

Webløsning for kommunale klima- og energiplaner

Carl Waaler Kaas

Master i energi og miljø

Oppgaven levert: Januar 2010

Hovedveileder: Per Finden, ELKRAFT

Biveileder(e): Kjetil Bjørklund, Kommunenes sentralforbund (KS)
Endre Ottosen, NEPAS
Kjersti Gjervan, Enova

Oppgavetekst

Det er et mål for myndighetene at alle kommuner skal utarbeide klima- og energiplaner. Nærmere 300 kommuner har allerede startet arbeidet og mange er allerede ferdig med sine planer. Enova har laget veiledere for hvordan man kan utarbeide en kommunal klima- og energiplan. De har også besluttet å utvikle et webverktøy som skal forenkle kommunenes arbeid med både utarbeidelse og oppdatering av slike planer. Denne oppgaven skal fokusere på kommunenes arbeid med klima- og energiplaner og metoder og verktøy som kan effektivisere prosessen og benyttes i arbeidet, både med hensyn til hva som er tilgjengelig og hva som bør utvikles.

Oppgaven bearbeides ut fra følgende punkter:

1. Det skal gjennomføres en litteraturstudie med fokus på erfaringer så langt internasjonalt med lokale energi- og klimaplaner.
2. En kravspesifikasjon for det planlagte webverktøyet skal utvikles. Det skal også gjøres en vurdering av hva slags datatekniske hjelpeverktøy det er behov for i dette webverktøyet.
3. Det skal utvikles en komplett løsning for ett eller to av de datatekniske hjelpeverktøy nevnt i punkt 2. Verktøyene som utvikles skal være egnet for bruk i webverktøyet.

Oppgaven gitt: 26. august 2009

Hovedveileder: Per Finden, ELKRAFT

Forord

Dette er en masteroppgave på masterstudiet i Energi- og miljø ved NTNU, utført høsten 2009. Arbeidet med oppgaven er blitt gjennomført på institutt for energiteknikk (IFE) på Kjeller, med hovedveileder Per Finden (IFE) og medveiledere Endre Ottosen (NEPAS), Kjetil Bjørklund (KS) og Jonas Sandgren (Sweco).

Arbeidet med denne oppgaven har vært både utfordrende og lærerikt. Klima- og energiplanlegging favner om mange fagfelt, og jeg har derfor gjennom arbeidet med denne oppgaven vært så heldig å komme i kontakt med mange kunnskapsrike personer og spennende fagmiljøer.

Jeg vil rette en stor takk til alle som har bidratt med støtte, råd og innspill i prosessen. En spesiell takk rettes til hovedveileder Per Finden, avdelingsleder ved IFE og professor II ved NTNU, for gode råd og oppfølging underveis i arbeidet. Også medveileder Endre Ottosen, rådgiver i NEPAS, fortjener en ekstra takk for å avsatt mye tid for hjelp og veiledning.

Tidligere masterstudent innen veibelysning ved NTNU Pål Johannes Larsen, Norconsult, besvarte diverse spørsmål om teknologi og kostnader for veibelysning. Rolf Hagman, forsker ved TØI, har besvart spørsmål rundt forventet teknologisk utvikling for personbiler. En takk rettes til dem begge for god hjelp ved utarbeidelse av verktøyene.

Til sist vil jeg rette en takk til min samboer Lene for god hjelp med gjennomlesning av oppgaven og fordi hun har vist forståelse og tålmodighet i alle de timene jeg har jobbet med oppgaven.

Oslo, 9. januar 2009

Carl Waaler Kaas

Sammendrag

Potensialet for klimagassreduksjoner gjennom lokalt initierte tiltak er beregnet å være mellom 2,5 og 8 millioner tonn CO₂-ekvivalenter innen 2020. Dette utgjør 15 til 50 % av Norges mål for innenlands utslippsreduksjon, hvilket gjør kommunen til en viktig brikke i nasjonalt klimaarbeid. Et nasjonalt satsningsområde innen kommunalt klimaarbeid er utvikling av klima- og energiplaner. Per januar 2010 har 27 % av landets kommuner utarbeidet en slik plan, mens ytterligere 54 % har gjort vedtak om å utarbeide plan.

I oktober 2008 inngikk Enova et samarbeid med Kommunenes Sentralforbund om kommunal satsning på miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon. I samarbeidet inngår utvikling av et webverktøy som har til hensikt å forenkle prosessen rundt utarbeidelse og oppdatering av kommunale klima- og energiplaner. Kommunenes sentralforbund (KS) har fått ansvaret for å utvikle dette. I denne rapporten presenteres et forslag til kravspesifikasjon for et slikt webverktøy. Kravspesifikasjonen er utarbeidet for å kunne benyttes når arbeidet med webverktøyet etter planen legges ut på anbud vinteren/våren 2010.

Webverktøyet anbefales inndelt i tre nivåer; administratornivå, brukernivå og nivå åpent for alle. I brukernivået skal kommunene kunne utarbeide en fullverdig klima- og energiplan. Det anbefales i rapporten at kommunen skal ledes gjennom tre hovedtrinn: kartlegging av nåsituasjonen, utarbeidelse av fremtidige utviklingsbaner og definering av målsetninger og tiltak. Anbefalinger til innhold i hvert av disse trinnene er beskrevet. Det er blant annet behov for hjelpemidler som kan bistå kommunen i å estimere effekten av hvert enkelt tiltak. I hvert trinn skal det derfor implementeres flere metoder og verktøy. En metode og to verktøy er utarbeidet i arbeidet med denne rapporten.

Metoden som er utviklet skal hjelpe kommunene å se målsetninger og tiltak i sammenheng. Dårlig samsvar mellom overordnede målsetninger og effekten av tiltakene utarbeidet i eksisterende klima- og energiplaner viser at det er behov for en slik metode. Metoden går ut på at effektene av hvert enkelt tiltak skal summeres og sammenliknes med den overordnede målsetningen. På den måten kan kommunene få oversikt over i hvilken grad målsetningene stemmer overens med den estimerte effekten av tiltakene. Ved avvik vil kommunen bli oppfordret til enten å justere målsetningene eller å videreutvikle tiltaksplanen.

Det første verktøyet beregner kostnader og energibesparelser for tiltak innen veibelysning, det andre beregner reduksjon i klimagassutslipp per kjørte kilometer for privatbiler. Verktøyet for veibelysning er testet på et reelt prosjekt og viste seg å gi gode estimater både for kostnader og for energibesparelser. Verktøyet for utslipp fra privatbiler lar seg ikke teste ettersom det baserer seg på

prognoser om utvikling innen bilteknologi frem mot 2030. Det knytter seg betydelige usikkerheter rundt hvilken retning bilteknologien vil ta. Dette bidrar til usikkerheter også i verktøyets beregninger. En casestudie på hvordan avvik fra antatte prognoser vil påvirke verktøyets resultater er gitt i rapporten.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning.....	1
2 Metode.....	3
3 Begrepsavklaringer.....	5
4 Lokalt klima- og energiarbeid internasjonalt.....	7
5 Webverktøy for kommunal klima- og energiplanlegging.....	10
5.1 Bakgrunn for webverktøyets oppbygning.....	10
5.1.1 Nåsituasjon.....	11
5.1.2 Fremskrivninger & scenarier.....	21
5.1.3 Mål & tiltak.....	24
5.1.4 Benchmarking.....	26
5.1.5 Usikkerheter i statistisk grunnlag.....	28
5.2 Kravspesifikasjon.....	30
5.2.1 Webverktøyets oppbygning.....	30
5.2.2 Administratornivået.....	32
5.2.3 Nivå åpent for alle.....	32
5.2.4 Skjermet brukernivå.....	33
5.3 Vurdering av kravspesifikasjonen som en helhet.....	52
6 Verktøy for beregning av effekter og kostnader av tiltak.....	54
6.1 Behov.....	55
6.2 Eksisterende metoder og hjelpemidler.....	58
6.2.1 Generelle metoder og hjelpemidler.....	58
6.2.2 Eksisterende metoder innen veibelysning.....	58
6.2.3 Eksisterende metoder innen persontransport.....	59
6.3 Modell for mål- og tiltaksdelen i webverktøyet.....	60
6.4 Verktøy for veibelysning.....	64
6.4.1 Bakgrunn.....	64
6.4.2 Beskrivelse av verktøy for veibelysning.....	65
6.4.3 Beregningsmetoder og antakelser.....	66
6.4.4 Usikkerheter.....	70
6.4.5 Oppdatering av verktøyet.....	74
6.4.6 Case-studie – test av verktøyet på et reelt prosjekt.....	75
6.5 Verktøy og metodikk for lokal persontransport.....	78
6.5.1 Overordnet metode.....	81
6.5.2 Delmål 5 – redusere utlippene per kjørte km for privatbilisme.....	83
6.6 Vurdering av verktøyene.....	94
7 Forslag til videre arbeid.....	98
8 Oppsummering og konklusjon.....	100
Referanseliste.....	102
Vedlegg.....	109

1 Innledning

Som blant annet myndighetsutøver, eiendomsbesitter og tjenesteyter innehar kommunene gode muligheter og virkemidler til å bidra til å redusere lokale klimagassutslipp. Statens Forurensningstilsyn (SFT) estimerte i 2007 at kommunalt initierte tiltak kan redusere CO₂-utslippene med over 8 millioner tonn CO₂-ekvivalenter innen 2020 (Statens forurensningstilsyn, 2007). Dette tilsvarer halvparten av Norges mål for innenlands utslippsreduksjon innen 2020 (St.meld nr. 34, 2006-2007). Civitas (2009) anslår det samme potensialet å ligge på mellom 2,5 og 7 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Det er med andre ord store usikkerheter rundt størrelsen på potensialet, men kommunene har uansett potensiale til å bli en viktig brikke i nasjonalt klimaarbeid.

Et nasjonalt satsningsområde for klimaarbeid i kommunesektoren er utvikling av kommunale klima- og energiplaner. Det er en uttalt målsetning at alle kommuner i løpet av 2010 skal ha utviklet en klima- og energiplan (Olje og energidepartementet, 2008). Den 4. september 2009 ble Statlig planretningslinje for klima- og energiplanlegging i kommunene fastsatt. Retningslinjen gir klare føringer til innholdet i og utarbeidelsen av kommunale klima- og energiplaner (Miljøverndepartementet, 2009).

Gjennom Enova-programmet ”Kommunal energi- og miljøplanlegging” kan kommunene både søke økonomisk støtte og få veiledning til utvikling av klima- og energiplaner. Per januar 2009 har 344 kommuner enten utarbeidet egen klima- og energiplan, eller fattet vedtak om å gjøre det (enova.no, 10.01.2010). Dette viser et tydelig ønske fra kommunene om å sette lokalt klima- og energiarbeid på dagsorden.

