



SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

SKRIVELSE

2021-07-01

Ärendenr:

NV-04543-21

Utredning av förutsättningarna för systematisk övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten

Redovisning av ett regeringsuppdrag

Innehåll

SAMMANFATTNING	6
1. INLEDNING	8
1.1 EU:s rekommendation	8
1.2 Uppdraget	9
1.3 Genomförande	9
1.4 Skrivelsens disposition	10
2. ANVÄNDBARHET AV ÖVERVAKNING AV SARS-COV-2 I AVLOPPSVATTEN	11
3. NATIONELLA PROGRAM FÖR ÖVERVAKNING AV SARS-COV-2 – INTERNATIONELLA ERFARENHETER	13
3.1 Finland	13
3.2 Nederländerna	14
3.3 Danmark	15
4. PILOTPROJEKT FÖR ÖVERVAKNING AV SARS-COV-2 I AVLOPPSVATTEN I SVERIGE	17
4.1 Pilotprojekt i Stockholm, Uppsala, Umeå och Örebro	18
4.2 Göteborgs universitets pilotprojekt i Göteborg	19
4.3 Region Östergötland	20
5. LOGISTIKFLÖDEN FÖR ÖVERVAKNINGEN	21
5.1 Översiktligt flödesschema	21
5.2 Provtagning vid avloppsreningsverk	22
5.3 Transport av prover till laboratorium	29
5.4 Analys av SARS-CoV-2 i avloppsvatten samt databearbetning	29
5.5 Distribution av resultat	31
6. KOSTNADER FÖRKNIPPADE MED ÖVERVAKNINGEN	33
6.1 Kostnad för provtagning	33
6.2 Kostnad för transport av prov	33
6.3 Kostnad för analys vid laboratorium	33
6.4 Uppskattning av kostnad för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten i Sverige	34
7. REGLERING AV ÖVERVAKNING AV SARS-COV-2 I AVLOPPSVATTEN	35
7.1 Utformning av nya regler	35

7.2	Olika möjliga lagrum för reglering av övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten	37
7.3	Reglering av avloppsreningsverkens verksamhet	39
7.4	Skiss över hur reglering kan utformas	41
8.	SLUTSATSER	43
	KÄLLFÖRTECKNING	45

Sammanfattning

Europeiska kommissionen har genom ett meddelande den 17 mars 2021 rekommenderat medlemsstaterna att systematiskt övervaka SARS-CoV-2 och dess varianter i avloppsvatten. Rekommendationen anger riktlinjer för hur en sådan övervakning bör utformas; hur provtagningen och analyserna bör ske, hur resultat bör förmedlas till behöriga och att medlemsstaterna bör delta i samarbete för att samla in och utbyta bästa praxis. Ett meddelande är inte bindande att genomföra för EU:s medlemsländer, men medlemsstaterna uppmanas starkt att senast den 1 oktober införa ett sådant övervakningssystem som rekommendationen beskriver.

Naturvårdsverket fick i mitten av maj i uppdrag av regeringen att utreda förutsättningarna för systematisk övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten enligt kommissionens rekommendation.

Användbarhet

Avloppsövervakning kan vara ett relevant komplement till Folkhälsomyndighetens övriga övervakningsarbete, men den faktiska nyttan av övervakningen i smittskyddsarbetet behöver fortsatt utvärderas. Det är ett område där validering och korrelerat fortfarande inte finns fullt ut gentemot förekomsten hos människa. Som metod bedöms avloppsövervakning främst vara relevant vid låg smittspridning i samhället och vid låg individprovtagningens frekvens. Det finns också potential att identifiera förekomst och frekvens av virusvarianter. Att etablera metoder för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten skulle kräva en planerad arbetsinsats för både utövare och samordnare.

Erfarenheter från andra länder och pågående pilotprojekt i

Finland och Nederländerna är två länder som har tidigare erfarenheter av avloppsvattenbaserad epidemiologi och som kom igång tidigt med övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten. Vi kan konstatera att det finns mycket att lära från dessa länder. De har båda valt att utföra analyser av prover på statliga laboratorier, men har olika omfattning på sin provtagning. I Nederländerna tas prover på samtliga 300 avloppsreningsverk och Departementet för hälsa, välfärd och sport finansierar hela programmet. I Finland har 28 avloppsreningsverk, för en täckning av 60 % av befolkningen, provtagits fram till slutet av maj 2021. Under sommaren, när smittspridningen förväntas gå ner, minskas provtagningen till 8 avloppsreningsverk (som täcker 40 % av befolkningen). Finlands övervakning har hittills finansierats via forskningsanslag.

Danmark har långtgående planer för att starta upp en nationell övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten. De ska under sommaren 2021 genomföra en större provtagningsskampanj i 16 avloppsreningsverk för att samla erfarenheter i den fortsatta planeringen av den nationella övervakningen. De har också lagt förslag om att föra in reglering av övervakningen i pandemilagstiftning.

I Sverige pågår idag ett antal pilotprojekt för avloppsbaserad övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten vilka tillsammans omfattar avloppsvatten från fyra miljoner människor. Pilotprojekten drivs både av forskare från olika universitet och av regioner som sett övervakningen som ett värdefullt komplement till andra verktyg i smittskyddsarbetet. Projekten vittnar om ett behov av fortsatt metodutveckling och standardisering för att minska analysosäkerhet och förbättra möjligheten att jämföra data, precis som EU-rekommendationen beskriver.

Logistikflöden kopplade till övervakningen

Logistikflödet för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten kan översiktligt delas in i provtagning vid avloppsreningsverk, transport av prov till laboratorium, analys av prover samt databearbetning och slutligen rapportering av resultat i en databas (eller flera databaser) samt eventuellt tillgängliggörande på en webbportal. För alla dessa steg finns flera vägval att göra som exempelvis att ett urval av avloppsreningsverk bör göras, transporter för prover ska ordnas, laboratorieanalyser ska genomföras eller upphandlas och former för datahantering ska byggas upp och sedan förvaltas.

System för att samla och rapportera resultat från avloppsanalyser behöver sannolikt sättas upp separat från andra redan befintliga system. Att sätta upp en ny rapporteringsdatabas skulle vara resurskrävande och ägandeskap av data kompliceras när flera nivåer av aktörer är involverade.

Reglering av övervakningen

Naturvårdsverket har gjort en översiktlig genomgång över i vilken lagstiftning bestämmelser om övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten skulle kunna placeras och vi gör bedömningen att en reglering av övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten lämpligas placeras i den särskilda pandemilagen som utarbetas. Annan lagstiftning som miljöbalken, smittskyddslagen med flera anses inte lämplig då de har andra syften.

Förutsättningar att påbörja övervakning i enlighet med rekommendationen

Systemet för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten bör rimligen styras av behovet av sådan övervakning. Det är möjligt att behovet av övervakningen av SARS-CoV-2 i avloppsvatten bäst avgörs av smittskyddsfunktioner på regional nivå. På samma sätt kommer troligen regional kännedom om avloppsnätens utformning behövas för både val av platser för provtagning och kunskap som säsongsvariationer med mera som behövs i databearbetningen.

För att implementera EU-rekommendationen i Sverige och för att få ett övervakningssystem på plats behövs troligen en central myndighet i funktionen som ”nationell samordnare”. Folkhälsomyndigheten är den centrala myndighet som kan avgöra nytta med övervakning och bör därmed få rollen som nationell samordnare, och även få ett bemyndigande om föreskriftsrätt. Naturvårdsverket kan stödja arbetet med kunskap om avloppsreningsverkens verksamheter.

1. Inledning

I mitten av mars 2020 deklarerade WHO att spridningen av covid-19 är en pandemi.¹ I Sverige bekräftades drygt 460 000 fall och strax över 10 000 avlidna under 2020.² Vaccinationer mot covid-19 påbörjades vid årsskiftet och har under våren 2021 intensifierats, med minskade antal avlidna samt färre svåra sjukdomsfall som resultat. Antal sjukdomsfall går i vågor och beror bland annat på att nya varianter av viruset sprids. Även när pandemin är över kommer viss spridning av viruset SARS-CoV-2 i olika varianter fortsatt att finnas i samhället.

Eftersom Europeiska kommissionen inte har lagstiftningsmandat på hälso- och sjukvårdsområdet, har kommissionen anfört en gemensam väg för ett tryggt återöppnande av EU med ett gemensamt tillvägagångssätt inom EU³ genom ett meddelande den 17 mars 2021. Till meddelandet hör ett kompletterande meddelande⁴ med rekommendation om att medlemsstaterna systematiskt ska övervaka SARS-CoV-2 och dess varianter i avloppsvatten. Ett meddelande är inte bindande att genomföra för EU:s medlemsländer, men medlemsstaterna uppmanas starkt att senast den 1 oktober införa ett nationellt övervakningssystem avseende SARS-CoV-2 och dess varianter.

1.1 EU:s rekommendation

EU:s rekommendation anger riktlinjer för en systematisk övervakning av avloppsvatten och införande i nationella teststrategier. Syftet med rekommendationen är att hjälpa medlemsstaterna att inrätta övervakningssystem för avloppsvatten i hela unionen som ett kompletterande verktyg för insamling och hantering av data, med fokus på uppkomst och spridning av SARS-CoV-2-varianter.

Rekommendationen innehåller beskrivningar av hur provtagningen bör ske sett till geografisk täckning, provtagningsfrekvenser samt teknikval för provtagning. Rekommendationen beskriver även hur analys av prover bör ske och hur resultat från övervakning bör skickas elektroniskt till behöriga folkhälsomyndigheter. Medlemsstaterna uppmanas att inrätta lämpliga strukturer där behöriga myndigheter för hälsa och avloppsvatten kan samordna tolkning och kommunikation av resultaten.

Slutligen uppmanas medlemsstaterna att delta i samarbete mellan länderna för att samlas in och utbyta bästa praxis, regelbundet uppdatera provtagnings- och analysmetoder med mera. Medlemsstaterna uppmanas också starkt till utbyte om

¹ WHO Europe, 2020.

² Folkhälsomyndigheten, 2021.

³ Communication from the commission to the European parliament, the European council and the council. COM/2021/129 final.

⁴ EU-kommissionens rekommendation 2021/472.

praxis på internationell nivå genom att främja ytterligare harmonisering av övervakningen, bistå tredjeländer som har begränsad tillgång till andra informationskällor för att spåra virusförekomst i sin befolkning och främja ett permanent och nära samordnat samarbete med WHO och andra parter.

1.2 Uppdraget

Naturvårdsverket fick i mitten av maj i uppdrag att utreda förutsättningarna för systematisk övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten enligt kommissionens rekommendation. I uppdraget ingår att:

- undersöka användbarheten av sådan övervakning i en svensk kontext och vilket mervärde övervakning ger utifrån redan existerande system,
- utreda hur data från dessa analyser kan kopplas till och hanteras i Folkhälsomyndighetens nationella liksom europeiska rapporteringssystem,
- undersöka förutsättningarna för att påbörja övervakning i enlighet med rekommendationen,
- utreda förutsättningarna för att hantera logistikflöden från provtagning,
- analysera kostnaderna för att upprätta ett sådant övervakningssystem och
- lämna nödvändiga författningsförslag.

1.3 Genomförande

Regeringsuppdraget har genomförts i en projektgrupp på Naturvårdsverket med Maximilian Lüdtker, Eva Nilsson och Ulrika Isberg Bondemark (projektledare). I projektgruppen har även Anna Maria Sundin, Uppsala vatten, deltagit. Uppdraget har genomförts i samråd med Folkhälsomyndigheten som har bidragit med texter i kapitel 2 och 5.5.2.

Informationsinsamling har gjorts genom kontakter med forskare, avloppsreningsverk, kommersiella labb med flera genom e-post, telefonsamtal och digitala möten. De aktörer vi haft dialog med är:

- Forskare vid Kungliga tekniska högskolan, Sverige lantbruksuniversitet, Uppsala universitet, Göteborgs universitet samt Luleå tekniska högskola.
- SGS (före detta SYNLAB) samt Eurofins.
- Region Östergötland samt Region Uppsala.
- Svenskt Vatten.
- Deltagande avloppsreningsverk i pilotstudier (VAKIN, GRYAAB, Stockholm vatten och avfall, Örebro kommun, Uppsala vatten och avfall).
- Institutet för välfärd och hälsa (THL) samt Miljöministeriet i Finland.
- Foundation for Applied Water Research (STOWA) i Nederländerna.
- Statens seruminstitut (SSI) samt Dansk Vand- og Spildevandsforening (DANVA) i Danmark.

Beslut om denna redovisning har fattats av generaldirektören Björn Risinger den 1 juli 2021 (NV-04543-21).

1.4 Skrivelsens disposition

I kapitel 2 beskrivs användbarheten av övervakning av SARS-Cov-2 i avloppsvatten i en svensk kontext och vilket mervärde övervakningen ger utifrån redan existerande system.

I kapitel 3 redogörs för nationella övervakningsprogram i Finland och Nederländerna samt Danmarks arbete med implementeringen av ett system för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten. Det följs i kapitel 4 av en redogörelse av de pilotprojekt för övervakning som redan pågår i Sverige.

I kapitel 5 beskrivs logistikflöden för hur övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten skulle kunna genomföras i Sverige, enligt EU:s rekommendation. Kapitlet avslutas med en beskrivning av möjligheten att hantera data från övervakningen i Folkhälsomyndighetens nationella liksom europeiska rapporteringssystem (avsnitt 5.5.2).

I kapitel 6 analyseras kostnaderna för att upprätta ett övervakningssystem.

