



## **PM Känslighetskarta för Uppsalaåsens tillrinningsområde vid Björklinge och Läby**

R-Infra 23103

Författare: Hanna Thelberg, Emil Fagerström

Rejlers Sverige AB

2023-05-03

|                                                                                           |                                                                     |                                                                               |                                                                        |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Uppdragsnummer<br>179492                                                                  | R-Infra<br>23103                                                    | Datum<br>2023-05-03                                                           | Antal sidor<br>12                                                      | Antal bilagor<br>2                                                                  |
| Uppdragsledare<br>Johan Harrström                                                         |                                                                     | Beställares referens<br>Heidi Graeffe                                         |                                                                        | Beställares ref nr                                                                  |
| Beställare<br>Uppsala Vatten & Avfall AB                                                  |                                                                     |                                                                               |                                                                        |  |
| Rubrik<br>PM Känslighetskarta för Uppsalaåsens tillrinningsområde vid Björklinge och Läby |                                                                     |                                                                               |                                                                        |                                                                                     |
| Författad av<br>Hanna Thelberg, Emil Fagerström                                           |                                                                     |                                                                               |                                                                        | Datum<br>2023-04-06                                                                 |
| Granskad av<br>Eric Gustafsson                                                            |                                                                     |                                                                               |                                                                        | Datum<br>2023-04-06                                                                 |
| Rejlers Sverige AB<br>www.rejlers.se<br>info@geosigma.se<br>Org.nr: 556051 – 0272         | Uppsala<br>Stationsgatan 12<br>753 40 Uppsala<br>Tel: 010-482 88 00 | Teknik & Innovation<br>Vaksala-Eke 83<br>755 94 Uppsala<br>Tel: 010-482 88 00 | Göteborg<br>St. Badhusg 18-20<br>411 21 Göteborg<br>Tel: 010-482 88 00 | Stockholm<br>S:t Eriksgatan 113<br>113 43 Stockholm<br>Tel: 010-482 88 00           |

## Innehåll

|          |                                   |           |
|----------|-----------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning</b>                  | <b>4</b>  |
| 1.1      | Bakgrund och syfte                | 4         |
| 1.2      | Förutsättningar och avgränsningar | 4         |
| <b>2</b> | <b>Metodik</b>                    | <b>7</b>  |
| <b>3</b> | <b>Resultat</b>                   | <b>10</b> |
| 3.1      | Känslighetskartan                 | 10        |
| <b>4</b> | <b>Referenser</b>                 | <b>12</b> |

**Bilaga 1**

**Bilaga 2 (sekretess)**

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund och syfte

Känslighetskartan är ett verktyg för att bedöma hur känslig en specifik plats är för att en förorening inom ett tillrinningsområde ska orsaka så pass stor skada på en grundvattenförekomst, att den inte längre kan användas som resurs för dricksvattenförsörjning. Känslighetskartan ska därmed användas som grund i en riskanalys med avseende på grundvattenpåverkan (Geosigma, 2018).

De hydrogeologiska förhållandena styr hur känsligt grundvattnet är för förorening och därmed vilken markanvändning som är lämplig eller olämplig för ett visst område. De hydrogeologiska förhållandena och känsligheten styr också vilka skyddsåtgärder som kan vara lämpliga för att minska sannolikheten att en viss skadehändelse inträffar med konsekvensen att en förorening når grundvattnet.

En känslighetskarta finns upprättad över Uppsalaåsens- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde, men vilken avgränsas till grundvattenförekomsterna som förser Uppsala stad med dricksvatten (Rejlers, 2023). Uppsala Vatten & Avfall AB (UVAB) har gett Rejlers Sverige AB (tidigare Geosigma AB) uppdraget att ta fram en känslighetskarta över Uppsalaåsens tillrinningsområde vid Björklinge och Läby. Syftet med detta arbete är således att ta fram en ny känslighetskarta över den delen av Uppsalaåsens tillrinningsområde som försörjer Björklinge och Läby med dricksvatten.

