

Handtering av overvatn i norske kommunar

Ei undersøking om innføring av lokal overvasshandtering

Kyrre Groven

Vitenskapelig bedømt (refereed) artikkel

Kyrre Groven: Stormwater management in Norwegian municipalities: A survey on implementation of Sustainable drainage systems

KART OG PLAN, Vol. 75, pp. 8–23, POB 5003, NO-1432 Ås, ISSN 0047-3278

During the recent decade a new approach to stormwater management has gained foothold in numerous Norwegian municipalities, and introduction of Sustainable drainage systems (SUDS) has come to play a prominent role in Norwegian climate adaptation policies. Nevertheless, there is a knowledge gap regarding the status of this process. This paper reports empirical findings from a national survey on stormwater management, addressing how Norwegian municipalities perceive and adapt to vulnerability to stormwater damage. A web based questionnaire was responded by the water sector employee in charge of stormwater management in 52 percent of the Norwegian municipalities, representing three fourths of the country's population. 90 percent of the respondents perceive their municipality to be (more or less) vulnerable to stormwater damage, whereas active steps towards alternative stormwater management approaches have been taken by less than one third of the municipalities. A multivariate (ordination) analysis explored the variation in perception of vulnerability and adaptation measures in stormwater management between municipalities. The amount of impervious surfaces in densely populated areas, and number of inhabitants per municipality, both contribute to explain the observed patterns.

Keywords: Stormwater management, vulnerability, adaptation, sustainable drainage systems

Kyrre Groven, Researcher Vestlandsforskning, PhD scholar at NTNU, the Department of Geography, Western Norway Research Institute, POB 163, NO-6851 Sogndal.
E-mail: kyrre.groven@vestforsk.no

Innleiing

Dei seinare åra har vi blitt vant til medieoppslag med bilde av oversvømte bygater og fortvila huseigarar som har fått kjellaren full av vatn (og andre unemnelege ting). Bakgrunnen er gjerne intense sommarregn, lågtrykk som står i kø om hausten, eller brå mildversperiodar om vinteren med nedbør og kraftig snøsmelting. Dette gir store mengder overvatn som finn kortaste veg til havet, og viss det kommunale avløpsnettlet allereie er fullt, kan den vegen kome til å gå rett gjennom huset ditt! Klimaendringar og fortetting av byane tilseier at desse problema berre vil auke på i framtida – viss vi ikkje maktar å handtere overvatnet på ein betre måte enn før. Denne artikkelen handlar om *korleis norske kommunar opplever og tilpassar seg sårbarheit for overvassproblem*, med særleg

fokus på kva dei gjer for å ta i bruk alternative teknikkar for overvasshandtering.

Overvatn er den nedbøren og smeltevatnet som ikkje blir infiltrert i grunnen, men renn av på hustak, gater og andre flater på veg mot vassdrag eller hav. I byområde har ein sidan slutten av 1800-talet handtert overvatnet ved å føre det vekk så raskt som råd gjennom lukka leidningssystem (Lindholm 2012). I takt med urbaniseringa har denne framgangsmåten ført til problem som auka flaumfare og negativ påverknad på vasskvalitet, biologisk mangfald og rekreasjonsverdiane i det urbane miljøet (Chocat, Krebs et al. 2001; Charlesworth, Harker et al. 2003). Mange av problema er knytt til den høge andelen av tette flater i tettbyde strøk, som gir rask avrenning og liten grad av reinsing (biofiltrering) av overvatnet. For å bøte på desse

problema, har det gjennom dei siste tretti åra blitt utvikla alternative teknikkar for overvasshandtering, i Noreg kjent som *lokal overvasshandtering* (LOH)¹.

Handtering av overvatn er ei særleg utfordring i periodar med høg avrenning, dvs. ved intens nedbør og/eller snøsmelting. Derfor finst det klare koplingar mellom overvasshandtering og tilpassing til klimaendringar. Alt i dag ser vi at klimaet endrar seg: Moderate til kraftige nedbørhendingar skjer hyppigare i dag enn for femti år sidan og har blitt meir intense enn dei var den gongen. Auken har vore størst i vestlege og sørvestlege delar av landet og langs kysten i nord. Resten av dette hundreåret kan vi vente ytterlegare auke i intensiteten til dei kraftigaste nedbørhendiane dei fleste delar av landet (Frauenfelder, Solheim et al. 2013). Denne bodskapen frå meteorologane har vass- og avløpssektoren (VA-sektoren) tatt til seg, og overvasshandtering er eit av dei fagområda der klimatilpassing har blitt lagt størst vekt på dei seinare åra. Introduksjon av LOH-prinsipp har såleis blitt hjelpt fram av den store merksemda rundt klimasårbarheit og tilpassing til klimaendringar (Groven 2013).

Det skjer i dag store endringar i kommunane si handtering av overvatn. Ei meir hydrologisk orientert tilnærming i tråd med prinsipp for LOH har det siste tiåret kome inn som eit supplement til dei tradisjonelle teknikkane. Sjølv om LOH i dag ofte blir omtalt i samanheng med klimatilpassing, er dette ein praksis som vaks fram som svar på andre behov, før klimaendringar vart eit viktig tema i samfunnsdebatten. Pionerar i det urbanhydrologiske miljøet har arbeidd for innføring av LOH sidan tidleg på 1980-talet (ibid.). Dei har vore inspirert av m.a. retningane Sustainable drainage systems (SUDS) i Storbritannia og Best management practices (BMP) i USA. Organisasjonen *Norsk Vann* har bidratt med utarbeiding av standardar og rettleiingsmaterieell (Lindholm, Endresen et al. 2008; Sekse 2012), og lagt press på sentrale styresmakter for å få rydda opp i lovgjevinga på området. Programmet *Framtidens byer* (2008–2014) er så langt staten sitt viktigaste bidrag for å fremje omstillingsprosessar i den kom-

munale overvasshandteringa. Våren 2014 sette regjeringa ned *overvassutvalet*, som har fått eit breitt mandat til å utgreie og foreslå endringar i lovgjeving og rammevilkår for kommunane si handtering av overvatn.

Internasjonalt finst det etterkvart ein omfattande forskingslitteratur om tilpassing til klimaendringar innanfor vassrelaterede område som drikkevassforsyning og flaumvern (e.g. Pahl-Wostl 2007; Van den Berg, Lafferty et al. 2010; Huntjens, Pahl-Wostl et al. 2011), men tilsvarende bidrag som omhandlar overvasshandtering er mindre vanleg. Brown et al. (2013) har studert institusjonelle endringar innanfor det dei omtalar som *sustainability transitions* i forvaltning av overvatn i Melbourne, Australia.

I den norske klimatilpassingslitteraturen er overvasshandtering tematisert i fleire arbeid som spring ut frå forskingsråds-prosjektet «From Climate Knowledge to Local Adaptation – CLIMADAPT». Dette tar utgangspunkt i casestudier i fem austlands-kommunar. Hanssen, Mydske et al. (2012) tar for seg utfordringane knytt til samordning mellom organ på ulike styringsnivå som er involvert i klimatilpassingsarbeidet, og peikar særleg på potensialet fylkeskommunen har som koordinerande aktør. Orderud og Winsvold (2012) studerer feltet frå eit læringsteoretisk perspektiv, og ser m.a. på korleis klimatilpassing, forstått som læring, har ulike vilkår i VA- og plansektorane. Ein tredje CLIMADAPT-studie analyserer korleis aktørar i VA-sektoren møter utfordringar knytt til klimatilpassing (Naustdalslid, Hovik et al. 2012; Hovik, Naustdalslid et al. 2014). Forfattarane er overraska over at det dei omtaler som ein relativt lukka og vertikalt organisert VA-sektor, dominert av ein ingeniørstand med blikket retta mot nasjonale og internasjonale normer og standardar, ser ut til å vere den fremste drivkrafta for å etablere tverrsektoriell innsats i det kommunale klimatilpassingsarbeidet. Dei meiner at nettopp denne vertikale orienteringa kan vere ein grunn til at VA-ingeniørane har fanga opp impulsar frå kunnskapskjelder nasjonalt og internasjonalt om at overvatn må handterast på nye måtar for å møte utfor-

1. Lokal overvasshandtering (LOH) og lokal overvassdisponering (LOD) er synonyme begrep.

dringane knytt til endra klima, og at integrering i den øvrige samfunnsplanlegginga er eit vilkår for å få dette til. Hovik et al. (2014) avsluttar med eit ope spørsmål om den proaktive haldninga dei har sett i VA-sektoren vil resultere i samarbeid på tvers av sektorar for å sikre klimatilpassing i kommunane:

To what extent the preconditions are good for the flow of ideas and knowledge horizontally – between policy sectors at local level – is a question that is open to further research.

