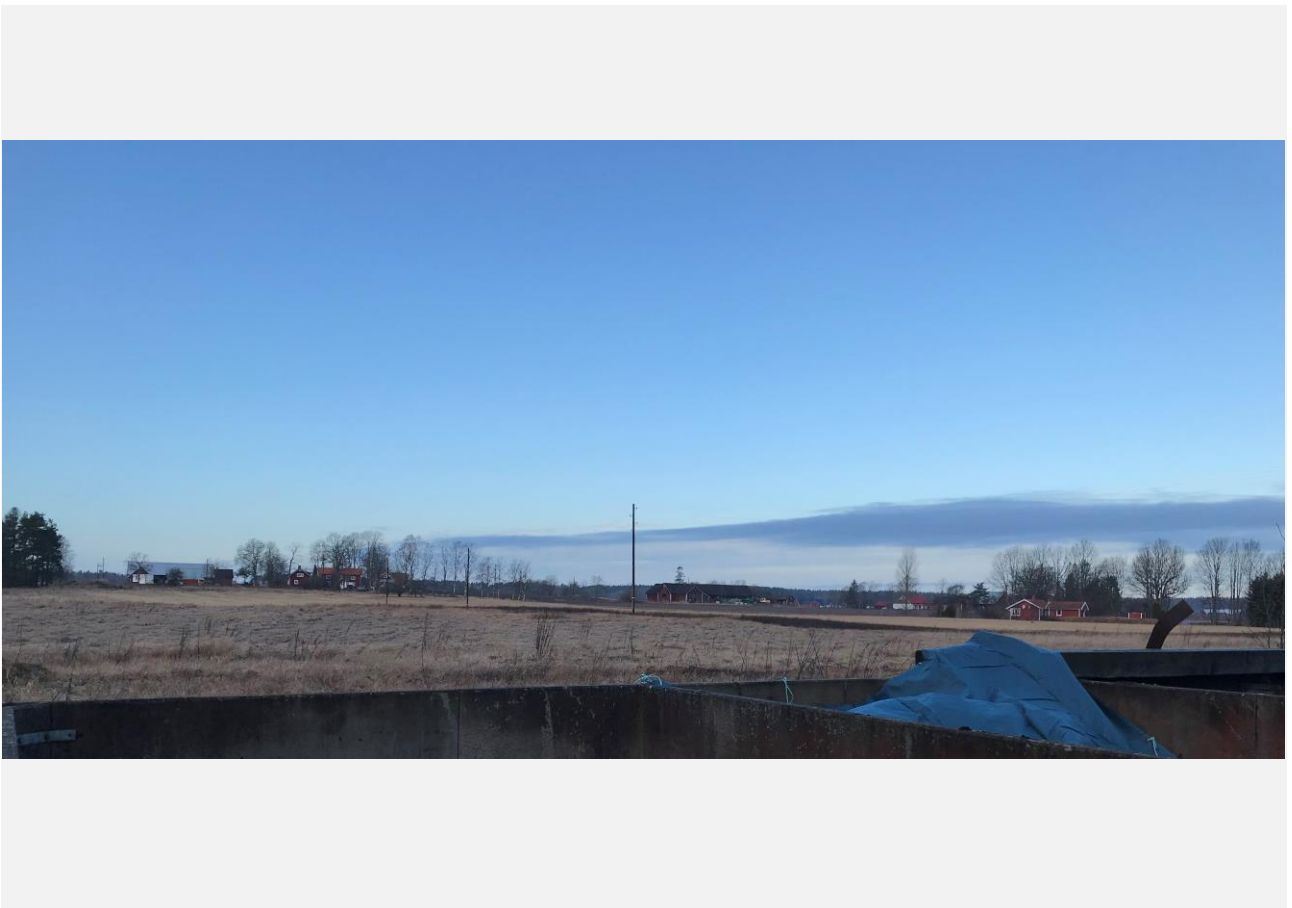


Vattenskyddsområde Hardemo

Tekniskt underlag



Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Datum
Upprättad av
Dokumentreferens

RegNo 556767-9849
VSO Hardemo
30003488
Kumla Kommun
2022-12-07
Lisa Söderberg
\\seorbfs003\projekt\21533\13005947_vso_hardemo\000\10 arbetsmtrl_dok\tb\tekniskt underlag hardemo
vattenskyddsområde 2022-12-07.docx

Innehållsförteckning

1.	Inledning	6
1.1	Uppdraget	6
1.2	Bakgrund	6
1.3	Miljömål	6
1.3.1	Kumla kommuns miljöprogram	6
1.3.2	Översiktsplan	7
1.3.3	Risk- och sårbarhetsanalys	7
1.3.4	Regionala miljömål	7
1.4	Syfte	7
2.	Hardemo grundvattentäkt	8
2.1	Lokalisering	8
2.2	Vattenanläggning	9
2.3	Vattenbehandling	9
2.4	Försörjningsområde	10
2.5	Vattenförbrukning och framtida vattenbehov	10
2.6	Vattendom och befintligt vattenskydd	11
2.7	Reservvattentäkt	11
2.8	Ägandeförhållanden	11
3.	Planbestämmelser och skyddade områden	12
3.1	Gällande planer	12
3.1.1	Översiktsplan	12
3.1.2	Detaljplaner	12
3.1.3	Regional vattenförsörjningsplan	12
3.2	Skyddade områden	13
4.	Områdesbeskrivning	14
4.1	Topografi	14
4.2	Markanvändning	14
4.3	Berggrund	14
4.4	Jordarter	15
4.5	Hydrologi och grundvattenbildning	17
4.5.1	Vattenförekomster	18
4.6	Konceptuell hydrogeologisk modell	19
4.7	Vattentäktens sårbarhet	22
5.	Riskbedömning inom Hardemo avrinningsområde	24
5.1	Princip för riskbedömning	24
5.2	Metod och genomförande	25

5.3	Råvattenkvaliteten för Hardemo vattentäkt.....	26
5.3.1	Ämnen och grupper av ämnen som är viktiga ur ett råvattenperspektiv för grundvatten	26
5.3.2	Råvattenkvalitet	27
5.3.3	Vattenkvalitet – status.....	28
5.4	Riskinventering.....	28
5.4.1	Riskobjekt	28
5.4.2	Klimatförändringar och översvämningar	29
5.4.3	Sabotage, kris och krig	29
5.4.4	Bebyggelse	29
5.4.5	Jord- och skogsbruk	30
5.4.6	Trafik och transporter.....	32
5.4.7	Materialtäkter och markarbeten	33
5.4.8	Miljöfarlig verksamhet	33
5.4.9	Övriga riskkällor	34
5.4.10	Risker som kan påverka kapacitet och kvalitet.....	34
5.5	Analys av riskernas allvarlighetsgrad.....	35
5.5.1	Karakterisering av riskkällor.....	35
5.5.2	Bedömningsmodell	36
5.5.3	Bedömning av sannolikhet.....	36
5.5.4	Bedömning av konsekvens.....	37
5.5.5	Sammanvägning av risknivå.....	38
5.5.6	Resultat.....	38
6.	Riskreducerande åtgärder och motiv till skyddsföreskrifter.....	40
6.1	Översiktlig beskrivning av riskreducerande åtgärder	40
6.2	Riskreducering genom skyddsföreskrifter	41
6.3	Skyddsföreskrifternas funktion	45
7.	Utformning av vattenskyddsområde	47
7.1	Metodik.....	47
7.2	Arbetsmodell för avgränsning av vattenskyddsområde för Hardemo grundvattentäkt	47
7.2.1	Tillrinningsområde	48
7.2.2	Vattenbalans	49
7.2.3	Transporttid i isälvs materialet	50
7.2.4	Samlad bedömning av vattenskyddsområde.....	51
7.3	Förslag till avgränsning av vattenskyddsområde	51
7.3.1	Vattenskyddsområdets omfattning	51
7.3.2	Platsspecifika motiv till avgränsningar	52
8.	Referenser.....	54

Bilagor

1. Vattenanalyser
2. Riskanalys
3. Förslag till vattenskyddsområde
4. Förslag till skyddsföreskrifter - med motiv
5. Sekretessbelagda uppgifter

1. Inledning

1.1 Uppdraget

På uppdrag av Kumla kommun har Sweco upprättat föreliggande tekniska underlag med förslag till vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter för Hardemo vattentäkt.

Det tekniska underlaget omfattar:

- Översiktlig beskrivning av vattentäkten och hydrogeologiska förhållanden
- Avgränsning av utredningsområde, baserat på bedömt lokalt tillrinningsområde
- Riskinventering inom utredningsområdet
- Genomförande av riskbedömning
- Förslag till avgränsning av vattenskyddsområde
- Motiv och framtagande av förslag till vattenskyddsföreskrifter.

1.2 Bakgrund

Den aktuella dricksvattenanläggningen i Hardemo är en gemensamhetsanläggning där lika stora andelar ägs av Kumla kommun (48 %) och Svenska kyrkan (48 %) och resterande 4 % ägs av privata fastighetsägare. Hardemo samhälle saknar fastställt verksamhetsområde för både vatten och avlopp, vilket medför att såväl dricksvattenförsörjningen som avloppshanteringen är att betrakta som enskild. Den aktuella dricksvattenanläggningen i Hardemo försörjer en förskola, en skola, Hardemo kyrka med församlingshem samt ett enskilt hushåll med dricksvatten.

1.3 Miljömål

1.3.1 Kumla kommuns miljöprogram

Kumla kommuns miljöprogram är antaget i kommunfullmäktige 2018-11-26 och gäller från 2019-2022. Miljöprogrammets mål utgår från globala hållbarhetsmål, nationella miljö kvalitetsmål och regionala miljömål. Miljöprogrammet omfattar sex fokusområden; klimat, giffri vardag, vatten, hållbar samhällsplanering, biologisk mångfald och hållbar resursanvändning. Miljöprogrammet sätter ramar för kommunens miljöarbete. Kommunens organisation och de helägda kommunala bolagen ansvarar för att arbeta för att uppfylla de lokala miljömålen.

1.3.2 Översiktsplan

Kumla kommuns översiktsplan antogs av kommunfullmäktige den 19 oktober 2020. Beslutet vann laga kraft den 16 november 2020. I översiktsplanen redovisas hur den fysiska miljön ska utvecklas på lång sikt, fram till år 2040. Översiktsplanen ska bidra till att uppnå de nationella, regionala och kommunala målen som är kopplade till mark och vattenanvändning. Utöver de nationella miljömålen kopplade till Agenda 2030 och Vision för Sverige 2025 har kommunen egna styrdokument med mål och riktlinjer som påverkar mark- och vattenanvändningen.

1.3.3 Risk- och sårbarhetsanalys

Antagen i kommunstyrelsen 2019-10-09. Utgör en grund för arbetet med insatser i syfte att eliminera alternativt minimera risken för händelser som kan leda till en kris eller extraordinär händelse. Den risk som bedömts som mest kritisk är tillgången till dricksvatten.

I risk- och sårbarhetsanalysen påpekas att det är viktigt att ny bebyggelse anpassas i skala till omgivningen och lokaliseras så att befintliga strukturer behålls. Kommunen ser gärna att gemensamma lösningar för vatten och avlopp eftersträvas.

1.3.4 Regionala miljömål

Länsstyrelsen i Örebro län, kommunerna, Region Örebro län, Skogsstyrelsen och andra aktörer har enats om att 14 av de nationella miljö kvalitetsmålen med dess preciseringar och etappmål antas som regionala miljömål. De regionala miljömålen finns sammanställda i Miljömål för Örebro län 2015-2020. Avsikten med målen är att de ska vara vägledande för hela länet. Utifrån de regionala målen har länet tagit fram Åtgärdsprogram för Örebro läns miljömål 2016-2020, där de regionala målen har delats in i ett eller flera fokusområden Klimat, Giffri vardag, Vatten, Hållbar samhällsplanering, Biologisk mångfald och Hållbar resursanvändning. I varje fokusområde anges prioriterade åtgärder för länet.

1.4 Syfte

Detta tekniska underlag ligger till grund för beslut om vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter för Hardemo vattentäkt.

Syftet med den tekniska beskrivningen är inte, och kan inte vara, att utgöra ett fullständigt eller tillräckligt underlag för att bedöma specifika ansökningar om tillstånd enligt vattenskyddsföreskrifterna. Skälen är bl.a. att varje ansökan, verksamhet och plats utgör en unik kombination av detaljerade förutsättningar som i alla varianter inte kan förutses här, samt att detaljeringsgraden är anpassad för att avgränsa vattenskyddsområdet till, och inte inom fastighetsskala¹.

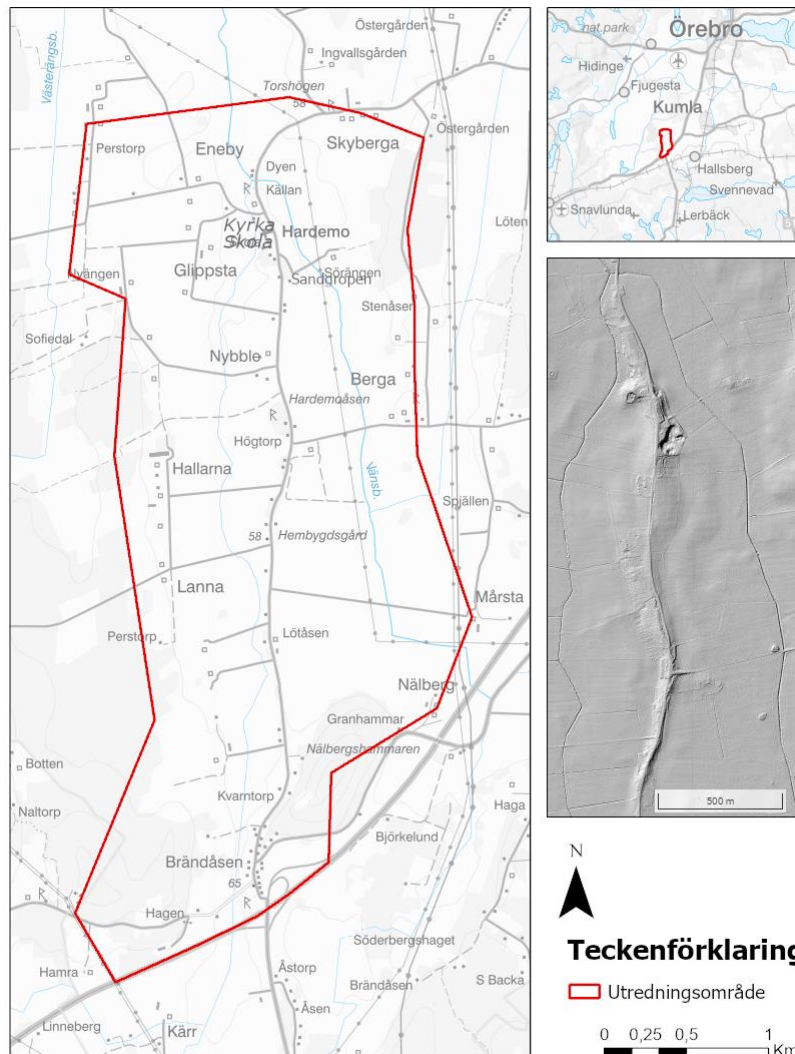
¹ Regeringsbeslut M2002/2170/F/M, 2003-09-04

2. Hardemo grundvattentäkt

2.1 Lokalisering

Hardemos vattentäkt är belägen ca 8 km sydväst om Kumla tätort, se Figur 1. Väg E20 går genom landskapet och passerar Hardemo ca 4 km söder om vattentäkten. Landsväg 532 går genom Hardemo samhälle i nord-sydlig riktning och ansluter till E20 vid Brändåsen.

I Figur 1 redovisas det utredningsområde som ligger till grund för detta tekniska underlag. Utredningsområdets omfattning baseras bl.a. på vattentäktens läge, jordarts- och berggrundsgeologiska förutsättningar, topografi, tolkade hydrologiska och hydrogeologiska avrinningsriktningar etc. Utredningsområdet bedöms vara väl tilltaget då det inte tar hänsyn till vattentäktens uttag. Vattenskyddsområdet bedöms därför bli betydligt mindre.



Figur 1. Översiktsskarta med utredningsområde och topografi för Hardemo vattentäkt.

2.2 Vattenanläggning

Hardemo vattentäkt består av en borrhälsbrunn i jordlager. För exakt placering av vattentäkten, se Bilaga 5. Den nuvarande brunnen borrhälsades 2002 för att ersätta en brunn från 1982 som blivit igensatt på grund av järn- och manganutfällningar. Brunnen är en rörfiltrerbrunn med intagssilen placerad i isälvsmaterial.

