



Beslutsstöd för ökad resiliens för dricksvattenproducenter



The research leading to these results has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme, under the Grant Agreement No 700621. The views and opinions in this document are solely those of the authors and contributors, not those of the European Commission.

Beslutsstöd för ökad resiliens för dricksvattenproducenter

Transportsystem, sjukvård och dricksvattenproduktion är exempel på kritiska infrastrukturer. Om de slutar att fungera hotar de människors hälsa, välfärd, ekonomi samt miljön. Systemen är dessutom beroende av varandra och i ökad utsträckning av digitala styrsystem. De kan således kallas för smarta kritiska infrastrukturer, SKI. SKI utsätts idag för hot från till exempel klimatförändringar, cyberterrorism med mera.

Riskidentifiering och analys skapar en viktig och ofrånkomlig grund i all samhällsviktig verksamhet. Med allt mer kännbara effekter av klimatförändringar, instabilitet i vår omvärld samt komplexa system och sammankopplad infrastruktur i våra samhällen behöver begrepp och verktyg för att hantera allvarliga störningar i kritisk infrastruktur breddas och utvecklas. En del av dess störningar kommer att vara helt okända, så kallade ”svarta svanar”, för vilka det saknas scenarier och riskanalyser, såsom till exempel kärnkraftsolyckan i Fukushima. Dessa utmaningar ställer större krav på flexibel förberedelse och hantering av plötsliga störningar. Ur ett ekonomiskt perspektiv är det orimligt att anpassa befintlig infrastruktur efter alla nya hotbilder, både kända och okända.

Resiliens fokuserar på att förebygga och hantera konsekvenserna och inte på orsakerna. Med en ökad resiliens (motståndskraft) kan kritiska infrastrukturer skapa flexibilitet och anpassningsförmåga för att bättre hantera allvarliga störningar, även okända, som hotar verksamhetens förmåga att leverera välfärd.

I denna rapport beskrivs en metod och ett beslutsstöd för ökad resiliens som utvecklats inom ett EU-projekt som IVL Svenska Miljöinstitutet deltagit i (Smart Resilience, <http://www.smartresilience.eu-vri.eu/>). Rapporten beskriver hur dessa metoder kan ge ett värdefullt bidrag till existerande metoder för riskanalys, krishantering och kontinuitetsplanering.

Författare: Johan M. Sanne, Hanna Matschke Ekholm och Magnus Rahmberg
Rapportnummer B2394
ISBN 978-91-7883-217-0
IVL Svenska Miljöinstitutet 2020

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se
Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Smart Resilience

Smart Resilience syftade till att identifiera, visualisera och värdera den övergripande förmågan hos ett system, kommun eller samhälle utsatt för risk för allvarliga störningar att kunna motstå, absorbera, anpassa sig efter och återhämta sig från dess effekter inom en rimlig tidsram och på ett effektivt sätt.

Projektet identifierade vilka effekter allvarliga hot mot kritiska infrastrukturer kan ge upphov till. Projektet har också utvecklat metoder och verktyg för hur resiliens mot större störningar kan mätas samt hur mätningarna kan användas för att öka resiliensen. Åtta olika kritiska infrastrukturer ingick: finansmarknad, energiförsörjning, sjukvård, flygplats, petrokemisk industri, dricksvatten, översvämning av stadskärna, och brand i energilager. Fokus har i Sverige och Finland legat på dricksvattenproduktion. Det är också fokus för den här rapporten.

Projektet har utvecklat metodik, IT-baserade verktyg och en databas med en stor mängd indikatorer som använts vid tester för olika SKI. Indikatorerna baseras på tidigare använda metoder, för bland annat dricksvattenproduktion, krishantering, cyberattacker m.m. och på sådant som deltagare från de olika verksamheterna föreslagit. Varje användare kan med hjälp av det webbaserade systemet (eller som en egen lokal variant) konstruera egna indikatorer och sätta samman dem på ett sätt som utgår från den egna infrastrukturens (eller stadens) speciella förutsättningar och från det syfte som användaren har.