I kapitel 7 förs resonemang om hur reglering av övervakningen av SARS-CoV-2 i avloppsvatten bör utformas och olika möjliga lagrum var detta kan göras. Vi beskriver även avloppsreningsverkens uppdrag och hur det regleras. Slutligen skissar vi ett exempel på hur reglering av övervakningen skulle kunna se ut.

Skrivelsen avslutas sedan med slutsatser i kapitel 8. Där resonerar vi om förutsättningarna att påbörja övervakning i enlighet med rekommendationen.

2. Användbarhet av övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten

I detta kapitel beskrivs användbarheten av övervakning av SARS-CoV-2 i en svensk kontext och vilket mervärde övervakningen skulle kunna ge utifrån redan existerande system.

SARS-CoV-2 kan utsöndras via avföring i ett tidigt skede av infektion vilket betyder att upptäckt av viruset i avloppsvatten skulle kunna ge en tidig signal på förekomst av fall i samhället och en ökad smittspridning. Sådan data skulle vara opåverkad av antalet testade personer i samhället och i tider av låg smittspridning och mindre frekvent testning kunna vara ett komplement till redan etablerad övervakning. Flera internationella vetenskapliga publikationer finns tillgängliga där det finns en generell överensstämmelse mellan antalet sjuka och virushalter i avloppsvatten och flera studier har indikerat att en uppgång av virushalter i avloppsvatten kan motsvara en uppgång i antalet smittade och/eller sjukusinlagda.⁵ Från Sverige finns en publikation från Göteborg.⁶ Exakt hur tidigt en ökande signal från avloppsvattnet kan ses är dock inte fastställt. Detta betyder att bidraget från övervakning av avloppsvatten huvudsakligen sker vid låg smittspridning och låg testning eftersom det kan signalera för ökande smittspridning som annars skulle ha visats från omfattande testning.

Övervakning av avloppsvatten gör det dessutom potentiellt möjligt att identifiera förekomst och frekvens av virusvarianter i den till avloppsreningsverket anslutna populationen. Detta skulle kunna minska behovet av att sekvensera virus från ett stort antal individer i de områden där avloppsövervakning görs, och skulle på så sätt kunna bli ett alternativt och effektivt verktyg i övervakningen av virusvarianter. Detektion av varianter kräver att speciella analysmetoder används, vilka är mer kostsamma, komplicerade och tidskrävande än generell analys av förekomst och halter av SARS-CoV-2. Mer forskning behövs angående användning och förenkling av dessa metoder. International Organization for Standardization (ISO) arbetar för närvarande med ett förslag om att ta fram en internationell standardmetod för detektion av SARS-CoV-2, dess varianter och även andra virus i avloppsvatten.

Det finns vissa begränsningar i användbarheten av avloppsövervakning. Det finns idag inga etablerade metoder för att exakt kunna översätta halter av covid-19 till antal sjukdomsfall och analys av avloppsvatten kan i huvudsak användas för att följa trender och identifiera signaler om ökad eller minskad smittspridning.

⁵ Randazzo et al., 2020, La Rosa et al., 2020, Medema et al., 2020, Hata et al., 2021, Nemudrvi et al., 2020, samt Peccia et al., 2020.

⁶ Saguti et al., 2021.

Därmed passar analyserna bäst som komplement till annan övervakning vid låg smittspridning och testning. Anledningen till att det är svårt att översätta virusnivåer till antalet fall kan bero på faktorer såsom varierande och ojämn utsöndring både mellan individer och under olika delar av infektionsfasen, metodiken som används samt att det inte är möjligt att ha kännedom om det faktiska antal personer som övervakningen baseras på då personer i upptagningsområdet kan variera över tid.⁷ Dessutom kan avloppsvattnets egenskaper liksom avloppsvattnets uppehållstid i olika avloppssystem variera vilket kan bidra till variationer i detekterade virusnivåer. Även faktorer som säsong/årstid och nederbörd, som påverkar temperaturer och vattenflöden, kan ha en inverkan på detektion och kvantifiering av virushalter. Dessa faktorer kan man åtminstone delvis justera för genom parallella mätningar av vattenflöden och normalisering mot referensvirus eller andra mikrobiella eller kemiska indikatorer som normalt förekommer i fekalier från människa och därmed i avloppsvatten. Vad som definieras som en uppgång alternativt nedgång respektive som en provtagningsvariation kan vara svårt att avgöra. På grund av osäkerheter runt enskilda mätresultat är det därför i sammanhanget viktigt att provtagning och analys görs frekvent och att analysresultat baseras på medelvärden från flera mätningar. Det är dessutom viktigt att resultaten tolkas utifrån en statistisk analys, kunskap om provpunkten och det specifika vattnet som provtas, samt den folkmängd som täcks. Slutligen är det inte möjligt att följa smittspridningen i olika åldersgrupper vilket kan vara ett behov i Folkhälsomyndighetens övervakningsarbete.

Avloppsövervakning kan vara ett relevant komplement till Folkhälsomyndighetens övriga övervakningsarbete, men den faktiska nyttan av övervakningen i smittskyddsarbetet behöver fortsatt utvärderas. Som metod bedöms avloppsövervakning främst vara relevant vid låg smittspridning i samhället och vid låg individprovtagningsfrekvens. Det finns också potential att identifiera förekomst och frekvens av virusvarianter. Att etablera metoder för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten skulle kräva en planerad arbetsinsats för både utövare och samordnare.

⁷ Zhu et al., 2021.

3. Nationella program för övervakning av SARS-CoV-2 – internationella erfarenheter

Flera länder har nationella övervakningsprogram för SARS-CoV-2 i avloppsvatten på plats, till exempel USA⁸, Canada, Finland, Holland, Ungern, Luxemburg, Spanien och Turkiet.⁹ I det här kapitlet beskriver vi översiktligt Finlands, Nederländernas respektive övervakningsprogram samt Danmarks arbete med implementeringen av ett system för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten.

3.1 Finland

Finland har ett nationellt övervakningsprogram av SARS-CoV-2 i avloppsvatten som leds av Institutet för välfärd och hälsa (THL). Projektet och resultaten från övervakningen redovisas på institutets hemsida.¹⁰ Sedan april 2020 har provtagning av inkommande avloppsvatten från 28 olika avloppsreningsverk i Finland genomförts för att undersöka förekomsten av SARS-CoV-2.

Forskargruppen på THL arbetar sedan tidigare med nationella övervakningsprogram finansierade av staten. Ett program med avloppsvattenbaserad epidemiologi omfattar bland annat analys av poliovirus i avloppsvatten. Det finns även ett program för att analysera narkotika i avloppsvatten med regelbunden provtagning och uppföljning några gånger per år.

Det var det redan etablerade provtagningsprogrammet som gjorde att Finland snabbt kom igång med övervakning även av SARS-CoV-2 i avloppsvatten. Etableringen omfattade analysutveckling på laboratoriet, modelleringsprogram samt framtagandet av databas och webbportal för redovisning av resultat. Programmet har omfattat ett dygnsprov¹¹ i veckan där THL skickar ut flaskor och kylväska till reningsverken för att underlätta logistiken. Alla analyser genomförs på THL:s eget laboratorium i Kuopio vilket innebär att transportererna av proverna från reningsverk till laboratoriet kan ta upp till 24 timmar. Analyserna är resurskrävande och genomförs under två dagar av 2–4 forskare som sedan analyserar resultaten och utreder om de ser några nya utbrott av smitta.

⁸ Se Centers for Disease Control and Prevention hemsida om Wastewater Surveillance för mer information. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/cases-updates/wastewater-surveillance.html> (2021-06-11).

⁹ Naughton et al., 2021.

¹⁰ Se Institutet för hälsa och välfärds hemsida om Uppföljning av coronavirus i avloppsvatten för mer information. <https://thl.fi/sv/web/thlfi-sv/forskning-och-utveckling/undersokningar-och-projekt/sars-cov-2-vid-avloppsreningsverk/uppfoljning-av-coronavirus-i-avloppsvatten> (2021-06-11).

¹¹ Dygnsprov betyder att ett samlingsprov av flera mindre prover tas med automatisk provtagare, vilket ska representera ett dygns drift.

När nya utbrott konstateras kontaktas den aktuella regionen per e-post och eller per telefon i slutet av samma vecka som provet togs. Data redovisas även i webbportalen och används framförallt för att följa trender inom samma stad eftersom det ännu så länge finns osäkerheter i data som gör det svårt att jämföra resultatet i olika städer med varandra.

Den nationella övervakningen av SARS-CoV-2 har finansierats med forskningsanslag under perioden april 2020–maj 2021. Kommunerna har inte fått ersättning för provtagning utan bidragit med sin insats i övervakningen. Transporten har skett via vanlig postgång och finansierats av THL med 3 000 euro per månad för övervakning av 28 reningsverk. Kostnaden för övervakningsprogrammet inklusive etablering har varit 300 000 euro per fyra månader. Planering pågår för den fortsatta övervakningen, där omfattningen nu begränsas till de större reningsverken (> 150 000 anslutna personer). Den fortsatta finansieringen är ännu inte klar.

3.2 Nederländerna

Nederländerna har en lång tradition av att använda avloppsvatten för övervakning inom forskning där bland annat poliovirus, antibiotikaresistenta bakterier och narkotika har analyserats. I samband med att information om det nya viruset SARS-CoV-2 kom i början av 2020 kunde därför en provtagning och analys av viruset i avloppsvatten i sju städer samt en flygplats komma igång redan i februari 2020 under ledning av KWR Water Research Institute¹². Redan i mars 2020 kunde SARS-CoV-2 uppmätas i avloppsvattnet i flera städer, och gav en tidig indikation på att smittan ökade.¹³

Nederländerna har även ett nationellt övervakningsprogram¹⁴ som leds av National institute for Public Health and the Environment, RIVM¹⁵, i tätt samarbete med landets 21 vattenråd ("water boards")¹⁶. Ett femårigt avtal har tecknats mellan RIVM och vattenråden där reningsverken har åtagit sig att leverera avloppsvatten för analys inom det nationella övervakningsprogrammet. Nederländernas departement för hälsa, välfärd och sport finansierar hela programmet, inklusive investering i ny provtagningsutrustning på reningsverken.

Antalet reningsverk som ingår i programmet var från början, i augusti 2020, 25 stycken, vilket utökades till 75 i oktober 2020. Sedan 1 november ingår landets

¹² Forskningsinstitut som arbetar i tätt samarbete med de regionala vattenbolagen i Nederländerna. Se KWR:s hemsida för mer information. <https://www.kwrwater.nl/en/about-kwr/> (2021-06-14).

¹³ Medema et al. 2020.

¹⁴ Se RIVM:s hemsida om Coronavirus monitoring in sewage research för mer information. <https://www.rivm.nl/en/covid-19/sewage> (2021-06-16).

¹⁵ RIVM är en institution som arbetar under Nederländernas departement för hälsa, välfärd och sport (The ministry of health, welfare and sport).

¹⁶ De regionala Vattenråden är ansvariga för att dricksvatten av god kvalitet finns tillgängligt och att avloppsvatten transporteras och renas. Vattenråden arbetar på uppdrag av regeringen. För mer information, se <https://www.government.nl/ministries/ministry-of-infrastructure-and-water-management/organisation/other-authorities> (2021-06-15).

samtliga, över 300 avloppsreningsverk, vilket innebär att 17 miljoner människor omfattas. Provtagningsfrekvensen är 2–3 dygnsprover per vecka. En utökning planeras för att följa utvecklingen även när vaccinationsgraden ökar, detta eftersom persontesterna sannolikt kommer att minska i samband med detta.¹⁷

För att säkerställa kvaliteten på inkommande provtagning har det inom ramen för RIVMs program investerat i nya provtagare (carousel samplers, 15 000 € per avloppsreningsverk). Flödeskompenserade dygnsprover märks upp och konserveras i kyl innan de hämtas upp med bud som beställs av RIVM som sedan analyserar proverna på ett centralt laboratorium i egen regi.¹⁸

RIVM har ett centralt laboratorium där de utför alla analyser. De gör databearbetning och analys och rapporterar data i en databas. Resultatet redovisas som mängd virus per 100 000 invånare. Departementet för hälsa, välfärd och sport hämtar sedan data i databasen och visualiserar den i en webbportal, CoronaDashboard.¹⁹ Här publiceras endast data från det nationella övervakningsprogrammet för att säkerställa jämförbarheten av data, detta bland annat eftersom analysmetoderna kan skilja sig från dem som används i den forskning som bedrivs inom KWR.²⁰

Både KWR och RIVM bedriver även projekt där övervakning sker mer lokalt, på pumpstationsnivå, när de ser en tydlig ökad virusmängd och vill spåra ursprunget.

Det pågår planering för möjligheten att använda det nationella programmet för att mäta även andra hälsoanknutna parametrar, där även etiska aspekter behöver beaktas.

3.3 Danmark

I Danmark har provtagning av avloppsvatten för analys av SARS-CoV-2 genomförts vid flera avloppsreningsverk och städer i landet under pandemin och resultaten har använts som ett kompletterande verktyg för att övervaka smittspridningen.²¹ Statens seruminstitut (SSI) har genomfört en kampanj²² i Bornholm våren 2021 och planerar nu för en större provtagningskampanj sommaren 2021. Kampanjen finansieras av staten och omfattar 16 avloppsreningsverk, vilka har valts ut för att representera olika typer av orter och anläggningar (geografiskt läge, frekvens av turistorter, andel industrianslutningar med mera). Kampanjen omfattar dygnsprovtagning sju dagar i veckan under juli månad 2021 och har planerats i tätt samarbete med de deltagande reningsverken. Dansk Vand- og Spildevandsforening (DANVA) har tagit initiativ till en Task

¹⁷ Dialog med Foundation for Applied Water Research (STOWA) under uppdragets genomförande.

