningsplats. Bör regleras efter gällande lagstiftning angående begravningsplatser inom vattenskyddsområde.
R3	Tidigare verksamhet	En före detta Bensinstation. Verksamheten är avvecklad sedan 1999. Platsen är sanerad av SPIMFAB.
R4	Privat skrot	En tomtägare har samlat på sig en stor samling uttjänade bilar och diverse skrot på sin privata tomt. Privat skrotupplag.
R5.1	Bil & traktor i Vårgårda (Normalfall)	Bil- och traktorverkstad som underhåller och förvarar bilar ståendes på asfalterad mark. Normalfall avser i det här fallet vanligt förekommande verkstadsspill såsom mindre oljespill.
R5.2	Bil och traktor i Vårgårda (Extremfall)	Bil- och traktorverkstad som underhåller och förvarar bilar ståendes på asfalterad mark. Extremfall avser större oljespill och läckage av farligt avfall.
R6	Sågverk	Finnatorps Sågverk. Behandlar timmer och förädlar detta till virke.
R7	Skogsbruk	Förändring av flödesriktning vid skogsavverkning då grundvattennivån kan öka respektive minska.
R8.1	Väg 42, Olycka	Landsväg med hastighet på 70 km/h.
R8.2	Väg 42, Vägsalt	Halkbekämpningsmedel som läggs ut längs samtliga vägar, framförallt väg 42.
R8.3	Väg 42, Transport av farligt gods	Vid transport av farligt gods kan olyckor ske vilket kan leda till skador på liv, miljö, hälsa eller egendom.
R9	Djurhållning	Avföring, söndertrampad mark och grovfoder som ensilage vilket kan medföra pressvatten.
R10	Jordbruk	Jordbruk finns i hela området, även i stor utsträckning i vattenskyddsområdets mest sårbara del.

## Vårgårda: Riskkällor

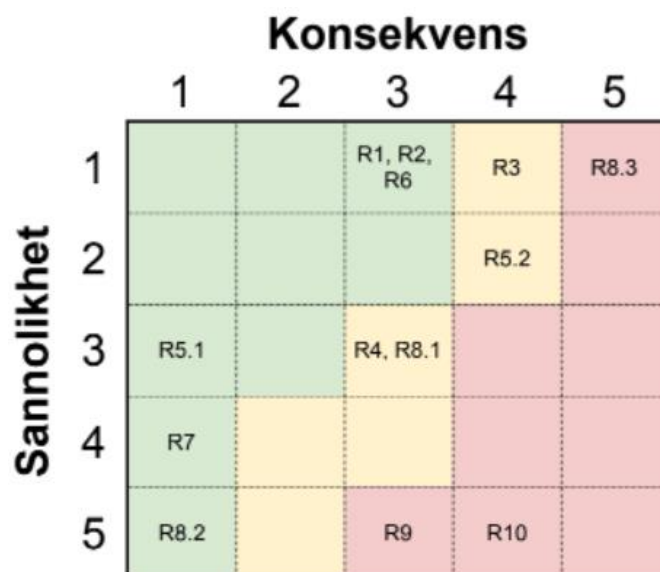


### Legend

Vattendrag	<b>Riskkälla</b>	R4	1
E20	R1	R5	2
Väg 42	R2	R6	3
	R3	R9	4
	R8	5	

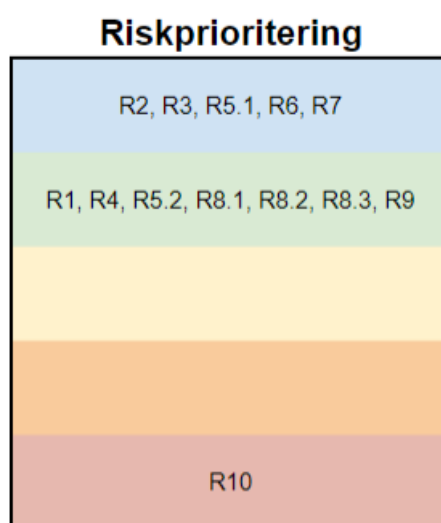
Figur 15: Karta över tillrinningsområdet med riskkällor och sårbarhetsklassificering utmarkerat.

Riskkällorna bedömdes enligt den framtagna metoden. Resultatet av detta kan ses i figur 15. R10, R9 och R8.3 kan efter riskbedömningen definieras som allvarliga risker vilka kan behöva iakttas av berörda parter för att undvika framtida föroreningar.



Figur 16: Slutgiltig riskbedömning för de framtagna föroreningskällorna.

När risken kombinerades med sårbarheten gav det riskprioriteringen, vilken kan avläsas i figur 16. Riskkällan R10, jordbruk, fick en förhållandevis hög riskprioritering medan övriga riskkällor kan betraktas ha ingen eller låg riskprioritering.



Figur 17: Slutgiltig riskprioritering för de framtagna riskkällorna.

## 6 Åtgärdsförslag

Som åtgärd föreslås två olika alternativ. Det första alternativet är att utföra åtgärder för det befintliga vattenskyddsområdet men att inte utöka vattenskyddsområdet. Det andra förslaget innebär att utöka vattenskyddsområdets utbredning i syfte att täcka hela grundvattentäktens mest sårbara del. Förslagen beskrivs mer i detalj nedan. Vi rekommenderar förslag två eftersom detta innebär att akviferen i sin helhet blir bättre skyddad.

### 6.1 Åtgärdsförslag 1

För att kunna reglera aktiviteter som utgör fara för dricksvattnet har som tidigare nämnt Vårgårda etablerat skyddsföreskrifter där privatpersoner själva ansvarar för att föreskrifterna följs. I dokumentet där Vårgårda kommun beskriver skyddsföreskrifterna är det olika regleringar beroende på om aktiviteten ligger inom den primära eller sekundära skyddszonen. Den enda avgränsningen för dessa områden vattnets uppehållstid. För en privatperson kan det vara mycket svårt att veta var skyddszonernas gränser går och därav veta vilka regler som måste följas. Om vattenskyddsområdet med dess skyddsföreskrifter som finns idag vidhålls föreslås att föreskrifterna förtydligas. Ett förtydligande över vilka zoner som finns och var gränsen mellan dem är belägen skulle göra föreskrifterna lättare att följas och blir mer användarvänliga. Detta kan exempelvis ske genom kartor eller informationsutskick till berörda verksamheter. Utöver detta skulle det vara gynnsamt att med jämna mellanrum kontrollera att skyddsföreskrifterna följs genom platskontroller hos berörda aktörer. Skyddsföreskrifterna är i stora drag vältäckande och utgör ett relativt bra skydd, således bör huvudfokus vara att föreskrifterna efterföljs.

Enligt klassificeringen som kan utläsas i Figur 17 skulle även krävas akuta åtgärder för att begränsa nitratutsläpp från jordbruksaktivitet i dricksvattnet. Som nämnts i kapitel 4.1 återfinns det redan idag förhöjda nitralter i Vårgårda. Det nämndes även att det finns flera konsekvenser med höga nitralter i dricksvatten. Ett alternativ för att minska nitralten i dricksvattnet hade varit att vidta ytterligare rening av vattnet. Kommunen har möjligheten att lägga till långsam infiltration som reningssteg av grundvattnet. Vid långsam infiltration kan bakterier och organismer rena bort näringsämnen så som nitrat (Modin, 2020). Detta reningssteg kan därmed sänka mängden nitrat i det dricksvatten kommunen sedan förser invånarna med. Eftersom hälften av Vårgårdas invånare får vatten från privata brunnar (Vårgårda, 2022), blir en eventuell rening av det kommunala vattnet inte effektivt när det kommer till hela befolkningen. Därmed är det extra viktigt att nitralterna i akviferen hålls ner.

I dagsläget har Vårgårda kommun tagit fram ett flertal skyddsåtgärder för att kunna begränsa nitralterna i grundvattnet (Vårgårda Kommun, 2012). Kommunen har exempelvis implementerat att gödsling är förbjuden i vattenmättad eller översvämmad mark, frusen mark eller snötäckt mark i hela vattenskyddsområdet i syfte att minska nitralspridningen. Kommunen har även implementerat ett krav för förvaring av naturgödsel om boskapsaktivitet

bedrivs. Hantering av 10 eller färre boskap kräver förvaring av naturgödsel från ett halvårs aktivitet. Hantering av fler än tio boskap kräver förvaringsutrymme för åtta månaders naturgödsel vid hantering av nötkreatur och tio månader vid övrig boskap. Det finns även ett förbud mot att bruka mineralgödsel mellan 1 november och 28 februari. Det är däremot tillåtet att använda naturgödsel under denna period. Detta indikerar att åtgärder vidtagits i syfte att upprätthålla en god grundvattenkvalitet i detta avseende, tyvärr verkar det som att dessa inte är tillräckliga eftersom det idag finns förhöjda nitrathalter i grundvattnet.

I syfte att kunna skydda grundvattentäkten mot höjda nitrathalter ytterligare föreslås att reglera även användningen av naturgödsel under perioden 1 november till 28 februari. Detta i syfte att minska kväveanvändningen under lågsäsongen. Enligt Jordbruksverket kan användning av naturgödsel leda till nitratspridning om det löser upp med ytvattnet och avlägsnas genom ytavrinning (Malgeryd & Persson, 2013). Att inte tillåta någon form av gödsel utanför odlingsäsong skulle kunna antas innebära en minskad kväveanvändning och därmed även en minskad nitratspridning genom jordbruksverksamhet. För att kunna förbättra de föreskrifter som finns idag föreslås att:

- Förbättra informationen gällande regler och dess geografiska utbredning.
- Användningen av naturgödsel regleras på samma sätt som konstgödsling utanför odlingsäsongen.