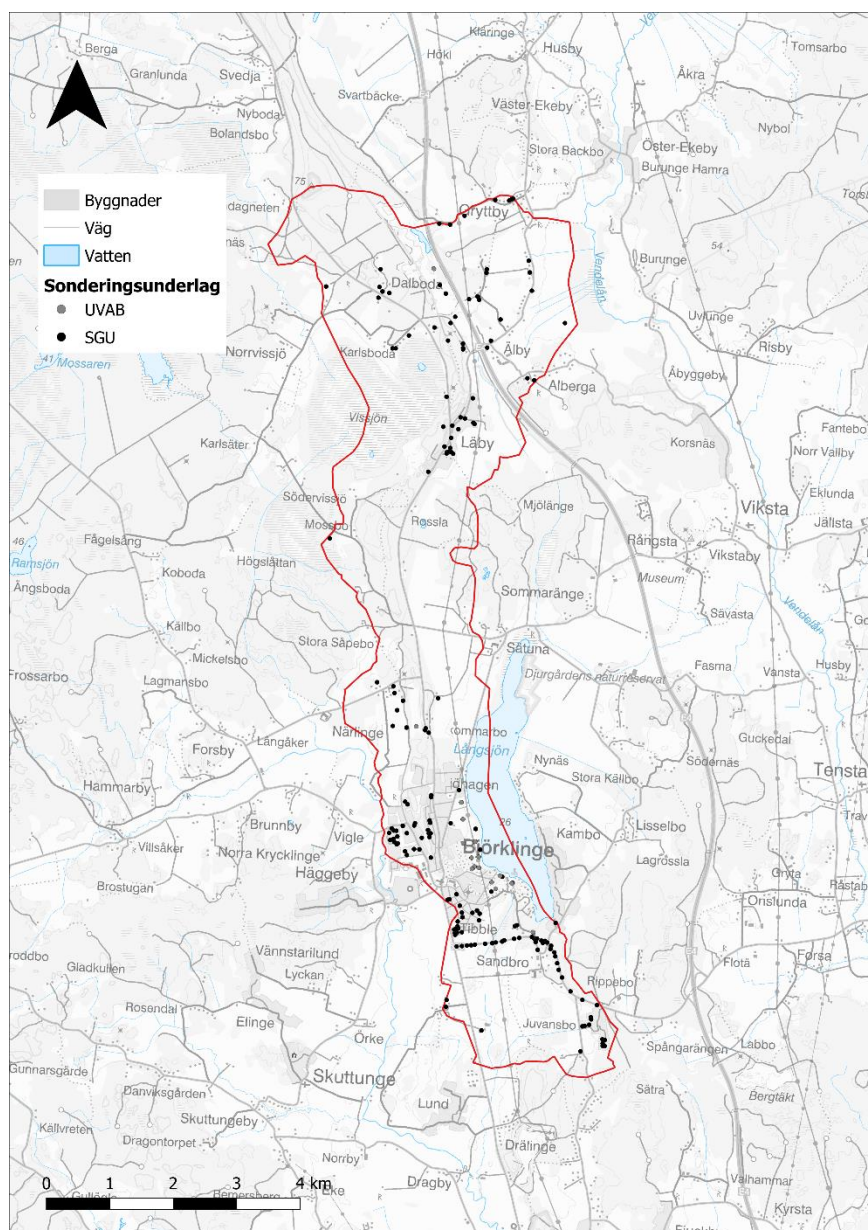
## 1.2 Förutsättningar och avgränsningar