Det er behov for meir kunnskap om handtering av overvatn i norske kommunar, gitt den sentrale rolla overvasshandtering har fått i norsk klimatilpassingsarbeid, og dei teknologiske og haldningsmessige endringane fagfeltet no går gjennom. Det finst ingen samla oversikt over praksis i norske kommunar når det gjeld å førebygge overvassproblem, og om kor langt dei har kome med å innføre alternative teknikkar for handtering av overvatn. Det er større byar som har vore pionerar i innføring av LOH i Noreg, men vi veit lite om korleis dei arbeider, og om kor mindre kommunar står i høve til dei større når det gjeld omstillingar på VA-feltet. Overvassutvalet har nyleg sett i gang utgreiingar som vil redusere denne kunnskapsmangelen. Mitt arbeid har skjedd uavhengig av overvassutvalet, men vil kunne vere eit supplement i så måte. Denne artikkelen er meint å bidra til å tette kunnskapsholet på feltet ved å rapportere funn frå ei spørjeundersøking som vart gjennomført hausten 2014 blant overvassansvarlege i VA-etaten i alle norske kommunar.

Rammeverk og forskingsspørsmål

Førebygging av overvassproblem og innføring av alternative teknikkar for overvasshandtering i norske kommunar vil bli analysert med utgangspunkt i omgrepa *sårbarheit* (vulnerability) og *tilpassing* (adaptation). Desse termene er mykje brukt i klimatilpassingslitteraturen, men er ikkje avgrensa til denne. Sårbarheitsbegrepet, som oppsto innanfor geografi og natural hazards-forskinga på 1970-talet, har stor utbreiing blant disip-

plinar som forskar på m.a. katastrofehandtering, økologi, folkehelse, fattigdom og utvikling, og ikkje minst klimaendringar (Füssel 2007). Omgrepet er rett nok mindre brukt i klimatilpassingslitteraturen i dag enn tidlegare, og sårbarheitsstudiar har delvis blitt erstatta av studiar rundt tilpassingskapasitet (adaptation capacity). Eg meiner likevel sårbarheitsbegrepet er heilt sentralt for å kunne forstå tilpassing – for å vite kva vi skal tilpasse oss og kvifor.

Sårbarheit må forståast både i lys av dei biofysiske og teknologiske kjeldene til sårbarheit, og samfunnet sin respons på denne (Cutter 1996). Det er såleis viktig å skilje mellom naturleg sårbarheit/biophysical vulnerability og samfunnsøkonomisk sårbarheit/social vulnerability (Brooks 2003; Aall 2012). Den mykje nytta definisjonen frå IPCC omtaler sårbarheit som ein funksjon av eksponering, sensitivitet og tilpassingskapasitet (McCarthy, Canziani et al. 2001). I den same klimakonteksten er tilpassing definert som «adjustment in ecological, social, or economic systems in response to actual or expected climatic stimuli and their effects or impacts» (Smit and Pilifosova 2001). Klimatilpassing blir oftast forstått som tilpassing til framtidige klimaendringar, men tilpassing kan også ha som formål å førebygge klimarelatert skade under dagens klimaregime. Eg legg til grunn at vi alt i dag opplever effektane av menneskeskapte klimaendringar, noko som er med på å viske ut skiljet mellom tilpassing til noverande klima og tilpassing til klimaendringar.

På denne bakgrunnen kan vi teikne eit bilde av norske lokalsamfunn som meir eller mindre sårbare for overvassproblem. Sårbarheita har opphav i både natur- og samfunnsforhold: Klima, topografi, jordbotn og vegetasjon legg dei biofysiske rammene, medan busettingsmønster, forekomst av tette flater og plassering av infrastruktur i eksponerte område er døme på sosioøkonomiske faktorar som spelar inn. Kommunane kan møte sårbarheit for overvassproblem med fleire typar tilpassing, som m.a. skadeførebyggjande arealplanlegging og innføring av alternative teknologiar for overvasshandtering.

Det overordna forskingsspørsmålet for artikkelen er *korleis norske kommunar opple-*

ver og tilpassar seg sårbarheit for overvassproblem. Dette vil bli belyst gjennom fem underordna problemstillingar: (1) Opplever kommunane seg som sårbare for overvassproblem? (2) Arbeider kommunane systematisk for å førebygge eventuell sårbarheit for overvassproblem? (3) Kva blir gjort av kommunane for å stimulere til innføring av alternative teknikkar for overvasshandtering? (4) Kor utbreidd er alternative teknikkar for overvasshandtering i kommunane? (5) Kva forhold kan bidra til å forklare variasjonen i opplevd sårbarheit og iverksett tilpassing?

Metode

Spørjeundersøking er valt som metode ut frå eit ønske om å kartlegge status for overvasshandtering i norske kommunar. Spørsmål og svaralternativ er utforma med bakgrunn i eigne intervju av nøkkelinformantar i VA-sektoren og litteraturen om lokal overvasshandtering (e.g. Lindholm 2012; Sekse 2012). Spørjeskjemaet er justert etter utprøving på to representantar for kommunale VA-styresmakter.

Undersøkinga vart gjennomført i september/oktober 2014 som ein internetbasert survey retta mot overvassansvarleg i VA-etaten i alle norske kommunar. Invitasjon til å delta vart sendt med epost til postmottaket i kvar kommune, med beskjed om at meldinga skulle formidlast vidare til rette vedkomande. Spørjeundersøkinga vart utført med vevtenesta SurveyMonkey. Det vart gjennomført to purrerundar, den første til postmottaket i alle kommunar som ikkje hadde svart etter éi veke, den andre som epost direkte til VA-leiar i større bykommunar som ikkje hadde svart etter to veker (16 kommunar blant dei ti prosent folkerikaste kommunane i landet). Den siste purrerunden vart gjort for å sikre god deltaking blant større bykommunar fordi handtering av overvatn særleg blir sett på som ei utfordring i urbane strøk (Lindholm 2012). 222 kommunar har svart på spørjeundersøkinga. Det gir ein svarprosent på 52. Større bykommunar er overrepresentert i materialet slik at svarprosenten er 81 blant dei ti prosent folkerikaste

kommunane (kommunar med over 24.000 innbyggjarar). Derfor representerer svara i undersøkinga kommunar med så mykje som 76 prosent av innbyggjarane i landet (3,7 millionar).

Artikkelen rapporterer svarfordelinga på fire spørsmål frå undersøkinga (sjå nummerert liste under). Det første er relatert til sårbarheit for overvassproblem, medan dei tre andre kartlegg tilpassing til denne sårbarheita. Tilpassinga kan skje både som systematisk skadeførebyggande arbeid i utbyggingssaker, og som målretta tiltak for å innføre alternative prinsipp for overvasshandtering. I dette bildet er det også av interesse å kartlegge utbreiinga av LOH-anlegg i kommunane. Fordi denne teknologien er under innføring i mange kommunar, er det ikkje berre spurt etter ferdige anlegg, men også dei som er under etablering. Vidare er det spurt etter både private og offentlege anlegg fordi slike ofte er i privat eige.²

Dei fire spørsmåla dannar også utgangspunkt for effektvariablar i ein statistisk analyse. Til det formålet er svara omforma frå nominale til ordinale data på denne måten (alle svaralternativ er fullstendig gjengitt i tabell 1):

1. «Opplever du at din kommune er sårbar for overvassproblem i dag?» Det er gitt fire svaralternativ: «Ikkje sårbar», «litt sårbar», «sårbar» og «svært sårbar». Variabelen *sårbar* er etablert ved at dei fire svaralternativa er gitt verdiar mellom 0 og 3.
2. «Har VA-verksemnda eller kommunen i løpet av siste fem år stilt nokon av følgjande krav i utbyggingssaker?» Respondentane er bedne om å velje eitt av alternativa «nei», «ja, ikkje rutinemessig», «ja, rutinemessig» eller «veit ikkje» for kvar av fem typar krav. Variabelen *krav* er bygd opp ved å summere tal krav der respondentane har svart «ja, rutinemessig», noko som gir verdiar mellom 0 og 5.
3. «Har kommunen tatt i bruk (eller vurdert å ta i bruk) nokre av følgjande verkemiddel for å stimulere til innføring av LOH?». Svaralternativa er «ja, verkemiddel er vedtatt», «ja, verkemiddel er vurdert»,

2. Undersøkinga inneheldt også spørsmål om *kor mange* LOH-anlegg i kvar kategori som er etablert i kommunane, men det spørsmålet fekk for dårleg oppslutning til at materialet let seg bruke.

