



Bakteriehalter och patogena mikroorganismer i Hörbyån samt Lyby avloppsreningsverk

Screening av betydande
spridningsvägar och förslag till
åtgärder för ett badvatten av högre kvalitet

RAPPORT 2010-5

Sammanfattning

Badplatsen Ringsjöstrand belägen vid utloppet av Hörbyån i Östra Ringsjön har periodvis haft problem med höga bakteriehalter. Speciellt bakterietyperna Echerichia coli och intestinala enterokocker. Tidigare utredningar som syftat till att identifiera viktiga spridningsvägar inom Hörbyåns avrinningsområde har visat att utsläpp av avloppsvatten samt dagvatten från Hörby samhälle och Osbyholm tillför stora mängder bakterier. Några tydliga slutsatser angående olika spridningsvägars inverkan på bakteriekoncentrationen i Hörbyån har dock inte kunnat dras då bakteriekoncentrationen uppvisar stor variation längs vattendraget.

Syftet med utredning har varit att identifiera de viktigaste spridningsvägarna för E.coli och intestinala enterokocker inom Hörbyåns avrinningsområde samt att genom upprepade provtagningar statistiskt påvisa skillnader i bakteriekoncentrationen längs vattendraget. Utredningen syftar även till att kartlägga koncentrationen av VTEC O157 vid samtliga provtagningspunkter samt det mikrobiologiska innehållet i inkommande och utgående vatten från Lybyverket. Målsättningen är att komma fram till vilka spridningsvägar och faktorer som främst påverkar vattenkvaliteten med avseende på bakterier i Hörbyån samt ge förslag till åtgärder som reducerar den bakteriella belastningen till vattendraget och badplatsen. Målsättningen har även varit att utreda den bakteriella belastning Lybyverket står för vid normal drift.

Hörbyån är ett vattendrag som är hårt utsatt för bakteriell belastning. Avrinningsområdet består till 50 % av jordbruksmark vilket bedöms bidra med ett betydande bakteriellt läckage. Bakteriekoncentrationen i vattendraget bedöms således vara hög redan innan Hörby tätort. Vidare har erhållna provtagningsresultat visat att Lybyverket inte är den huvudsakliga förklaringen till de periodvis höga bakteriehalterna vid badplatsen Ringsjöstrand. Främst med anledning av att bakteriekoncentrationen i Hörbyån efter passage genom Osbyholm reduceras till nivåer liknande de uppströms Hörby tätort. Reduktionen beror troligen på en betydande bakteriell reduktion (UV exponering och nedbrytning) då vattnet uppehålls i kvarndammen vid Osbyholm.

Dagvattenbelastningen samt ytavrinning i samband med riklig nederbörd bedöms tillföra mycket bakterier till Hörbyån. Bakteriekoncentration i samband med nederbörd är kraftigt förhöjd, främst med avseende på E.coli men även intestinala enterokocker. Fenomenet kan delvis förklaras av en ursköljning av jordbruks- och betesmark i samband med kraftig nederbörd.

Gällande den mikrobiologiska risk som Lybyverket utgör har salmonella påträffats i både inkommande och utgående avloppsvatten. För att kartlägga hur vanligt förekommande bakterien är samt vilken reduktion som sker inuti verket är fortsatta analyser av bakteriens förekomst önskvärd. Giardia, cryptosporidium, campylobakter samt VTEC O157 (EHEC) har inte påvisats i varken inkommande eller utgående avloppsvatten. Vidare har inte heller den patogena E.coli serotypen VTEC O157 (EHEC) påvisats vid någon provtagningspunkt längs Hörbyån.

För att erhålla ett badvatten av hög kvalitet är en kombination av olika åtgärder att föredra. Då bakteriekoncentrationen efter Osbyholm är låg bedöms åtgärder för en reducerad bakteriell belastning mellan provtagningspunkten nedströms Osbyholm fram till Hörbyåns utlopp till Ringsjön vara prioriterat. Genom att anlägga mindre våtmarker i anslutning till dräneringar i området samt åtgärder för en högre kvalitet på bristfälliga enskilda avlopp skulle bakteriell belastningen sannolikt reduceras. Vidare skulle införande av fler kantzoner längs vattendraget samt information och rådgivning till jordbrukare med mark i anslutning till ån troligen leda till en reducerad bakteriell belastning.

Ett problem när det gäller vattenkvaliteten vid badplatsen är dess närhet till Hörbyåns utlopp. Genom att förlänga utloppet från ån skulle troligen en ökad utspädning av recipientvattnet ske och den bakteriella påverkan på badplatsen reduceras. En mobil förlängning av utloppet sommartid skulle eventuellt kunna användas för att undvika höga bakteriehalter vid badplatsen under badsäsong.

Innehåll

Bakgrund	4
Lokala miljömål	4
Lokalt mål 4 – Levande sjöar och vattendrag	4
Lokalt mål 7 – Myllrande våtmarker.....	4
Lokalt mål 12 – Ett rikt odlingslandskap	4
Indikatorbakterier och gränsvärden för badvatten	5
E.coli och Intestinala enterokocker	5
Fördjupad analys patogena mikroorganismer	5
Giardia och Cryptosporidium.....	5
Campylobakter.....	5
Salmonella.....	6
Spridningsvägar för E.coli och intestinala enterokocker	6
Beskrivning av Hörbyåns avrinningsområde samt lokala förhållanden	6
Avloppsreningsverk	7
Enskilda avlopp.....	8
Dagvatten	8
Jordbruksfastigheter	9
Strandbeten	9
Provtagningsmetodik	10
Hörbyån – E.coli, Intestinala Enterokocker samt VTEC O157.....	10
Lybyverket – giardia, cryptosporidium, salmonella samt campylobakter.....	10
Provtagningspunkter Hörbyån	9
Resultat	13
Escherichia coli	13
Intestinala Enterokocker.....	15
Fördjupad analys Lybyverket.....	17
Fördjupad analys Hörbyån	17
Diskussion	18
Generellt om bakteriebelastningen till Hörbyån och badplatsen Ringsjöstrand.....	18
Förhöjda bakteriehalter vid kraftig nederbörd.....	18
Variationer analysresultat samt problem vid provtagning.....	19
Fördjupad analys av VTEC O157 i Hörbyån	19
Fördjupade analyser Lybyverket.....	19
Påverkan på vattenkvaliteten i dricksvattentäkten Västra Ringsjön.....	19
Slutsatser	20
Förslag till åtgärder	21
Referenser	21
 Bilaga 1. Provtagningsdagbok	 22

Förord

Rapportskrivning samt provtagning är utförd och sammanställd av Charlotte Höglund inom ramen för en praktik samt en projektanställning under våren och sommaren 2010.

Miljöchef Ida Persson, VA-ingenjör Maria Persson samt kommunekolog/miljöinspektör Håkan Bergknut har bidragit med värdefull information och support för utredningen.

Bakgrund

Badplatsen Ringsjöstrand belägen vid utloppet av Hörbyån i Östra Ringsjön har periodvis haft problem med höga bakteriehalter. Speciellt bakterietyperna Echerichia coli och intestinala enterokocker. Tidigare utredningar som syftat till att identifiera viktiga spridningsvägar inom Hörbyåns avrinningsområde har visat att utsläpp av avloppsvatten, samt dagvatten från Hörby samhälle och Osbyholm tillför stora mängder bakterier. Några tydliga slutsatser angående olika spridningsvägars roll för smittspridning har dock inte kunnat dras då bakteriekoncentrationen uppvisar stor variation längs vattendraget.

För att få ett badvatten av hög kvalitet är det viktigt att kartlägga och utvärdera betydelsefulla spridningsvägar för bakteriell kontaminering inom Hörbyåns avrinningsområde. En reducerad bakteriell belastning är även intressant då Syd-vatten AB tar vatten ur Västra Ringsjön, vilken är förbundet med Östra Ringsjön. Ett lägre bakteriellt innehåll i Ringsjön skulle alltså indirekt ge ett råvatten av högre kvalitet. För att besluta kring en strategisk åtgärdsplan för reducerad bakteriell belastning på Hörbyån måste en grundlig utredning över potentiella spridningsvägar för fekala bakterier göras. Som utgångspunkt för utredningen har checklistan för bakteriell riskanalys i rapporten *Strandbeten och råvattenkvalitet – en utredande beskrivning med åtgärdsförslag som förenar ett säkert dricksvatten med en hög biologisk mångfald* använts. Vissa tillägg har gjorts med anledning av lokala förhållanden.

Vidare har en fördjupad mikrobiologisk analys på ingående samt utgående vatten från Lybyverket gjorts. Vid två tillfällen under augusti månad har avloppsvattnet analyserats med avseende på giardia, cryptosporidium, salmonella, campylobakter samt VTEC O157. För att undersöka förekomsten av patogen E.coli serotyper har även samtliga provtagningspunkter längs Hörbyån vid tre tillfällen under badsäsong analyserats med avseende på VTEC O157 (EHEC).

Syftet med utredningen har varit att identifiera de viktigaste spridningsvägarna för E.coli och intestinala enterokocker inom Hörbyåns avrinningsområde samt att genom upprepade provtagningar statistiskt påvisa skillnader i bakteriekoncentrationen längs vattendraget. Utredningen syftar även till att kartlägga koncentrationen av VTEC O157 vid samtliga provtagningspunkter samt det mikrobiologiska innehållet i inkommande och utgående vatten från Lybyverket. Målsättningen är att komma fram till vilka spridningsvägar och faktorer som främst påverkar vattenkvaliteten med avseende på bakterier i Hörbyån, samt ge förslag till åtgärder som reducerar den bakteriella belastningen till badplatsen. Målsättningen är även att utreda den smittorisk Lybyverket utgör vid normal drift.

Lokala miljömål

Hörby kommun har antagit 14 lokala miljömål vilka är lokala anpassningar av de 16 nationella miljökvalitetsmålen. Enligt miljökontorets verksamhetsplan för 2010 är utredningen beträffande förhöjda halter bakterier i Hörbyån ett steg mot uppfyllande av kommunens lokala miljömål. Främst då en förhöjd kvalitet på badvatten vid Ringsjöstrand verkar direkt positivt för miljömål nummer 4 – levande sjöar och vattendrag. Vidare finns det ytterligare två lokala miljömål relevanta för utredningen som bör beaktas vid val av åtgärder för en reducerad bakteriell belastning till Hörbyån.

Lokalt mål 4 – Levande sjöar och vattendrag

I kommuninvånarnas rekreationsintresse och för kommunens marknadsföring skall badvattenkvaliteten vid Hörby Ringsjöstrand senast 2014 klara långtidsbedömningen.