I oktober 2008 inngikk Enova et samarbeid med Kommunenes Sentralforbund om kommunal satsning på miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon (Kommunenes Sentralforbund, 2009). I samarbeidet inngår utvikling av et webverktøy som har til hensikt å forenkle prosessen rundt utarbeidelse og oppdatering av klima- og energiplanlegging. Kommunenes sentralforbund (KS) har fått ansvaret for å utvikle dette.

Først i denne oppgaven vil det bli gitt en oversikt over lokalt klimaarbeid utenfor Norges grenser. Et mål med denne delen er å kartlegge om det er blitt gjennomført arbeid i andre land som kan tilsvare norske kommunale klima- og energiplaner. Erfaringer fra internasjonalt arbeid kan også gi nyttige innspill til hvordan et webverktøy kan bygges opp.

Videre vil forslag til kravspesifikasjon for webverktøyet nevnt over bli presentert. Det vil være fokus på oppbygning og hvilke hjelpemidler som må implementeres i webverktøyet for at det skal

få sin tilsiktede effekt. Alle valg i kravspesifikasjonen vil bli grundig begrunnet. Behov for videre arbeid med webverktøyet vil bli gjort rede for til slutt i oppgaven.

Til slutt presenteres en modell og to verktøy som alle er utviklet som et ledd i arbeidet med denne rapporten. Modellen beskriver hvordan delen for mål og tiltak i webverktøyet kan bygges opp. En viktig grunn til å utvikle modellen er å vise hvordan resultatene fra verktøyene som er utviklet kan settes inn i en større sammenheng. Det første verktøyet beregner, på bakgrunn av lett tilgjengelige inndata, energireduksjoner og kostnader for tiltak innen veibelysning. Det andre verktøyet beregner forventede fremtidige reduksjoner i klimagassutslipp for personbiler. Muligheter for videreutvikling av verktøyene vil bli gjort rede for til slutt i oppgaven.

2 Metode

Det vil her kort bli redegjort for gangen i arbeidet, hvordan kildeinnhentingene har foregått og hva som har lagt føringer for arbeidet.

Teoridel

I arbeidet med å få en oversikt over internasjonalt klima- og energiarbeid på lokalt nivå ble det tatt kontakt med norske aktører som har hatt innflytelse i internasjonale prosjekter på området. NEPAS har bidratt i flere prosjekter i EU-regi og var en viktig kilde til informasjon. Fagpersoner i Kommunenes Sentralforbund med ansvar for internasjonalt samarbeid på klima- og energisiden ble også kontaktet. På bakgrunn av informasjon fra disse aktørene ble aktuelt arbeid i Norden og EU-regi kartlagt. Videre har hjemmesidene til flere av de viktigste internasjonale aktørene på området blitt besøkt. Det har også blitt utført søk i databaser.

Arbeidet med webverktøyets oppbygning

Enova sine mål og rammebetingelser for webverktøyet har lagt klare føringer for arbeidet, spesielt med tanke på webverktøyets oppbygning og funksjonalitet (vedlegg 1). En av rammebetingelsene sier at webverktøyet skal gjøre det mulig å utarbeide en helhetlig klima- og energiplan i henhold til ”Statlig planretningslinje for klima- og energiplanlegging”. Følgelig har krav og anbefalinger fremsatt i denne planretningslinjen gitt ytterligere føringer for hvordan webverktøyet skal bygges opp. Innenfor ovennevnte rammebetingelser har forfatteren vært fri til å utarbeide egne forslag til webverktøyets struktur og innhold.

Enova sin veileder for kommunal klima- og energiplanlegging, ”Energi- og klimaplanlegging i kommunen – en veiledning i prosessen”, er brukt som utgangspunkt for utviklingen av kravspesifikasjonen. Videre er det hentet inn tips og erfaringer fra aktører (NEPAS, Sweco) som gjennom flere år har vært involvert i klima- og energiplanarbeid i Norge og internasjonalt. Aktuell forskning på området, både nasjonalt og internasjonalt, har også i stor grad bidratt til utforming av og innhold i kravspesifikasjonen. Databasene som i størst grad har blitt benyttet er ISI Web of Science og Idunn.no.

Arbeidet med utarbeidelse av verktøy

I første fase av arbeidet med denne delen ble det fokusert på å avdekke områder med stort behov for nye hjelpemidler og verktøy. Flere sentrale aktører innen utarbeidelse av kommunale klima- og energiplaner ble derfor konsultert, deriblant Endre Ottosen (NEPAS) og Jonas Sandgren (Sweco) (slike konsultasjoner er i oppgaven referert til med fotnoter). Med bakgrunn i deres erfaringer, og egne erfaringer fra arbeidet med oppbygningen av webverktøyet, ble aktuelle områder plukket ut.

Videre ble tidligere forskning og arbeid innenfor de aktuelle områdene undersøkt ved søk i databasene ISI Web of Science og idunn.no. Det ble søkt etter dokumentasjon på verktøy og forskning som kunne være til hjelp ved utarbeidelsen av ulike verktøy. Søkene var også viktige for å avdekke om det eksisterte verktøy som allerede dekket det antatte behovet i webverktøyet. For de to områdene som til slutt ble valgt, lokal persontransport og veibelysning, ble ingen slike verktøy funnet. Det ble da opprettet kontakt med personer med fagkunnskap for hvert av de to områdene og undersøkt om de hadde kjennskap til eksisterende verktøy. Da det også i disse henvendelsen ble antydnet at det var behov for slike verktøy ble det besluttet å utvikle disse.

Når områdene for verktøyene var valgt ble nødvendige bakgrunnsdata samlet inn. Publikasjoner funnet ved søk i database, fagpersoner innen de ulike områdene, flere masteroppgaver ved NTNU, prosjektrapporter og sentrale aktørers internettsider ble benyttet som kilder i dette arbeidet. Forsker Rolf Hagman ved Transportøkonomisk Institutt (TØI) og Pål Johannes Larsen ved Norconsult bidro som fagpersoner innen henholdsvis bilteknologi og veibelysning med gode innspill og tilbakemeldinger. Sistnevnte bidro også med et datasett fra et reelt veibelysningsprosjekt slik at verktøyet for veibelysning kunne testes.

3 Begrepsavklaringer

Benchmarking

Med benchmarking menes i denne oppgaven sammenlikning mellom kommuner på ulike områder. Benchmarking kan benyttes for å se hvordan man presterer på et område i forhold til andre innenfor samme bransje, slik at potensielle forbedringsområder kan avdekkes.

Merkeeffekt

Den effekten en lyskilde er oppgitt som. For veibelysning ligger denne typisk mellom 50 W og 400 W (Statens vegvesen, 2008a).

Armaturl

En armatur er en samlebetegnelse på armaturhuset og elektrotekniske elementer som er montert inne i huset. Armaturen består gjerne av hus, ballast og lyskilde (Tommelstad, 2008).

Lyskilde (lampe)

Lyskilden omtales ofte som lampe. I Norge benyttes i hovedsak tre typer lyskilder til veibelysning; kvikksølv damplampe, natrium høytrykklampe og metallhalogenlampe (Statens vegvesen, 2008a).

IC-kjøretøy (Internal Combustion - kjøretøy)

Alle biler som går på bensin, diesel eller biodrivstoff har «internal combustion»-motor. Også hydrogen kan benyttes i IC-kjøretøy. Det er per 2010 den klart mest utbredte kjøretøy-typen innen personbiler (King, 2007).

HEV (Hybrid Electric Vehicle)

Bil som har både elektrisk motor og «internal combustion»-motor. Elektrisiteten genereres når man kjører (ved bremsing o.l.)

PHEV (Plug-in-Hybrid Electric Vehicle)

Som HEV, men kan i tillegg lades opp med elektrisitet. En betydelig større andel av kjøringen kan dermed foregå på elektrisitet, sett i forhold til HEV.

BEV (Battery Electric Vehicle)

Biler med elektromotor som kun drives på elektrisitet.

LCE (Life-Cycle Emissions)

LCE er klimagassutslippene gjennom hele levetiden til et produkt, for drivstoff ofte kalt «well-to-wheel»-utslipp (King, 2007).

4 Lokalt klima- og energiarbeid internasjonalt

Med den etterhvert brede internasjonale enigheten om klimatrusselens realitet, har klimaarbeid kommet høyt opp på de fleste nasjoners politiske agenda. Den brede deltakelsen på FN sin klimakonferanse i København i desember 2009, i alt 192 deltakende nasjoner, er et godt eksempel på dette. Men nyhetsbildet har til nå i stor grad blitt preget av de store internasjonale linjene i klimapolitikken. Ofte har de lokale tiltakene blitt utelatt nevnt i mediene; tiltakene lokale myndigheter og folk flest kan føle tilhørighet til, og som dermed gir hver enkelt muligheten til å se hvordan de kan bidra i klimaarbeidet. Artikler som ”Når boligen blir kraftverk” om plussenergihus i Freiburg i Tyskland og ”Møller på grasrotplanet” om lokalt finansierte vindmøller på Samsø i Danmark er hederlige unntak og gir eksempler på tiltak internasjonalt som kan vise vei for liknende tiltak her hjemme (Monsen, 2007; Salvesen, 2009).

Mye arbeid og mange programmer i internasjonal regi rettes mot lokalt klimaarbeid. EU-programmene 3-NITY og SEC-BENCH er eksempler på dette. 3-NITY ble opprettet i januar 2006 og har som mål å engasjere lokale energi- og klimaaktører som politikere, planleggere, innbyggere og energiaktører i lokalt klimaarbeid. Flere metoder og verktøy spesielt rettet mot lokale forhold er blitt utviklet gjennom programmet, blant annet planleggingsverktøyet REAM, det web-baserte dataspillet Energia-game og et metodeverktøy rettet mot tiltaksgjennomføring og effektiv styring. Enova sin veileder «Energi- og klimaplanlegging i kommunen - en veiledning i prosessen» er tilgjengelig på programmets internettsider (ieeprojects.net, 28.09.2009). SEC-BENCH-prosjektet startet opp i november 2007 og har som mål å utvikle et web-basert verktøy for sammenlikning (benchmarking) på sentrale områder i lokalt klima- og energiarbeid (sec-bench.eu, 31.09.2009). Prosjektet har spesielt fokus på områder der kommunene har størst virkemidler, energiforbruk i kommunens bygg står her sentralt¹.