2.3 Vattenbehandling

Från råvattenbrunnen pumpas vattnet upp till tryckstegringsanläggning och därifrån vidare till vattenverket som är beläget i skolans källare.

Råvattnet behandlas med avhärtningsfilter och sulfatfilter. Det utgående vattnet desinficeras med två stycken parallellkopplade UV-ljus med magnetventiler på

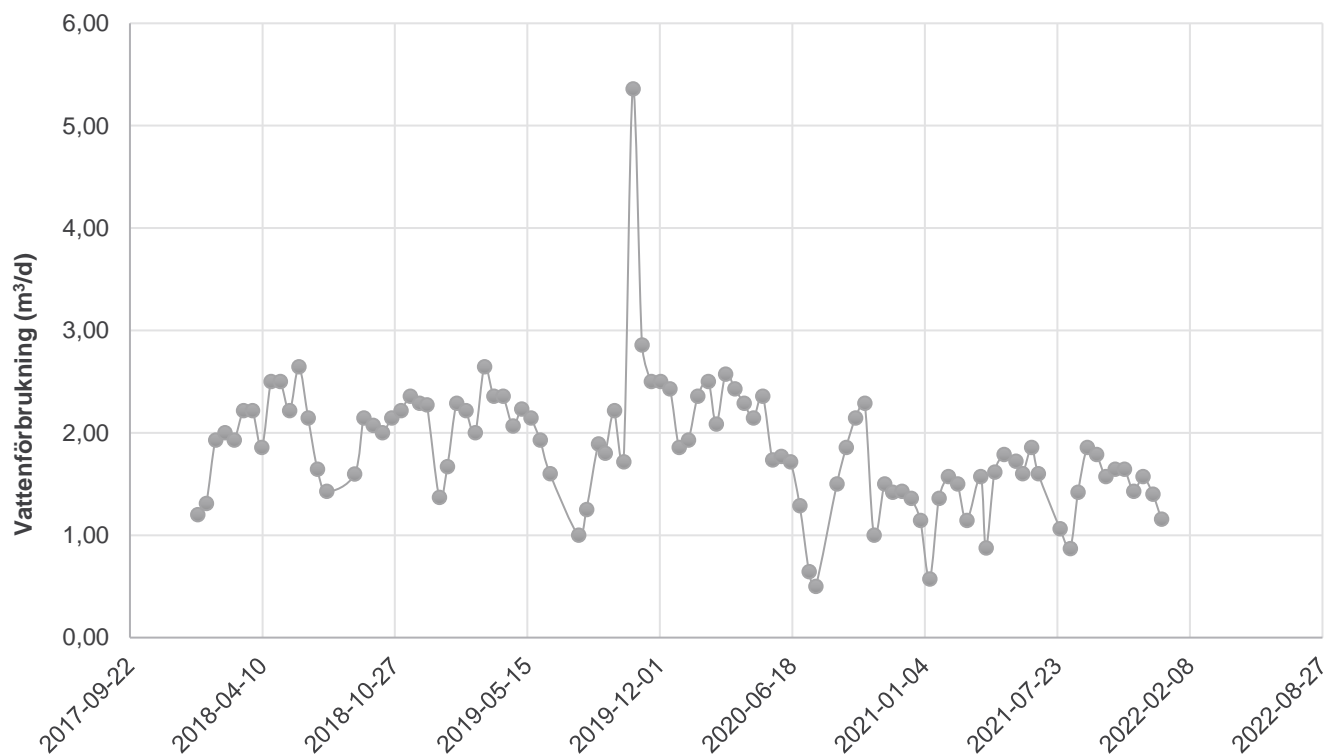
utgående vattenledning. I händelse av larm på UV-ljuset stängs magnetventilen så att icke desinficerat vatten förhindras att gå ut på nätet.

2.4 Försörjningsområde

Brunnens användningsområde är dricksvattenförsörjning. Brunnen försörjer en förskola, en skola, en kyrka inklusive församlingshem samt ett hushåll med dricksvatten. På förskolan går ca 20 barn och på skolan går ca 60 barn. Fastighetsbeteckningarna för de fastigheter som vattentäkten försörjer kan ses i Bilaga 5.

2.5 Vattenförbrukning och framtida vattenbehov

Dygnsmedelförbrukningen mellan åren 2018-2021 uppgår till ca 1,9 m³/d, räknat som årsmedelvärde. Generellt sjunker förbrukningen något under sommarmånaderna då skola och förskola håller stängt, se Figur 2. I oktober 2019 var vattenförbrukningen avsevärt högre än normalt. Det är oklart vad som orsakade ökningen då förbrukningen en månad senare återgick till det normala för brunnen. Den ökade vattenförbrukningen kan ha berott på en vattenläcka.



Figur 2. Vattenförbrukningsdata för Hardemo vattentäkt 2018-2021.

I Svenskt Vattens publikation *P114 Distribution av dricksvatten – funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna vattenledningsnät* redovisas schablonvärden för vattenförbrukning för verksamheter och hushåll enligt Tabell 1. Värdena är baserade på statistik från ett antal svenska kommuner insamlade över lång tid. Det förekommer dock stora variationer vilket medför att schablonvärdena kan vara osäkra. Schablonvärdena används i denna rapport för att jämföra med uppmätt vattenförbrukning i Hardemo. Den vattenförbrukning som beräknas från schablonvärdena (2,5 m³/d) är något högre än den uppmätta (1,9 m³/d).

Tabell 1. Beräknad vattenförbrukning för Hardemo vattentäkt baserad på schablonvärden från Svenskt Vattens publikation *P114 Distribution av dricksvatten – funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna vattenledningsnät*

Verksamhet	Schablonförbrukning	Antal	Beräknad vattenförbrukning (m ³ /d)
Skola	25 l/elev, dag	60	1,5
Förskola	30 l/barn, dag	20	0,6
Hushåll	200 l/person, dag	2	0,4
Kyrkan	Försumbart	-	Försumbart
Totalt			2,5

Det framtida vattenbehovet bedöms som oförändrat eller något minskande då uttagsmängderna varit stabila de senaste fyra åren och någon framtida utökning av skolverksamheten inte är planerad.

2.6 Vattendom och befintligt vattenskydd

Det finns ingen vattendom (tillstånd för grundvattenuttag) och inte heller något befintligt vattenskyddsområde för Hardemo vattentäkt.

2.7 Reservvattentäkt

Det finns ingen reservvattentäkt för det område som Hardemo vattentäkt försörjer.

2.8 Ägandeförhållanden

Brunnen är belägen på en fastighet som ägs av Kumla kommun. Vattentäkten är del av en gemensamhetsanläggning där deltagande fastigheter utgör en samfällighetsförening för anläggningens utförande och drift. Lika stora andelar av anläggningen ägs av Kumla kommun (48 %) och Svenska kyrkan (48 %) och resterande 4 % ägs av privata fastighetsägare (Akt nr: 1881-278, Lantmäterimyndigheten).

3. Planbestämmelser och skyddade områden

I vattenskyddsarbetet finns det oftast motstående intressen att få använda markområden för olika ändamål, t.ex. för bebyggelse, vägsträckning eller industrilokalisering. Konflikter rörande markanvändning kan uppstå till följd av att vattentäktens huvudmän arbetar för att säkra vattnets kvalitet och konsumenternas hälsa genom att vara restriktiva mot verksamheter som kan påverka kvaliteten och kvantiteten negativt.

3.1 Gällande planer

3.1.1 Översiktsplan

Nuvarande översiktsplan för Kumla kommun antogs av kommunfullmäktige 2020-10-19 och vann laga kraft 2020-11-16. I översiktsplanen redovisas hur den fysiska miljön ska utvecklas på lång sikt, fram till år 2040. Översiktsplanen ska bidra till att uppnå de nationella, regionala och kommunala målen som är kopplade till mark- och vattenanvändning.

Hardemoåsen pekas tillsammans med Kumlaåsen ut som två av de åsar som har högst uttagsmöjlighet av kommunens tre åsformationer. Vid en eventuell exploatering ska varsamhet iakttas med hänsyn till åsens betydelse för grundvattentillgången. Längs Hardemoåsen pekas ett verksamhetsområde för logistik ut i Brändåsen som ligger ca 4 km söder om vattentäkten. Längs Hardemoåsen pekas inga övriga exploateringsområden ut, enstaka bebyggelse ska prövas restriktivt från fall till fall. Här finns inget kommunalt VA, varför gemensamma lösningar eftersträvas. Hardemos vattentäkt är en av kommunens fyra större enskilda vattentäkter som enligt översiktsplanen bör säkerställas med vattenskyddsområden.

3.1.2 Detaljplaner

Det finns inga detaljplaner som berör vattentäkten.

3.1.3 Regional vattenförsörjningsplan

Länsstyrelsen i Örebro län arbetar med att ta fram en regional plan för länets vattenförsörjning. Arbetet drivs och samordnas av Länsstyrelsen och förväntas bli färdigt under 2022. Planens innehåll och upplägg ska följa vägledningen från Havs- och vattenmyndigheten (Rapport 2020:1) som framhåller vikten av samverkan, gemensamma åtgärder för att skydda prioriterade vatten och den generella vattenförsörjningen.

3.2 Skyddade områden

Hardemo ligger inom riksintresse för kulturmiljövård och inom "Områden med förbud mot markavvattning" enligt Förordning (1998:1388) om vattenverksamhet mm.

4. Områdesbeskrivning

4.1 Topografi

Huvuddelen av undersökningsområdet utgörs av flack åkermark på nivå ca + 50 m (höjdsystem RH2000). Hardemo vattentäkt ligger uppe på isälvsåsens rygg som ligger på nivå ca + 60 m, se figur 1 för översiktsbild för topografin. Åsen omges av moränhöjder i väst och öst.

4.2 Markanvändning

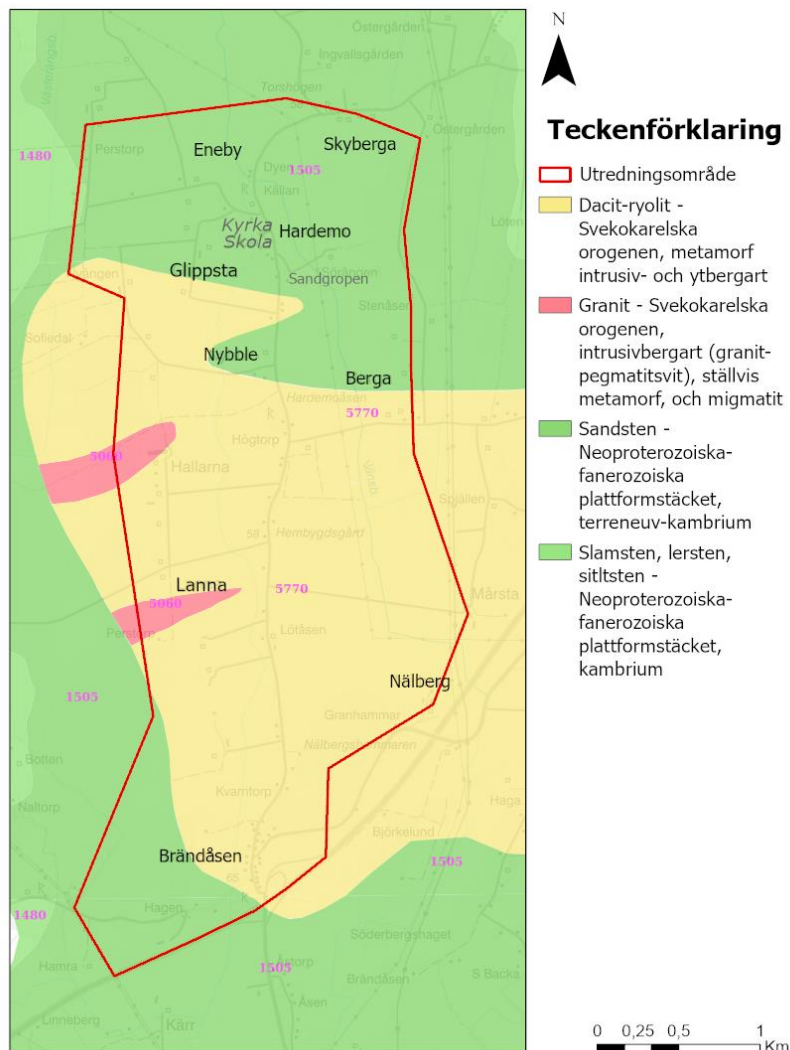
Vattentäkten ligger enligt VISS (2022) inom SMHI:s delavrinningsområde *Mynnar i Kvismare Kanal* (ID: 655197-145419). Markanvändningen inom delavrinningsområdet domineras av jordbruksmark och skogsmark, se Tabell 2. Inom området förekommer även hedmark och övrig mark. En mindre del utgörs av hårdgjorda ytor och tätort samt sjöar och vattendrag.

Tabell 2. Markanvändning inom delavrinningsområde Mynnar i Kvismare Kanal (ID: 655197-145419)

Markanvändning	Andel
Sjö och vattendrag	0,03%
Skogsmark	37%
Hedmark och övrig mark	11%
Myr- och våtmarker	0,5%
Jordbruksmark	50%
Tätort	0,95%
Hårdgjorda ytor	1,2%

4.3 Berggrund

Berggrunden inom undersökningsområdet består till större delen av dacit-roylit och sandsten, se Figur 3. I läget för Hardemo vattentäkt utgörs berggrunden av sandsten.

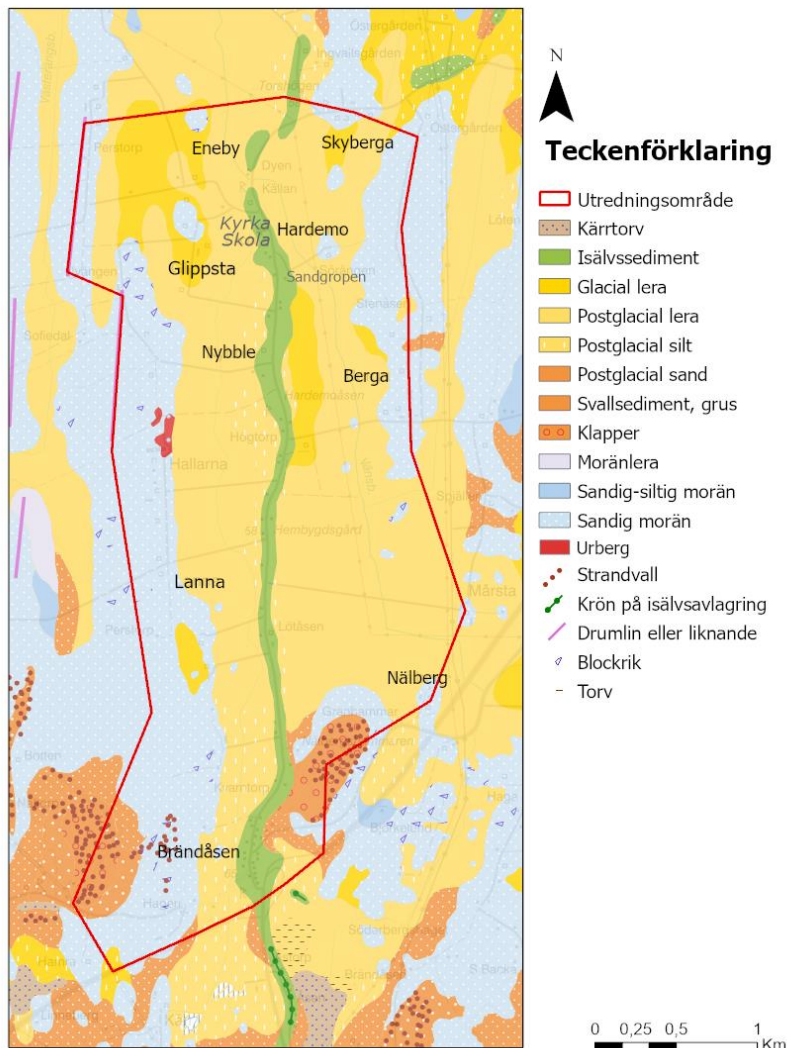


Figur 3. Modifierad berggrundskarta från SGU (2022) för Hardemo vattentäkt.

4.4 Jordarter

Hardemoåsen är en ca 7 km lång och upp till 400 m bred isälvsavlagring som ligger under Högsta kustlinjen. Vid och under högsta kustlinjen är morän och isälvsavlagringar ofta helt eller delvis omlagrade av vågor och havsströmmar och finmaterialet i moränen är ofta ursvallat.

