

Vägverket Region Norr

**EN MILJÖMÄSSIG UTVÄRDERING AV
PROVSTRÄCKOR MED
ALTERNATIVA MATERIAL PÅ
BJÖRSBYVÄGEN**

Väg 597/597.01

Luleå 2004-04-27

Uppdragsnummer 1673032000

Innehållsförteckning

1	Orientering	2
1.1	Bakgrund	2
1.2	Uppdraget	2
2	Allmänt om användning av restprodukter	3
3	Kort beskrivning av provvägen och restprodukterna	4
3.1	Järnsand	5
3.2	Hyttsten	6
3.3	Krossad betong	7
4	Litteraturstudie	8
4.1	Hyttsten	8
4.2	Järnsand	9
4.3	Krossad betong	10
4.4	Lagstiftning	11
5	Utvärdering av analysdata - lysimetrar	12
5.1	Felkällor och begränsningar	12
6	Påverkan på omgivande grundvatten	13
6.1	Underlagsdata	13
6.2	Jämförelse med gränsvärden för dricksvatten	13
6.3	Felkällor och begränsningar	14
7	Uppskattning av Björsbyvägens L/S-kvot	15
8	Lakningsegenskaper	18
8.1	Underlagsdata	20
8.2	Jämförelse med mottagningskriterier vid deponier	20
9	Sammanfattning och slutsatser	23
9.1	Sammanfattning litteraturstudien	23
9.2	Sammanfattning av genomfört kontrollprogram och egna utvärderingar	23
9.3	Rekommendationer	24
10	Referenser	25
11	Bilagor	27

1 Orientering

1.1 Bakgrund

På en delsträcka av Björsbyvägen (väg 597 och 597.01) har försök med användning av restprodukter som alternativa anläggningsmaterial utförts av Vägverket Region Norr. Anläggandet av provsträckan utfördes under 1997. Syftet med försöken har varit att ge ökad kunskap om:

- materialens tjälisolerande egenskaper
- materialens bärighetsegenskaper
- hur materialen klarar stora rörelser vid tjällossning och tjällyftning
- hur produktionsvänligt det är att använda materialen i vägar

Ett kontrollprogram fastställdes för provvägen med syfte att:

- bedöma urlakningen av vissa föroreningar ur de olika vägmaterier som använts
- bedöma eventuell påverkan på grundvattenkvaliteten från de vägmaterier som använts

De material som har lagts i provsträckorna är hyttsten från SSAB, järnsand från Rönnskär samt krossad betong från hus. Det finns även en referensprovsträcka som är anlagd med bergkross.

Provtagning enligt kontrollprogram har utförts 1998-2002. Resultatet från dessa provtagningar finns i årsrapporten för 2002 i bilaga 1.

1.2 Uppdraget

På uppdrag av Vägverket Region Norr har SWECO VIAK genomfört en miljömässig utvärdering av resultat från de provtagningar som genomförts enligt kontrollprogrammet. Utvärderingen ska ligga till grund för framtida ställningstagande angående nyttjande av alternativa anläggningsmaterial.

Följande har ingått i uppdraget:

- Genomförande av en litteraturstudie av undersökningar som tidigare utförts avseende användning av hyttsten, järnsand och betongkross för anläggningsändamål.

- En diskussion om utlakningen från de skilda materialen baserat på resultaten av provtagningarna enligt kontrollprogrammet och vad som framkommit i litteraturstudien.

Som underlag för diskussionen har i samråd med uppdragsgivaren följande genomförts:

- Jämförelse mellan analysresultat från provtagning av grundvatten i en brunn i närheten av Björsbyvägen med Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten
- Uppskattning av Björsbyvägens L/S-kvot (förhållandet mellan lakvätskan och det fasta materialet, se vidare avsnitt 7)
- En jämförelse mellan resultat från tidigare utförda lakningsförsök på de aktuella restprodukterna och EU:s mottagningskriterier för deponier

I uppdraget ingår att ge en rekommendation till ställningstagande för hur de respektive materialen kan användas.

2 Allmänt om användning av restprodukter

Många gånger betraktas restprodukter som ett avfall som ska deponeras. Det finns dock slaggar, askor och andra restprodukter som har liknande egenskaper som geologiska material och som därför bör kunna nyttjas vid exempelvis anläggning av vägar. Detta förutsätter att det inte medför risk för människors hälsa eller miljön.

Det finns många fördelar med att använda restprodukter som anläggningsmaterial. I miljöbalkens portalparagraf anges bl.a. att "Miljöbalken ska tillämpas så att ... återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas så att kretslopp uppnås". Användningen av restprodukter bidrar till att nå ett långsiktigt hållbart samhälle, vilket är ett övergripande mål för samhället.

Naturgrus, som är ett vanligt ballastmaterial vid vägbyggnad, är en ändlig resurs. Dessutom utgör grusåsar en viktig tillgång ur vattenförsörjningssynpunkt. Det medför en stor samhällsvinst om uttaget av naturgrus och dessutom deponibehovet för industrins restprodukter kan minskas. Även avfallskatten på deponerat avfall utgör ett ekonomiskt incitament för att hitta nya användningsområden för restprodukter.

Restprodukter har i Sverige använts som anläggningsmaterial sedan 1970-talet. Skälen till att restprodukter inte används i större utsträckning idag är bl.a. att det saknas riktlinjer för hur olika restprodukter får användas, osäkerhet vad gäller miljömässiga effekter samt osäkerhet beträffande juridiska konsekvenser.

3 Kort beskrivning av provvägen och restprodukterna

De tre olika restprodukterna har i provvägen använts främst i förstärkningslagret, men för krossad betong även i bärlagret. Bärlagret ligger under vägbeläggningen och fördelar lasten från trafiken. Förstärkningslagret ligger under bärlagret och fördelar lasten från trafiken ytterligare, se bild 3.1.

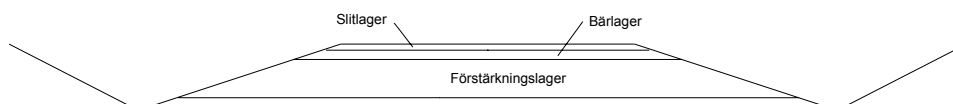


Bild 3.1 Principskiss för vägöverbyggnad.

En utförligare beskrivning av provvägen i Björnsbyn samt upplägget av kontrollprogram finns i årsrapport 2002 i bilaga 1. Principen för provvägens uppbyggnad framgår av bilaga 2.

Nedan visas bilder dels på de skilda restprodukterna, tagna i samband med anläggandet av provvägen, 1997 (bilderna 3.2, 3.4 och 3.6), dels bilder på de olika provsträckorna och uppskyllningen av dessa (bild 3.3, 3.5 och 3.7).

3.1 Järnsand

Järnsand är en restprodukt som uppstår från kopparprocessen på Rönnskärsverken i Skellefteåhamn (Boliden Mineral). Den säljs i granulerad¹ form.

Järnsand är en mörk sand där 90 % av materialet ligger inom fraktionen sand.



Bild 3.2 Utläggning av järnsand.



Bild 3.3 Provsträcka 1 med järnsand.

¹ Granulering är en metod för att tillverka större korn genom sammankittning av pulverkorn.

3.2 Hyttsten

Hyttsten är en restprodukt som framställs från masugnsslagg, som bildas vid råjärnsframställning. Hyttstenen i Bjørsbyvägen kommer från SSAB Tunnbränsle i Luleå. Den hyttsten som använts i Bjørsbyvägen är krossad till fraktionen 0-100 mm.

Hyttsten är ett ganska grovt material där ca 90 % av materialet är grövre än 8 mm. Finkornhalten (< 0,074 mm) ligger under 2 %.



Bild 3.4 Hyttsten i närbild.



Bild 3.5 Provsträcka 2 med hyttsten.

3.3 Krossad betong

Betongen som använts i Björsbyvägen är rivningsbetong från hyreshus i Boden (de s.k. lutande husen i Boden). Betongen har krossats vid krossanläggningen i Svalget innan transport till Björsbyn.



Bild 3.6 Krossad betong färdig för utläggning.



Bild 3.7 Provsträcka 3 med krossad betong.

4 Litteraturstudie

En översiktlig litteraturstudie har genomförts, med syfte att sammanställa erfarenheter från andra studier på järnsand, hyttsten och krossad betong. Avgränsningar som gjorts är att litteratur söks för studier som genomförts i Sverige samt att materialtekniska egenskaper inte har beaktats. Litteratursökning har inte heller skett i internationella tidskrifter.

Flera studier har genomförts med avseende på nyttiggörande av hyttsten, järnsand och krossad betong. Bl.a. har en utvärdering tidigare genomförts av materialtekniska egenskaper hos de skilda materialen i Björsbyvägen (Sundberg & Ullberg, 2002). Nedan redovisas korta sammanfattningar av information som funnits kring materialens eventuella miljöpåverkan vid användning som anläggningsmaterial.

4.1 Hyttsten

Hyttsten har använts som vägbyggnadsmaterial i Sverige sedan mitten av 1970-talet (Kanschat, 1996). Kanschat har genomfört fukt-kammarförsök för att simulera vad som händer när materialet vittrar och hur det uppträder då förhållandena är fuktiga och oxiderade. Försöket pågick i 15 veckor och visar att den största utlakningen sker initieilt. Rekommendationerna utifrån denna studie är att inte använda färsk hyttsten som vägbyggnadsmaterial med anledning av detta.

I Lindgrens (1998) avhandling utreds hur vägbyggnadsmaterial kan bidra med föroreningar vid slitage och utlakning. Flödesmätningar med syfte att undersöka utlakning från vägbyggnadsmaterial utfördes vid en väg som var konstruerad med en permeabel asfalt och ett obundet bärlager. Vägen var konstruerad av makadam och masugnsslagg² från ståltillverkning. Masugnsslaggen karakteriserades fysikaliskt och kemiskt och testades med avseende på utlakning. Utlakning av svavel kunde konstateras vid mätningarna. Lindgren belyser även vikten av att beakta storleken hos den specifika ytan som utsätts för utlakning, eftersom ytan är en avgörande parameter för att bestämma den totala mängden utlakade ämnen.

² Masugnsslagg som luftkyls och krossas, benämns hyttsten.

Även Tossavainen (2000) har undersökt utlakning från hyttsten och järnsand i jämförelse med bergkross och drar slutsatsen att både hyttsten och järnsand kan användas som anläggningsmaterial i vägar utan risk för skadlig inverkan på miljön på grund av utlakning av tungmetaller. En viss utlakning sker dock, men Tossavainen påpekar även att användning av primära material, som bergkross, inte medför en 0-påverkan.

Granström (2001) har studerat miljöpåverkan av hyttsten. I studien har material från befintliga vägsträckor anlagda mellan åren 1986-1999 använts. Utlakningen av metaller och svavel är av samma storleksordning som utlakningen från konventionella material som bergkross och naturgrus. Hyttsten kan enligt Granström användas i vägkonstruktioner utan risk för skadlig påverkan på omgivningen på grund av utlakning av tungmetaller.