Covenant of Mayors er et annet initiativ i EU-regi. Hovedhensikten med initiativet er å gi byer teknisk og økonomisk støtte i klimaarbeidet, samt å gi strategisk veiledning. De deltakende byene forplikter seg til å redusere klimagassutslippene med 20 % i forhold til dagens nivå innen 2020. Hver enkelt by forplikter seg også til å utarbeide en plan, kalt Sustainable Energy Action Plans (SEAPs), som beskriver hvordan byen skal nå dette målet. Per 18. januar 2010 er 1186 byer registrert i initiativet. I september 2009 var tallet 700; antall registrerte i initiativet øker med andre ord raskt. Av norske byer finner vi Oslo, Bergen, Stavanger, Kristiansand, Ålesund og Porsgrunn. Det understrekes i initiativet at lokale myndigheter har en sentral rolle i klimaarbeidet, og da spesielt byene der over halvparten av jordas klimagassutslipp skapes. For å redusere klimagassutslippene kreves et helhetlig og langsiktig arbeid som også involverer innbyggerne. Et

¹ Hans Jacob Mydske og Endre Ottosen, møte 24. september 2009

slikt arbeid er det oftest lokale myndigheter som er best skikket til å lede da de har god oversikt over forhold som påvirker byen (eumayors.eu, 18.01.2010).

Mange byer arbeider målrettet med å redusere klimagassutslipp også utenfor EU sine initiativ. I USA har flere byer utviklet egne klimaplaner, ofte kalt "Climate Action Plan". Et fellestrekk mellom planene er at de fokuserer på å definere lokale tiltak som i sum skal innfri forhåndsspesifiserte utslippsmål, og at det gjøres kostnadsberegninger for disse tiltakene. Mange slike planer finnes på American Planning Organization sin internettside (planning.org, 28.09.2009).

Climate Alliance, en internasjonal stiftelse med utgangspunkt i Tyskland, har over 1400 medlemmer. Medlemmene er europeiske byer og distrikter fra 17 land. Alle medlemmene har som mål å halvere CO₂-utslippene innen 2030. Stiftelsen gir veiledning og bidrar med andre hjelpemidler i prosessen (klimabuendnis.org, 14.10.2009).

Et eksempel på lokalsamfunn med en helhetlig energi- og klimapolitikk er Samsø i Danmark. Det lille øysamfunnet med 4100 innbyggere har fått mye oppmerksomhet for sin satsning på klimavennlig energiproduksjon. (Samsø Energiakademi, 2008) Flere norske kommuner nevner i sine klima- og energiplaner Samsø som en inspirasjonskilde og et eksempel til etterfølgelse.

I Sverige er alle kommuner pålagt å utarbeide energiplaner, men det er ingen klare retningslinjer for hvordan slike planer skal utarbeides. Mangel på sanksjoner mot kommuner som ikke følger retningslinjene har ført til at over 30 % av svenske kommuner har valgt ikke å bruke ressurser på å utarbeide en slik plan (Ivner, 2009).

Av arbeid som direkte kan sammenliknes med norske kommuners klima- og energiplaner er utvalget noe begrenset. I Sverige har enkelte kommuner utviklet klima- og energiplaner, blant dem Tjørn og Orust kommun^{2,3}. Men utbredelsen av slike planer er ikke like stor som i Norge. En årsak kan være at svenske myndigheter gir länenene, og ikke kommunene, ansvaret for klima og energiplanleggingen (Prop. 2008/09:162). Kommunene blir oppfordret til å utvikle egne strategier, men det stilles ikke noe krav om dette og det gis heller ikke noe direkte offentlig støtte til arbeidet.

At EU-prosjektet 3-NITY publiserer den norske veilederen for kommunale klima- og energiplaner, er et tegn på at Norge er langt framme i arbeidet med helhetlige klima- og energiplaner på lokalt nivå. Det er likevel mye å lære av andre lands arbeid på området, spesielt med tanke på utarbeidelse

2 Klimaplan for Tjørn kommun finnes her:

[http://www.tjorn.se/innehall/kommuninformation/forvaltningar/samhallsbyggnad/bmiljoavdelningenb/energiokhli
matplan.4.5733b8a71081e46f844800042528.html](http://www.tjorn.se/innehall/kommuninformation/forvaltningar/samhallsbyggnad/bmiljoavdelningenb/energiokhli
matplan.4.5733b8a71081e46f844800042528.html)

3 Klimaplan for Orust kommun finnes her:

<http://www.orust.se/download/18.57632531158f7109a380001816/Energiplan+hemsida.pdf>

av konkrete og effektive tiltak for reduksjon av klimagasser. Programmer og initiativer som 3-NITY, SEC-BENCH, Covenant of Mayors og Climate Alliance vil høste viktige erfaringer om lokalt klimaarbeid i årene som kommer. Mange av disse erfaringene vil trolig være overførbare til norske forhold; det vil derfor være viktig i tiden fremover å trekke disse erfaringene inn i veiledning mot lokalt klima- og energiplanarbeid i Norge.

5 Webverktøy for kommunal klima- og energiplanlegging

Som et ledd i sin satsning på lokalt klima- og energiarbeid har Enova opprettet et prosjekt for utvikling av et webverktøy for klima- og energiplanlegging. Kommunenes Sentralforbund (KS) har fått i oppdrag å gjennomføre prosjektet, mens Enova er økonomisk ansvarlige. Målet med prosjektet er:

”å utvikle og etablere et fritt tilgjengelig webbasert verktøy for klima- og energiplanlegging for norske kommuner” med hovedhensikt å ”forenkle kommunenes arbeid med å lage klima- og energiplaner”⁴

Per januar 2010 har 115 av 431 kommuner allerede utarbeidet klima- og energiplan, mens ytterligere 231 har fattet vedtak om utarbeidelse av plan (enova.no, 10.01.2010). Mange kommuner har dermed allerede skaffet seg erfaringer fra utvikling av plan og gjennomføring av planens tiltak. Og et stort antall kommuner kan og bør dra nytte av disse erfaringene. Enova, som nasjonal pådriver for utvikling av kommunale klima- og energiplaner, har på bakgrunn av dette sett behovet for å samle alle verktøy og erfaringer på ett sted. Valget falt på utvikling av et webverktøy. En ytterligere beskrivelse av behovet for og fordelene ved et slikt webverktøy blir i stor grad beskrevet av webverktøyets rammebetingelser (Vedlegg 1).

Arbeidet med kravspesifikasjonen er i denne rapporten delt i to deler. Del 1 inneholder bakgrunn og begrunnelser for valgene som er tatt i utviklingen av kravspesifikasjonen, mens del 2 inneholder den konkrete kravspesifikasjonen. Det er valgt å dele opp i to deler for at kravspesifikasjonen som presenteres skal være så konsis som mulig; en «webutvikler» har liten interesse av å vite hvilke begrunnelser som ligger bak valgene som er gjort i utarbeidelsen av kravspesifikasjonen. For vedkommende er det kravene til webverktøyets innhold som er av betydning.

5.1 Bakgrunn for webverktøyets oppbygning

Det har blitt lagt vekt på å utvikle et brukervennlig og effektivt verktøy for kommunal klima- og energiplanlegging. Hovedarbeidet med kravspesifikasjonen har vært rettet mot den fremtidige brukerens behov og de ulike trinnene brukeren skal gjennom i planprosessen. For å holde dataene og verktøyene i webverktøyet oppdatert er det nødvendig å legge til rette for at personer med administratoroppgaver har tilgang. Og for at bakgrunnsinformasjon, erfaringsutvekslinger og nyttige verktøy skal nå flest mulig er det i tillegg valgt å la dette være fritt tilgjengelig for alle

⁴ Hentet fra rammebetingelser for utvikling av webverktøyet. Finnes i vedlegg 1.

interesserte. Et fritt tilgjengelig nivå var forøvrig også et krav til utformingen av webverktøyet⁵.

Videre i dette kapittelet vil bakgrunnen for valgene for de mest sentrale delene i webverktøyet bli presentert. Figur 2 i *kapittel 5.2.1* viser en oversikt over webverktøyets ulike deler. Med de mest sentrale delene menes de som er direkte knyttet til utarbeidelse av klima- og energiplan; *nåsituasjon, fremskrivninger&scenarier* og *mål&tiltak*. I tillegg vil delen for *benchmarking* bli omtalt fordi benchmarking er et viktig hjelpemiddel for kommunene i utarbeidelse av planen. Det vil for hver del som presenteres bli gitt en innføring i forskning og tidligere erfaringer på området. Videre vil det på bakgrunn av dette bli gitt en anbefaling om hvilke elementer som bør inkluderes i webverktøyet. Enova sin veileder «Energi- og klimaplanlegging i kommunene – en veiledning i prosessen», «Statlig planretningslinje for klima- og energiplaner» og Enova sine rammebetingelser for utvikling av webverktøyet har vært førende for valgene som er tatt.

De resterende delene vist i figur 2 i *kapittel 5.2.1* er nødvendige å implementere i webverktøyet for å gjøre dette mer oversiktlig, og for å oppfylle forhåndsdefinerte krav. Disse vil derimot ikke ha innvirkning på innholdet i og utformingen av klima- og energiplanene som skal utarbeides i verktøyet. Det er av den grunn valgt ikke å presentere bakgrunnsinformasjon og begrunnelser for disse. En beskrivelse av hver enkelt del og delens funksjoner blir presentert under beskrivelse av kravspesifikasjonen i *kapittel 5.2*.

5.1.1 Nåsituasjon

I denne delen av webverktøyet skal dagens situasjon i kommunen sett i et energi- og klimaperspektiv beskrives (Finden et al., 2008). Alle data om kommunen som er viktige for senere deler av planen bør inn i denne delen. Med all den veiledningen og alle hjelpeverktøyene dette trinnet skal inneholde vil en fornuftig og oversiktlig kategorisering være viktig. Forslaget til kategorisering som presenteres i dette trinnet er i stor grad basert på anbefalingene i Finden et al. (2008). Denne inndelingen er allerede godt kjent for de kommunene som allerede har utviklet en egen plan, noe som kan gjøre det enklere for disse å ta i bruk webverktøyet. Det er i all hovedsak lagt opp til at statistikk fra statistisk sentralbyrå kan benyttes ettersom denne er meget lett tilgjengelig for brukeren.

I det følgende kommer en beskrivelse av de anbefalte kategoriene.

⁵ Rammebetingelser for utvikling av webverktøyet (finnes i vedlegg 1)

5.1.1.1 Energiforbruk

En viktig kilde til statistikk til bruk i klima- og energiplaner er Statistisk Sentralbyrå (SSB) sin statistikkbank (sft.no, 03.09.2009). Her presenteres kommunefordelt energiforbruk fordelt på sektorer og kilder. Det knytter seg riktignok en god del usikkerhet til SSB sine data for energiforbruk på kommunalt nivå, men på mange områder er dette likevel de mest nøyaktige tilgjengelige statistikkene for de fleste kommuner. Usikkerhetene er nærmere beskrevet i kapittel 5.1.5 *Usikkerheter i statistisk grunnlag*.