Hardemoåsens grundvattenmagasin utgörs enligt SGU:s jordartskarta (2022, Figur 4) av isälvs sediment som främst överlagras av postglacial lera, postglacial silt eller glacial lera. Den glaciala leran avsattes i sjö- och havsbottnar i samband med inlandsisens avsmältning, medan de sediment som avsattes därefter kallas postglaciala. Glacial och postglacial lera har en hög vattenhållande förmåga och en hög halt av växtnäringsämnen. Det understa jordlagret i undersökningsområdet består av sandig morän. Jorddjupet varierar enligt SGU:s jorddjupskarta (2022) mellan 5–10 m.



Figur 4. Modifierad jordartskarta från SGU (2022) för Hardemo vattentäkt.

Brunnsborrning genomfördes 1982 och 2002. Enligt borrhprotokollet för nuvarande produktionsbrunn (borrad 2002) består de översta 6 m av lera som sedan underlagras av grusig sand och sandigt grus som varvas i varierande mäktighet (1-2,5 m) ned till 15 m under markytan (Akva Terra, 2002). Grundvattenytan var vid tidpunkten för borrhningen 2,7 meter under markytan. Vattenföringen varierar mellan god där jordlagren består av grusig sand till mycket god där jordlagren består av sandigt grus. Vid 15-17 m under markytan ändrar vattnets färg karaktär från brungrått till starkt grått och jordlagren bedöms här bestå av siltig-grusig sand. Borrning avslutades utan stopp vid 17 m.u.my. Brunnsfiltret sitter i ett sandigt grusigt lager mellan 8,1-10,1 m.u.my.

I samband med borrhningen av nuvarande produktionsbrunn genomfördes undersökningsborrningar vid tre andra punkter i närheten av produktionsbrunnen. Borrhprotokollen visar på ett 3-6 m mäktigt lerlager som överlagras mer genomsläppligt material som grusig sand och sandigt grus (Akva Terra, 2002). Borrningar har genomförts till mellan 5,2-9,2 m djup. Samtliga borrhningar är avslutade utan stopp. Vattenföringen har bedömts som mycket god i lager med sandigt grus.

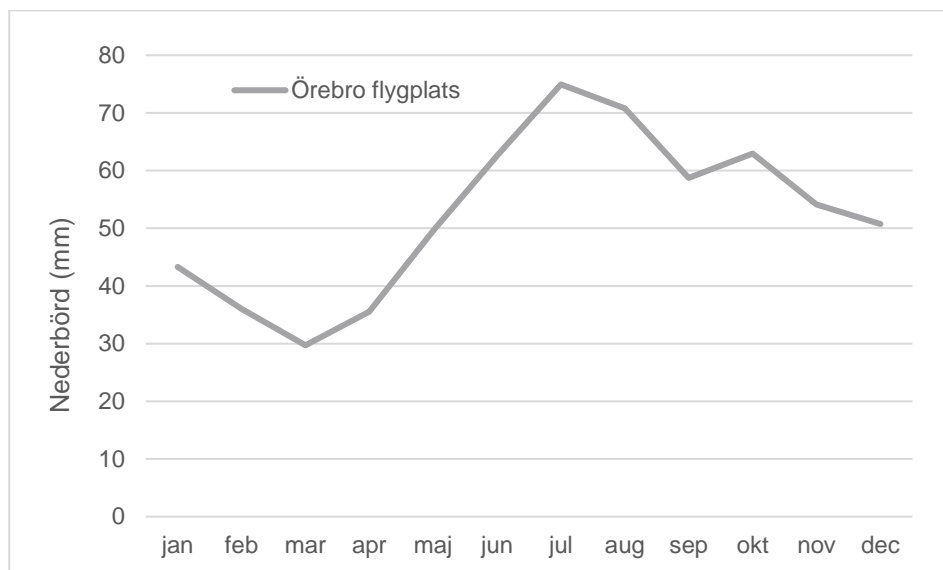
Borrprotokoll från gamla brunnen 1982 redovisar ett 2 m mäktigt lerlager som underlagras av 1 m grusig sand och sedan därunder ännu ett lerlager med mäktighet på 2 m. Därefter återkommer lager av sandigt grus och grusig sand som varvas om vartannat ned till 14 m.u.my. Mellan 14-14,8 m består jordlagren av grusig morän och därefter avslutas borrhningen utan stopp.

Ca 1 km söder om Hardemo vattentäkt visar borrprotokoll från andra borrhningar genomförda 1991 mer täta jordarter även på djupet. Mellan 4-5 m.u.my finns ett lager med grusig sand, i övrigt dominerar lera och silt jordprofilen ned till 9-10,5 m.u.my där det påträffas ett lager med siltig-grusig sand och vattenföringen bedöms som god (Akva Terra, 1991).

4.5 Hydrologi och grundvattenbildning

En mätstation för nederbörd finns vid Örebro flygplats. För perioden 1991–2020 är normalnederbörden ca 630 mm/år, årstidsvariationen visas i Figur 5.

Enligt beskrivningen till grundvattenkartan över Örebro län (SGU, 2000) är nettonederbörden i området (nederbörd-avdunstning) ca 300–400 mm/år. Motsvarande siffra för delavrinningsområdet (*Mynnar i Kvismare Kanal*), baserat på SMHI:s modellerade vattenbalans (Vattenwebb), uppgår till ca 240 mm/år.



Figur 5. Månadsvisa normalvärden för nederbörden vid Örebro flygplats under perioden 1991–2020.

Grundvattenbildningens storlek kan grovt uppskattas för olika typgeologier till mellan ca 10 % (lera-häll-morän) till 80 % (isälvsavlagring) av nettonederbörden (SGU, 2017).

Grundvattenbildning i grova typjordar (isälvsmaterial) har även beräknats till mellan 300-375 mm/år i området vid Hardemo (Rodhe mfl, 2004). I fina typjordar (lera-silt) har grundvattenbildningen beräknats till 225-300 mm/år.

Den effektiva nederbörden har antagits, baserat på ovanstående information, uppgå till ca 300 mm/år i området.

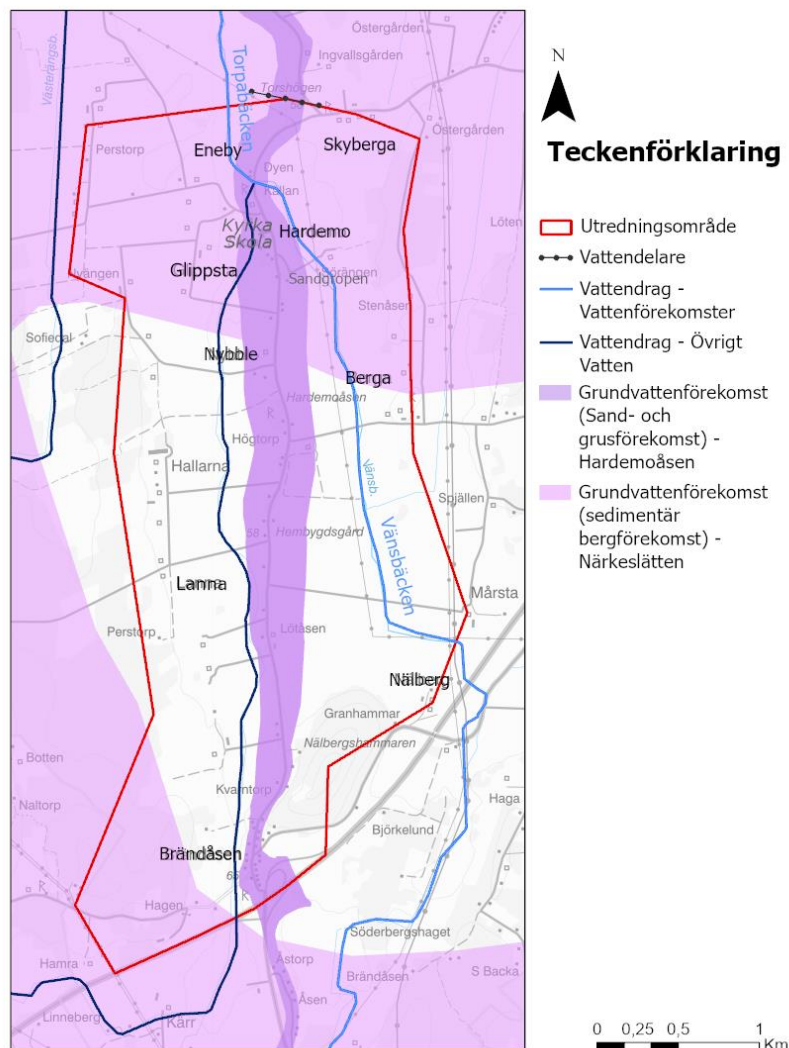
4.5.1 Vattenförekomster

Öster om vattentäkten och parallellt med Hardemoåsen rinner Vänsbäcken i nord-sydlig riktning, se Figur 6. Vänsbäcken är delvis dikad längs med åkermarken som förekommer i området. Ca 500 m norr om vattentäkten rinner Vänsbäcken ihop med en mindre bäck och bildar Torpabäcken. Torpabäcken (SE655310-145472) är enligt VISS (2022) en ytvattenförekomst med beslutade miljö kvalitetsnormer (MKN). Miljö kvalitetsnormerna anger God ekologisk status 2033 och God kemisk ytvattenstatus med undantag för bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar. Vid den senaste klassningen (2019-06-26) var den ekologiska statusen otillfredsställande på grund av att vattendraget är påverkat av övergödning och omfattande rätning/kanalisering. Det påverkas av att det rinner under väg E20 och genom intensivt odlad jordbruksmark. Tillståndet för fisk har varit avgörande för bedömningen av ekologisk status. Den kemiska ytvattenstatusen i vattenförekomsten klassades till Uppnår ej god på grund av förekomst av kvicksilver och difenyleter.

Väster om vattentäkten, parallellt med Vänsbäcken, rinner ett vattendrag (ID: NW655152-145403) som saknar miljö kvalitetsnormer. Vattendraget är ca. 8 km i längd och är dikat.

Hardemo vattentäkt ligger inom Hardemoåsen, Hardemoområdets grundvattenförekomst (SE655185-145425) som är en beslutad sand- och grusförekomst med fastställda MKN. Miljö kvalitetsnormerna anger God kemisk grundvattenstatus och God kvantitativ vid den senaste klassningen (2020-05-08). Det finns en enskild större vattentäkt i förekomsten (Hardemo vattentäkt), men inga andra kända större grundvattenuttag i förekomsten. Det antas därför, med viss osäkerhet, råda balans mellan grundvattenuttag och grundvattenbildning (klassningen är gjord utan dataunderlag).

Grundvattenförekomsten är påverkad av mänskliga aktiviteter (jordbruk) och det finns en risk att vattenkvaliteten är otillfredsställande på grund av den mänskliga påverkan. Läckage av nitrat från jordbruksmark har bedömts som en betydande påverkanskälla för grundvattenförekomsten, baserade på den höga andelen jordbruksmark inom förekomstens tillrinningsområde och med stöd av den nationella modelleringen av nitrathalter i nybildat grundvatten. Det finns därför en risk att nitrathalten kan vara otillfredsställande, dock saknas mätdata för att verifiera detta.



Figur 6. Modifierad översiktskarta från SGU (2022) och VISS (2022) med vattenförekomster för Hardemo vattentäkt.

4.6 Konceptuell hydrogeologisk modell

Nybildning av grundvatten till Hardemo vattentäkts tillrinningsområde bedöms huvudsakligen ske genom infiltration på markytan i de områden där isälvsavlagring går i dagen. Där åsen går i dagen bedöms öppna förhållanden råda i grundvattenmagasinet. Vid de delar av åsen som överlagras av tätare jordarter som lera och silt bedöms magasinet vara slutet och grundvattenbildningen där förväntas vara begränsad.

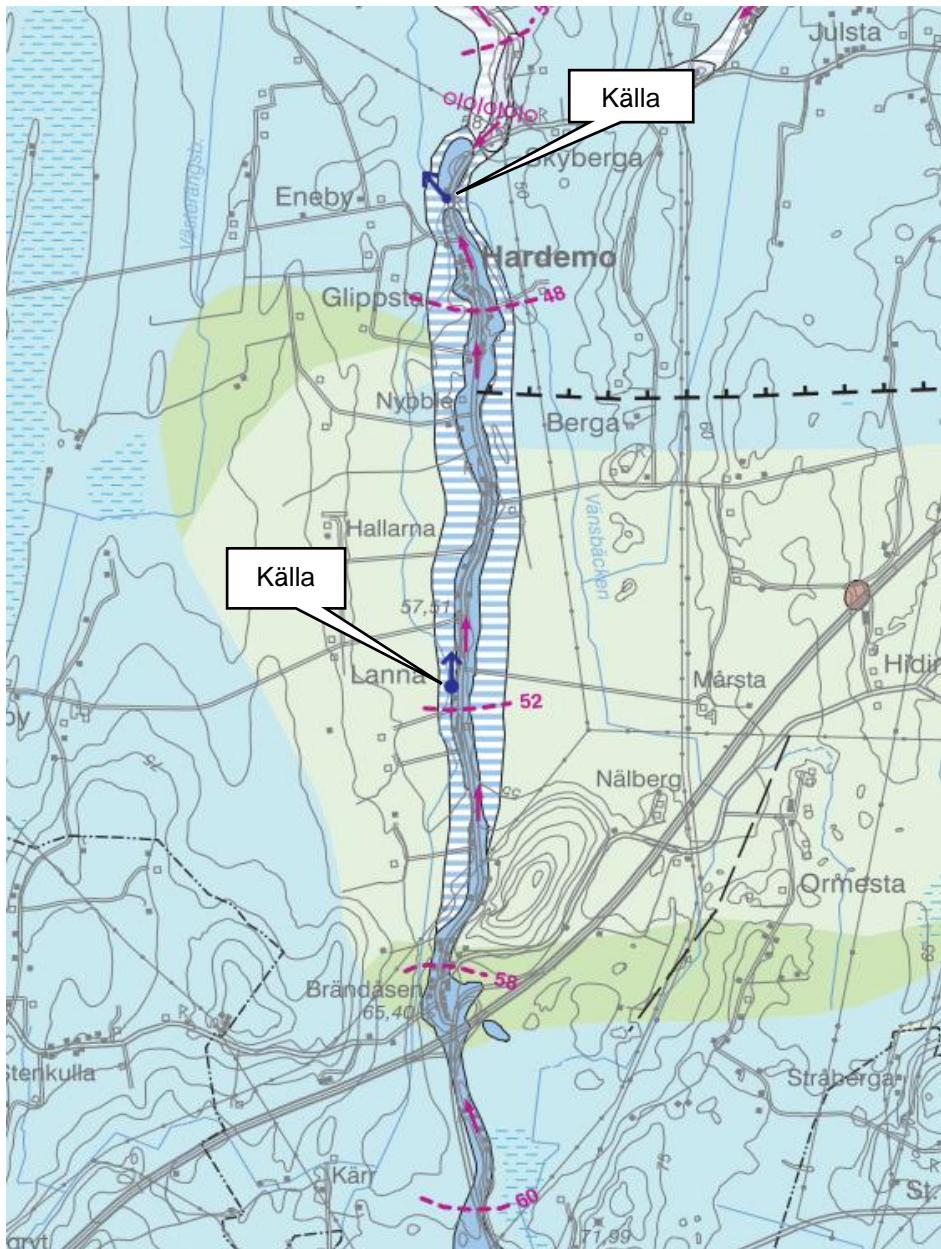
Grundvattnets naturliga avrinningsriktning i Hardemoåsen och vid vattentäkten bedöms enligt SGU (2022) vara i nordlig riktning. Enligt SGU finns en rörlig grundvattendelare ca 1 km norr om vattentäkten och en fast grundvattendelare ca 6,5 km söder om vattentäkten. Huvuddelen av grundvattentillrinningen till brunnen bedöms därmed komma från åsens södra delar. Hardemoåsen bedöms inte fungera dränerande på omgivningen och det mesta av vattnet i åsen härstammar troligen från grundvattenbildningen där isälvs materialet går i

dagen. Den totala ytan där isälvs materialet på Hardemoåsen går i dagen har uppmätts till ca 1,6 km². Med en bedömd grundvattenbildning på 300 mm/år (9,5 l/s km²) blir den totala grundvattentillgången i Hardemoåsen ca 16 l/s (1 340 m³/d).