«nei» og «veit ikkje» for kvar av åtte typar verkemiddel. Variabelen *verkemiddel* er bygd opp ved å summere tal verkemiddel der respondentane har svart «ja, verkemiddel er vedtatt», noko som gir verdier mellom 0 og 8.

4. «Veit du om nokon av desse typane LOH-anlegg har blitt etablert eller er i ferd med å bli etablert i din kommune (i privat eller offentleg regi)?» Svaralternativa er «ja», «nei» eller «veit ikkje» for kvar av åtte typar LOH-anlegg. Variabelen *LOH* er bygd opp ved å summere tal LOH-anlegg der respondentane har svart «ja», noko som gir verdier mellom 0 og 8.

Eg har utvikla tre forklaringsvariablar, som alle tilfredsstillar dei grunnleggjande krava at dei er plausible, dvs. at dei har potensiell forklaringskraft, og at dei er tilgjengelege for alle eller eit stort fleirtal av kommunane. Desse er kommunestorleik forstått som samla innbyggartal i kommunen (*folketal*), andel tette flater i største tettstad i kommunen (*tette flater*) og historiske erfaringar med overvassproblem basert på forsikringsutbetalingar ved overvassrelatert skade (*skadar*). Forklaringsvariablane er her presentert i stigande rekkefølge etter kor spesifikke dei er: Den første er av generell karakter og kan ventast å ha indirekte innverknad på overvasshandteringa, medan den siste er mest spissa slik at eventuelle samanhengar synest å stå i ein meir direkte relasjon til kommunane sin praksis på overvassfeltet.

Folketal kan tenkast å verke inn på resultatata på minst to måtar: Overvasshandtering er ofte omtalt som ei særleg utfordring for byar, jf. uttrykket «urban flaum». Sjølv om det finst tettbygd og potensielt sårbart areal også i mindre folkerike kommunar (noko eg prøver å fange opp med den neste forklaringsvariabelen), er det sannsynleg at store kommunar opplever større utfordringar på dette området enn små kommunar. Folkerike kommunar er prega av store samanhengande tettstadsområde der ein manipulerer større delar av naturlege hydrologiske nedslagsfelt, med auka risiko for overvassproblem som resultat. Logikken blir at kommu-

nar med store erfarte overvassproblem opplever eiga sårbarheit på ein annan måte og har større motivasjon for å endre si tilnærming til overvasshandtering jamført med kommunar med færre slike erfaringar. Folkerike kommunar kan i tillegg ventast å ha større administrative ressursar og høgare kompetanse, også på VA-feltet, enn mindre folkerike kommunar. Tal innbyggjarar kan såleis vere ein proxy på administrativ kapasitet, og dermed på evne til å fange opp nye impulsar og drive gjennom omstillingar, som innføring av LOH er eit døme på. Innbyggartal for alle kommunar per 1. januar 2014 er henta frå Statistisk sentralbyrå.

Andelen *tette flater* stig ved urbanisering og fortetting, og dette bidrar til auka overflateavrenning og større fare for overvassrelaterte skadar (Lindholm 2012:410). Eit grunnleggjande prinsipp innanfor LOH er derfor å unngå for høg grad av ugjennomtrengjelege flater (bygningar, asfalterte vegar og plassar, etc.) i tettbygde område. Med dette som utgangspunkt stiller eg opp ein hypotese om at kommunar med større andel tette flater i sentrale strøk enn andre kommunar, faktisk *har* større overvassutfordringar, og derfor tenker og handlar annleis når det gjeld overvasshandtering enn kommunar med større innslag av permeable flater.

Tette flater er utrekna med utgangspunkt i SSB sin nyaste statistikk over arealbruk i tettstader (2011). Det er nytta arealbruksdata for største tettstad i kvar av kommunane som deltar i undersøkinga.³ Data for i alt 20 ulike hovudklasser av arealbruk er lasta ned frå statistikkbanken til SSB⁴ og tilrettelagt for analyse ved å slå saman ti ulike typar utbygde område og transportinfrastruktur, for så å rekne ut kor stor andel dei tette flatene utgjer i prosent av samla tettstadsareal. Andel tette flater varierer mellom 43 og 88 prosent, og føreligg som kontinuerlege verdier.

Skadehistorikk knytt til overvatn vil, ut frå same tankegangen som for dei to andre forklaringsvariablane, kunne føre til at kommunale VA-styresmakter er særleg motiverte for å førebygge overvassproblem i tråd med prinsipp for LOH. Kommunevis skadestatistikk for perioden 2008–2013 er henta frå da-

3. Unntak er ni kommunar i det endelege utvalet som ikkje har nokon tettstad etter SSB sin definisjon.

4. <http://ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/arealbruk/aar/2012-11-22>

tabasen «Vannskadestatistikk» (VASK), som *Finans Norge* set saman på grunnlag av innmeldte skadar frå seks (tidlegare fem) forsikringsselskap. Skadetalane er blåst opp med ein faktor som tar omsyn til at medlemmane i *Finans Norge* har knappe 80 prosent marknadsandel på landsbasis. Dette vil gi størst feil i datasettet for dei områda der posisjonen til dei seks selskapa avvik mest frå landsgjennomsnittet. Skadehistorikk er trekt ut for dei to skadeårsakene i registeret som i størst grad heng saman med overvatn på avvege: «Inntrenging utanfrå med årsak stopp i avløp» og «inntrenging utanfrå med årsak drenering». Stopp i avløp kan dreie seg om tilstopping av kloakk pga. framandlekamar, men vil i mange tilfelle dreie seg om tilbake-slag knytt til kapasitetsproblem ved stor tilførsel av overvatn i kombinerte avløp (der kloakk og overvatn går i same leiing). Når vatn trengjer inn i hus pga. dreneringsfeil, er det ofte fordi nedbør eller smeltevatn renn inn mot bygningen. Forklaringsvariabelen *skadar* er konstruert ved å rekne ut gjennomsnittleg tal skadar per tusen innbyggjarar og år for perioden 2008–2013.

For å undersøke innbyrdes samanhengar i korleis respondentane har svart på dei ulike spørsmåla, har eg gjort ein ordinasjon av datamaterialet. Ordinasjon er ei gruppe analysemetodar som eignar seg særleg til analyse av multivariate datasett. Blant mange tilgjengelege ordinasjonsmetodar, har eg brukt *non-metric multidimensional scaling*, NMDS (Minchin 1987) i R 2.0.3, slik han er implementert i analysepakken *vegan* (Oksanen, Blanchet et al. 2013). Multidimensjonal skalering er utbreidd i fagdisiplinar som økologi, psykologi og informatikk, og har i seinare år også blitt meir nytta i samfunnsvitskaplege arbeid (Clausen 2009). Metoden visualiserer graden av likskap mellom ulike einingar i eit datasett, ved å framstille den innbyrdes avstanden mellom datapunkta i eit diagram. I denne studien betyr det at kommunar som har svart nokolunde likt på dei fire spørsmåla blir plassert nær kvarandre i det todimensjonale ordinasjonsdiagrammet, medan kommunar som har svart ulikt blir plassert langt frå kvarandre. NMDS har eit fortrinn framfor andre ordinasjonsmetodar ved at metoden er robust og gir pålitelege resultat

for mange typar data (Holland 2008). I dette tilfellet, der effektvariablane er multi-nominale, ordinale data, er multivariat lineær regresjon dårleg eigna, fordi denne metoden ikkje handterer ordinale data.