Lokalt mål 7 – Myllrande våtmarker

I syfte att minska näringsbelastningen på Ringsjön, skapa attraktiva miljöer för kommuninvånarna och utveckla förutsättningarna för den biologiska mångfalden, skall 190 ha nya våtmarker anläggas fram till 2010 med utgångspunkt från år 2000.

Lokalt mål 12 – Ett rikt odlingslandskap

Det för Hörby karaktäristiska kulturlandskapet skall i kommuninvånarnas intresse bevaras genom att andelen naturbetesmarker inte minskas utifrån dagens nivå.

Indikatorbakterier och gränsvärden för badvatten

E.coli och Intestinala enterokocker

E.coli och intestinala enterokocker förekommer naturligt i mag-tarm-kanalen hos människor och djur och används därför som indikatorbakterier vid rutinundersökningar för att påvisa fekal förorening. Bedömningsgrunder för badvattenkvalitet framgår av tabell 1.

Intestinala enterokocker är mindre känsliga än E.coli och har längre överlevnadstid i naturen vilket gör de till lämpliga indikatorbakterier. Bakterien förekommer i något mindre omfattning än E.coli men kan finnas i höga halter hos vissa djur (Svenskt vatten 2008). De flesta typer av intestinala enterokocker är harmlösa till skillnad från E.coli, där patogena serotyper förekommer. Ett exempel är serotypen VTEC O157 vilken kan orsaka allvarliga sjukdomstillstånd hos människor. Serotypen har lång överlevnadstid i naturen och det krävs få bakterier för att en människa ska bli sjuk vilket gör bakterien problematisk (Livsmedelsverket m.fl. 2007). På senare år har man kunnat se en ökad förekomst av VTEC O157 hos nötkreatur vilket kan innebära en förhöjd risk för badande i jordbrukstäta områden.

Tabell 1. Bedömningsgrunder för badvattenkvalitet enligt NFS 2008:8.

	Tjänligt m. anmärkning (st/100 ml)	Otjänligt (st/100 ml)
E.coli	100	1000
Intestinala enterokocker	100	300

Fördjupad analys patogena mikroorganismer

Med anledning av de periodvis mycket höga bakteriehalterna i Hörbyån samt vid Ringsjöstrand Norra har Samhällsbyggnadsförvaltningen i Hörby kommun beslutat att göra en fördjupad analys av badvattnets mikrobiologiska innehåll. Den fördjupade analysen innebär att samtliga provtagningspunkter vid tre tillfällen under provtagningsperioden analyseras med avseende på VTEC O157. Vidare kommer även utgående avloppsvatten från Lybyverket att analyseras med avseende på giardia, cryptosporidium, campylobakter och salmonella. Beroende på erhållna resultat kommer analyser av ovanstående parametrar även att analyseras vid badplatsen Ringsjöstrand.

Giardia och Cryptosporidium

Giardia och Cryptosporidium är parasiter som finns i tarmarna hos människor och djur. Parasiterna kan orsaka allvarliga sjukdomstillstånd hos människor och flera humanfall kopplat till dricksvatten har ägt rum (SMI 2008).

Giardia utsöndras genom avföring från exempelvis hund, katt, nötboskap och får. Parasiten är motståndskraftig och har en låg infektionsdos vilket gör den problematisk. Avloppsvatten är en viktig spridningsväg och kontaminerat dricksvatten eller badvatten kan leda till sjukdom. De flesta smittofallen sker utomlands men större utbrott har även skett i Sverige (SMI 2008).

Cryptosporidium finns hos flera olika djurslag som exempelvis nötboskap och får, men även hos människor. Parasiten kan inte föröka sig fritt utan är beroende av en värdorganism. Människan är ett exempel på värdorganism, vilket gör avloppsvatten till en viktig källa för spridning till vattenförekomster. Vidare har Cryptosporidium en lång överlevnadstid i naturen och det krävs få bakterier för att en människa ska bli sjuk (SMI 2008).

Campylobakter

Campylobakter är en bakterie som finns över hela världen. Omkring 7000 fall rapporteras i Sverige varje år, varav cirka 60 % är smittade utomlands (SMI 2009). Bakterien är en zoonos och förekommer hos bland annat hos människor, nötkreatur, fåglar, får och gris. Campylobakter utsöndras med avföring och avloppsvatten är därför en viktig spridningsväg. Bakterien står för huvuddelen av alla vattenrelaterade sjukdomsutbrott i Sverige (SMI 2009).

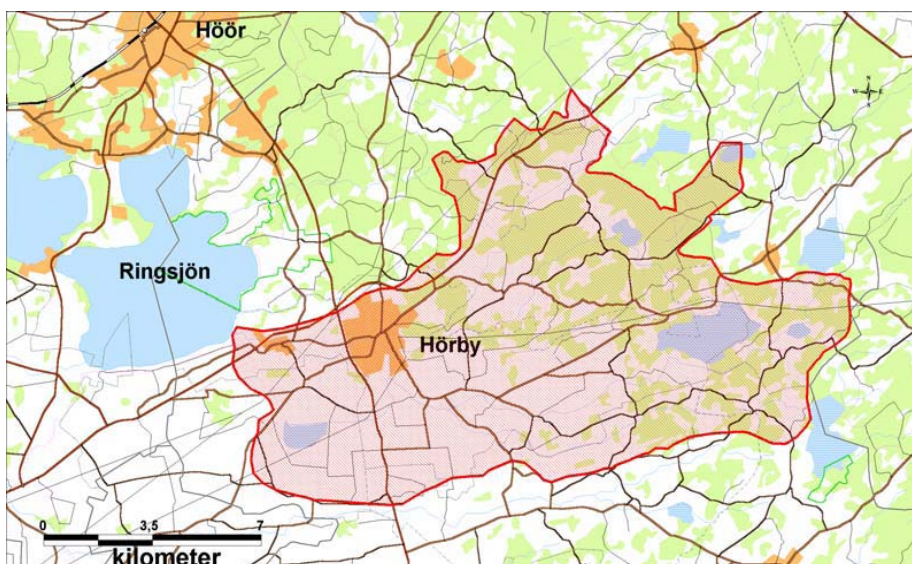
Salmonella

Salmonella är en tarmbakterie som kan orsaka allvarliga sjukdomstillstånd hos människor. I Sverige rapporteras cirka 4000 fall per år, varav 85 % är utlandssmittade (Svenskt Vatten 2008). I Sverige är andelen salmonellasmittade djur under 1 %. Utomlands är dock smittan mer vanligt förekommande (över 4 %). Salmonella förekommer hos flera olika djurslag, exempelvis nötkreatur, hönsfåglar, vilda fåglar och gris. Smittan sprids främst genom förtäring av livsmedel, men även vatten är en viktig spridningsväg (SMI 2008).

Spridningsvägar för E.coli och intestinala enterokocker

Beskrivning av Hörbyåns avrinningsområde samt lokala förhållanden

Hörbyåns avrinningsområde är cirka 154 km² stort och utgörs av 52 % jordbruksmark, 30 % skog, 12 % öppen mark samt 6 % övrigt (tabell 2). Vattendragets huvudavrinningsområde är Rönneå och slutrecipienten är Östra Ringsjön (figur 1). Flödes hastigheten i vattendraget varierar och kan under sommarmånaderna vara mycket lågt. Under höst och vår är flödes hastigheten högre på grund av ökad ytavrinning i samband med nederbörd och snösmältning. Intressant är att under sommarmånaderna står Lybyverket för en stor del av vattnet som tillförs Hörbyån. Detta innebär att kvaliteten på utgående vatten från Lybyverket har betydelse för vattenkvaliteten i Hörbyån under sommarmånaderna. Det är dock önskvärt att med hjälp av provtagningar nedströms utloppet utreda huruvida de bakterier som släpps ut förökar sig alternativt avdödas under transporten fram till utloppet vid Ringsjön.



Figur 1. Hörbyåns avrinningsområde och recipienten Östra Ringsjön.

Recipienten Östra Ringsjön är relativt stor vilket bedöms ge en utspädning av bakteriekoncentrationen. Dock så ligger aktuell badplats i nära anslutning till Hörbyåns mynning vilket innebär att höga bakteriehalter i vattendraget sannolikt påverkar kvaliteten på badvattnet betydligt. Vidare så blåser det ofta i riktning mot badplatsen vilket kan innebära ytterligare bakterietillförsel.

Tabell 2. Markanvändning (%) inom Hörbyåns avrinningsområde.

Markanvändning	Andelen mark (%)
Jordbruk	52
Skog	30
Öppen mark	12
Tätort	2
Sankmark	4

Markens beskaffenhet i anslutning till Hörbyån varierar. Inom Hörby samhälle är marken längs ån till stora delar täkt av gräs som sluttar mot vattendraget. Infiltrationseffekten är svår att estimera men bakteriehalten kan vid kraftig nederbörd bli hög då bakterier i markens ytliga skikt följer ytavrinningen till vattendraget. Gräsbeläggningen intill vattendraget bedöms dock ge en högre infiltration och avdödning jämfört med asfaltsbeläggning. Tilläggas bör att tätorten endast utgör 2 % av det totala avrinningsområdet.

Utanför tätorten är vegetationen längs Hörbyån tätare och fysiska hinder som stenmurar finns på flera ställen. Detta medför att en större del av ytavrinningen stoppas upp och infiltrerar genom mark innan utlopp till recipient. Jordbruksmark samt betesmark i anslutning till Hörbyån lutar ofta ner mot vattendraget vilket kan innebära en ökad bakteriebelastning om inte skydds-zoner finns. Djurens tramp kan dock skapa naturliga hinder vilket stoppar upp flödet och ger en ökad infiltration.

Andra faktorer som har en reducerande inverkan på bakteriekoncentrationen är temperatur, pH samt UV strålning (tabell 3). Under sommaren när antalet soltimmar är fler bör därför avdödning av bakterier vara större än under vinterhalvåret. Mycket kunskap saknas idag när det gäller sjukdomsframkallande mikroorganismers öde i mark och vatten. Vissa serotyper av E.coli som exempelvis VTEC O157 är dock mycket tåliga och har lång överlevnadstid i naturen.

Tabell 3. Faktorer som påverkar halten E.coli samt Intestinala Enterokocker.

Temperatur	Ökad avdödning med högre temperatur. Längre överlevnad vid låg temperatur. Ökad tillväxt med högre temperatur.
Solljus	Ökad avdödning vid exponering för solljus (UV-strålning).
pH	Neutrala till basiska pH-värden ökar överlevnaden av bakterier.