En annen viktig kilde til informasjon er kommunens Lokale Energiutredninger (LEU). Områdekonsesjonæren er pliktet å utarbeide en LEU minimum hvert annet år for hver kommune i sitt konsesjonsområde (Forskrift om energiutredninger, 2008). Etersom LEU oppdateres med så jevne mellomrom vil det alltid foreligge en forholdsvis ny eller oppdatert LEU når kommunen skal starte arbeidet med klima- og energiplan. På grunn av lokal kunnskap hos områdekonsesjonæren oppgis ofte elektrisitetsforbruket mer nøyaktig i LEU enn hos SSB (Finden et al., 2008). Forbruk av fjernvarme og i enkelte tilfeller forbruk av gass kan også være mer presist beskrevet i LEU; områdekonsesjonæren oppfordres nemlig til å innhente detaljert statistikk direkte fra lokale leverandører av fjernvarme og gass. På de resterende områder anbefales områdekonsesjonærene å basere seg på statistikk fra SSB i utredningsarbeidet (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2009a). Dermed vil fordelingen på sektorer og kilder i LEU med stor sannsynlighet samsvare med de SSB opererer med.

Anbefalt innhold og oppbygning for kategorien *energiforbruk*

Med tanke på at verktøyet har som mål å forenkle planprosessen for kommunene er det viktig at tilgjengelighet på data er god. I tillegg vil det på mange områder være hensiktsmessig at formatet på inndata blir det samme for alle brukere, slik at verdiene kan benyttes til sammenlikning mellom kommuner (benchmarking, *kapittel 5.1.4*). Det anbefales på bakgrunn av dette at energiforbruk i webverktøyet legges inn fordelt på energikilder for hver sektor, med samme inndeling som presentert på SSB sine sider for kommunalt energiforbruk. Anbefalingen er også i tråd med statlig planretningslinje (Miljøverndepartementet, 2009).

Det bør legges inn en anbefaling i webverktøyet om at data om elektrisitetsforbruk, fjernvarme og forbruk av gass hentes fra LEU fordi det med stor sannsynlighet er bedre kvalitet på disse dataene enn på data fra SSB. Inndelingen i sektorer og kilder kan like fullt følge SSB sitt oppsett ettersom LEU med stor sannsynlighet vil basere seg på samme oppsett.

Det anbefales videre at det i webverktøyet legges opp til at brukeren kan velge mellom at data hentes automatisk fra SSB sine statistikker eller at brukeren legger inn data manuelt. Et slikt valg

bør være mulig for alle energikilder og sektorer. Brukeren kan da legge inn data fra LEU for eksempel for elektrisitet og fjernvarme manuelt, og hente resten av dataene fra SSB. Dette forenkler prosessen for brukeren, samtidig som det gir fleksibilitet.

En inndeling etter SSB sitt oppsett resulterer i 9 tabeller. I tillegg kan det være nyttig for brukeren å få et helhetlig bilde av energisituasjonen. Dette kan gjøres gjennom en tabell der det totale energiforbruket oppgis per energikilde uavhengig av forbrukssektor, og en tabell der det totale energiforbruket oppgis per forbrukssektor uavhengig av energikilde. Disse tabellene kan dannes ved summering av data fra de 9 ovennevnte tabellene. Det anbefales å legge til rette for dette i webverktøyet. Det anbefales også å legge inn mulighet for å fremstille alle tabeller grafisk ettersom dette ofte er mer oversiktlig for bruker og andre involverte parter.

I en ferdig plan vil presentasjon av 11 ulike tabeller for stasjonært energiforbruk med tilhørende grafiske fremstillinger, virke uoversiktlig og unødvendig. Det anbefales derfor å legge inn en funksjon slik at brukeren kan velge hvilke tabeller og grafer som skal vises i den endelige planen. På den måten vil alle data ligge inne i webverktøyet, men kun det som er av spesiell interesse for kommunen vises i en ferdig plan. Dette bidrar til å gi planen et lokalt preg, erfaringsmessig en viktig forutsetning for at kommunen skal føle tilhørighet til planen og ansvar for at planen blir omgjort til handling^{6,7}.

5.1.1.2 Kommunale bygg og tjenester

Ved å vurdere resultater av energiplaner i svenske kommuner, fant Ivner (2009) at best måloppnåelse ble oppnådd på områder kommunen selv hadde full rådighet over. Fjernvarmeutbygging og energieffektivisering i egen bygningsmasse blir nevnt som eksempler. Dette bekrefter viktigheten av å fokusere på områder der kommunen har best virkemidler. Ettersom kommunen har full rådighet over egen bygningsmasse og egne tjenester, anbefales det i portalen å opprette en egen kategori for energiforbruk i og klimagassutslipp fra kommunale virksomheter. En slik kartlegging vil legge grunnlaget for at flest mulig lønnsomme tiltak innen kommunens virksomhet kan bli avdekket.

Bakgrunn - Energiforbruk i kommunale bygg

Kommunen har god tilgang til data om energiforbruk i egne bygg. Ved å kartlegge energiforbruket kan muligheter for energieffektivisering bli avdekket. Ettersom muligheten for å innhente detaljerte og nøyaktige data på dette området er god, vil benchmarking kunne være et effektivt verktøy for å avdekke potensial for energieffektivisering (nærmere omtalt i kapittel 5.1.4 *Benchmarking*). Enova

⁶ Hans Jacob Mydske (NEPAS) og Endre Ottosen (NEPAS), møte 23. september 2009

⁷ Jonas Sandgren (Sweco), møte 12. oktober 2009

har utarbeidet normtall for energiforbruk i ulike typer bygg. Disse er egnet til bruk som sammenlikningsgrunnlag (Finden et al., 2008). Enova har også utviklet et internetbasert nettverk der registrerte brukere legger inn energidata for sine bygg, kalt Enovas byggnettverk. Resultater herfra blir presentert årlig og kan benyttes som en indikasjon på energiforbruket for de spesifikke bygningstypene. Dette kan være et nyttig verktøy for å avdekke energisparepotensialet innen ulike typer bygg. Det presiseres riktignok at tallene i statistikken ikke er representative for bygningmassen i Norge totalt sett ettersom medlemmene i byggnettverket ikke er tilfeldig utvalgt (enova.no, 22.09.2009). Byggnettverket er nærmere omtalt i kapittel 5.1.4 *Benchmarking*.

Ved sammenlikning av energiforbruk i bygg er det vanlig å beregne temperaturkorrigert energiforbruk. Ved temperaturkorrigerings elimineres års- og stedsvariasjonene slik at bygg i ulike deler av landet kan sammenliknes fra år til år. Et verktøy for temperaturkorrigerings finnes på Enova sine hjemmesider (enova.no, 03.10.2009).

Bakgrunn - Andre kommunale virksomheter

Kommunen har ansvaret for flere andre områder med betydelig energiforbruk og/eller klimagassutslippet. Veibelysning er et eksempel på område der energisparepotensialet kan være stort (nærmere omtalt i kapittel 6.4 *Verktøy for veibelysning*). Avfallsbehandling, vannpumpestasjoner, vann og avløp, samt transport knyttet til kommunale tjenester er eksempler på andre områder.

Anbefalt innhold og oppbygning for kategorien *kommunale bygg og tjenester*

Det anbefales at det i webverktøyet opprettes et eget deltrinn der brukeren legger inn data om kommunale bygg og virksomheter. Ettersom tiltak på dette området tidligere har vist seg å ha god måloppnåelse, kan fokus på dette i kartleggingsarbeidet bidra til å synliggjøre flere potensielle tiltak. Som et minstekrav bør energidata fra kommunens egne bygg kreves. I webverktøyet bør det da opprettes en tabell der alle nødvendige data kan legges inn. Tabellen presentert i Finden et al. (2008) kan her benyttes. Det bør legges inn en funksjon slik at energisparepotensialet beregnes automatisk når energiforbruk legges inn av bruker. Dette kan gjøres ved å subtrahere normtallet for den aktuelle bygningstypen fra reelt energiforbruk i bygningen.

For at kommunen skal få oversikt over andre deler av den kommunale virksomheten anbefales det at brukerne gis mulighet til å legge inn aktuelle data også for disse områdene. Hvilke deler av den kommunale virksomheten som bør beskrives kan variere fra kommune til kommune. Det anbefales derfor at det ikke gis noen klare føringer på hva som skal legges inn, men at det legges opp til god veiledning med aktuelle eksempler og metoder. Dersom det viser seg at benchmarking på enkelte områder er hensiktsmessig, bør det legges til rette for at brukeren får lagt inn nødvendig data for å

muliggjøre benchmarkingen. Det anbefales derfor at det undersøkes om det er ytterligere områder som egner seg for benchmarking og at det i webverktøyet legges opp til at administrator får mulighet til å tilrettelegge for dette.

5.1.1.3 Klimagassutslipp

En viktig kilde til statistikk er her, som under kartlegging av energiforbruk, SSB sin statistikkbank (sft.no, 03.09.2009). Her presenteres hver enkelt kommunes klimagassutslipp fordelt på 21 utslippskilder. Det knytter seg en god del usikkerhet til SSB sine data (se *kapittel 5.1.5*), men dette er likevel de mest nøyaktige tilgjengelige statistikkene for de fleste kommuner.

Statens Forurensningstilsyn (SFT) har utviklet et verktøy for fremskrivning av klimagassutslipp, kalt "SFT's klimakalkulator". Verktøyet kan også benyttes av kommunene til å hente oppdatert statistikk over klimagassutslipp. Utslippstallene i dette verktøyet er basert på data både fra SSB og SFT.