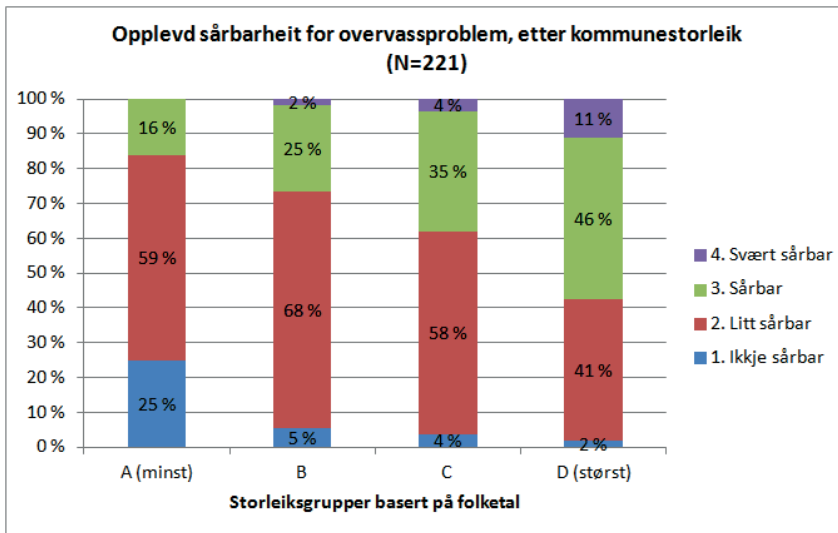
Ordinasjonsanalysen er gjort på dei 157 kommunane i datasettet som har svart på alle dei fire spørsmåla, og der det i tillegg finst arealbruksdata for største tettstad. Dei to aksane i diagrammet trekker ut den viktigaste variasjonen i materialet langs førsteaksen, og så den viktigaste restvariasjonen langs andreaksen. Vidare har eg testa korleis dei tre forklaringsvariablane korrelerer til kommunevariasjonen langs kvar av dei to hovudaksane, med å bruke funksjonen *envfit* i *vegan*, som indikerer styrke og retning på korrelasjonen mellom ordinasjonen og forklaringsvariablane. I ordinasjonsdiagrammet er denne korrelasjonen vist med ein vektor for kvar forklaringsvariabel, der lengda på pilene indikerer styrken på samanhengen.

I alle statistiske analysar er signifikansnivå sett til 0,05. I figur 1-4 viser N til responsar, medan det i vedlegg 1 er vist til respondentar.

Resultat

Kor sårbare er kommunane for overvassproblem i dag, sett med eigne auge? Eit stort fleirtal, ni av ti respondentar, opplever at kommunen deira er litt sårbar, sårbar eller svært sårbar for overvassproblem i dag. Svarene fordeler seg slik mellom dei fire svaralternativa (N=221): 20 (9%) *ikkje sårbar*, 125 (57%) *litt sårbar*, 67 (30%) *sårbar* og 9 (4%) *svært sårbar*.

Sårbarheitsvurderinga varierer med kommunestørleiken. Dersom ein deler materialet opp i fire like store grupper sortert etter innbyggartal, ser vi at små kommunar opplever seg som mindre sårbare enn store kommunar, og at tendensen er monotont stigande/avtakande (figur 1). I heile utvalet svarer kvar tredje respondent at dei ser på kommunen sin som sårbar eller svært sårbar, men denne gruppa aukar til 57 prosent om vi ser på dei største kommunane (over 15.000 innbyggjarar). I kommunar med færre enn 2.750 innbyggjarar er det ingen som svarer «svært sårbar» og berre 16 prosent som svarer «sårbar».



Figur 1. Opplevd sårbarheit etter folketal i kommunane. Gruppene refererer til desse innbyggertal (tal kommunar per gruppe i parentes): A: <2.750 (N=56), B: 2.750-6.000 (N=56), C: 6.000-15.000 (N=55), D: >15.000 (N=55).

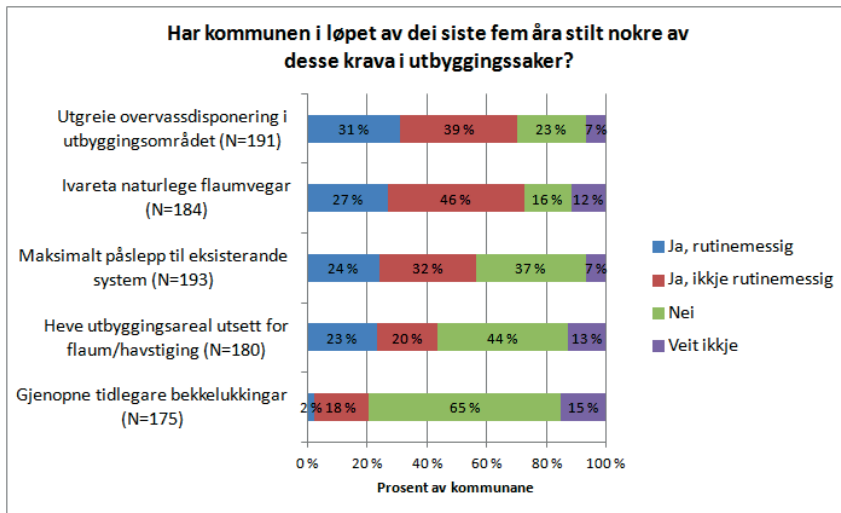
Blant dei respondentane som har gitt tekstleg utdøping av opplevd sårbarheit (N=121), er det ca. ein firedel som omtaler manglar ved overvassnett (kapasitetsmangel, kombinert system). Om lag like mange kommenterer låg sårbarheit, og av desse viser halvparten til godt utbygd overvassnett og den andre halvparten til gunstig topografi. Relativt få (fire prosent) tematiserer fortetting som eit sårbarheitstema i fritekstdelen. Like mange viser til at dei har opplevd aukande mengder intens nedbør som skapar overvassproblem, eller som ein VA-ingeniør uttrykker det, «klimaforandring med mye nedbør i kortere tidsintervaller».

Når så mange overvassansvarlege opplever kommunane som sårbare, korleis blir det handla for å førebygge overvassproblem? Figur 2 viser i kva grad VA-etaten eller kommunen i løpet av dei siste fem åra har stilt ulike typar krav i utbyggingssaker med sikte på slik førebygging. Dei fem alternativa er henta frå ei liste over tiltak i Norsk Vannrapporten *Klimatilpassningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer* (Seks 2012).

Sytti prosent av kommunane svarer at dei i løpet av siste fem år har stilt krav om utgreiing av overvassdisponering i samband med utbyggingssaker, og 31 prosent svarer at dei har som rutine å stille slike krav. Det å stille krav om å ivareta naturlege flaumvegar er enda meir utbreidd (73 prosent), men dette tiltaket er ikkje rutinisert i same grad som det første. Så følgjer krav om maksimalt påslepp til eksisterande avløpssystem (56 prosent) og det å be om heving av utbyggingareal som er utsett for flaum eller havstiging (43 prosent). Det av dei fem alternativa som har minst omfang i kommunane i dag, er å stille krav om gjenopning av tidlegare bekkelukkingar der det finst slike. Tjue prosent av kommunane har gjort dette i løpet av dei siste fem åra, men berre to prosent av kommunane har hatt det som rutine⁵.

Vedlegg 1a viser fordelinga av kommunar etter kor mange av dei fem krava som rutinemessig har blitt stilt i utbyggingssaker siste fem år (N=208, dvs. alle som har svart på spørsmålet). Om lag halvparten manglar slike prosedyrar (verdien «0»). Krysstabellen i vedlegg 1a tydar på at skadeførebygging

5. Det siste svaralternativet skårar truleg så lågt fordi dette er lite relevant i den konteksten spørsmålet er stilt. To respondentar viser i sine kommentarar til at bekkeopningar er omfattande prosjekt som krev store areal, og derfor ikkje let seg gjennomføre innanfor enkeltprosjekt.



Figur 2. Kommunane sin praksis dei siste fem åra når det gjeld å stille krav i utbyggingssaker med sikte på å førebygge overvassproblem.

ikkje skjer meir systematisk i dei antatt sårbare kommunane enn i dei andre. Andelen kommunar som oppgir å rutinemessig ha stilt 3–5 krav er 11 prosent for «svært sårbare» kommunar og 16–17 prosent for dei tre andre sårbarheitsklassene.