## 6.2 Åtgärdsförslag 2

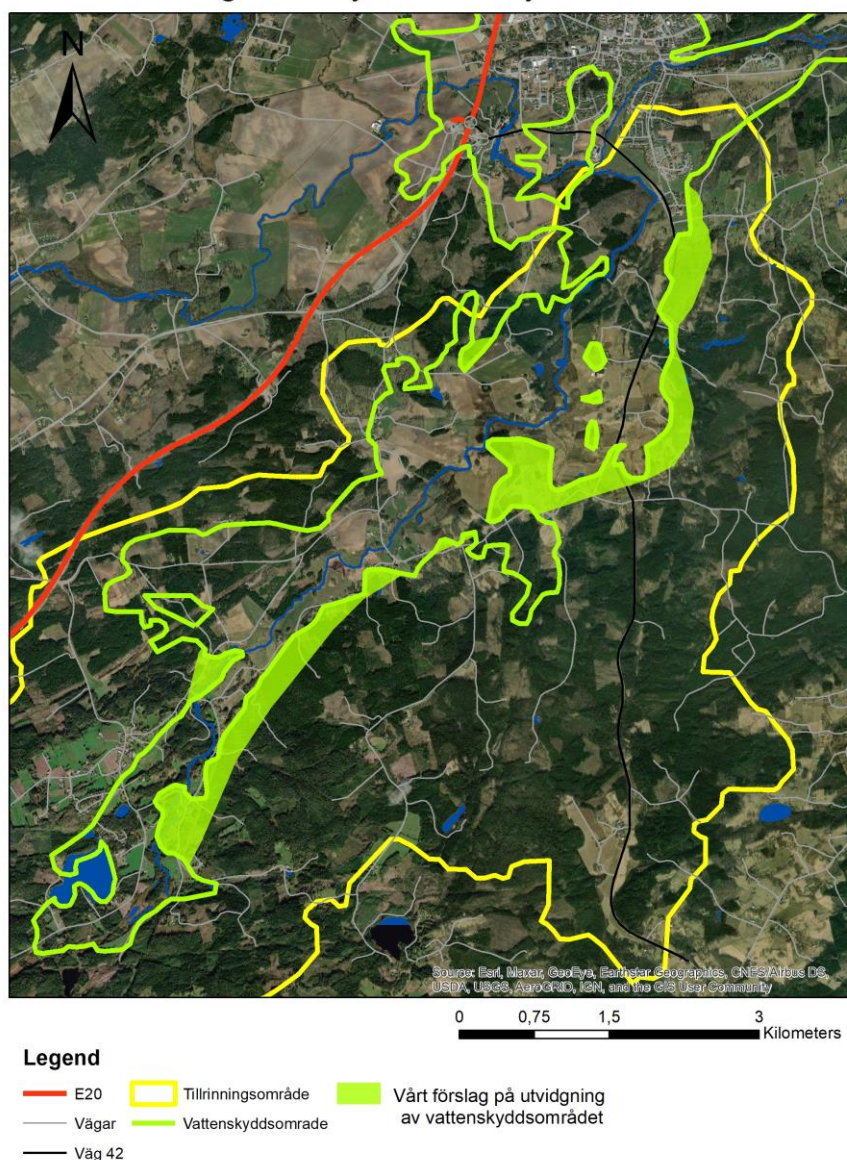
Enligt de kartor som tagits fram under arbetet kan utläsas att vattenskyddsområdet som existerar idag inte helt täcker det som förmodas vara akviferen. Vattenskyddsområdet täcker heller inte det som enligt vår sårbarhetsbedömning anses som mest sårbart vilket kan ses i figur 1. Vid ett eventuellt utsläpp över sårbara områden som inte innefattas i vattenskyddsområdet finns inga förebyggande skydd. I 10 kap. 2 § i miljöbalken står det följande (Sveriges Riksdag, 1998): *”Den som bedriver eller har bedrivit en verksamhet eller vidtagit en åtgärd som har bidragit till en föroreningskada eller allvarlig miljöskada (verksamhetsutövaren) är ansvarig för det avhjälpande som skall ske enligt bestämmelserna i detta kapitel.”* Detta tillsammans med resterande kapitel 10 i miljöbalken innebär att verksamhetsutövare inte är ansvariga förrän en eventuell skada skett, vilket redan kan ha påverkat grundvattnet till det negativa. Detta är något som kan behöva åtgärdas eftersom ett icke skyddat område över de mest sårbara delarna kan vara mycket riskabelt med avseende på vattenkvaliteten för grundvattnet.

Det vattenskyddsområde som finns idag är baserat på vattnets uppehållstid i marken. Detta är inte tillräckligt eftersom det lämnar sårbara områden utan skydd. Därmed är ett vattenskyddsområde baserat på riskbedömning att föredra. Ett sådant vattenskyddsområde hade enligt utförd riskanalys täckt hela den yta som är mest sårbar. De riskkällorna med hög riskprioritering bör även de beaktas vid framtagandet av ett vattenskyddsområde baserat på riskbedömning. En av dessa är som tidigare nämnt den förhöjda nitrathalten i området. Likt

åtgärdsförslag 1 måste även detta åtgärdas. I rad med det förstörade vattenskyddsområdet avses även att utöka gödslingsförbudet utanför odlingssäsong till att täcka hela tillrinningsområdet. Med detta i åtanke föreslår vi att:

- Vattenskyddsområdets geografiska utsträckning ska ses över för att innefatta hela det området som är mest sårbart.
- Skyddsåtgärder gällande gödslingsförbud utanför odlingssäsong införs i syfte att minska tillförseln av nitrat på hela tillrinningsområdet för att skydda vattenkvaliteten på inkommande vatten till akviferen.

### Vårgårda: Nytt vattenskyddsområde



Figur 18: Förslag på nytt utökat vattenskyddsområde.

## 7 Diskussion

Fokus på grundvatten och nämnda avgränsningar medförde att det inte togs fram åtgärder vad gäller miljörisker, ekonomiska aspekter, biologisk mångfald och andra miljökrav har alltså inte fått en mer genomgående åtgärd belyst i denna rapport. Dessa är viktiga parametrar och bör inte ignoreras men rapporten har endast belyst grundvattenkvalitet ur ett dricksvattenperspektiv och tillhörande aspekter kopplade till det.

I tillrinningsområdet finns en avsaknad på industriella verksamheter idag. Detta kan dels bero på att stora delar idag är klassat som vattenskyddsområde vilket försvårar nyetablering av industrier. Utöver detta kan det tänkas att industriella verksamheter historiskt har omlokaliseras till mer urbana miljöer, vilket lämnat området kring Vårgårda utan industrier idag. Av de få industriverksamhet som finns kvar idag är det Bil och traktor i Vårgårda som kan anses vara mest problematiska. Riskkällan kopplad till denna industri är det som benämnts som extremfall vilket innebär deras hantering av miljöfarligt material som oljetankar vilket hittades vid fältbesöket. I detta fall kan problematiken hållas under kontroll om korrekt hantering utförs kontinuerligt.

Företaget Finnatorps Såg är ytterligare en industri som finns kvar i området idag och har en anrik historia då det har varit i bruk under en längre tid. Historiskt sett har miljöfarliga kemikalier använts för att skydda virke från mikrobiell påväxt medan det ligger upplagt och inväntar vidare bearbetning. Huruvida detta är relevant för Finnatorps såg är okänt. Eftersom sågverket inte finns med på EBH-kartan bedöms sannolikheten att området är förorenat som lågt. Historisk påverkan från Finnatorps Såg kan däremot behövas utredas ytterligare vid en mer utförlig analys av grundvattenpåverkan om detta inte gjorts tidigare. Särskilt viktigt skulle detta vara i händelse av grävning eller rivning då bundna föroreningar kan spridas på nytt. Ytterligare ett område som kan vara problematiskt vid dessa åtgärder är den nedlagda bensinstationen. Företaget som ansvarat för att sanera området har gjort utlåtandet att området är renat från föroreningar associerade med drivandet av drivmedelstationer. Trots detta kan det vara en bra säkerhetsåtgärd med kontinuerlig uppföljning av både den gamla bensinstationen och sågverket. Båda verksamheterna befinner sig dessutom i den mest sårbara regionen vilket kan öka motiveringen till uppföljning.

Grundvattnet innehåller i dagsläget förhöjda nitrathalter, något som kan anses förväntat då en stor del av området som studerats domineras av jordbruk och djurhållning. Då källan till denna höjning är känd bör det bli enklare att sätta in förebyggande åtgärder för att säkerställa att grundvattnets kvalitet förblir dugligt för framtida generationer. Problematiken finns med att det kommer påverka jordbruket negativt ekonomiskt om regler om gödning eller liknande införs. Detta eftersom det kan resultera i en mindre skörd. Som uttryckt i Miljöbalken 7 kap. 25 § måste vattenskyddsområdets utbredning vägas mot de ekonomiska intressen som finns. Dessutom kan kommunen bli tvungen att kompensera jordbrukare ekonomiskt vilket kan tära på kommunen.

Överlag kan det antas att Vårgårda är ett område vars utsatthet för omfattande potentiella föroreningar är låg. Detta antagande medför att inga större eller mer omfattande kostnader vad gäller miljöövervakning antas vara i fokus och således inga större utgifter. Det finns dock mestadels fördelar att investera i just miljöövervakning. En kontinuerlig övervakning vilket redan har tagits upp för sågverket och den nedlagda bensinstationen gör att en mindre kostnad läggs kontinuerligt. Detta istället för att inte ha en övervakning och istället behöva lägga betydligt större resurser på att vid en eventuell förorening behöva sanera eller vidta andra större åtgärder. Syftet med miljöövervakningen blir att med mindre kontinuerliga medel säkra grundvattnets framtida kvalité och gynna framtida generationers tillgång till grundvattnet.

Utöver dessa potentiella satsningar för att försäkra sig om att en god tillförsel av kvalitativt dricksvatten bör även potentiella intressekonflikter för diverse intressenter tas i beaktning. Med dessa konflikter menas de kopplade till just viktiga vattenrelaterade tillgångar, dvs tjänster vattnet kan medföra och vilken nytta dessa kan bringa. Sammanfattningsvis är det alltså inte endast en satsning i form av miljöövervakning och förebyggande åtgärder som kan bli kostsamma utan det är även intressant hur diverse tillgångar kan komma att utvinnas för potentiella intressenter, nu och i framtiden. Just den ekonomiska aspekten kopplat till grundvatten och andra vattenkällor har inte varit i fokus för denna rapport men det är fortfarande viktigt att vara införstådd att det finns ekonomiska aspekter direkt kopplade till detta område utöver själva grundvattnet.

Genom de avgränsningar som gjorts för denna rapport har ingen hänsyn till förvärring av miljösituationer tagits. Den framtida belastningen för akviferen söder om Vårgårda är svår att förutspå baserat på den riskbedömningen som gjorts här och kan därmed behöva en egen analys. Det som kan fastställas är att om trenderna fortsätter kommer Vårgårda liksom alla andra orter stå inför klimatförändringar. Vårgårda kommun kan omöjligt påverka hela klimatförändringen men om miljöövervakningen som föreslagits implementeras har kommunen en större möjlighet att reagera vid förändrade situationer.

En av dessa förändrade situationer kan handla om flödesriktningen mellan akviferen och Sävån. I dagsläget sker majoriteten av flödet från akviferen till ån men om förutsättningarna förändras i framtiden gör det att kvalitén på grundvattnet kan försämrans. Detta eftersom ett ytpåverkat grundvatten anses ha sämre kvalité än ett grundvatten utan påverkan från till exempel en å. Vid en sådan förändring skulle nya åtgärder kunna behöva krävas vid reningen av vattnet samt att Sävåns tillrinningsområde kan behöva beaktas i större utsträckning. En kontinuerlig miljöövervakning har möjligheten att upptäcka en sådan flödesförändring i tid vilket gör att rätt åtgärder kan implementeras i hopp om att hålla nere kostnaderna.

## 7.1 Angående bedömningsmetod

Vid bedömning av grundvattentäkten upptäcktes det att en riskbaserad analys vid framtagande av vattenskyddsområde är mer fördelaktigt och ger en mer representativ bild av verkligheten, jämfört med analys baserat på tillrinningstiden. Huvudanledningen till varför en analys som använder riskprioritering som utgångspunkt lämpar sig bättre är primärt att det finns många osäkerheter kopplade till de parametrar som används vid beräkning av tillrinningstiden. Något så trivialt som beräkningen av den hydrauliska konduktiviteten har en stor inverkan på hur vattenskyddsområdet kan komma att se ut. Processen som används för att ta fram den hydrauliska konduktiviteten som ger ett representativ bild över området är komplicerad. Ett bra exempel som belyser fördelen med att använda ett riskbaserat angreppssätt är utsläpp av svårnedbrytbara föroreningar såsom olja. För föroreningar som är svårnedbrytbara är det inte en fråga om föroreningarna kommer nå grundvattnet utan mer en fråga om när det kommer ske.