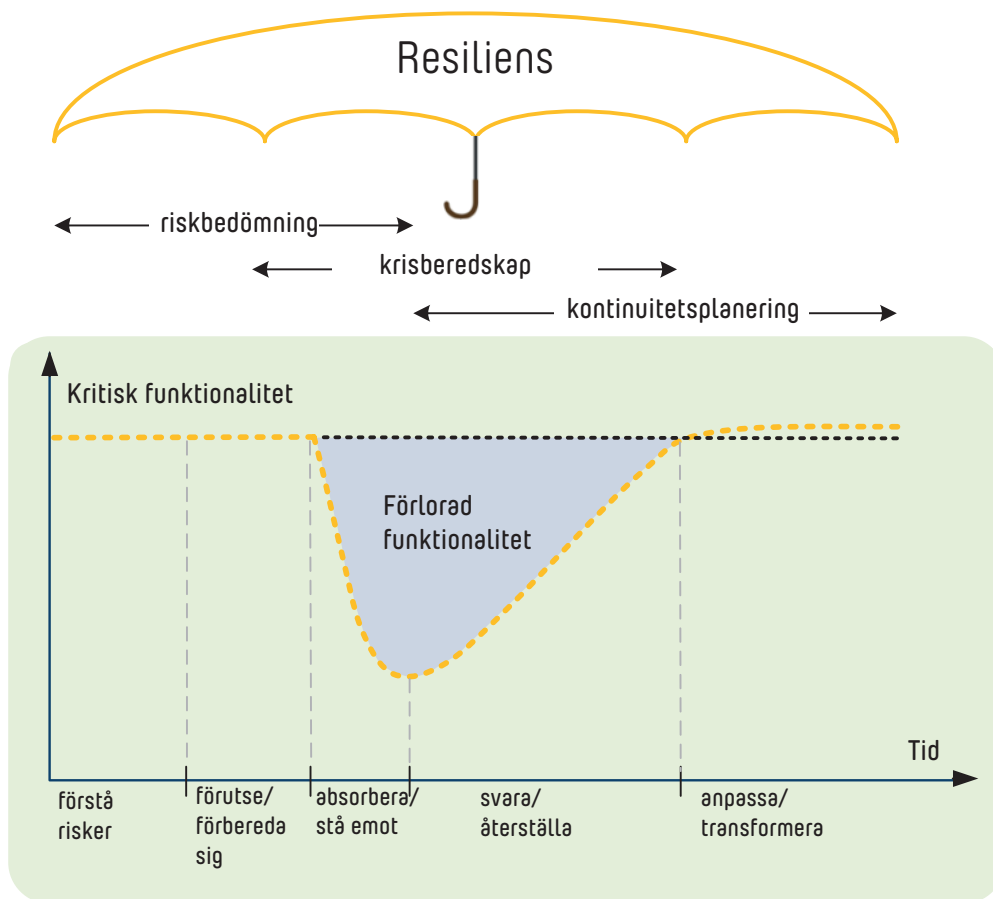
Projektet inleddes med en sammanställning av forskning och definitioner av resiliensbegreppet. Resiliens definierades enligt följande:

Resiliens för en infrastruktur är förmågan att förstå risker, förutse, förbereda sig och anpassa sig till förändrade förhållanden och motstå, reagera på och återhämta sig snabbt från störningar

Projektet har sedan genomförts i flera steg:

- 1) Identifierat befintliga indikatorer som är lämpliga för att bedöma resiliensen hos SKI samt nya smarta resiliensindikatorer, inklusive de från stora datamängder.
- 2) Utvecklat en ny avancerad resiliensbedömningsmetod och ett interaktivt dashboard-verktyg.
- 3) Tillämpat metodiken och verktygen i åtta SKI runt om i Europa.

Resiliens i det här sammanhanget omfattar riskanalys, krishantering och kontinuitetshantering samt även förmågan att lära från och förbättra systemet efter en händelse. Resiliensen delades in i fem tidsfaser i relation till en störning, se figur 1.



Figur 1. Resiliens: omfattning och tidsfaser

I projektet indelades resiliens i fem dimensioner: system/fysiskt skydd; information/smartness; organisation/företag; samhällelig/politisk samt kognitiv/beslutsfattande. Genom att kombinera faserna och dimensionerna fick vi en matris med 5X5 rutor som sammanfattar resiliensen. Se figur 2 nedan.

		Faser				
		1. förstå risker	2. förtutse/förbereda sig	3. absorbera/stå emot	4. svara/återställa	5. anpassa/transformera
Dimensioner	a. system/fysiskt skydd	Medel	Bra	Medel	Bra	Utmärkt
	b. information/smartness	Bra	Medel	Bra	Bra	Bra
	c. organisation/företag	Utmärkt	Utmärkt	Dålig	Dålig	Utmärkt
	d. samhällelig/politisk	Dålig	Bra	Utmärkt	Medel	Utmärkt
	e. kognitiv/beslutsfattande	Kritisk	Utmärkt	Medel	Bra	Medel

The table is flanked by two large grey arrows: 'Föregående resiliens cykel' on the left and 'Kommande resiliens cykel' on the right, indicating a cyclical process.

Figur 2. Resiliens i Smart Resilience: faser och dimensioner. Figuren visar dels hur enkla färgmarkeringar kan indikera värdet i olika rutor och dels hur resiliencykeln återupprepas.

Vad behöver användarna?

Inom projektet analyserade vi dricksvattenproducenter och myndigheters efterfrågan på resiliensbaserade metoder och verktyg. Vi identifierade också användarnas krav för att bedöma resiliensen, samt sammanfattade forskning kring att utveckla användbara indikatorer för resiliens.

Slutanvändare i fallstudierna (MSB, Livsmedelsverket, dricksvattenproducenter och forskare) lyfte fram följande viktiga utmaningar för projektet i relation till de egna behoven:

- Att utveckla värdet av resiliensbegreppet för den egna organisationen i tillägg till och integrerat med existerande verktyg och uppdrag såsom riskanalys, kontinuitetsplanering och krisberedskap.
- Att kunna identifiera och värdera yttre hot (klimatförändringar, cyberattacker, terroristattacker, översvämningar) samt komplexiteten hos kritiska infrastrukturer.

- Att finna metoder för att utveckla verktyg som fungerar i förhållande till mycket höga krav på säker datahantering i en osäker omvärld.

Dricksvattenproducenterna lyfte särskilt fram vikten av att resiliensbegreppet och de beslutsstöd som utvecklas måste ge ett mervärde till branschen som motiverar den tid och de kostnader som de kräver för att införlivas med existerande begrepp och analyser.