Samtliga underlag som har använts vid framställandet av känslighetskartan för Uppsalaåsens tillrinningsområde vid Björklinge och Läby redovisas i Tabell 1-1. Känslighetskartans klassning är till stor del baserad på Sveriges geologiska undersöknings (SGU:s) jordlagermodell över Uppsalaåsen samt jordartskartan, vilka används för att beskriva olika jordarters mäktighet och utbredning. Jordlagermodellen uppdaterades under 2022 i samband med revideringen av känslighetskartan för Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde. Arbetsmetoden och underlaget för jordlagermodellen finns beskrivet i rapporten "Uppsalaåsen, Uppsala kommun" (Wendelin & Mikko, 2020). Yt- och grundvattnets flödesriktning baseras på olika underlag. Ytvattnet bestäms utifrån höjddata och olika verktyg för bestämning av ytvattenavrinning, medan grundvattnets flödesriktning baseras på UVAB:s regionala grundvattenmodell (Grundvattengruppen, 2017). Grundvattenmodellen uppdaterades under 2022 utifrån SGU:s jordlagermodell och kalibrerades mot stationära förhållanden och två propumpningar (Geosigma, 2022).

**Tabell 1-1.** Tillgängligt geologiskt och hydrogeologiskt underlag relevant för framställandet av känslighetskartan för Uppsalaåsens tillrinningsområde vid Björklinge och Läby

| Underlag                     | Kort beskrivning                                         | Informationsägare    |
|------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------|
| 3D-jordlagermodell           | 3D-modell över jordlagerföljd och tjocklek               | SGU                  |
| Jordarter i ytliga marklager | Digitaliserad fördelning av jordarter i ytliga marklager | SGU                  |
| Grundvattenmodell            | Flödesriktning av grundvatten i respektive jordlager     | UVAB                 |
| Höjddata                     | Höjddata med 2 m cellstorlek                             | UVAB, Uppsala Kommun |
| Fastighetskarta              | Framför allt vattendrag och sjöar                        | UVAB, Uppsala Kommun |
| Ytavrinning                  | Flödesriktning av ytvatten                               | Scalgo, PCRaster     |

Underlagen är förlagda med en del osäkerheter, där noggrannheten vid exempelvis utförandet av sonderingar, bedömning av jordart samt framställandet av interpoleringar och modeller påverkar resultatet. SGU:s jordlagermodell (Wendelin & Mikko, 2020), vilken används för att beskriva mäktighet och utbredning av jordarter samt även ligger till grund för grundvattenmodellen, har stor inverkan på känslighetskartans utformning och där osäkerheter i underlaget kan leda till missvisande bedömning. Jordlagermodellens översta lager baseras på SGU:s jordartskarta men där underliggande lager som beskriver jordarters mäktighet och utbredning är uppbyggda utifrån jordlagerföljder tillhörande SGU och UVAB, se Figur 1-1, samt geofysiska mätningar. Områden mellan kända jordlagerföljder har interpolerats samt, om punkttätheten med sonderingsunderlag var låg, kompletterats med information från SGU:s jorddjupsmodell för att beskriva djup till berg. Utifrån Figur 1-1 gäller generellt att ju tätare mellan provpunkter och sonderingar, desto högre noggrannhet har jordlagermodellen. Vid gles punkttäthet har interpolering av jordlagerföljder skett över längre avstånd vilket leder till större osäkerheter. Metod för jordlagerföljdernas framställande påverkar också jordlagermodellens noggrannhet.



**Figur 1-1.** Sonderingsunderlag med jordlagerföljder inom tillrinningsområdet som använts vid framställandet av SGU:s jordlagermodell.

Känslighetskartans utbredning utgörs av Läby- och Björklinge-Sandbromagasinet tillrinningsområde, vilka avgränsas av grundvattendelare i norr och söder. På östra sidan om Björklinge-Sandbromagasinet ligger Långsjön, till vilken grundvattenläckage sker genom källor eller djupare utflöde (Uppsala kommun, 1979).

## 2 Metodik

Känslighetsklasserna utgår från geologiska och hydrogeologiska förhållanden i Uppsalaåsens tillrinningsområde vid Björklinge och Läby. Varje område klassas utifrån platsspecifika kriterier som baseras på exempelvis grundvattenströmning, ytavrinning, jordart, jorddjup och jordlagerföljder, se Tabell 2-1 för samtliga känslighetsklasser. En konceptuell bild över känslighetsklasserna redovisas i rapporten Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt, Figur 4-2 (Geosigma, 2018).