I litteraturstudien upptäcktes flertalet sätt att riskbedöma. Ingen av dessa ansågs framhäva det som var väsentligt. Då bedömningen ska vara en första anblick över läget i Vårgårda med huvudfokus på dricksvattenkvalitet valdes att göra en generell metod och försöka identifiera föroreningskällorna som utgör störst hot mot grundvattnet. Med nuvarande bedömningsmetod fick varje riskkälla en definierad risk vars funktion var att utmärka potentiell grundvattenkvalitetsförsämring. Därefter vägdes sårbarheten in för att bedöma den mer specifika påverkan på grundvattnet. Bedömningsmetoden tar således inte ekosystemtjänster i beaktning då dessa inte anses påverka den fysiska hälsan för Vårgårda kommuns invånare.

En fördel med detta system är att riskkällor som har en hög riskklassificering men har en låg sårbarhetspoäng hamnar längre ned i prioriteringen, som en följd av ekvation 3. Denna bedömningsmetod har använts på samtliga riskkällor, detta för att vara så konsekvent som möjligt och bevara möjligheten att bedöma föroreningarna rättvist. En fördel med att väga in sårbarheten sist är att det skapas två riskbedömningar i en. På detta sätt kan vissa riskkällor som har hög risk men låg sårbarhet sorteras bort för att skapa en mer distinkt riskprioritering.

Vid bedömning av konsekvensen valdes att väga in hälsokonsekvensen för konsumenten av dricksvattnet samt eventuella ekonomiska konsekvenser. Anledningen bakom detta är att vidga spannet vilket leder till en nyanserad bedömning. Valet att enbart väga in hälsokonsekvenserna för konsumenten och inte andra hälsoaspekter är som tidigare nämnt att metoden ses som en första bedömning, där målet är att åtgärda de allvarligaste riskkällorna först. Den ekonomiska aspekten har inte fått några tydliga avgränsningar då graden av osäkerhet när det kommer till prissättning är för hög. Således har denna bedömning använts för att avgöra och poängtera vem som bör åtgärda föroreningen och eventuellt pris på tänkt åtgärd. Med denna bedömning framhävs utsträckningen på konsekvenserna vilket medför en enklare klassificering. När det kommer till sannolikheten och sårbarheten har inte lika många avgränsningar gjorts då båda kan bedömas med en högre säkerhetsgrad. För sannolikheten sattes först ett spann på 1 - 15 år, detta upptäcktes dock vara för litet och justerades till

nuvarande spann. Vid bedömningen av sårbarheten användes framtagen sårbarhetskarta med enda justeringen jämfört med DRASTIC-metoden att utnyttja en 5-skala istället för 8-skalan.

Under arbetes gång upptäcktes det att valet att bedöma riskkällorna med en och samma metod kunde resultera i ett missvisande resultat. Exempelvis vid sannolikhetsbedömningen av trafikolyckor, fick återkomsttiden 35 år sannolikhetspoängen 1 av 5. Samma återkomsttid med Trafikverkets egen sannolikhetsbedömning resulterar i 4 av 5. Trots detta användes metoden i syfte att standardisera bedömningsmetoden. En viss osäkerhet behöver beaktas vid användningen av framtagna klassificeringen. Detta eftersom konsekvensbedömningen och sannolikhetsbedömning innehåller parametrar som är gjorda med ingenjörsmässiga antaganden och bedömningar.

I och med att hela Vårgårda Kommuns vattenförsörjning sker med grundvatten viktades konsekvenser tyngre än sannolikheter, men i syfte att kunna standardisera modellen tas detta endast hänsyn till i diskussionsdelen. Detta medför att riskprioriteringen kan bli missvisande vid bedömning av exempelvis en riskkälla med sannolikhetspoäng 1 och konsekvenspoäng 5, i förhållande till en riskkälla med sannolikhetspoäng 5 och konsekvenspoäng 1. Ett alternativt angreppssätt hade kunnat vara att ha olika poängskalor för sannolikhet och konsekvens i syfte att förtydliga att parametrarna viktas olika.

## 7.2 Angående åtgärdsförslag

Efter att ha genomfört denna riskbaserade utvärdering av akviferen i Vårgårda kan vi konstatera att en riskbaserad metod överträffar en tillrinningstidsbaserad metod vad gäller uppförandet av ett vattenskyddsområde. Problematik med dagens föreskrifter kunde ses vara kopplade till bland annat detta. Främst handlar det om att områden som är som mest sårbara lämnats utanför vattenskyddsområdet, vilket innebär att aktiviteterna där inte kan regleras till skydd för grundvattnet. Ytterligare problematik gällande dagens föreskrifter handlar om att de brister i tydligheten när det gäller att informera. Eftersom privata aktörer är ansvariga att själva applicera skyddsföreskrifterna skapar detta ett hinder för den att kunna följas. Vårt åtgärdsförslag 1 handlar om att förtydliga dagens skyddsföreskrifter för att kunna öka möjligheten att ordentligt följa dem. Detta är ett relativt enkelt åtgärdsförslag som inte heller bör kosta kommunen större summor att applicera.

Åtgärdsförslag 1 innehåller även en rekommendation att uppdatera regler gällande gödsling. Detta har tagits fram för att åtgärda den nitratproblematik som idag finns i Vårgårda. Problemet med en applicering av detta är att jordbrukarnas minskade användning av gödning kan leda till något sämre skördar. Därmed kommer åtgärdsförslaget stå i konflikt med privata ekonomiska intressen. Ur Miljöbalken framkommer det att ekonomiska intressen ska beaktas vid upprättandet av vattenskyddsområden. Ett alternativ för kommunen är att ge ekonomisk kompensation vid skärpandet av föreskrifterna för att ändå kunna arbeta mot en bättre grundvattenkvalité.

Problematiken finns med att det kan komma att påverka jordbruket negativt ekonomiskt om regler om gödning eller liknande införs. Detta eftersom det kan resultera i en mindre skörd. Som nämntes i kapitel 1.5 står det uttryckt i Miljöbalken 7 kap. 25 § att inrättande av ett vattenskyddsområde måste vägas mot de privata ekonomiska intressen som finns. Dessutom kan kommunen bli tvungen att kompensera jordbrukare ekonomiskt för minskad skörd.

Vi tog därmed fram åtgärdsförslag 2 vilket kan fungera som en grund till en större uppdatering av vattenskyddsområdet baserat på just risk och riskprioritering. Ändringarna från åtgärdsförslag 1 vad gäller information och gödsling går att applicera även i detta förslag. Därutöver gäller även förändringen av den geografiska utbredningen av vattenskyddsområdet som visas i figur 18. Som nämnt tidigare finns en problematik med att mycket sårbara områden inte innefattades av vattenskyddsområdet. Med detta som utgångspunkt föreslår vi att ytterligare yta läggs till vattenskyddsområdet för att innefatta hela det mest sårbara området. Därutöver beaktas den riskprioritering som gjorts. Denna visade enbart att jordbruksverksamheten med dess nitrattillskott var en ”väldigt hög riskprioritering”. Hade någon ytterligare verksamhet visat sig utgöra ett lika stort hot mot grundvattnet hade även denna verksamhet kunnat regleras efter en utförd riskprioritetsbedömning.

Eftersom en större yta skulle begränsas vad gäller gödning kan det leda till ytterligare förbättring av nitrutförutsättningarna. Problemet är att området inom övriga tillrinningsområde innehåller stor andel åkermark. Detta gör att grundvatten med förhöjda nitrathalter som kommer utifrån det reglerade området fortsatt bidrar med nitrat till akviferen. Förslagsvis kan därmed området som regleras med avseende på nitrat ytterligare förstoras eller också kan reglerna skärpas i ett försök att minska nitrattillskottet. I och med att allmänna intressen och privata intressen i det här fallet står emot varandra kan det vara svårt att implementera de mest lämpliga åtgärderna fullt ut för att säkerställa en framtida god grundvattenkvalitet. De mest lämpade åtgärderna kan även bli för kostsamma för kommunen och dess verksamhetsutövare. Av dessa anledningar föreslår vi åtgärdsförslag 2.

## 8 Slutsats

Grundvattentäkten utsätts i dagsläget för flera olika föroreningskällor med varierande risk och riskprioritering. Dessa är däremot främst lokaliserade utanför grundvattentäktens enligt DRASTIC-beräkningarnas mest sårbara del. Detta styrker att en riskbaserad metod är att föredra över en metod som bygger på tillrinningstid vid framtagandet av vattenskyddsområde. Det är däremot viktigt att beakta att de lokala sårbarhetsförutsättningarna kan förändras och att lämpliga åtgärder därmed kan behöva vidtas.

Efter utförd riskbaserad grundvattenkvalitetsanalys kan slutsatsen att vattenskyddsområdet som Vårgårda Kommun har idag vara otillräckligt. Detta i och med att främst nitrathalter från jordbruk antas utgöra en stor risk på akviferens mest sårbara del. Således får denna föroreningskälla högst riskprioritering och bör enligt oss åtgärdas. Vi föreslår således att en kombination av utökat vattenskyddsområde som täcker hela grundvattentäktens mest sårbara del (åtgärdsförslag 2) och att implementera förbud mot all typ av gödsling utanför odlingsäsong (åtgärdsförslag 1).

## Referenser

- Burström, P. G., & Nilvén, K. (2018). *Byggnadsmaterial-Tillverkning, egenskaper och användning*. Göteborg: Studentlitteratur.
- Cederlöf, K. (den 31 11 2021). Naturvårdsverkets föreskrifter om skydd mot mark- och vattenförorening av brandfarliga vätskor och spillolja. *Naturvårdsverkets författarsamling*. Sverige: Naturvårdsverket. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/lagar-och-regler/foreskrifter-och-allmannarad/2021/nfs-202110/>
- Dalslands Energi & Miljöförbund. (den 04 mars 2022). *Verkstäder*. Hämtat från Dalsland.se: <https://www.dalsland.se/foretag-verksamhet/miljoskydd/verkstader/>
- Firat Ersoy, A., & Gültekin, F. (2013). *DRASTIC-based methodology for assessing groundwater vulnerability in the Gümüşhacıköy and Merzifon basin*. Trabzon: Karadeniz Technical University. Hämtat från [http://www.scielo.org.co/pdf/esrj/v17n1/v17n1a6.pdf?fbclid=IwAR06Mb6ZYdaVUfoa8iitoy-VKb0ASvX\\_FNdjMIglUSjJ4dCd4gyocKzfvlo](http://www.scielo.org.co/pdf/esrj/v17n1/v17n1a6.pdf?fbclid=IwAR06Mb6ZYdaVUfoa8iitoy-VKb0ASvX_FNdjMIglUSjJ4dCd4gyocKzfvlo)
- Havs- och vattenmyndigheten. (2019). *Jordbruk och läckage av nitrat till grundvatten*. Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2021). *Vägledning om inrättande och förvaltning av vattenskyddsområden*. Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten. doi:978-91-89329-03-4
- Jordbruksverket. (den 30 juni 2020). *Övergödning och läckage av växtnäring*. Hämtat från jordbruksverket.se: <https://jordbruksverket.se/jordbruket-miljon-och-klimatet/overgodning-och-lackage-av-vaxtnaring>
- Kemikalieinspektionen. (den 16 juni 2021). *Kylarvätska*. Hämtat från Kemi.se: <https://www.kemi.se/kemikalier-i-vardagen/kemikalier-i-hemmet-och-pa-fritiden/kylarvatska>
- Kemikalieinspektionen. (den 10 februari 2022). *Träskydd med kreosot*. Hämtat från Kemi.se: <https://www.kemi.se/bekämpningsmedel/biocidprodukter/vanliga-typer-av-biocidprodukter/traskyddsmiddel/traskydd-med-kreosot>
- Kristersson et. al. (2017). *Nitrat och nitrit i ivsmedel*. Uppsala: Livsmedelsverket. doi:1104-7089
- Löfgren, E. (2008). *Utvärdering av grundvattensanering imon Sundsvalls oljehamn*. Uppsala: Uppsala Universitet. doi:1401-5765
- Länsstyrelsen. (den 06 september 2021). *Statens Geotekniska Institut*. Hämtat från Inventering och riskklassning: <https://www.sgi.se/sv/vagledning-i-arbetet/fororenade-omraden/fran-inventering-till-atgard/inventering-och-riskklassning/>
- Länsstyrelsen. (2022). *EBH-kartan*. Hämtat från ext-geoportal.lansstyrelsen.se: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ed0d3fde3cc9479f9688c2b2969fd38c>
- Länsstyrelsen Halland. (2014). *Inventering av förorenade områden, "skrothantering och skrothandel" samt "övriga objekt"*. Hämtat från <https://docplayer.se/49526671-Inventering-av-fororenade-omraden-skrothantering-och-skrothandel-samt-ovriga-objekt.html>
- Länsstyrelsen Västra Götaland. (u.å.). *Vattenskyddsområden*. Hämtat från Lansstyrelsen.se: <https://www.lansstyrelsen.se/vastra-gotaland/natur-och-landsbygd/aktiviteter-och-ingrepp-i-naturen/vattenskyddsomraden.html>