Avloppsreningsverk

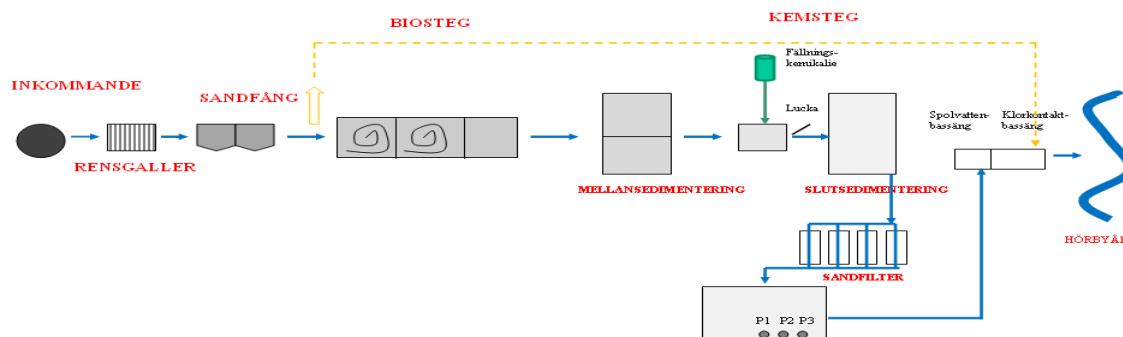
Inom Hörbyåns avrinningsområde finns Lybyavloppsreningsverk. Totalt är ca 11 000 personekvivalenter inklusive industrier anslutna till Lybyverket vilket är dimensionerat för 18 000, vilket innebär en god marginal för ökad belastning. År 2009 tog reningsverket emot cirka 791 300 m³ avloppsvatten från Hörby tätort samt samhällena Lyby, Ludvigsborg, Osbyholm, Ringsjöstrand och Satslerup.

Förbildning (internbräddning) av avloppsvatten kan förekomma vid höga vattenflöden, speciellt under sommarmånaderna vid extrem nederbörd. Vid dessa tillfällen kan förbildning av spillvattnet ske efter rens-galler och sandfånget, alternativt efter mellansedimenteringen. Vid dessa tillfällen är bakteriekoncentrationen i utgående avloppsvatten sannolikt hög. På ledningsnätet finns en bräddpunkt. Bräddpunkten är lokaliserad i anslutning till Hörby samhälle på Nygatan. Nivåer och bräddning loggas digitalt och avläses varje månad. Under 2009 har totalt 2140 m³ vatten bräddat vid bräddpunkten på Nygatan fördelat över tre tillfällen. Under sommaren 2010 har endast 23 m³ vatten bräddat vid bräddpunkten då sommaren var extremt torr.

Vidare kan vid kraftig nederbörd dagvatten läcka in i spillvattenledningarna. Även felkopplingar av exempelvis takvatten till spillvattenledningar ger ökad belastning på avloppsreningsverket. Mängden ovidkommande vatten jämfört med nederbörden (differensen mellan det vatten som debiteras och det vatten som behandlas i Lybyverket) kan användas för att uppskatta storleken på mängden ovidkommande vatten. Intressant är att mängden ovidkommande vatten till Lybyverket är relativt liten jämfört med i andra delar av landet (enligt statistik framtagen av Svenskt Vatten).

Avloppsvattnet genomgår inte någon infiltration genom efterpoleringsdammar innan utsläpp till recipient. De reningssteg som används i reningsverket framgår av figur 2. En mindre UV-lampa har tidigare använts som avslutande reningssteg. Denna är i dagsläget ur funktion, och har så varit sedan en översvämning vid reningsverket som slog ut delar av den elektriska utrustningen. Tidigare utredningar har visat att lampan periodvis stod för en betydande reduktion av bakterier. Dock så bedöms UV lampan, satt i relation till belastningen som underdimensionerad.

Vid kraftiga sommarregn när bakteriekoncentrationen i Hörbyån är som högst renades endast ett delflöde av inkommande avloppsvatten. Reduktionen av bakterier kan alltså bli bättre genom installation av UV-lampor med högre verkningsgrad. Kommunen kommer efter genomförd utredning ta ställning till om nya UV-lampor bör installeras.



Figur 2. De reningssteg som används vid Lybyverket.

Vidare har Lybyverket möjlighet att använda sig av klorering som avslutande reningssteg innan avloppsvattnet släpps ut till recipient. Dock så bedöms detta vara ett mindre bra alternativ då UV-lampor är mer effektiva, samt att klorering innebär att stora mängder kemikalier släpps ut till recipient. Användande av klorering skapar även en dålig arbetsmiljö då klororganiska föreningar kan bildas.

Enskilda avlopp

I naturvårdsverkets rapport; "Markbäddars funktion" har bakteriehalten i utgående avloppsvatten från enskilda avloppsanläggningar undersökts. Mätningarna visar att halten E.coli från enskilda avloppsanläggningar med markbädd varierar mellan 100-1600 st/100 ml. Siffran kan jämföras med satta gränsvärden för badvattenkvalitet (se tabell 1).

Inom Hörbyåns avrinningsområde finns cirka 1100 enskilda avlopp varav 135 stycken (12 %) är underkända. Badvattenkvaliteten bedöms således påverkas negativt av enskilda avlopp av mycket bristfällig kvalitet i nära anslutning till badplatsen. De avlopp som är belägna längre upp i avrinningsområdet bedöms ha liten påverkan på det vatten som slutligen når badplatsen. Enligt kommunens ärendehandläggningssystem finns 13 stycken enskilda avlopp lokaliserade max 100 meter från Hörbyån i området efter Hörby tätort fram till Ringsjöstrand badplats. Flertalet av de enskilda avloppen är godkända enligt dagens krav på rening. Det finns dock avlopp av mycket bristfällig kvalitet i nära anslutning till utloppet vilka sannolikt påverkar vattenkvaliteten vid badplatsen. Dessa avlopp är under tillsyn av miljökontoret och kommer att åtgärdas inom en snar framtid.

Dagvatten

Dagvatten från Hörby tätort rinner direkt ut i Hörbyån på fjorton platser. Även dagvatten från Osbyholm samhälle rinner ut i kvarndammen vid Slottsvägen. Påverkan från dagvattnet bedöms som betydande. Vid upprättande av dagvattenplan för Hörby kommun 2006 har man vid 20 provtagningspunkter inom Hörby tätort tagit bakterieprover. Proverna är tagna direkt vid dagvattenledningarnas utlopp till recipienten, cirka en meter ut i ån på 20-30 centimeters djup. Intressant är att provtagningar visar på höga bakteriehalter i dagvattnet. I provtagningspunkten vid Osbyholm var bakteriehalterna mycket höga och vattnet klassificerades som otjänligt enligt Naturvårdsverkets föreskrifter för strandvattenbad. På grund av detta togs två nya prov som även dessa visade på mycket höga bakteriehalter. Viktigt är att proverna är tagna under hösten vilket innebär att bakteriebelastningen troligtvis ser annorlunda ut sommartid.

Vid iakttagelser i fält har observerats att det inom Hörby samhälle uppehåller sig mycket fåglar i anslutning till vattendraget. Fågelavföring kan innebära att bakterier tillförs recipient dels genom att fekalier släpps i vattnet men även då ytavrinning i samband med nederbörd kan innehålla fekalier som släppts på land. Åtgärder för att minska påverkan från fåglarna är dock svårt att vidta.

Hörby kommun har som miljö- och naturvårdsåtgärd anlagt LIP-dammar på fem platser inom Hörby tätort varav tre av dessa bedöms ha en reducerande inverkan på bakteriekoncentrationen i Hörbyån. LIP-dammarna anlades med syftet att fastlägga näringsämnen från jordbruksmark samt för att höja den biologiska mångfalden i området. Enligt genomförd dagvattenutredning sker en bakteriereduktion på cirka 38-98 % efter passage genom våtmark. Reduktionen av bakterier bör dock inte överskattas med tanke på att endast en liten del av Hörbyåns vatten avleds till dammarna. Med anledning av tidigare utredningar beträffande dagvattnets bakteriella innehåll bör variationer i bakteriehalten innan, under och efter Hörby tätort samt Osbyholm kartläggas. Intressant för utredningen är hur vattenmagasinet Kvarndammen vid Osbyholm påverkar bakteriekoncentrationen i ån nedströms dammen.

Jordbruksfastigheter

Inom Hörbyåns avrinningsområde finns 276 stycken jordbruksfastigheter vilka utgör cirka 50 % av markanvändningen inom avrinningsområdet. Flera av jordbruksfastigheterna har mark som gränsar till Hörbyån. I jordbruksverkets föreskrifter finns fastslaget att gödning inte får ske närmare än två meter från vattendrag. Detta för att hindra läckage av bakterier och näringsämnen till recipient. I samband med nederbörd kan dock ytavrinning nå recipient om inte kantzoner eller fördröjningsdammar föreligger. Vid inspektion av jordbruksfastigheter i anslutning till ån har konstaterats att flertalet har kantzoner intill vattendraget. Samtliga jordbruksfastigheter intill ån har dock inte inspekterats vilket gör det svårt att dra generella slutsatser angående förekomsten av kantzoner och skyddsavstånd.

Slamgödning är inte vanligt förekommande inom Hörbyåns avrinningsområde. Gödning med naturgödsel är dock vanligt. Detta kan innebära en förhöjd risk att E.coli från animal avföring sköljs ut till recipient i samband med kraftig nederbörd. Hygienisering av naturgödsel innan detta sprids sker inte men viss kompostering genom uppläggande av stuka förekommer. Om gödlet plöjs ner direkt efter spridning minskar risken för ursköljning av bakterier i samband med nederbörd. Gödning på växande gröda under sommarmånaderna i kombination med kraftig nederbörd kan dock innebära en betydande bakteriellbelastning till närliggande vattendrag.

Uppläggande av stukor (gödselhögar) på jordbruksfastigheter inom avrinningsområdet förekommer. Dessa stukor är sannolikt en källa för utsläpp av bakterier till recipient. I dagsläget finns inga tydliga föreskrifter som reglerar hur länge stukor får ligga innan dessa sprids samt under vilka tidsperioder uppläggande är tillåtet. Dock så finns rekommendationer att stukor inte bör ligga längre än en månad samt att dessa inte ska orsaka läckage till näraliggande mark och vatten. Stukor som läggs upp i nära anslutning till Hörbyån under sommarmånaderna riskerar att orsaka läckage av bakterier till vattendrag och badplats i samband med nederbörd. Tyvärr är det svårt att uppskatta bakteriernas överlevnadstid i stukor. Den höga temperaturen inuti stukorna bör stå för en avdödande effekt (kompostering). Men den stora mängden näringsämnen kan dock innebära en ökad tillväxt.