**Tabell 2-1** Känslighetsklasser och kriterier för Uppsalaåsens tillrinningsområde vid Läby- och Björklinge-Sandbromagasinen

| Känslighetsklass  | Delklass | Kriterier                                                                                                                                                            |
|-------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>E. Extrem</b>  | a)       | Isälvsmaterial i dagen (grönt) på jordartskartan + 50 m osäkerhetsmarginal (baserat på SGU:s rekommendationer m.a.p. generaliseringar och noggrannhet i kartgränser) |
| <b>H. Hög</b>     | a)       | Lera med mäktighet mindre än 5 m som överlagrar isälvsmaterial                                                                                                       |
|                   | b)       | Lera med mäktighet större än 5 m som överlagrar isälvsmaterial och som avvattnas mot områden i klass extrem                                                          |
|                   | c)       | Lera som överlagrar morän och som avvattnas mot områden i klass extrem                                                                                               |
|                   | d)       | Morän och bergområde inom 1000 m från kontaktytan mellan morän och utbredning isälvsmaterial i hydraulisk kontakt med isälvsmaterial                                 |
|                   | e)       | Torv som avvattnas mot områden i klass extrem                                                                                                                        |
| <b>3. Måttlig</b> | a)       | Lera med mäktighet större än 5 m som överlagrar isälvsmaterial och som avvattnas mot klass hög                                                                       |
|                   | b)       | Lera med mäktighet större än 5 m som överlagrar morän och som avvattnas mot klass hög                                                                                |
|                   | c)       | Lera med mäktighet mindre än 5 m som överlagrar morän som inte avvattnas mot områden i klass extrem                                                                  |
|                   | d)       | Morän och bergområde på ett avstånd större än 1000 m från kontaktytan mellan morän och utbredning isälvsmaterial i hydraulisk kontakt med isälvsmaterial             |
|                   | e)       | Morän och bergområde inom 1000 m från kontaktytan mellan morän och utbredning isälvsmaterial utan hydraulisk kontakt med isälvsmaterial                              |
|                   | f)       | Torv med mäktighet mindre än 2 m som ej överlagrar lera och som inte avvattnas mot områden i klass extrem                                                            |
|                   | g)       | Torv som överlagrar lera och som avvattnas mot områden i klass hög                                                                                                   |
| <b>4. Låg</b>     | a)       | Lera med mäktighet större än 5 m som överlagrar isälvsmaterial och som inte avvattnas mot områden i klass extrem eller hög                                           |
|                   | b)       | Lera med mäktighet större än 5 m som överlagrar morän och som inte avvattnas mot områden i klass extrem eller hög                                                    |
|                   | c)       | Morän- och bergområden på ett avstånd större än 1000 m från kontaktytan mellan morän och isälvsmaterial utan hydraulisk kontakt med isälvsmaterial                   |
|                   | d)       | Torv med mäktighet större än 2 m som ej överlagrar lera och som inte avvattnas mot områden i klass extrem eller hög                                                  |
|                   | e)       | Torv som överlagrar lera och som inte avvattnas mot områden i klass extrem eller hög                                                                                 |

Definitionen av ett tätande jordlager varierar såväl inom som utanför Sverige och beror av transporttid för vatten genom jorden, mäktighet och jordart (Bovin, Vikberg, & Morén, 2015). En torr lera kan vara sprucken och ha delvis luftfyllda porer ner till ett djup av 2 – 4 m (torrskorpelera). En mäktighet på 5 m för lera och gyttjelera valdes därför som gräns i känslighetsklassningen för att beskriva ett tätande jordlager, samt är konsekvent med tidigare känslighetsklassning för Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde (Geosigma, 2018).