Länsstyrelsen i Norrbottens län ser positivt på användning av hyttsten som vägbyggnadsmaterial, vilket bl.a. har dokumenterats i ett svar till Vägverket (2000). Länsstyrelsen framhåller att deponeringen minskar och att det är positivt ut naturressurssynpunkt eftersom behovet av nya berg- och grustäkter minskar. Beträffande metallutlakningen från hyttsten ställer länsstyrelsen den i relation till metallutlakningen från de naturliga sulfidjordarna längs Norrlandskusten.

4.2 Järnsand

Järnsand har använts i Skellefteå kommun som väg- och fyllnadsmaterial sedan början av 1970-talet, företrädesvis på markområden där stora risker för tjälproblem förekommer (Peterson & Borell, 2002).

I en utvärdering från Statens geotekniska institut (SGI) konstaterar Fällman och Carling (1998) att utlakningen av metaller från järnsand är beroende av vattenomsättningen i det aktuella området. Vattenomsättningen styrs bland annat av omgivningsfaktorer såsom nederbörd och grundvattenförhållanden men även av konstruktionens beskaffenhet. En tät beläggning av asfalt eller betong medför till exempel att infiltrationen ner i det underliggande materialet i en vägkropp blir mycket liten, varpå även utlakningen av metaller blir liten.

I Konradsson (2003) har lakbarheten hos ett antal järnsandsprodukter studerades i samband med framtagandet av ett system för produktcertifiering av järnsand. Sandblandningarna är produkter

tillverkade med olika slaggsammansättning. Idag används endast slagg från elektriska ugnar vid tillverkningen av järnsand. I samband med examensarbetet studerades dock möjligheterna till inblandning av blyslag och flashslag i produkten. Järnsand med 6 procent inblandning av slagg från stålproduktion användes som referensprov vid undersökningarna av produkternas lakegenskaper. Lakttesterna genomfördes med en tvåstegs batchmetod. Lakresultaten jämfördes sedan med de kriterier för deponering av inert avfall som utarbetats för EU:s direktiv om mottagning av avfall. Resultaten från lakttesterna visade att referensproven låg under EU:s gränsvärden för deponering av inert avfall, utom vad gäller grundämnet antimon (Sb). Testerna visade att även produkten med flashslag klarar EU:s gränsvärden för inert avfall. Produkten med blyslag klarar dock inte kraven.

Andersson (2002) visar i en studie rörande järnsand i banvallsmaterial att tillgängligheten av metaller, d.v.s. hur stor mängd metaller som lakar ut i hög grad är beroende av pH i lakvattnet. För de flesta metaller var utlakningen störst vid pH 4 och sjönk avsevärt för exempelvis koppar, bly och zink vid lakning med destillerat vatten (pH 6,7). Järnsand är ett svårlakat material. Procentuellt lakas en mycket liten andel (< 1 %) av bland annat koppar, bly och zink ut. Enligt Andersson föreligger inget hinder för återanvändning av järnsand som beståndsdel i banvallsmaterial.

4.3 Krossad betong

Arm (2000) har i sin licentiatavhandling studerat egenskaper hos alternativa ballastmaterial, speciellt slaggrus, krossad betong och hyttsten. Miljöpåverkan har dock inte studerats speciellt inom detta projekt. Arm redovisar jämförelser mellan innehåll i krossad betong och naturmaterial.

Miljöpåverkan genom utlakning från icke förorenad betong är jämförbar med krossat berg och morän enligt ALTMAT-projektet³ (Håkansson & Nilsson, 1999). I samma projekt anges att för hyttsten är lakningen av tungmetaller jämförbar med utlakningen från krossat berg och morän, förutom för spårämnet vanadin där de utlakade mängderna är förhöjda jämfört med från referensmaterialen.

Möjligheterna att återvinna betong från husrivning har även studerats i ett projekt finansierat av Boverket (1999). Såväl materialegenskaper

³ ALTMAT står för alternativa material i vägbyggnad och är ett EU-forskningsprojekt.

som miljömässig påverkan har undersökts. Studien har dels utförts på Björsbyvägen (väg 597), dels på en väg utanför Helsingborg (väg 109). Försöken visade att halter av tungmetaller i krossad betong inte skiljde sig nämnvärt från halten av tungmetaller i bergkross och morän. Tungmetallerna utlakades dock i större omfattning från krossad betong än från bergkross. Undersökningar av tungmetallhalter i vatten hämtat i vägbrunnar på sträckorna med krossad betong visade att halterna var något högre än i de brunnar dit vattnet från det konventionella materialet fördes.

Ett antal seminarier har även hållits för att diskutera miljöanpassad restproduktanvändning. Bl.a. 1998 arrangerade AFN (Avfallsforskningsnämnden) och SYSAV (Sydskånes avfallsaktiebolag) ett seminarium i Lund om användning av alternativa material som fyllnads- och vägbyggnadsmaterial. Vid seminariet behandlades bl.a.:

- riskbedömning vid användning av sekundära material vid byggande,
- användning av betong, tegel och slaggrus som vägbyggnadsmaterial
- miljöpåverkan från naturliga och sekundära material, en jämförelse
- några länsstyrelser erfarenheter och syn på användandet av restprodukter

I Bendz et al (1999) redogörs om Jan Hartléns (LTH) föreläsning på seminariet om användning av betong, tegel och slaggrus som vägbyggnadsmaterial. Föreläsningen gjordes utifrån projektet "Nya sten- och grusmaterial" som drivits av Hartlén. Det övergripande målet med projektet var att studera möjligheterna för återanvändning i ett regionalt perspektiv, i detta fall region sydvästra Skåne. Syftet med projektet var bl. a att klargöra framtagna produkters tekniska och miljömässiga egenskaper genom försök i lab- och fältskala. Projektet genomfördes i nära samarbete mellan statliga och kommunala myndigheter, liksom med branschen. Projektet redovisas i rapporten "Återanvändning av sekundära material inom anläggningsområdet".

4.4 Lagstiftning

Beträffande gällande lagstiftning vid användande av avfall i anläggningsändamål har SGF (Svenska Geotekniska Föreningen) gett ut en rapport som behandlar miljörättsliga möjligheter och

begränsningar för återvinning av avfall i anläggningsändamål (Rapport 1:2003).

5 Utvärdering av analysdata - lysimetrar

För en mer detaljerad redovisning av parametrarnas variationer i de skilda provpunkterna för lysimetrar och i grundvattenbrunnen hänvisas till bilaga 1.

Intressant att notera med anledning av resultatet från lysimeterprovtagningen är att referensytan som är anlagd med bergkross, inte genomgående uppvisar den lägsta utlakningen i jämförelse med de andra materialen. För parametrarna Mg, S, Ca, Ba, Sr, P och SO₄ är de utlakade halterna högst alternativt näst högst från referensytan under hela eller delar av provtagningstiden. Beträffande utlakningen av tungmetaller uppvisar bergkrossen lägre halter eller i vissa fall likvärdiga halter som de alternativa materialen.

Om resultaten från vägsträckorna med järnsand, hyttsten och krossad betong jämförs med varandra så varierar det för de olika parametrarna vilket av materialen som uppvisar den största utlakningen. För t.ex. bly uppvisar hyttsten högst halter och för nickel uppvisar järnsand högst halter. Detta bedöms bero på de tre materialens sammansättning.

Generellt så är utlakningen störst vid de inledande lysimeterprovtagningarna och avtar sedan med tiden.

5.1 Felkällor och begränsningar

Uttagna lakvattenprov har inte filtrerats innan analys. De uppmätta halterna kan därmed ge en överskattning av utläckaget av lösta ämnen då t.ex. metaller bundna till partiklar kommer med i analysen då provet inte filtreras. Det hade varit önskvärt med analyser, på ett antal prov, både före och efter filtrering.

Det saknas information om totalhalter i de restprodukter som använts i provvägen. Vidare saknas lakningsförsök i laboratorium. De undersökningar som utförts visar endast på utlakning under en kortare del av vägens totala livslängd. Vid lakningsförsök i laboratorium hade t.ex. den totalt möjliga utlakningen kunnat

undersökas genom ett s.k. tillgänglighetstest. Vidare hade det varit önskvärt med information om utlakningens pH-beroende.

6 Påverkan på omgivande grundvatten

6.1 Underlagsdata

För att undersöka eventuell kontaminering av grundvatten har provtagning och analys utförts av grundvatten i en bergborrad privat brunn i området (brunn nr 1). Brunnen används för dricksvattenförsörjning. Brunnen är ca 70 m djup och är belägen ca 120 m sydost om den aktuella provsträckan med krossad betong.

Provtagningarna har utförts av J&W två gånger per år 1998-2000 och därefter en gång per år 2001-2002. Beträffande resultaten från provtagningarna utförda 1998-2002 hänvisas till bilaga 1.

Vattenproverna har analyserats med avseende på ämnen som kan tillföras grundvattnet från vägmaterialet. Följande parametrar har analyserats:

Tabell 6.1 Provtagna parametrar i brunn 1.

Aluminium	Koppar	Zink
Arsenik	Krom	Olja
Barium	Kvicksilver	PCB
Bly	Magnesium	Klorid
Järn	Mangan	Kväve (tot-N)
Kadmium	Molybden	Konduktivitet
Kalcium	Natrium	pH
Kalium	Nickel	Temperatur
Kisel	Strontium	
Kobolt	Svavel	

6.2 Jämförelse med gränsvärden för dricksvatten

Analysresultaten från provtagningarna i brunnarna har jämförts med Livsmedelsverkets gränsvärden för tjänligt med anmärkning för dricksvatten hos användarna (SLVFS 2001:30⁴), enligt tabell 6.2. Observera att det finns parametrar som analyserats, där inga

⁴ Tillämpas från och med den 25 december 2003.

gränsvärden finns. På samma sätt finns gränsvärden för sådana parametrar som inte har analyserats.

Tabell 6.2 Livsmedelsverkets gränsvärden för tjänligt med anmärkning för dricksvatten hos användaren.

Parameter*	Tjänligt med anmärkning (mg/l)	Parameter	Tjänligt med anmärkning (mg/l)
Aluminium	-	Lukt	svag
Ammonium	0,50	Magnesium	30
Färg	30	Mangan	-
Järn	0,200	Natrium	100
Kalcium	100	Nitrat	20
Klor, tot aktiv	0,4	Oxiderbarhet	4,0
Klorid	100	pH	>7,5, < 9,0
Konduktivitet (mS/m)	250	Smak	svag
Koppar	0,20	Sulfat	100

* Parametrarna radioaktivitet, TOC (fastställs av tillsynsmyndigheten) och turbiditet anges ej här.

Resultaten som redovisas i bilaga 1 visar att den enda parameter för vilken uppmätta halter överstiger Livsmedels gränsvärden, för tjänligt med anmärkning för dricksvatten hos användaren, är järn där halterna under åren 1998-2002 varierade mellan 2 och 17 mg/l.