Resiliens är idag inte ett etablerat begrepp bland dricksvattenproducenter men de företrädare för branschen som intervjuades uppfattade att det finns ett stort värde i att använda det. Inte heller används indikatorer i någon större utsträckning: det är vanligare med traditionell riskanalys. Det finns också olika behov av indikatorer för olika dricksvattenproducenter och de behöver anpassas för detta. I tabell 1 nedan sammanfattar vi användarnas utmaningar utifrån de fem dimensioner av resiliens som projektet använde.

Dimensioner	Exempel från dricksvattensektorn
System/fysiskt: Skalskydd, fysiska/ tekniska nätverk, sammankoppling	Större efterfrågan på vatten (på grund av urbanisering tillsammans med en ökande befolkning). Kvalitet och tillgänglighet till vatten (påverkas av klimatförändringar).
Information/smårness: Tekniska system som hanterar information/data	Produktionsanläggningar blir "smårare" när det gäller mer avancerade behandlingssteg och mer övervakning och kontroll. Detta kan öka sektorns sårbarhet, eftersom fler tekniskt avancerade anläggningar kan leda till [1] risk för bristande kompetens eftersom driften kommer att vara beroende av ett fåtal personer som känner till de "smårta" systemen och [2] en risk att ingenjörsexpertisen som tog oss till där vi är idag glöms bort. Kontors- och kontrollnätet (SCADA) separeras och IT-systemen testas för att se hur säkra de är.
Organisatoriskt/affärsrelaterat: Affärsrelaterade, finansiella, HR-aspekter och organisatoriska nätverk	Att på ett tidigt stadium engagera sig i stadens planeringsprocess för att inkludera vattenfrågor. Krisberedskapen bör förstärkas.
Samhällelig/politisk: Det bredare samhälleliga/ sociala sammanhanget, indirekta intressenter	Undersök effekterna av hot mot olika intressenter, till exempel hur lantbrukare skulle påverkas av störningar i dricksvattenförsörjningen.
Kognitiv/beslutsfattande: Perceptionsaspekter (t ex hot och sårbarheter)	Riskanalyser görs också i samband med sabotage på anläggningar eller i reservoarer. Mikrobiella riskbedömningar görs för att upptäcka och bedöma risker både proaktivt för att minska riskerna men också som ett stöd i beslutsfattandet vid till exempel förorening av vattenkällan.

Tabell 1. Utmaningar för dricksvattenbranschen i relation till resiliens.

Hur har vi tagit fram och testat indikatorer och beslutsstöd?

För dricksvatten analyserade vi tre olika hot: cyberattacker, torka och mikrobiell kontaminering. Vi analyserade forskning, utredningar och handböcker samt intervjuade företrädare för branschen m.m. för att identifiera befintliga indikatorer och utveckla nya baserade på befintlig kunskap och regelverk.

Utifrån behovsinventeringen utvecklade vi följande krav för indikatorutveckling till nytta för att öka resiliensen i kritiska infrastrukturer. För *det första* bör indikatorer utvecklas med en lämplig slutanvändare i åtanke. Det innebär att man ställer frågor som: Vilken organisation, och vilken funktion eller användargrupp, kommer att använda den? Vad är deras intresse för att använda indikatorer? Vilken är deras legitimitet för att sprida indikatorn i den kritiska infrastrukturen?

För *det andra* bör indikatorer utvecklas i dialog med slutanvändarna för att öka sannolikheten för att de täcker relevanta områden. Att utforma användbara indikatorer kräver slutanvändares engagemang för att:

- a) Kunna integrera indikatorerna i befintliga organisationsprocesser.
- b) För att säkerställa att de är relevanta, begripliga och legitima.
- c) Är utformade för att stötta slutanvändarnas egen förmåga att bedöma resiliens och uppfattningar av användbarhet.

För *det tredje* bör indikatorer utvecklas i linje med slutanvändarnas organisationsprocesser. Det finns ett behov av att definiera det "arbete" som indikatorerna ska göra och för att se till att de möter de utmaningar som skapas av sammankopplade infrastrukturer. Detta innebär att projektet ska utveckla indikatorer som är lätta att förstå för att minska beroendet av individuell expertis och olika tolkningar mellan olika organisationer. Indikatorerna ska också ge slutanvändare möjlighet att samla, bearbeta och dela (stora)

data, med tillräcklig hänsyn till datasäkerhet

Mer än 2000 indikatorer för alla kritiska infrastrukturer samlades i en databas. En indikator definieras som ett sätt att operationalisera/kvantifiera en förmåga, idealt med värde från 0–5. Sju kriterier för användbara indikatorer användes::

- Mätbara med tillgängliga kunskaper, metoder och instrument
- Möjliga att påverka genom de beslut och processer som organisationen har kontroll över
- Ge tillräckligt med data för att kunna användas för att styra processer och fatta beslut
- Kontrollerbara – kan valideras
- Individuellt valida och tillsammans tillräcklig täckning av ämnet
- Lätta att förstå, enkla och otvetydiga
- Lätt att hitta data för personalen (helst automat-genererade)

Smart Resilience metodik och det IT-baserade verktyget är utformat för att slutanvändare själva ska kunna utveckla och värdera indikatorer samt sammanställa dem för olika användningsområden. Indikatorerna sammanställdes till index på olika nivåer och kluster (mer detaljer i nästa stycke), formulerade som *dynamiska checklistor* för olika användningsområden. De dynamiska checklistorna kan också anpassas för olika användningar och för specifika kritiska infrastrukturer.