¹⁸ Dialog med Foundation for Applied Water Research (STOWA) under uppdragets genomförande.

¹⁹ Tillgänglig via: <https://coronadashboard.government.nl/> (2021-06-14).

²⁰ Se RIVM:s hemsida om Coronavirus monitoring in sewage research för mer information. <https://www.rivm.nl/en/covid-19/sewage> (2021-06-16).

²¹ Dialog med Statens seruminstitut, under uppdragets genomförande samt HOFOR, 2021.

²² Statens seruminstitut, 2021.

force med medlemmar från avloppsreningsverk för att bidra med erfarenheter och förbättra provtagning och databearbetning.²³

SSI har handlat upp ett laboratorium för analyser men kommer att genomföra sekvensering i egen regi. De kommer att ta fram en databas för hantering och bearbetning av data, vilka kommer att normaliseras mot bland annat inkommande flöde och antal anslutna personer. Resultatet av kampanjen kommer att ligga till grund för planeringen av ett nationellt övervakningsprogram av SARS-CoV-2 i avloppsvatten. Målsättningen är att använda detta som verktyg då persontestningen minskar i omfattning.

För att möjliggöra provtagning av avloppsvatten för detta ändamål har en översyn av pandemilagstiftningen genomförts under våren 2021 och ett lagförslag²⁴ som möjliggör provtagning av avloppsvatten förväntas beslutas den 24 juni.

Lagförslaget innebär att danska avloppsreningsverk kan genomföra provtagning på uppdrag antingen av staten eller kommunen. De är också berättigade till ersättning för den extra omkostnaden, eftersom provtagningen inte inryms i deras ordinarie uppdrag. Regeringen räknar med en budget på 16 miljoner danska kronor för finansieringen av SSI:s planering och genomförande av den inledande kampanjen. Av dessa är 1,2 miljoner danska kronor är budgeterade för avloppsreningsverkens medverkan, vilken möjliggörs av det nya lagförslaget.

²³ DANVA, 2021.

²⁴ Se danska Folketingets hemsida om Forslag til lov om ændring af epidemiloven for mer information. <https://www.ft.dk/samling/20201/lovforslag/L234/index.htm> (2021-06-18).

4. Pilotprojekt för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten i Sverige

I Sverige finns ett antal pågående projekt med avloppsvattenbaserad övervakning av SARS-CoV-2. Ett urval presenteras i Tabell 1. Dessa pågående projekt beskrivs kortfattat i det här kapitlet.

Tabell 1. Sammanfattande tabell över pågående och planerade projekt med övervakning av SARS-Cov-2 i avloppsvatten Sverige²⁵

	Antal anslutna (personer)
Pilotprojekt SciLifeLab	
Stockholms län (Avloppsreningsverken Henriksdal, Bromma, Käppala, Margaretelund, Blynäs, Ekebyhov)	1 860 000
Uppsala län (Avloppsreningsverken Kungsängsverket i Uppsala, Enköping, Tierp, Knivsta, Skutskär i Älvkarleby, Östhammar)	260 000
Örebro län (Skebäcks avloppsreningsverk)	134 000
Västerbottens län (Öns avloppsreningsverk)	108 000
Planerad – Norrbottens län (Avloppsreningsverket Uddebo, Luleå)	65 000
Planerad – Skåne län (Sjölunda avloppsreningsverk)	347 000
Planerad – Kalmar län (Avloppsreningsverket Kalmarsundsverket)	65 000
Pilotprojekt Göteborgs universitet	
Västra Götalands län (Avloppsreningsverket Ryaverket)	800 000
Pilotprojekt Region Östergötland	
Östergötlands län (Avloppsreningsverk i orterna Linköping, Norrköping, Motala, Mjölby, Finspång, Söderköping, Vadstena, Valdemarsvik, Ydre, Åtvidaberg, Boxholm, Ödeshög)	390 000
Pilotprojekt Norrtälje kommun²⁶	
Stockholms län (Avloppsreningsverken Lindholmen, Rimbo, Hallstavik)	39 400
TOTALT ANTAL ANSLUTNA (inklusive planerade)	4 100 000

²⁵ Dialog med Sverige lantbruksuniversitet under uppdragets genomförande.

²⁶ Se Norrtälje kommuns hemsida om Mätning av coronavirus i avloppsvatten för mer information.
<https://www.norrtalje.se/info/stod-och-omsorg/krisberedskap/om-det-nya-coronaviruset/matning-av-coronavirus-i-avloppsvatten/> (2021-06-18).

4.1 Pilotprojekt i Stockholm, Uppsala, Umeå och Örebro

Science for Life Laboratory (SciLifeLab) är en nationell forskningsinfrastruktur för högteknologisk livsvetenskap, som våren 2020 lanserade det nationella forskningsprojekt för covid-19 som stödjer den svenska pandemihanteringen. Inom forskningsprogrammet "Environmental Virus Profiling" har förekomst av SARS-CoV-2 i avloppsvatten i Uppsala, Stockholm, Örebro och Umeå analyserats under ledning av forskare från SLU och KTH.

SciLifeLab har i maj 2021 fått ytterligare 6 miljoner kronor i finansiering av en utökad verksamhet inom projektet Swedish Environmental Epidemiology Center (SEEC) för perioden 2021–2022. SEEC kommer att bedriva fortsatt avloppsbasead övervakning av SARS-CoV-2 och även etablera en utökad laboratoriekapacitet där instrument och metodutveckling kring sekvensering ingår. En viktig del i kommer att vara att delta i den fortsatta metodutvecklingen för analys av SARS-CoV-2 i avloppsvatten där samordning med Göteborgs universitet, Luleå tekniska högskola samt SGS (ett kommersiellt labb, före detta SYNLAB) planeras för att stödja den nationella samordningen av data och stärka arbetet med utveckling av analysmetoder.²⁷

De pågående projekten redovisar sina resultat på webbportalen COVID-19 Data Portal Sweden.²⁸ Totalt 14 avloppsreningsverk ingår i pilotprojekten och omfattar 2,5 miljoner människor. En utökning i södra Sverige planeras sommaren 2021, vilket innebär att analys av avloppsvatten från 3 miljoner människor därefter kommer att omfattas. Reningsverken har bidragit med prover som transporterats till laboratoriet i Uppsala, där analysen skett. Data har sedan normaliserats och distribuerats till berörda regioner.²⁹

CRUSH Covid³⁰ är ett tvärvetenskapligt samarbete mellan Region Uppsala och Uppsala universitet med syfte att minska vårdbehov och död i samband med pandemin. Idag jobbar mer än fyrtio forskare från Uppsala universitet och SLU hel- eller deltid med projektet, som täcker flera viktiga områden såsom testning, prediktion av epidemiologiska läget i Uppsala län och kommunikation med allmänheten.

Varje vecka skickar CRUSH Covid en skriftlig rapport till drygt 190 personer och organisationer i Uppsala län som informerar om läget och ger en kvantitativ prognos för nästa vecka med beräknat osäkerhetsintervall. Information till den predikerande matematiska modellen hämtas ur olika källor, till exempel från

²⁷ Dialog med forskare inom forskningsprogrammet "Environmental Virus Profiling" under uppdragets genomförande.

²⁸ Tillgänglig via: https://covid19dataportal.se/data_types/environment/wastewater/ (2021-06-11).

²⁹ Jafferli et al, 2021.

³⁰ Se Uppsala universitets hemsida om CRUSH Covid för mer information. <https://www.uu.se/forskning/projekt/crush-covid/> (2021-06-18).

vården, en symptom-app från Covid Symptoms Study Sweden (CSSS) och provtagning av avloppsvatten. Sedan september 2020 inkluderas data från analys av virusmängder i spillvatten som kommer in till det största reningsverket, Kungsängsverket, samt i ett antal pumpstationer.

CRUSH Covid har sedan våren 2021 även inkluderat data från avloppsvatten från fyra andra reningsverk i länet, Knivsta, Älvkarleby, Östhammar och Enköping, där avtal träffats mellan respektive kommun och SLU om finansiering av analyserna, eftersom kommunerna själva betalar dessa.

Region Uppsala har använt analyserna av avloppsvatten som ett av flera verktyg för att följa smittspridningen i Uppsala, framförallt för att ge en tidig signal vid ökad smitta och en möjlighet att följa variationer över tid i olika mätpunkter.³¹ Analyserna som genomförs inom ramen för CRUSH Covid är finansierade med forskningsmedel. Regionen ser en stor utvecklingspotential och möjlighet i att vara med i utbyggnaden av en infrastruktur som skulle möjliggöra en utökad provtagning och uppföljning på stadsdelsnivå. En sådan satsning skulle gynna möjligheterna till fortsatt forskning och metodutveckling.

4.2 Göteborgs universitets pilotprojekt i Göteborg

Forskargruppen på Göteborgs universitet har lång erfarenhet av avloppsvattenbaserad epidemiologi och har de senaste 20 åren analyserat förekomst av antibiotikaresistenta bakterier, virus, salmonella och vinterkräksjuka i inkommande avloppsvatten till Ryaverket i Göteborg. Forskningen har skett i nära samarbete med Linköpings universitet, Sahlgrenska sjukhuset och det kommunala VA-bolaget GRYAAB. Det finns en stor databank där korrelationer har kunnat göras mellan mätningar, sjukdomsutbrott och sjukhusfall.³²

Eftersom samarbetet redan var etablerat började forskargruppen analysera SARS-CoV-2 i avloppsvatten till Ryaverket redan i vecka sju 2020. I vecka 11 kom det första provet som påvisade viruset i Göteborg och detta används nu som basfall för en relativ jämförelse av mängden SARS-CoV-2 i avloppsvattnet.³³ Mängden virus i avloppsvattnet har tillsammans med andra verktyg använts för att planera sjukhusbeläggning, där en topp i virusmängd i avloppsvattnet följts av i en ökad sjukhusinläggning två veckor senare.³⁴ Under perioder har även avloppsvattnet i Borås och Kungsbacka analyserats under pandemin.

³¹ Dialog med Region Uppsala under uppdragets genomförande.

³² Hellmer et al. 2014, samt Mattsson et al. 2009.

³³ Dialog med Göteborgs universitet under uppdragets genomförande.

³⁴ Saguti et al., 2021.

4.3 Region Östergötland

Region Östergötland har ett avtal om laboratorieanalys för att kunna mäta och analysera nivåerna av SARS-CoV-2 i avloppsvatten med syfte att validera avloppstestning. Region Östergötland började tillämpa metoden i ordinarie verksamhet i januari 2021 och är därmed först ut bland Sveriges regioner att implementera detta i den dagliga driften. Samtliga 13 kommuner i regionen ingår i programmet. Testerna har gett regionen intressant och användbar information om virusnivåerna under pandemin, eftersom den ger en bild av virusnivåerna hos många människor, vilken individuell provtagning inte gör. Nu går det att se hur stor smittspridningen är genom avloppsvattnet och nivåerna överensstämmer mycket väl med den förekomst av covid-19 som kan ses i individprovtagningen i Östergötland. Det går också att se hur virusnivåerna varierar mellan olika platser och mätningarna kan dessutom användas för att få en bild av smittspridningen i områden där invånarna inte testas så frekvent.³⁵

Det är framförallt trenden för mängden virus i avloppsvattnet i respektive kommun som använts. Ett omfattande provtagningsprogram med fem dygnsprover måndag–fredag har analyserats för att få ett bredare dataunderlag och öka resultatens tillförlitlighet. Provtagningsfrekvensen kommer sannolikt att minska när smittotalen går ner. 12 av 13 kommuner hade samma leverantör av laboratorieanalys varför den extra provtagningen och logistiken till stor del kunnat klaras av inom den ordinarie provhanteringen, det vill säga utan extra kostnad.

Laboratorieföretaget gör utöver analysen även en första databearbetning och normalisering av data som sedan rapporteras i regionens databas. Dessa data används sedan tillsammans med annan information i samordning och åtgärdsplanering inom region och kommun. En forskargrupp vid Linköpings universitet använder det samlade informationsunderlaget för att göra modeller och analyser av förväntat vårdbehov. Regionen ser ett fortsatt behov att validera och följa upp data i vidareutvecklingen av metodiken. Regionen finansierar analysen av avloppsvattenproverna och har avsatt en budget för detta på 1–4 miljoner kronor för analys av 1–5 prover i veckan i 13 kommuner.

Regionen ser stor potential i en fortsatt utveckling av data från avloppsvattenbaserad epidemiologi. Efter vaccinationerna skulle den kunna användas för att snabbt detektera ökningarna i smittspridning och dessutom för att snabbt smittspåra och testa för nya virusvarianter som skulle kunna vara resistent mot vacciner.³⁶ Region Östergötland vill också utveckla metoden och göra ännu mer riktade mätningar, till exempel på enskilda äldreboenden. Regionen ser även möjligheter att i framtiden kunna spåra andra patogener, såsom vinterkräksjukesvirus och influensavirus.

³⁵ Dialog med Region Östergötland under uppdragets genomförande.

³⁶ Läkartidningen, 2021.

5. Logistikflöden för övervakningen

I det här kapitlet beskrivs logistikflöden för hur övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten skulle kunna genomföras i Sverige, enligt EU:s rekommendation.