Omgivande jordarter kring Hardemoåsen består av lera och silt. Det förväntas därmed inte kunna skapas någon inducerad infiltration från ytvattendragen till vattentäkten men det kan inte helt uteslutas. Vattendrag (ID: NW655152-145403) och Vänsbäcken bedöms utgöra skydd för vattentäkten då ytligt avrinnande vatten leds bort från vattentäkten.

Det finns två källor i Hardemoåsen i närheten av vattentäkten. Vid källorna finns hydraulisk kontakt mellan yt- och grundvatten, men flödet är här riktat ut ur grundvattenmagasinet, se Figur 7.

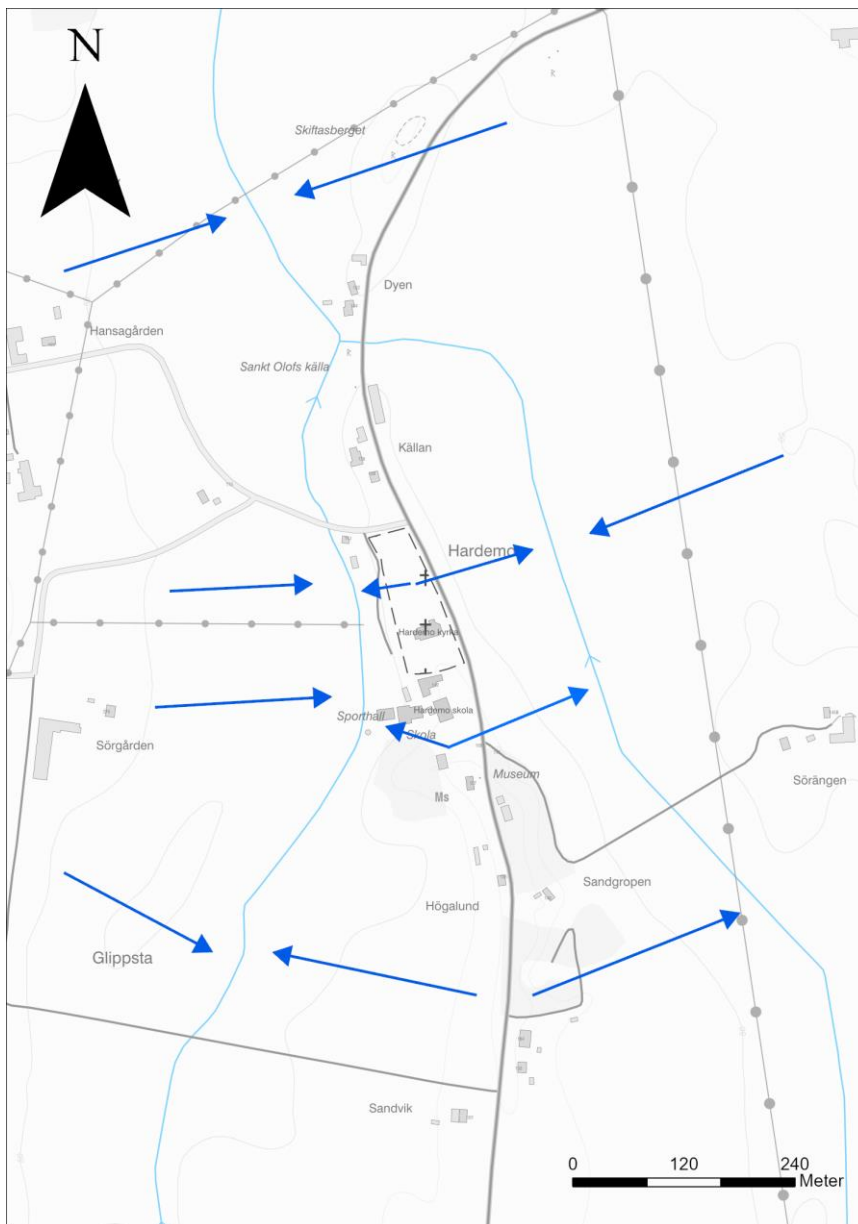
Det sker ingen kontinuerlig mätning av grundvattennivåer i vattentäkten. Lodning har skett vid borring av brunnar och observationsrör. SGU:s karta över grundvattenförekomster i Örebro och Kumla anger grundvattennivåer på fyra ställen i Hardemoåsen (Müllern, 2009). Utifrån dessa har den hydrauliska gradienten vid vattentäkten skattats till 0,002.



Figur 7. Grundvattenkarta från SGU (2020).

Då tidigare utredningar inte har utförts för vattentäkten i Hardemo och underlaget om de hydrogeologiska förhållandena är mycket knappt baseras hydrogeologiska parametrar huvudsakligen på schablonvärden från beskrivning av s.k. hydrogeologiska typmiljöer (*Vägverket, Publikation:98:064, Förorening av vattentäkt vid vägtrafikolycka*). Schablonvärden uppvisar stora intervall och avspeglar därmed en hög grad av osäkerhet.

För de områden runt vattentäkten som består av postglacial lera antas grundvattenströmningens riktning följa ytvattenavrinningen. Riktningen för ytvattnet bedömdes med hjälp av Scalgo Live. Längs väg 532 går en vattendelare och ytvattnets strömningsriktning går sedan mot vattendragen som finns både öster och väster om vattendelaren. Detta kan ses i Figur 8.

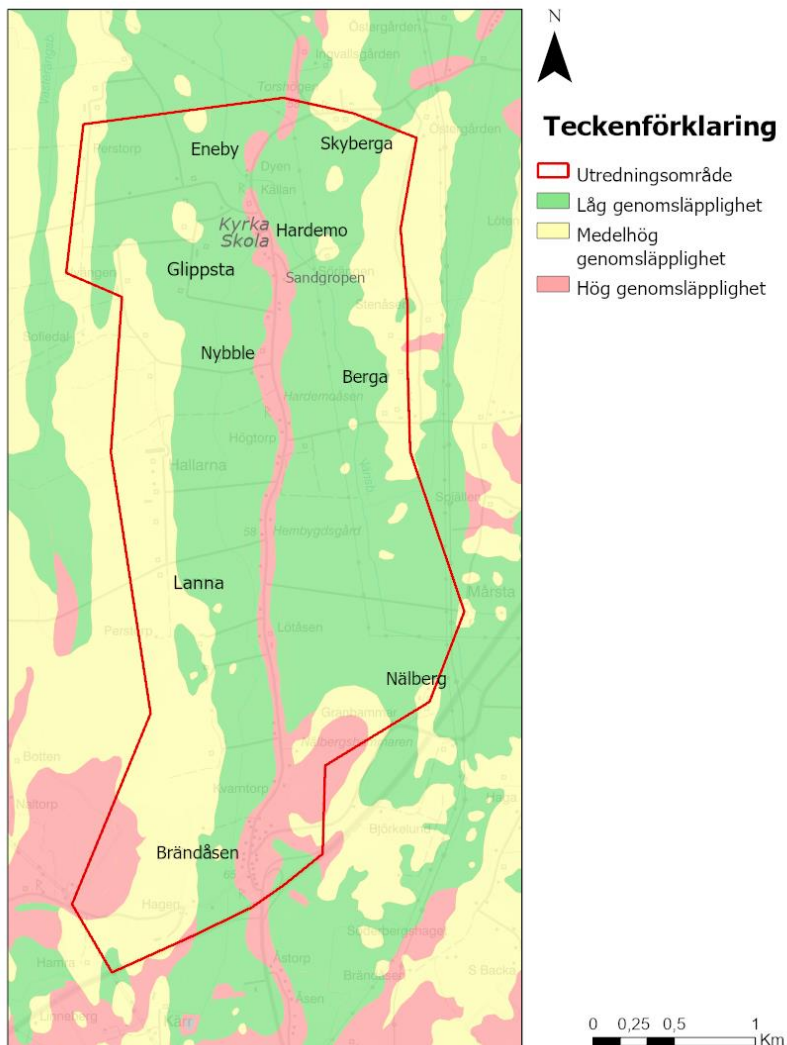


Figur 8. De blå pilarna visar ytvattnets strömningsriktning baserat på analys gjort i Scalgo Live.

4.7 Vattentäktens sårbarhet

Sårbarhet betecknar markens och vattnets känslighet för att påverkas av en förorening, eller med andra ord markens brist på förmåga att reducera en förorenings farlighet under transporten i mark och vatten. Naturliga barriärer kan t.ex. vara ett skyddande lerlager som minskar ett områdes sårbarhet avseende föroreningsspridning vid markytan.

I Figur 9 visas SGU:s genomsläpplighetskarta över området. Denna karta ger en god översikt över områdets sårbarhet för föroreningar på markytan. Hardemoåsens grundvattenförekomst's sårbarhet bedöms som hög medan omkringliggande lerjord har en låg sårbarhet.



Figur 9. Modifierad genomsläpplighetskarta (sårbarhetskarta) från SGU (2022) för Hardemo vattentäkt.

5. Riskbedömning inom Hardemo avrinningsområde

5.1 Princip för riskbedömning

Riskbedömning utgör grunden i arbetet med att ta fram vattenskyddsområde och vattenskyddsföreskrifter. Riskbedömningen ger en övergripande bild av och kunskap om potentiella hot för vattentäkten. Dessa hot kan antingen finnas idag eller tillkomma i framtiden. Områdets karaktär påverkar vilka huvudsakliga riskkällor som bedöms kunna tillkomma inom området. Riskbedömningen beaktar både befintliga och tänkbart tillkommande riskkällor.

Resultatet av riskbedömningen är ett viktigt underlag för att dricksvattenproducenten ska kunna identifiera vilka riskreducerande åtgärder, skyddsföreskrifter och andra åtgärder som behöver genomföras för att långsiktigt säkra dricksvattenproduktionen. I riskvärderingen tar Kumla kommun ställning till vilka riskkällor som inte kan accepteras samt vilka som är ändamålsenliga att reglera med hjälp av skyddsföreskrifter eller andra alternativ som finns för att uppnå riskreduktion och ett ökat vattenskydd. I Figur 10 visas exempel på vilka riskreducerande åtgärder som kommunen, verksamhetsutövare och andra berörda kan behöva arbeta med för att uppnå ett fullgott vattenskydd.



Figur 10. Riskbedömningen används för att bedöma riskkällor inom utredningsområdet. Resultatet visar vilka riskkällor som bör reduceras. Som figuren visar är vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter endast en av flera riskreducerande åtgärder för att skydda vattentäkten

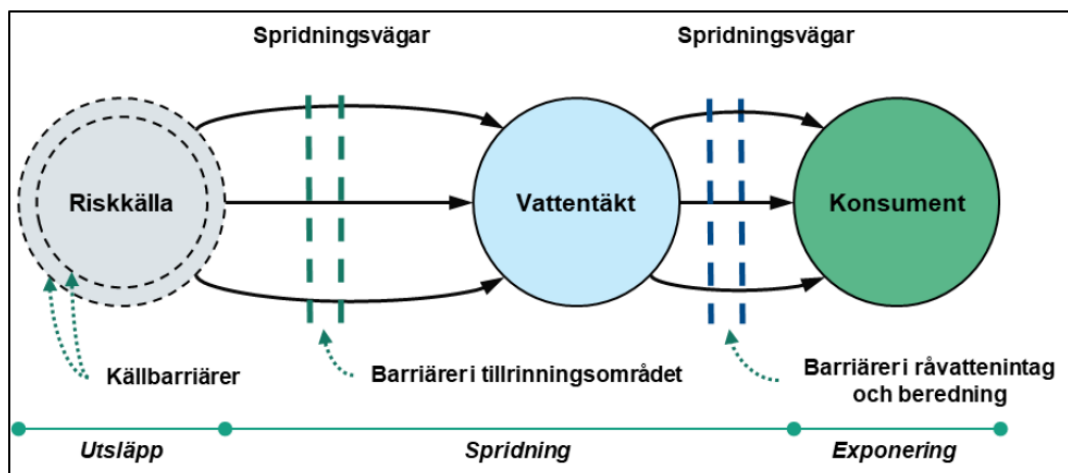
Risk definieras här som en sammanvägning av sannolikheten för att en oönskad händelse ska inträffa och konsekvensen av en sådan oönskad händelse, dvs. sannolikheten för t.ex. att en förorening från en riskkälla når vattentäkten och vilken konsekvens detta får för dricksvattenproduktionen. Mellan riskkällan och vattentäkten kan det förekomma olika barriärer som

hindrar eller minskar spridningen, se Figur 11. Det kan finnas både naturliga barriärer och konstgjorda barriärer som anlagts i detta syfte.

Om en förorening når råvattenintaget och dricksvattenberedningen kan det även finnas barriärer i form av beredningssteg och/eller övervakning och provtagning som hindrar föroreningen att nå konsumenten.

En föroreningssituation kan medföra att vattentäkten inte kan användas tillfälligt eller under en längre tid. Om det saknas reservvattentäkt kan detta medföra leveransbrott i vattenförsörjningen alternativt leverans av förorenat vatten vid otillräcklig rening, vilket i sin tur kan leda till hälsoeffekter.

Figuren nedan redovisar hela händelsekedjan från riskkällan ända till konsument. I detta arbete bedöms dock endast risken för att råvattentäkten påverkas negativt. Barriärer och beredning i vattenverket beaktas inte i riskbedömningen.



Figur 11. Figuren visar hur föroreningar kan spridas från källa via råvattentäkten och vidare till dricksvattenkonsumenten. I aktuellt arbetet bedöms endast risken för att vattentäkten Hardemo påverkas.

5.2 Metod och genomförande

Riskbedömningen genomförs enligt Havs och Vattenmyndighetens vägledning om vattenskyddsområden². Det innebär följande arbetssteg i genomförandet:

- ✓ Beskrivning av råvattnets kvalitet.
- ✓ Riskinventering – Identifiering och beskrivning av kända och potentiella föroreningskällor inom vattentäktens tillrinningsområde.
- ✓ Identifiering och beskrivning av möjlig föroreningsspridning från respektive riskkälla till vattentäkten med hänsyn till naturgivna förutsättningar inom Hardemo vattentäkts tillrinningsområde.
- ✓ Analys av riskernas allvarlighetsgrad utifrån att råvattnet långsiktigt ska kunna användas för dricksvattenproduktion.

² Havs och vattenmyndigheten. Vägledning om inrättande och förvaltning av vattenskyddsområden. Rapport 2021:4

- ✓ Identifiering av åtgärder för att reducera risken. Kan risken hanteras genom skyddsföreskrifter eller är andra åtgärder nödvändiga för att reducera risken?

5.3 Råvattenkvaliteten för Hardemo vattentäkt

5.3.1 Ämnen och grupper av ämnen som är viktiga ur ett råvattenperspektiv för grundvatten

Petroleum

Petroleumprodukter är en stor kategori och dess egenskaper kan se väldigt olika ut. Gemensamt är att de är giftiga och cancerogena. I synnerhet lätta, vattenlösliga oljekolväten är giftiga redan vid låga koncentrationer. Utsläpp av petroleumprodukter kan vålla skador inom stora områden som kan bestå under lång tid. Det räcker med en liter diesel för att göra en miljon liter dricksvatten obrukbart³, eftersom påverkan på smak och lukt är så kraftig.

Petroleum kan spridas till vatten främst genom utsläpp i samband med olyckshändelser eller som mer diffusa utsläpp via dagvattenavrinning.

Tungmetaller

Tungmetaller som kadmium, krom, koppar, nickel, kvicksilver, bly, zink samt i miljösammanhang även arsenik och vanadin är mycket starka miljögifter som ofta är bioackumulerbara, cancerogena och som påverkar nervsystem och/eller andningsorgan. Samtidigt är några av ämnena essentiella för kroppen i mycket små mängder, exempelvis krom och zink.

Spridning av tungmetaller till vatten kan t.ex. ske genom dagvattenavrinning från trafikerade ytor eller från förorenade områden och deponier.

Kemiska föroreningar

Vanliga kemiska föreningar som kan påverka vattnet negativt är kemiska växtskyddsmedel, PAH (polyaromatiska kolväten), fenoler och PFAS (perfluorerade alkylsubstanser). Dessa är toxiska för människor redan vid mycket låga koncentrationer och de är också cancerogena. I de fall det handlar om svårnedbrytbara ämnen kan de nå vattentäkten även om det tar långt tid.