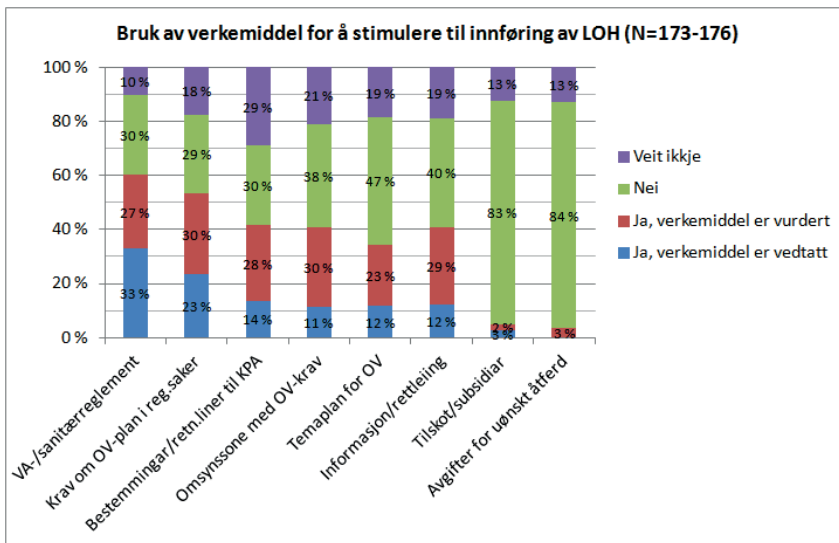
La oss vende blikket mot dagens verkemiddelbruk som har som eksplisitt formål å legge til rette for LOH. Det er opplagt ein viss grad av overlapp mellom dette og det førre spørsmålet, ettersom krava som er omtalt i figur 2 for ein stor del er i samsvar med prinsippa for LOH. Figur 3 viser i kva grad kommunane har vedtatt eller vurdert å vedta åtte ulike verkemiddel for å stimulere til innføring av lokal overvasshandtering. Det vanlegaste verkemidlet per i dag er *bestemmingar i VA-reglement eller sanitærreglement*. Dette er innført av kvar tredje kommune og vurdert innført av kvar fjerde kommune. Så følgjer *krav om overvassplan / VA-rammeplan i reguleringsaker og bruk av bestemmingar og retningslinjer til kommuneplanens arealdel*. Dette siste er kanskje det mest vidtrekkande verkemiddelet blant dei åtte alternativa, og det som gir VA-styresmaktene størst kontroll med at overvassomsyn blir ivaretatt i den løpande arealplanlegginga. Bestemmingar og

retningslinjer til KPA er innført i 14 prosent av kommunane og vurdert innført av dobbelt så mange. Dette verkemiddelet skil seg ut med å ha den klart største veit ikkje-gruppa: Nesten kvar tredje overvassansvarlege i norske kommunar veit ikkje om juridisk bindande bestemmingar for overvasshandtering er innlemma eller vurdert innlemma i kommuneplanens arealdel.

Blant kommunane som har svart på spørsmålet om verkemiddel (N=177), er det 50 prosent som ikkje har vedtatt nokon av dei åtte verkemidla som vart presentert, og 25 prosent som har vedtatt eitt verkemiddel (vedlegg 1b). Vi ser ein tendens til at verkemiddelbruken samvarierer med sårbarheitsvurderingane: Blant «ikkje sårbare» og «litt sårbare» kommunar under eitt, er det 12 prosent som har vedtatt tre eller fleire verkemiddel, medan det same gjeld for 31 prosent av kommunane i kategoriane «sårbare» og «svært sårbare». Skilnaden er signifikant.⁶ Skilnaden blir enda større om ein set grensa på minst fire verkemiddel.

Det siste av spørsmåla som blir rapportert her, har som formål å gi eit inntrykk av utbreiinga av ulike LOH-teknikkar i norske kommunar. Informantane vart spurt om kva

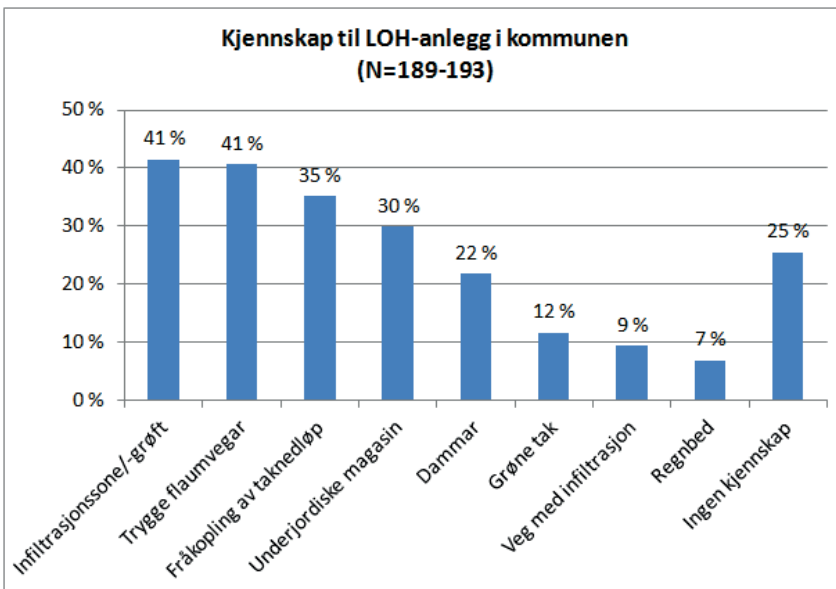
6. Ein z-test for differense mellom to andelar gir ein signifikant skilnad gitt at alternativhypotesen er tosidig.



Figur 3. Svarfordeling på spørsmålet «Har kommunen tatt i bruk (eller vurdert å ta i bruk) nokre av desse verkemidla for å stimulere til innføring av LOH?»

typar LOH-anlegg dei har kjennskap til i eigen kommune. Dei mest utbreidde formene for lokal overvasshandtering ser ut til å vere infiltrasjonssone-/grøft og trygge flaumvegar, begge omtalt blant 41 prosent av kom-

munane. Så kjem fråkopling av taknedløp og underjordiske fordrøyingsmagasin, som er kjent hos VA-etaten i om lag ein tredel av kommunane. Diagrammet viser dei åtte svaralternativa i synkende rekkefølge.



Figur 4. Andel av respondentane som har kjennskap til ulike typar LOH-anlegg i eigen kommune (eksisterande anlegg og anlegg under etablering, både i privat og offentleg regi).

Blant dei som har svart på spørsmålet (N=194), er det tre av fire som har kjennskap til LOH-anlegg i eigen kommune (vedlegg 1c). Kvar fjerde respondent oppgir éin type LOH-anlegg, kvar femte oppgir to. Sårbarheitsoppfatning og kjennskap til mange typar LOH-anlegg følgjest åt: I kommunar som er vurdert som «ikkje sårbare» eller «litt sårbare» er det 14 prosent av respondentane

som kjenner tre eller fleire typar LOH-anlegg, mot 37 prosent i «sårbare» eller «svært sårbare» kommunar. Også denne skilnaden er signifikant.

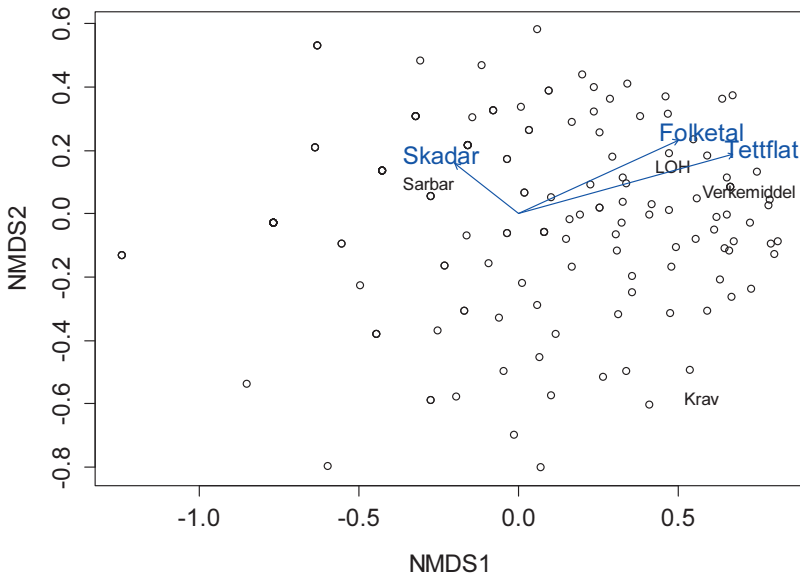
Tabell 1 viser datagrunnlaget for dei fire responsvariablane som inngår i ordinasjonsanalysen, medan analyseresultatet er visualisert gjennom ordinasjonsdiagrammet i figur 5.

Tabell 1 Responsvariablar med svarfordelinga som ligg til grunn for ordinasjonsanalysen.