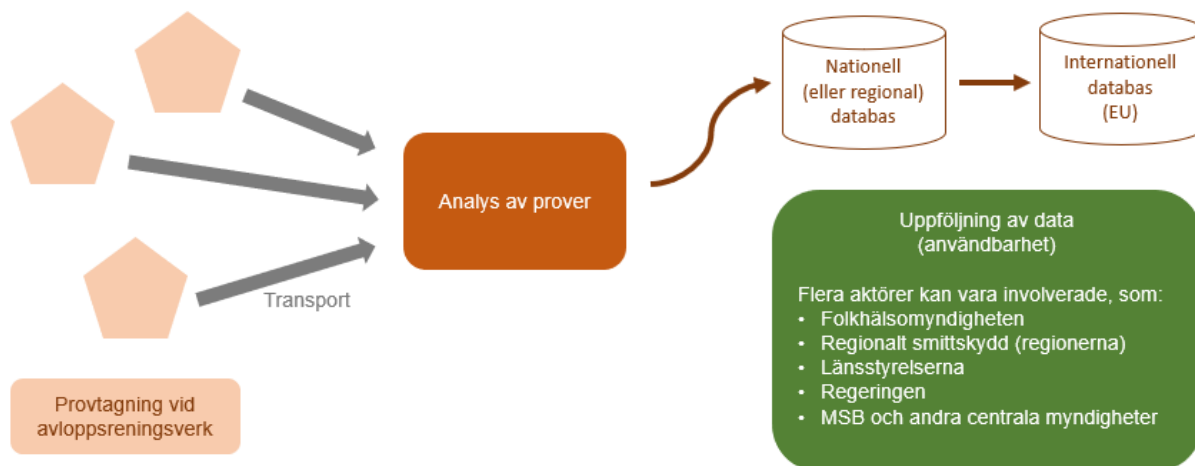
5.1 Översiktligt flödesschema

Logistikflödet för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten kan översiktligt delas in i följande steg:

- Provtagning vid avloppsreningsverk.
- Transport av prov till laboratorium.
- Analys av prover vid laboratorium samt databearbetning.
- Rapportering av resultat i en databas (eller flera databaser) samt eventuellt tillgängliggörande på en webbplats

Se även Figur 1 nedan. Resultatet kan sedan användas för att skapa lägesbilder och ge skäl för åtgärder och rekommendationer angående smittspridningen. Det är flera offentliga aktörer som kan få användning för data i sina respektive verksamheter.

Dessa steg och olika möjliga alternativ för hur de kan utföras beskrivs närmare i kommande avsnitt.



Figur 1. Översiktligt flödesschema över logistikflöden för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten i Sverige

5.2 Provtagning vid avloppsreningsverk

EU-rekommendationen beskriver att övervakningssystemet bör omfatta en betydande del av medlemsstaternas befolkning. Åtminstone bör avloppsvatten från större städer med mer än 150 000 invånare omfattas. Ytterligare platser kan väljas för att täcka en tillräckligt stor andel av befolkningen eller för att förstå virusspridningen i samband med eventuella befolkningsrörelser.

Provtagningsfrekvensen och geografisk täckning bör anpassas till den epidemiologiska situationen. Under pandemin bör minst två prover tas per vecka, vilket kan minskas till minst ett prov i veckan när den epidemiologiska situationen inte utgör någon risk för lokalbefolkningen. Ytterligare provtagning och analys på utvalda platser i avloppsnätet bör utföras när det krävs för att erhålla specifik information för kartläggning av virusets förekomst. Sådan ytterligare provtagning bör anpassas till lokala behov, till exempel på sjukhus, skolor, universitetscampus, flygplatser, äldreboenden, fängelser etcetera.

Rekommendationen beskriver även att prov bör tas vid inlopp till avloppsreningsverk eller, i förekommande fall, uppströms i avloppsnätet. Proverna bör tas under en 24-timmarsperiod med hjälp av en flödesproportionell eller tidsstyrd samlingsprovtagare och även under torra perioder, om det är möjligt. Alternativt korrigeras för väderpåverkan genom normalisering på grundval av 24 timmars avloppsflöde under provtagningstiden och den befolkningsmängd som betjänas av avloppsnätet. Detta i syfte att beräkna virusbelastningen per person och dag.

5.2.1 Geografisk täckning och antal anslutna – vilka avloppsreningsverk bör omfattas?

EU-rekommendationen beskriver att övervakning bör ”omfatta avloppsvatten från större städer med mer än 150 000 invånare. Begreppet ”städer” definieras dock inte mer precist. I Sveriges officiella statistik finns begreppet ”tätort”, som är en sammanhängande bebyggelse med minst 200 invånare.

I Sverige fanns 2018 fyra tätorter med en befolkning över 150 000 invånare: Stockholm, Göteborg, Malmö och Uppsala. Se Tabell 2 nedan.

Tabell 2. De största tätorterna i Sverige 2018.³⁷

Tätort	Befolkning
Stockholm	1 584 196
Göteborg	592 042
Malmö	317 245
Uppsala	160 926
Upplands Väsby och Sollentuna	146 102
Västerås	126 190
Örebro	124 027
Linköping	113 042
Helsingborg	110 520
Jönköping	97 996

I stället för att utgå från "städer större än 150 000 invånare" är ett alternativ att utgå från avloppsreningsverk i Sverige som renar vatten för cirka 150 000 invånare, eller mer, vardera. I Sverige blir det nio avloppsreningsverk som tillsammans renar avloppsvattnet i de fyra största tätorterna samt Linköping. Det betyder att en hög andel av landets totala antal invånare som är anslutna till kommunala avloppsledningsnät fångas upp. Däremot blir övervakningen begränsad de mest befolkningstäta områdena i sydöst och kring Stockholm. Se Tabell 3 och Figur 2. Om även det största reningsverket i varje län läggs till i övervakningen ökar den geografiska täckningen, se Figur 3.

I Tabell 3 visas statistik över antal anslutna till ett urval av stora avloppsreningsverk, samt beräkningar för andel anslutna till tätbebyggelsens avloppsreningsverk jämfört med invånarantal eller jämfört med totalt anslutna i länet. Beräkningarna av andel anslutna visar blir det betydande skillnader mellan länen om man väljer enkla urvalsregler som "det största reningsverket i varje län".

³⁸

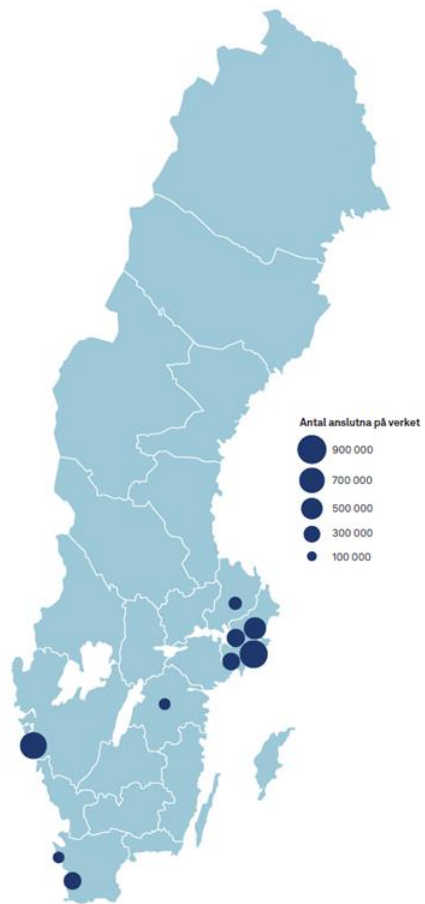
Sett till avloppsreningsverkens verksamheter är varken städer eller tätorter en bra utgångspunkt. Det är till exempel är det vanligt förekommande både att avloppsledningsnät delas mellan kommuner och att överföringsledningar byggs mellan närliggande tätorter. Detta får bland annat till följd att ett flertal avloppsreningsverk kan täcka olika delar av en tätort och att ett avloppsreningsverk kan ta emot vatten från mer än en tätort. Se exempel i Figur 4.

³⁷ Se SCB:s hemsida om Tätorter i Sverige. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/tatorter/> (2021-06-11).

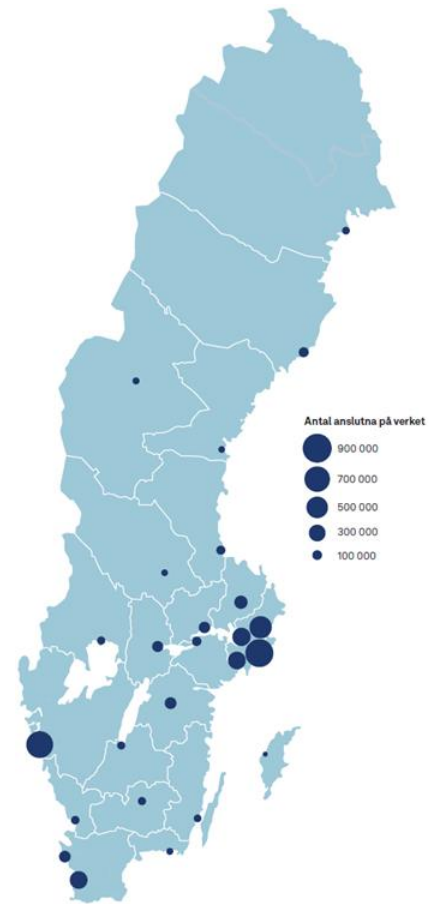
³⁸ Data över antal anslutna är hämtat från Svenska miljörapporteringsportalen och data över antal invånare per län är hämtat från Statistiska centralbyrån (SCB).

Tabell 3. Sveriges största avloppsreningsverk per län. Antal och andelar anslutna personer.

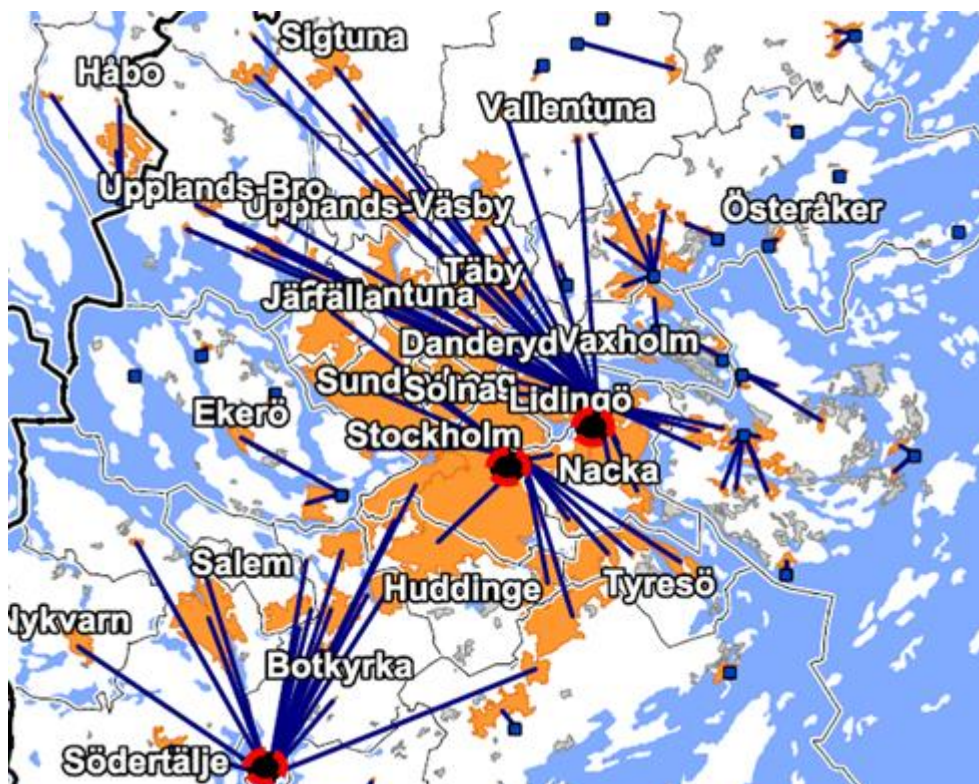
Länskod	Län	Invånare i länet (SCB 2021)	Antal anslutna till miljörapporteringskyldiga kommunala avloppsreningsverk i länet (Miljörapport SMP 2020)	Andel anslutna per invånare i länet	Antal anslutna på verket	Andel anslutna på verket jämfört med totala invånare i Sverige	Andel anslutna på verket jämfört med totala invånare i länet	Andel anslutna på verket jämfört med totalt anslutna i länet	Utvalda verk i länet: Samtliga anslutna som andel av länets alla anslutna	Namn på avloppsreningsverket
01	Stockholm	2 395 679	2 285 309	95%	870 000	8%	36%	38%	93%	HENRIKSDALS RENINGSVERK
01	Stockholm	2 395 679	2 285 309	95%	551 790	5%	23%	24%	93%	KÄPPALAVERKET
01	Stockholm	2 395 679	2 285 309	95%	370 000	4%	15%	16%	93%	BROMMA RENINGSVERK
01	Stockholm	2 395 679	2 285 309	95%	343 892	3%	14%	15%	93%	HIMMERFJÄRDSVERKET
03	Uppsala	389 491	306 183	79%	192 300	2%	49%	63%	63%	Uppsala Avloppsreningsverk
04	Södermanland	299 641	219 389	73%	94 955	1%	32%	43%	43%	Eskilstuna Avloppsreningsverk
05	Östergötland	467 510	388 916	83%	152 500	1%	33%	39%	39%	ARV NYKVARNVERKET
06	Jonköping	365 369	274 037	75%	70 878	1%	19%	26%	26%	Simsholmens ARV
07	Kronoberg	202 274	133 726	66%	72 265	1%	36%	54%	54%	Våxjö avloppsreningsverk
08	Kalmar	246 152	174 769	71%	64 566	1%	26%	37%	37%	KALMAR ARV, Tegelviken
09	Gotland	60 288	32 900	55%	26 500	0%	44%	81%	81%	Visby avloppsreningsverk
10	Blekinge	158 871	122 888	77%	52 677	1%	33%	43%	43%	Koholmens avloppsreningsverk
12	Skåne	1 391 075	1 184 746	85%	347 200	3%	25%	29%	42%	Sjölunda Avloppsreningsverk
12	Skåne	1 391 075	1 184 746	85%	148 000	1%	11%	12%	42%	Öresundsverket, AVR
13	Halland	337 361	297 137	88%	78 190	1%	23%	26%	26%	Västra Strandens arv (Halmstad
14	Västra Götaland	1 735 879	1 359 959	78%	797 485	8%	46%	59%	59%	Gryaab AB Ryaverket
17	Värmland	282 762	202 556	72%	72 501	1%	26%	36%	36%	Sjöstadsverket
18	Örebro	305 653	226 608	74%	134 066	1%	44%	59%	59%	Skebäcks Avloppsreningsverk
19	Västmanland	277 645	244 568	88%	143 906	1%	52%	59%	59%	Kungsängens reningsverk
20	Dalarna	287 839	245 105	85%	47 950	0%	17%	20%	20%	BORLÅNGE ARV, f.d.FAGERSTA ARV
21	Gävleborg	287 530	215 865	75%	90 355	1%	31%	42%	42%	Duvbackens avloppsreningsverk
22	Västernorrland	244 607	175 397	72%	49 129	0%	20%	28%	28%	Tivoliverket
23	Jämtland	131 356	123 863	94%	53 100	1%	40%	43%	43%	Gövikens avloppsreningsverk
24	Västerbotten	273 319	199 815	73%	107 735	1%	39%	54%	54%	Öns avloppsreningsverk
25	Norrbottn	249 505	214 254	86%	65 000	1%	26%	30%	30%	Uddebo avloppsreningsverk
Totalt, Sverige		10 389 806	8 627 990		4996940					
Totalt antal anslutna till miljörapporteringskyldiga avloppsreningsverk, andel av totala invånare i Sverige				83%						
Antal anslutna på utvalda avloppsreningsverk, andel av totalt anslutna på miljörapporteringskyldiga avloppsreningsverk								58%		