Processen och IT-verktygen utvecklades med utgångspunkt från användarnas behov vad gäller resiliensbegreppet, verktygets användarvänlighet och värde för att bedöma och öka resiliensen, komplexiteten av kritisk infrastruktur samt säker datahantering. För flera av infrastrukturerna genomfördes workshops med olika experter vid flera tillfällen med utvecklingsarbete mellan varje tillfälle.

Vad kan man använda beslutsstöden till?

Testerna för dricksvattenproduktionen gjordes för tre olika komponenter som ingår i beslutsstödet (dvs 1–3 nedan), alla utifrån ett scenario som IVL tog fram i samarbete med slutanvändare och experter kring mikrobiell kontaminering av råvatten. Den fjärde komponenten ingick inte i projektet vad gäller dricksvatten. Se tabell 2 nedan.

Komponent	Metoder	Resultat
1	Resiliensnivåbedömning	Resiliensnivå
2	Funktionalitetsnivåbedömning & Stress-test	Funktionalitetsnivå FN Kritisk FN vs kriterier/tröskel
3	Övervakning & Optimering (multikriterieanalys)	Resiliensfrämsteg Optimala förbättringsåtgärder
4	Identifiering av inbördes beroende & Beräkning av förluster från kaskadeffekter	Relevanta inbördes beroenden Förluster från kaskadeffekter

Tabell 2

Följande scenario togs fram och användes vid workshops för att testa beslutsstöden vid dricksvattenproduktion:

Scenariot utspelas i en medelstor svensk stad med 10–15 000 invånare. I staden finns ett vattenverk som levererar dricksvatten till cirka 10 000 människor. Vattnet tas från en ytvattenkälla.

Det har regnat i ungefär en vecka. I början av veckan ungefär fyra till fem millimeter om dagen och jorden börjar bli mättad. Dock ökar regnet och efter sju dagar har det nått 40–50 mm.

Då inträffar i staden ett så kallat 100-årsregn. Under 24 timmar regnar det intensivt. Totalt ca 150 mm faller på ett redan mättat område. SMHI går ut med varningsklass 3. Regnet leder till översvämningar.

En del av avloppsreningsverket har drabbats av

elavbrott och har förlorat sin funktionalitet och automatiska kontroller. Ytvattenkällan är översvämmad. Trots att det inte finns någon elektricitet, står behandlingsanläggningen fortfarande inför risk för översvämning på grund av att stora mängder vatten fortfarande kommer in.

Fekalindikatorer uppmäts i ytvattnet efter översvämningen. Den vanliga behandlingen är utfällning i kombination med klorbehandling eller UV-behandling. Även membran eller filter kan användas.

Ett antal rörledningar har också drabbats, varav två stora ledningar är helt uttömda. Detta leder till att vattentornen tömmer sig snabbt.

Representanterna för olika dricksvattenproducenter samt experter inom området bedömde att Smart Resilience-verktygen kan användas för att stödja uppdrag och processer internt i vattenverket eller på en högre nivå. De kan användas för att identifiera, visualisera och utvärdera resiliensen inom vattenverken som stöd för underhålls- och investeringsplanering, riskanalys och kontinuitet.

De kan också användas på en övergripande kommunal/regional nivå för uppdrag som klimatanpassning och stadsplanering och/eller kris- och kontinuitetsplanering, planering för civilförsvaret och som stöd till omvärldsbevakning.

Smart Resiliencemetodiken och verktygen kan användas som ett tydligt sätt att kvantifiera resiliens

bortom ja/nej svar för olika ändamål:

- a) Komplement till befintliga verktyg (såsom tekniker för kontinuitetsplanering och riskanalys) för att identifiera, visualisera och utvärdera resiliensen (se bedömning av resiliensnivå nedan).
- b) Som en extra övning för att utvärdera konsekvenserna av värsta scenarier (se stresstest nedan).
- c) För att stödja beslutsfattande för investeringar och underhåll (se multikriteriebaserat beslutsstöd nedan).

För var och en av dessa användningsområden konstruerar användarna en dynamisk checklista, där indikatorerna ställs samman enligt Smart Resilience-metodik, men anpassat till användarnas behov. Se mer nedan.

Hur kan dricksvattenproducenter använda resiliensnivåbedömningen?

Deltagarna bedömde att resiliensnivåbedömningen är lämplig för att regelbundet "ta temperaturen" på en vald organisationsnivå. Att följa upp den egna utvecklingen över tid och analysera statusen, jämföra med andra (benchmarking), ge översikt över styrkor och

svagheter och peka på förbättringsbehov, vilket gör eventuella luckor synliga (brist på relevanta indikatorer). Bedömningen ger en metod för att identifiera långsiktiga risker.