Etikett	Tema	Svaralternativ	Svar (N=157)
Sårbar	Opplevd sårbarheit for overvassproblem	Ikkje sårbar	15
		Litt sårbar	83
		Sårbar	52
		Svært sårbar	7
Krav	Tal krav som siste fem år har blitt stilt rutinemessig i utbyggingssaker	Utgreie overvassdisponering i utbyggingsområdet	49
		Maksimalt påsepp til eksisterande avløps-/overvasssystem	40
		Heve utbyggingsareal utsett for flaum/havstiging	35
		Ivareta naturlege flaumvegar	41
		Gjenopne tidlegare bekkelukkingar (der slike finst)	4
Verkemiddel	Verkemiddel kommunen har vedtatt for å stimulere til innføring av LOH	Bestemmingar/retningslinjer til kommuneplanens arealdel	22
		Omsynssoner der det blir stilt egne krav til overvasshandteringa	17
		Temaplan for overvatn (kommunedelplan, miljøteknisk hovudplan e.l.)	20
		Bestemmingar i VA-reglement eller sanitærreglement	52
		Krav om overvassplan/VA-rammeplan i reguleringsaker	37
		Positive økonomiske verkemiddel (subsidiar, tilskot)	5
		Negative økonomiske verkemiddel (avgifter for uønskt åtfærd)	0
Informasjon / rettleiing	21		
LOH	Kjennskap til ulike typar LOH-anlegg i kommunen	Grøne tak	20
		Fråkopling av taknedløp	58
		Infiltrasjonssone/-grøft	68
		Regnbed	11
		Dammar	37
		Kjørbare areal med infiltrasjon	15
		Underjordiske magasin	51
Trygge flaumvegar	64		

Den viktigaste variasjonen i materialet er representert langs førsteaksen (NMDS1) av ordinasjonsdiagrammet. Kontrasten mellom kommunar som har vedtatt mange versus få verkemiddel for å stimulere til LOH, står fram som den tydelegaste variasjonen. Det

gir seg utslag i at kommunar som skårar høgt på eigenskapen *verkemiddel* er plassert lengst til høgre på førsteaksen, og at hovudtyngda av kommunar med ingen eller få verkemiddel er å finne i motsett ende av diagrammet. Ordinasjonen viser at det er stor



Figur 5. NMDS-diagram som syner hovudvariasjonen i svara på dei fire spørsmåla (N=157). Kvar sirkel i diagrammet representerer éin eller fleire kommunar. Namna på variablane (sårbar, krav, verkemiddel og LOH) er plasserte i høve til kva tyngdepunkt dei har i materialet. Dei tre vektorane i diagrammet (blå piler med startpunkt i origo) viser styrke og retning på maksimal korrelasjon mellom ordinasjonen og dei tre forklaringsvariablane tette flater (Tettflat), skadar og folketal.

grad av samvariasjon mellom eigenskapane *verkemiddel* og *LOH*, medan *sårbar* har sitt tyngdepunkt lenger til venstre på førsteaksen. Det generelle bildet er at kommunar som skårar høgt på alle desse tre eigenskapane ligg langt til høgre i diagrammet, med relativt små utslag over og under nullverdien på andreaksen. Tre av dei sju kommunane som har blitt omtalt som «svært sårbar» i undersøkinga, ligg såleis tett opp til tyngdepunktet for *LOH* og *verkemiddel*. Kommunar med låge verdiar for dei tre variablane er spreidd i venstre del av diagrammet, med vesentleg større variasjon langs andreaksen (NMDS2). Det som særleg bestemmer skilnad i plasseringa av tyngdepunktet for dei tre eigenskapane, er kor stor andel av kommunane som skårar lågt. Dei 15 kommunane med verdien null på *sårbar* utgjer 10 prosent av kommunane (N=157), og er plassert heilt i periferien av nedre og venstre del av plottet. Til samanlikning er det 75 kommunar eller 48 prosent som har verdien null på *verkemiddel*, og desse domi-

nerer midten av plottet til venstre for origo. Dermed blir tyngdepunktet for *verkemiddel* pressa lenger mot høgre i diagrammet.

Den siste eigenskapen som inngår i ordinasjonen, *krav*, har også tyngdepunkt langt til høgre i diagrammet, men her er det i tillegg vesentlege utslag langs andreaksen, som fører til at tyngdepunktet blir liggande i nedre høgre hjørne. Høge verdiar på *krav* verkar å opptre meir usystematisk i høve til dei tre andre variablane, og omfattar t.d. både kommunar som vurderer seg som «ikkje sårbare» og «svært sårbare».

Så langt om den innbyrdes korrelasjonen mellom eigenskapane *sårbar*, *krav*, *verkemiddel* og *LOH*. Analysen av samanhengen mellom hovudvariasjonen i materialet og forklaringsvariablane viser at *tette flater* har størst forklaringskraft ($r^2=0,157$; $p<0,001$), dvs. at 15,7 prosent av variasjonen i ordinasjonen er signifikant forklart med denne variabelen. Vi ser at *tette flater* viser sterk samheng med *LOH* og *verkemiddel*. Også *folketal* viser sterk og signifikant korrelasjon

til ordinasjonen, men med noko svakare forklaringskraft enn *tette flater* ($r^2=0,098$; $p<0,001$). Det at dei to vektorane ligg tett indikerer at desse forklaringsvariablane er positivt korrelerte (Kendalls korrelasjonsanalyse, $\tau=0,40$; $p<0,001$). Den tredje forklaringsvariabelen, *skadar*, forklarar svært lite av variasjonen, og er ikkje signifikant ($r^2=0,021$; $p=0,199$).

Drøfting

Den overordna problemstillinga for artikkelen er korleis norske kommunar opplever og tilpassar seg sårbarheit for overvassproblem. Problemstillinga bygger på ei antaking om at kommunane i varierende grad er *sårbare* for klimarelaterte skadar knytt til overvatn, og at opplevd sårbarheit kan utløyse *tilpassing* for å førebygge slike skadar. For å svare på delproblemstillingane vil eg både drøfte svarfordelinga på dei fire spørsmåla i spørjeundersøkinga slik dei er rapportert i figurane 1–4, i krysstabellar i vedlegg 1 og på grunnlag av ordinasjonsanalysen, som er visualisert i figur 5.

Opplever kommunane seg som sårbare for overvassproblem? Eit stort fleirtal av respondentane meiner kommunen deira er sårbar for overvatn i større eller mindre grad, og berre ni prosent omtaler kommunen sin som «ikkje sårbar». Vidare ser vi at overvassansvarlege i folkerike kommunar opplever sin kommune som meir sårbar enn tilfellet er i kommunar med færre innbyggjarar. Grunnen til dette er det ikkje gjort nokon fullgod analyse av, men vidare studiar kan legge to motsette tilnærmingar til grunn, som begge kan ha noko for seg: På den eine sida kan det hende respondentane svarer som dei gjer fordi dei har ei korrekt oppfatning av at mindre kommunar er mindre sårbare enn store. Samvariasjon mellom folketal og andel *tette flater* er nettopp ein indikasjon på at folkerike kommunar med store tettstader er meir sårbare enn mindre kommunar, og at variasjonen i sårbarheitsoppfatning såleis reflekterer fysiske realitetar. På den andre sida kan oppfatninga av sårbarheit vere svakt fundert hos enkelte respondentar, slik at vi må søke etter delar av forklaringa i ulik kompetanse og institusjo-

nell kapasitet mellom små og store kommunar.

I kva grad arbeider kommunane systematisk for å førebygge sårbarheit for overvassproblem? Nokre av dei krava i utbyggingssaker som er brukt som indikator på dette spørsmålet, har blitt stilt av ein majoritet av kommunane over ein femårsperiode (figur 2), men det er færre som har gjort dette på fast basis. Vel halvparten oppgir å ha hatt rutinar for å stille minst eitt av dei fem krava, medan dei med rutinar for å stille 3 krav eller meire – den mest proaktive gruppa – utgjør 16 prosent. Krysstabellen i vedlegg 1a viser noko overraskande at denne typen systematisk skadeførebygging i liten grad samvarierer med VA-etatens eigne sårbarheitsvurderingar.