Figur 2. De nio största avloppsreningsverken i Sverige



Figur 3. De nio största reningsverken, kompletterat med det största avloppsreningsverket i varje län



Figur 4. Stockholmsområdets fyra största reningsverken (svarta punkter) och deras kända anslutningar (blå streck) till tätorter vid en undersökning 2010. I syd: Himmerfjärdsverket. Centralt: Henriksdals och Bromma reningsverk (representeras av en punkt tillsammans). Vid Lidingö: Käppalaverket.³⁹

Utifrån Figur 4 blir det tydligt att provtagning vid exempelvis Käppalaverket på Lidingö förutom närboende även fångar in invånare från ett brett spann av andra tätorter som sträcker sig hela vägen ut mot Nacka i syd till Upplands-Väsby, Vallentuna och Sigtuna i norr. Exemplet visar på vikten av att ta hänsyn till avloppsledningsnätens utbredning i såväl planering av provtagning och tolkning av resultat som vid inriktning av eventuella åtgärder baserade på resultaten.

Sett till användbarheten i övervakningen av SARS-CoV-2 bör en avvägning göras mellan att å ena sidan täcka in ett så stort antal invånare som möjligt via provtagning på stora centraliserade avloppsreningsverk, och å andra sidan möjligheten att tidigt kunna fånga upp lokala utbrott, vilket kan kräva provtagning på mindre verk och pumpstationer.

I arbetet med att identifiera vilka avloppsreningsverk som bör omfattas av övervakning behövs regional och lokal kännedom om avloppsnätens utformning och samordning mellan smittskyddsmyndigheter. Smittskyddsmyndigheterna bör ha kunskap om behov och användbarhet av data, och huvudmännen för avloppsreningsverkens har kunskap om avloppsledningsnätens utbredning, antal anslutna personer och andrafaktorer som behöver vägas in i databearbetningen

³⁹ SMED, 2010.

(normalisering av resultaten). Exempel på sådana faktorer är säsongvariationer i flöde och belastning, typ av ledningsnät (avlopp kombinerat med dagvatten eller separerat), uppehållstider, andel tillskottsvatten och industribelastning. Vid valet av utgångspunkt för övervakningen bör man därför ta hänsyn till avloppsreningsverkens verksamhet och avloppsledningsnätets utbredning än att utgå från geografiska skärningar eller begrepp som stad eller tätort.

5.2.2 Val av provtagningsfrekvens

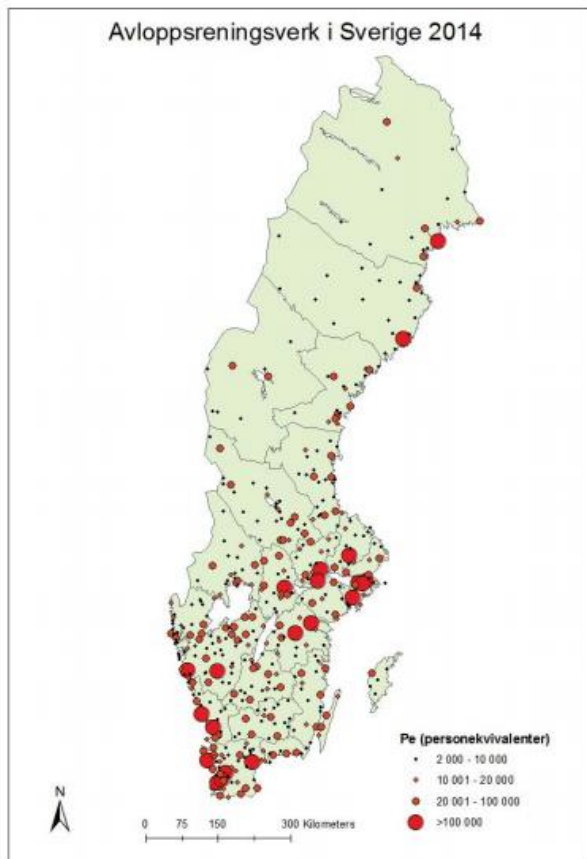
För att bestämma antalet viruspartiklar i avloppsvattnet anger EU-rekommendation en minsta provtagningsfrekvens på 1–2 prover per vecka beroende på smittläge. Provtagningsfrekvensen bör justeras över tid och med avseende på omständigheterna för smittspridningen för, att passa de enskilda ländernas eventuella behov. Exempelvis kan en varierande provtagningsfrekvens över olika delar av landet vara motiverad för att fokusera resurser utifrån varierande behov.

En högre provtagningsfrekvens kan vara motiverad till en början för att snabbt bygga upp ett dataunderlag som kan användas som en baslinje som framtida förändringar kan jämföras mot. Det kan även finnas ett egenvärde i att stresstesta hela övervakningssystemet tidigt så att eventuella flaskhalsar i logistikkedjorna för både fysiska prover och information kan identifieras och åtgärdas. Under perioder med bedömt lägre risk för smittspridning kan sedan frekvensen skalas ner, för att minska kostnaderna, till dess att smittläget och behovet av övervakning motiverar ökad frekvens igen.

5.2.3 Nuvarande övervakning i avloppsreningsverk i Sverige

Avloppsreningsverkens krav på provtagning av avloppsvatten utgår från ett behov av att följa reningsprestanda och utsläpp av övergödande och sjukdomsframkallande ämnen i syfte att skydda hälsa och miljö. System för inrapportering av resultat i den svenska miljörapporteringsportalen och tillsyn är anpassade för en lågfrekvent (årlig) uppföljning och sker vid redovisning av miljörapport.

Reningsverkens krav på rening och kontroll regleras främst i Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2016:6). Kontrollkraven varierar med avloppsreningsverkets storlek och styrs av tillståndsgiven eller anmäld anslutning. Större avloppsreningsverk träffas i allmänhet av strängare krav på både utsläpp och provtagningsfrekvens där dagliga prover i form av flödesproportionella veckosamlingsprov är den högsta föreskrivna provtagningsfrekvensen. Se avsnitt 7.3.2 nedan.



Figur 5. Lokalisering av avloppsreningsverk större än 2000 pe⁴⁰

År 2018 fanns totalt 426 tillståndspliktiga avloppsreningsverk i Sverige, det vill säga med en belastning motsvarande minst 2000 personekvivalenter (pe)⁴¹. Knappt hälften av avloppsreningsverken är större än 10 000 pe och av dessa är 23 större än 100 000 pe. I Figur 5 illustreras de svenska reningsverken lokalisering 2014.

Erfarenheten från de pågående pilotprojekten i Sverige (se kapitel 4 ovan) där reningsverken deltagit på frivillig basis är att personalen vid de deltagande avloppsreningsverken har kunnat genomföra den extra provtagningen för analys av SARS-CoV-2 inom ramen för den ordinarie verksamheten även om det inneburit en viss extra arbetsbelastning. Detta extraarbete i form av provhantering, konservering med kylning, paketering inför transport och sammanställning av driftsdata och samordning, motsvarande ungefär 2,5 timmar extra arbete per prov.

⁴⁰ Naturvårdsverket, 2017.

⁴¹ Personekvivalenter är ett mått på ett avloppsreningsverks storlek som fångar upp både antal anslutna personer och anslutna industrier.

5.3 Transport av prover till laboratorium

Ett moment som identifierats som viktig för att säkerställa en bra provhantering och snabbare analys svar är logistiken och transporten av prov från reningsverket till laboratoriet. I vissa fall har analysen lagts till som en del i det ordinarie analyspaketet hos en redan upphandlad leverantör av analyser, vilket också inneburit att provhantering och transport görs tillsammans med ordinarie prover. I andra av de pågående projekten har forskargruppen ordnat med provtagningsmaterial, transportemballage och beställning av transporttjänst som hämtar upp proven vid avloppsreningsverket.

I Finland ansvarar Institutet för välfärd och hälsa (THL) för det nationella programmet för övervakning av SARS-CoV-2 (se avsnitt 3.1). THL har ett system där det centrala laboratoriet i Kuopio skickar ut kylboxar med temperaturlogg, provtagningsflaskor och adressetiketter till de deltagande reningsverken för att säkerställa en effektiv hantering och proverna. Ett dygnsprov i veckan tas ut söndag-måndag och skickas sedan till laboratoriet i Kuopio. Proverna skickas per vanlig postgång och det tar som längst 24 h innan det når laboratoriet. I Holland ansvarar National institute for Public Health and the Environment (RIVM) för det nationella övervakningsprogrammet och hämtar upp prov från reningsverken med bud för transport till ett centralt laboratorium som genomför analyserna (se avsnitt 3.2). I Danmark har SSI handlat upp transporttjänsten från en kommersiell aktör inför den nationella provtagningskampanj som genomförs i juli 2021 (se avsnitt 3.3).

5.4 Analys av SARS-CoV-2 i avloppsvatten samt databearbetning

Två typer av analyser nämns i EU-rekommendationen. Dels analyser som syftar till att kvantifiera antalet viruspartiklar, via RT-qPCR eller likvärdiga metoder, dels analyser som syftar till att identifiera vilka virusvarianter som förekommer i provet (via sekvensering av virusarvsmassan).

Medlemsstaterna bör enligt EU-rekommendationen se till att analyserna utförs i laboratorier som använder lämpliga metoder under standardförhållanden för kvalitetsstyrning. De bör också se till att laboratorierna deltar i lämpliga kompetensprovningar som organiseras av ackrediterade leverantörer och använder certifierade referensmaterial, om sådana finns. Allt detta för att säkerställa att analysmetoderna är både tillförlitliga och jämförbara mellan länderna.

Rekommendationen beskriver även att förekomsten av virusvarianter bör analyseras regelbundet, helst två gånger i månaden. Detta ska göras på med väl dokumenterade metoder.

Särskilda kvalitetsnormer med standarder för analyser och normalisering för att säkerställa överförbarhet mellan olika platser anges i en bilaga till EU-rekommendationen.

5.4.1 Idag finns olika metoder och protokoll för analys

Provberedning och analys sker idag i flera steg:

- Upparbetning av provet för att erhålla en koncentrerad av viruspartiklar
- RNA-extraktion där viralt RNA renframställs
- Amplifiering ("uppkopiering"), av virusets arvs massa för att få tillräckliga mängder för vidare analys
- Möjliga analyser:
 - Kvantifiering – Hur mycket virus fanns i provet?
 - Sekvensering – Vilka virusvarianter fanns i provet?

En utmaning med analys av SARS-CoV-2 är att det idag finns olika metoder och protokoll vilket medför svårigheter vid jämförelse av data mellan städer och länder. För att bättre kunna relatera den uppmätta mängden viruspartiklar till provtagningspunkten rekommenderas en normalisering. Genom normalisering avseende flöde och användandet av flödesviktade avloppsvattenprover kan mängden virus beräknas. Virusmängden kan även normaliseras genom att hänsyn till antalet personer som är anslutna till reningsverket. En svårighet är dock att mängden virus som utsöndras varierar både mellan infekterade personer och beroende på sjukdomsfas samt virusvariant.

En annan normaliseringsmetod är att relatera mängden SARS-CoV-2 virus till mängden Pepper Mild Mottle Virus (PMMoV), ett vanligt förekommande virus i fekalier. Genom att relatera mängden SARS-CoV-2 till mängden PMMoV ges en ytterligare möjlighet att minska osäkerheter, som till exempel kommer av flödesförändringar i avloppsnäten och varierande temperatur, vilket kan påverka den naturliga nedbrytningen av virusarvs massan och utgör en felkälla vid jämförelser av data insamlade över de olika årstiderna.