Områden med fyllnadsmaterial som är inneslutet av lera eller avvattnas mot lera ges samma klass som det omslutande området. Är området omslutet av morän- eller urbergsområde baseras klassningen på samma sätt som för ett morän- eller urbergsområde. Om ett fyllnadsområde avvattnas mot klass extrem ges känslighetsklass hög.

Områden med svall- och svämsediment anses ha en hög genomsläpplighet. Känslighetsklassningen för dessa områden utgår därför från underliggande lager. För vattendrag och mindre områden med vatten, såsom dammar, gäller också känslighetsklassning utifrån underliggande lager.

För områden med torv gäller att inom själva våtmarken är vattnets flödes hastighet relativt låg och vattnet är många gånger mer eller mindre stillastående. Ibland kan större makroporer eller erosionsskåror bildas i ytskiktet där huvuddelen av vattenflödet passerar under perioder med god vattentillgång. Under torrare förhållanden dräneras vattnet framför allt genom huvudsakligen horisontella vattenrörelser i själva torvytan (Eriksson & Wallentinus, 2021). Därför behöver vatten i den övre delen av torvpacken inte alls ha någon kontakt med torvens undre delar. Den hydrauliska konduktiviteten i torvmarker är mycket låg i dessa djupa skikt, vilket innebär en tätande effekt mot underliggande jordlager eller berg (Lundin, 1994).

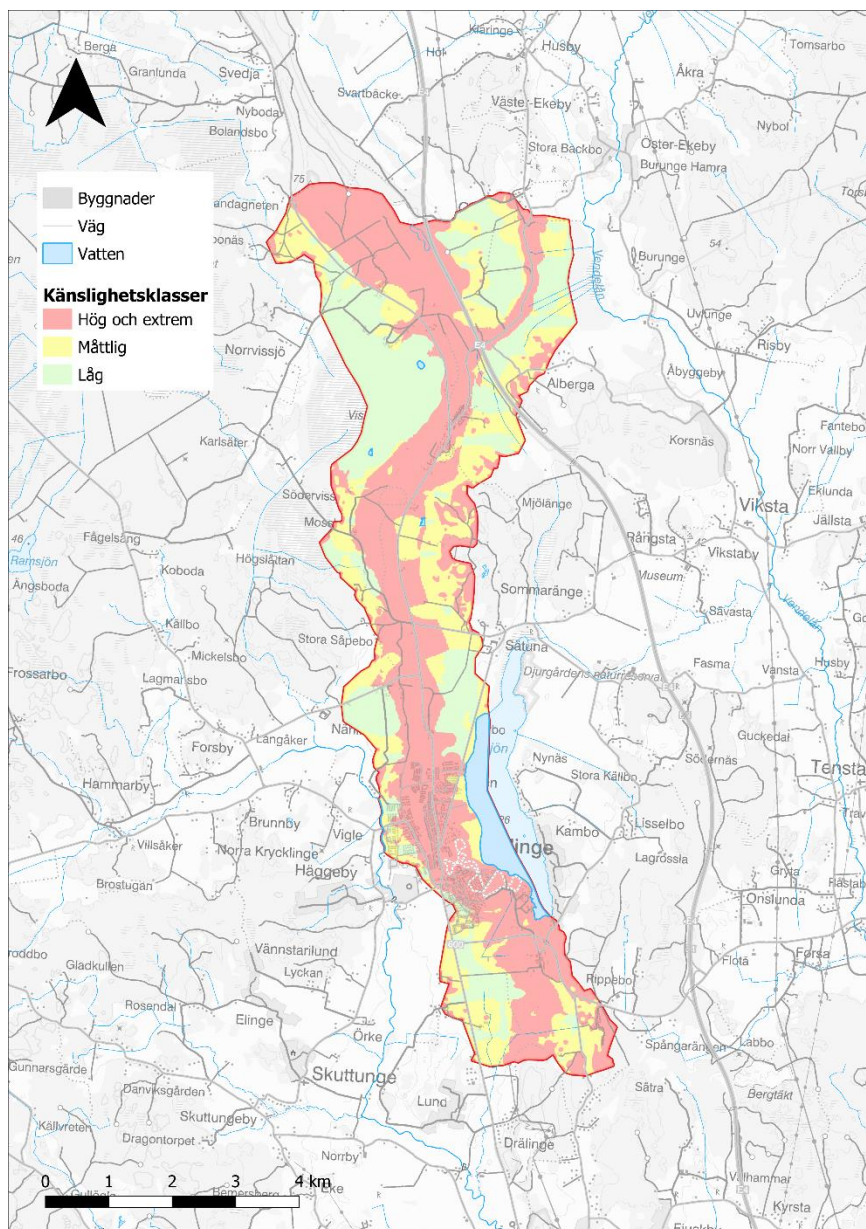
Med avvattning från områden med lera i översta jordlagret avses ytavrinning och marknära avrinning i omättade zonen. Bedömningen av riktning för ytavrinning baseras på höjddata inom modellområdets olika delavrinningsområden. Vidare är kriteriet för hydraulisk kontakt definierat som minst 1 m mäktig och sammanhängande morän med grundvattenflöde mot isälvs material.