Strandbeten

Strandbeten förekommer på flertalet ställen inom Hörbyåns avrinningsområde. I huvudsak innan Lybyverket samt precis innan utloppet till Ringsjön. Intressant är att naturreservatet Råbyhällor precis innan Hörby tätort längs Hebäck- en utgörs av strandbeten. De naturvärden som finns på reservatet är helt beroende av en kontinuerlig hävd. Upphör djurens bete växer området igen och naturvärdena går förlorade. Vid Råbyhällor har djuren möjlighet att röra sig hela vägen ut i vattnet. Vid övriga strandbeten är oftast området precis intill vattendraget stängslat. Djuren kan dock på flera ställen dricka vatten från utgrävda sidofårar.

Strandbetena inom Hörbyåns avrinningsområde bedöms som viktiga för områdets karaktäristiska utseende samt verkar positivt för uppfyllandet av kommunens lokala miljömål nummer 12 som säger att arealen naturliga betesmarker inte skall minska jämfört med dagens nivå. Sammantaget är den bakteriella påverkan från strandbetena svår att uppskatta men sannolikt orsakar djuren ett läckage av bakterier. Marken sluttar mot vattendraget vilket innebär att ytavrinning i samband med nederbörd kan innehålla bakterier från djurfekalier. Att förbjuda strandbeten längs Hörbyån är dock inte önskvärt sett till de höga naturvärdena som djuren genererar.

Provtagningsmetodik

Hörbyån – E.coli, intestinala enterokocker samt VTEC O157

Baserat på genomförd fallstudie valdes nio lämpliga punkter längs Hörbyån ut för provtagning. Provtagningspunkterna presenteras närmare under separat rubrik se Provtagningspunkter Hörbyån i nästa avsnitt. Provtagningar har gjorts vid 17 tillfällen under perioden 1 juni till och med 12 augusti efter på förhand fastställt provtagningschema. Provtagnings-schemat har använts som utgångspunkt för provtagningarna men beroende på väderlek har mindre ändringar gjorts. Främst av anledningen att det var önskvärt att prover togs vid olika väderlek. Totalt har 153 stycken standardprover (E.coli och intestinala enterokocker) tagits samt 18 stycken fördjupade (VTEC O157).

Standardproverna togs i sterila 0,5 liters provtagningsflaskor cirka en meter ut i vattendraget på 20-30 centimeters djup. Provet vid Ringsjöstrand Norra togs på 0,5 meters djup cirka fem meter från strandkanten. För de fördjupade analyserna av VTEC O157 användes samma metodik som för standardproverna med skillnaden att provtagningsvolymen istället var 3 x 0,5 liter. För att förhindra bakterietillväxt i provflaskorna placerades dessa i kylväska omedelbart efter provtagning. Därefter lämnades provflaskorna till ackrediterat laboratorium för analys samma dag.

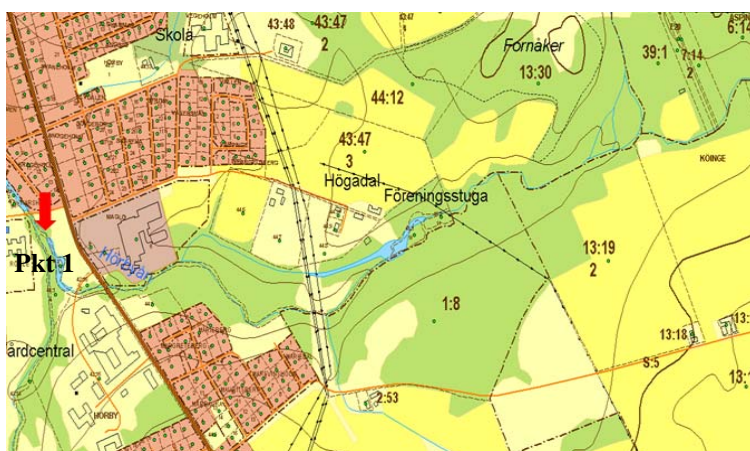
För att möjliggöra analys av samband mellan bakteriekoncentration i vattendraget och väderlek, vattenflöden samt utomhustemperatur har dagbok förts över dessa parametrar. Data har hämtats från SMHI:s väderstation 623 Hörby. Provtagningsdagbok över perioden finns att läsa i bilaga 1.

Lybyverket – giardia, cryptosporidium, salmonella samt campylobakter

Provtagning på inkommande samt utgående avloppsvatten från Lybyverket har gjorts vid två tillfällen under augusti månad. För att få en representativ bild av avloppsvattnets innehåll av smittoämnen har flödesproportionell provtagning använts. Detta innebär att inkommande och utgående vatten avleds flödesproportionellt under ett dygn till två olika uppsamlingskärl placerade i kylskåpavleds. Ur uppsamlingskärlet för inkommande avloppsvatten fylldes en steril 0,5 liters provflaska. Utgående avloppsvatten provtogs på identiskt sätt med skillnaden att 2 x 0,5 liters provflaskor fylldes per tillfälle. Volymerna skiljer sig med anledning av att sannolikheten att påträffa patogena mikroorganismer i inkommande jämfört med utgående avloppsvatten är större. För att förhindra tillväxt av eventuella patogener i provflaskorna förvarades och transporterades dessa i kylväska till ackrediterat laboratorium för analys.

Provtagningspunkter Hörbyån

I detta stycke följer en beskrivning av de provtagningspunkter som valts ut samt varför de är lämpliga för utredningen. Provtagningspunkt ett (pkt 1) är inte påverkad av utsläpp från större tätort eller avloppsreningsverk. Provpunkten ger därför en indikation på bakgrundskoncentrationen av bakterier i vattendraget. Vidare är provtagningspunkten även användbar som referens vid statistisk jämförelse av bakteriekoncentrationen i provpunkter nedströms (figur 3-4).

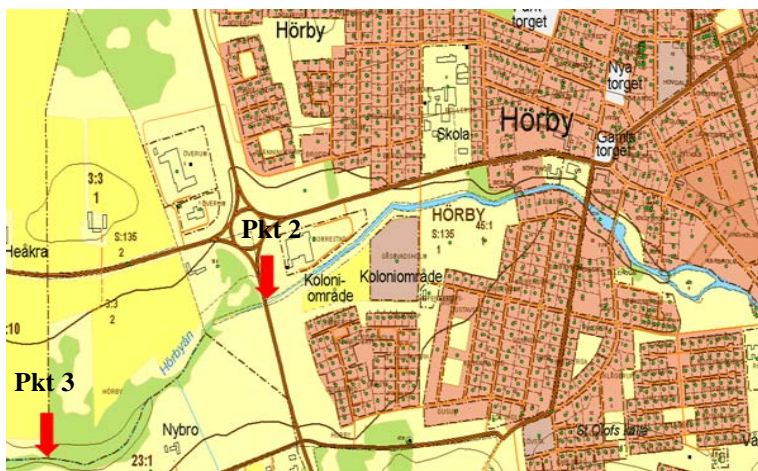


Figur 3. Provtagningspunkt ett uppströms Hörbytätort. Punkten används som referenspunkt för normala bakteriehalter i Hörbyån.



Figur 4. Provtagningspunkt nr. 1; uppströms Hörbytätort.

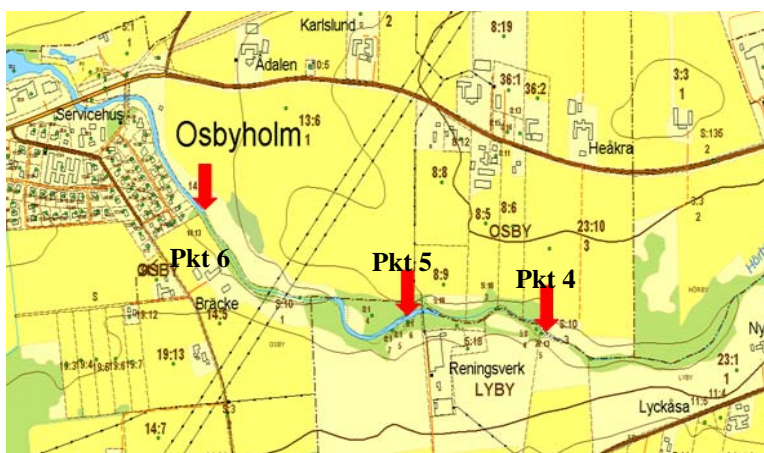
Provtagningspunkt två (pkt 2) är belägen efter Hörby samhälle (figur 5 & 7). Provpunkten valdes för att utreda hur bakteriekoncentrationen förändras i samband med passage samt dagvattenbelastning från Hörby samhälle. För att utreda det faktiska bakteriella bidraget är det önskvärt att prover tas i samband med kraftig nederbörd samt vid normala förhållanden. Provtagningspunkt tre (pkt 3) är belägen i ett område med mycket jordbruksmark och strandbeten (figur 5 & 8). Provtagningspunkten valdes för att utreda hur ovan nämnda verksamheter påverkar bakteriekoncentrationen i vattendraget.



Figur 5. Provtagningspunkt två vid rondellen efter Hörby tätort samt provtagningspunkt tre i jordbruksstätt område med strandbeten.

Provtagningspunkt fyra (pkt 4) är belägen 10 meter innan utloppet från Lybyverket (figur 6 & 9). Provpunkten valdes för att statistiskt utreda hur bakteriekoncentrationen skiljer sig före jämfört med efter utloppet från reningsverket. En högre bakteriehalt efter utloppet kan vara en indikation på tillförsel av bakterier i samband med utsläpp av avloppsvatten.

Provtagningspunkt fem (pkt 5) är belägen 30 meter efter utloppet från Lybyverket (figur 6 & 10). Provpunkten är belägen 30 meter nedströms utloppet för att en utspädning skall ske.



Figur 6. Provtagningspunkt fyra 10 m innan Lybyverkets utlopp, provtagningspunkt fem 30 m efter Lybyverkets utlopp samt provtagningspunkt sex vid bron innan Osbyholm samhälle.



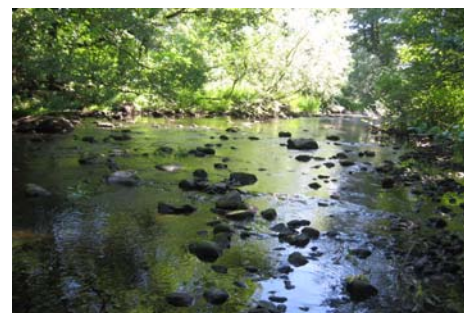
Figur 7. Provtagningspunkt nr. 2; nedströms Hörbytätort.