Både metoder för analys och normalisering är under utveckling. I kapitel 2 nämns att International Organization for Standardization (ISO) för närvarande arbetar med ett förslag om att ta fram en internationell standardmetod för detektion av SARS-CoV-2, dess varianter och även andra virus i avloppsvatten.

5.4.2 Olika aktörer med kapacitet för analys av prover

Provberedning och analys samt efterföljande databearbetning av resultat är resurs och tidskrävande. Idag finns ett forskningslaboratorium på SLU i Uppsala samt två kommersiella aktörer där analyserna i huvudsak har genomförts utomlands i Tyskland och Danmark. Det finns planer på att utöka den svenska analyskapaciteten både på forskningslaboratorier och hos kommersiella aktörer.

I både Finland och Holland genomförs analys och databearbetning centralt inom ramen för de nationella övervakningsprogrammen som Institutet för välfärd och hälsa (THL) respektive National institute for Public Health and the Environment (RIVM) bedriver. I Danmark har analys av SARS-CoV-2 i avloppsvatten handlat upp av en kommersiell aktör inför den inledande nationella provtagningskampanjen sommaren 2021, men sekvenseringen kommer att genomföras i Statens seruminstututs egen regi.

5.5 Distribution av resultat

EU-rekommendationen beskriver att resultaten av övervakningen omgående bör skickas elektroniskt till de behöriga folkhälsomyndigheterna och därefter till den europeiska utbytesplattformen när den blivit operativ. För att man ska få så tidig varning som möjligt bör resultat av prov registreras så snart som möjligt och helst senast 48h efter provtagning.

EU planerar för en ny myndighet, HERA, som ska underlätta genomförandet av koordinerade insatser inom EU-samarbetet vid kommande kriser⁴². EU-kommissionen kommer tillsammans med medlemsländerna och andra aktörer att ta fram en permanent offentlig databas⁴³.

5.5.1 Erfarenheter från de svenska pilotprojekten, Finland, Nederländerna och Danmark

Det finns idag ingen samlad svensk databas med data från de redan pågående projekten. Projekten i Uppsala, Stockholm, Örebro och Umeå redovisar sina resultat på webbplatsen COVID-19 Data Portal Sweden⁴⁴.

Uppsala och CRUSH Covid är ett omfattande program med en offentlig webbplats och veckovisa rapporter som distribueras till 190 personer och organisationer, se avsnitt 4.1 ovan. Data från Umeå, Örebro och Stockholm distribueras veckovis via e-post till utsedda kontaktpersoner i respektive kommun och region.

I region Östergötland levereras data direkt från det externa laboratoriet till regionens databas. Dessa data används sedan tillsammans med annan information om smittspridningen i samordning och åtgärdsplanering inom region och kommun.

En sammanställning av all tillgänglig information från pågående avloppsvattenbaserad epidemiologi av SARS-CoV-2 globalt är COVIDPoops19⁴⁵. I början av maj 2021 omfattade CovidPoops19 data från 53 länder, 2 100

⁴² Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. COM/2020/724..

⁴³ Communication from the commission to the european parliament, the european council and the council. COM/2021/78.

⁴⁴ Tillgänglig via: https://covid19dataportal.se/data_types/environment/wastewater (2021-06-11).

⁴⁵ Tillgänglig via: <https://www.covid19wbec.org/covidpoops19> (2021-06-14).

avloppsreningsverk och 75 nationella och regionala webbportaler. NORMAN-nätverket har startat en öppen databas för att samla data om SARS-CoV-2 i avloppsvatten.⁴⁶

I Finland och Nederländerna har de ansvariga instituten tagit fram egna databaser och webbportaler där resultaten från övervakningsprogrammets analyser redovisas, se avsnitt 3.1 respektive 3.2 ovan. I Danmark ingår framtagandet av en nationell databas i Statens seruminstituts (SSI) arbete med den nationella provtagningskampanjen sommaren 2021.

5.5.2 Möjligheten att hantera data i Folkhälsomyndighetens nationella liksom europeiska rapporteringssystem

De rapporteringssystem som används av Folkhälsomyndigheten är inte lämpliga att använda för att samla in, analysera och rapportera data från avloppsvatten eftersom de baseras på data från individer. Detta innebär särskilda säkerhetsåtgärder för persondata som inte är tillämpliga för rapportering av avloppsvattendata. Därtill passar formaten för rapportering inte ihop. SmiNet är ett sådant exempel som används för att på individnivå anmäla smittsamma sjukdomar som är anmälningspliktiga enligt smittskyddslagen. Systemet baseras på kontinuerliga anmälningar från behandlande läkare och kliniska mikrobiologiska laboratorier.

System för att samla och rapportera resultat från avloppsanalyser behöver sannolikt sättas upp separat från andra redan befintliga system. Att sätta upp en ny rapporteringsdatabas skulle vara resurskrävande och ägandeskap av data kompliceras när flera nivåer av aktörer är involverade. Det lämpligaste vore troligen att de aktörer som utför analyserna, och därmed har god kännedom om data och metoder, även ansvarar för utformning och förvaltning av systemen. Från dessa system kan resultat rapporteras vidare till berörda intressenter och internationella organisationer samt bidra till Folkhälsomyndighetens samlade bild av covid-19-pandemin. Den svenska övervakningen av covid-19 består av många olika datakällor som alla bidrar till en helhet.

⁴⁶ Lundy et al., 2021, samt NORMAN-nätverkets hemsida om NORMAN – SCORE “SARS-CoV-2 in sewage” joint initiative <http://www.normandata.eu/?q=node/361> (2021-06-18)

6. Kostnader förknippade med övervakningen

I det här avsnittet redovisas en översiktlig kostnadsbild för att upprätta en systematisk övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten i Sverige.

Kostnadsuppskattningarna är gjorda utifrån de internationella kontakter samt kontakter med pilotprojekt i Sverige som tagits under uppdragets genomförande.

6.1 Kostnad för provtagning

Kostnadsuppskattning för extra provtagning innefattar kostnader för utrustning för automatisk provtagning, personal som hämtar upp samlingsproven och förbereder dem för upphämtning och vidare transport.

Avloppsreningsverken som de svenska pilotprojekten hittills har omfattat har kunnat genomföra provtagningen inom ordinarie verksamhet och ingen investering i ny utrustning har krävts. Det extra uttaget av prov har tagit cirka 2 timmar per prov, inklusive provhantering samt paketering före transport. Därtill kommer cirka en halv timme per vecka för sammanställning av driftsdata och samordning. Med en antagen timkostnad om 600 kronor per timme blir kostnaden för provtagning i avloppsreningsverken cirka 1 500 kronor per prov

6.2 Kostnad för transport av prov

Transportkostnaden beror på hur långt provet ska transporteras, prioritet samt val av leverantör. Kostnaden för att i Sverige transportera prover nationellt med bud uppskattas i denna överslagsberäkning till cirka 1000 kronor per transport.

Som jämförelse, kostar transporterna av samtliga prover i Finland cirka 3000 € per månad. Det omfattar ett prov per vecka från 28 avloppsreningsverk där Institutet för välfärd och hälsa (THL) skickar kylväskor, provtagningsflaskor och instruktioner till avloppsreningsverken, som sedan skickar tillbaka proverna i kylväskorna till THL. Transporten sker med den vanliga posthanteringen. I Danmark budgeteras 243 000 danska kronor för transport inom provtagningskampanjen i juli (20 reningsverk, 30 dagar inklusive helger)

6.3 Kostnad för analys vid laboratorium

Kostnader för laboratorieanalys av vattenprover inklusive databearbetning uppskattas till cirka 2000 kronor per prov. Detta oavsett om analysen görs vid ett kommersiellt laboratorium eller vid ett universitet. Cirka hälften av kostnaden är arbetstid (lönekostnad) och hälften laboriekostnaden (kostnad för köpta varor och tjänster som använts som insats i produktionen, förbrukningsvärde). Kostnaden är beroende av metodval, standardisering av metod och kan komma att förändras med tiden. I uppskattningen ingår inte kostnader för investeringar i ny utrustning.

För den danska kampanjen i juli 2021 som omfattar 600 prover budgeteras 600 000 danska kronor för analys av SARS-CoV-2 vid kommersiellt laboratorium samt 352 000 danska kronor för sekvensering i egen regi (exklusive personalkostnad).

6.4 Uppskattning av kostnad för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten i Sverige

Vad den löpande kostnaden för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten skulle bli beror framförallt på hur många avloppsreningsverk som ska provtas och hur många prover som ska tas per vecka. I kostnadsuppskattningarna ovan blir priset för provtagning, transport och laboratorieanalys 4 500 kronor per prov. Utöver det tillkommer även drift och underhåll av en databas (inklusive webbportaler för rapportering av data och tillgängliggörande av resultat) samt samordning mellan involverade aktörer och arbetstid för eventuella upphandlingar.

Minimum enligt EU-rekommendationen är att alla större städer över 150 000 invånare provtas två gånger i veckan. I Sverige skulle det innebära provtagning två gånger per vecka i nio avloppsreningsverk, totalt 18 prov, vilket uppskattningsvis skulle kosta 81 000 kronor per vecka. I ett utökat scenario med provtagning i samtliga regioner skulle 25 avloppsreningsverk omfattas, totalt 50 prov, vilket uppskattningsvis skulle kosta 225 000 kronor per vecka. I perioder med låg smittspridning kan det räcka med ett prov i veckan, vilket då ger halverade kostnader.

Utöver de löpande kostnaderna finns initialt även investeringskostnader för utrustning för provtagning och laboratorieanalyser, utveckling av analysmetoderna samt upprättande av ett rapporteringssystem (databas med webbportal för inmatning och eventuellt gränssnitt för publicering av resultat på webben). Det tillkommer även administrativa kostnader för samordning, upprättande och utveckling av övervakningssystemet som helhet. Det här är en ny arbetsuppgift och varken Naturvårdsverket eller Folkhälsomyndigheten har en befintlig struktur för att arbeta med dessa frågor.

I Finland kostar övervakningen uppskattningsvis 300 000 € per fyra månader (900 000 € per år). Det inkluderar bland annat analys i laboratorium, rapportering av resultat, framtagande av databas och webbportal samt utveckling analysmetoder. I Danmark budgeteras kostnaden för den inledande övervakningskampanjen sommaren 2021 till 16 miljoner danska kronor. Det omfattar planering och genomförande av provtagning vid 20 avloppsreningsverk varje dag under juli månad. 1,2 miljoner danska kronor är budgeterade för avloppsreningsverkens medverkan. Därutöver budgeteras 243 000 danska kronor för transport, 600 000 för analys av SARS-CoV-2, 352 000 för sekvensering (exklusive personalkostnad) samt 900 000 danska kronor för etableringen av en databas.

7. Reglering av övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten

I uppdraget ingår att lämna nödvändiga författningsförslag. I det här kapitlet resonerar Naturvårdsverket kring hur reglering av övervakningen av SARS-CoV-2 i avloppsvatten bör utformas och olika möjliga lagrum var detta kan göras. Vi beskriver även avloppsreningsverkens uppdrag och hur det regleras. Slutligen skissar vi ett exempel på hur reglering av övervakningen skulle kunna se ut.

7.1 Utformning av nya regler

Utformningen av systemet för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten och regleringen av densamma bör rimligen styras av behovet av en sådan övervakning. Ansvar för olika aktörer, inklusive hur övervakningssystemets olika steg ska finansieras, behöver klargöras för att det ska vara möjligt att föreslå konkreta författningsförslag för att Sverige ska kunna påbörja övervakning enligt EU-rekommendationen.

De olika stegen i övervakningen är

- Provtagning vid avloppsreningsverk
- Transport av prov till laboratorium
- Analys vid laboratorium inklusive databearbetning samt rapportering av analysresultat
- Distribution av data inklusive tolkning och sammanställning av analysresultat, lagring av data samt plattform för tillgängliggörande av data.

7.1.1 Val av reningsverk samt reglering av deras ansvar

EU:s rekommendation för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten beskriver hur åtminstone städer större än 150 000 invånare bör omfattas. I Sverige skulle ett alternativ för att leva upp till rekommendationen vara att utgå från de största avloppsreningsverken, som har cirka 150 000 anslutna, eller fler. Att utgå från belastningen till reningsverket, bedömer Naturvårdsverket är fullt förenligt med rekommendationen, men bättre anpassat till svenska förhållanden. Det skulle i så fall i Sverige bli fråga om nio avloppsreningsverk i de fyra största tätorterna samt Linköping. Merparten av dessa nio avloppsreningsverk ingår i de pilotprojekt som pågår (se kapitel 4).

Såsom Folkhälsomyndigheten skriver i kapitel 2, behöver den faktiska nyttan av övervakningen i smittskyddsarbetet fortsatt utvärderas. Nyttan och behovet av övervakningen bör vara styrande för hur regleringen av provtagning utformas.

De nio största avloppsreningsverken begränsar övervakningen till de mest befolkningstäta områdena i sydöstra Sverige och kring Stockholm. För nyttan och

användbarheten kan det finnas behov att övervaka en större del av Sverige (sett till geografi). Större avloppsreningsverk (10 000 pe eller mer) omfattas idag av krav som gör att de har utrustning för dygnsprovtagning på inkommande vatten. I Sverige finns idag cirka 200 avloppsreningsverk i den storleksklassen.