För aluminium (Al) och mangan (Mn) saknas gränsvärde för dricksvatten hos användaren. Om resultaten för dessa parametrar istället jämförs med gränsvärde för tjänligt med anmärkning för utgående dricksvatten klarar Al dessa med god marginal. Dock klarar inte Mn detta gränsvärde.

I övrigt underskrider uppmätta halter för samtliga parametrar Livsmedelsverkets gränsvärden för tjänligt med anmärkning och otjänligt.

6.3 Felkällor och begränsningar

Brunnen som använts för provtagning är en bergbrunn. Enligt WSP:s rapport, se bilaga 1, utgörs jordlagren vid provvägen delvis av lera. Vidare anges att det förekommer två grundvattenytor. Vi tolkar detta som att det förekommer två grundvattenmagasin; ett i de övre lösa jordlagren och ett i berg. Det vatten som uppfordras i bergbrunnen

härör sannolikt från det undre grundvattenmagasinet. Det saknas information kring om lakvattenpåverkat grundvatten i det övre grundvattenmagasinet kan nå ner till sprickor i berget, d.v.s. det undre grundvattenmagasinet. Det kan alltså ifrågasättas om provtagning i den aktuella brunnen ger en bild av vilken grundvattenpåverkan som kan uppstå vid användande av de tre restprodukterna. Om lakvattenpåverkat grundvatten kan nå ner till sprickor i berget så vore det önskvärt med en bedömning av transporttid för eventuella utläckande föroreningar från vägen till brunnen.

Innan provsträckan med restprodukter anlades utfördes en provtagning av grundvattnet i bergbrunnen. Det uttagna grundvattenprovet analyserades dock inte med avseende på samtliga parametrar som analyserades efter att provsträckan anlagts.

Beträffande upplägget av provtagningarna bör påpekas att parametern V (vanadin) inte finns med i kontrollprogrammet. Detta är en brist, eftersom vanadin är det spårämne som har diskuterats en del i samband med användning av hyttsten som anläggningsmaterial. Orsaken till detta är sannolikt att kontrollprogrammet för provvägen fastställdes innan kunskap fanns om att vanadin kan läcka från hyttsten.

7 Uppskattning av Björsbyvägens L/S-kvot

För att kunna bedöma vilken miljöpåverkan som ett material ger upphov till krävs kännedom om materialets kemiska sammansättning (totalhalten), hur stor andel som är tillgänglig för utlakning på lång sikt samt utlakningen på kort sikt.

En miljömässig karakterisering kan utföras med hjälp av olika lakförsök i laboratorium. Lakförsöken utförs vid olika L/S-kvoter, där L står för den mängd lakvatten (liquid) som varit i kontakt med en viss mängd material (S som i solid). Enheten för L/S-kvoten är l/kg. Med kännedom om nederbörd, mängd material, genomsläpplighet och utformning av en vägkropp eller en deponi kan L/S-skalan omvandlas till en tidsskala. För en utförligare beskrivning av laktester hänvisas till Naturvårdsverkets Rapport 5207.

Inga flödesmätningar har gjorts vid uppsamling av lakvatten från de olika provsträckorna i Björsbyn och därför får en uppskattning göras

av vilka volymer som kan ha passerat genom restprodukterna med åren.

Nedan görs en uppskattning av vilket L/S som de utförda analyserna på lakvatten som uppsamlats från de olika provsträckorna i Björnsbyn vid skilda tidpunkter motsvarar. Ingångsdata och antaganden redovisas nedan och i tabellerna 7.1 och 7.2.

Asfaltytan är ny och infiltrationen antas därför vara låg, vilket medför att nettoinfiltrationen sätts till 2 mm/år (Boverket, 1999). Asfaltytan utgörs för samtliga sträckor av återvunnen asfalt. Ovanpå den återvunna asfalten ligger ny ABT (25 mm) som lades på året efter provvägens anläggning.

L och S beräknas per m² vägyta. Om L förlängs med m² i täljare och nämnare erhålls därför L med enheten m³/m² och år.

Den skrymdensitet som används för de olika materialen är hämtad från Sundberg & Ullberg (2002).

På alla provsträckor utgörs bärlagret, som är 80 mm tjockt, av krossat berg (0-30 mm). Det lakvatten som infiltrerar genom vägen passerar såväl slitlager, bärlager som förstärkningslager innan uppsamlingsmembranet leder lakvattnet till lysimetern. Därför bidrar även bergkrossen till lakvattenbildningen.

S, enligt tidigare definition, beräknas därför som bär- eller förstärkningslagrets tjocklek multiplicerat med materialets skrymdensitet. Detta resulterar i S_b (S för bärlagret) och S_f (S för förstärkningslagret). S_{tot} (S totalt) beräknas som summan av S_b och S_f.

L dividerat med S_{tot} med omräkning av m³ till l och ton till kg ger sedan L/S-kvoten uttryckt i l/kg och år.

Ingen infiltration sker genom vägslänten. Ett täckningsmembran förhindrar vatten som infiltrerar i slänten att nå uppsamlingsledningen, se bilaga 2.

Tabell 7.1 Beräkning av L/S-kvot för bärlagret.

	Krossat berg
Nettoinfiltration (mm/år)	2
L (m ³ /m ² och år)	0,002
Bärlagrets tjocklek (m)	0,08
Skrymdensitet (ton/m ³)	1,75
S _b (ton/m ²)	0,14

Tabell 7.2 Beräkning av L/S-kvot för förstärkningslagret.

	Järnsand	Hyttsten	Krossad betong	Referensväg (krossat berg)
Nettoinfiltration (mm/år)	2	2	2	2
L (m ³ /m ² och år)	0,002	0,002	0,002	0,002
Förstärkningslagrets tjocklek (m)	0,9	0,9	0,42	0,9**
Skrymdensitet (ton/m ³)	2,0	1,78	1,72	1,75
S _f (ton/m ²)	1,8	1,60	0,72	1,58
S _{tot} =S _b +S _f (ton/m ²)	1,94	1,74	0,86	1,72
L/S _{tot} (l/kg och år)	0,0010	0,0011	0,0023	0,0012
L/S efter 5 år (l/kg)	0,005	0,006	0,012	0,006

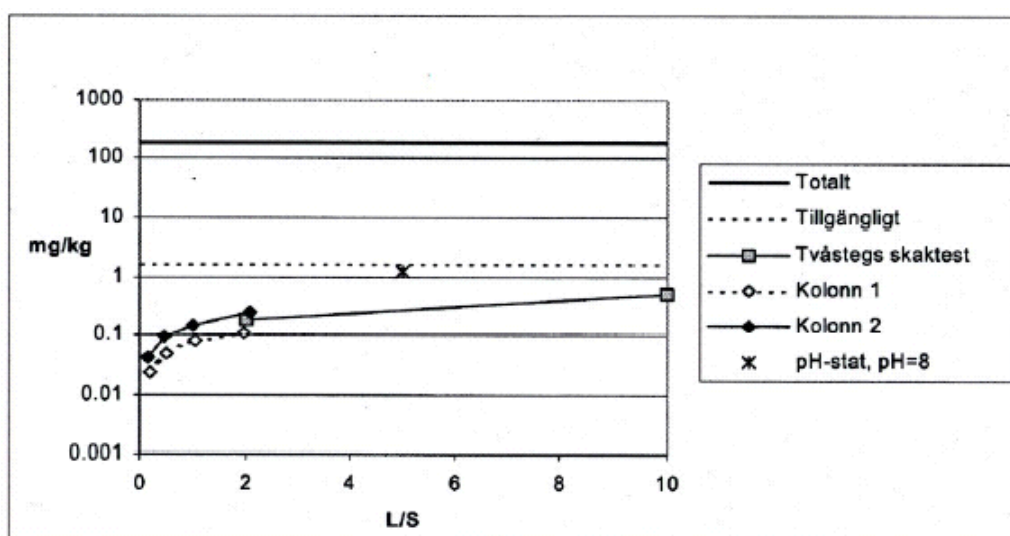
* Tjockleken 0,15 avser en sträcka där krossad betong använts i bärlagret. I övrigt avser samtliga andra tjocklekar förstärkningslagret.

** Krossat berg 500 mm och resterande delen sand.

Den slutsats som kan dras av ovanstående uppskattning är att Björnsbyvägen befinner sig i en tidig fas av utlakningsprocessen, jämför med figur 7.3. I figuren visas ett exempel på hur en miljömässig karakterisering av ett material kan redovisas. Den heldragna linjen utgör totalhalten i materialet och den streckade den mängd som är tillgänglig för utlakning. Övriga kurvor och linjer visar utlakningsförloppet som en funktion av L/S-kvoten.

Resultaten från lysimeterprovtagningarna i bilaga 1 visar att utlakningen från de olika materialen är störst vid de första provtagningarna för att sedan minska. I diagrammet i bilaga 1 redovisas halten ($\mu\text{g/l}$ eller mg/l) som en funktion av tiden.

Om istället den ackumulerade utlakade mängden uttrycks som en funktion av L/S, åskådliggörs ett motsvarande utlakningsförlopp som i figur 7.3. Ökningen av utlakningen är större vid låga L/S-kvoter, för att sedan plana ut och efter lång tid nå nivån för vad som är tillgängligt för utlakning.



Figur 7.3 Exempel på utlakning från ett material undersökt vid olika L/S-kvoter och med olika lakteter (Rapport 5207).

8 Lakningsegenskaper

Den Europeiska Unionens råd har antagit mottagningskriterier för deponiklasserna inert, icke-farligt samt farligt avfall (2003/33/EG).

Rådet har antagit gränsvärden som bygger på laktest EN 12457 del 3, som är ett tvåstegs lakförsök där skakförsök utförs vid $L/S=2$ l/kg och därefter vid $L/S=8$ l/kg (ackumulerad L/S-kvot blir 10 l/kg). I tabell 8.1 redovisas de gränsvärden som gäller för deponier för inert avfall. Det finns även ett gränsvärde som bygger på kolonnförsök (perkolationstest).

För att få en översiktlig bild av restprodukternas utlakningsegenskaper så har tidigare genomförda lakningsförsök jämförts med de

krav som ställs på avfall som får tas emot vid deponier för inert avfall. Det bör dock tydliggöras att även om restprodukterna uppfyller kraven som ställs på avfall som får tas emot på deponier för inert avfall så betyder det inte direkt att de kan användas utan förbehåll. På deponier, även för inert avfall, ställs krav på diverse skyddsåtgärder. Dessa krav ställs inte på vägar.

Inert avfall definieras i 3 § förordning (2001:512) om deponering av avfall som:

”Avfall som inte genomgår några väsentliga fysikaliska, kemiska eller biologiska förändringar. Inert avfall löses inte upp, brinner inte och reagerar inte fysikaliskt eller kemiskt på något annat sätt, inte heller bryts det ned biologiskt eller inverkar på andra material som det kommer i kontakt med på ett sätt som kan orsaka skador på miljön eller människors hälsa. Den totala lakbarheten och det totala föroreningsinnehållet i avfallet samt ekotoxiciteten hos lakvattnet skall vara obetydliga och får inte äventyra kvaliteten på yt- eller grundvatten”.