Förekomst av kemiska växtskyddsmedel i vattenmiljön är alltid en följd av mänsklig verksamhet, vilket betyder att deras naturliga bakgrundshalter är noll. Medlen är framtagna för att påverka levande organismer i syfte att skydda grödor inom livsmedelsproduktionen och annan växtodling. Det innebär att växtskyddsmedel som påträffas i sjöar och vattendrag också kan ha effekter på den flora och fauna som lever där. Medlen har dock mycket olika verkningsmekanismer och är i olika hög grad giftiga för vattenlevande organismer. Resultat från Naturvårdsverkets miljöövervakning visar att

³ Miljökonsekvenser av kemikalieolyckor, bränder och utsläpp av oljeprodukter i vattenmiljö. NCO 2005:11

verksamma ämnen från växtskyddsmedel ofta förekommer i mätbara halter i svenskt ytvatten.

Även förekomst av PFAS visar påverkan från mänsklig verksamhet. Den naturliga bakgrundshalten är noll. PFAS finns t.ex. i flamskyddsmedel.

Näringsämnen och organiskt kol

Genom mänsklig aktivitet såsom spridning av gödsel och utsläpp av avloppsvatten ökar mängden näringsämnen som tillförs vattendragen eller grundvattenmagasin. Höga kvävehalter i dricksvattnet kan medföra risk för negativa hälsoeffekter. Näringsämnen sprids även naturligt via urlakning från marken. För jordbruksmark beror läckaget på vilka grödor som odlas, hur marken bereds samt när på året marken gödslas och hur mycket som tillförs.

Organiskt kol är en naturlig produkt från nedbrytning av växter och annat organiskt material och det är inte farligt för människan. Det kan dock utgöra näringskälla för bakterier och höga halter ställer krav på reningsprocessen. Färgtal och COD är två metoder att analysera mängden organiskt kol i vattnet. Organiskt kol kommer från både jord- och skogsbruksmark. För skogsmark har andelen sjö och myr stor betydelse för läckaget. Ju större sjöinslag, d.v.s. längre uppehållstid för vattnet, desto lägre halt COD och färgtal genom möjlighet till sedimentering.

Mikrobiella föroreningar

Med mikrobiell förorening menas i detta fall en tillförsel av patogener, dvs. sjukdomsframkallande bakterier, virus och parasitära protozoer. Källan är typiskt fekal, det vill säga härstammar från avföring från djur eller människa i form av till exempel avlopp eller gödsel.

Mikrobiella föroreningar, som är vanligare i ytvatten än i grundvatten, kan orsaka infektioner hos dricksvattenkonsumenterna och vattenburna sjukdomsutbrott. Vanliga källor för spridning av mikrobiella föroreningar är bräddning i kommunala avloppssystem samt enskilda avlopp med bristande funktion. Även strandbete kan utgöra en risk.

5.3.2 Råvattenkvalitet

Råvattenanalyser från två tillfällen har erhållits 2018-10-26 och 2022-11-08. Provet från 2018-10-26, bedömdes som tjänligt med anmärkning med avseende på de kemiska parametrarna mangan och kalcium, samt otjänligt med avseende på mikrobiologi då halten koliforma bakterier var hög. Analysresultaten visar förhöjda halter mikroorganismer av typen långsamväxande och koliforma bakterier (15 cfu/100 ml) och kan tyda på att grundvattnet har viss ytvattenpåverkan. Provet från 2022-11-08, bedömdes även då som tjänligt med anmärkning med avseende på den kemiska parametern mangan, samt tjänligt med anmärkning med avseende på mikrosvamp, odlingsbara mikroorganismer och koliforma bakterier. En sammanställning av analysresultat från råvattenanalyser i Hardemo redovisas i bilaga 1.

2022-11-08 analyserades råvattnet även med avseende på bekämpningsmedel och bedömdes då som tjänligt utan anmärkning. Gränsvärdena för otjänligt vatten med avseende på bekämpningsmedel i dricksvatten är enligt

Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:3) om dricksvatten, 0,1 µg/l för enskilda bekämpningsmedel och 0,5 µg/l för totalhalt bekämpningsmedel. Samtliga halter för bekämpningsmedel i råvattnet låg under dessa gränser.

Enligt VISS (2022) är Hardemoåsen, Hardemoområdets grundvattenförekomst (SE655185-145425) påverkad av mänsklig aktivitet. Det bedöms finnas risk för läckage av nitrat till grundvattnet. Råvattenanalysen vid Hardemo visade att nitrathalten var 2,9 mg/l vilket inte bedöms vara ett högt värde enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (SGU-rapport 2013:01) där det placeras i klass 2 – låg halt. Enligt Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten SLVFS 2001:30 är gränsvärdet för dricksvatten hos användare för nitrat 20 mg/l.

Enligt VISS (2022) är identifierade problemområden för grundvattentäkten jordbruk, användning av bekämpningsmedel och enskilda avlopp.

5.3.3 Vattenkvalitet – status

Vattenanalyser för dricksvatten hos användare (Hardemo skola) har erhållits från tre tillfällen (2020-09-01, 2022-03-24 och 2022-11-08). Vid de två första tillfällena var dricksvattnet tjänligt med anmärkning för natrium. Vid det sista tillfället bedömdes det som tjänligt utan anmärkningar med avseende på samtliga analyserade parametrar. Vattenanalyserna redovisas i sin helhet i bilaga 1. Vid den senaste provtagningen var antal odlingsbara mikroorganismer 2 cfu/ml och långsamväxande bakterier 5 cfu/ml.

Vattenanalyserna visar en ökning av natrium i dricksvattnet hos användare jämfört med råvattnet från 7–8 mg/l till 90–130 mg/l. Denna ökning kan förklaras av at broxosalt (NaCl) används vid vattenavhärdning.

5.4 Riskinventering

5.4.1 Riskobjekt

Riskobjekten är platsbundna verksamheter eller företeelser som kan påverka yt- och grundvattnets kvalitet. Riskkällor är icke-platsrelaterade riskobjekt. Den genomförda riskbedömningen bygger på en riskinventering i fält, information från Miljökontoret i Kumla kommun samt information från Länsstyrelsens webbplats.

De verksamheter eller företeelser som kan innebära risker i området kan grupperas i följande riskkällor:

- Klimatförändringar och översvämningar
- Sabotage, kris och krig
- Vägar och transporter
- Jord- och skogsbruk
- Bebyggelse
- Miljöfarlig verksamhet
- Övriga riskkällor

5.4.2 Klimatförändringar och översvämningar

Sverige går mot ett mildare och blötare klimat. Det medför att risken för översvämningar ökar och att föroreningar därmed lättare kan spridas till yt- och grundvatten. Mer extrema väderförhållanden leder till ökad risk för bl.a. häftiga nederbördstillfällen och perioder av extrem torka. Extrema nederbördstillfällen medför följande risker:

- Bräddning av avloppsvatten
- Stora dagvattenmängder
- Översvämning och bortspolning av föroreningar från pågående och nedlagda verksamheter på markområden i anslutning till vattendrag och sjöar
- Ökad olycksfrekvens, t.ex. underminering av vägar
- Ökad grumlighet i ytvattendrag

5.4.3 Sabotage, kris och krig

Vattenförsörjningen är en känslig sektor för sabotage och i samband med kris och krig. Risker rör bland annat åverkan på fasta installationer vilket motverkas genom fysiskt skydd.

Dessa risker har inte analyserats i denna rapport eftersom detta är ett samhällsproblem och inte en specifik risk för denna vattentäkt. En särskild riskanalys som fokuserar på risker i kris och krig rekommenderas. Detta bör inarbetas i en separat beredskapsplan. Även aktsamhet beträffande informationsspridning om vattentäktens utformning och sårbarhet bör iakttas.

5.4.4 Bebyggelse

Överallt där människor bor och vistas förekommer en lång rad potentiella hot för en nedströms belägen grundvattentäkt. Risken är dels förknippad med boende, dels med olika typer av verksamheter och företeelser som förekommer inom bebyggda områden. De riskkällor som kan förknippas med bebyggelse beskrivs nedan.

Det finns utspridd bebyggelse strax norr och söder vattentäkten.

Enskilda avlopp och gemensamhetsanläggningar

Enskilda avloppsanläggningar med bristfällig funktion kan förorena yt- och grundvatten. Den främsta risken från enskilda avlopp vid otillfredsställande funktion är utsläpp av näringsämnen, virus, parasiter, bakterier och andra mikrobiella föroreningar till ytvattnet.

Inom utredningsområdet förekommer 113 fastigheter med enskilda avlopp eftersom det saknas kommunalt VA. Av dessa fastigheter har 38 stycken infiltrationsanläggningar, 40 stycken markbäddar, 15 stycken minireningsverk, 9 stycken torrdass, 3 stycken slutna tankar, 2 stycken där efterföljande rening saknar och 6 stycken där det saknas uppgifter om VA.

Vattentäktens råvatten har under en tid haft problem med mikrobiologiska parametrar vilka bedöms kunna påverkas av utsläpp från enskilda avlopp.

Energianläggningar

Energianläggningar kan utgöra en risk för yt- och grundvatten. Den främsta risken är kopplad till anläggningen av energianläggningar till följd av de borrhings- eller schaktarbeten som utförandet innebär.

Det finns ca 10 energianläggningar inom utredningsområdet.

Dagvatten

Dagvatten är det vatten som rinner av från tak, gator, vägar och andra hårdgjorda ytor. Föroreningsgraden i dagvattnet varierar beroende vilken typ av ytor som avvattnas och hur avledningen sker. Dagvatten från bebyggda områden kan innehålla höga halter av tungmetaller, petroleumprodukter mm.

Inom kommunalt verksamhetsområde för dagvatten har huvudmannen ansvar för dagvattenhanteringen. Övriga områden har vägföreningar, diktningföretag, samhällsförening m.fl. ansvar för att ordna densamma utmed vägar och grönområden. Inom tomtmark är det fastighetsägaren som ansvarar för dagvattenhanteringen.

Tankar med petroleumprodukter

Stora volymer petroleumprodukter hanteras bl.a. vid uppvärmning av bostäder eller av företag. Ett väsentligt riskmoment med petroleumprodukter är transporter och påfyllning. Under fältinventeringen identifierades 5 stycken cisterner inom utredningsområdet. Den närmsta ligger ca 350 meter från vattentäkten. Enligt vattenanalyser som gjorts har vattentäkten förhöjda halter av mangan vilket är ett ämne som finns i vissa petroleumprodukter.

Fordonstvätt

Fordonstvätt på ytor som inte är anordnad för detta, t.ex. gator och garageuppfarter med direkt avrinning till dagvattensystemet, är frekvent förekommande inom bebyggda områden. Tvätt med eller utan avfettningsmedel kan medföra att tungmetaller och andra skadliga ämnen tillförs ytvattnet via dagvattennätet.

Släckvatten

Släckvatten från bränder kan förorena yt- och grundvattnet och är en generell riskkälla inom alla bebyggda områden. Släckvatten från verksamheter med hantering av kemikalier eller andra förorenande ämnen eller produkter kan medföra en mer allvarlig förorening av yt- och grundvattnet än släckvatten från till exempel bostäder.

Hemkemikalier

Bekämpningsmedel och övriga hushållskemikalier hanteras generellt inom bebyggda områden. Även fasadtvätt kan utgöra en risk för vattentäkten.

5.4.5 Jord- och skogsbruk

Markanvändningen inom utredningsområdet domineras av jordbruk och skogsbruk. Områden med sammanhängande jordbruksmark finns främst på både sidor om täkten. Inom hela avrinningsområdet utgörs markanvändningen till drygt 50% av jordbruksmark och ca 36 % av skogsbruksmark i utkanten av utredningsområdet.

All åkermark behöver god dränering för att fungera för produktion. Täckdikning är det vanligaste sättet. Detta innebär att en snabb avrinning från jordbruksmarken kan infiltrera in till marken via genomsläppliga jordlager eller

ske till ytvattendrag, vilket också medför att växtnäringsämnen och bekämpningsmedel snabbt kan infiltrera in till grundvattenmagasinet eller rinna av till ytvattnet. Hur stor del av jordbruksmarken som är täckdikad inom avrinningsområdet är inte känd, men det är rimligt att anta att all åkermark är täckdikad.

Riskkällor förknippade med jord- och skogsbruk beskrivs nedan.

Växtnäringsämnen

Det finns huvudsakligen två typer av gödselmedel; kemiskt framställd handelsgödsel och naturgödsel. Spridning och annan hantering, såsom lagring, av växtnäringsämnen kan ge ett näringsläckage av främst kväve och fosfor till grundvattenmagasin eller intilliggande vattendrag. Naturgödsel utgör en risk genom dess innehåll av mikrobiella föroreningar.

Spridning av slam från reningsverk eller enskilda reningsanläggningar på jordbruksmark kan utgöra en risk för spridning av näringsämnen och mikrobiella föroreningar till ytvatten och grundvatten. Slam kan även innehålla andra föroreningar.

Den största risken uppkommer om det blir ett skyfall direkt efter spridning av växtnäringsämnen och spridningen sker nära vattendrag, om spridningen sker på frusen mark eller om spridningen sker på sårbar mark.

REVAQ-certifierat slam används på flertal fastigheter inom utredningsområdet.

Vattentäktens råvatten har under en tid haft problem med mikrobiologiska parametrar vilka bedöms kunna påverkas av spridning av slam. Även de förhöjda halterna av Mangan och Kalcium bedöms kunna påverkas av växtnäringsämnen då dessa ofta innehåller de två ämnena.

Bekämpningsmedel

Vissa tillåtna bekämpningsmedel har hög toxicitet, vilket gör att de kan komma att utgöra en allvarlig risk för försämrade vattenkvalitet. Inte bara spridning utan även annan hantering av bekämpningsmedel utgör en riskkälla. Bekämpningsmedel används inom jordbruk, men även till viss del inom skogsbruk.

Bekämpningsmedel får inte spridas närmare vattendrag än 6 meter eller direkt på eller i anslutning till sårbar mark. Den största risken med bekämpningsmedel bedöms uppkomma vid ett skyfall direkt efter att spridning har skett. En ökad risk föreligger om spridning sker utanför växtsäsong.

Inom skogsbruk är det numera främst vattenslagning av plantor som behandlats med bekämpningsmedel som utgör en risk för förorening av yt- och grundvattnet.

Enligt råvattenanalyserna utgör bekämpningsmedel inte ett problem för vattentäkten. Detta utesluter dock inte att det kan komma att utgöra ett problem i framtiden.

Strandbete

Vid strandbete kan virus, parasiter, bakterier och andra mikrobiella föroreningar från kreaturens tarmsystem spridas till vattnet. Risk kan dels uppkomma vid normal avrinning från betesmark men är främst kopplad till situationer med högt vattenstånd eller intensiv nederbörd.

Tankar med petroleumprodukter

Lagringstankar för petroleumprodukter inom jord- och skogsbruksverksamhet kan innebära en risk för läckage och spill, främst vid transport och påfyllning. Lagringstankar förekommer i anslutning till jordbruksfastigheter och inom skogsbruket nyttjas mobila tankar.

Avverkning av skog och andra åtgärder inom skogsbruket

Från skogsmark sker ett kontinuerligt läckage av olika ämnen till vatten. Skogsbruksåtgärder kan påverka läckaget av både näringsämnen och tungmetaller till vatten och ett stort uttag av biomassa kan bidra till försurning. Avrinningen ökar generellt vid avverkning med ökad transport av näringsämnen, organiskt material och partiklar som följd. Det förekommer även körskador som kan påverka skyddande jordlager.

Timmerupplag

Upplag av timmer utgör risk för grundvattenförekomster i grus och sand på grund av läckage av fenoler och organiska ämnen. Därmed ökar risken om upplag sker på sårbar mark inom utredningsområdet.

5.4.6 Trafik och transporter

Genom utredningsområdet går två allmänna vägar, väg E20 som korsar isälvsavlagringen ca 4 km söder om vattentäkten och väg 532 som går längs isälvsavlagringen, dvs i vattentäktens absoluta närhet. E20 söder om vattentäkten har en medelhög belastning kring runt 5000 fordon per dygn, se Tabell 3. E20 har en högre belastning av tung trafik.

Tabell 3. Fordonsbelastning på vägsträckor inom utredningsområdet. ÅDT avser årsdygnstrafik.

Väg nr	ÅDT (antal)	ÅDT tung trafik (antal)
532	470	30
E20	5000	920

I övrigt finns enskilda vägar samt grusvägar inom avrinningsområdet.

Risker förknippade med vägar och transporter på vägar är främst förorenat vägdagvatten, vägsalt, olyckor med farligt gods eller med tungt fordon samt uppställning av tankbilar och dylikt.

Vägdagvatten

Vägdagvatten utgör en diffus föroreningskälla eftersom det kan innehålla höga halter av tungmetaller som koppar, bly, zink och kadmium samt petroleumprodukter.