Det kan även finnas behov av att övervaka mindre reningsverk, pumpstationer eller särskilda inrättningar som exempelvis flygplatser eller äldreboenden. Det skulle innebära en större insats med nya provtagningsrutiner och därmed ge större konsekvenser för berörda. Vid provtagning vid mindre reningsverk och pumpstationer behöver även etiska aspekter tas i beaktande.

Avloppsreningsverkens verksamhet finansieras genom en speciell taxa, VA-taxan, som regleras via lagen om allmänna vattentjänster (2006:412). Medel från VA-taxan kan dock inte användas för att finansiera den övervakning som EU-rekommendationen gäller. Detta beskrivs närmare i avsnitt 7.3 nedan.

7.1.2 Ansvar för övervakningssystemet som helhet

Så som beskrivs i kapitel 5 är det många aktörer inblandade (avloppsreningsverk, transportörer, laboratorier samt de aktörer som har behov av resultatet från övervakningen). Det är även många vägval kvar att ta ställning till, exempelvis att avgöra vilken geografisk täckning för provtagning som motsvarar behoven (väga kostnad för övervakning mot nytta av densamma), ta ställning till vem som bör utföra analyser och hur rapporteringssystemet bör vara uppbyggt.

Det är även möjligt att behovet av övervakningen av SARS-CoV-2 i avloppsvatten bäst avgörs av smittskyddsfunktioner på regional och lokal nivå, eller i kombination med den statliga nivån. För att implementera EU-rekommendationen i Sverige och få övervakningssystemet på plats behövs troligen en central myndighet i funktionen som ”nationell samordnare”. Folkhälsomyndigheten är den centrala myndighet som kan avgöra nytta med övervakningen och bör därmed få rollen som nationell samordnare. Naturvårdsverket kan stödja arbetet med kunskap om avloppsreningsverkens verksamheter.

7.1.3 Utökad avloppsvattenbaserad övervakning

Avloppsvattnets sammansättning speglar många samhällsaspekter och återkommande analyser av orenat avloppsvatten kan ha värden som går utöver smittövervakning i en pandemisk kontext. Utifrån konstaterad nytta från internationella erfarenheter och om bestämmelser om övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten införs, bör annan övervakning övervägas. Som nämnts i kapitel 3 finns i våra grannländer exempel på både övervakning av andra patogener, i syfte att öka beredskap i händelse av icke-pandemiska sjukdomsutbrott, och inhämtande av annan information som kan vara till nytta i folkhälsoarbete, exempelvis indikationer om förekomst och användande av droger samt förekomst av antibiotikaresistens.

7.2 Olika möjliga lagrum för reglering av övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten

Naturvårdsverket har gjort en översiktlig genomgång i vilken lagstiftning bestämmelser om övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten skulle kunna placeras.

7.2.1 Miljöbalken

I miljöbalkens 9 kapitel finns vissa regler som rör hälsoskydd som härstammar från den äldre hälsoskyddslagen före miljöbalken. Det finns också en specifik regel om smittspridning (miljöbalken 9 kap. 15 §) av något senare datum. Denna bestämmelse handlar en specifik situation avseende objektburen smitta eller smitta hos sällskapsdjur som kompletterar smittskyddslagens bestämmelser om smittspårning som gäller när en människa riskerar att sprida smittsam sjukdom vidare. Enligt bestämmelsen i miljöbalken gäller att vid misstanke om att ett sällskapsdjur eller objekt bär på allvarlig smittsam sjukdom som kan föras över till människa ska kommunen vidta smittspårning och undanröja risk för smittspridning.

Det är således i absoluta undantagsfall som miljöbalken reglerar möjligheter till smittövervakning, då miljöbalkens primära syften är att skydda miljön eller hälsa från olika olägenheter och skador, inte att förhindra och spåra smitta.

Bestämmelserna om objektburen smitta eller då ett sällskapsdjur bär på en smittsam sjukdom är ett undantag, som är något ”udda” i förhållande till miljöbalkens övriga bestämmelser.

Naturvårdsverket bedömer att en lösning genom bestämmelser i miljöbalken eller dess följdförfattningar inte bör vara en förstahandslösning för att reglera övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten. De regler som finns idag i miljöbalken och som gäller smittspridning kopplar endast till objektburen smitta eller smitta hos sällskapsdjur, vilket det inte är fråga om när det gäller att införa regler om provtagning för smittspårning i ett avloppsreningsverk. En ny bestämmelse i 9 kap. skulle därför antagligen krävas.

Om regeringen ändå anser att en reglering bör placeras i miljöbalken, bedömer Naturvårdsverket att regler om övervakning av smittspridning i ett avloppsverk i så fall bäst passar i 9 kap. tillsammans med övriga regler om hälsoskydd. Troligen behöver det i så fall införas en ny bestämmelse i 9 kap. som rör möjligheten att provta för smittspårning i en miljöfarlig verksamhet.

REVIDERING AV AVLOPPSDIREKTIVET

Som beskrivs nedan i kapitel 7.3 har Sverige huvudsakligen genomfört EU:s avloppsdirektiv genom Föreskrifter om avloppsreningsverkens krav på rening och kontroll (NFS 2016:6). I föreskrifterna framgår bland annat de specifika krav som huvudmannen för ett avloppsreningsverk (med tillstånd) ska rapportera.

Avloppsdirektivet har under 2020 öppnats upp för revidering. Kommissionen har en tidplan som innebär att ett förslag till reviderat direktiv ska vara färdigt i början av 2022.

Frågan om att inom EU reglera smittövervakning har tagits upp i samband med konsultationer under arbetet med revideringen. Det har inte framgått på vilket sätt en reglering kan komma att ske och om ett alternativ skulle kunna vara en reglering i avloppsdirektivet. Det senare bedöms vara mindre sannolikt, bland annat med tanke på den tid det tar innan ett nytt direktiv kan träda i kraft ställt i relation till EU:s tydliga ambition med att få ett övervakningssystem för SARS-CoV-2 på plats under hösten 2021. Naturvårdsverket har i konsultationssvar uttryckt tveksamhet kring om avloppsdirektivet är en lämplig rättsakt för att hantera smittspridningsfrågor.

Oavsett vad direktivsrevisionsprocessen landar i så kommer det dröja ytterligare några år innan de nya reglerna kan träda i kraft. Både tidsaspekten och osäkerheten kring var EU vill lägga eventuell smittövervakningsreglering talar för att eventuella svenska bestämmelser kopplade till övervakning av virus i avloppsvatten åtminstone tills vidare bör hållas frånskild från övrig reglering av avloppsreningsverken.

7.2.2 Smittskyddslagen

Naturvårdsverket och Folkhälsomyndigheten bedömer att inte heller är smittskyddslagen är lämplig för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten.

7.2.3 Lag om kommuners och regioners åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap

Denna lag ålägger kommuner att ha en civil beredskap för olika typer av kriser och extraordinära händelser. Kommunerna ska bland annat ha en krisberedskapsplan och en särskild krisledningsnämnd som kan aktiveras vid extraordinära händelser.

Naturvårdsverket kan konstatera att denna reglering avser planering och system för beslutsfattande vid extraordinära händelser, med saknar krav som rör specifika verksamheter. Istället är det kommunen som i en krisberedskapsplan ska lista olika typer av händelser, och identifiera vilken krisberedskap som behövs. Lagen är mer inriktad på civilförsvaret, och att det finns en organisation för planering och beslutsfattande. Naturvårdsverket bedömer därför att denna lag inte är lämplig för bestämmelser om övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten.

7.2.4 Lagen om skydd mot olyckor

Denna lag reglerar, förutom räddningstjänsten, även vissa myndigheters uppgifter att samordna och planera för olyckor. En pandemi kan dock inte betraktas som en olyckshändelse och Naturvårdsverket gör därför bedömningen att denna lag

sannolikt inte är lämplig för bestämmelser om övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten.

7.2.5 En särskild pandemilag

Naturvårdsverket har inte närmare insyn i regeringens arbete med att införa en permanent pandemilag, som framgår av regeringens webbplats med frågor och svar om den tillfälliga pandemilagen⁴⁷. Naturvårdsverket gör bedömningen att en reglering av övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten lämpligast placeras i den särskilda pandemilagen som utarbetas. Om lagstiftningsarbete pågår bör det också vara relativt enkelt att inkludera denna typ av övervakningsregler i den nya lagen.

Det är också i en motsvarande pandemilag som Danmark placerat sina motsvarande regler om övervakning i avloppsreningsverk (se avsnitt 3.3). Danmarks förslag till lagändring motiveras av att möjliggöra provtagning vid avloppsreningsverk för övervakning av SARS-CoV-2 trots att det ligger utanför avloppsreningsverkens huvuduppdrag. Lagförslaget reglerar även att de deltagande reningsverken ska ersättas för sin arbetstid. Motsvarande problematik finns även i Sverige (se avsnitt 7.3).

7.3 Reglering av avloppsreningsverkens verksamhet

7.3.1 Tillståndssystemet

I 9 kapitlet miljöbalken regleras miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Verksamheter som släpper ut avloppsvatten i mark, vattenområden eller grundvatten är exempel på sådan miljöfarlig verksamhet (9 kap, 1 § 1). I 9 kap. (9 kap. 6 §) bemyndigas regeringen att meddela föreskrifter om tillstånd- och anmälningsskyldighet för miljöfarlig verksamhet. Regeringen har meddelat sådana föreskrifter genom miljöprövningsförordningen (2013:251).

Miljöfarliga verksamheter delas upp i A-, B-, C- och U-verksamheter. Hur viss verksamhet klassas framgår av miljöprövningsförordningen (2013:251). A- och B-verksamhet är tillståndspliktiga, medan C-verksamhet endast är anmälningsskyldigt till tillsynsmyndigheten. U-verksamheter är verksamheter som är miljöfarlig verksamhet enligt 9 kapitlet miljöbalken men varken är A- B- eller C-verksamheter.

Miljötillstånden prövas mot miljöbalkens regler och är ansökningsmål, det vill säga att det är verksamhetsutövaren som tar fram det huvudsakliga prövningsunderlaget

⁴⁷ Se Regeringens hemsida om Frågor och svar om den tillfälliga pandemilagen. Uppdaterad 27 maj 2021. <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/regeringens-arbete-med-coronapandemin/om-halsovard-sjukvard-och-aldreomsorg-med-anledning-av-covid-19/fragor-och-svar-om-den-tillfalliga-pandemilagen/> (2021-06-24).

och ansöker om tillstånd. Av 28 kap. miljöprövningsförordningen följer att avloppsreningsverk som omfattas av lagen om allmänna vattentjänster (se avsnitt 7.3.3) och som tar emot avloppsvatten med en föroreningsmängd om 2000 pe eller mer är så kallad B-verksamheter. Det innebär att tillstånd i första instans prövas av Miljöprövningsdelegationen hos länsstyrelsen. I ett miljötillstånd anges tillståndets ram (omfattning) samt ställer upp ett antal villkor med försiktighetsmått och skyddsåtgärder som verksamhetsutövaren måste följa för att upprätthålla tillståndet, med grund i miljöbalkens övriga regler. Avloppsverk mer än 200 pe men mindre än 2000 pe är C-verksamheter. En C-verksamhet anmäls till tillsynsmyndigheten (kommunen), som svarar med ett föreläggande med olika nödvändiga försiktighetsmått.

7.3.2 Föreskrifter om avloppsreningsverkens krav på rening och kontroll (NFS 2016:6).

Av miljöbalken 26 kap. 20 § följer att en miljöfarlig verksamhet som omfattas av tillståndsplikt (A- eller B-verksamhet) ska lämna en årlig miljörapport till den tillsynsmyndighet som utövar tillsyn över verksamheten. Paragrafens utformning innebär att endast verk som tar emot avloppsvatten från tätbebyggelse med en belastning motsvarande 2000 pe eller mer har en skyldighet att göra en miljörapport. Egenkontroll i sig ska dock alla yrkesmässiga verksamhetsutövare utföra oavsett storlek, men den är då inte formaliserad till en särskild rapportform med krav på vad den ska innehålla. Miljöbalkens krav på verksamhetsutövares egenkontroll återfinns i miljöbalken 26 kap. 19 §.

I miljöbalken, förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd samt förordningen (1998:901) om verksamhetsutövares egenkontroll finns bemyndigande som gör att Naturvårdsverket har meddelat föreskrifter om avloppsreningsverkens krav på rening och kontroll (NFS 2016:6).

Av dessa föreskrifter framgår i bilaga 6 de specifika krav som huvudmannen för en anläggning med tillstånd att rapportera. Kontrollkraven varierar med avloppsreningsverkens storlek och motsvarar i princip avloppsdirektivets (91/271/EEG) krav, även om det i föreskrifterna finns några krav som inte härstammar från direktivet. Det innebär att Naturvårdsverkets föreskrifter utgör Sveriges huvudsakliga genomförande av direktivet.

7.3.3 Lagen om allmänna vattentjänster (2006:412)

Lagen om allmänna vattentjänster (2006:412) och miljöbalken gäller parallellt och som beskrivs ovan är avloppsreningsverk inklusive ledningsnätet miljöfarlig verksamhet enligt 9 kapitlet miljöbalken (som beskrivs ovan i 7.2.1). Både större och mindre reningsverk är i allmänhet kommunala och lyder under lagen om allmänna vattentjänster.

Det är lagen om allmänna vattentjänster (2006:412) som beskriver när det allmänna (kommunen) måste ordna säker vattenförsörjning och avlopp. Kommunens

skyldighet att anordna vattentjänster regleras i lagens 6 §. Av denna paragraf följer att om det behövs med hänsyn till skyddet för människors hälsa eller miljön att vattenförsörjning eller avlopp ordnas i ett större sammanhang, för viss befintlig eller blivande bebyggelse, ska kommunen bestämma det verksamhetsområde inom vilken vattentjänsterna behöver ordnas samt se till att behovet snarast tillgodoses.