Tabell 8.1 Gränsvärden för utlakning från avfall som kan tas emot vid deponier för inert avfall (2003/33/EG).

Beståndsdel	L/S= 2 l/kg (mg/kg torrs substans)	L/S= 10 l/kg (mg/kg torrs substans)
As	0,1	0,5
Ba	7	20
Cd	0,03	0,04
Cr totalt	0,2	0,5
Cu	0,9	2
Hg	0,003	0,01
Mo	0,3	0,5
Ni	0,2	0,4
Pb	0,2	0,5
Sb	0,02	0,06
Se	0,06	0,1
Zn	2	4
Klorid	550	800
Fluorid	4	10
Sulfat	560	1000
Fenolindex	0,5	1
DOC Torrs substans	240	500
TS för lösta ämnen	2500	4000

8.1 Underlagsdata

Eftersom inga lakförsök har utförts i samband med provvägen i Björnsbyn har analysresultat hämtats från litteraturen, där tvåstegs skakförsök har utförts på järnsand, hyttsten och krossad betong. Följande referenser har använts:

- För järnsand – Fällman och Carling (1998)
- För hyttsten – Granström (2001)
- För krossad betong - Boverket (1999)

8.2 Jämförelse med mottagningskriterier vid deponier

Tabell 8.2 Utlakning från järnsand. Rasttrade celler markerar att gränsvärden för deponier för inert avfall överskrids.

Beståndsdel	L/S= 2 l/kg	L/S= 10 l/kg	L/S= 2 l/kg	L/S= 10 l/kg
	(mg/kg torrsubstans)	(mg/kg torrsubstans)	(mg/kg torrsubstans)	(mg/kg torrsubstans)
Provnummer	8085	8086	8087	8088
As	0,158	0,171*	0,141	0,152*
Ba	0,086	0,36	0,092	0,354
Cd	0,002	0,016	0,002	0,01
Cr totalt	0,009	0,011	0,008	0,011
Cu	2,5	3,81	2,1	10,5
Hg	0,003	0,003	0,002	0,002
Mo	0,274	0,383	0,254	0,339
Ni	0,09	0,706	0,09	0,574
Pb	0,374	0,391*	0,282	0,287*
Sb				
Se				
Zn	1,05	6,73	0,872	4,51
Klorid				
Fluorid				
Sulfat	78	307	96	138
Fenolindex				
DOC Torrsubstans				
TS för lösta ämnen				

* Dessa värden har räknats om utifrån analysresultaten, p.g.a. felräkning i SGI-rapporten.

Som framgår av tabellen ovan överskrider lakvattnet från järnsand gränsvärden för As, Cu, Ni, Pb och Zn.

Tabell 8.3 Utlakning från hyttsten.

Beståndsdel	L/S= 2 l/kg	L/S= 10 l/kg	L/S= 2 l/kg	L/S= 10 l/kg	L/S= 2 l/kg	L/S= 10 l/kg
	(mg/kg torrsubstans)	(mg/kg torrsubstans)	(mg/kg torrsubstans)	(mg/kg torrsubstans)	(mg/kg torrsubstans)	(mg/kg torrsubstans)
Provnummer	3600	3600	3603	3603	3602	3602
As	0,002	0,01	0,002	0,01	0,002	0,01
Ba	0,1286	0,6534	0,109	0,4642	0,0816	0,3968
Cd	0,00058	0,00098	0,000258	0,00133	0,000294	0,00163
Cr totalt	0,001	0,005	0,001	0,005	0,001	0,005
Cu	0,0558	0,07668	0,01532	0,0578	0,0248	0,0544
Hg	0,00004	0,0002	0,00004	0,0002	0,00004	0,0002
Mo	0	0	0	0	0	0
Ni	0,00294	0,00694	0,00322	0,00722	0,0029	0,0069
Pb	0,0004	0,002	0,0004	0,002	0,0004	0,002
Sb	0	0	0	0	0	0
Se	0	0	0	0	0	0
Zn	0,1412	0,3364	0,0848	0,496	0,062	0,3108
Klorid						
Fluorid						
Sulfat						
Fenolindex						
DOC Torrsubstans						
TS för lösta ämnen						

Som framgår av tabellen ovan klarar hyttsten alla gränsvärden för avfall som får tas emot vid deponier för inert avfall. Dock bör påpekas att hyttstenen i Granström (2001) var hämtad från vägar med varierande ålder; 1999, 1993 och 1986. Eftersom utlakningen är störst inledningsvis borde även en jämförelse göras med utlakning från färskare hyttsten.

Tabell 8.4 Utlakning från krossad betong från väg 109. Rasttrade celler markerar att gränsvärdena för deponier för inert avfall överskrids.

Beståndsdel	L/S= 2 l/kg	L/S= 10 l/kg
	(mg/kg torrsbstans)	(mg/kg torrsbstans)
As	0,002	0,01
Ba	0,584	2,023
Cd	2,00E-04	7,00E-04
Cr totalt	0,191	0,527
Cu	0,037	0,069
Hg	3,00E-04	1,00E-03
Mo	0,018	0,051
Ni	0,033	0,063
Pb	0,034	0,139
Sb		
Se		
Zn	0,007	0,017
Klorid		
Fluorid		
Sulfat	296	578,6
Fenolindex		
DOC Torrsbstans		
TS för lösta ämnen		

Som framgår av tabellen ovan klarar krossad betong gränsvärdena för inert avfall, förutom för Cr total där gränsvärdet för L/S=10 l/kg överskrids marginellt.

9 Sammanfattning och slutsatser

9.1 Sammanfattning litteraturstudien

Vilken miljöpåverkan som uppstår vid användande av restprodukter som anläggningsmaterial vid vägbyggnad beror, förutom den halt som finns tillgänglig för utlakning i materialet, på nederbörd och hur vägen är konstruerad. En tät asfalt medför exempelvis mindre infiltration än en grusväg. Ytterligare en faktor som påverkar är vilken mängd material som använts, d.v.s. vägbredd, bankhöjd etc.

Litteraturstudien visar generellt på goda erfarenheter från lab- och fältstudier på järnsand, hyttsten och krossad betong. Halter för vissa parametrar kan vara förhöjda i jämförelse med konventionella anläggningsmaterial, men de rekommendationer som lämnats är i samtliga fall positiva till nyttjandet av dessa material i samband med anläggningsarbeten.

9.2 Sammanfattning av genomfört kontrollprogram och egna utvärderingar

Värdet av provtagningen i den privata grundvattenbrunnen är svårt att avgöra, eftersom det inte är fastlagt om brunnen står i hydraulisk kontakt med det vatten som lakar ur materialen i vägkroppen. Det innebär att de höga järnhalterna som uppmäts i brunnen troligen inte har något samband med användandet av alternativa anläggningsmaterial.

Uppskattningen av vilken L/S-kvot som Björsbyvägen har uppnått under de första fem åren som försöken har pågått, visar att L/S-kvoten efter fem år varierar mellan 0,006 och 0,012 l/kg. Detta innebär att den utlakningen som sker från materialen, sker mycket långsamt vilket är till fördel för omgivande miljö. Den långsamma utlakningen beror på att vägen är täckt med en tät asfalt som endast tillåter en liten nettoinfiltration.

Jämförelsen med EU:s mottagningskriterier för inert avfall visar att gränsvärden överskrids för flera parametrar för järnsand samt marginellt för en parameter för krossad betong. För hyttsten överskrids inte gränsvärdena. Lakförsöken på hyttsten har dock utförts på äldre hyttsten, vilket kan ha bidragit till lägre utlakade mängder.

Överskridandet av dessa kriterier talar mot en rekommendation att använda järnsand. För att kunna dra säkrare slutsatser bör jämförelser göras med lakförsök utförda vid olika tillfällen, för att erhålla en bild av hur mycket utlakningen kan variera vid tvåstegs lakförsök. Detta gäller även för hyttsten och krossad betong.

9.3 Rekommendationer

Även om vissa jämförelser i utredningen enligt ovan talar mot användande av främst järnsand görs ändå helhetsbedömningen utifrån försöken vid Björsbyvägen och vad som framkommit i denna utvärdering, att samtliga undersökta material; järnsand, hyttsten och krossad betong, bör kunna användas som anläggningsmaterial. Det bedöms dock krävas mer detaljerade undersökningar för att med säkerhet kunna rekommendera användning.

Däremot bör miljöbalkens försiktighetsprincip alltid tillämpas, vilket i praktiken kan innebära att materialen inte bör användas i närheten av känsliga recipienter eller i närheten av vattentäkter.

Precis som för provvägen i Björsbyn bör järnsand, hyttsten och krossad betong alltid användas under täta asfaltsytor för att begränsa infiltrationen.

Det är viktigt att påpeka att även användandet av konventionella anläggningsmaterial som bergkross och naturgrus leder till utlakning av tungmetaller. Med hänsyn till fördelarna med att använda restprodukter ur naturresurssynpunkt samt det minskade deponibehovet som nyttiggörande medför, görs bedömningen att det som helhet borde vara fördelaktigt att använda järnsand, hyttsten och krossad betong för anläggningsändamål.

Om ytterligare försök med provvägar ska genomföras, rekommenderas att t.ex. totalhaltsanalys, tillgänglighetstest och tvåstegs skakförsök utförs på det/de aktuella materialen i samband med anläggandet av provväg. På så sätt möjliggörs en jämförelse mellan resultat i laboratorium och i fält.

10 Referenser

Andersson, L (2002). Metaller lakningsbenägenhet hos järnsand i banvall. Examensarbete 2002:179 CIV. Luleå Tekniska Universitet.

Arm, M (2000). Egenskaper hos alternativa ballastmaterial – speciellt slaggrus, krossad betong och hyttsten. Licentiatavhandling KTH.

Bendz, D, Flyhammar, P & Hartlén, J (1999). Restproduktanvändning vid anläggningsarbete och byggande för en hållbar infrastrukturutveckling – Seminarierapport. AFR-rapport 272.

Boverket (1999). Betong i vägar – materialstudie. Om möjligheterna att återvinna betong från husrivning.

Fällman, A & Carling, M (1998). Miljömässig karaktärisering av järnsand. Statens geotekniska institut.

Granström, H (2001). Miljöpåverkan av hyttsten. Utlakningstester på materialprover från vägar med varierande ålder. Examensarbete 2001:223 CIV. Luleå tekniska universitet.

Håkansson, K & Nilsson, U (1999). National report for leaching tests for Sweden. Project acronym: ALT-MAT. Contract No.: RO-97-SC.2238. Report No.: (WP5.SGI.007).