Fas	Issue	Indikatorer
1: Att förstå resiliensen	Händelserapporter	Hur ofta får ledningen händelserapporter?
	Undersökningar av vattenkvalitet	Hur många prover med anmärkning finns det av totala antalet prover?
		Hur ofta har prover med anmärkning följts upp?
		Hur många gånger på år görs kemiska analyser av vattenprover?
2: Förberedelser, förutsäga händelser	Tidiga varningar	Hur systematisk är organisationen för tidiga varningar?
	Bedömning av barriärstatus före händelse	Hur systematiskt bedömer vi barriärstatus?
3: Absorbera/stå emot konsekvenser av händelse	Samordning med externa aktörer på olika nivåer vid händelser	Hur väl fungerar samverkan med externa aktörer vid händelser?
	Separation av avloppsvatten och råvatten	Hur väl är separation av infrastruktur för avloppsvatten och dagvatten utformad?
4: Hantera händelse/ återställa resiliensen	Stöd utifrån för att hantera händelse	Finns det överenskommelser om resurser utifrån vid händelser?
		Kan vi få tillgång till personal från andra organisationer vid händelser?
	Övervakning av effekter och anpassning för att hantera händelse	Vilken förmåga har vi att övervaka effekter av åtgärder och anpassningar för att hantera händelser?
5: Anpassa/förbättra resiliensen efter händelsen	Utvärdering av händelse	Hur systematiskt följer vi upp händelser?
	Implementering och uppföljning av lärdomar från händelsen	Hur systematiskt följer vi upp och implementerar lärdomar från händelser?

Tabell 3. Exempel från den dynamiska checklisten som användes för att stresstesta scenariot.

Deltagarna bedömde att resiliensnivåbedömningen är lämplig för att regelbundet "ta temperaturen" på en vald organisationsnivå. Att följa upp den egna utvecklingen över tid och analysera statusen, jämföra med andra (benchmarking), ge översikt över styrkor och svagheter och peka på förbättringsbehov, vilket gör eventuella luckor synliga (brist på relevanta indikatorer). Bedömningen ger en metod för att identifiera långsiktiga risker.

Det kan användas som ett verktyg för nulägesanalys. Den kan också användas för att identifiera nya hot där användaren behöver identifiera sårbarhet och konsekvenser. T.ex. benchmark mot andra och/eller utvärdering av den egna organisationen. Verktuget kan användas när perspektiven ändras t.ex. regel-

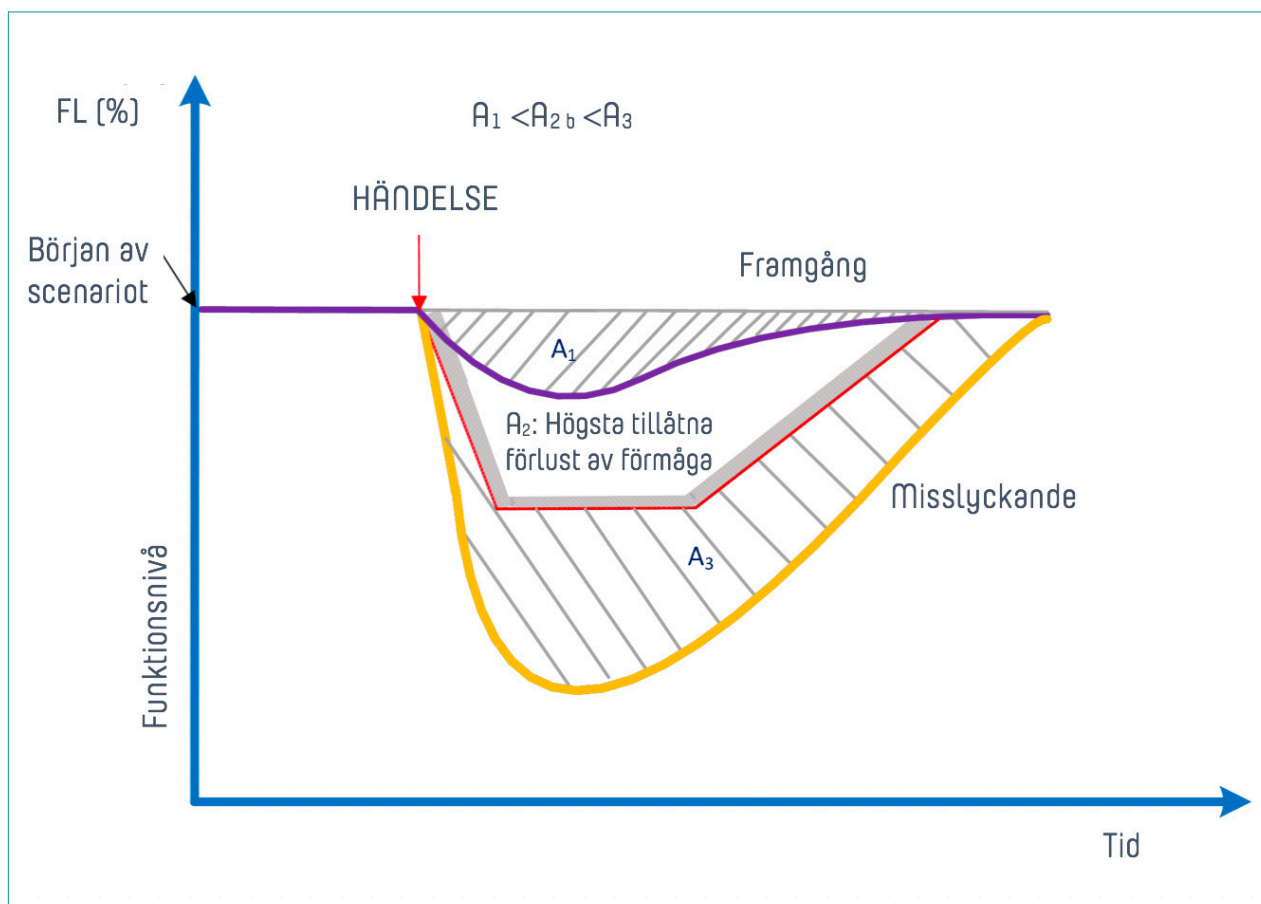
bundet, en gång om året, vart tredje år, när något i organisationen förändras, när det finns ett nytt hot eller fenomen. Den kan användas i förhållande till olika uppdrag, t.ex. riskanalys, kontinuitetsplanering, budgetprocess, klimatanpassning.