Kommunal vattenförsörjning och avlopp finansieras i huvudsak av genom att fastighetsägare betalar avgifter, så kallad VA-taxa, för de tjänster som kommunen tillhandahåller. Att ta emot avloppsvatten är en sådan tjänst om kommunen enligt lagen måste tillhandahålla. Det är inte tillåtet att använda dessa avgifter för att finansiera uppgifter som inte tillhör huvuduppdraget, eftersom VA-taxan är avgifter från ett visst kollektiv och inte en skatt. Det finns inget förbud i lagen om allmänna vattentjänster mot att vissa kostnader att tillhandahålla vattentjänster ändå är skattefinansierade, till exempel för att hålla VA-taxan så låg som möjligt, men det är vanligt att anläggningen är helt finansierad via VA-taxan.

Med nuvarande lagstiftning omfattas inte övervakning av SARS-CoV-2 i verksamhetsutövarens uppdrag eftersom analysresultaten inte används för uppföljning av efterlevnad av miljötillstånd eller kraven i föreskrift om avloppsreningsverkens krav på rening och kontroll (NFS 2016:6) utan efterfrågas av kommun, region eller staten för att användas som ett verktyg i övervakningen av SARS-CoV-2. Därmed måste dessa kostnader istället finansieras genom skattemedel.

7.4 Skiss över hur reglering kan utformas

Övervakning av SARS-CoV-2 i kommunalt avloppsvatten

X § Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får, för att följa smittspridningsförhållanden av SARS-CoV-2 och dess varianter, i samråd med smittskyddsläkaren begära att en verksamhetsutövare för en allmän VA-anläggning enligt lagen om allmänna vattentjänster (2006:412) ska ta prover på inkommande avloppsvatten eller på ledningsnätet.

Anmärkning: Om man ska ha en storleksgräns på ansvaret kan gränser inom miljörapporteringen övervägas, exempelvis 2 000, 10 000 eller 100 000 pe. Regeln skulle även kunna preciseras utan en fast storleksgräns för ett avloppsreningsverk, exempelvis till ett eller flera kommunala reningsverket i varje län, ett visst antal totalt anslutna till avloppsledningsnätet eller liknande. Hur många reningsverk i Sverige som ska omfattas av regleringen är en fråga som behöver bedömas utifrån behovet och användbarheten av data. Verksamhetsutövare som ligger över 10 000 pe-gränsen kommer att ha lättare att anpassa sig efter nya provtagningsrutiner, då större verk redan tar veckoprover pga. krav i Naturvårdsverkets föreskrifter.

X § De verksamhetsutövare för kommunala reningsverk som får en begäran enligt X § ska utföra provtagningen och skicka in proverna för analys enligt anvisningar från regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer. Verksamhetsutövarna ansvarar inte för det arbete eller de kostnader som uppkommer sedan prover har överlämnats för analys.

Anmärkning: Regeln bör antagligen innehålla något mer, som exempelvis hur det regleras att aktuellt avloppsreningsverk får finansiering av det extraarbete som utförs. Provtagningskostnaden bör inte finansieras via VA-taxan och därför måste kommunernas ersättas för sina extrakostnader. Avloppsvattenbaserad epidemiologisk övervakning är ett uppdrag som ligger utanför uppdraget i lagen om allmänna vattentjänster och kan därför inte finansieras via VA-taxan.

X § Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om

1. hur provtagning ska utföras, såsom provtagningsmetod och provtagningsfrekvens,
2. vart proverna ska skickas,
3. skyddsåtgärder, analysmetoder och datarapportering, och
4. sammanställning, bearbetning och tillgängliggörande av analysresultat och slutsatser

X § X-myndigheten är ansvarig för att tillhandahålla ett system för mottagande av analysdata samt vara den myndighet som rapporterar uppgifter till Europeiska unionen.

Anmärkning: Bemyndigande om föreskriftsrätt för övervakning av smittspridning av SARS-CoV-2 i ett avloppsvatten, bör oavsett i vilket lagrum bestämmelserna finns, ges till Folkhälsomyndigheten. Det behövs förståelse för behovet för att kunna ta fram föreskrifter.

8. Slutsatser

Vi kan se att det finns förutsättningar att i Sverige övervaka SARS-CoV-2 i avloppsvatten, inte minst från de pilotprojekt som redan genomförs i Sverige idag.

I EU-rekommendationen uppmanas medlemsstaterna att inrätta lämpliga strukturer som inbegriper behöriga myndigheter för hälsa och avloppsvatten, i syfte att slå samman och koppla ihop relevanta dataset och samordna tolkning och kommunikation av resultat. En viktig fråga att ta ställning till i det fortsatta arbetet är vilken eller vilka aktörer som ska ansvara för och förvalta övervakningen. Ett urval av avloppsreningsverk bör göras, transporter för prover ska ordnas, laboratorieanalyser ska genomföras eller upphandlas och former för datahantering ska byggas upp och sedan förvaltas. Precis som Folkhälsomyndigheten konstaterar i kapitel 2 kommer det kräva en planerad arbetsinsats för både utövare och samordnare för att etablera metoder för övervakning av SARS-CoV-2 i avloppsvatten. Detta bör avgöras utifrån vilket behov man ser av övervakningen och vilken nytta (användbarhet) resultatet förväntas ge.

Det är möjligt att behovet av övervakningen av SARS-CoV-2 i avloppsvatten bäst avgörs av smittskyddsfunktioner på regional nivå. För att få ett övervakningssystem på plats, enligt EU-rekommendationen, behövs troligen en central myndighet i funktionen som nationell samordnare. Folkhälsomyndigheten är den centrala myndighet som kan avgöra nytta med övervakning och bör därmed få rollen som nationell samordnare, och även få ett bemyndigande om föreskriftsrätt. Naturvårdsverket kan stödja arbetet med kunskap om avloppsreningsverkens verksamheter.

Även vilken täckning provtagning av avloppsvattnet bör ha för bästa användbarhet i systemet behöver diskuteras vidare. Man skulle kunna tänka sig att övervakningen påbörjas i mindre skala för att kunna utvärdera och utveckla systemet efter hand. Region Östergötland och Region Uppsala ligger i framkant, tillsammans med flera städer (kommuner) som ingår i olika pilotprojekt som forskare runt om i Sverige driver. Ett annat alternativ är att endast följa de större städernas avloppsreningsverk, som rekommendationen ger riktlinjer för. Detta skulle eventuellt kunna kompletteras med provtagning på särskilt utvalda platser, såsom flygplatser, trafikknutpunkter och större äldreboenden. EU-rekommendationen öppnar för att vid behov komplettera den ordinarie provtagningen med mer intensiva provtagningskampanjer för att närmare följa ökad smittrisk på mindre orter. Det vore därför lämpligt att ta fram en strategi för var provtagning bör göras när utbrott upptäcks.

För att möjliggöra genomförandet av EU-rekommendationen behöver finansieringsfrågan klargöras. I flera andra länder finansieras de nationella övervakningsprogrammen helt eller delvis av staten. I Sverige är den nuvarande

övervakningen som bedrivs till stor del finansierad av forskningsmedel. Region Östergötland avser finansiera avloppsvattenbaserad epidemiologisk övervakning i av samtliga kommuner (i regionen) och det finns även exempel på kommuner som valt att finansiera analyser av SARS-CoV-2 i avloppsvatten för att använda resultatet som en del av sin lokala pandemiövervakning. I flera av de svenska pilotprojekten som beskrivs i kapitel 4 deltar avloppsreningsverken frivilligt. Om det blir ett krav att provta inkommande vatten för övervakning av SARS-CoV-2 behöver avloppsreningsverken ersättas för både arbetstid och eventuella investeringar i provtagningsutrustning.

Slutligen behövs även fördjupad analys av hur reglering av övervakningen ska formuleras och i vilken lagstiftning bestämmelserna ska placeras. Färdiga författningsförslag kan inte föreslås förrän frågor om ansvar och behov tydliggjorts.

Källförteckning

Communication from the commission to the European parliament, the European council and the council. COM/2021/129 final. A common path to safe and sustained re-opening. Publicerad 17 mars 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0129> (2021-06-11).

Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. COM/2020/724. Building a European Health Union: Reinforcing the EU's resilience for cross-border health threats. Publicerad 2020-11-11. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0724> (2021-06-15).

Communication from the commission to the European parliament, the European council and the council. COM/2021/78. HERA Incubator: Anticipating together the threat of COVID-19 variants. Publicerad 2021-02-17. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/communication-hera-incubator-anticipating-threat-covid-19-variants_en.pdf (2021-06-15).

DANVA, 2021. Lovforslag til smitteopsporing via spildevand førstebehandles i dag. Pressmeddelande 3 juni 2021. <https://www.danva.dk/nyheder/2021/lovforslag-til-smitteopsporing-via-spildevand-foerstebehandles-i-dag/> (2021-06-18).

EU-kommissionens rekommendation 2021/472 av den 17 mars 2021 om en gemensam strategi för att införa en systematisk övervakning av SARS-CoV-2 och dess varianter i avloppsvatten i EU. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021H0472&from=SV> (2021-06-11).

European centre for disease prevention and control, 2021. Communicable disease threats report, Week 1, 3-9 January 2021. Publicerad 8 januari 2021. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/communicable-disease-threats-report-9-january-2021.pdf> (2021-06-18).

Folkhälsomyndigheten, 2021. Bekräftade fall i Sverige – daglig uppdatering. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/utbrott/aktuella-utbrott/covid-19/statistik-och-analyser/bekraftade-fall-i-sverige/> (2021-06-11).

Hata et al., 2021. Detection of SARS-CoV-2 in wastewater in Japan during a COVID-19 outbreak. Science of The Total Environment Volyme 758, 1 mars 2021.

Hellmer et al., 2014. Detection of Pathogenic Viruses in Sewage Provided Early Warnings of Hepatitis A Virus and Norovirus Outbreaks. Applied and Environmental Microbiology Vol. 80. 6 oktober 2014.

- HOFOR, 2021. Test af spildevand er det nye våben i kampen mod corona. Pressmeddelande 14 juni 2021. <https://www.hofor.dk/nyhed/test-af-spildevand-er-det-nye-vaaben-i-kampen-mod-corona/> (2021-06-18).
- Jafferali et al, 2021. Benchmarking virus concentration methods for quantification of SARS-CoV-2 in raw wastewater. Science of The Total Environment Volume 755, 10 februari 2021.
- La Rosa et al., 2020. First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy. Science of the Total Environment Volume 736, 23 maj 2020.
- Läkartidningen 2021. Tillförlitlig information grunden för åtgärder under pandemi. Debattartikel 6 juni 2021. <https://lakartidningen.se/opinion/debatt/2020/04/tillforlitlig-information-grunden-for-atgarder-under-pandemi/> (2021-06-18).
- Lundy et al., 2021. Making Waves: Collaboration in the time of SARS-CoV-2 - rapid development of an international co-operation and wastewater surveillance database to support public health decision-making. Water research volume 199, 1 juli 2021.
- Mattsson et al. 2009. Förekomst och reduktion av sjukdomsframkallande virus och bakterier på avloppsreningsverk. The 11th Nordic Wastewater Conference, Odense, November 2009.
- Medema et al., 2020. Presence of SARS-Coronavirus-2 RNA in Sewage and Correlation with Reported COVID-19 Prevalence in the Early Stage of the Epidemic in The Netherlands. Environmental Science and Technology Volym 7. 14 juli 2020
- Naturvårdsverket, 2017. Avancerad rening av avloppsvatten för avskiljning av läkemedelsrester och andra oönskade ämnen Behov, teknik och konsekvenser. Rapport 6766.
- Naughton et al., 2021. Show us the Data: Global COVID-19 Wastewater Monitoring Efforts, Equity, and Gaps. Publicerad 17 mars 2021. <https://doi.org/10.1101/2021.03.14.21253564> (2021-06-11).
- Nemudryi et al., 2020. Temporal detection and phylogenetic assessment of SARS-CoV-2 in municipal wastewater. Cell Reports Medicine, 31 augusti 2020
- Peccia et al., 2020. Measurement of SARS-CoV-2 RNA in wastewater tracks community infection dynamics. Nature Biotechnology, 18 september 2020.

Randazzo et al., 2020. SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. Water Research Volume 181, 15 augusti 2020.

Saguti et al., 2021. Surveillance of wastewater revealed peaks of SARS-CoV-2 preceding those of hospitalized patients with COVID-19. Water Research Volume 189, 1 februari 2021.

SMED, 2010. Teknikuppgifter och avloppsnät för reningsverk 2010. SMED Rapport nr 51 2011.

Statens seruminstitut, 2021. Monitorering af SARS-CoV-2 i spildevand på Bornholm – 9. marts til 7. april 2021. Publicerad 19 april 2021.
<https://www.ssi.dk/-/media/arkiv/subsites/covid19/overvaagningsdata/sars-cov-2-overvgning-via-spildevand-p-bornholm.pdf?la=da> (2021-06-18).

WHO Europe, 2020. WHO announces COVID-19 outbreak a pandemic. Pressmeddelande 12 mars 2020. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/news/news/2020/3/who-announces-covid-19-outbreak-a-pandemic> (2021-06-11).

Zhu et al., 2021. Early warning of COVID-19 via wastewater-based epidemiology: potential and bottlenecks. Science of The Total Environment Volume 767, 1 maj 2021.