- Lång, L.-O. (den 31 mars 2022). *Grundvatten av god kvalitet*. Hämtat från sverigesmiljomal.se:  
<https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/grundvatten-av-god-kvalitet/>
- Lång, L.-O., & Persson, T. (2011). *Grundvattenförekomster i Vårgårda kommun*. SGU. doi:978-91-7158-855-5
- Lavtox. (u.å.). *Boracol Träskyddsmedel*. Hämtat från Lavtox.se:  
<https://lavtox.se/produkter/boracol-traskyddsmedel/>
- Ledskog, L., & Lundgren, T. (1989). *Olje- och kemikalieutsläpp i jord*. Linköping: Myndigheten för särskild beredskap. Hämtat från  
<https://rib.msb.se/filer/pdf/1816.pdf>
- Livsmedelsverket. (u.å.). *Livsmedelsverket*. Hämtat från Livsmedelsverket:  
<https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/koppar>
- Magdalena Thorsbrink, Claes-Håkan Carlsson, Lena Blad, Eva Jirner Lindström & Lars Rodhe. (2009). *Erfarenhetsrapport, Sårbarhetskartor för grundvatten anpassade, för räddningstjänstens behov*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap tillsammans med Sveriges geologiska undersökning. Hämtat från  
<http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s0905-rapport.pdf>
- Magnusson, T. (2015). *Skogsbruk - mark och vatten*. Skogsstyrelsen.
- Malgeryd, & Persson. (2013). *Hästgödsel - en naturlig resurs*. Jordbruksverket. Hämtat från  
[https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_jo/jo13\\_5.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo13_5.pdf)
- Maxe, L. (2015). *Jordbrukspåverkan på grundvatten - fördjupad analys av SGUs databaser*. Uppsala: SGU.
- Modin, O. (2020). *Dricksvattenberedning*. i *Om vatten*. Göteborg: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2009). *Grundvattenförorening vid trafikolyckor*. Linköping.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2014). *Räddningstjänsten i siffror*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Hämtat från  
[https://ida.msb.se/dokument/insatsstatistik/A4\\_Rapport\\_Raddningstjansten-i-siffror-2014\\_webb.pdf](https://ida.msb.se/dokument/insatsstatistik/A4_Rapport_Raddningstjansten-i-siffror-2014_webb.pdf)
- Naturvårdsverket. (2020 a). *Naturvårdsverket*. Hämtat från Inventering av förorenade områden: [https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/fororenade-omraden/inventering-av-fororenade-omraden?\\_t\\_hit.id=Boilerplate\\_Episer\\_Features\\_Episer\\_Find\\_Models\\_Episer\\_VerFindDocument/6207\\_sv&\\_t\\_q=branschklass#E511198931](https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/fororenade-omraden/inventering-av-fororenade-omraden?_t_hit.id=Boilerplate_Episer_Features_Episer_Find_Models_Episer_VerFindDocument/6207_sv&_t_q=branschklass#E511198931)
- Naturvårdsverket. (2020 b). *Branschlistan*. Hämtat från  
<https://www.naturvardsverket.se/globalassets/vagledning/fororenade-omraden/inventering/branschlistan-2020-fororenade-omraden.pdf>
- Naturvårdsverket. (u.å. a). *Sveriges miljömål*. Hämtat från naturvardsverket.se:  
<https://www.naturvardsverket.se/om-miljoarbetet/sveriges-miljomal/>
- Naturvårdsverket. (u.å. b). *Polyaromatiska kolväten (PAH)*. Hämtat från Utslappssiffror.naturvardsverket.se:  
<https://utslappssiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Ovriga-organiska-amnen/Polyaromatiska-kolvaten/>
- Ojala, L., & Mellqvist, E. (2004). *Vägsalt - användning och påverkan på grundvattnet*. SGU. Hämtat från

- <https://resource.sgu.se/dokument/publikation/sgurapport/sgurapport200413rapport/s0413-rapport.pdf>
- Pålsson, J. (den 20 mars 2019). *Oljeutsläpp i marina miljöer*. Hämtat från Havochvatten.se: <https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/fororeningar-och-farliga-amnen/oljeutslapp.html>
- Ragnsells. (u.å.). *Bromsvätska*. Hämtat från ragnsells.se: <https://www.ragnsells.se/detvi-gor/sorteringsguide/farligt-avfall/bromsvatska/>
- Rosén, L. (1991). *Sårbarhetsklassificering av grundvatten*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola. doi:0347-8165
- SGF. (den 31 maj 2019). *Förorenade Områden Undersökningar*. Hämtat från Alifater: <http://www.foroenadedomraden.se/index.php/aemnen/alifater#Risker>
- SGU. (den 02 november 2020). *Vatten*. Hämtat från sgu.se: <https://www.sgu.se/om-geologi/vatten/>
- SGU. (u.å.). *Brunnar*. Hämtat från apps.sgu.se: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html>
- Skogsstyrelse. (2022). *Skogsvårdslagstiftningen*. Skogsstyrelsen.
- Slottner, D. (u.å.). *Förluster under ensileringen*. Hämtat från ensilagenytt.se: <http://www.ensilagenytt.se/forluster.htm>
- SPIMFAB. (2014). *Drivmedelsbolagens undersökningar och saneringar av förorenade bensinstationer*. SPIMFAB.
- SPIMFAB. (u.å.). *SPIMFAB*. Hämtat från Drivkraftsverige.se: <https://drivkraftsverige.se/om-spbi/narstaende-bolag/spimfab/>
- Svenskt Vatten. (den 19 maj 2016). *Produktion av dricksvatten*. Hämtat från Svensktvatten.se: <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/produktion-av-dricksvatten/>
- Svenskt vatten utveckling. (2014). *Dräneringsvatten från begravningsplatser*. Bromma: Svenskt vatten.
- Sveriges radio Dalarna. (den 23 mars 2012). *Cancerfifter vid sågverk*. Hämtat från Sverigesradio.se: <https://sverigesradio.se/artikel/5032173>
- Sveriges Riksdag. (den 11 juni 1998). *Miljöbalken. 1998:808*. Stockholm, Sverige. Hämtat från Miljöbalk (1998:808).
- TräGuiden. (den 24 augusti 2015). *kemiskt träskydd*. Hämtat från Traguiden.se: <https://www.traguiden.se/underhall/ytbehandling-och-underhall/traskydd/traskydd/kemiskt-traskydd/>
- Trafikverket. (2020). *Vägledning yt- och grundvattenskydd*. Borlänge: Trafikverket. Hämtat från [https://trafikverket.ineko.se/Files/en-US/78794/Ineko.Product.RelatedFiles/2020\\_171\\_vagledning\\_yt\\_och\\_grundvattenskydd.pdf](https://trafikverket.ineko.se/Files/en-US/78794/Ineko.Product.RelatedFiles/2020_171_vagledning_yt_och_grundvattenskydd.pdf)
- Trafikverket. (den 26 april 2022 a). *Vägtrafikflödeskartan*. Hämtat från Trafikverket: <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>
- Trafikverket. (den 18 mars 2022 b). *Vägsalt - bara där det behövs*. Hämtat från Trafikverket.se: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall/saskotervi-vagar/vintervaghallning/vagsalt---bara-dar-det-behovs/>
- TTE. (u.å.). *Förändrade grundvattennivåer är ett stort miljöhot*. Hämtat från tte-sweden.se: <https://tte-sweden.se/forandrade-grundvattennivar-ar-ett-stort-hot-miljon/>
- UNDP. (den 27 december 2021). *Rent vatten och sanitet för alla*. Hämtat från globalamalen: <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-6-rent-vatten-och-sanitet/>

- Van Der Heiden, F., & Lithén, J. (2011). *Groundwater Modelling of Vårgårda Aquifer*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Vårgårda Kommun . (2022). *Vårgårda Kommun*. Hämtat från Komunal vatten och avlopp: <https://www.vargarda.se/medborgare/bo-bygga-och-miljo/vatten-och-avlopp/kommunalt-vatten-och-avlopp.html>
- Vårgårda Kommun. (2012). *Skyddsföreskrifter för vattentäkterna Storhagen och Algustorp*. Vårgårda: Vårgårda Kommun. Hämtat från [https://www.vargarda.se/download/18.29e435a816baf1b04fe709/1566451404223/SF\\_V%C3%A5rg%C3%A5rda\\_Algutstorp.pdf](https://www.vargarda.se/download/18.29e435a816baf1b04fe709/1566451404223/SF_V%C3%A5rg%C3%A5rda_Algutstorp.pdf)
- Vårgårda Kommun. (den 19 mars 2015). *Landskap*. Hämtat från [vargarda.se: https://www.vargarda.se/medborgare/samhallsplanering-och-trafik/samhallsutveckling-och-planering/riksintressen/naturmiljovard/landskap.html](https://www.vargarda.se/medborgare/samhallsplanering-och-trafik/samhallsutveckling-och-planering/riksintressen/naturmiljovard/landskap.html)
- Vikberg, E. (2010). *Skogsavverkningens påverkan på grundvattnets flödesvägar*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Villaägarna. (u.å.). *Villaägarna*. Hämtat från [Villaägarna: https://www.villaagarna.se/radgivning-och-tips/juridik/artiklar/forbjudet-att-tvatta-bilen-hemma/](https://www.villaagarna.se/radgivning-och-tips/juridik/artiklar/forbjudet-att-tvatta-bilen-hemma/)
- Wills, R. (u.å.). *Silage rolls*. Hämtat från [Openverse: https://search.openverse.engineering/image/3e2ea262-aa32-4f9c-8b47-ac16c7c27e9f](https://search.openverse.engineering/image/3e2ea262-aa32-4f9c-8b47-ac16c7c27e9f)

## Appendix

### Bilaga A

Guide steg-för-steg vid användning av DRASTIC:

#### D (Djup till grundvattenytan)

Verktyget IDW (Spatial analyst) användes på lagret "bark" med inställningarna:

Power: 2, Number of points: 12, fält GRVNIVA och cell size: 20.