Flera vägar går direkt över åsen och inströmningsområden till vattentäkten. Dagvattenhanteringen från vägnätet sker huvudsakligen via diken där det kan förväntas ske en viss naturlig fastläggning av föroreningar.

Olyckor med farligt gods eller tunga fordon på väg

Olyckor sker statistiskt sett på alla typer av vägsträckor, men vägavsnitt med komplex trafiksituation och hög trafikbelastning utgör speciellt utsatta delar. Olyckor med farligt gods kan orsaka utsläpp av förorenande ämnen och medföra stora konsekvenser med avseende på förorening av yt- och

grundvatten. Vid olycka med tungt fordon är bränsleläckage en risk. Tungta fordon har ibland dubbla tankar och volymen bränsle kan vara mycket stor.

Väg E20 är en rekommenderad väg för transport av farligt gods. Denna väg ligger dock i utkanten av utredningsområdet, långt från vattentäkten och bedöms därför inte utgöra en risk. Väg 532 passerar längs Hardemoåsen men är ej en rekommenderad väg för transport av farligt gods.

Uppställning av tankbilar, tankbilssläp eller andra transportbehållare

Uppställning av tankbilar, tankbilssläp eller andra transportbehållare innehållande petroleumprodukter eller övriga hälso- eller miljöfarliga produkter kan utgöra en risk vid läckage genom olyckshändelse eller i samband med sabotage eller stöd. Om uppställningen sker på en yta med direkt avrinning ovan sårbara ytor utgör detta en risk för vattentäkten.

5.4.7 Materialtäkter och markarbeten

Det finns inga kända aktiva materialtäkter inom området kring vattentäkten. Ca 300 m sydost om vattentäkten finns ett område som kallas Sandgropen. Det saknas information om huruvida detta är en nedlagd materialtäkt, men sett till topografin och gropens läge är det rimligt att anta att det är det. Oavsett bedöms gropen ha förhöjd sårbarhet eftersom avståndet till grundvattenytan i detta område är kortare än på tex. åskränet.

Enligt EBH-stödet finns en gammal avfallsdeponi på fastigheten Nälberg 1:20. Objektet är bara identifierat, ej inventerat eller riskklassat.

5.4.8 Miljöfarlig verksamhet

Risker förknippade med miljöfarlig verksamhet och industriområden är att miljöfarliga ämnen ska spridas till en grundvattentäkt genom kontinuerlig dagvattenavrinning, genom spill och läckage, genom olyckor och haverier eller genom släckvatten vid brand. Det finns många olika scenarier att beakta. Konsekvenserna av en industriolycka kan bli mycket stora. De riskkällor som beaktas i riskanalysen är:

- Utsläpp av miljöfarliga ämnen vid industriolycka.
- Släckvatten från brand.
- Kontinuerlig dagvattenavrinning från industrier och industriområden.

Miljöfarlig verksamhet delas in enligt nedan. Information om A och B-verksamheter har inhämtats från länsstyrelsens webb-databas. Information om C-verksamheter kommer från berörda kommuner.

För **A-verksamheter** söks tillstånd hos miljödomstolen. Inom utredningsområdet finns inga A-verksamheter.

För **B-verksamheter** söks tillstånd hos Länsstyrelsen. Inom utredningsområdet finns inga verksamheter som är B-verksamheter.

C-verksamheter anmäls till kommunen. Inom utredningsområdet finns det finns två anmälningspliktiga miljöfarliga verksamheter (C-objekt): Ett lantbruk med mjölkproduktion på fastigheten Lanna 6:1 och en verksamhet med gummiproduktion (tillverkning av produkter från bildäck) på fastigheten Lybby 8:1. Det kan sannolikt även förekomma djurhållning i mindre omfattning, t.ex. hästgårdar, och spannmålsodling.

Det finns en U-verksamhet (en verksamhet som inte omfattas av anmälnings- eller tillståndsplikt) inom branschen bilverkstad/bilhandel på fastigheten Brändåsen 1:20.

5.4.9 Övriga riskkällor

Förorenad mark

Enligt GIS-data från Länsstyrelserna finns 7 identifierade, potentiellt förorenade områden inom aktuellt utredningsområde för Hardemo vattentäkt. Av dessa är endast ett område riskklassat och placeras då i riskklass 2. Klassningen avser betning av säd och objektet ligger på fastigheten Nälberg 6:1.

De potentiellt förorenade områden som inte är riskklassade utgörs av avloppsreningsverk, gummiproduktion, bilvårdsanläggning, bilverkstad samt åkerier samt transformatorstation.

Inom utredningsområdet för grundvattentäkten sker uppställning av fordon vid några ställen.

5.4.10 Risker som kan påverka kapacitet och kvalitet

Grustäktverksamhet i grundvattenmagasinet

I anslutning till Hardemo vattentäkt finns inga aktiva materialtäkter.

Enskilda vattenbrunnar

Kända befintliga grundvattenuttag i närheten av eller uppströms vattentäkten redovisas i Tabell 4. Samtliga brunnar är borrade i berg.

Tabell 4. Sammanställning av närliggande brunnar från SGU:s Brunnsarkiv

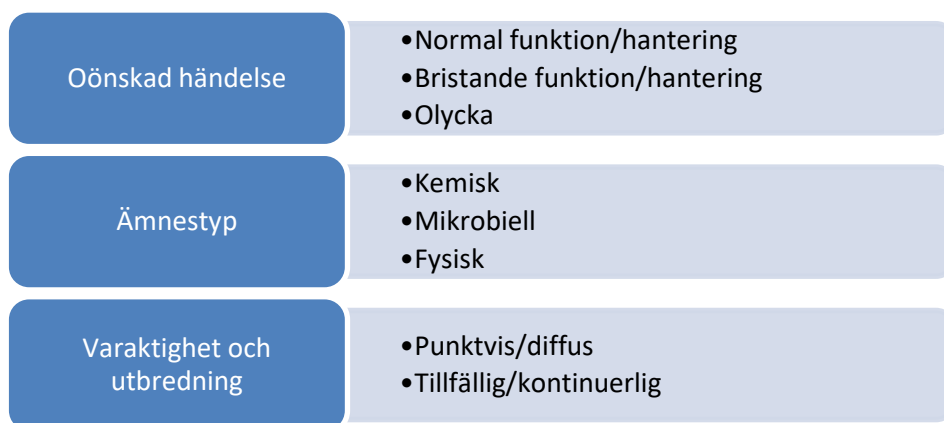
Brunns-ID	Fastighet	Total djup (m)	Jorddjup (m)	Grundvattennivå (m)	Uttagskapacitet (l/tim)	Användning
921609147	Glippsta 1:3	100	16	-	-	Enskild vattentäkt
906086020	Lanna 1:9	46	13,5	7	9000	Enskild vattentäkt
916566392	LANNA 3:6	81	13	5	450	Enskild vattentäkt
920030085	SKYBERG A 6:3	102	15	-	-	Enskild vattentäkt
105190054	NÄLBERG 1:10-2:8	40,8	4	2,25	470	Enskild vattentäkt
105100584	NÄLBERG 1:21	82	6	-	6000	Enskild vattentäkt
105100638	NÄLBERG 1:22	102	10	9	600	Enskild vattentäkt
105190050	LANNA 3:5	24,3	8,8	5,5	5400	Större lantbruk vattentäkt

920057710	HARDEM O- KVARNTORP RP 1:9	100	12	-	-	Enskild vattentäkt
914043693	BRÄNDÅS EN 1:8	80	9	9	450	Enskild vattentäkt
918553326	BRÄNDÅS EN 1:19	60	16	-	1000	Enskild vattentäkt
910042563	BRÄNDÅS EN 1:16	81	15	10	600	Okänd
912080813	BRÄNDÅS EN 1:17	100	12	-	900	Okänd
911042117	BRÄNDÅS EN 1:21	39	16	-	3000	Okänd

5.5 Analys av riskernas allvarlighetsgrad

5.5.1 Karakterisering av riskkällor

Resultatet av den genomförda riskidentifieringen visar vilka riskkällor som finns inom Hardemos utredningsområde. De riskkällor som berör Hardemo vattentäkt och dess tillrinning är av varierande karaktär och riskbilden blir därför splittrad. För att tydliggöra bakgrunden till riskberäkningen kan riskkällor karakteriseras utifrån vilken händelse som innebär risk, vilken ämnestyp som utgör risk och vilken varaktighet och utbredning riskkällan har, se Figur 12. Detta sammantaget skapar en bild av vilken sorts risk som beräknas i analysen.



Figur 12. Varje riskkälla som identifierats kategoriseras i analysen så det framgår vid vilken oönskad händelse, vilken ämnestyp och vilken varaktighet och utbredning som påverkar riskberäkningen.

Riskällorna brukar karakteriseras till varaktighet och utbredning med begreppen tillfälliga – kontinuerliga samt punktvís – diffusa. Hur de identifierade riskkällorna delas in med avseende på varaktighet och utbredning redovisas i Figur 13.

	Punktvisa	Diffusa
Tillfälliga	<ul style="list-style-type: none"> • Bebyggelse, tankar med petroleum • Uppställning av tankbilar m.m. • Släckvatten, bebyggelse • Jordbruk, bränsletankar • Skogsbrand • Olyckor med farligt gods på väg • Stora markarbeten • Muddring • Förorenad mark, spridning vid sanering 	<ul style="list-style-type: none"> • Fordonstvätt • Bebyggelse, hemkemikalier • Naturgödsel • Handelsgödsel • Strandbete • Kemiska bekämpningsmedel • Klimatförändringar - översvämning och höga flöden • Klimatförändringar – långa perioder med låga flöden (torka)
Kontinuerliga	<ul style="list-style-type: none"> • Avloppsreningsverk, drift • Idrottsanläggningar • Förorenad mark, kontinuerligt läckage 	<ul style="list-style-type: none"> • Enskilda avlopp • Avverkning av skog • Dagvatten från bebyggda områden • Vägdagvatten

Figur 13. Karakterisering av riskkällor i punktvisa – diffusa samt tillfälliga – kontinuerliga.

5.5.2 Bedömningsmodell

De riskkällor som identifierats är många till antalet och av olika karaktär. Riskbedömningen fordrar därför ett systematiskt angreppssätt. För att möjliggöra en vidare användning av riskidentifieringens resultat genomförs en bedömning av risken för varje riskkälla.

Den metod som används här för att beräkna risken resulterar i en ranking av risker. Syftet är att sortera riskkällorna i olika klasser som kräver fördjupade analyser alternativt olika typer av riskreducerande åtgärder.

Risken (R) beskrivs som en sammanvägning av sannolikheten (S) för att en riskkälla ska påverka Hardemo som råvattentäkt negativt och konsekvenserna (K) denna påverkan medför. Sannolikhet och konsekvens bedöms var för sig och är principiellt oberoende parametrar. Skalorna för sannolikhet och konsekvens är indelade i fyra klasser och sammanvägningen av sannolikhets- och konsekvensklassen beskriver risken. Det är viktigt att poängtera att de riskklasser som presenteras inte tar hänsyn till vad som anses vara en acceptabel respektive oacceptabel risk.

$$Risk (R) = Sannolikhet (S) \times Konsekvens (K)$$

För att riskbedömningens resultat ska vara transparent och användbart är det viktigt att tydligt redovisa vilka kriterier som används för att bedöma sannolikhet och konsekvens. Modellens detaljeringsgrad är måttlig eftersom den bedömda sannolikheten respektive konsekvensen delas in i fyra klasser, som sedan ger den sammanvägda riskklassen.

5.5.3 Bedömning av sannolikhet

Sannolikheten speglar hur ofta en oönskad händelse bedöms kunna inträffa och tar hänsyn till att föroreningen måste nå uttagsbrunnen för att utgöra en fara. Sannolikhetsklassningen avser därför sannolikheten att en förorening når vattentäkten, vilket är en kombination av ett antal sannolikheter från

utsläppspunkten till vattentäkten, och omfattar inte enbart sannolikheten för utsläppet på sin plats. Sannolikheten delas in i fyra nivåer enligt kriterier beskrivna i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Kriterier för bedömning av sannolikhet

Sannolikhet	Kriterier
S1: Liten sannolikhet	Händelsen bedöms inträffa mer sällan än en gång på 50 år.
S2: Medelstor sannolikhet	Händelsen bedöms kunna inträffa inom de närmaste 10-50 åren.
S3: Stor sannolikhet	Händelsen bedöms kunna inträffa de närmaste 1-10 åren.
S4: Mycket stor sannolikhet	Händelsen bedöms inträffa en gång per år eller oftare.

I den riskbedömning som finns i bilaga 2 redovisas sannolikheten för respektive riskkälla som någon av ovanstående *S-klass (S1-S4)*. För att tydliggöra vilken typ av oönskad händelse som bedöms för respektive riskkälla redovisas om det handlar om normala förhållanden, en brist som uppstår eller om det är en olycksartad händelse.

5.5.4 Bedömning av konsekvens

Konsekvenserna är indelade i fyra allvarlighetsnivåer, vilka redovisas i tabellen nedan. De kriterier som används utgår ifrån vilken konsekvens som uppstår för vattenförsörjningen förutsatt att en påverkan når vattenintaget.

Konsekvensbedömningen utgår från att en oönskad händelse verkligen har inträffat. Osäkerheter kring konsekvenserna av en händelse hanteras på följande sätt⁴:

- Vid liten osäkerhet om konsekvens bör den mest realistiska konsekvensen användas.
- Vid stor osäkerhet om den verkliga konsekvensen bör en pessimistisk bedömning göras enligt försiktighetsprincipen.

Konsekvensen redovisas som *K-klass (K1-K4)* i bilaga 2 och är en tolkning av Livsmedelverkets befintliga nivåer för konsekvensklassning, beskrivna i Livsmedelsverkets handbok "*Risk- och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjning*".

Tabell 6. Kriterier för bedömning av konsekvens

Konsekvens	Kriterier
K1: Liten konsekvens	Obetydlig påverkan på råvattenkvaliteten.
K2: Medelstor konsekvens	Tillfällig försämring av råvattenkvaliteten som innebär tillfälliga störningar i leveranssäkerhet.
K3: Stor konsekvens	Försämrade råvattenkvalitet som orsakar långvarig driftstörning som kan påverka mängden levererat vatten.

⁴ Risk- och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjning. Livsmedelsverket 2007.

K4: Mycket stor konsekvens	Försämrad råvattenkvalitet som medför permanent avstängning av råvattenintag eller avstängning på obestämd tid.
-----------------------------------	---

5.5.5 Sammanvägning av risknivå

När sannolikhet och konsekvens för en oönskad händelse har bedömts kan den placeras in i den riskmatris som redovisas nedan och tilldelas på detta vis en "riskklass", se Tabell 7. Risken är indelad i tre olika klasser där riskklass 1 är den lägsta riskklassen och riskklass 3 är den högsta riskklassen. En riskkälla med riskklass 1 kan fortfarande utgöra en risk, det vill säga den kan inte bortses ifrån. Det är också viktigt att poängtera att indelningen i riskklasser kan göras på andra sätt än vad som redovisas i riskmatrisen nedan. Indelningen som används här har dock bedömts lämplig för det syfte riskanalysen (riskinventeringen och riskbedömningen) har i detta sammanhang, det vill säga att beskriva risker för Hardemo råvattentäkt.

Tabell 7. Riskbedömningsmatris

Sannolikhet	Konsekvens			
	K1 liten	K2 medelstor	K3 stor	K4 mycket stor
S4 – mycket stor	Riskklass 1	Riskklass 2	Riskklass 3	Riskklass 3
S3 – stor	Riskklass 1	Riskklass 2	Riskklass 3	Riskklass 3
S2 – medelstor	Riskklass 1	Riskklass 1	Riskklass 2	Riskklass 3
S1 – liten	Riskklass 1	Riskklass 1	Riskklass 2	Riskklass 2

5.5.6 Resultat

Resultatet av riskanalysen (identifiering och bedömning av risknivå) redovisas i bilaga 2. Resultatet är av översiktlig karaktär och ger främst en anvisning av rangordningen och storleken på de identifierade riskobjekten och riskkällorna.

För att avgöra vilken risknivå som enskilda verksamheter, så kallade riskobjekt, utgör för vattentäkten och vilka speciella åtgärder som kan anses motiverade vid dessa riskobjekt i syfte att öka skyddet för Hardemo vattentäkt krävs mer detaljerade riskanalyser på objektnivå, vilket inte ingår i detta arbete.