Enkelte kommuner har forhold som gjør at utslippene skiller seg vesentlig fra landsgjennomsnittet for enkelte sentrale utslippskilder, slik at SSB sine utslippsdata avviker kraftig fra de faktiske utslippene (Finden et al., 2008). Avvikene kan gjelde både for trenden i utslippene over tid og det reelle utslippsnivået. Dette avhenger av metoden SSB har benyttet for å fordele utslippene fra nasjonalt nivå og ned på kommunenivå (se *kapittel 5.1.5*). Av utslippskilder der trenden i utslippene er bra fanget opp, mens det reelle nivået kan avvike betydelig, finner vi landbruks- og avfallsutslipp (sft.no, 03.09.2009). En kommune med en forholdsvis stor andel landbruk eller avfallsdeponier i forhold til andre utslippskilder bør dermed vurdere å utarbeide egne utslippstall på disse områdene, ettersom disse utslippene da ofte vil være dominerende for kommunene. For veitrafikk kan usikkerheten rundt utslippsnivået være stor, spesielt for kommuner med stor andel trafikk på kommuneveier (sft.no, 04.09.2009). Utslipp fra veitrafikk på landsbasis har økt med 2 % i snitt per år i perioden 1990-2007, og stod i 2008 for i underkant av 20 % av de totale utslippene på nasjonalt nivå, olje- og gassvirksomhet og prosessindustri inkludert (ssb.no, 13.10.2009). For et stort antall kommuner er veitrafikk den største kilden til utslipp. Det er derfor god grunn for kommunen til å ha ekstra fokus på denne utslippskilden for å sikre så gode utslippstall som mulig. Mange av de mest effektive tiltakene for reduksjon av klimagassutslipp på sikt finnes på dette området. En god kartlegging er viktig for at de riktige tiltakene blir avdekket og ikke minst at effekten av tiltakene blir målbar.

Det knytter seg stor usikkerhet rundt beregning av klimagassutslipp knyttet til bruk av elektrisitet. Nærmere 99 % av elektrisitetsproduksjonen i Norge er basert på vannkraft uten utslipp av

klimagasser (ssb.no, 24.09.2009). Dette har ført til at forbruk av elektrisitet i Norge blir forbundet med null utslipp; reduksjon i elektrisitetsforbruk blir dermed beregnet til ikke å ha noen klimagevinst. Men dette er ikke nødvendigvis tilfellet. Ettersom handel av elektrisitet i dag skjer på et åpent nordisk og europeisk marked er det naturlig å se elektrisitetsforbruk og –produksjon i en større sammenheng. Marginal kraftproduksjon i Europa, det vil si den elektrisitetsproduksjonen som ville bli kuttet ut ved lavere forbruk, blir produsert av fossile brensel som kull, olje og gass. Det betyr at reduksjon i elektrisitetsforbruk i Norge indirekte fører til reduksjon av klimagassutslipp fra fossilfyrte kraftverk. Denne utslippsreduksjonen er estimert til 600 gram CO₂-ekvivalenter per kWh redusert elektrisitetsforbruk (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2008). Usikkerhetene knyttet til dette estimatet er riktignok store. Viktige beregningsfaktorer som prisen på brensel og CO₂-kvoter er vanskelige å estimere ved endring i etterspørsel. I tillegg vil utslippskvotene som blir frigjort ved større tilgang på ren norsk vannkraft med stor sannsynlighet bli solgt til og benyttet av andre virksomheter, slik at de totale utslippene i Europa likevel ikke vil bli endret (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2008). Å finne et godt estimat for en slik utslippsfaktor, som i tillegg vil holde over tid, er derfor krevende.

I utarbeidelse av klimatiltak bør tiltakene med størst reduksjon av klimagasser per investert krone prioriteres. Det er derfor viktig for kommunene å få klarhet i hvordan de skal forholde seg til reduksjon i elektrisitet i denne sammenhengen. Å legge om fra elektrisitet til vannbåren varme kan for eksempel resultere i tilsynelatende økte utslipp av klimagasser dersom forbruk av elektrisitet tilegnes null utslipp. Som klimatiltak vil et slikt tiltak da naturligvis ikke prioriteres, selv om det kanskje har stor effekt hvis man ser på indirekte utslipp. Det kan riktignok hende at disse tiltakene uansett vil bli gjennomført med tanke på kostnadsbesparelsene reduksjon i energiforbruk fører til. Men en CO₂-gevinst ved reduksjon i energiforbruk vil gi ytterligere et insentiv til å kutte energiforbruket.

Anbefalt innhold og oppbygning for kategorien *klimagassutslipp*

Det anbefales at det legges opp til at SFT sin klimakalkulator kan benyttes, til tross for usikkerheten knyttet til disse dataene. Hovedgrunnen til anbefalingen er dataenes gode tilgjengelighet. Innhenting av lokale data er ofte både tid- og ressurskrevende og det er derfor lite hensiktsmessig for kommunene å innhente egne data for klimagassutslipp på alle områder. Det understrekes riktignok at i de tilfellene kommunen allerede har gode lokale data om egne utslipp bør disse kunne benyttes, og det anbefales derfor at det legges opp til at brukeren kan legge inn egne tall for hver enkelt utslippskilde dersom brukeren ønsker det. I tillegg anbefales det å utforme en veiledning som på en oversiktlig måte beskriver hvilke forhold som er viktige for kommunen å undersøke nærmere for å kunne avdekke de viktigste avvikene mellom SSB sine statistikker og reelle tall. SFT sin ”Veileder for lokalt klimaarbeid” beskriver problematikken på en helhetlig måte og kan benyttes som

grunnlag for webverktøyets veiledning.

Hvorvidt reduksjon i elektrisitetsforbruk i Norge fører til reduksjon i klimagassutslipp, og i så fall hvor mye, er gjenstand for diskusjon og stor usikkerhet. Ettersom dette er en viktig faktor for kommunen ved utarbeidelse og beregning av effekt av klimatiltak, anbefales det at det utvikles en standard for hvordan klimagassutslipp fra elektrisitet skal behandles i planen. Det bør i webverktøyet legges inn informasjon om vurderinger og usikkerheter knyttet til beregning av denne standarden, slik at brukeren kan få forståelse rundt problemstillingen.

5.1.1.4 Ressurskartlegging

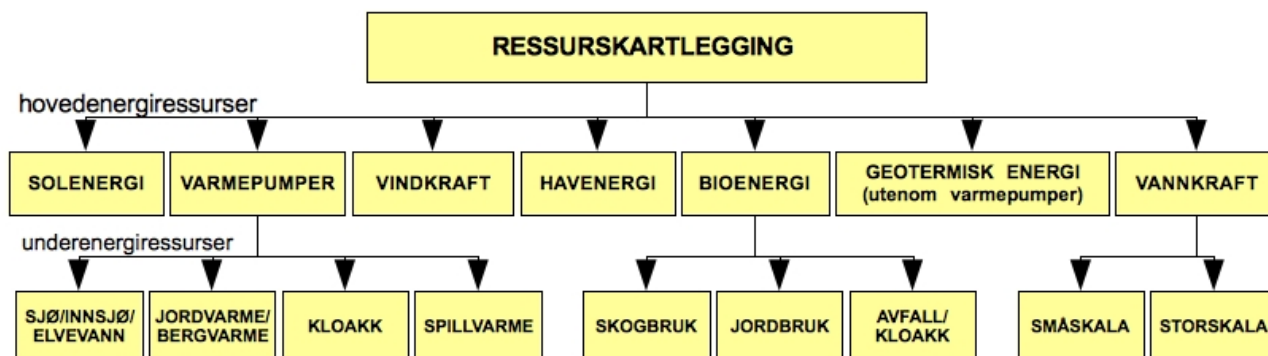
Miljøverndepartementet (2009) anbefaler at det i klima- og energiplanen gis ”informasjon om tilgang på miljøvennlige energiresurser”. Det gis ingen videre føringer for hvordan en slik kartlegging skal utarbeides eller struktureres. Informasjonsheftet ”Fornybar energi 2007” gir en god beskrivelse av potensielle energiresurser. Energiressursene er i heftet inndelt i følgende kategorier: Solenergi, bioenergi, vindenergi, vannkraft, energi fra havet og geotermisk energi (NVE, Enova, Forskningsrådet, Innovasjon Norge, 2007). Finden et al. (2008) anbefaler en noe annen inndeling for ressurskartleggingen. Hovedforskjellen er at det foreslås å ta med varmepumper som punkt i oversikten, selv om dette er en teknologi for å utnytte energiresurser og ikke en energiresurs i seg selv. I motsetning til i «Fornybar Energi 2007» er energi fra havet og geotermisk energi ikke med i anbefalingen.

Et av hovedmålene med webverktøyet er å gjøre ”både beslutningspunktene og de ulike fasene og innholdet i planarbeidet (...) enklere og mer oversiktlig enn dagens arbeidsmåte”⁸. Et virkemiddel for å oppnå dette er å fremheve potensialet for de mest tilgjengelige teknologiene slik at disse kan bli vektlagt i tiltaksplanleggingen. Varmepumper er et eksempel på en godt utviklet og kommersielt tilgjengelig teknologi (NVE, Enova, Forskningsrådet, Innovasjon Norge, 2007). Ifølge beregninger fra Norsk Varmepumpeforening hadde over 400 000 husholdninger i Norge varmepumpe installert i 2008, og salget til dette formålet øker fra år til år (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2009b). I en ressurskartlegging i en klima- og energiplan er det riktignok potensialet for store anlegg av varmepumper som er av størst interesse, det vil si løsninger med varmedistribusjon til flere sluttbrukere (Finden et al., 2008). Slike løsninger krever mer omfattende kartlegging og større investeringer enn varmepumper til enkelthusholdninger, og det er dermed en større barriere for å investere i disse. Ved å sette fokus på lokale muligheter for store anlegg av varmepumper kan mange potensielt lønnsomme tiltak avdekkes, og forholdene kan legges til rette for at disse tiltakene realiseres enten av kommunen selv eller av lokale private aktører.

⁸ Rammebetingelser for utvikling av webverktøyet (vedlegg 1)

Anbefalt innhold og oppbygning for kategorien *energiressurser*

Det anbefales i webverktøyet å ha inndeling for kartlegging av energiressurser som vist i figur 1.



Figur 1: Anbefalt inndeling for kartlegging av energiressurser

Varmepumper er, til tross for at det er en teknologi for utnyttelse av energiressurser, valgt å ta med i kartleggingen for å fremheve potensialet denne teknologien innehar.

Når det gjelder havenergi gjenstår mye forskning for at mulige teknologier for energiproduksjon, som bølgekraft og tidevannskraft, kan bli konkurransedyktig (NVE, Enova, Forskningsrådet, Innovasjon Norge, 2007). Det anbefales likevel å ta med havenergi i verktøyet for å gjøre kystkommuner oppmerksomme på det store ressurspotensialet som om noen år kan være teknologisk og økonomisk mulig å utnytte.