Från detta gjordes ett nytt lager med namn "G\_v\_n".

Verktyget Reclassify användes sedan på lagret "G\_v\_n" med klassificering enligt Rosén *sårbarhetsklassificering av grundvatten* från 1991. Denna gjordes som följande:

<u>Meter till grundvattenytan</u>	<u>Klassificering</u>
0 - 1,5	10
1,5 - 4,5	9
4,5 - 9	7
9 - 15	5
15 - 23	3
23 - 30	2
> 30	1

Detta nya lager fick namnet "D" och är det klara lagret som beskriver djupet till grundvattnet med en klassificering enligt DRASTIC.

#### R (Grundvattenbildning)

Utifrån kartan (Van Der Heiden & Lithén, 2011), gjordes en shapefile som beskrev tillrinningsområdets utbredning. Lagret "jordlager\_1miljon" användes sedan tillsammans med det skapade tillrinningsområdet för att dela upp området baserat på jordlagren. Detta lager fick namnet "new\_shapefile" och har i fältet "jordart" en beskrivning av vilka jordarter tillrinningsområdet innehåller.

Verktyget Feature to raster (conversion) användes på lagret "new\_shapefile" med inställningarna:

Fält: jordart, Output: tillrinningsområde, Cell size 20.

Verktyget Reclassify användes sedan på "tillrinningsområde". Baserat på uppgifter från (Van Der Heiden & Lithén, 2011), gavs alla områden som inte var berg i tillrinningsområdet ett värde på >250 mm/m<sup>2</sup>år. Detta innebar att berg klassificerades om med värde 1 medan övriga områden fick värde 9.

Detta nya lager fick namnet "R" och är det klara lagret som beskriver grundvattenbildningen i tillrinningsområdet med en klassificering enligt DRASTIC.

#### A (Akviferens material)

Utifrån ”grundvattentillgång\_i\_jordlager” gjordes en shapefile med namn ”akvifer” som beskrev den prioriterade akviferens utbredning. Lagret ”jordlager\_1miljon” användes sedan tillsammans med det nya lagret för att dela upp området baserat på jordlagren. I fältet ”id” fick ytorna som beskrivs som berg värde 0 och övriga områden innanför akviferen fick värde 1. Detta lager innehåller även områden utanför akviferen vilket är större än tillrinningsområdet. Detta gjordes för att inte akviferens yta skulle bli begränsande i den kommande DRASTIC vägningen. Denna yta fick värde 2 i fältet ”id”.

Verktyget Feature to raster(conversion) användes på lagret ”akvifer” med inställningarna: Fält: id, Output: akviferR, Cell size 20.

Verktyget Reclassify användes sedan på ”akviferR”. Klassificeringen skedde så att områden med berg fick värde 3, övriga områden innanför akviferen fick värde 8 och området utanför akviferen fick värde 0.

Detta nya lager fick namnet ”A4” och är det klara lagret som beskriver akviferens material med en klassificering enligt DRASTIC.

#### S (Jordmånens material)

Verktyget Feature to raster(conversion) användes på lagret ”jordarter\_1miljon” med inställningarna:

Fält: JG2\_TX, Output: jordarter, Cell size 20.

Verktyget Reclassify användes sedan på ”jordarter”. Klassificeringen gjordes enligt följande:

<u>Jordart</u>	<u>Klassificering</u>
Berg	1
Torv	8
Lera-silt	4
Morän	9
Isälvsediment	10
Postg. Sand-grus	10

Detta nya lager fick namnet ”S” och är det klara lagret som beskriver jordmånens material med en klassificering enligt DRASTIC.

#### T (Topografi)

Verktyget Slope (3D Analyst) användes på lagret ”nh\_64\_3” med inställningarna:

Output measurment: Degree, Method: Planar, Z factor: 1, Output: Slope.

Verktyget Reclassify användes sedan på "Slope". Klassificeringen gjordes enligt följande:

<u>Lutning [%]</u>	<u>Klassificering</u>
0 - 2	10
2 - 6	9
6 - 12	5
12 - 18	3
> 18	1

Detta nya lager fick namnet "T" och är det klara lagret som beskriver terrängens lutning med en klassificering enligt DRASTIC.

I (Den omättade zonens material)

Verktyget Reclassify användes på "tillrinningsområde". Klassificeringen gjordes sådan att områdena som var berg fick värde 4 och övriga områden fick värde 8. Detta gjordes eftersom det från brunnnsdatan (SGU, u.å.) kunde utläsas att sand var i stor majoritet i det aktuella området.

Detta nya lager fick namnet "I" och är det klara lagret som beskriver jordmaterialet i den omättade zonen i tillrinningsområdet med en klassificering enligt DRASTIC.

C (Akviferens hydrauliska konduktivitet)

Verktyget Reclassify användes på "akviferR". Klassificeringen skedde så att områden med berg fick värde 1, övriga områden innanför akviferen fick värde 10 och området utanför akviferen fick värde 0.

Detta nya lager fick namnet "C" och är det klara lagret som beskriver akviferens hydrauliska konduktivitet med en klassificering enligt DRASTIC.

Summering

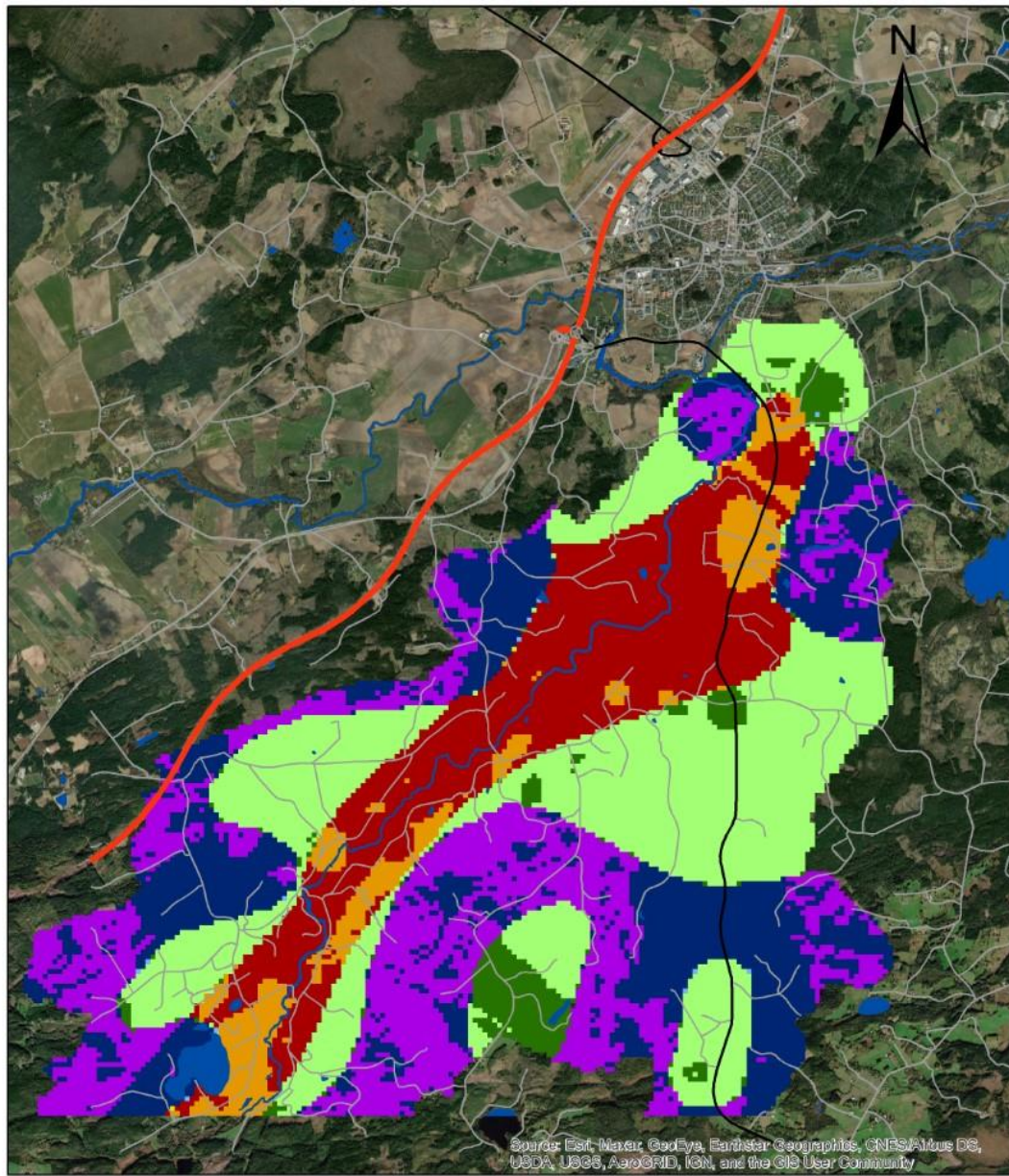
När alla lager skapats användes verktyget weighted sum med följande lager och vikt:

<u>Lager</u>	<u>Vikt</u>
D	5
R	4
A4	3
S	2
T	1
I	5
C	3

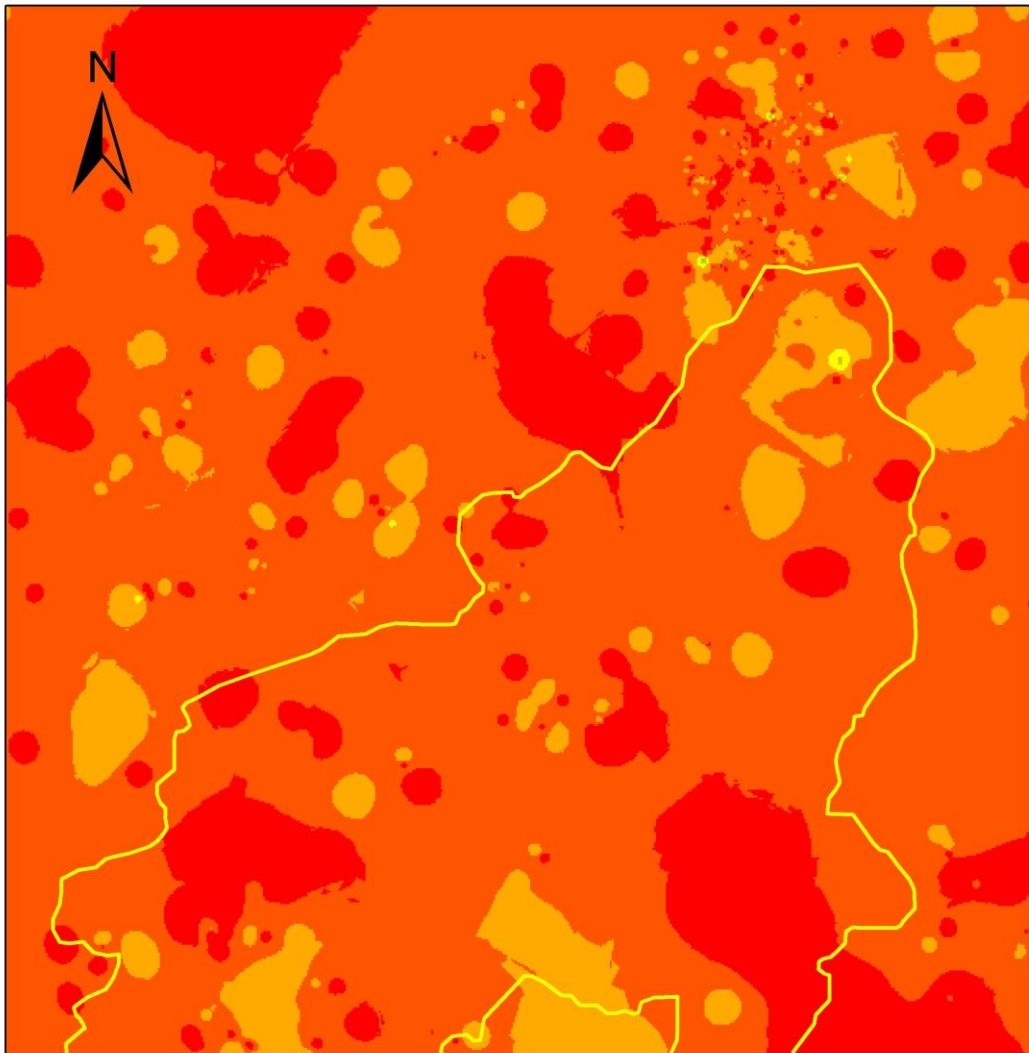
Outputen var ett sammanslaget lager som beskrev sårbarheten inom tillrinningsområdet med en klassificering enligt DRASTIC.