Kanschat, A (1996). Masugnsslagg i vägar. Fördelar och begränsningar med hyttsten som vägmateriäl. Examensarbete 1996:162 E. Tekniska Högskolan i Luleå.

Konradsson, A (2003). Leaching characteristics of Boliden Iron Sand - Environmental aspects of product certification. Examensarbete, Tekniska Högskolan vid Umeå Universitet.

Lindgren, Å (1998). Road Construction Materials as a Source of Pollutants. Doktorsavhandling 1998:05, Luleå Tekniska Universitet.

Länsstyrelsen i Norrbottens län (2000). Svar till Vägverket i Borlänge angående bedömning av godtagbar miljöpåverkan från alternativa vägbyggnadsmateriäl. Dnr 249-432-00, daterad 2000-02-01.

Peterson, Å & Borell, M (2002). Boliden järnsand – en kunskapssammanställning. Boliden Mineral AB, affärsområde Smältverk, Rönnskär.

Rapport 1:2003 (2003). Att bygga med avfall. Miljörättsliga möjligheter och begränsningar för återvinning av avfall i anläggningsändamål. Svenska Geotekniska Föreningen.

Rapport 5207 (2002). Sammanställning av lakteter för oorganiska ämnen. Naturvårdsverket maj 2002.

SLVFS 2001:30. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten.

Sundberg, S & Ullberg, J (2002). Provsträckor med alternativa material. Väg 597/597.01 Björnsbyvägen. Resultat av fältundersökningar 1997-2001. Vägverket Region Norr, Teknikavdelningen.

Tossavainen, M (2000). Leaching behaviour of rock materials and a comparison with slag used in road construction. Licenciate Thesis 2000:23, Luleå University of Technology.

2003/33/EG. Rådets beslut av den 19 december 2002 om kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid avfallsdeponier i enlighet med artikel 16 i, och bilaga II till, direktiv 1999/31/EG.

Muntliga referenser

Helena Helgesson (2003), Statens geotekniska institut

Karsten Håkansson (2003), Statens geotekniska institut

Mats Aunes (2003), Länsstyrelsen i Norrbottens län

Mia Tossavainen (2003), Luleå tekniska universitet

Michael Borell (2003), Boliden Mineral AB Rönnskär

Tore Sandström (2003), SSAB Tunnpå AB

Åsa Lindgren (2003), Vägverket

11 Bilagor

Bilaga 1 Årsrapport 2002

Bilaga 2 Provvägens uppbyggnad

Luleå 2004-04-27

SWECO VIAK AB, Luleåkontoret

Karin Lundberg

ÅRSRAPPORT 2002

Utförande av kontrollprogram avseende lysimeter-
provtagning samt provtagning av grundvattenkvalitet
på väg 597 och väg 597.01 i BD län

2003-01-31

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Syfte	1
2	Bakgrund	1
3	Geografi och hydrologi	1
4	Kontrollprogram lysimeterprovtagning	2
4.1	Geografisk omfattning och utförande	2
4.2	Analyser	2
5	Kontrollprogram provtagning av grundvatten	3
5.1	Geografisk omfattning och utförande	3
5.2	Analyser	3
6	Utförande	4
6.1	Observationer	5
7	Resultat	5
7.1	Lysimeterprovtagning	5
	Metaller	5
	Olja	7
	PCB	7
	Konduktivitet	7
	pH	7
	Hårdhet	8
	Kväve	8
	Fosfat-fosfor	8
	Alkalinitet	8
	Sulfat	8
	Klorid	8
	Temperatur	8
7.2	Grundvattenprovtagning	9
	Metaller	10
	Olja	10
	PCB	10
	Konduktiviteten	10
	pH	10
	Kväve	10
	Klorid	10
8	Bedömning	11
	Konduktivitet och pH	12
	Hårdhet	12
	Sulfat	12
	Klorid	13
	Kväve och fosfor	13
8.1	Lysimeterbrunnar	13
	Provpunkt 1, järnsand	13
	Provpunkt 2, hyttsten	13
	Provpunkt 3, betongkross	14
	Provpunkt 4, referensyta	14
8.2	Grundvattenbrunn	15
9	Diskussion	16

Bilaga 1 – Diagram lysimetrar

Bilaga 2 – Diagram brunn

1 Syfte

Utförande av kontrollprogram avser vägen mellan Björnsbyn och Sinksundet (597 och 597.01), där förstärkningsarbeten har utförts under hösten 1997.

Enligt kontrollprogrammet är syftet med provtagningen att:

- bedöma urlakning av vissa föreningar ur de olika vägmaterier som används
- bedöma eventuell påverkan på grundvattenkvaliteten från de vägmaterier som använts

2 Bakgrund

Kontrollprogram är utfört för åren 1998 – 2000. Fortsatt provtagning har skett i ytterligare två år 2001 – 2002 enligt tidigare provtagningsprogram.

Förstärkningsarbeten längs den största delen av vägen utförs med bergkross i förstärknings- samt bärlager. Längs tre mindre avsnitt genomför Vägverket, tillsammans med Luleå tekniska universitet, prov med tre olika restproduktsmaterial i förstärknings- samt bärlager; två typer av slagg (stålslagg från SSAB och ”järnsand” från Boliden Mineral) samt krossad betong från hus. Dessa avsnitt är lokaliserade till sektionerna 0/825-0/930 (järnsand), 2/300-2/420 (hyttsten) samt 3/620-3/770 (betongkross). Referensytor (bergkross) finns i samband med samtliga provytor. Syftet med dessa provsträckor är bland annat att söka svar på hur dessa restprodukter fungerar som vägmaterier samt vilka miljöeffekter de ger i form av urlakning. Materialens miljöpåverkan testas genom uppsamling av urlakningsvatten från vägen. Uppsamlingsystemet (lysimetern) består av ett tätt membran samt uppsamlingsledning under vägkroppen.

Den bedömning avseende miljöpåverkan, som gjorts för den berörda förstärkningen, pekar på att arbetena (inkl användande av olika restprodukter i vägkroppen) inte leder till någon kvalitetsförsämring av grundvattnet. Boende i området har dock uttryckt oro angående projektets påverkan på i området befintliga dricksvattenbrunnar. Den plats som valts för grundvattenprovtagningen ligger intill en kortare vägsträcka som saknar diken. Längs detta vägparti bedöms det finnas en viss risk för miljöpåverkan från vägmaterialet. Kontrollpunkten är därför vald i anslutning till detta vägparti.

3 Geografi och hydrologi

Den berörda vägsträckan ligger i ett område med 0,6-1,2 m svallad sand och silt, överlagrande en finkorning sedimentjord med jordfraktionen lera. Leran har påtagliga sulfidjordlager i sin lagring. Området dränerar av söderut mot Sandbergsviken i Björnsbyfjärden. Terrängen är här flack och vegetationen består av våt lövskog. Norr om vägen höjer sig terrängen något och vegetation består där av barrskog med inblandning av löv.

Den övre grundvattenytan ligger inom det berörda området cirka 1,0 m under vägövertytan. Nivån för en undre grundvattenyta under sedimentära jordlager är inte känd men vattennivån i de bergboreade dricksvattenbrunnar som finns i närområdet är 70 m under markytan. I brunn nr 1 (se bilagd översiktskarta) får man vid stora flöden in ett humusrikt vatten vid 17 meters nivå enligt ägaren.

4 Kontrollprogram lysimeterprovtagning

4.1 Geografisk omfattning och utförande

Provtagning av vatten från lysimeter installerad i följande vägsektioner:

- 0/825-0/930 (järnsand)
- 2/300-2/420 (hyttsten)
- 3/620-3/770 (betongkross)
- 3/770-3/870 (bergkross, referensyta)

Sektionernas placering framgår av bilagd översiktskarta.

Liksom tidigare år har provtagning år 2002 skett vid två tillfällen under året, dels 23 augusti och dels 9 oktober samt mätning av konduktiviteten en vecka innan och en vecka efter provtagningstillfället vid båda provtagningstillfällena.

Tabell 4.1 Provtagningsplan för kontrollprogram, Lysimeterprovtagning.

Period (år)	Lågvatten vinter (januari)	Högvatten vår (maj)	Lågvatten sommar (augusti)	Högvatten höst (oktober)
1998	-	-	augusti	oktober
1999	-	-	augusti	oktober
2000	-	-	augusti	oktober
2001	-	-	augusti	oktober
2002	-	-	augusti	oktober

4.2 Analyser

Vattenproverna analyseras på ämnen som kan tillföras grundvattnet från vägmaterialet. Följande parametrar har analyserats:

- Grundämnen i naturliga vatten: Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mn, Mg, Na, Ni, Pb, S, Si, Sr, Zn. Metod: ICP-MS.
- Olja
- PCB
- Alkalinitet
- Klorid
- Sulfat
- Hårdhet
- Kväve (tot-N)
- PO4-P
- Konduktivitet
- pH
- Temperatur (fält)

Samtliga analyser avser ofiltrerade prov, då ej annat anges av SIS-SS. Analyserna har utförts av ackrediterat laboratorium, SGAB Analytica, Luleå.

5 Kontrollprogram provtagning av grundvatten

5.1 Geografisk omfattning och utförande

Provtagning av dricksvattnet från befintlig bergborrad brunn nr 1 (fastighetsägare Tord Engström).

För bedömning av vattenkvaliteten har ett bakgrundsprov utförts av SVELAB innan vägarbetena påbörjas i början av september 1997. Efter utförda förstärkningsarbeten och installation av uppsamlingsanläggningar har provtagning skett två gånger per år under tre år, till och med oktober år 2000 enligt kontrollprogram. Provtagning har fortsatt i ytterligare två år med provtagning en gång per år men i övrigt enligt tidigare upprättat kontrollprogram. Provtagningsplanen framgår av tabell 5.1.

Bakgrundsprovet har tagits i tappkran och analyserats med avseende på dricksvattenkvalitet varför bakgrundsvärde saknas på vissa parametrar som har analyserats i kontrollprogrammet.

Tabell 5.1 Provtagningsplan för kontrollprogram, Grundvattenprovtagning.

Period (år)	Bakgrundsprov	Lågvatten vinter (januari)	Högvatten vår (maj)	Lågvatten sommar (augusti)	Högvatten höst (oktober)
1997	september	-	-	-	-
1998	-	-	maj	augusti	-
1999	-	-	maj	augusti	-
2000	-	-	maj	augusti	-
2001	-	-	-	augusti	-
2002	-	-	-	augusti	-

5.2 Analyser

Vattenproverna skall analyseras på ämnen som kan tillföras grundvattnet från vägmaterialet. Följande parametrar analyseras:

- Grundämnen i naturliga vatten: Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mn, Mg, Na, Ni, Pb, S, Si, Sr, Zn. Metod: ICP-MS.
- Olja
- PCB
- Klorid
- Kväve (tot-N)
- Konduktivitet
- pH
- Temperatur (fält)

Samtliga analyser avser ofiltrerade prov, om ej annat anges i svensk standard. Analyserna har utförts av ackrediterat laboratorium, SGAB Analytica, Luleå.