Kva blir så gjort av kommunane for å stimulere til innføring av alternative teknikkar for overvasshandtering? Halvparten av kommunane har ikkje vedtatt nokon av dei åtte verkemidla som tener som indikator på dette spørsmålet, og berre kvar fjerde kommune har vedtatt meir enn eitt verkemiddel. Det er likevel verdt å merke seg at 14 prosent av kommunane har vedtatt bestemningar/retningslinjer til kommuneplanens arealdel med sikte på å stimulere til LOH, og at denne andelen aukar til 24 prosent om vi ser på kommunar med meir enn 10.000 innbyggjarar i største tettstad. Dette er eit uventa høgt tal, og vitnar om utstrekt tverrsektorielt samarbeid på tvers av VA- og planetatane. I mange tilfelle dreier det seg her om juridisk bindande bestemningar som, dersom dei blir følgt opp, vil gje langt betre vilkår for å ta overvassomsyn i arealplanlegginga. I motsetning til eigenskapen *krav*, viser svarfordelinga her ein samanheng med sårbarheitsoppfatninga.

Kor utbreidd er alternative teknikkar for overvasshandtering i kommunane? I mangel av kvantitative mål på kor mange LOH-anlegg som er etablert rundt om i kommunane, blir tal for kor mange ulike typar LOH-anlegg respondentane kjenner til i sine respektive kommunar nytta som eit grovt estimat på utbreiinga av LOH. Ein fjerdedel av respondentane svarer «null» på dette spørsmålet, og det er langt færre enn på dei føregåande spørsmåla. Vi står likevel tilbake med det

same bildet av ei relativt lita gruppe som skårar høgt også på denne variabelen. Til liks med *verkemiddel* heng høge verdiar saman med ei oppleving av kommunen som sårbar for overvassproblem.

Ordinasjonen (figur 5) viser den multivariate korrelasjonen mellom opplevd sårbarheit og dei tre eigenskapane eg brukar som mål på tilpassing. Ei allmenn oppleving av sårbarheit forklarar at denne eigenskapen er plassert sentralt i ordinasjonsdiagrammet, mens ein stor andel kommunar som ikkje driv tilpassing gjer at tyngdepunkta for eigenskapane *krav*, *verkemiddel* og *LOH* ligg meir i utkanten av plottet. Det gjeld særleg for dei variablane som vitnar om reelle tilpassingshandlingar frå kommunen si side, nemleg *verkemiddel* og *krav*. Når tre fjerdedelar av kommunane skårar éin eller meir på LOH, mot halvparten av kommunane for dei to andre tilpassingsindikatorane, kan det kome av at LOH ikkje er eit så eigna mål på tilpassinga i kommunen. Det treng ikkje vere ein indikasjon på offentleg tilpassing til sårbarheit at den overvassansvarlege i VA-etaten har kjennskap til éin eller fleire typar LOH-anlegg – ikkje minst med tanke på at desse i stor grad er private og kanskje har blitt etablert trass i, heller enn på grunn av, kommunal overvasspolitikk.

Kva forhold kan bidra til å forklare variasjonen i opplevd sårbarheit og iverksett tilpassing? Vi har alt sett at sårbarheitsvurderingane er korrelert til kommunestørleik (figur 1). I figur 5 er vektoren for *folketal* eit uttrykk for korleis denne forklaringsvariabelen korrelerer signifikant med ordinasjonen under eitt, altså med det samla bildet av dei fire effektvariablane. Når pila peikar skrått oppover mot høgere, stemmer det med at kommunar som Oslo, Bergen, Stavanger, Bærum og Tromsø alle ligg i øvre høgre kvadrant, og at vi i venstre del av ordinasjonsdiagrammet i all hovudsak finn små utkantkommunar. *Tette flater* viser maksimal korrelasjon til ordinasjonen i om lag same område som *folketal*, noko som rimar med at dei to variablane er korrelerte. Dette understrekar også

samanhengen mellom større tettstader og høg andel tette flater. Det er likevel interessant å sjå at andel tette flater i største tettstad har vesentleg større forklaringskraft enn folketal, respektive 16 og 10 prosent av variasjonen blir forklart med desse to variablane. Eg tolkar dette som eit utslag av at *tette flater* er ein meir presis og målretta forklaringsvariabel enn *folketal*. Medan den første er eit direkte uttrykk for ein fysisk eigenskap ved kommunane som er kjent for å skape sårbarheit for overvassproblem, må vi forstå innbyggartalet i kommunane som ein indirekte sårbarheitsindikator.

Ut frå logikken om at meir presise og årsaksorienterte forklaringsvariablar gir større forklaringskraft, skulle ein tru at kommunevise data for overvassrelatert skadehistorikk ville forklare enda meir av variasjonen enn dei to føregåande variablane. Det er likevel ikkje tilfelle, ettersom forklaringsvariabelen *skadar* ikkje viser nokon signifikant korrelasjon med ordinasjonen. Det kan vere fleire årsaker til at skadehistorikken, slik han er nedfelt i skadestatistikken til forsikringsselskapa, ikkje bidrar til å forklare variasjonen i materialet. Det er ingen automatikk i at skadetilfelle i form av vassinntrenging i private bygg fører til endra sårbarheitsoppfatning i den kommunale VA-etaten, eller til endra overvasspolitikk frå kommunen si side. Det er ikkje gitt at kommunar med høgt skadenivå oppfattar at dei er meir utsette enn andre kommunar, eller at ein slik innsikt resulterer i at ein innfører nye prinsipp for overvasshandtering. Eit viktig poeng i så måte er at kommunane i dag ikkje har tilgang til geografisk spesifikk skadestatistikk frå forsikringsselskapa, og dermed manglar ei viktig kjelde til kunnskap om kor ein bør utbetre sårbare punkt.

Konklusjon

Denne artikkelen rapporterer funn frå ei spørjeundersøking som involverer overvassansvarleg i VA-etaten i over halvparten av kommunane i landet.⁷ Undersøkinga re-

7. Spørjeundersøkinga omfattar materiale som ikkje er rapportert i denne artikkelen, m.a. om bruk av klimafaktor ved berekning av dimensjonerande overvassmengd, erfaringar med LOH, vurdering av opne versus lukka LOH-anlegg, og om barrierer for opne overvassløysingar. Framtidige publikasjonar med bakgrunn i surveyen vil bli gjort kjent på www.vestforsk.no.

presenterer førstehandskunnskap om overvasshandteringa i heimkommunane til tre fjerdedelar av alle nordmenn. Vi må dermed gå ut frå at materialet har høg kredibilitet.

Undersøkinga viser at norske kommunar er nokså delt når det gjeld merksemd om og tilpassing til overvassproblem. Det er uråd å plassere eit knivskarpt skilje mellom dei som orienterer seg mot nye prinsipp for overvasshandtering og dei som ikkje gjer det, men mellom ein firedel og ein tredel av kommunane ser ut til å vere i den første gruppa. Kommunar som oppfattar seg som sårbare for overvassproblem, er gjennomgåande dei med høgt innbyggartal. Faktorar som kan bidra til lågare opplevd sårbarheit, er – i tillegg til låg grad av urbanitet – gunstig topografi og velutbygd avløpsinfrastruktur. Overvassansvarlege som ser kommunen sin som sårbar på dette området, rapporterer om meir aktiv verkemiddelbruk for tilrettelegging for lokal overvasshandtering, og dei har kjennskap til fleire typar LOH-anlegg i eigen kommune, jamført med resten.

Det er gjennomført multivariat ordinasjonsanalyse av fire responsvariablar, og tre forklaringsvariablar er undersøkt for å finne kor stor forklaringskraft dei har i høve til ordinasjonen. Eit viktig bidrag frå dette arbeidet er utviklinga av ein av desse forklaringsvariablane, andel tette flater i største tettstad i kvar kommune, basert på SSBs arealbruksstatistikk. Denne variabelen viser sterk positiv korrelasjon, og forklarar signifikant 16 prosent av variasjonen i materialet. Folketal, som til ein viss grad overlappar med tette flater, har også forklaringskraft, i motsetning til den siste forklaringsvariabelen basert på skadehistorikk frå vasskaderegisteret til Finans Norge.

Denne analysen gir berre delar av forklaringa på kvifor kommunar svarer ulikt på spørsmåla i undersøkinga. Ein meir komplett modell måtte for eksempel ha opna for å analysere effekten av variasjonar i institusjonell kapasitet, kompetanse og motivasjon i VA-sektoren, og samhandling mellom ulike sektorar og aktørar.