En naturlig vurdering med tanke på å nå målet om at webverktøyet skal *forenkle* planprosessen, er hvorvidt alle brukere skal bli møtt med de samme valgmulighetene, eller om det er hensiktsmessig å tilpasse valgene til brukertype. Innlandskommuner har for eksempel ikke potensiale for havenergi, mens solfattige kommuner i liten grad bør fokusere på solenergi. Ved å redusere valgmulighetene vil portalen kunne virke mer oversiktlig og prosessen mer overkommelig spesielt for små kommuner. På den annen side er det viktig å sikre at alle brukere får mulighet til å utarbeide en fullverdig ressurskartlegging i webverktøyet, og i tillegg at de blir klar over mulighetene som eksisterer for utnyttelse av fornybar energi. På grunn av praktiske utfordringer knyttet til å utarbeide en metode for å tilpasse valgmuligheter til hver enkelt kommune, anbefales det at det i webverktøyet legges opp til at alle kommuner blir presentert for samme oversikt og dermed må skille ut lite aktuelle energiressurser selv. Dette vil kreve god og oversiktlig veiledning. Det anbefales derfor at det utarbeides en veiledning som beskriver hvilke typer kommuner de ulike energiressursene med størst sannsynlighet er aktuelle for og hvilke bruksområder hver enkelt energiressurs kan tenkes å ha i lokal målestokk.

Et av de viktigste bidragene for å forenkle arbeidet med ressurskartlegging er å presentere enkle, men nøyaktige metoder for beregning av potensialet for hver enkelt ressurs. Det anbefales derfor at det for hver energiressurs beskrives en metode for beregning av totalt potensial. Standard beregningsmetoder gjør det også mulig å kartlegge det totale potensialet for lokal utnyttelse av energiressurser på landsbasis. Dette kan gjøres ved å summere opp alle kommunenes bidrag. Hvorvidt dette er hensiktsmessig må vurderes blant annet med tanke på kvaliteten på kartleggingene, men muligheten vil i alle fall være til stede.

5.1.1.5 *Energiproduksjon og -distribusjon*

All produksjon og distribusjon av energi bør kartlegges og beskrives grundig i en klima- og energiplan (Finden et al., 2008). Etter forskrift om energiutredninger er områdekonsesjonæren pålagt å gi en beskrivelse av kommunens energiproduksjon og –distribusjon i den lokale energiutredningen (Forskrift om energiutredninger, 2008). LEU vil derfor være en viktig kilde for kommunen.

Norges vassdrags- og energidirektorat (2009a) gir føringer til hva en energiutredning skal inneholde og hvordan den bør bygges opp. Om energiproduksjon kan følgende trekkes frem som relevant for hvordan et webverktøy bør tilpasses:

”Utredningen skal inneholde en oversikt over utnyttede energiressurser i kommunen”

Det gis ingen føringer på hvordan kartleggingen skal foregå og hvordan den skal presenteres. Finden et al. (2008) anbefaler å sortere energiproduksjonen etter samme inndeling som energiressurser. Dette gir muligheter for å presentere energiressurser og –produksjon i samme tabell. Ved automatisk beregning av hvor stor andel av de ulike energiressursene som blir benyttet, kan brukeren få en indikasjon på hvilke energiressurser det kan være aktuelt å satse på i fremtiden.

Om energisystemets infrastruktur gir Norges vassdrags- og energidirektorat (2009a) følgende føring:

”Det anbefales (...) at man overordnet beskriver infrastrukturen i teksten.”

Energilovforskriften (1990) sier at kraftselskapene er pliktet til å ” ... sikre integritet, konfidensialitet og tilgjengelighet til informasjon, ressurser, anlegg og systemer av betydning for kraftforsyningens ledelse, drift og rehabiliteringsevne”. På bakgrunn av dette anbefaler Norges

vassdrags- og energidirektorat (2009a) at infrastrukturen i energiutredningen ikke framstilles i detalj på et kart, men at den heller beskrives med nøkkeltall. Dette gjelder også for distribusjon av fjernvarme og gass i de kommunene det finnes infrastruktur for det. Typiske nøkkeltall kan være antall trafostasjoner, antall nettstasjoner og lengde på ulike typer distribusjonsnett.

Anbefalt innhold og oppbygning for kategorien *energiproduksjon og -distribusjon*

Ettersom LEU er en viktig kilde for kommunen i kartlegging av energiproduksjon og -distribusjon, anbefales det å legge forholdene til rette i webverktøyet for at beskrivelsene i LEU i størst mulig grad kan benyttes.

For å fremheve kommunens uutnyttede potensial av energiresurser, anbefales det at energiproduksjon og energiresurser presenteres i samme tabell. Dette forutsetter at beskrivelsen av energiproduksjon følger samme inndeling som for energiresurser. Det anbefales at det legges inn en ekstra kolonne i tabellen der det uutnyttede potensialet automatisk blir beregnet slik at kommunen kan få en indikasjon på potensialet på ulike områder. I tillegg anbefales det at brukeren gjennom god veiledning gjøres oppmerksom på at det kan knytte seg store usikkerheter til energiresursberegningene. Anbefalingene over antas i stor grad å samsvare med LEU selv om Norges vassdrags- og energidirektorat (2009b) ikke gir klare føringer på dette området. Dette er ansett som en fordel ettersom LEU er en viktig kilde til informasjon i denne delen av planprosessen.

Når det gjelder energidistribusjon anbefales det i webverktøyet å benytte beskrivelsen fra LEU med tilhørende nøkkeltall. Det anbefales at det utarbeides en tabell til bruk i webverktøyet der aktuelle nøkkeltall kan fylles inn.

5.1.1.6 *Energisystemet*

Miljøverndepartementet (2009) anbefaler at det gis en beskrivelse av energisystemet, men det gis ingen føringer for hva en slik beskrivelse bør inneholde. Energisystemet er i stor grad beskrevet under de foregående kategoriene, så denne føringen er i prinsippet allerede oppfylt. Hensikten med å ta med *energisystemet* som en egen kategori er å gi en samlet fremstilling av all informasjon. På den måten kan kommunens forståelse av systemet i sin helhet styrkes.

Norges vassdrags- og energidirektorat (2009a) anbefaler at det ”for å oppsummere informasjon om dagens energisystem bør (...) gis en skjematisk beskrivelse av energiflyten i kommunen”. Skjematiske beskrivelser kan bidra til å synliggjøre kommunens handlingsrom på ulike områder, i tillegg til at figurer som på en oversiktlig måte sammenfatter energisystemet er godt egnet til å beskrive systemet for utenforstående (Finden et al., 2008).

Anbefalt innhold og oppbygning for kategorien *energidistribusjon*

Det anbefales å gi brukeren mulighet for å legge inn en figur med skjematisk beskrivelse av energisystemet i webverktøyet. En slik figur kan enten hentes fra LEU eller utvikles av brukeren selv. I tillegg bør det etter kommunens behov være muligheter for å legge inn andre figurer som sammenfatter viktige deler av energisystemet. Det bør legges inn mulighet til å kommentere figurene.

5.1.2 Fremskrivninger & scenarier

Både fremskrivninger og scenarier gir bilder av kommunens antatte utvikling i årene som kommer. Begge er også hjelpemidler for å avdekke hvilke og hvor omfattende tiltak som må gjennomføres for å nå de overordnede målene som settes. Det anbefales derfor å ha fremskrivninger og scenarier i samme trinn i webverktøyet.

Bakgrunn fremskrivninger

Miljøverndepartementet (2009) anbefaler kommunene å gjøre fremskrivninger både for energiforbruk og klimagassutslipp. Gode prognoser for kommunens utvikling kan gi viktige signaler om hvilke utfordringer kommunen står overfor i årene som kommer (Finden et al., 2008). I en klima- og energiplan kan slike prognoser være viktige av flere årsaker. For det *første* kan de gi et signal om forventet utvikling av energiforbruk på ulike områder. Dette gir et bilde av om det må iverksettes spesielle tiltak for å kunne tilfredsstille det forventede energibehovet, og hvilke områder de eventuelle tiltakene bør rettes inn mot. For det *andre* er estimater for fremtidig energiforbruk viktige input-data i optimaliseringsverktøy som REAM og eTransport. For det *trede* vil fremskrivninger av klimagassutslipp vise brukeren hvor det er behov for ytterligere virkemidler og tiltak med tanke på reduksjon i klimagassutslipp (sft.no, 25.09.2009).

I nasjonale fremskrivninger av energiforbruk og klimagassutslipp benyttes omfattende modeller som krever store mengder input-data. MODAG og MSG er eksempler på slike modeller. De er utviklet av SSB for å utføre økonomiske analyser, men benyttes også til andre analyser som for eksempel utslipp av klimagasser (Heide, Holmøy, Lerskau, Solli, 2004; Boug, Dyvi, Johansen, Naug, 2002). Disse modellene er i liten grad egnet for lokale fremskrivninger, først og fremst fordi de er tilpasset nasjonale forhold (sft.no, 28.09.2009).

I forbindelse med en prosjektoppgave ved NTNU høsten 2008 utviklet rapportens forfatter et verktøy i excel for fremskrivning av stasjonært energiforbruk. Dette verktøyet er foreløpig ikke tatt i bruk eller tilstrekkelig testet (Kaas, 2008). Det har gjennom søk i nasjonale og internasjonale databaser ikke lyktes rapportens forfatter å finne eksempler på andre verktøy som egner seg for

fremskrivning av energiforbruk lokalt. Rapportens forfatter har i løpet av arbeidet med rapporten vært i kontakt med flere aktører innen arbeid med kommunale energi- og klimaplaner. Ingen av disse har kjennskap til denne typen verktøy, men flere aktører understreker at et slikt verktøy ville vært nyttig⁹.

For fremskrivning av klimagassutslipp kan «SFT's klimakalkulator» benyttes.. Verktøyet inneholder oppdatert statistikk over klimagassutslipp fordelt på kommune og utslippskategorier. Ved at brukeren definerer forventet årlig endring i utslipp innen de ulike sektorene blir fremtidige forventede klimagassutslipp beregnet. Statistikken i verktøyet er hentet fra SSB (sft.no, 30.09.2009). Usikkerheten bak denne statistikken er kommentert i *kapittel 5.1.5*.

Webverktøyet skal forenkle planprosessen for kommunene. Det betyr at eventuelle verktøy som implementeres i webverktøyet bør være enkle å ta i bruk. Samtidig bør de kunne gi et såpass detaljert og sannsynlig bilde av fremtidig energiforbruk og klimagassutslipp at resultatene har en verdi for alle brukere, enten de representerer en liten utkantkommune eller en større bykommune.

Bakgrunn scenarier

Kommunen bør utvikle ulike scenarier for utvikling av energietterspørsel (Finden et al., 2008). Scenarier gir et bilde av hvordan energietterspørsel og -sammensetning kan komme til å se ut i fremtiden gitt endringer i påvirkningsfaktorer. Eksempler på påvirkningsfaktorer kan være energipriser, befolkning, nedleggelse av industribedrifter og andre faktorer som påvirker energiforbruk i kommunen. Dette kan være verdifull informasjon når tiltakene skal utarbeides senere i planen.