De riskkällor som utifrån riskanalysen utgör störst risk (Riskklass 3) för vattentäkten är spridning av bekämpningsmedel och växtnäringsämnen på jordbruksmark samt transformatorstationer.

I övrigt utgörs de största riskerna (Riskklass 2) av:

- Olyckor med farligt gods och tunga transporter
- Uppställning av tankbilar, tankbilsläp etc.
- Bristfälliga enskilda avloppsanläggningar
- Tankar med petroleumprodukter
- Släckvatten från bebyggelse

- Fordonstvätt
- Miljöfarliga verksamheter
- Djurhållning
- Väg dagvatten
- Upplag av avfall
- Utfyllnadsområdet
- Materialtäkter och markarbeten
- Miljöfarliga verksamheter
- Potentiellt förorenade områden
- Energianläggningar

Detta inkluderar både nuvarande och potentiella framtida risker.

6. Riskreducerande åtgärder och motiv till skyddsföreskrifter

6.1 Översiktlig beskrivning av riskreducerande åtgärder

Vattenskyddsarbetet omfattar en rad olika riskreducerande åtgärder där fastställande av vattenskyddsområde med tillhörande skyddsföreskrifter är en åtgärd av flera möjliga åtgärder som kan behöva vidtas för att reducera risken.

Utöver vattenskyddsområde med föreskrifter finns ett antal möjliga åtgärder som kan genomföras för att reducera riskerna inom vattenskyddsområdet. Olika åtgärder kan även kombineras, dvs vidtagande av en åtgärd behöver inte innebära att andra åtgärder utesluts. Nedan följer en kort beskrivning av andra tillgängliga åtgärder.

- Detaljerade riskanalyser – syftar till att specifikt se över behovet av riskreducerande åtgärder. En detaljerad riskanalys kan t.ex. genomföras för en specifik verksamhet eller en vägsträcka i nära anslutning till vattentäkt.
- Beredskap och beredskapsplanering – syftar till att minska konsekvensen av en oönskad händelse. Genom god beredskap vet räddningstjänst och andra aktörer hur de ska agera vid en olyckshändelse med avseende på risk för förorening av råvattnet.
- Hänsyn vid fysisk planering – styr bort oönskade verksamheter och tar hänsyn till känsliga områden. Det är viktigt att beakta vattentäkten och dess tillrinningsområde i översiktsplaner och detaljplaner.
- Tillsyn – kontrollera efterlevnaden av lagar och regler. En aktiv tillsyn av verksamheter och t.ex. av enskilda avlopp är viktigt för att minska risken för att vattentäkten påverkas.
- Fysisk åtgärd – förebyggande åtgärder som minskar sannolikheten för föroreningsutsläpp eller konsekvensen av ett utsläpp. Exempel på sådana åtgärder är täta diken längs vägar eller dagvattendammar med oljeavskiljare.
- Information – Långsiktigt informationsarbete där medvetenheten om skyddsbehovet för vattentäkterna är mycket viktig.

6.2 Riskreducering genom skyddsföreskrifter

I tabell nedan redovisas riskbedömningen för de riskkällor som kan reduceras genom skyddsföreskrifter tillsammans med förslag på vilka risker som bör hanteras genom skyddsföreskrifter samt en bedömning av den avsedda effekten av detta. Detta som ett motiv till de skyddsföreskrifter som tagits fram för Hardemo vattenskyddsområde.

Riskkälla	Riskbedömning	Skyddsföreskrift	Avsedd effekt
Enskilda avlopp	I utredningsområdet finns 113 enskilda avlopp. Flertalet av dessa ligger i vattentäktens närområde.	Reglering av Installation av ny enskild avloppsanläggning för spillvatten eller annat avloppsvatten ,anslutning av WC till befintligt BDT-avlopp samt ändring eller förbättring av befintlig avloppsanläggning.	Åtgärder vid nya och befintliga anläggningar säkerställer funktionen och minskar risken för otillåten belastning av näringsämnen och mikroorganismer.
Hantering av petroleum m.m.	Hantering av petroleumprodukter och andra miljöfarliga ämnen utgör en risk vid spill och läckage.	Reglering av etablering, lagring, samt all övrig hantering av petroleumprodukter och andra brandfarliga vätskor. Tillstånd för att hantera större volymer och tillfälliga lagringsplatser.	Minska risken för att ett läckage uppstår och konsekvensen av detta.
Energi-anläggningar	Det finns endast ca 10 energianläggningar inom utredningsområdet. Området har relativt gles bebyggelse och risken bedöms som liten. Vid utförande av nya energianläggningar eller nya	Reglering av ny anläggning för lagring av och utvinning av värmeenergi eller kyla från jord och berg och ny anläggning för uttag av vatten från berg och jord.	Minskar risken för läckage av köldbärarvätska till grundvattnet, risk för tillförsel av föroreningar eller annan påverkan i samband med borning och drift av anläggningen.

	anläggningar för vattenuttag bedöms konsekvensen vara medelstor till stor, framför allt till följd av de borrhings- eller schaktarbeten som utförandet innebär.		
Fordonstvätt	Fordonstvätt hemma innebär att tungmetaller och andra skadliga ämnen kan spridas.	Förbud mot fordonstvätt annat än i anläggningar avsedda för detta.	Minskar risken för diffus spridning av tungmetaller, PAH m.m. till Hardemo vattentäkt.
Hemkemikalier	Området har relativt gles bebyggelse och risken vid privat hantering av t.ex. bekämpningsmedel bedöms vara liten.	Ingen skyddsföreskrift föreslås.	
Kemiska bekämpningsmedel	Spridning av bekämpningsmedel i nära anslutning till grundvattentäkt, speciellt utanför växtsäsong bedöms vara en stor risk. Även om bekämpningsmedel inte alltid har påvisats i råvatten från Hardemo är det viktigt att minska denna risk.	Reglering av yrkesmässig spridning samt övrig hantering av bekämpningsmedel och växtnäringsämnen i områden nära Hardemo vattentäkt.	Minskad risk för läckage av bekämpningsmedel till Hardemo vattentäkt.
Naturgödsel	Den dominerande markanvändningen är jordbruk i den del av avrinningsområdet som ligger närmast grundvattenuttaget. Spridning av naturgödsel nära grundvattentäkt utgör en relativt stor risk för	Restriktioner angående spridning av naturgödsel inkl. slam från reningsverk.	Minskad sannolikhet för spridning av mikrobiella föroreningar och ämnen som t.ex. läkemedelsrester till grundvatten.

	spridning av mikroorganismer m.m. E-coli bakterier förekommer i råvattnet.		
Handelsgödsel	Den dominerande markanvändningen är jordbruk i den del av avrinningsområdet som ligger närmast vattentäkten.	Restriktioner för spridning av växtnäringsämnen i områden med tillrinning till grundvattenmagasin.	Minska belastningen av växtnäringsämnen i Hardemo vattentäkt.
Strandbete	Förekommer eventuellt vid Vänsbäcken. Belastningen bedöms som liten inom utredningsområdet och risken bedöms som liten.	Ingen skyddsföreskrift föreslås.	
Mobila tankar	Olämplig placering av mobila tankar, t.ex. i närheten av grundvattenbrunnar, kan medföra en risk för petroleumförorening av grundvattnet.	Tillstånd för att hantera större volymer.	Minska sannolikheten för utsläpp och mängd som kan släppas ut.
Avverkning av skog	Utkanterna av utredningsområdet utgörs av skog. Dessa områden bedöms dock ej komma att ingå i vattenskyddsområdet. Därför bedöms föreskrifter gällande skogsbruk ej vara nödvändiga.	Inga föreskrifter föreslås.	
Uppläggning och deponering av avfall	Upplag av avfall kan utgöra en risk genom att föroreningar sprids via lakvatten till grund- och	Förbud mot lagring och deponering av avfall.	Eliminera risken för förorening av vattentäkten från avfallsupplag.

	ytvatten. Det är därför viktigt att hindra all etablering av avfallsupplag inom vattenskyddsområdet.		
Utfyllnad med massor	I anläggnings-sammanhang används fyllnadsmassor av olika ursprung. Det är viktigt att förorenade massor inte tillförs vattenskyddsområdet.	Förbud mot utfyllnad med förorenade massor eller massor med okänt föroreningsinnehåll.	Eliminera risken för diffus spridning av föroreningar till grundvatten från tillförda massor.
Vägar och väghållning	Det finns två större vägar inom utredningsområdet, väg E20 söder om vattentäkten och väg 532 i anslutning till vattentäkten i Hardemo. Det finns även några lokala enskilda vägar.	Tillståndsplikt för anläggande av väg samt spridning av vägsalt eller dammbindningsmedel.	Minskad risk för diffus spridning av föroreningar till grundvattenmagasinen. Minskad risk för negativ påverkan på områdets hydrogeologi.
Täktverksamhet	Det finns inga aktiva materialtäkter inom utredningsområdet.	Täkter är en risk för vattentäkten. Förbud mot materialtäkt och tillståndsplikt för husbehovstäkter	Minskar risken för punktvis och kontinuerlig spridning av föroreningar till grundvattenmagasinet.
Markarbeten	Större schaktningsarbeten kan öka sårbarheten i ett område samt öka risken för spridning av föroreningar.	Tillståndsplikt för större markarbeten.	Minskar sannolikheten för spridning av föroreningar.
Uppställning av fordon	Uppställning av fordon och släp med stora drivmedelstankar utgör en risk om	Uppställning av fordon eller släp bör regleras genom t.ex. begränsning i	Minskar sannolikheten för att ett utsläpp ska ske alt.

	detta sker på sårbara ytor med direkt tillrinning till grundvattenmagasin.	tid eller krav på sekundärt skydd.	konsekvensen av spill eller läckage.
Annan miljöfarlig verksamhet än materialtäkt	Föroreningspåverkan från miljöfarliga verksamheter bedöms kunna utgöra en riskkälla som kan påverka grundvattenkvaliteten.	Reglering av etablering av sådan miljöfarlig verksamhet som är tillståndspliktig enligt miljöbalken.	Minskar sannolikheten för att ett utsläpp ska ske alltså konsekvensen av spill eller läckage.
Övrig hantering av kemiska produkter	Föroreningspåverkan från hantering av kemiska produkter kan påverka grundvattenkvaliteten.	Reglering av hantering av andra kemiska produkter än kemiska bekämpningsmedel och petroleumprodukter som kan påverka grundvattenkvaliteten negativt.	Minskar sannolikheten för att ett utsläpp ska ske alltså konsekvensen av spill eller läckage.
Transport av farligt gods		Ingen skyddsföreskrift föreslås då dessa bör regleras med lokala trafikföreskrifter	

6.3 Skyddsföreskrifternas funktion

Vattenskyddsföreskrifter är ett styrmedel för att reglera verksamheter och markanvändning inom ett vattenskyddsområde. De innehåller också information som är ett annat styrmedel. Skyddsföreskrifterna är alltså såväl föreskrivande som informerande. Dessa två funktioner, tillsammans med kontroll, gör att syftet med skyddsföreskrifterna uppnås. Utformningen av skyddsföreskrifterna har därför anpassats till dessa funktioner.

De som vattenskyddsföreskrifterna och informationen riktar sig till, är tvingade att verka i enlighet med föreskrifterna. Regleringar indelas i absoluta förbud samt villkorliga förbud. Regleringen genom vattenskyddsföreskrifterna är i princip villkorliga förbud. Grundregeln är att en verksamhet som berörs av vattenskyddsföreskrifterna i princip är förbjuden till dess att verksamhetsutövaren agerar enligt vad som villkoras. Villkoren kan vara i form av dispenser (från förbud), tillstånds- eller anmälningsplikt.

Förbud - I det fall förbud föreskrivs är den berörda verksamheten i normalfallet förbjuden. Dock kan dispens vara ett acceptabelt alternativ om det finns särskilda skäl som är förenligt med föreskrifternas syfte. Förbud användas när huvudregeln är att verksamheten eller åtgärden inte skall bedrivas.

Tillståndsplikt - Reglering av en verksamhet genom tillståndsplikt syftar till att ställa krav på en verksamhet och innebär att verksamheten är förbjuden om inte verksamhetsutövaren har tillstånd. Tillstånd lämnas regelmässigt under förutsättning att verksamheten motsvarar de krav som ställs. Tillståndsplikt används då man vill kontrollera förutsättningarna för hur en verksamhet eller åtgärd bedrivs.

Anmälningsplikt - Reglering av en verksamhet genom anmälningsplikt innebär att verksamheten är förbjuden, om inte verksamhetsutövaren anmäler verksamheten till berörd myndighet. Anmälningsplikt används då man vill ha kännedom om en verksamhet eller en åtgärd inom vattenskyddsområde.

7. Utformning av vattenskyddsområde

7.1 Metodik

Ett förslag till vattenskyddsområde har avgränsats med hänsyn till de hydrogeologiska förutsättningarna, områdets sårbarhet samt riskbilden inom utredningsområdet för Hardemos vattentäkt. Enligt Havs- och vattenmyndighetens anvisningar bör det alltid övervägas om vattenskyddsområdet kan uppnå sitt syfte med endast en skyddszon⁵. För Hardemo föreslås ett vattenskyddsområde med en skyddszon.

Vattenskyddsområdet för en vattentäkt bör i princip, omfatta hela tillrinningsområdet. Med tillrinningsområde avses det område inom vilket vattnet rör sig till vattentäkten eller vattenförekomsten. Av hydrogeologiska skäl begränsas ibland området när skyddsförhållandena är goda, uppehållstiden är tillräcklig eller det annars inte är skäligt att införa restriktioner inom så stora områden. Varje vattenskyddsområde som inte omfattar hela tillrinningsområdet är dock alltid associerat med en viss risk att en förorening precis utanför gränsen, som således inte omfattas av restriktionerna, inte hinner dämpas tillräckligt mycket innan det når vattentäkten. Genom att välja hela tillrinningsområdet som vattenskyddsområde minskar den risken.

7.2 Arbetsmodell för avgränsning av vattenskyddsområde för Hardemo grundvattentäkt

Vid avgränsning av vattenskyddsområde för Hardemo vattentäkt nyttjas teoretiska modeller samt indata från bland annat SGU, SMHI och Naturvårdsverket.

Jordarternas utbredning och egenskaper, naturlig grundvattengradient och uttagets storlek är styrande för hur föroreningsspridning kan ske till det grundvattenmagasin i vilket vattentäkten är belägen. Följande hydrogeologiska indata har använts som utgångspunkter vid beräkning av vattenskyddsområdets utbredning:

- Uttag Q: 2,5 m³/d (913 m³/år)

⁵ Vägledning om inrättande och förvaltning av vattenskyddsområden. Havs och vattenmyndigheten, Rapport 2021:4.

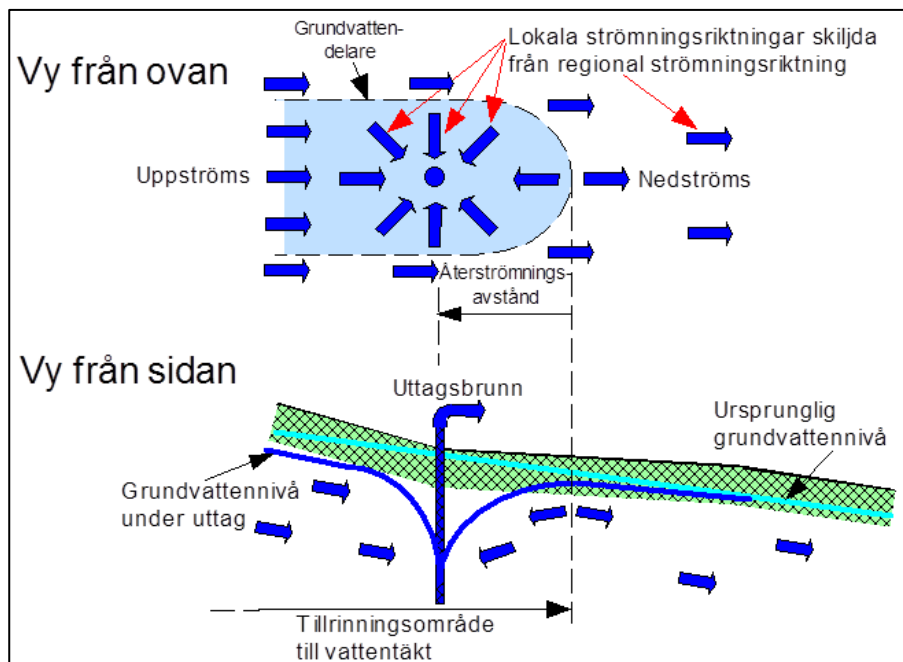
- Grundvattenbildning GVB: 300 mm/år
- Grundvattenmagasinets vattenförande mäktighet, b: 9 m, motsvarar det vattenförande lagrets mäktighet enligt borrprotokollet.
- Hydraulisk konduktivitet K: $1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^6$
- Hydraulisk gradient: 0,002
- Den effektiva porositeten för åsmaterialet, n_e : 0,15 (typvärde enligt *Sparrenbom & Jeppsson, 2022*)

7.2.1 Tillrinningsområde

Tillrinningen till vattentäkten bedöms huvudsakligen ske genom grundvattenbildning i markytan. Nybildning av grundvatten sker genom infiltration av nederbörd i områden där isälvsedimenten ligger i dagen. Tillrinning kan även till viss del ske från de områden på sidan av åsen som utgörs av morän, denna tillrinning bedöms dock vara liten i förhållande till grundvattenbildningen på isälvsavlagringen.