Bilaga B  
Sårbarhetskartor från DRASTIC.

### Sårbarhet enligt DRASTIC



# Djup till grundvattenytan klassificerad enligt DRASTIC



## Legend



# Grundvattenbildning klassificerad enligt DRASTIC

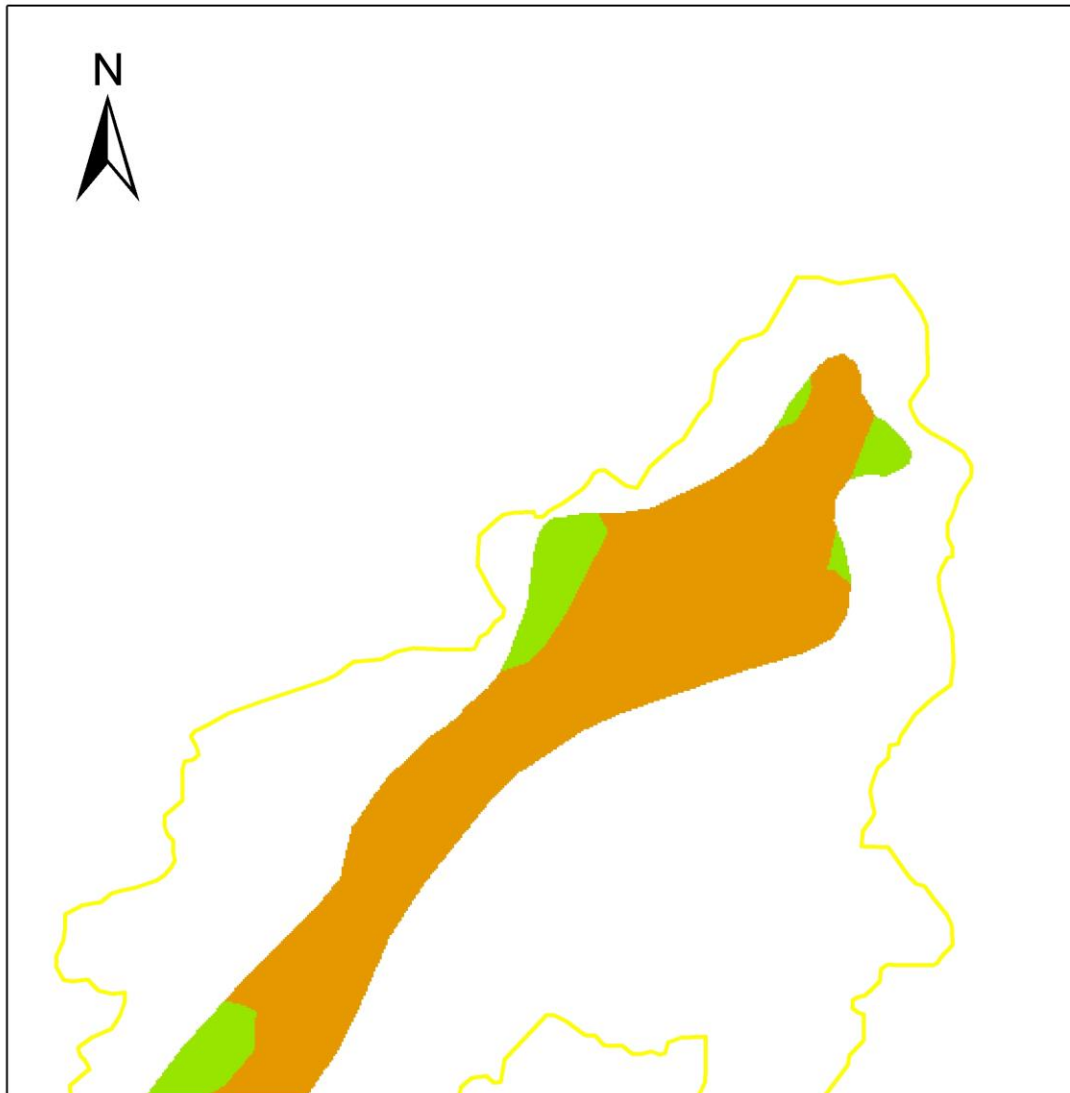


## Legend

Tillrinningsområde	1
	9

0 1 2 4 Kilometers

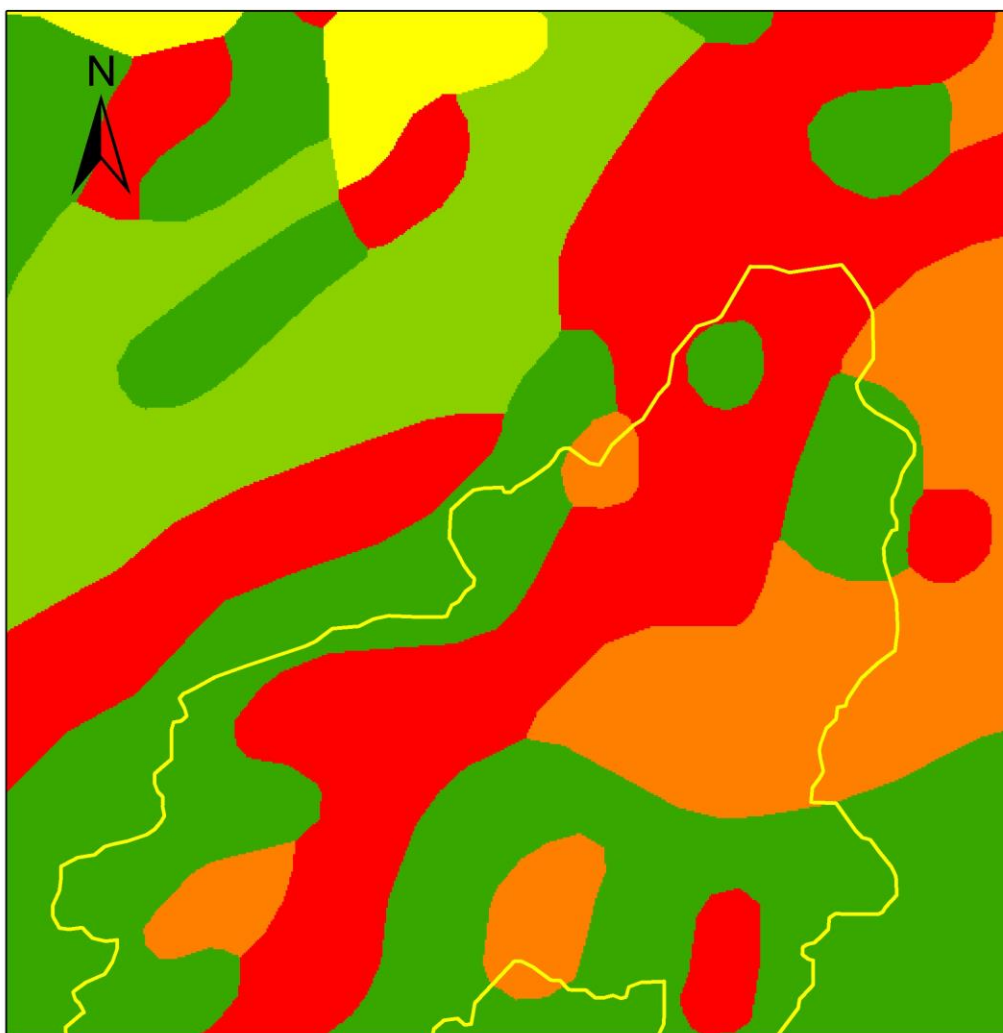
# Akviferens material klassificerad enligt DRASTIC