Resiliensnivåbedömningen kan tillämpas på olika nivåer. För att kunna genomföra resiliensbedömningar kan användare behöva information i form av exempelvis data, styrande och/eller vägledande dokument avseende kommunal planering, strategiska planer, riktlinjer etc.

Hur kan dricksvattenproducenter använda stresstesten?

Stresstesten mäter förmågan att motstå en händelse över hela resilienscykeln. Figur 4 nedan visar en händelse vid tidpunkten 1 som radikalt minskar produk-

tionen av säkert dricksvatten i relation (gul linje) till en specificerad toleransnivå (röd linje) och vad som utgör en framgångsrik resiliens (lila linje).



Figur 3. Funktionsnivå för SKI över resilienscykeln vid en störning.

Scenariot med en översvämmad anläggning användes även här. Deltagarna modifierade projektgruppens förslag och omformulerade syftet samt utformade fyra funktionaliteter, se tabell 4 nedan.

Syfte: Stöd för att minska antal störningar, minska konsekvenser och korta tiden vid störningar

Funktionalitet	Beskrivning av mål	Exempel på indikatorer
Organisatorisk funktionalitet	Förmåga att fatta beslut med ökad precision i tid och omfattning	Hur stor är förmågan att fatta rätt beslut när det gäller att hantera störningar? Vad är möjligheten att stoppa eller minska driften vid störning? Vad är värdet av tillgängligt externt beslutsstöd? Vad är möjligheten att övervaka effekter och anpassa sig när det gäller hantering av störningar?
Kommunikativ funktionalitet	Nå ut med information till rätt personer i rätt tid	Hur snabbt kan organisationen nå ut till berörda konsumenter? Vilken förmåga finns att kommunicera status externt? Vilka är möjligheterna att nå de berörda medborgarna och organisationerna?
Mikrobiell funktionalitet	Identifiera och värdera riskfyllt råvatten/produktionsprocessen/distribution	Hur snabbt och med vilken säkerhet kan vi säkerställa halterna av mikroorganismer?
IT och sensor-funktionalitet	Rätt data till rätt användare, möjlighet till analys	Kommer rätt data till rätt användare? Kan vi göra rätt analys i tid?

Tabell 4. Det stresstest som användes för dricksvatten.

Stresstesten ansågs vara ett bra verktyg för självskattning som ett bidrag till krishantering. Det sågs som ett bra komplement till t.ex. Hållbarhetsindex, för vilket mycket data tillhandahålls men utan att specifik återkoppling ges till den egna organisationen (Hållbarhetsindex är främst en benchmark). Stresstesten ansågs också användbart som ett komplement till nuvarande rapporteringsformat till politiker, inte minst eftersom det visualiserar resiliens i olika faser av cykeln.

Ett sätt att utforma en användbar dynamisk checklista för stresstest är att utforma funktionaliteter som syftar till att minska konsekvenserna av störningar när det gäller drabbade kritiska konsumenter, minska tiden för återhämtning och lära sig att mildra konsekvenserna bättre.

En stresstest kan vara en fristående övning, som involverar krishanteringsgruppen och används för att utvärdera hur gruppen organiserar sig.

Resultaten kan rapporteras till ledningen när det gäller förbättringsområden och förslag till förbättringar, med fokus på de mest kostnadseffektiva alternativen.

Alternativt kan stresstesten integreras inom befintlig krishantering, antingen för vatten- och avloppsavdelningen eller för hela kommunen, som involverar krishanteringsstrateger och stadsplanerare. Viktiga resultat är inlärningsprocessen samt en lista över förbättringsåtgärder, inklusive en utvärdering eller prioritering av åtgärder.

Workshopen föreslog att det borde vara möjligt att både aggregera och bryta ner de olika funktionella elementen, eftersom beslutsfattare ibland vill överväga olika aspekter och beräkningarna bakom dem.

Hur kan dricksvattenproducenterna använda det multikriteriebaserade beslutsstödet?

En multikriterieanalys används för att stödja beslut i situationer med flera, konflikerande kriterier, såsom kostnad, tid och resultat. Scenariot med en översvämmad anläggning användes även här. Deltagarna modifierade projektgruppens förslag och omformulerade syftet samt formulerade ett antal förslag till lösningar för att öka resiliensen i relation till scenariot:

- Förbättrade barriärer – fysiska, processbarriärer
- Sensorer för tidig upptäckt
- Tillsyn av vattenverk
- Bemanning av krisledning
- Preciserad kommunikation till allmänheten
- Utökad provtagning
- Utökade möjligheter till reservvatten
- Nödvattenplan som är testad
- Alternativa distributionsvägar

Tre av dessa valdes ut, lämpliga indikatorer valdes för att mäta dessa, och vi valde ut tre kriterier som jämfördes med varandra: kostnad; tid till implementering/effekt samt; ökad resiliens. I tabell 5 nedan visar vi ett exempel med tentativa siffror.