Vid ett grundvattenuttag förändras den naturliga grundvattenströmningen kring uttagsbrunnen. Till följd av ett uttag kan tillströmning även ske från ett begränsat område närmast nedströms brunnen. Det uttagspåverkade tillrinningsområdet är något utdraget i den naturliga strömningsriktningen som en halvellipsis med spetsen nedströms uttagspunkten, se principskiss i Figur 14. Ett grundvattenuttag kan medföra att en rörlig grundvattendelare bildas nedströms uttagsbrunnarna, läget för denna rörliga grundvattendelare kan variera i tid beroende på vattenuttagets storlek och den naturliga grundvattengradientens variation.

⁶ *Baserat på mest sannolika värde för primärt isälvsmaterial, enligt VV Publ 1998:064 - Förening av vattentäkt vid vägtrafikolycka.*



Figur 14. Principskiss över grundvattenströmningen vid Hardemo vattentäkt. Pilarna i figuren visar grundvattenströmningens riktning. Observera att figuren inte är skalenlig.

7.2.2 Vattenbalans

En metod för att beräkna erforderlig utbredning av vattenskyddsområdet är att upprätta en enkel vattenbalans. Principen är att grundvattenbildningen minst ska uppgå till uttagets storlek. Då uppehållstiden ska vara minst ett år inom sekundär skyddszon ska grundvattenbildningen inom skyddszonen minst motsvara uttaget under ett år.

Erforderlig grundvattenbildande area enligt vattenbalansberäkning ges av:

$$A = \frac{Q}{GVB}$$

Då grundvattenbildning inte är lika stor över hela året är det generellt sett lämpligt att beräkna vattenbalansen på årsbasis. Resultatet från beräkningen av vattenbalansen redovisar att för en uppehållstid på ett år är den erforderliga ytan för grundvattenbildning ca 0,20 ha, vilket motsvarar en cirkulär radie på ca 30 m. Ytan för vattenskyddszonen bör ha minst denna utbredning för att upprätthålla vattenbalansen med ovan givna parametrar. Radien anger tillrinningsområdets medelradie om tillskott till grundvattenmagasinet förutsätts ske enbart genom infiltration på markytan.

För brunnen har radien för den cylinder med grundvatten som omsätts under ett år (den konvektiva transporten) beräknats enligt ekvation nedan.

$$Q \times t = \pi \times r^2 \times b \times n_e$$

Där r är avståndet vid radiell inströmning till brunnen. För uppehållstiden 365 dagar (t) omsätts vatten på ett avstånd (r) om 15 m (0,07 ha) kring brunnen.

Grundvattenbildningen till Hardemoåsen har i avsnitt 4.6 *Konceptuell hydrogeologisk modell* skattats till 1 340 m³/d. Eftersom vattentäkten ligger nära "nedströmsänden" av grundvattenförekomsten antas detta flöde finns tillgängligt i området vid vattentäkten. Då det aktuella uttaget är ca 2,5 m³/dygn inses att det är en mycket liten andel av den totala grundvattenavrinningen i åsen (1,9 promille). Vattenbalansen blir därmed inte dimensionerande för vattenskyddsområdets storlek.

7.2.3 Transporttid i isälvsmaterialen

Vid beräkning av skyddsavstånd med hänsyn tagen till grundvattnets transporthastighet i åsen har en analytisk modell använts⁷. Modellen tar hänsyn till både den naturliga transporthastigheten i isälvsmaterialen och den ökade flödes hastighet som uppkommer till följd av uttaget. För avgränsning av vattenskyddsområdet har transportavstånd motsvarande uppehållstiden 365 dygn beräknats. Den naturliga tillströmningen av grundvatten till vattentäkten har antagits ske från söder även om det lokalt inom isälvsavlagringen kan förekomma en annan strömningsriktning.

Beräkning av erforderliga skyddsavstånd

Den naturliga grundvattenströmningen är riktad från söder till norr. Vid beräkning har grundvattenytans lutning vid ett dimensionerande uttag på 2,5 m³/dygn tillsammans med den hydrauliska konduktiviteten, isälvsmaterialens effektiva porositet och grundvattenmagasinets vattenförande mäktighet beaktats. Beräkningen ger att avståndet 630 m uppströms vattentäkten motsvarar en uppehållstid fram till brunnen om 365 dygn.

För en viss sträcka nedströms brunnen kan det ske en återströmning också tillbaka mot brunnen. Tillrinningsområdet sträcker sig nedströms till en punkt där den naturliga grundvattengradienten, och den uttagspåverkade gradienten mot brunnen tar ut varandra. För denna beräkning har grundvattenytans lutning vid det dimensionerande uttaget 2,5 m³/dygn tillsammans med den hydrauliska konduktiviteten, det geologiska materialets effektiva porositet och grundvattenmagasinets vattenförande mäktighet beaktats.

Beräkningen ger att på ett avstånd av 0 m nedströms vattentäkten vänder grundvattnet och strömmar mot uttagsbrunnen till följd av uttaget. Detta avstånd är inte dimensionerande för avgränsning av vattenskyddsområdet nedströms vattentäkten. På grund av att uttaget är relativt litet så påverkas inte den naturliga strömningsriktningen i åsen. Det är den naturliga transporthastigheten som dominerar, uttaget påverkar inte transporten nämnvärt. Det som framför allt styr transporttiden i åsformationen är gradienten på grundvattenytan och det är en osäker parameter. Osäkerheten kan motivera ett större avstånd mellan vattentäkten och nedströms gräns för vattenskyddsområdet.

Vid uttag sker även en grundvattenströmning från väst och öst, längs grundvattenmagasinets bredd. För att metodiken ska vara giltig krävs att transporttiden i denna ledd ryms inom grundvattenmagasinets bredd, annars påverkar detta övriga beräknade avstånd. Vid vattentäkten är

⁷ *Modellen baseras på flödestidsberäkning från en viss punkt på flödesaxeln till brunnen enligt Wyssling (1979), Journal of Environmental Hydrology, Review of U.S. EPA-recommended and german wellhead protection area delineation methods.*

tillrinningsområdet 0 m på ömse sidor om uttagsbrunnen vilket verifierar att det är den naturliga transporthastigheten som dominerar.

7.2.4 Samlad bedömning av vattenskyddsområde

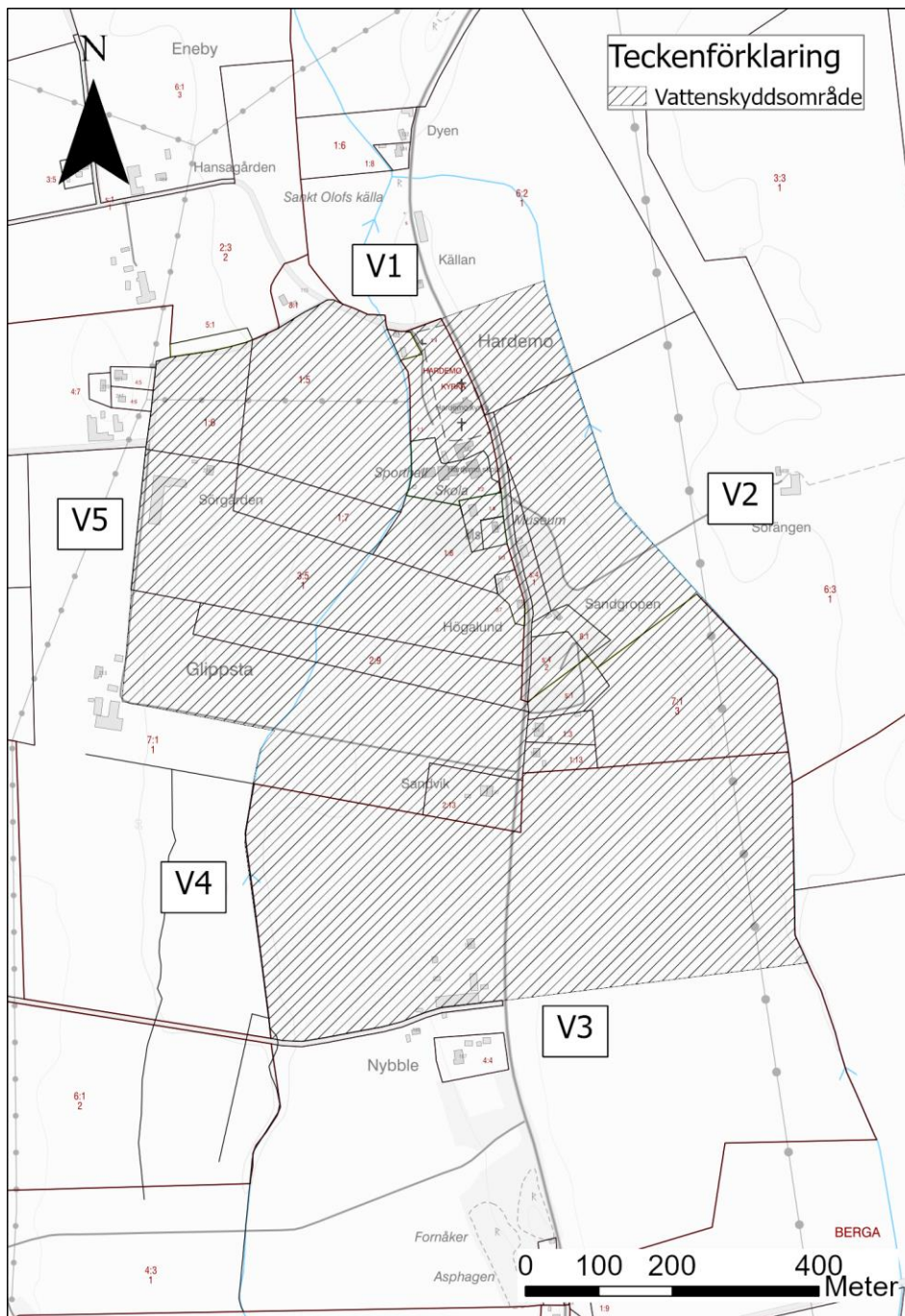
Baserat på utförda analytiska beräkningar är det viktigt att få ett fullgott skydd uppströms uttagsbrunnen. Vattenbalansen kommer inte att vara dimensionerande för vattenskyddsområdets storlek då grundvattenbildningen i området är god. Nybildningen av grundvatten till åsen kan ske i åsen längre uppströms söder om vattentäkten. Avgränsningen av vattenskyddsområdets storlek styrs av beräknade flödessträckor baserat på uttagets storlek, topografi och geologiska förutsättningar. En mindre del av tillrinningen till vattentäkten kan troligen även ske från omgivande moränområden, men dels är områdena förhållandevis små och transporttiden är sannolikt också så lång att de inte behöver ingå i vattenskyddsområdet.

7.3 Förslag till avgränsning av vattenskyddsområde

7.3.1 Vattenskyddsområdets omfattning

Mot bakgrund av de hydrogeologiska förhållandena enligt resultatet av den arbetsmodell som använts för att beräkna strömningsförhållanden föreslås vattenskyddsområdets avgränsning enligt Figur 15 och bilaga 3. Vattenskyddsområdets yta är ca 66 ha. Det bedöms inte vara motiverat att föreslå fler skyddszoner för Hardemo grundvattentäkt. Det skulle innebära ianspråktagande av ett stort markområde belagt med få eller inga föreskrifter och endast i liten utsträckning till riskreducering.

Där så är möjligt utan att skyddseffekten för grundvattenförekomsten minskar, justeras gränserna för vattenskyddsområdet till lätt iakttagbara objekt som vägar, fastighetsgränser och liknande. Inom vissa delar av området är dock detta inte möjligt eftersom det skulle innebära en orimlig avgränsning där stora ytor skulle inkluderas i vattenskyddsområdet utan motiv avseende risk, sårbarhet osv. Största avståndet från vattenskyddsområdets yttre gräns till vattentäkten är ca 800 m.



Figur 15. Föreslaget vattenskyddsområde för Hardemo vattentäkt.

7.3.2 Platsspecifika motiv till avgränsningar

Nedan redovisas platsspecifika motiv för gränsdragning, enligt Figur 15.

- V1 Vattenskyddsområdets avgränsning har anpassats efter uttagsbrunnens naturliga tillrinningsområde där de geologiska förutsättningarna är av stor betydelse för att vattentäkten fortsatt ska kunna leverera ett kvalitativt och kvantitativt bra grundvatten. Vattenskyddsområdet avgränsas i norr längs fastighetsgränser

och vägar där så är möjligt. Trots att återströmningsavståndet är beräknat till 0 m och den naturliga transporten bedöms vara dimensionerande för avgränsningen infogas området norr om vattentäkten med hänsyn till riskerna som finns i området. Norr om vattentäkten finns en kyrkogård samt bebyggelse. Väg 532 går genom området på åschrönet. Området har hög sårbarhet där isälvsavlagringen går i dagen.

- V2 Vattenskyddsområdet avgränsas i öst av ett vattendrag som leder vatten norrut. Området bedöms ha låg sårbarhet men infogas i skyddsområdet med hänsyn till riskerna som föreligger kopplade till jordbruk och spridning av bekämpningsmedel. Området öster om vattendraget bedöms ej vara nödvändigt att inkludera i vattenskyddsområdet då väg 532 utgör en ytvattendelare mellan vattentäkten och vattendraget.
- V3 I söder avgränsas vattenskyddsområdet av fastighetsgräns där så är möjligt. Avgränsningen baseras på transporttidsberäkningar och åsens sårbarhet. Området sträcker sig längre söderut än beräkning med transporttider medger och har utökats i söder för att innefatta identifierade risker kopplade till framför allt bebyggelse och väghållning.
- V4 I den sydvästra delen avgränsas området av ett vattendrag som leder vatten norrut. Området bedöms ha låg sårbarhet men infogas i skyddsområdet med hänsyn till riskerna som föreligger kopplade till bebyggelse, jordbruk och spridning av bekämpningsmedel.
- V5 I den nordvästra delen avgränsas området av fastighetsgränser där så är möjligt. Dessa sammanfaller även med vägen väst om vattentäkten vilket ger en tydlig och naturlig avgränsning. Området bedöms ha låg sårbarhet men inkluderas i vattenskyddsområdet med hänsyn till risker då jordbruk, bebyggelse, spridning av bekämpningsmedel och slam förekommer i området. Det går inte att utesluta hydraulisk kontakt mellan vattendraget och vattentäkten vilket gör det ännu mer motiverat att inkludera området i vattenskyddet.

8. Referenser

Akva Terra AB. 2002. Kumla kommun. Hardemo skola.
Grundvattenobservationsrör. 02.11.17

Havs- och vattenmyndigheten. Vägledning om inrättande och förvaltningen av vattenskyddsområden. 2021:4

Müllern, C.-F., 2009: Grundvattenförekomster i Örebro och Kumla samt delar av angränsande kommuner, sydvästra delen, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 140:3.

Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, Jörgen., Pers, C.. 2004.
Grundvattenbildning i svenska typjordar – översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. Report Series A, No. 66. Uppsala universitet.

SGU. 2000. Beskrivning till kartan över grundvattnet i Örebro län. SGU Serie Ah nr 20, skala 1:250 000.

SGU. Jordartskarta skala 1:50 000.

SGU. Berggrundskarta skala 1:50 000.

SGU. Genomsläpplighetskarta 1: 50 000.

SGU. 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten. SGU-rapport 2013:01.

SGU. 2017. Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige.

SMHI. 2022. Vattenwebb. Hämtad: 2020-08-10.

Sparrenbom, C. & Jeppsson, H. 2022. Grundvattenboken. Studentlitteratur.
Upplaga 1:1.

VISS. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA45147489>.
Hämtad 2022-08-10.