## Legend



# Jordmånens material klassificerad enligt DRASTIC

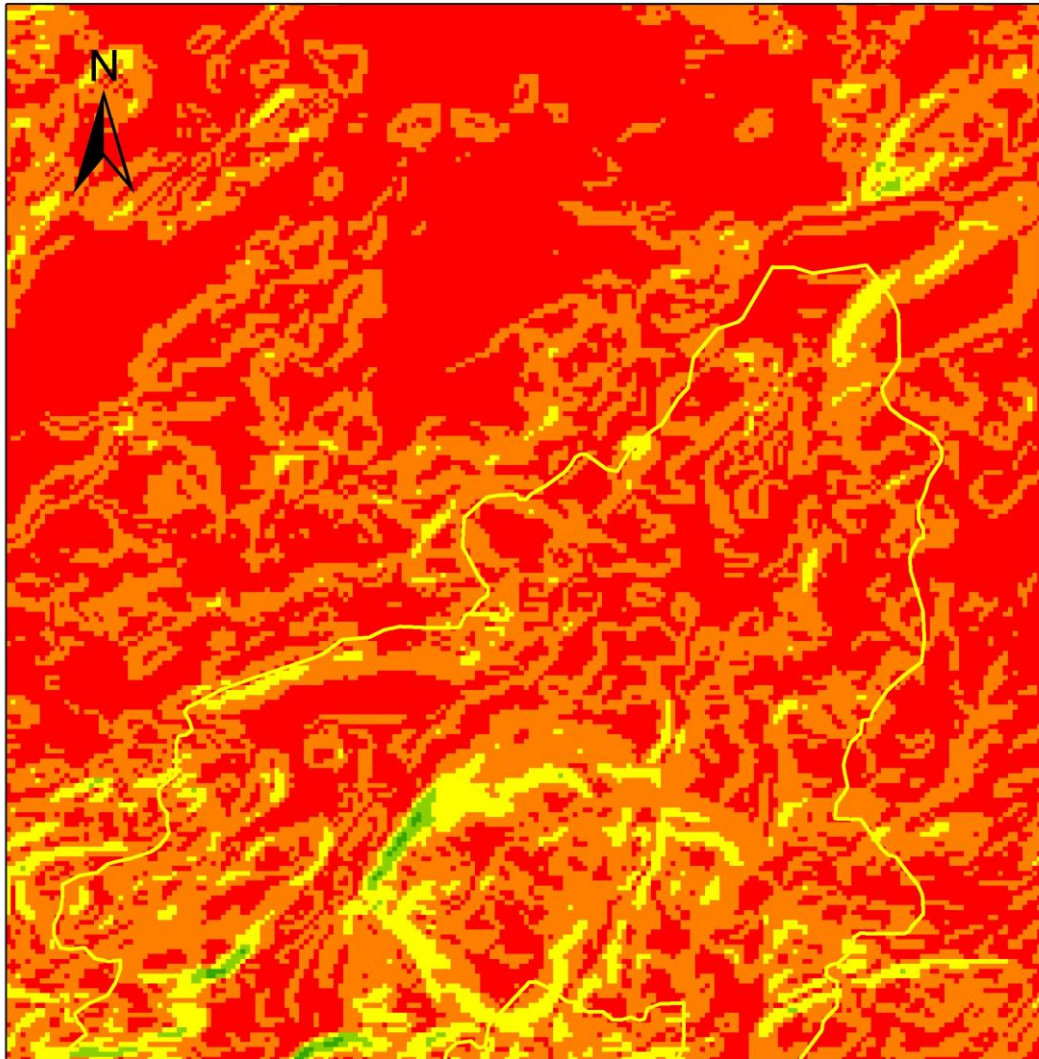


## Legend

Tillrinningsområde	1
	4
	8
	9
	10

0 1 2 4 Kilometers

# Topografi klassificerad enligt DRASTIC

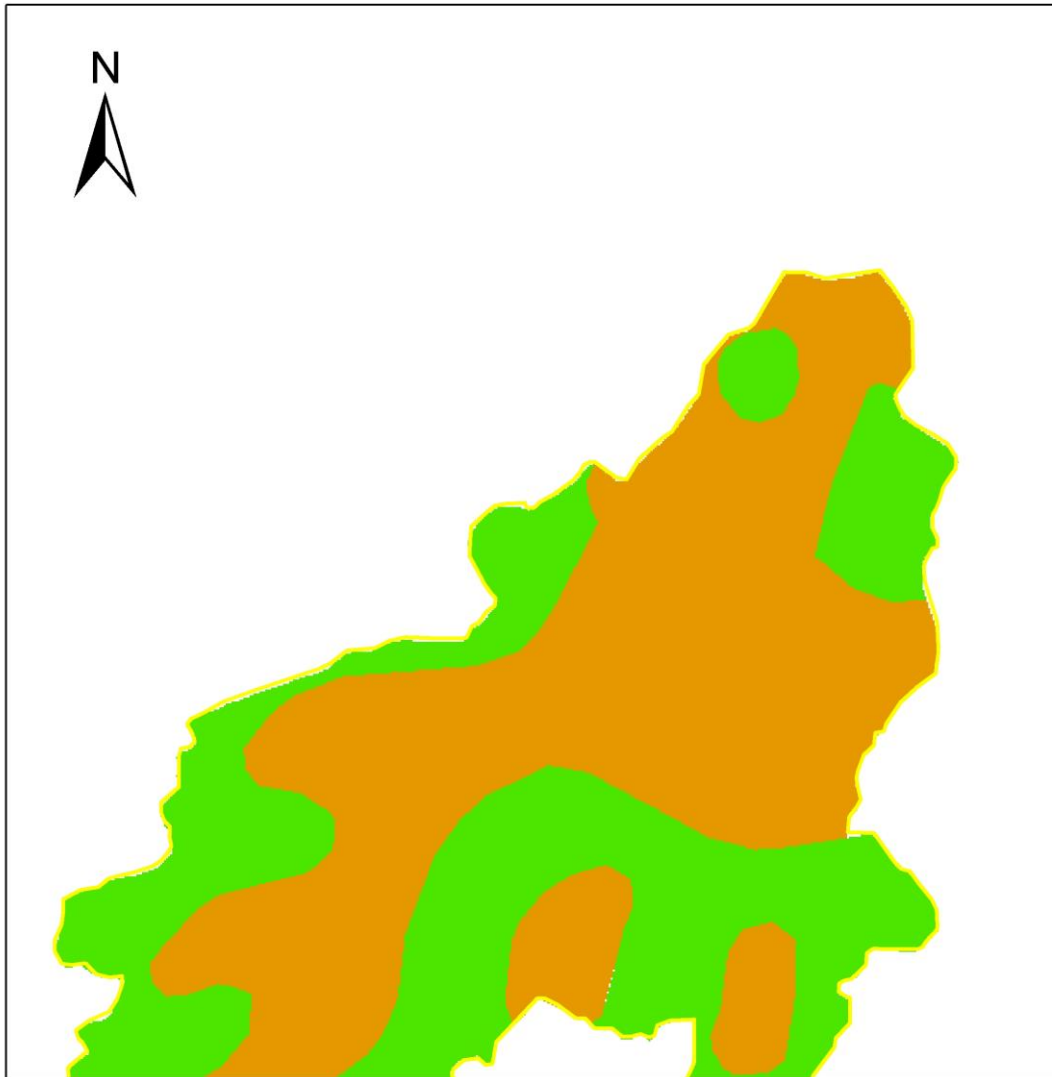


## Legend

Tillrinningsområde	1
	3
	5
	9
	10

0 1 2 4 Kilometers

# Den omätade zonens material klassificerad enligt DRASTIC

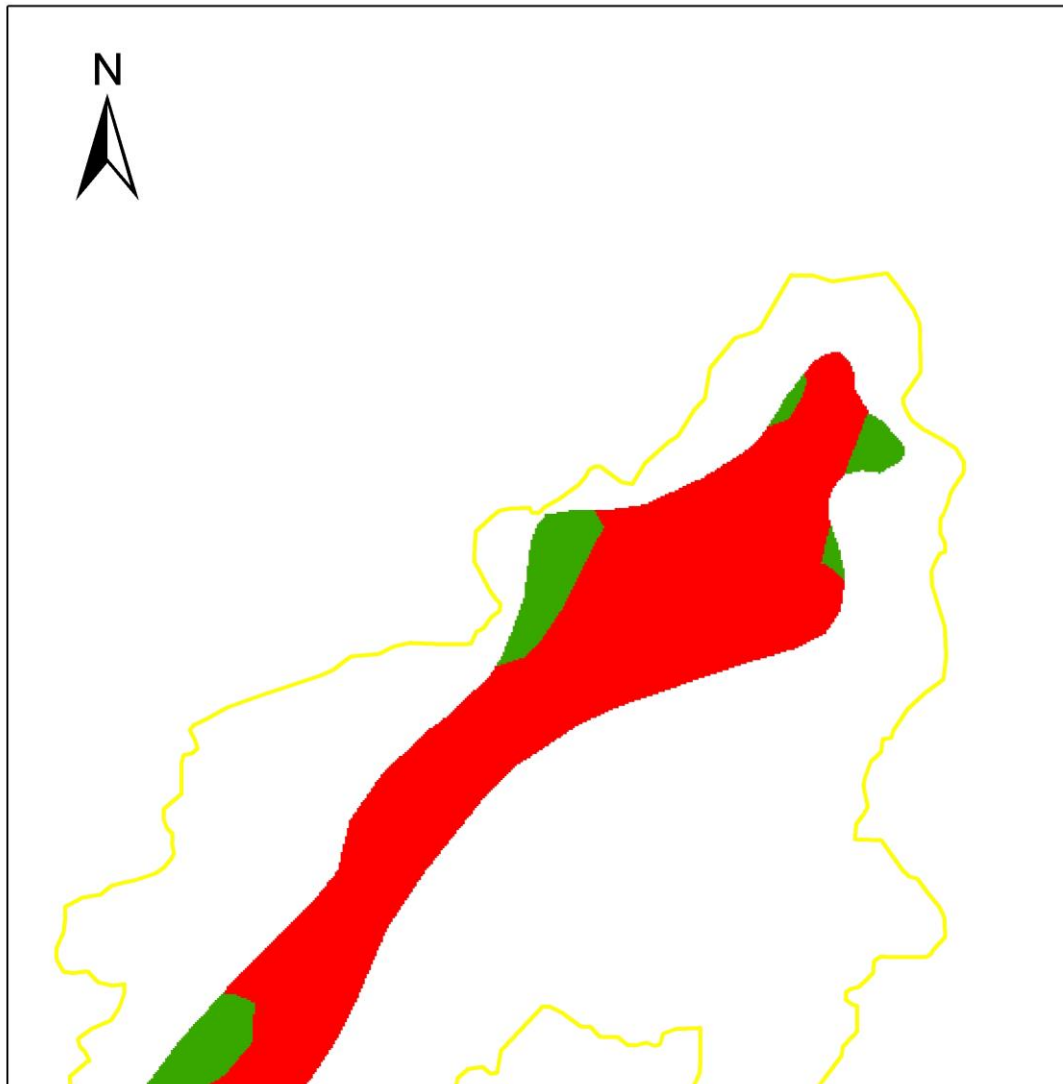


## Legend

Tillrinningsområde ■ 4  
 ■ 8

0 1 2 4 Kilometers

# Akviferens hydrauliska konduktivitet klassificerad enligt DRASTIC

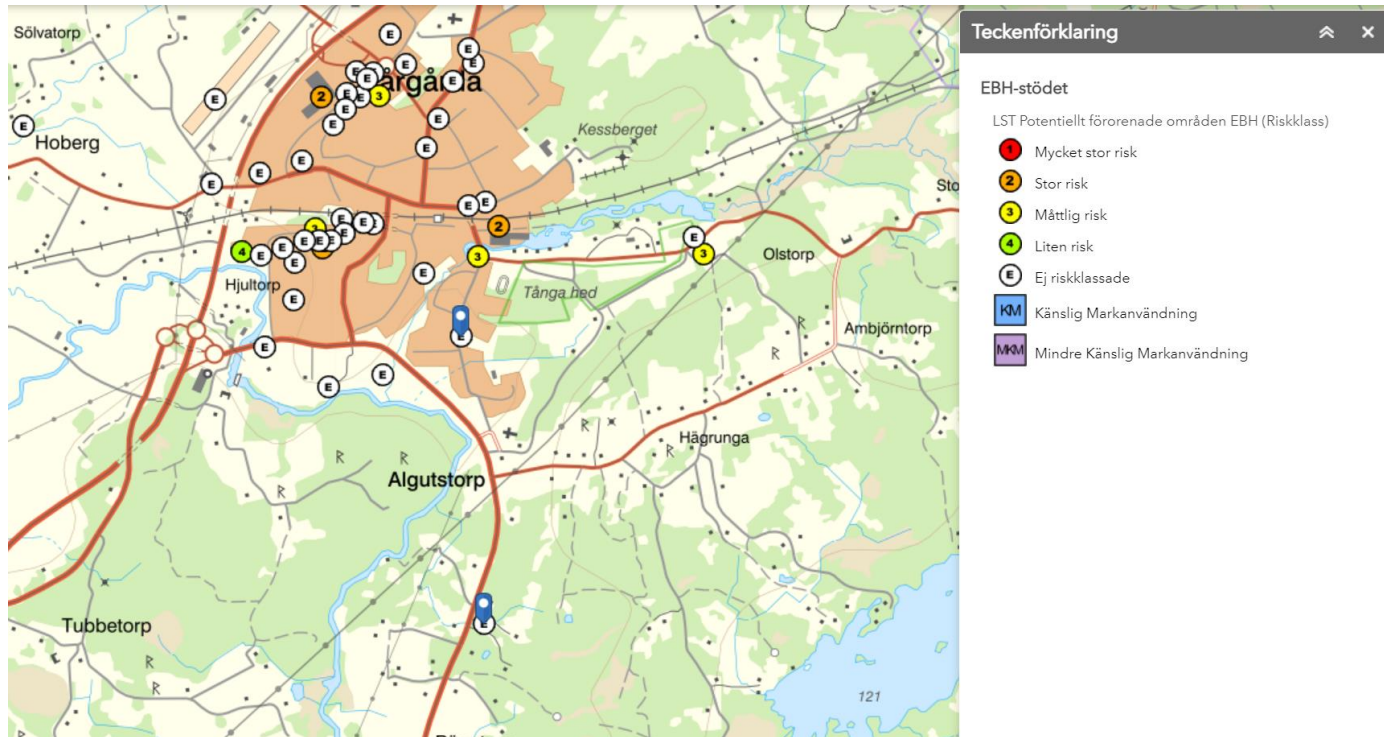


## Legend



## Bilaga C

Bild över EBH-kartan i området kring akviferens tillrinningsområde. Riskkällor markerade med blå markör.