Långsjön står i hydraulisk kontakt med Björklunge-Sandbromagasinet och ett flöde av vatten sker genom grundvattenläckage från åsen till sjön (Uppsala kommun, 1979). Långsjön anses därmed ha en hög känslighet under klassificeringen av grundvattenförekomsten.

## 3 Resultat

### 3.1 Känslighetskartan

Känslighetskartan över Uppsalaåsens tillrinningsområde vid Läby- och Björklinge-Sandbromagasinen redovisas i Figur 3-1 (se Bilaga 1 för känslighetskartan i A3-format). I Bilaga 2 (sekretess) redovisas känslighetskartan med klasserna extrem och hög uppdelade.



**Figur 3-1.** Känslighetskarta över Uppsalaåsens tillrinningsområde vid Björklinge och Läby.

Känslighetskartan är ett översiktligt planeringsverktyg och har den upplösning och noggrannhet som ingående underlagsdata medger. Det innebär att känslighetskartan inte ger all information om de verkliga förhållandena på en specifik plats. Därför kan känslighetskartan behöva kompletteras med relevanta fältundersökningar för att verifiera områdets känslighetsklass i samband med en riskanalys för ett specifikt undersökningsområde. Exempelvis kan sonderingar påvisa skillnader i lermäktighet vilket

kan bidra till en reviderad känslighetsklass i undersökningsområdet. Ett annat exempel kan vara ett markarbete som blottlägger en djupare marknivå vilket påverkar bedömningen av känslighetsklass.

## 4 Referenser

- Bovin, K., Vikberg, E., & Morén, I. (2015). *Tätande jordlager - en kunskapssammanställning*. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.
- Eriksson, S., & Wallentinus, H.G. (2021). *Torven och den biologiska mångfalden*. Storvreta: Stiftelsen Svensk Torvforskning.
- Geosigma. (2018). *Risikanalyt av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt*. Grap nr 18116. Uppsala: Geosigma AB.
- Geosigma. (2022). *PM Uppdatering och revidering av grundvattenmodell*. Grap nr 22336. Uppsala: Geosigma AB.
- Grundvattengruppen. (2017). *Funktionsanalys Uppsalaåsen*. Uppsala: Uppsala Vatten & Avfall.
- Lundin, L. (1994). *Impacts of forest drainage on flow regime*. Uppsala: SLU.
- Rejlers. (2023). *PM Revidering av känslighetskartan för Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde*. Grap nr 22337. Uppsala: Rejlers Sverige AB.
- Uppsala kommun. (1979). *Björklunge - Långsjön. Hydrologi och vattenkvalitet*. Uppsala: Uppsala kommun, Hälsovårdsnämndens Miljövårdsprogram.
- Wendelin, E., & Mikko, H. (2020). *Uppsalaåsen, Uppsala kommun*. SGU-rapport 2020:37. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.

## Bilaga 1