Scenarier kan utvikles på flere nivåer, fra de helt enkle til de avanserte og detaljerte scenariemodellene. *Enkle scenarier* kan utvikles ved hjelp av enkle verktøy for fremskrivninger. Ved å endre betingelsene rundt fremskrivningene kan man grovt se effektene disse endringene vil gi på sikt. Eksempler på betingelser som kan påvirke energiforbruk og -relaterte utslipp er befolkningsendringer, endringer i industri- og næringsutvikling og mulige utbyggingsplaner. Å utvikle et sett med slike scenarier kan være viktig for å se hvordan usikkerheter rundt kommunens utvikling kan påvirke resultatene fra fremskrivningene tidligere i planen, og dermed også påvirke grunnlaget for utarbeidelse av tiltak. Dersom kommunen ønsker å se sannsynlige effekter av ulike klimapolitiske mål, kan betingelser rundt forventet utvikling i energiforbruk og utslippsintensitet endres.

Avanserte scenarier kan utvikles ved hjelp av spesialdesignede dataverktøy som for eksempel

⁹ Per Finden (IFE) og Endre Ottosen (NEPAS), flere samtaler høsten 2009

Regional Energy Analysing modell (REAM) og eTransport. REAM ble utviklet av Profu og IFE gjennom EU-prosjektet ”3-NITY”, og har allerede blitt benyttet i utarbeidelse av flere kommunale klima- og energiplaner. REAM er et optimaliseringsverktøy som, på bakgrunn av en rekke inndata og brukerdefinerte beskrankninger, beregner kostnadsoptimal sammensetning av energibærere og teknologier innen stasjonært energiforbruk (Finden et al., 2008). eTransport er i likhet med REAM kostnadsminimerende. Ut fra et brukerdefinert energibehov innenfor et gitt område og en gitt tidsperiode beregner modellen en kostnadsoptimal sammensetning av det stasjonære energisystemet (Bakken, Skjelbred, Wolfgang, 2007). Verktøyet er utviklet av Sintef og testet i ulike case-studier, deriblant enkelte lokale energiutredninger (sintef.no, 04.10.2009). Det har ikke lyktes rapportens forfatter å finne flere eksisterende scenarieverktøy som egner seg godt for lokal klima- og energiplanlegging for norske forhold. For større regionale enheter som fylkeskommuner finnes scenarieverktøy som kan benyttes for mer overordnet planlegging. Regional Integrated Energy Planning (RIEP) er et eksempel på et slikt verktøy, beregnet for regionalt og nasjonalt nivå. Verktøyet beregner energitilgang og –behov på bakgrunn av ulike scenarier. Hensikten med verktøyet er å gi innblikk i mulige forløp innen energisystemet og mulige utfall av ulike politiske virkemidler (Ramachandra, 2009).

Optimaliseringsverktøyene beskrevet over tar for seg stasjonært energiforbruk, og dermed også utslipp kun knyttet til denne delen av energiforbruket. Prosessutslipp og utslipp knyttet til transport blir ikke evaluert ved bruk av disse verktøyene. eTransport tar riktignok hensyn til utslipp fra transport av energibærere i tilknytning til det stasjonære energiforbruket, men ingen av verktøyene tar hensyn til annet mobilt energiforbruk (sintef.no, 04.10.2009). Disse utslippskategoriene står for en stor andel av de totale klimagassutslippene i de fleste kommuner, men med unntak av SFT sin klimakalkulator finnes det så vidt forfatteren kjenner til ingen verktøy egnet for scenarier rettet mot prosessutslipp og utslipp knyttet til transport.

Hvilken type verktøy som er riktig å ta i bruk for den enkelte kommune avhenger av faktorer som blant annet størrelse og demografi. I tillegg vil tilgjengelige ressurser og kompetanse være styrende for hvor omfattende og kompliserte verktøy som bør benyttes. Kommuner med få innbyggere og små ressurser vil trolig få lite ut av bruk av omfattende optimaliseringsverktøy. De begrensede ressursene bør da heller rettes mot utarbeidelse av enkelte konkrete tiltak. Større kommuner på sin side har ofte en komplisert sammensetning av energikilder, -distribusjonssystemer og utslippsskilder, slik at optimaliseringsverktøy kan være til stor nytte for blant annet å avdekke hvilken type tiltak som er mest lønnsomme på sikt.

Anbefalt innhold og oppbygning for delen *fremskrivninger & scenarier*

På bakgrunn av anbefalingene i Miljøverndepartementet (2009) om å utføre ulike fremskrivninger,

og et tilsynelatende behov for nye og forbedrede hjelpemidler for å utføre disse fremskrivningene, anbefales det at det utvikles verktøy som kan benyttes i webverktøyet. Det bør utvikles et fullstendig verktøy for fremskrivning av energiforbruk. Dette verktøyet kan basere seg på verktøyet utviklet i forfatterens prosjektoppgave høsten 2008. For fremskrivning av klimagassutslipp kan en utvidet versjon av SFT sin klimakalkulator anbefales. Det anbefales at det legges vekt på brukervennlighet og fleksibilitet ved utarbeidelse av verktøyene, da brukernes behov og kompetanse varierer sterkt. Ettersom energiforbruk og klimagassutslipp henger nært sammen, vil verktøy for fremskrivninger av disse i stor grad basere seg på samme input-data. Det er dermed en mulighet for å kombinere de to verktøyene til ett, noe som kan bidra til å forenkle planprosessen ytterligere. Det anbefales derfor å vurdere om det utvikles to separate verktøy eller om de to slås sammen til ett.

Målet med å implementere slike verktøy i webverktøyet er at de, uansett kommune, skal forenkle prosessen og bidra til å danne et best mulig beslutningsgrunnlag. Dersom verktøy som beskrevet over blir utviklet, er det grunn til å tro at alle kommuner ønsker å benytte seg av disse. Likevel anbefales det at det legges opp til at kommunen kan legge inn resultater fra egenutviklede fremskrivninger dersom det er ønskelig. Det bør da legges opp til at både figurer, tabeller og kommentarer kan legges inn av bruker.

Ettersom det ikke er hensiktsmessig for mindre kommuner å utarbeide omfattende scenarier, anbefales det at bruk av scenarieverktøy blir valgfritt i webverktøyet. Det er allikevel viktig å legge forholdene til rette for brukere som ønsker å benytte seg av slike verktøy. For det første bør det gis god veiledning om hvor man finner gode verktøy og hvordan disse fungerer. I tillegg bør det legges opp til at resultater fra simuleringene på en enkel og oversiktlig måte kan legges inn i webverktøyet, slik at de blir integrert i den endelige planen. Resultatene kan ha ulike format, blant annet som excel-filer eller grafiske fremstillinger i form av bildefiler. Å legge til rette for å laste opp bilder og tabeller, og å gi brukeren mulighet til å legge inn kommentar til disse, er derfor viktig.

Det anbefales også at samtlige brukere oppfordres til å benytte fremskrivningsverktøy til å utvikle enkle scenarier; ett scenario for en lite ambisiøs utvikling og ett scenario for en ambisiøs utvikling. Hvilke faktorer som bør endres i forhold til inndataene for fremskrivningene ved ”business as usual” bør beskrives grundig i en veiledning. Resultatene bør presenteres slik at det er enkelt for brukeren å oppdage de viktigste forskjellene mellom simuleringene, for eksempel ved at resultatene presenteres i samme tabell.

5.1.3 Mål & tiltak

Gjennom FoU-prosjektet ”Klimamål i kommuneperspektiv” ble det utført en kartlegging av klimaarbeidet i norske kommuner. Sluttrapporten fra prosjektet avdekker at det er dårlig samsvar

mellom overordnede mål og planlagte tiltak; beregninger tilsier at samlede planlagte tiltak vil utgjøre godt under halvparten av ambisjonene uttrykt i kommunenes målsetninger. Årsakene til dette avviket kan være mange, men for lite kunnskap hos kommunene om mulige tiltak nevnes som en mulighet. Mangel på faktagrunnlag rundt de ulike tiltakene er en annen mulig årsak (Civitas, 2009). På bakgrunn av disse funnene er det naturlig å vurdere i hvilken rekkefølge mål og tiltak skal utarbeides. Finden et al. (2008) anbefaler kommunen først å utarbeide en overordnet målsetning, for så å utarbeide delmål og tiltak som oppfyller denne. Ved mangelfull kunnskap om hva målsetningene reelt sett innebærer, er det grunn til å tro at målsetningene i stor grad defineres ut fra nasjonale anbefalinger og ikke ut fra kommunens reelle potensiale.

Et av kravene til webverktøyet er at data til ulike formål skal kunne hentes ut¹⁰. Ved å summere alle kommuners målsetninger kan kommunenes samlede potensielle bidrag estimeres, et formål det er uttrykt behov for¹¹. For at estimatene skal gi en best mulig beskrivelse av kommunenes potensielle bidrag, er det ønskelig at hver enkelt kommunes målsetning i best mulig grad skal samsvare med kommunens planlagte og potensielle tiltak.

Bakgrunn målsetninger

Miljøverndepartementet (2009) understreker viktigheten av tydelige målsetninger. Det settes krav til kommunene om å ”vedta politiske mål for utslippsreduksjoner og for tiltak som skal iverksettes”. Planen skal også inneholde mål for energieffektivisering og miljøvennlig energiomlegging i kommunen. Kommunen oppfordres til å sette seg ambisiøse mål, med et minimumskrav om å inkludere alle sektorene ”kommunen har særlige virkemidler innenfor”. Ettersom et av kravene til webverktøyet er at den skal legge til rette for at planarbeidet skjer i henhold til statlige planretningslinjer, må målsetningsdelen være tilpasset kravene og anbefalingene nevnt over. Et naturlig mål blir da å tydeliggjøre hva planretningslinjene innebærer, og gi best mulig veiledning for hvordan kravene kan oppfylles.

Bakgrunn tiltaksplan

Miljøverndepartementet (2009) stiller også enkelte krav til hva tiltaksplanen skal inneholde og hvordan den skal utformes. Et krav som stemmer bra overens med det ovennevnte behovet for samsvar mellom målsetning og planlagte tiltak, er kravet om at kommunene må gjøre en ”analyse som viser hvilke tiltak og virkemidler som må til for å innfri målet». En viktig oppgave i utviklingen av webverktøyets tiltaksdel blir dermed å utarbeide gode metoder og god veiledning så en slik analyse blir en overkommelig oppgave for brukere på alle nivåer. Tiltaksplanen skal i tillegg inneholde ”hvilke deler av kommunal virksomhet eller hvilke aktører som er ansvarlig for å iverksette virkemidlene” (Miljøverndepartementet, 2009). Det må dermed i webverktøyet legges til

10 Rammebetingelser for utvikling av webverktøy (vedlegg 1)

11 Kjetil Bjørklund (KS), møte 5. oktober 2009

rette for at også dette kravet kan innfris.