Klimatilpassingslitteraturen har trekt fram kor viktig tverrsektorielt samarbeid er for å få til effektive tilpassingstiltak, også på overvassfeltet. Eg starta med eit sitat frå

Hovik, Naustdalslid et al. (2014), som oppmoda til forskning om i kva grad forholda ligg til rette for horisontal kunnskapsstrøm mellom lokale forvaltningsnivå på dette feltet. Denne studien imøtekjem den utfordringa eit stykke på veg, ved å dokumentere at mange norske kommunar er i ferd med å etablere overordna og juridisk bindande planinstrument med sikte på å fremje lokal overvasshandtering. Denne typen bestemningar kjem ikkje på plass utan at det er utvikla eit tett samarbeid på tvers av plan- og VA-etatane.

Undersøkinga peiker på ein samvariasjon mellom sårbarheitsoppfatning og verkemiddelbruk for innføring av LOH. Eg meiner det er grunn til å vente at den vidare utviklinga av alternative tilnærmingar til overvasshandtering i stor grad vil avhenge nettopp av kor sårbare kommunane opplever at dei er. Fundamentalt i så måte blir sjølvsagt utviklinga av klimaet: Er dei påviste endringane i nedbørmønsteret det siste halve hundreåret å forstå som ein forbigåande topp innanfor variabiliteten i dagens klima, eller ser vi no starten på eit anna og meir krevjande klimaregime? Dersom det første viser seg å vere tilfelle, vil mindre tilpassingar – for eksempel i form av sporadiske LOH-tiltak slik vi ser i dag – kunne vere tilstrekkeleg. Skulle vi stå overfor større klimaendringar, er det sannsynleg at vi må tilpasse oss nye former for sårbarheit.

Inntil vidare er det likevel grunn til å tru at det ikkje er den naturlege, men den samfunnsøkonomiske sårbarheita som vil tvinge fram alternative former for overvasshandtering i større skala. Menneskeleg aktivitet påverkar det hydrologiske kretsløpet, særleg i tettbygde område, med forringa vasskvalitet og redusert biologisk mangfald som resultat. LOH vil kunne vere ein del av løysinga for å få bukt med desse problema, men da i form av opne, blågrøne løysingar. LOH kan dermed vere ein strategi både for tilpassing til klimasårbarheit og for å nå allmenne miljømål. Ein slik strategi vil lett kome i konflikt med sentralisering og fortetting, prosessar som delvis finn si grunngeving i utsleppsreduksjonar. Det er langs desse linene eg meiner kunnskapsbehovet er størst på området klimatilpassing og overvasshandtering.

Takk

Artikkelen bygger på arbeid utført i prosjektet «Buildings and Infrastructure – Vulnerability and Adaptive Capacity to Climate Change» (BIVUAC), finansiert av Noregs forskingsråd (NORKLIMA). Takk til Inger Auestad ved Høgskulen i Sogn og Fjordane og Morten Simonsen ved Vestlandsforskning for hjelp med den statistiske analysen. Takk også til andre kollegaer ved Vestlandsforskning for nyttige kommentarar undervegs.

Referansar

Aall, C. (2012). «The early experiences of local climate change adaptation in Norwegian municipalities compared with that of Local Agenda 21 and climate change mitigation.» *Local Environment* 17(6–7): 579–595.

Brooks, N. (2003). Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework, Tyndall Centre for Climate Change Research and Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGE), University of East Anglia.

Brown, R. R., M. A. Farrelly, et al. (2013). «Actors working the institutions in sustainability transitions: The case of Melbourne's stormwater management.» *Global Environmental Change* 23(4): 701–718.

Charlesworth, S.M., E. Harker, et al. (2003). «A review of Sustainable Drainage Systems (SuDS): A Soft Option for Hard Drainage Questions?» *Geography* 88(2): 99–107.

Chocat, B., P. Krebs, et al. (2001). «Urban drainage redefined: from stormwater removal to integrated management.» *Water Science & Technology* 43(5): 61–68.

Clausen, S.-E. (2009). *Multivariate analysemetoder for samfunnsvitere*. Oslo, Universitetsforlaget.

Cutter, S.L. (1996). «Vulnerability to environmental hazards.» *Progress in Human Geography* 20(4): 529–539.

Frauenfelder, R., A. Solheim, et al. (2013). *Infra-Risk sluttrapport. NGI rapport nr. 20091808-01-R*. Oslo, Norges Geotekniske Institutt m.fl.

Füssel, H.M. (2007). «Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research.» *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* 17(2): 155–167.

Groven, K. (2013). Eit politisk skred: Korleis naturskadeførebygging og klimatilpassing kom på dagsorden i Bergen. *Mot en farligere fremtid? Om klimaendringer, sårbarhet og tilpassing i Norge*. L.M. Bye, H. Lein og J.K. Rød. Trondheim, Akademika forlag: 229–244.

Hanssen, G.S., P.K. Mydske, et al. (2012). «Multi-level coordination of climate change adaptation: by national hierarchical steering or by regional network governance?» *Local Environment*: 1–19.

Holland, S. M. (2008). Non-metric multidimensional scaling (MDS).

Hovik, S., J. Naustdalshid, et al. (2014). «Adaptation to climate change: professional networks and reinforcing institutional environments.» *Environment and Planning C: Government and Policy* advance online publication, doi:10.1068/c1230h.

Huntjens, P., C. Pahl-Wostl, et al. (2011). «Adaptive Water Management and Policy Learning in a Changing Climate: a Formal Comparative Analysis of Eight Water Management Regimes in Europe, Africa and Asia.» *Environmental Policy and Governance* 21(3): 145.

Lindholm, O. (2012). Overvann. *Vann- og avløps-teknikk*. H. Ødegaard. Hamar, Norsk Vann BA: 410–435.

Lindholm, O., S. Endresen, et al. (2008). Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. *Norsk Vann rapport 162/2008*. Oslo, Norsk Vann.

McCarthy, J.J., O.F. Canziani, et al. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge, Cambridge University Press.

Minchin, P.R. (1987). «An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination.» *Vegetatio* 69: 89–107.

Naustdalshid, J., S. Hovik, et al. (2012). «Klimatilpassing i vann- og avløpssektoren.» *Stat & Styling*(2-2012): 18–19.

Oksanen, J., F.G. Blanchet, et al. (2013). *vegan: Community Ecology Package Version 2.0-10*. <http://cran.r-project.org>, The R foundation for statistical computing.

Orderud, G.I. and M. Winsvold (2012). «The role of learning and knowledge in adapting to climate change: a case study of Norwegian municipalities.» *International Journal of Environmental Studies* 69(6): 946–961.

Pahl-Wostl, C. (2007). «Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change.» *Water Resources Management* 21(1): 49–62.

Sekse, T. (2012). Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer. *Norsk Vann Rapport 190/2012*. Hamar, Norsk Vann.

Smit, B. and O. Pilifosova (2001). Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability – Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. J.J. McCarthy, O.F. Canziani,

N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S. White. Cambridge, Cambridge University Press.

Van den Berg, M., W.M. Lafferty, et al. (2010). Adaptation to climate change induced flooding in Dutch municipalities. *The Social and Behavioural Aspects of climate Change: Linking Vulnerability, Adaptation and Mitigation*. P. Martens and C. Chang. Sheffield UK, Greenleaf publishing: 130–157.

Vedlegg 1: Krysstabellar som viser svarfordeling mellom eigenskapen sårbar og eigenskapane krav, verkemiddel og LOH. Tal kommunar. For 1b og 1c går verdiane i utgangspunktet frå 0 til 8, men her er kolonnar som manglar data utelatne.

1a. Krav

	0	1	2	3	4	5	Sum
Ikkje sårbar	10	4	2	1	2	0	19
Litt sårbar	58	28	12	11	6	1	116
Sårbar	27	13	13	7	2	2	64
Svært sårbar	3	1	4	1	0	0	9
Sum	98	46	31	20	10	3	208

1b. Verkemiddel

	0	1	2	3	4	5	6	Sum
Ikkje sårbar	13	3	0	1	0	0	0	17
Litt sårbar	51	25	7	10	1	1	1	96
Sårbar	23	13	3	6	9	2	1	57
Svært sårbar	1	4	0	1	1	0	0	7
Sum	88	45	10	18	11	3	2	177

1c. LOH

	0	1	2	3	4	5	6	7	Sum
Ikkje sårbar	7	7	3	1	0	0	0	0	18
Litt sårbar	33	25	24	8	9	5	2	2	108
Sårbar	9	11	9	11	8	10	1	0	59
Svært sårbar	1	1	2	1	2	2	0	0	9
Sum	50	44	38	21	19	17	3	2	194