© (Länsstyrelsen, 2022)

## Bilaga D

Sammanfattande tabell över Vårgårda Kommuns skyddsföreskrifter.

<b>Föroreningskälla</b>	<b>Primärskyddszon</b>	<b>Sekundärskyddszon</b>
Petroleumprodukter	<p>Transport av mer än 250 liter kräver tillstånd.</p> <p>Stationära tankar måste vara säkrade från läckage.</p>	<p>Transport av mer än 250 liter kräver tillstånd.</p> <p>Stationära tankar måste vara säkrade från läckage.</p>
Bekämpningsmedel och kemikalier	<p>Användning av bekämpningsmedel är förbjuden.</p> <p>Hantering av vattenfarliga ämnen större än vanligt hushållsbruk är förbjuden.</p>	<p>Hantering av vattenfarliga ämnen större än vanligt hushållsbruk är förbjuden.</p>
Växtnäringsämnen	<p>Vid innehav av 10 eller färre djurenheter måste det finnas gödsel förvaring för minst sex månader. Får inte förvaras på bar mark.</p> <p>Tillförseln av kväve via gödselmedel ska begränsas så att den inte överstiger den mängd som för avsedd gröda kan anses vara nödvändig.</p>	<p>Vid innehav av 10 eller färre djurenheter måste det finnas gödsel förvaring för minst sex månader.</p> <p>Tillförseln av kväve via gödselmedel ska begränsas så att den inte överstiger den mängd som för avsedd gröda kan anses vara nödvändig.</p>
Djurhållning och odling	<p>Uppläggning av ensilage direkt på mark är förbjudet. Får endas ske på tät platta.</p> <p>Ny etablering av minst 5 djurenheter kräver tillstånd.</p>	<p>Uppläggning av ensilage direkt på mark är förbjudet. Får endast ske på tät platta.</p> <p>Ny etablering av minst 10 djurenheter kräver tillstånd.</p>
Upplag och deponering	<p>Upplag eller deponering av avfall med okänd föroreningsbelastning är förbjuden.</p> <p>Upplag av asfalt, oljegrus, och vägsalt är förbjudet. Upplag av snö från ytor utanför den primära zonen är förbjudet.</p> <p>Upplag av bark, flis och liknade som avses läggas upp längre än en avverkningssäsong är förbjuden.</p>	<p>Upplag av asfalt, oljegrus och vägsalt är förbjudet.</p> <p>Upplag och deponering av avfall med okänd föroreningsbelastning kräver tillstånd från kommunens miljönämnd.</p> <p>Upplag av bark, flis och liknade som avses läggas upp längre än en avverkningssäsong är kräver tillstånd.</p>

Täktverksamhet, schaktnings- och underjordsarbeten	Sand- och grustäkt eller annan täktverksamhet är förbjuden. Husbehovstäkt för egen fastighet är undantagen.  Schaktarbeten som kan förändra grund- eller ytvattennivåerna kräver tillstånd.	Schaktarbeten som kan förändra grund- eller ytvattennivåerna kräver tillstånd.
Energianläggningar	Ny anläggning för utvinning eller lagring av värmeenergi ur berg, jord eller vatten får inte ske utan tillstånd av kommunens miljönämnd.	Ny anläggning för utvinning eller lagring av värmeenergi ur berg, jord eller vatten får inte ske utan tillstånd av kommunens miljönämnd.
Transport av farligt gods	Genomgående transport av farligt gods och farligt avfall utom på anvisade leder är förbjuden.	
Uppställning och skötsel av fordon	Uppställning av arbetsfordon över natten får inte ske om inte förvaringen är läckage säkrad.  Tankning av fordon och fordonstvätt med avfettningsmedel eller liknande produkter är förbjuden utom på platser som särskilt anordnats för detta ändamål.	Tankning av fordon och fordonstvätt med avfettningsmedel eller liknande produkter är förbjuden utom på platser som särskilt anordnats för detta ändamål.

Bilaga E

Kod	Riskkälla	Beskrivning av riskkällan	Konsekvens	Poäng	Sannolikhet	Poäng	Risk	Sårbarhet	Poäng	Riskprioritering
R 1	Algustorp kyrkogård	Kyrka med begravningsplats. Bör regleras efter gällande lagstiftning angående begravningsplatser inom vattenskyddsområde.	Spridning av hälsovådliga patogener som riskeras spridas via dräneringsvattnet.	3	Aktiviteten för utökning av begravningsplatsen bedöms vara låg och lämplig dränering för att undvika spridning av patogener till grundvattnets bedöms vara implementerade.	1	3	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 5.	5	15
R 2	Horia kyrkogård	Kyrka med begravningsplats. Bör regleras efter gällande lagstiftning angående begravningsplatser inom vattenskyddsområde.	Spridning av hälsovådliga patogener som riskeras spridas via dräneringsvattnet.	3	Aktiviteten för utökning av begravningsplatsen bedöms vara låg och lämplig dränering för att undvika spridning av patogener till grundvattnets bedöms vara implementerade.	1	3	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 3.	3	9
R 3	Tidigare verksamhet	En före detta Bensinstation. Verksamheten är. Avecklad sedan 1999. Platsen är sanerad av SPIMFAB.	Utsläpp av olika petroleumprodukter har skadlig inverkan på grundvattnets kvalitet	4	Området skall vara sanerat vilket innebär att en sannolikhet för utsläpp bedöms som mycket låg.	1	4	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 3.	3	12
R 4	Privat skrotupplag	En tomtägare har samlat på sig en stor samling uttjänade bilar och annan diverse skrot på sin tomt. Privat skrotupplag.	Då det rör sig om uttjänade bilar finns det risk att olja och andra fluider kan sprida sig.	3	I och med att skrotupplaget existerar i en mindre utsträckning bedöms sannolikheten för en vid samhällspridning som låg.	3	9	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 3.	3	27
R 5.1	Bil & traktor i vårgårda (Normalfall)	Bil-och traktorverkstad som underhåller och förvarar bilar ståendes på asfalterad mark.	Enligt EBH-kartan bidrar verksamheten med halogenerande lösningsmedel vilket påverkar mest växt-och djurliv. För dricksvatten påverkas mest lukt och smak.	1	Licenserad bilverkad vilket innebär att sannolikheten för utsläpp är låg. Oavsett hur noggrann man är kan olyckan alltid vara framme	3	3	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 5.	5	15

<b>R 5.2</b>	Bil- och traktorverkstad värgårda (Extremfall)	Bil- och traktorverkstad som underhåller och förvarar bilar ståendes på asfalterad mark.	Under fältbesöket identifierades tunga fordon som transporterar farligt avfall. Om avfallet skulle komma ut är konsekvenserna farliga.	<b>4</b>	Licenserad bilverkstad vilket innebär att sannolikheten för utsläpp är låg. Oavsett hur noggrann man är kan olyckan alltid vara framme.	<b>2</b>	<b>8</b>	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 5.	<b>40</b>
<b>R 6</b>	Sågverk	Finnatorps sågverk. Behandlar timmer och förädlar detta till virke.	När timret förvaras krävs det olika medel för att förhindra mikrobiell tillväxt.	<b>3</b>	Det finns regler och förordningar. Läckage kan ske då det är omöjligt att utesluta olyckor	<b>1</b>	<b>3</b>	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 5.	<b>15</b>
<b>R 7</b>	Skogsbruk	Förändring av flödesriktning vid skogsavverkning då grundvattennivån kan öka respektiva minska.	Halterna kemiska ämnen kan komma att fluktueras. Förändringar kan leda till oönskade områden.	<b>1</b>	Efter en helhetsbedömning sker det avveckling av skog minst en gång per år	<b>4</b>	<b>4</b>	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 5.	<b>20</b>
<b>R 8.1</b>	Väg 42 (olycka)	Ladsväg med hastighet på 70 km/h	Då personbilar innehåller förhållandevis små volymer kommer konsekvenserna vara små.	<b>3</b>	Personbilar förekommer oftare än tunga fordon vilket medför att sannolikheten är högre än för tunga fordon.	<b>3</b>	<b>9</b>	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 5.	<b>45</b>
<b>R 8.2</b>	Vägsalt	Halkbekämpningsmedel som läggs ut längs samtliga vägar, framförallt väg 42.	Salt ökar korrosion för bilar och kan i viss utsträckning påverka vattensalkinitet vilket gör det mer motagligt för förändringar i pH-värdet. Utöver detta kan saltet förändra markförhållandena och öka infiltration	<b>1</b>	Töbekämpningsmedel är något man använder varje vintertid	<b>5</b>	<b>5</b>	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 5.	<b>25</b>
<b>R 8.3</b>	Transport av farligt gods	Vid transport av farligt gods kan olyckor ske vilket kan leda till skador på liv, miljö, hälsa eller egendom	Beroende på innehållat som transporteras kan konsekvenserna vara allt från skada för hälsa till enbart påverkan på lukt och smak.	<b>5</b>	Enligt beräknad sannolikhet sker en olycka med farligt god med en återkomsttid på cirka 35 år	<b>1</b>	<b>5</b>	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 5.	<b>25</b>
<b>R 9</b>	Djurhållning	Avföring, söndertrampad mark och grovfoder så som ensilage vilket kan medföra pressvatten.	Minskad vegetation och ökad näringsbelastning.	<b>3</b>	Djuren vistas dagligen i diverse inhägnader och behöver föda.	<b>5</b>	<b>15</b>	Enligt den framtagna sårbarhetskartan ges denna riskkälla en sårbarhet på 5.	<b>45</b>
<b>R 10</b>	Jordbruk	Jordbruk finns i hela området, även i stor utsträckning vattenskyddsområdets mest sårbara del.	Området har redan höjda nitrathalter. Ett utbrett jordbruk kan bidra till att öka dessa ytterligare, vilket kan medföra hälsofarliga konsekvenser på dricksvattnet.	<b>4</b>	I och med att jordbruksverksamhet förekommer i stor utsträckning i de mest sårbara delarna kan sannolikheten för nitratutsläpp vara mycket hög	<b>5</b>	<b>20</b>	Enligt framtagna sårbarhetskartan förekommer jordbruk i stor utsträckning i områdets mest sårbara del. Sårbarheten bedöms därför vara på 5.	<b>100</b>