Om kriterierna ges lika vikt vid beräkningen blir alternativ 3 högst prioriterat, därefter alternativ 2 och sist alternativ 1. Slutanvändare och experter föreslog att tiden ibland måste vägas som det viktigaste kriteriet. För stora investeringar ansågs också olika hållbarhetskriterier nödvändiga, såsom klimatpåverkan på grund av t.ex. ökad energianvändning..

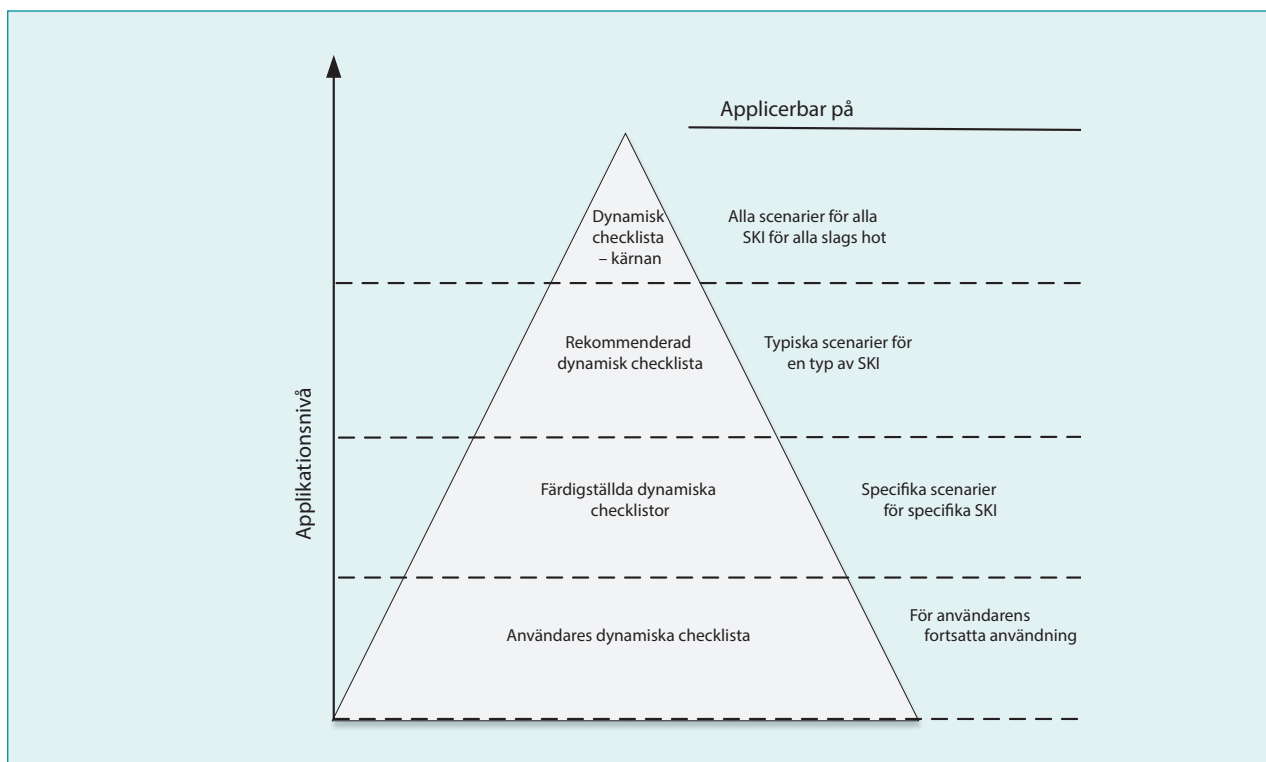
Deltagarna bedömde att verktyget var bra som grund för planering, för beslut om strategier för investeringar i barriärer och smarta sensorer och/eller stöd i prioriteringsåtgärder. Det här verktyget ansågs vara det mest påtagliga och lättförståeliga av de tre samt användbart när man presenterade och valde bland ett litet antal beslutsalternativ, t.ex. i kommunala kommittéer eller styrelser.

Alternativ	Kriterier			Rangordning
	Kostnad	Tid	Förbättrad resiliens	
Utökade möjligheter till reservvatten	3,5 Mkr	365 dagar	60%	3
Sensorer för tidig upptäckt	1,5 Mkr	145 dagar	80%	2
Bemanning av krisledning	0,8 Mkr	90 dagar	50%	1

Tabell 5. Multikriterieanalys för beslut för att förbättra resiliensen i en dricksvattenanläggning.

Vad ska dricksvattenproducenterna tänka på när de ska använda beslutsstödet?

Det är helt avgörande att användaren funderar över vilka användningsområden som är mest relevanta för den egna organisationen. För att underlätta användarnas arbete finns en hierarki av dynamiska checklistor som kan användas, se figur 4 nedan:



Figur 4. Hur en dynamisk checklista kan konstrueras.