Figur 8. Provtagningspunkt nr. 3; betesmarken.



Figur 9. Provtagningspunkt nr. 4; uppströms Lybyverket.



Figur 10. Provtagningspunkt nr. 5; nedströms Lybyverket.

Provtagningspunkt sex (pkt 6) och sju (pkt 7) är belägna innan respektive efter Osbyholm samhälle (figur 6 & 11-13). Provtagningspunkterna valdes då en dagvattenutredning från 2006 visat att dagvattnet från Osbyholm innehåller höga halter bakterier. Av denna anledning är det intressant att utreda hur bakteriekoncentrationen förändras efter passage genom Osbyholm samhälle.



Figur 11. Provtagningspunkt sju efter Osbyholm samhälle, provtagningspunkt åtta vid utloppet till Östra Ringsjön samt provtagningspunkt nio vid badplatsen Ringsjöstrand.

Provtagningspunkt åtta (pkt 8) är belägen vid Hörbyåns utlopp till Östra Ringsjön (figur 11 & 14). Provpunkten valdes med syftet att utreda den totala koncentrationen av E.coli och intestinala enterokocker vid utloppet till Östra Ringsjön samt hur verksamheter i området efter Osbyholm påverkar bakteriekoncentrationen i ån.

Provtagningspunkt nio (pkt 9) är belägen vid badplatsen Ringsjöstrand (figur 11 & 15). För att möjliggöra analys av samband mellan provtagningspunkter och väderlek bör provtagning av badplats ske samtidigt som provtagning av övriga provpunkter. Vidare är provtagningspunkten även intressant då Ringsjön står för en viss utspäningseffekt vilken bedöms påverka bakteriekoncentrationen vid badplatsen.



Figur 15. Provtagningspunkt nr. 9; badplatsen.



Figur 12. Provtagningspunkt nr. 6; uppströms Osbyholm, precis innan Kvarndammen.



Figur 13. Provtagningspunkt nr. 7; nedströms Osbyholm, efter Kvarndammen vid E22:an.



Figur 14. Provtagningspunkt nr. 8; utloppet Ringsjön.

Resultat

Escherichia coli

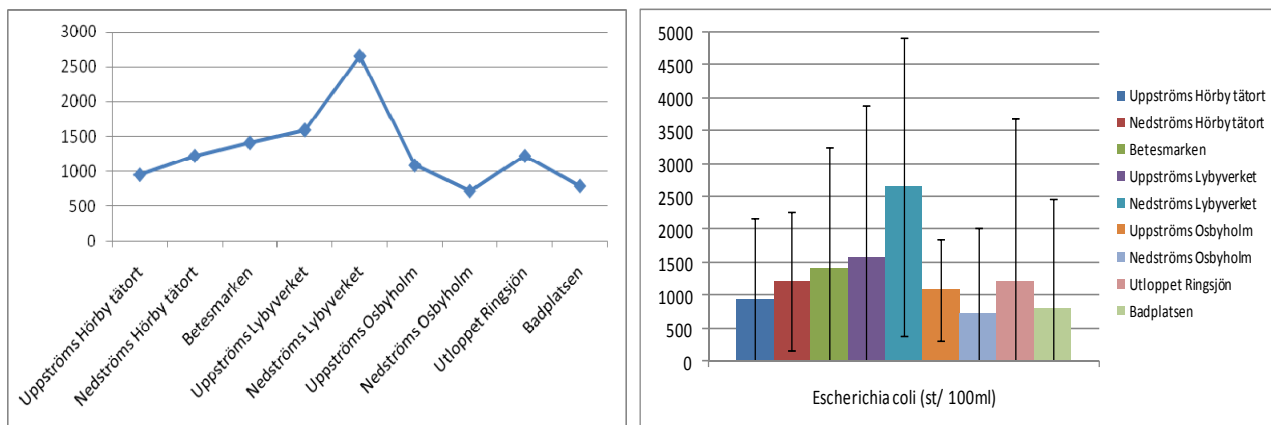
I tabell fyra redovisas resultaten från samtliga provtagningar. De dagar som föregåtts av intensivt regn är markerade med gult. Det högsta uppmätta värdet vid varje provtagningstillfälle är markerat med rött. De analysresultat som ligger över gränsen för tjänligt badvatten (1000st/100 ml) är markerat med orange. Provtagningspunkten nedströms Lybyverket har vid flest tillfällen uppvisat den högsta E.coli koncentrationen per provtagningstillfälle. Höga bakteriekoncentrationer har vid flera tillfällen även påträffats vid andra provtagningspunkter. Resultatet antyder att koncentrationen av E.coli vid samtliga provtagningspunkter är förhöjd i samband med kraftig nederbörd.

Tabell 4. Koncentrationen av E.coli (st/100 ml) för samtliga provtagningspunkter under perioden. Rött illustrerar högsta uppmätta värde per provtagningstillfälle. Datum markerat med gult illustrerar de provtagningstillfällen som föregåtts av nederbördsrika dygn. Orange illustrerar mätvärden som ligger över gränsen för tjänligt badvatten (1000st/100ml). Medel** representerar de modifierade medelvärdena där högsta samt lägsta resultat per provtagningspunkt uteslutits. Standardavvikelsen är angiven för att illustrera spridningen kring medelvärdet.

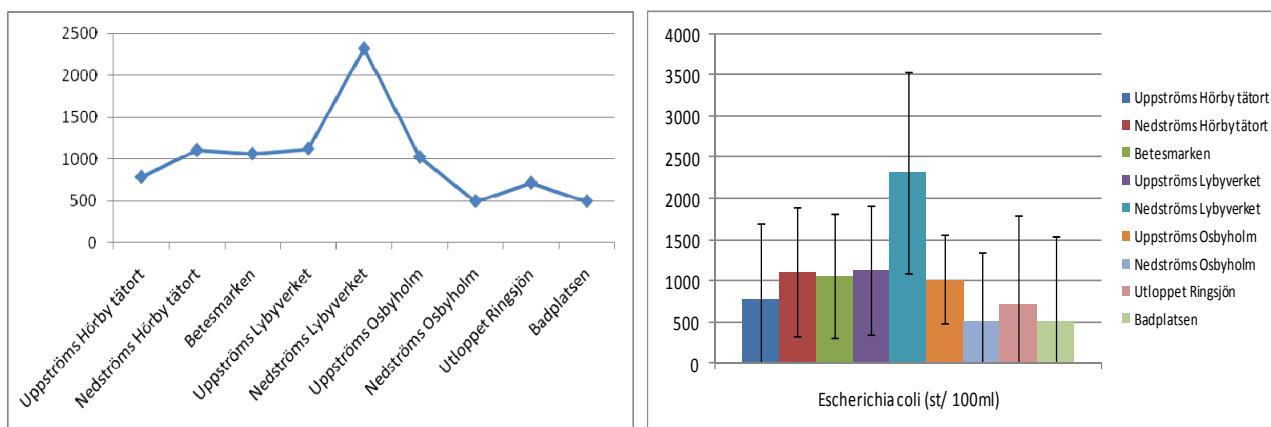
Datum	Pkt 1	Pkt 2	Pkt 3	Pkt 4	Pkt 5	Pkt 6	Pkt 7	Pkt 8	Pkt 9
01-jun	110	200	350	150	1000	540	300	390	45
08-jun	1800	3200	1500	2800	3300	3100	3400	3200	150
15-jun	82	290	360	220	1900	440	420	290	260
17-jun	4300	450	690	590	2100	810	900	9	10
22-jun	500	390	610	1400	2600	1100	700	9	10
24-jun	450	610	1500	800	3500	1100	10	430	9
29-jun	290	350	1100	1100	2600	1100	230	55	9
06-jul	2000	2200	8000	2700	1800	1200	200	150	490
09-jul	310	1300	900	700	2000	560	200	9	10
13-jul	1800	4000	1600	1200	10000	2200	4800	10000	6000
20-jul	95	1300	1000	1500	5700	10	480	240	38
22-jul	110	1100	830	440	1700	1300	130	280	370
27-jul	180	870	570	10000	1900	500	18	780	2400
29-aug	270	900	900	700	2800	560	10	3300	3600
03-aug	200	730	10	510	340	640	87	130	36
10-aug	300	1400	3400	1700	1300	2100	320	1300	10
12-aug	670	1500	640	530	580	1200	55	210	9
MEDEL (± standard- avvikelse)	951 ± 1221	1223 ± 1047	1409 ± 1857	1591 ± 2300	2654 ± 2266	1086 ± 768	721 ± 1319	1222 ± 2483	792 ± 1668
Medel** (± standard- avvikelse)	786 ± 906	1106 ± 782	1063 ± 757	1126 ± 784	2319 ± 1229	1023 ± 546	497 ± 842	718 ± 1080	496 ± 1052

På grund av temporära föroreningar erhålls vid samtliga provtagningspunkter enstaka analysresultat som ligger högt över övriga resultat. Dessa resultat ger i sin tur medelvärden för provtagningspunkten vilka skiljer sig betydligt från majoriteten av övriga uppmätta resultat. För att åskådliggöra problematiken presenteras två olika resultat. Ett resultat med verkliga medelvärden och ett resultat där högsta samt lägsta uppmätta värde per provtagningspunkt uteslutits. Genom att utesluta högsta samt lägsta värde per provtagningspunkt erhålls standardavvikelser som är betydligt lägre än standardavvikelsen för de verkliga medelvärdena. Detta tyder på en jämnare spridning kring medelvärdet för provtagningspunkten. Utan de modifierade medelvärdena finns risk att en missvisade bild av föroreningssituationen erhålls.

Figur 16-19 åskådliggör de uppmätta E.coli koncentrationerna per provtagningspunkt. Figur 16-17 representerar de verkliga medelvärdena vilka uppvisar högre bakteriehalter och standardavvikelse jämfört med de modifierade medelvärdena där högsta samt lägsta värde per provtagningspunkt uteslutits. De modifierade medelvärdena åskådliggörs i figur 18-19. **Koncentrationsskillnaden på y-axeln för figur 17 & 19 bör observeras vid tolkning av resultaten.**



Figur 16 och 17. Verkliga medelvärdeskoncentrationer av E.coli per provtagningspunkt. Det högsta koncentrationerna har uppmäts nedströms Lybyverket. Standardavvikelsen för de verkliga medelvärdena är mycket stor vilket föranleder misstanke om kraftig spridning kring medelvärdet.