Vid provtagningstillfället har även grundvattennivån uppmätts.

6 Utförande

Provtagningen har utförts enligt tidigare upprättat kontrollprogrammet av certifierad provtagare Ulrika Nilsson. Årsrapporten för 2002 har skrivits av Ulrika Nilsson WSP Samhällsbyggnad i Luleå.

Provtagning av grundvatten i bergborrad brunn har skett med hjälp av en 12 V pump.

Provtagning av vatten i lysimetrar har skett genom uppsamling av vatten direkt i kärl och med ruttnerhämtare.

Vid samtliga provtagningstillfällen har vattentemperaturen uppmätts.

Under 1998 har provtagning skett vid sju tillfällen:

- Grundvatten 26 maj
- Lysimetrar (konduktivitet) 19 augusti
- Lysimetrar & Grundvatten 26 augusti
- Lysimetrar (konduktivitet) 2 september
- Lysimetrar (konduktivitet) 14 oktober
- Lysimetrar 22 oktober
- Lysimetrar (konduktivitet) 28 oktober

Under 1999 har provtagning skett vid sju tillfällen:

- Grundvatten 27 maj
- Lysimetrar (konduktivitet) 13 augusti
- Lysimetrar & Grundvatten 20 augusti
- Lysimetrar (konduktivitet) 27 augusti
- Lysimetrar (konduktivitet) 1 oktober
- Lysimetrar 7 oktober
- Lysimetrar (konduktivitet) 15 oktober

Under 2000 har provtagning skett vid sju tillfällen:

- Grundvatten 30 maj
- Lysimetrar (konduktivitet) 23 augusti
- Lysimetrar & Grundvatten 1 september
- Lysimetrar (konduktivitet) 7 september
- Lysimetrar (konduktivitet) 11 oktober
- Lysimetrar 18 oktober
- Lysimetrar (konduktivitet) 25 oktober

Under 2001 har provtagning skett vid sju tillfällen:

- Lysimetrar (konduktivitet) 22 augusti
- Lysimetrar & Grundvatten 29 augusti
- Lysimetrar (konduktivitet) 5 september
- Lysimetrar (konduktivitet) 1 oktober
- Lysimetrar 7 oktober
- Lysimetrar (konduktivitet) 15 oktober

Under 2002 har provtagning skett vid sju tillfällen:

- Grundvatten 18 juni
- Lysimetrar (konduktivitet) 16 augusti
- Lysimetrar 23 augusti
- Lysimetrar (konduktivitet) +
Grundvatten (endast järn) 30 augusti
- Lysimetrar (konduktivitet) 3 oktober
- Lysimetrar 9 oktober
- Lysimetrar (konduktivitet) 17 oktober

6.1 Observationer

Vid tidigare provtagning av lysimetrar har färgen på vattnet varierat mellan provtagningspunkterna. Färgnyanserna har varit desamma mellan de olika åren men färgerna har avtagit i styrka från år till år. Det har alltså blivit klarare och klarare vatten i de olika lysimetrarna och samma tendens har observerats år 2002.

Färg

Provtagningspunkt 1: ofärgat

Provtagningspunkt 2: ofärgat

Provtagningspunkt 3: ofärgat

Provtagningspunkt 4: ofärgat

I provtagningspunkt 2, hyttsten, har en fällning observerats under november 1999. Fällningen, som är vit och stelnad finns i botten på lysimeterbrunnen. I december månad 1999 gjordes ett försök att analysera ett prov på fällningen men tillräcklig mängd kunde inte skrapas loss. Fällningen finns kvar vid provtagningarna hösten 2002 men har inte ökat nämnvärt i omfattning eller mängd.

7 Resultat

7.1 Lysimeterprovtagning

Provtagningspunkt 1, P1: Järnsand

Provtagningspunkt 2, P2: Hyttsten

Provtagningspunkt 3, P3: Betongkross

Provtagningspunkt 4, P4: Referensyta

Diagram för alla analyser av lysimeterprovtagning redovisas i Bilaga 1. I diagrammen redovisas resultaten från provtagning år 1998 – 2002.

Metaller

Provtagningspunkt P1 har hög halt av Ba, Cd, Cu, Mo, Ni och Zn. Den höga Cu halten i P1 har ökat betydligt från hösten-99 men har minskat igen under 2002. Zn halten var extremt hög i P1 augusti 1999, enligt bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag, Zn halten har dock planat ut och ligger på en jämn men relativt hög nivå. Även Ni, Mo och Cd hade en tydlig haltökning augusti 1999, även dessa halter har sjunkit vid provtagningen under år 2000 och

ligger kvar i samma nivå år 2002. Generellt är halten högre vid augusti provtagningen för Ni, Mo och Zn än i oktober. Halten Cd har ökat något under 2002.

Provtagningspunkt 2 utmärker sig med speciellt höga värden under de första åren för Ca, Fe, S, K, Sr, Co, Cd, P, Pb, Al och Mn. Halterna har i de flesta fall sjunkit med tiden. Si halten har stigit i P2 sedan provtagningens start, sjönk sedan under några år men har under 2002 stigit något igen. Zn halten ökar i mätningen i augusti 1999 till en mycket hög nivå för att sedan plana ut till en låg nivå. Sr halten liksom S halten har planat ut till en jämn men fortfarande relativt hög nivå jämfört med övriga punkter. Co halten, liksom Fe halten, har efter en topp i augusti 1999 avklingat och låg år 2001 på en mycket låg nivå för att sedan under 2002 återigen stiga.

Cd halten var hög i P2 under 1999 men har nu planat ut till en låg nivå. Cu halten i P2 har varit relativt låg under 1998 (jämfört med övriga provtagningspunkter) men steg kraftigt under 1999. Fortsatt provtagning 2000 till 2002 visar att såväl Cd som Cu halten har sjunkit kraftigt. P och Pb halten har stigit från en mycket låg nivå till en relativt hög halt jämfört med övriga provtagningspunkter under 1999. P halten har sjunkit till en låg nivå fram till 2002. Pb halten har även den sjunkit men återigen stigit under 2002. Al halten ökade extremt från provtagningsstillfället i augusti 1998 till augusti 1999 till en mycket hög nivå. Under 2000 och 2001 har nivån successivt återhämtat sig men har ökat något igen under 2002. Al halten ligger betydligt högre än i övriga punkter.

Även Mn halten ökade från en relativt låg halt till en mycket hög halt (980827 till 981022) jämfört med övriga provtagningspunkter, även den har sjunkit kraftigt under åren 1999 till 2001 för att sedan öka väldigt kraftigt under 2002. Ca halten sjönk från provtagningarna 1998 till 1999 men har sedan planat ut på en relativt hög nivå jämfört med övriga punkter. Mg halten har ökat från tidigare år och uppnår under 2002 sin högsta nivå och ligger betydligt högre än övriga provtagningspunkter.

Provtagningspunkt P3 har låga metallhalter. De halter som tidigare år varit ganska höga jämfört med övriga punkter har sjunkit. Ba halten har ökat under 2002. Si halten låg relativt högt i P3 under 1998 men har sedan successivt sjunkit. As halten var hög med en topp under 1998 men minskade ganska kraftigt under 1999 och betecknades i bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag till måttligt hög. Halten har sedan sakta minskat till senaste provtagningen.

Halten Cr var mycket hög i P3 (jämfört med bedömningsgrunder) med en tydlig uppgång hösten 1998. Halten sjönk kraftigt under hösten 1999 och har sedan sakta fortsatt att minska. Hg halten har tidigare varit mycket högre i P3 än i övriga provtagningspunkter men har nu under 2002 sjunkit till samma nivå som de övriga. Samtliga har en Hg halt mindre än detekterbar mängd.

Referenspunkt P4 har låga värden av alla ämnen utom av Mg som visar något högre halt än i övriga provtagningspunkter under augusti 1999. Efter denna topp har Mg halten sakta sjunkit till en låg nivå. Na, K, Si, As, Cr och Hg har stigit något under hösten 2002 men ligger fortfarande på låga nivåer.

Olja

Vid analys av olja analyseras tre olika grupper:

- Opolära alifater
- Totalt extraherbara alifater
- Totalt extraherbara aromater

Halten av olja i vatten är under detektionsgränsen för båda grupperna opolära alifater och totalt extraherbara aromater medan halten av totalt extraherbara alifater är över detektionsgränsen för alla mätpunkter men ändå på en mycket låg nivå. Halten varierar mellan provtagningspunkterna 1998-99 för att sedan hamna på en nivå omkring den minsta detekterbara halten, 100 µg/l, utan någon tydlig punkt med högre halt.

PCB

Vid analys av PCB analyseras sju olika PCB grupper:

- PCB 28
- PCB 52
- PCB 101
- PCB 118
- PCB 138
- PCB 153
- PCB 180

PCB halten är vid alla mättillfällen mindre än detektionsgränsen. I vissa mätpunkter och tillfällen är detektionsgränsen betydligt högre än i andra. Enligt laboratoriet beror detta på störningar vid analys beroende på provets innehåll av andra ämnen.

Vid provtagningen, oktober 2001, har en PCB halt detekterats i P3. Resultaten från 2002 visar inte på några detekterbara mängder av PCB.

Konduktivitet

Konduktiviteten varierar stort mellan de olika lysimeterbrunnarna med de högsta värdena och mest varierande värdena i punkt 2, 207-730 mS/m sedan år 2000 har konduktiviteten stabiliserat sig på en nivå 200-400 mS/m med en topp i augusti 2002. Lägsta värdena har punkt 1 som nu ligger relativt konstant 10-15 mS/m. Även punkt 3 har inledningsvis, 1998-99, höga värden mellan 100 och 260 mS/m men har nu stabiliserat sig omkring 50-100 mS/m. Referenspunkten P4 mätserie följer den för P3 relativt väl sedan mätperiodens start och har på samma sätt stabiliserat sig omkring 50-100 mS/m.

pH

pH värdet varierar i P1 och P4 omkring 7. Ett mer basiskt vatten finns i P3, ca 10 under 1998 som därefter har varierat kring pH 8. I P2 sjunker pH betydligt och vattnet är mycket surt vid mätningarna 1999, pH ca 3,0. Därefter har pH-värdet ökat och låg runt 5 under 2001. Proverna från 2002 visar att pH sjunkit igen till ca 3. Referenspunkten P4 har ett stabilt pH omkring 8.

Hårdhet

Mätningarna i lysimeterbrunnarna visar att hårdheten i P2 sjunker från extremt hög till mycket hög hårdhet. Hårdheten i P3 har ökat kraftigt under 2002 till mycket hårt medan hårdheten i P4 har sjunkit och har nu ett medelhårt vatten.

Kväve

Under 2002 har kvävehalten i P4 ökat väldigt kraftigt och låg i augusti högst av alla punkterna. Till mätningarna i oktober har halten sjunkit till samma nivå som tidigare år och ligger då lägst av alla punkter. Även P2 har ökat från föregående år. P3 kvävehalt har sjunkit. Vid den senaste mätningen låg P1 högst.