Kärnan utgörs av dynamiska checklistor för alla scenarier för alla SKI i samma stad; rekommenderade dynamiska checklistor omfattar typiska scenarier för olika typer av hot exempelvis mikrobiell kontamination av råvatten (kan betraktas som "default") för en typ av infrastruktur; kompletta checklistor är de som omfattar ett specifikt hot mot en specifik SKI;

användarnas checklistor är de som testats och vidareutvecklats.

Slutanvändarna och experterna diskuterade vad som krävdes för att använda resiliensverktyget. Det ansågs nödvändigt att inkludera tips om metodik som behövs, till exempel vilka standarder som kan användas för att beräkna värden.

Slutsatser

Representanterna för olika dricksvattenproducenter bedömde att Smart Resilience-verktygen är användbara för att öka resiliensen mot allvarliga störningar som hotar verksamhetens förmåga att leverera dricksvatten i en tid av ökande osäkerhet pga klimatförändringar, cyberhot och politisk instabilitet. De kan användas för att stödja uppdrag och processer internt i vattenverket eller på en högre nivå. De kan också användas på en övergripande kommunal/regional nivå för uppdrag som klimatanpassning och stadsplanering och/eller kris- och kontinuitetsplanering, planering för civilförsvaret och som stöd till omvärldsbevakning. De kan användas för att identifiera, visualisera och utvärdera resiliensen inom vattenverken som

stöd för underhålls- och investeringsplanering, riskanalys och kontinuitet. Resiliensverktygen ger bättre stöd för att hantera framförallt de senare skeden i resilienscykeln, när störningarna väl inträffat, för hur de bäst hanteras och vilka slutsatser som dras för att förbättra verksamheten till nästa gång.

Metoden kan användas som ett tydligt sätt att kvantifiera resiliens bortom ja/nej svar för olika ändamål:

- Komplement till befintliga verktyg
- Som en extra övning för att utvärdera konsekvenserna av värsta scenarier
- För att stödja beslutsfattande för investeringar och underhåll

Nyttan av Smart Resilience för att öka resiliensen i en kritisk infrastruktur kan sammanfattas i fyra områden – användning av data, organisatorisk förmåga, verktyg och samverkan:

Förbättrad förmåga att använda data för att öka resiliensen

- Förbättrade möjligheter att använda tillgängliga data
- Förbättrade möjligheter att välja relevant data

Förbättrad organisatorisk förmåga att öka resiliensen

- Dedikerad plats för kunskap, kompetens, resurser och verktyg kan säkerställa att nödvändiga resurser är tillgängliga
- Förbättrad förmåga att göra resiliensbedömningar och att genomföra åtgärder för att förbättra resiliensen
- Förbättrad medvetenhet
- Ökad genomförbarhet för resiliensbedömningar
- Förbättrade möjligheter till bedömningar

Förbättrade verktyg för att öka resiliensen

- Förbättrad förmåga att genomföra åtgärder för att förbättra resiliensen
- Förbättrad förmåga att genomföra resiliensbedömningar
- Förbättrad förmåga att genomföra åtgärder för att förbättra resiliensen
- Genomförbarhet för att få relevant data utan att använda för mycket tid

Förbättrad samverkan

- Förbättrade möjligheter att lära av varandra
- Förbättrad motivation, förbättrad förmåga att genomföra åtgärder för att förbättra resiliensen
- Förbättrad kunskapsdelning + ökad motivation

Nu finns det stöd för implementering för de infrastrukturintressenter som vill göra en bedömning av den egna organisationen från European Risk and Resilience Assessment and Rating Agency (ERRA), på olika nivåer, från gratis tillgång till Smart Resilience verktyg till expertstöd. En ny standard är utvecklad, *ISO 31050 Guidance for Managing Emerging Risks to Enhance Resilience: Thriving in a world*

Growing in Uncertainty.

För att komma till nytta behöver metoden och verktygen testas och utvecklas vidare: en pilotstudie krävs för att utveckla processer, identifiera organisatoriska och andra hinder för implementering och för att utveckla stöden för implementering som idag finns tillgängliga på hemsidan (guide, e-learning).



EU-projektet **Smart Resilience**, avtal 700621 med EU-kommissionen.

Koordinator Prof. Dr. Aleksandar Jovanovic, EU-Vri, Stuttgart.

Övriga partners:

IBM, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Edinburgh city, Stadtwerke Heidelberg, Hungarian Police, Cork City Council, NIS, VTT, SINTEF, IVL, Steinbeis, Fraunhofer, European Dynamics, Applied Intelligence Analytics, BayZoltan, Medizinische Universität Wien, SRH Heidelberg, Bergische Universität Wuppertal, Universität Stuttgart.

Källor till bilderna från rapporter inom projektet:

Figur 1. K. Øien, A. Jovanović, T. O. Grøtan, A. Choudhary, A. Øren, K. Tetlak, L. Bodsberg, M. Jelic, Assessing Resilience Level of Smart Critical Infrastructures based on Indicators (D3.8)

Figur 2-3. A. Jovanović, M. Jelić, T. Rosen, P. Klimek, S. Macika, K. Øien (2019).

The ResilienceTool of the SmartResilience project (D3.7)



The research leading to these results has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme, under the Grant Agreement No 700621. The views and opinions in this document are solely those of the authors and contributors, not those of the European Commission.