Figur 18 och 19. Modifierade medelvärdeskoncentrationer av E.coli per provtagningspunkt där högsta samt lägsta värde per provtagningspunkt uteslutits. Standardavvikelsen för de modifierade medelvärdena är betydligt lägre än standardavvikelseerna för de verkliga medelvärdena vilket antyder att medelvärdet ligger närmare övriga analysresultat i mätserien. Spridningen är dock fortfarande stor vilket beror på att bakteriekoncentrationen uppvisar en stor variation över tiden.

Då erhållna analysresultat per provtagningspunkt uppvisar stor variation är det svårt att göra statistiska analyser för att på visa skillnader i bakteriekoncentrationer. Ett försök har gjorts men de stora standardavvikelseerna som illustreras i figur 17 och 19 bör tas i åtanke vid tolkning av resultaten. Generellt när extremt låga p-värden erhålls bör resultaten från statistiska analyser tolkas med viss försiktighet.

En signifikant lägre bakteriekoncentration uppströms Hörby tätort jämfört med nedströms Lybyverket kan påvisas (verkliga medelvärden $p=0,01$, modifierade medelvärden $p=0,0006$). Detta indikerar ett betydande bakteriellt utsläpp i samband med utloppspunkten från Lybyverket.

Intressant är att medelvärdet för provtagningspunkten nedströms Osbyholm påvisar en signifikant lägre bakteriekoncentration i jämförelse med bakteriekoncentrationen nedströms Lybyverket vilket indikerar en betydande avdödning efter utloppspunkten (verkliga medelvärden $p=0,005$, modifierade medelvärden $p=0,00008$). Vidare är medelvärdeskoncentrationen av E.coli nedströms Osbyholm lägre än medelvärdeskoncentrationen för provtagningspunkten uppströms Hörby tätort vilken har använts som referenspunkt för att representera normala bakteriekoncentrationer i vattendraget.

Intestinala Enterokocker

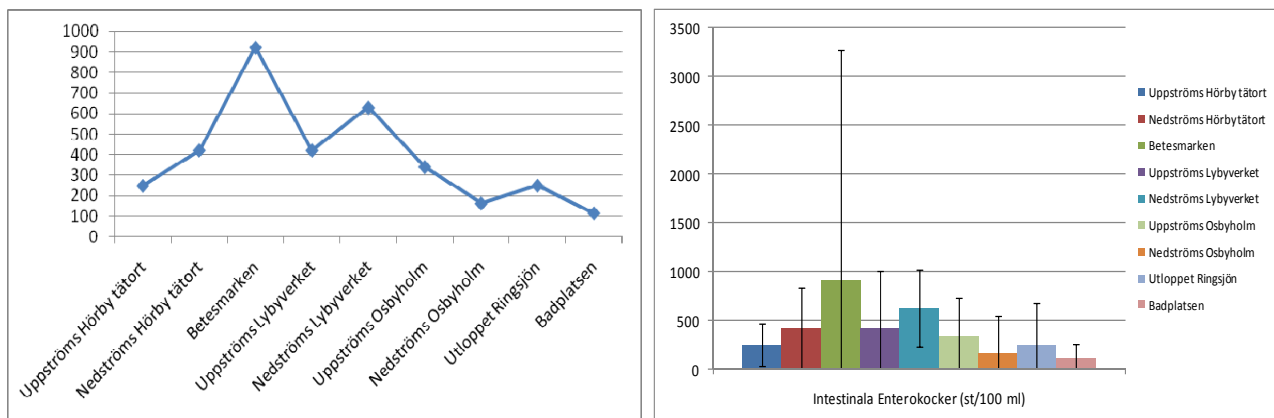
I tabell fem redovisas resultatet från samtliga provtagningar. De dagar som föregåtts av intensivt regn är markerade med gult. Den provtagningspunkt där högsta bakteriekoncentrationen per provtagningsstillfälle uppmätts är markerad med rött. De analysresultat som ligger över gränsen för tjänligt badvatten (300 st/100 ml) är markerat med orange. Provtagningspunkten nedströms Lybyverket har vid flest provtagningsstillfällen uppvisat högsta koncentrationen av intestinala enterokocker. Höga koncentrationer har även påträffats vid andra provtagningspunkter. Vidare indikerar resultaten att koncentrationen av intestinala enterokocker är högre i samband med nederbörd.

Tabell 5. Koncentrationen av intestinala enterokocker (st/100ml) för samtliga provtagningspunkter under perioden. Rött illustrerar högsta uppmätta värde per provtagningsstillfälle. Datum markerat med gult illustrerar provtagningsstillfällena som föregåtts av nederbördsrika dygn. Analysresultat som ligger över gränsen för tjänligt badvatten (300st/100ml) är markerat med orange. Medel** representerar modifierade medelvärden där högsta samt lägsta resultat per provtagningspunkt uteslutits. Standardavvikelsen är angiven för att illustrera spridningen kring medelvärdet.

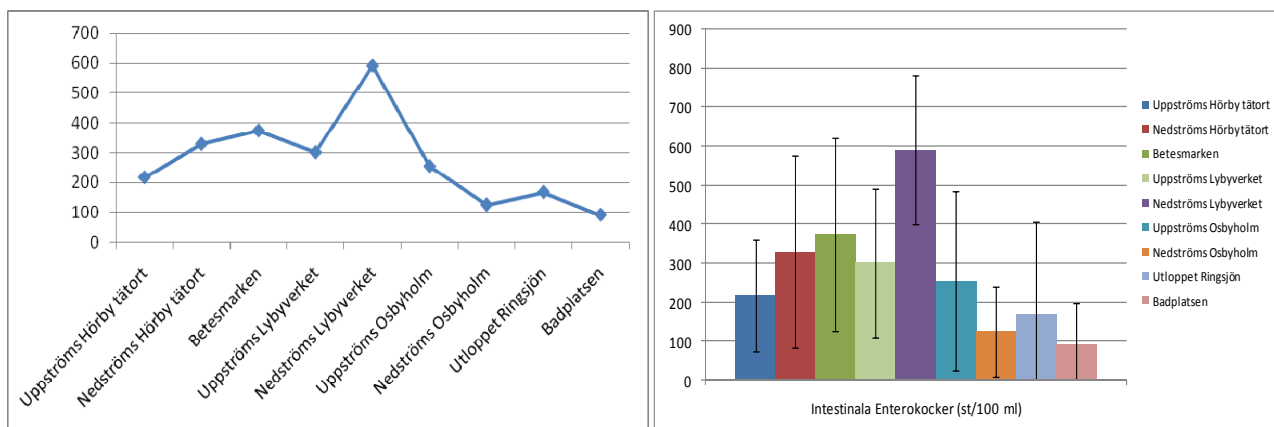
Datum	Pkt 1	Pkt 2	Pkt 3	Pkt 4	Pkt 5	Pkt 6	Pkt 7	Pkt 8	Pkt 9
01-jun	330	140	64	45	420	220	160	110	150
08-jun	610	650	540	710	1800	1800	580	950	82
15-jun	55	140	180	220	390	200	170	82	82
17-jun	73	160	230	300	500	220	120	10	10
22-jun	230	250	360	240	710	240	230	10	9
24-jun	55	130	290	190	630	300	200	19	10
29-jun	64	130	240	220	650	170	9	18	10
06-jul	200	1000	10000	2600	990	200	27	55	550
09-jul	250	160	250	140	790	220	82	10	64
13-jul	350	200	320	370	27	320	860	110	130
20-jul	220	290	450	250	840	180	45	260	18
22-jul	100	280	210	200	550	150	45	150	290
27-jul	100	140	250	230	250	220	10	210	10
29-aug	260	490	290	250	680	220	10	380	160
03-aug	220	390	360	170	350	240	91	73	340
10-aug	900	2100	1200	800	880	650	100	1700	10
12-aug	200	510	440	230	240	230	18	82	10
MEDEL	248 ± 218	421 ± 492	922 ± 2352	421 ± 593	629 ± 396	340 ± 392	162 ± 227	249 ± 438	114 ± 151
Medel**	217 ± 143	329 ± 246	374 ± 249	301 ± 192	591 ± 231	255 ± 116	126 ± 144	168 ± 240	92 ± 106

Även för intestinala enterokocker erhålls vid samtliga provtagningspunkter enstaka analysresultat som ligger högt över övriga resultat. Dessa resultat ger i sin tur medelvärden som skiljer sig markant från majoriteten av analysresultaten för provtagningspunkten. Intressant för intestinala enterokocker är att provtagningspunkten betesmarken uppvisar det högsta verkliga medelvärdet. Framst av anledningen att ett mätvärde (pkt 3, 06-jul) är kraftigt förhöjt jämfört med övriga värden. Standardavvikelsen är dock mycket stor vilket tyder på att medelvärdet skiljer sig markant från övriga analysresultat för provtagningspunkten. Det modifierade medelvärdet för provtagningspunkten där högsta samt lägsta värde uteslutits är dock betydligt lägre och har en mindre standardavvikelse. För de modifierade medelvärdena uppvisar istället provtagningspunkten nedströms Lybyverket den högsta bakteriekoncentrationen vilket även överensstämmer bättre med verkligheten.

Figur 20-23 åskådliggör de uppmätta medelvärdeskoncentrationerna av intestinala enterokocker per provtagningspunkt. Figur 20-21 illustrerar de verkliga medelvärdena vilka uppvisar högre bakteriekoncentrationer och standardavvikelsen jämfört med de modifierade medelvärdena där högsta samt lägsta värde per provtagningspunkt uteslutits. De modifierade medelvärdena åskådliggörs i figur 22-23. **Koncentrationsskillnaden på y-axeln för figur 21 & 23 bör observeras vid tolkning av resultaten.**



Figur 20 och 21. Verkliga medelvärdeskoncentrationer av intestinala enterokocker per provtagningspunkt. Den högsta medelvärdeskoncentrationen erhålls vid provtagningspunkten betesmarken. Standardavvikelsen för provtagningspunkten är mycket stor vilket föranleder misstanke om avvikande värden i mätserien. Framst eftersom den högsta bakteriekoncentrationerna vid majoriteten av provtagningsstillfällena har påträffats vid provtagningspunkten nedströms Lybyverket.



Figur 22 och 23. Modifierade medelvärdeskoncentrationer för intestinala enterokocker där högsta samt lägsta värde per provtagningspunkt uteslutits. Intressant är att standardavvikelsen för medelvärdena vid samtliga provtagningspunkter blir betydligt lägre, främst vid provtagningspunkten betesmarken där standardavvikelsen för det verkliga medelvärdet var extremt stor. Den högsta modifierade medelvärdeskoncentrationen av intestinala enterokocker uppvisar provtagningspunkten nedströms Lybyverket.