Fosfat-fosfor

Fosfat-fosforhalten, PO₄-P har en kraftig topp i augusti 1998 i P3 som därefter har en låg halt fosfat-fosfor. Halten ökar i P2 under 1999 men minskar igen under 2000 och ligger på samma nivå som övriga punkter. Under 2002 har halten stigit i P2 och sjunkit i P4 de övriga två är konstanta.

Alkalinitet

Alkaliniteten, HCO₃ är högst i P3 med en kraftig topp vid oktobermätningen 1998. P3 behåller därefter en relativt hög alkalinitet. Alkaliniteten i P1, P2 och P4 ligger relativt konstant med en svag ökning vid mätningarna 2002.

Sulfat

Sulfathalten, SO₄ är högst i P2 med toppar i augusti 1999, september 2000 och augusti 2002. Alla övriga provtagningspunkter har även de en viss ökning av sulfathalten i augusti 1999 där P1 har den lägsta sulfat halten.

Klorid

Kloridhalten har en kraftig topp i P2 i oktobermätningen 1998. Sedan mätseriens start 1998 har kloridhalten sjunkit i samtliga punkter och ligger nu på en låg nivå. Kloridhalten i P2 har ökat något under 2002.

Temperatur

Vid varje provtagningstillfälle har temperaturen på vattnet mätts, dels i brunnen och dels i varje lysimeterbrunn.

Provtagningsdag	Provtagning	Temperatur °C			
980527	Grundvatten	2,7			
980826	Grundvatten	6,4			
	<i>Lysimeter</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>
980819		13,5	14,0	14,0	14,2
980826		12,8	12,7	12,7	13,2

980902		13,1	11,0	11,4	12,4
981014		6,5	6,4	6,3	6,3
981027		5,0	4,9	4,7	4,8
990527	Grundvatten	4,4			
990820	Grundvatten	6,1			
	<i>Lysimeter</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>
990813		13,7	13,0	12,7	13,8
990820		13,0	12,3	5,4	5,2
990827		12,9	12,5	12,1	13,0
991001		9,6	9,9	8,7	9,1
991007		7,7	6,8	7,0	7,6
991015		7,0	6,0	5,9	6,1
000530	Grundvatten	Ingen uppgift			
000901	Grundvatten	7,8			
	<i>Lysimeter</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>
000823		14,4	14,0	12,8	14,5
000901		15,3	14,0	13,3	14,7
000907		11,9	10,6	10,3	11,7
001011		9,5	8,8	8,8	9,4
001018		9,0	8,5	8,2	8,9
001025		7,1	6,9	6,9	6,9
010829	Grundvatten	Ingen uppgift			
	<i>Lysimeter</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>
010822		Ingen uppgift			
010829		Ingen uppgift			
010905		Ingen uppgift			
011001		8,3	7,9	7,7	8,3
011007		8,8	8,0	8,0	8,6
011015		Ingen uppgift			
	<i>Lysimeter</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>
020816		17	16	15	17
020823		17	17	15	18
020830		16	15	14	16
021003		7	7	7	7
021009		Ingen uppgift			
021015		7	6	6	7

7.2 Grundvattenprovtagning

Diagram för alla analyser av grundvatten (brunn) redovisas i Bilaga 2. Under 2002 har provtagning skett vid ett huvudtillfälle och ett kompletteringstillfälle där endast järnhalten har analyserats.

Metaller

Metallhalterna ligger på en relativt konstant nivå med låga halter av alla ämnen utom för järn och mangan som ligger betydligt högre än Livsmedelverkets riktvärde för råvatten ytvatten. Zinkhalten steg under maj 2000 men har sedan sjunkit till en låg nivå. Järnhalten var väldigt hög vid provtagningen i juni 2002 varför en extra provtagning utfördes i augusti. Även det provet visade på väldigt hög järnhalt.

Olja

Vid alla mättillfällen utom ett var oljehalten mindre än detektionsgränsen. Halterna kan dock anses som försumbara.

PCB

Vid alla mättillfällena var PCB halten mindre än detektionsgränsen.

Konduktiviteten

Konduktiviteten varierar mellan 26 och 38 mS/m vilket är normalt för ett grundvatten. Konduktiviteten har en neråtgående trend och har sitt lägsta värde vid provtagningarna 2002.

pH

pH varierar omkring 7 med ett något högre pH augusti 1998 (pH 7,8).

Kväve

Kväve halten är låg och sjunker från 0,5 mg/l i referensprovet 970902 (tappkran) till 0,005 mg/l 980826 för att sedan öka något igen. År 2002 ligger kväve halten återigen på 0,5 mg/l.

Klorid

Kloridhalten varierar något mellan mättillfällena men har en låg halt.

8 Bedömning

För att få en uppfattning om halten av ämnen i vattnet jämförs analyserade värden med olika riktvärden/gränsvärden som finns dels för dricksvatten, vägdagvatten, grundvatten och naturliga vatten. Se Bilaga 4, 5 och 6.

Analysen från lysimetrar jämförs lämpligen med värden från vägdagvatten och bakgrundsvärden ytvatten, men främst jämförs lysimetrarna inbördes och med referensytan, P4, för att få en uppfattning om skillnader på lakvattnets innehåll beroende på materialet i vägens förstärknings- och bärlager.

Analysen från vattnet i brunnen jämförs främst med Livsmedelsverkets gräns- och riktvärden från råvatten ytvattentäkt (finns ej för grundvatten) samt nationella bakgrundsvärden för grundvatten. Ett referensprov tagit 970902 i tappkran finns analyserat.

Tabeller för jämförbara referensvärden från Livsmedelsverket och Naturvårdsverket finns redovisade i Bilaga 3-4. Tabell 8.1 redovisar en jämförelse mellan bakgrundsvärden, dricksvatten och vägdagvatten.

Tabell 8.1 Vägdagvattenkvalitet jämfört med bakgrundshalter i ytvatten och gränsvärden för dricksvattenkvalitet.

Källa: MKB-GEO, Vägverket & Vägdkesmassor, Vägverket samt Naturvårdsverket.

Element	Bakgrunds- värde Holland	Dricksvatten 3)	Vägdagvatten n mg/l 1)	Jämförvärden halter 2)		Nivå som innebär ökad risk för biol. effekter 4)	Kana- densiskt vatten- kvalitets- kriterium
				naturliga, ursprung	bak- grund		
Krom (µg/l)	1	50(ot)	60-200	0,05	0,05	15	20
Kobolt (µg/l)	20	-	-	0,03	0,03	-	-
Nickel (µg/l)	15	-	400-4000	0,2	0,2	45	150
Koppar (µg/l)	15	200*/1000(tma)	20-100/ 200-1000	0,3	0,3	9	4
Zink (µg/l)	150	300/1000(tma)	150-600/ 1000-10000	1,0	0,9	60	30
Arsenik (µg/l)	10	50 (ot)	-	0,2	0,2	15	50
Kadmium (µg/l)	1,5	0,3/5(ot)	1-6/ 10-1000	0,005	0,009	0,3	0,01
Barium (µg/l)	50	-	-				
Kvicksilver (µg/l)	0,05	1 (ot)	5-50	0,001	0,002	-	0,1
Bly (µg/l)	15	10 /50 (ot)	50-520/ 500-10000	0,05	0,11	3	1
Natrium (mg/l)		200 (tma)	200-20000			-	-
Klor (mg/l)		100	-			-	-
N-tot (mg/l)		5,0 (NO ₃ -N)	1,5-2,5			-	-
Olja (mg/l)		-	2,0			-	0,1
PCB (µg/l)						-	0,001

- 1) Vägdagvattenkvalitet internationella erfarenheter för vägar/gator.
- 2) Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (1999). Tabell 24: sjöar, halter i norra Sverige.
- 3) Livsmedelverkets kungörelse om dricksvatten (1993). * Tappställe efter spolning.
- 4) Enligt bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Den angivna risknivån utgör gränsen mellan tillståndsklasserna 3 och 4.

Nedan följer en förklaring av vissa analyserade parametrar.

Konduktivitet och pH

Konduktivitet anger vattnets ledningsförmåga. Ju fler lösta joner ett vatten innehåller desto högre är konduktiviteten. Konduktiviteten är högre i eutrofa sjöar än i oligotrofa. Alltså ökar konduktiviteten vid försurning eftersom det blir mer H⁺ joner.

Konduktiviteten är tryck- och temperaturberoende. Vid högre tryck ökas ledningsförmågan och vid hög temperatur ökar aktiviteten, reaktionen går snabbare. Konduktivitet mäts i mS/m. Normalvärden för konduktiviteten i svenska insjöar är 5-40 mS/m. I norra Sveriges skogstrakter är normalvärdet 2,5-5 mS/m. Grundvattens konduktivitet är ca. 40mS/m.

pH och konduktivitet följs åt. Konduktivitet har samband med pH-värdet eftersom konduktivitet är ett mått på lösta joner och pH är ett mått på lösta vätejoner.

Hårdhet

Allt vatten innehåller salterna magnesium och kalcium. De finns lösta som joner och bestämmer vattnets totalhårdhet.

Totalhårdheten är summan av karbonathårdhet (temporär hårdhet) och mineralsyrahårdhet (permanent hårdhet). Ett hårt vatten blir ej lätt försurat eftersom koncentrationen av karbonater är hög, buffertkapaciteten är stor. Vid försurning ökar hårdheten något.

Hårt vatten har även andra egenskaper. Det minskar toxiciteten hos giftiga ämnen samt minskar tvättmedlens tvättförmåga. Ett hårt vatten kan dessutom ge kallkutfällningar i maskiner och rörsystem där vattnet värms upp.

Tabell 8.2 Hårdhet i °dH och motsvarande benämning.

Hårdheten (°dH)	Benämning
0-2	Mycket mjukt
2-5	Mjukt
5-10	Medelhårt
10-21	Hårt
>21	Mycket hårt

Sulfat

Källor till sulfat i vägdagvatten kan vara diesel/bensin, halkbekämpningsmedel, vä ghyvling och surt regn.

I grundvatten i Sverige är 18 mg sulfat/l (bergborrade brunnar). Om sulfathalten överstiger 100 mg/l kan korrosionsangrepp påskyndas och dålig smak på vattnet uppkomma. 100 mg/l är också ett gränsvärde för råvatten från ytvattentäkter.

Klorid

Klorid i vägdagvatten kommer från halkbekämpningsmedel.

Klorid i grundvatten finns främst i områden som sedan den senaste istiden varit täckta av havet eller att inträngning av saltvatten från havet sker. Vanliga halter i grundvatten i Sverige är 1-30 mg/l. Gränsvärde för råvatten från en ytvattentäkt är 100mg/l och vid halter omkring 1000mg/l kan störningar börja förekomma vid analyser och tester.