Då erhållna analysresultat per provtagningspunkt uppvisar stor variation är det svårt att göra statistiska analyser för att påvisa skillnader i bakteriekoncentrationer. Ett försök har gjorts men de stora standardavvikelseerna som illustreras i figur 17 och 19 bör tas i åtanke vid tolkning av resultaten. Generellt när extremt låga p-värden erhålls bör resultaten från statistiska analyser tolkas med viss försiktighet.

Bakteriekoncentration vid provtagningspunkten uppströms Hörby tätort är signifikant lägre jämfört med provtagningspunkten nedströms Lybyverket vilket indikerar en kraftig tillförsel av bakterier i samband med utloppet från Lybyverket (verkliga medelvärden $p=0,002$, modifierade $p=0,00002$). Vidare kan även en signifikant lägre bakteriekoncentration vid provtagningspunkten nedströms Osbyholm jämfört med nedströms Lybyverket påvisas (verkliga medelvärden, $p=0,00002$, modifierade medelvärden $p=0,000009$) vilket tyder på en betydande bakteriell avdödning efter utloppspunkten. Intressant är att medelvärdeskoncentrationen för provtagningspunkten nedströms Osbyholm är lägre än medelvärdeskoncentrationen för provtagningspunkten uppströms Hörby tätort vilken har använts som referenspunkt för att representera normala bakteriekoncentrationer i vattendraget.

Fördjupad analys Lybyverket

Salmonella har vid båda provtagningstillfällena påvisats i 10 ml analyserad volym inkommande avloppsvatten. Salmonella har även vid ett tillfälle påvisats i 300 ml analyserad volym utgående avloppsvatten. Metoden som använts är semikvantitativ vilket innebär att en närmare koncentration inte kan anges. Inga övriga patogena mikroorganismer påvisades varken i inkommande eller utgående avloppsvatten. Inte heller generna för verotoxin eller EHEC har påvisats i något av proverna.

Tabell 6. Resultat från den fördjupande analysen av inkommande samt utgående vatten från Lybyverket.

Mikroorganism	3-aug		9-aug	
	Inkommande	Utgående	Inkommande	Utgående
Salmonella	Påvisad	Ej påvisad	Påvisad	Påvisad
Campylobakter	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Giardia	<20/ L	<3/ L	<20/ L	<3/ L
Cryptosporidium	<20/ L	<3/L	<20/ L	<3/ L
EHEC	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad

Fördjupad analys Hörbyån

VTEC O157 (EHEC) har inte kunnat påvisas i Hörbyån vid något provtagningstillfälle. Serotypen har analyserats vid tre tillfällen vid samtliga nio provtagningspunkter längs Hörbyån. Totalt har 27 stycken vattenprover analyserats. Intressant är att koncentrationen av E.coli vid provtagningstillfällena den 06-jul samt 10-aug var mycket hög vid samtliga provtagningspunkter (se tabell 7). Poängteras bör att provtagningstillfället den 10-aug föregicks av dygn innehållande mycket nederbörd.

Tabell 7. Koncentrationen av E.coli per provtagningspunkt vid de tillfällen den patogena E.coli serotypen VTEC O157 (EHEC) har analyserats. Provtagningstillfället den 10-aug föregicks av dygn innehållande riklig nederbörd vilket har markerats med gul färg i tabellen. De analysresultat som ligger över gränsen för tjänligt badvatten (1000st E.coli/100 ml) har markerats med orange. Högsta uppmätta värde per provtagningstillfälle är markerat med rött. För människors säkerhet är det positivt att VTEC O157 inte kunnat påvisas i Hörbyån trots att koncentrationen av E.coli vid provtagningstillfällena varit mycket hög.

	15- jun	06-jul	10-aug
Uppströms Hörby tätort	82	2000	300
Nedströms Hörby tätort	290	2200	1400
Betesmarken	360	8000	3400
Uppströms Lybyverket	220	2700	1700
Nedströms Lybyverket	1900	1800	1300
Uppströms Osbyholm	440	1200	2100
Nedströms Osbyholm	420	200	320
Utloppet Ringsjön	290	150	1300
Badplatsen	260	490	10

Diskussion

Generellt om bakteriebelastningen till Hörbyån och badplatsen Ringsjöstrand

Hörbyån är ett vattendrag vars avrinningsområde är hårt utsatt för bakteriell belastning. Av denna anledning är koncentrationen av E.coli och intestinala enterokocker hög redan innan Hörby samhälle och Lyby avloppsreningsverk. Dock så ökar bakteriehalterna i samband med utsläpp av avloppsvatten och dagvattenbelastning vid kraftig nederbörd.

Intressant är att bakteriekoncentrationen vid utloppet från Lybyverket (pkt 5) har reducerats betydligt vid provtagningspunkten nedströms Osbyholm (pkt 7). Troligen har reduktionen ett samband med vattenmagasinet kvarndammen i Osbyholm samhälle, där vattnet fördröjs i cirka ett dygn innan det rinner vidare mot Ringsjön. Dammen jämnar ut flödet och ger en naturlig avdödning genom UV exponering i kombination med en ökad nedbrytning orsakad av en längre omsättningstid för vattnet. I samband med kvarndammen sker således en sannolik reduktion av bakterier till nivåer jämförbara med bakteriekoncentrationen uppströms Hörby tätort (pkt 1). Resonemanget stärks av en statistiskt signifikant skillnad i bakteriekoncentrationen mellan provtagningspunkten nedströms Lybyverket (pkt 5) jämfört med provtagningspunkten nedströms Osbyholm (pkt 7) efter kvarndammen. Detta bör ses som en tydlig indikation att Lybyverket inte är källan till de periodvis mycket höga bakteriehalterna vid badplatsen Ringsjöstrand.

Provtagningspunkten nedströms Lybyverket (pkt 5) uppvisar vid majoriteten av provtagningsstillfällena den högsta bakteriekoncentrationerna både med avseende på E.coli och intestinala enterokocker. Poängteras bör dock att provtagningspunkten betesmarken (pkt 3) uppvisar det högsta verkliga medelvärdet för parametern intestinala enterokocker. Detta beror dock troligen på en tillfällig förorening då ett av analysresultaten för provtagningspunkten är kraftigt förhöjt jämfört med övriga värden. Åtgärder för att reducera bakteriehalten i utgående avloppsvatten från Lybyverket är önskvärt men frågan bör ställas huruvida höga bakteriehalter längs en kortare sträcka av vattendraget påverkar Hörbyån alternativt orsakar olägenheter för omgivningen. Då avståndet från utloppspunkten till kvarndammen Osbyholm är cirka 1100 meter och markanvändningen närmast utloppet främst utgörs av bete samt skogsmark bedöms inte omgivningen påverkas nämnvärt av bakterieutsläpp från Lybyverket. Då provtagningspunkten uppströms Osbyholm uppvisar en markant reduktion av bakterier jämfört med provtagningspunkten nedströms Lybyverket bedöms inte boende i Osbyholm utsättas för någon olägenhet.

De föroreningar som bidrar till höga bakteriehalter vid badplatsen Ringsjöstrand kommer troligen till stor del från bristfälliga enskilda avlopp, dräneringar samt betesmark i området från E22:an nedströms Osbyholm (pkt 7) fram till Hörbyåns utlopp i Ringsjön (pkt 8). Sett till analysresultaten ökar dock bakteriekoncentrationen mellan provtagningspunkterna vid lika många tillfällen som koncentrationen minskar vilket bör beaktas i utredningen. Variationerna kan troligen delvis förklaras av att utflödet i Ringsjön i samband med låga flöden i vattendraget är i det närmaste obefintligt. Vid låga flöden rinner istället Ringsjövatten in i Hörbyån, vilket innebär att provtagningsresultaten för utloppet Ringsjön (pkt 8) och badplatsen (pkt 9) vid låga flöden snarare representerar bakteriekoncentrationen i sjön istället för Hörbyån. Vid provtagningsarna har även noterats att analysresultaten visar på låga bakteriekoncentrationer vid de tillfällen det har varit kraftig algbloomning i Ringsjön.

Förhöjda bakteriehalter vid kraftig nederbörd

Provtagningsresultaten antyder att bakteriekoncentrationen vid samtliga provtagningspunkter blir kraftigt förhöjd i samband med nederbörd. Då sommaren varit torr har endast tre provtagningsstillfällen kunnat förläggas i samband med nederbördsrika dygn. Intressant är dock att bakteriekoncentrationen för majoriteten av provtagningspunkterna vid dessa tillfällen varit kraftigt förhöjt jämfört med vid normala förhållanden.

Förklaringen bedöms vara att kraftig nederbörd ger en ökad dagvattenbelastning samt en ökad ytavrinning och ursköljning från jordbruksfastigheter och betesmark. Troligen genererar även Lybyverket ett ökat bakteriellt läckage i samband med nederbörd då höga koncentrationer av E.coli har uppmätts nedströms utloppet vid dessa tillfällen. De förhöjda bakteriehalterna nedströms utloppet kan vara en indikation på ett ökat bakteriellt utsläpp i samband med en ökad belastning på verket. En annan förklaring kan vara att bakterierna är av annat ursprung än från Lybyverket då samtliga provpunkter längs ån uppvisar höga bakteriekoncentrationer i samband med nederbörd.

Variationer analysresultat och problem vid provtagning

De stora variationerna i analysresultaten vilka åskådliggörs i resultatdelen som standardavvikelser i stapeldiagram (se figur 17, 19, 21, 23) innebär vissa svårigheter att dra slutsatser från de statistiska analyserna. Generellt när mycket starka signifikanser erhålls (p -värdet = $\ll 0,05$) bör resultaten tolkas med försiktighet då en stark signifikans kan bero på stora variationer inom mätserierna.

Ytterligare ett problem när det gäller bakterieanalyser är de små vattenvolymer som provtogs per provtagningspunkt. Risken att icke representativa prov erhålls går inte att bortse från. Den långa mätserien som utredningen utgör bör dock till viss del reducera risken för ovanstående. I syfte att erhålla representativa värden per provtagningspunkt har därför två olika resultat presenterats. Ett resultat där de verkliga medelvärdena använts samt ett resultat där högsta och lägsta erhållna värde per provtagningspunkt tagits bort. Genom att utesluta extremvärden erhålls mätserier som bättre representerar de verkliga bakteriekoncentrationerna per provtagningspunkt. Främst eftersom uteslutande av extremvärden ger en mindre spridning kring medelvärdet. Detta illustreras i figur 17, 19, 21 samt 23 där staplarna för standardavvikelser är betydligt mindre för de modifierade medelvärdena jämfört med standardavvikelserna för de verkliga medelvärdena.

Fördjupade analyser VTEC O157 i Hörbyån

Den patogena E.coli serotypen VTEC O157 (EHEC) har inte kunnat påvisas i varken Hörbyån eller vid badplatsen Ringsjöstrand. Då det vid analystillfällena för patogenen varit mycket höga koncentrationer av E.coli vid samtliga provtagningspunkter är det positivt för människors säkerhet att VTEC O157 (EHEC) inte kunnat påvisas i något av de 27 vattenproven.

Fördjupade analyser Lybyverket

Salmonella har påvisats i inkommande avloppsvatten vid två tillfällen. Bakterien har även påträffats i utgående avloppsvatten vid ett tillfälle. Inga andra patogena mikroorganismer har påvisats i varken inkommande eller utgående avloppsvatten. Eftersom salmonella påvisat i både inkommande och utgående avloppsvatten är det önskvärt att göra ytterligare salmonellaanalyser vid Lybyverket. Ett problem är dock att analysmetoden för bakterien är semikvantitativ vilket innebär att definitiva koncentrationer av bakterien inte kan erhållas. Fortsatta salmonellaanalyser, där även bakteriens överlevnadstid i naturen beaktas, kan ge underlag för en riskbedömning.

De fördjupade analyserna på Lybyverket ger en indikation på den mikrobiologiska risk reningsverket utgör. Med anledning av de få provtagningsstillfällena är det dock svårt att dra definitiva slutsatser av avloppsvattnets mikrobiologiska sammansättning. Den flödesstyrda provtagningen som använts vid försöket möjliggör dock att prov representativa för ett helt dygn erhålls. Vidare bedöms kompletterande analyser av övriga patogener i inkommande samt utgående avloppsvatten inte vara nödvändiga så länge några sjukdomsfall där smittan misstänks komma från Lybyverket inte inträffar.

Påverkan på vattenkvaliteten i dricksvattentäkten Västra Ringsjön

Bakteriebelastningen från Hörbyån bedöms ha en liten påverkan på vattenkvaliteten i dricksvattentäkten Västra Ringsjön. Främst med anledning av de långa flödestiderna inom avrinningsområdet samt avdödande faktorer som UV-exponering och nedbrytning. Vidare har inte VTEC O157 (EHEC) kunnat påvisas vid någon provtagningspunkt längs Hörbyån trots höga E.coli koncentrationer i ån vid dessa provtagningsstillfällen. Salmonella har dock påvisats i inkommande samt utgående vatten från Lybyverket vilket potentiellt skulle kunna utgöra en risk. Övriga analyserade patogener har inte heller kunnat påvisas i inkommande eller utgående vatten från Lybyverket.

Slutsatser

- Lybyverket är inte den huvudsakliga förklaringen till de periodvis höga bakteriehalterna vid badplatsen Ringsjöstrand. Framst med anledning av att bakteriekoncentrationen i Hörbyån efter passage genom Osbyholm reduceras till nivåer liknande de uppströms Hörbytätort. Reduktionen beror troligen på en betydande bakteriell reduktion (UV exponering och nedbrytning) då vattnet uppehålls i kvarndammen vid Osbyholm.
- Hörbyån är ett vattendrag som är hårt utsatt för bakteriell belastning. Avrinningsområdet består till 50 % av jordbruksmark vilket bedöms bidra med ett betydande bakteriellt läckage. Bakteriekoncentrationen i vattendraget bedöms således vara hög redan innan Hörby tätort.
- Dagvattenbelastningen samt ytavrinning i samband med riklig nederbörd bedöms tillföra mycket bakterier till Hörbyån. Bakteriekoncentration i samband med nederbörd är kraftigt förhöjd, främst med avseende på E.coli men även intestinala enterokocker. Fenomenet kan delvis förklaras av en ursköljning av jordbruks och betesmark i samband med kraftig nederbörd.
- Provtagningspunkten nedströms Lybyverket uppvisar förhöjda bakteriehalter i samband med nederbörd. Detta kan vara en indikation på ett ökat bakteriellt utsläpp i samband med en högre belastning på verket. De förhöjda halterna kan även bero på ökad ytavrinning från jordbruksmark i samband med nederbörd.
- De föroreningar som bidrar till höga bakteriehalter vid badplatsen Ringsjöstrand kommer troligen till stor del från bristfälliga enskilda avlopp, dräneringar samt betesmark i området från E22:an nedströms Osbyholm (pkt 7) fram till Hörbyåns utlopp i Ringsjön (pkt 8). Sett till analysresultaten ökar dock bakteriekoncentrationen mellan provtagningspunkterna vid lika många tillfällen som koncentrationen minskar vilket bör beaktas i utredningen. Variationerna kan troligen delvis förklaras av att utflödet i Ringsjön i samband med låga flöden i vattendraget är i det närmaste obefintligt. Vid låga flöden rinner istället Ringsjövatten in i Hörbyån, vilket innebär att provtagningsresultaten för utloppet Ringsjön (pkt 8) och badplatsen (pkt 9) vid låga flöden snarare representerar bakteriekoncentrationen i sjön istället för Hörbyån.
- Salmonella har påträffats i både inkommande och utgående vatten från Lybyverket. För att kartlägga hur vanligt förekommande bakterien är samt vilken reduktion som sker inuti verket är fortsatta analyser av bakteriens förekomst önskvärd. Giardia, cryptosporidium, campylobakter samt VTEC O157 (EHEC) har inte påvisats i varken inkommande eller utgående avloppsvatten.
- Den patogena E.coli serotypen VTEC O157 (EHEC) har inte kunnat påvisas vid någon provtagningspunkt längs Hörbyån. Då det vid analystillfällena för patogenen varit mycket höga koncentrationer av E.coli vid samtliga provtagningspunkter är det positivt för människors säkerhet att VTEC O157 inte kunnat påvisas.

Förslag till åtgärder

- Att reducera det bakteriella läckaget från jordbruksmark längs Hörbyån är svårt. Anläggande av fler kantzoner vilka ger en ökad fastläggning och infiltration skulle dock sannolikt reducera bakteriehalten i ytavrinning från jordbruksmark markant. Även rådgivning och information till jordbrukare med mark i anslutning till Hörbyån är angeläget för en reducerad bakteriell belastning. Förbud mot strandbeten längs Hörbyån är inte önskvärt med anledning av djurens betydelse för landskapsbilden samt de naturvärden djuren genererar.
- Ett problem när det gäller vattenkvaliteten vid badplatsen är närheten till Hörbyåns utlopp. Genom att förlänga utloppet från ån skulle troligen en ökad utspädning av recipientvattnet ske och den bakteriella påvekan på badplatsen reduceras. En mobil förlängning av utloppet sommartid skulle eventuellt kunna användas för att undvika höga bakteriehalter vid badplatsen under badsäsong. Det är dock önskvärt att använda ett genomsläppligt material till utloppets väggar för att undvika att vattnets cirkulation hämmas. En upphörd cirkulation skulle potentiellt kunna leda till att badplatsen slammar igen av partiklar och skräp. Genom att använda exempelvis vassgardiner eller flytande vegetation skulle ett riktat flöde från utloppet kunna skapas. En utspädning av recipientvattnet skulle således ske och badvattenkvaliteten skulle sannolikt förbättras. Att använda naturliga material till utloppsväggarna skulle även se mer estetiskt tilltalande ut och passa bättre in i omgivningen.
- Anläggande av en större damm eller våtmark precis innan utloppet till Ringsjön skulle sannolikt ha en positiv inverkan på vattenkvaliteten i Hörbyån vid höga flöden. Våtmarker ger en naturlig avdödning av bakterier och flera lyckade exempel finns där vattenkvaliteten förbättrats betydligt i samband med anläggande av våtmark i anslutning till vattendrag. Ett problem när det gäller anläggandet av en större våtmark eller damm in till Hörbyån är de låga flödena i vattendraget sommartid. Ett lågt flöde innebär att endast en liten del av vattnet kan avledas till våtmarken utan att biologin i vattendraget påverkas. Detta innebär att reduktionen av bakterier skulle utebli under badsäsong när den som mest behövs eftersom flödet i Hörbyån under denna period är lågt.
- För att minimera den bakteriella belastningen i området efter Osbyholm (pkt 7) fram till badplatsen Ringsjöstrand bör bristfälliga enskilda avlopp samt eventuella dräneringar från jordbruksmark i området åtgärdas. Genom att anlägga exempelvis hästskovåtmarker i anslutning till dräneringar skulle sannolikt bakteriebelastningen från jordbruksmark reduceras betydligt. Fördelen med hästskovåtmarker är att dessa inte påverkar flödet i Hörbyån samt att de kräver mindre markareal.

Referenser

- Höglund C, Svensson J, Persson K, 2010. Strandbeten och Råvattenkvalitet - en utredande beskrivning med åtgärdsförslag som förenar ett säkert dricksvatten med en hög biologisk mångfald.
- SMI, 2008. www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar. Hämtad maj 2010.
- Svenskt Vatten, 2008. Råvattenkontroll - Krav på råvattenkvalitet.

Bilaga 1. Provtagningsdagbok Hörbyån 2010

Datum	Väderlek	Nederbörd (mm) (föregående dygn)	Flödes hastighet (m/s) 32 meter	Temp. ute (medel)
1/6	Mulet, ngt regn	0,8 mm	0,7	11,5
8/6	Mulet	18 mm	0,8	13,5
15/6	Mulet, ngt sol	0 mm	0,5	11,2
17/6	Sol	0 mm	0,6	13,5
22/6	Sol	0,1 mm	0,4	13,8
24/6	Sol	0 mm	0,4	16,4
29/6	Sol	0 mm	0,4	19,2
6/7	Sol, ngt molnigt	0 mm	0,3	16,4
8/7	Mulet	0 mm	Ej möjligt, lågt vattenstånd.	19,0
13/7	Mulet	22 mm	Ej möjligt, lågt vattenstånd.	21,9
20/7	Sol	0 mm	Ej möjligt, lågt vattenstånd.	20,3
22/7	Mulet	0 mm	Ej möjligt, lågt vattenstånd.	22,1
27/7	Sol	0 mm	Ej möjligt, lågt vattenstånd.	17,9
29/7	Mulet	0 mm	Ej möjligt, lågt vattenstånd.	17,4
3/8	Mulet	2 mm	Ej möjligt, lågt vattenstånd.	16,4
10/8	Sol	8,2 mm	Ej möjligt, lågt vattenstånd.	16,3
12/8	Sol	0 mm	Ej möjligt, lågt vattenstånd.	18,6