Kväve och fosfor

Kväve och fosfor är näringsämnen som finns i både grundvatten och vägdagvatten. Kväveinnehållet är betydligt större än fosforinnehållet i såväl vägdagvatten som grundvatten. En hög belastning av kväve och fosfor kan orsaka övergödning.

8.1 Lysimeterbrunnar

Provpunkt 1, järnsand

Metallutlakningen från järnsanden vid Rönnskärsverken har undersökts med lakningsförsök. Resultaten av dessa samt sammansättningen av järnsanden redovisas i Bilaga 8.

Provpunkt 1 har i de flesta fall relativt låga värden. Några metallhalter har dock högsta halten jämfört med övriga provpunkter Ba, Cd, Cu, Mo, Ni och Zn. Framförallt är halterna av zink, kadmium och koppar högre än för övriga testade material.

pH ligger konstant och är neutral.

Provpunkt 2, hyttsten

Flera utredningar om hyttstens miljöbelastning har genomförts. Resultatet av lakförsök samt dess produktblad redovisas i Bilaga 7.

Vid lysimeterprovtagningen har provpunkt 2 utmärkt sig något mer med högre halter än övriga provpunkter. pH-värdet skiljer sig markant från övriga punkter och visar på ett väldigt surt vatten med ett pH runt 3 vid mätningarna 2002.

Vid provtagningen 2002 ligger Mg, Na, S, Ca, Fe, K, Si, Al, Co, Mn, Pb och Sr klart högre än vid de andra provtagningpunkterna. De flesta metallerna har en topp hösten 1999 och augusti 2002 och följer pH värdet. Lågt pH ger stor utfällning av metaller.

Kvävehalten är tillfälligt hög i P2 vid provtagningen i oktober 1998, 3 mg/l, vilket kan jämföras med ett vägdagvatten från en gata. Efter det har kväve halten legat på en ganska konstant låg nivå.

Sulfathalten är mycket hög i P2 och kulminerar i september 2000, 2700 mg/l, vilket kan jämföras med att grundvatten har ca 18 mg/l. Sulfathalten sjönk under några år men steg återigen till över 2000 mg/l under 2002.

Kloridhalten är extremt hög i P2 i oktobermätningen 1998, 200 mg/l, vilket kan jämföras med att grundvatten brukar ha upp till 30 mg/l. I övriga mätningar är kloridhalten låg.

Hårdheten är mycket hög i P2 och utmärker sig extremt mycket jämfört med övriga provpunkter. Eventuellt kan den extremt höga hårdheten i P2 förklara den fällning som har observerats i brunnen under hösten 1999.

Konduktiviteten är betydligt högre och varierar kraftigare i P2 än i någon annan punkt. Variationerna har avtagit och håller nu en ganska jämn nivå.

Vid analys av PCB har laboratoriet vid vissa tillfällen inte kunnat analysera ner till den önskvärda detektionsgränsen på grund av att vattnet från P2 innehållit någonting som stör analysen. Detektionsgränsen har i dessa fall därför blivit cirka en tiopotens sämre än övriga provpunkters.

Vid analys av olja har detekterbara mängder endast hittats för totalt extraherbara alifater samt i några fall för opolära alifater. Halterna kan dock anses som försumbara. Vid analys av olja kan även förekomst av organiskt material ge utslag.

Provpunkt 3, betongkross

Provpunkt 3 har vid provtagningarna 2002 låga halter av samtliga metallhalter jämfört med de övriga punkterna. De metaller som tidigare var högre än de övriga provtagningspunkternas har sjunkit.

Kvävehalten är vid provtagningsstarten högst i P3 jämfört med övriga provtagningspunkter och har en kraftig topp 990820 men har sedan sjunkit markant till en nivå som i övriga punkter. 2002 ligger kvävehalten lägst av alla punkter.

Fosfathalten i augusti 1998 ligger betydligt högre i P3 än i de övriga för att sedan sjunka till låg nivå. Alkaliniteten var extremt mycket högre i P3 än i övriga provpunkter med en kraftig topp i oktober 1998. Därefter har alkaliniteten sjunkit till en nivå endast något över övriga punkter.

Konduktiviteten har efter en start med relativt högt värde nu sjunkit till en normal konstant nivå. Vattnet i P3 är mjukt.

pH skiljer sig tydligt för P3 som har ett ordentligt basiskt vatten, pH ca 10 vid provtagningsstart 1998 men sjunker sedan till ett konstant pH på ca 8 under åren 1999 till 2002.

Provpunkt 4, referensyta

P4 har låga värden av alla ämnen. Mg liksom Ba, P, Sr och Ca visar något högre halt än i övriga provtagningspunkter i augusti 1999 men dessa halter sjunker kraftigt till en nivå jämförbart med övriga punkter.

Under 1998 har P4 något högre värden på konduktiviteten än ett normalt grundvatten (ca 50mS/m) och varierar mellan 46-90 mS/m för att stiga något under 1999 till 100-200 mS/m. Provtagningarna mellan 2000 och 2002 visar att värdena åter har sjunkit.

pH är något högre i P4 än i P1 och P2, ca pH 7,2-8,3 och har små variationer. Hårdheten i P4 har sjunkit och har nu ett medelhårt vatten.

Alkaliniteten är hög i P4, ca 120-260 mg/l, även sulfat mängden är hög i P4, 96-1200 mg/l där det högsta värdet, 1200 mg/l, noterades i augusti 1999. Både alkaliniteten och sulfat halten legat på en konstant nivå mellan 2000 och 2002.

8.2 Grundvattenbrunn

Vattnet i brunnen har inga andra höga halter eller värden än järn och mangan som överstiger Livsmedelsverkets riktvärden och gränsvärden.

Kvävehalten ligger betydligt under Livsmedelsverkets riktvärde för råvatten ytvatten.

Inga halter av olja eller PCB har kunnat analyseras i detekterbara mängder.

Konduktiviteten, 26-38 mS/m är ett lågt värde för grundvatten vilket visar på ett opåverkat vatten. Normalt kan konduktiviteten i grundvatten ligga på ca 50 mS/l.

Inte heller kloridhalten eller pH visar på några onormalt höga värden.

9 Diskussion

Lysimeterbrunn P2 och P3 med förstärknings- och bärlager av hyttsten respektive betongkross utmärker sig både under 1999 och 2000 med höga halter av vissa metaller och andra analyserade ämnen. Även P1, järnsand, har höga halter av vissa metaller men däremot inte av andra undersökta ämnen. Framför allt är halterna av zink, kadmium och koppar högre i järnsand än för övriga testade material. De höga metallhalterna i P2 och P3 vid provtagningens start har för de flesta ämnen avklingat till en nivå som övriga punkter. För de metaller som P1 inledningsvis visar höga halter av har inte halten avklingat på samma tydliga vis.

pH värdet varierar mycket mellan de olika punkterna där P1 och P4 håller en konstant och neutral nivå. I P2 har pH varierat från en neutral nivå till ett mycket surt vatten. I P3 har pH sakta sjunkit från en relativt basisk nivå, pH 10 till pH 8. Det höga pH värdet kan troligtvis förklaras av kalkinnehållet i materialet (betongkross). Även den höga alkaliniteten (HCO_3) i P3 kan troligen förklaras av urlakning av kalk från vägmaterialet. Konduktiviteten är extremt hög i P2 medan P1 har den lägsta.

Liksom tidigare undersökningar visar dessa analyser att lakvatten från rivningsbetong (P3) har lite väl höga värden av vissa tungmetaller t ex kvicksilver. Tungmetallerna härrör främst från cementpastan. Halten tungmetaller i P3 har tydligt avklingat med tiden.

Betongkrossen har erhållits genom sprängning och mekaniska bearbetning. Utgångsmaterialet har utgjorts av äldre bostadsbebyggelse i Boden. Det kan inte uteslutas att byggnaden har innehållit andra material. De vid krossningen frigjorda ytorna innebär att kalk exponeras för det perkolerande vattnet och löses ut vilket i sin tur påverkar pH-värdet. Successivt har pH-värdet sjunkit allteftersom utlakningen av ämnen har minskat. Initiellt har kvävehalten i vattnet legat högst för betongkrossen. Av tungmetallerna har kromhalten legat högre än för övriga testade material. Natrium och kisel förekomsten kan sannolikt härledas till användningen av natriumsilikat (vattenglas) i betongen.

Även undersökningar om lakvatten från hyttsten, liksom denna, har visat på höga halter av vissa tungmetaller, som till exempel bly, strontium och kadmium. Svavelhalten är som man kan förvänta sig hög i P2 eftersom svavelhalten i hyttsten uppgår till ca 2%. Metallhalterna i P2 visar på tydliga toppar i augusti 1999 och i augusti 2002 och har ett troligt samband med det låga pH-värdet vid dessa tidpunkter. Det låga pH-värdet kan bero på den höga svavel och sulfathalten. Detta ger i sin tur upphov till att en utlakning sker att stort antal ämnen. Konduktiviteten blir därigenom hög. Den sura lakvätska löser ut kalcium, magnesium, sulfat, järn, kisel, aluminium. Av tungmetallerna innehåller lakvattnet från hyttstenen de högsta halterna av bly och kobolt.

Den extremt höga hårdhetsgraden på vattnet i P2 kan förklaras av de mycket höga halterna kalcium och magnesium som P2 har. Den fällning som har observerats i brunnens botten i P2 kan eventuellt förklaras av den extremt höga hårdheten.

Den höga kvävehalten i oktober 1998 i P2 är svårare att förklara, likaså den extremt höga sulfathalten i P2, september 2000. Den höga kvävehalten i P3 beror sannolikt på att betongkrossen har erhållits genom sprängning. Den extremt höga fosfathalten i P3 i augusti 1998 sjunker till låga nivåer i likhet med de i P1 och P4.

I alla provpunkter har endast en typ av olja kunnat analyseras i små detekterbara mängder, totalt extraherbara alifater. Högsta halten fanns i P2 som även hade en liten men detekterbar mängd av opolära alifater. Detta var bara tillfälligt och kan vara någon yttre påverkan som bidragit med de höjda halterna. Vid analys av olja kan organiskt material i vattnet ge utslag som olja. Normalt ska olja inte finnas i ett opåverkat vatten. Samma sak gäller för PCB som inte har funnits i detekterbara mängder i någon lysimeterbrunn.

I grundvattenbrunnen kan inga höga halter urskiljas eller halter som överstiger Livsmedelsverkets rikt- och gränsvärden förutom för järn och mangan. Dessa halter var även höga vid referensprovet och överstiger Livsmedelsverkets rikt- och gränsvärden som gäller för ett råvatten från en ytvattentäkt. De höga järn och mangan halterna i brunnen har inget samband med vägbyggnadsmaterialen.

Efter fyra års provtagning tyder provresultaten på att de flesta halterna i vattnet hade sina toppar under andra året, 1999, och minskar sedan eller stabiliseras till 2002. För metallhalterna i vattnet finns ett tydligt samband mellan lågt pH och metallutfällning. Metallutfällningen minskar dock med åren.