Anbefalt innhold og oppbygning for delen *mål & tiltak*

For å oppnå best mulig samsvar mellom målsetninger og effekten av planlagte tiltak bør brukeren i størst mulig grad få muligheten til å se sammenhengen mellom målsetninger og effekten av ulike tiltak. Dette krever god veiledning rundt mulige tiltak og ikke minst estimater for effekten av hvert enkelt tiltak. Det anbefales derfor videre at det utvikles metoder for beregning av effekten av flest mulig tiltak. Tallfestede effekter kan summeres opp og dermed gi brukeren en indikasjon på samsvaret mellom målsetning og tiltak. For å gi en slik funksjon størst mulig effekt i webverktøyet anbefales det at det legges opp til at tiltaksplanlegging og utarbeidelse av målsetninger *kan skje parallelt*. Ved å legge opp til en slik løsning kan brukeren selv velge om han ønsker å sette mål først for deretter å finne tiltak som til sammen oppfyller målene, eller om han ønsker å se hvilke tiltak kommunen har potensial for å gjennomføre for deretter å sette mål ut fra det. En viktig funksjon i en slik løsning er at brukeren kontinuerlig har oversikt over hvor stor effekt summen av definerte tiltak vil få, og at han har mulighet til å se dette i forhold til egne målsetninger. Det anbefales derfor at det implementeres funksjoner i webverktøyet som muliggjør dette.

Til tross for at det til nå i anbefalingen har vært mye fokus på å legge opp til at effekten av tiltakene skal samsvare med målsetningene, bør ikke dette være den overordnede målsetningen med denne delen av et webverktøy. Hovedmålsetningen må være at kommunen avdekker flest mulig effektive tiltak, blir klar over virkemidlene og støtteordninger som finnes for å gjennomføre tiltakene og klarer å utarbeide en handlingsplan med tydelig beskrivelse av virkemidler og ansvarsfordeling. Denne målsetningen står ikke i kontrast med anbefalingene som ble gitt over, heller tvert imot. Tallfesting av effekten av potensielle tiltak vil gi brukeren bedre utgangspunkt for å avdekke de mest effektive tiltakene og dermed være til stor hjelp i tiltaksplanleggingen.

5.1.4 Benchmarking

Chung (2006) mener at benchmarking av energieffektivitet er et viktig verktøy i arbeidet med å effektivisere energiforbruk i næringsbygg. I artikkelen beskrives et verktøy for benchmarking som går ut på å finne sammenhengen mellom energiintensiteter, som for eksempel energiforbruk per kvadratmeter, og mange andre viktige faktorer som påvirker energiforbruk i næringsbygg.

Et annet verktøy for benchmarking er «Benchmarking and Energy Savings Tool» (BEST). Verktøyet har blitt utviklet for, og testet på, to kinesiske jern- og stålfabrikker. Det har vist god effekt i å avdekke områder for energieffektivisering (Worrell, Price, 2006). Benchmarking beskrives i denne sammenheng som et nyttig verktøy til å forstå og forbedre energieffektivitet i alle typer

industrielle anlegg.

Et eksempel fra Norge på bruk av benchmarking i industrien er Enova sitt industrinettverk. Interesserte industribedrifter legger her inn data for spesifikt energiforbruk for deretter å kunne sammenlikne seg med andre bedrifter innen samme bransje. I nettverket blir energisparepotensialet beregnet, slik at bedriftene kan beregne hvor store økonomiske besparelser det er mulig å oppnå ved å effektivisere energiforbruket¹².

I EU-prosjektet SEC-BENCH arbeides det aktivt for å utvikle et web-basert verktøy for benchmarking til bruk i lokalt energi- og klimaarbeid (sec-bench.eu, 31.09.2009). Foreløpig har fokus i hovedsak vært rettet mot områder som er under lokale myndigheters kontroll. Energiforbruk i lokale myndigheters bygningsmasse er her et kjerneområde¹³. Ved å kartlegge byggets energiforbruk på detaljnivå er målet at det gjennom benchmarking skal være mulig å avdekke hvilke områder av byggets energiforbruk som har størst potensial for energibesparende tiltak.

Enova har også utarbeidet et verktøy for benchmarking av energidata, kalt «byggningsnettverket». Denne tjenesten er tilgjengelig for registrerte medlemmer. I nettverket kan brukere sammenlikne energibruken i egne bygg med andre bygg innenfor samme kategori¹⁴.

Eksempelene over bekrefter at benchmarking er et utbredt og potensielt viktig verktøy i arbeid med å kartlegge potensial for energieffektivisering, et område som er sentralt i klima- og energiplaner. Såvidt forfatteren bekjent finnes det ikke dokumentasjon på bruk av benchmarking på andre områder som er aktuelle for klima- og energiplanlegging. Det er allikevel grunn til å tro at benchmarking også kan ha en effekt på enkelte andre områder. Alle aktiviteter som fører til energiforbruk eller utslipp av klimagasser, eller reduksjon av disse, har i teorien potensial for benchmarking. Tilgjengelighet på gode data og aktivitetens betydning i klima- og energiarbeid er avgjørende faktorer for om det er mulig og hensiktsmessig å benytte seg av benchmarking.

Anbefalt innhold og oppbygning for delen *benchmarking*

Ettersom benchmarking er dokumentert å være et effektivt verktøy for energieffektivisering, og sannsynligvis vil være et nyttig verktøy også på mange andre områder i klima- og energiplanarbeid, anbefales det at det utarbeides en side for benchmarking i webverktøyet. Det anbefales at benchmarking i første omgang omfatter kommunale bygg og tjenester, ettersom det på disse områdene er enkelt for kommunene å skaffe gode tall. Hvilke andre områder og aktiviteter som bør inkluderes må vurderes ut fra nærmere kartlegging av blant annet datakvalitet og brukernes ønsker

12 Hans Even Helgerud (NEPAS), hovedutvikler av industrinettverket, samtale 21. september 2009

13 Hans Jacob Mydske (NEPAS) og Endre Ottosen (NEPAS), møte 23. september 2009

14 Hans Even Helgerud (NEPAS), bidragsyter ved utvikling av byggnettverket, samtale 21. september 2009

og behov. Det anbefales derfor at det i webverktøyet legges opp til at administrator på en enkel måte kan legge inn nye aktiviteter til benchmarking på de områder det viser seg hensiktsmessig å gjøre det. På den måten kan omfanget av benchmarkingen gradvis økes når datagrunnlaget på de ulike områdene forbedres.

5.1.5 Usikkerheter i statistisk grunnlag

Det vil her bli gitt en gjennomgang av usikkerhetene knyttet til SSB og SFT sine statistikker for kommunefordelt energiforbruk og klimagassutslipp. Hovedinnholdet i denne gjennomgangen vil være viktig å presentere for webverktøyets brukere i de delene som blir berørt. Brukeren bør også anbefales å ta kontakt med SSB dersom det oppdages store avvik fra statistikkene eller hvis det er uklarheter rundt hvordan statistikkene er utarbeidet. SSB oppfordrer selv til slik kontakt.

Generelt

Statistikkene i SSB utarbeides på bakgrunn av de beste tilgjengelige datakildene innenfor hvert aktuelt område. Ofte er disse datakildene undersøkelser eller rapporteringer der tallmaterialet er gitt nasjonalt eller fylkesvis. Beregningsmetoder må da benyttes for å utarbeide statistikker for kommunalt nivå. Det benyttes ulike *fordelingsnøkler* som skal gjøre usikkerheten knyttet til denne fordelingen så liten som mulig. Disse fordelingsnøklerne baserer seg på relevante bakgrunnsdata. Eksempel på relevant bakgrunnsdata for stasjonært energiforbruk er antall husstander med oljefyring. På de områdene der relevant bakgrunnsdata ikke finnes benyttes *surrogatdata*. Surrogatdata er datasett som er vist å ha en sammenheng med det som skal fordeles. Eksempler på surrogatdata er antall husstander og befolkning (Sandmo, 2009; Finstad, Flugsrud, Høgset, Haakonsen, 2004).

Det er naturlig å skille mellom usikkerheter i *nivå* og usikkerheter i *trend*. Er det store usikkerheter i nivå kan de reelle utslippene skille seg vesentlig fra de som presenteres i statistikken. I slike tilfeller bør kommunen vurdere å utarbeide egne og mer nøyaktige tall. Store usikkerheter i trend vil si at endringer over tid i liten grad vil fanges opp. Statistikken er da ikke egnet for å kartlegge om gjennomførte tiltak har gitt resultater fordi den sannsynligvis ikke har fanget opp effektene av tiltaket. Noen fordelingsnøkler gir et godt bilde av trenden innenfor det aktuelle området, mens andre gir et godt bilde av nivået. Det forekommer derfor at usikkerheten i nivå er liten, mens usikkerheten i trend er stor, og motsatt (Finstad et al. 2004). En generell anbefaling er at kommunen bør sjekke om statistikken fanger opp lokale tiltak før den benyttes til resultatoppfølging (ssb.no, 04.10.2009). Utslippstallene til SFT er i stor grad basert på statistikk fra SSB (sft.no, 04.10.2009). Beregningsmetodene og usikkerhetene beskrevet over gjelder derfor også for disse.

Usikkerheter rundt statistikker for kommunefordelt energiforbruk

I sin analyse av datakvalitet for energiforbruk i norske kommuner vurderte Finstad et al. (2004) tallene for alle forbruksgrupper som gode nok for bruk i kommunale energiplaner. Innen stasjonært forbruk ble tall for energiforbruk i industrien og produksjon av fjernvarme ansett som mest pålitelige. For mobilt forbruk ble flytrafikk trukket fram som den mest pålitelige. Kvaliteten på dataene for de resterende forbrukssektorene blir i all hovedsak ansett som nokså god. Dette er vist i tabell 1.

Tabell 1:

Gradering avkommunefordelingene i god (G), nokså god (N) og lite god (L)

	Andel forbruk i 2000	Nivå	Trend
Stasjonært forbruk: Primærnæringer	0,5	N	N
Stasjonært forbruk: Industri	39	G	G
Stasjonært forbruk: Produksjon av fjernvarme	2	G	G
Stasjonært forbruk: Offentlig tjenesteyting	1	N	N
Stasjonært forbruk: Privat tjenesteyting	3	L	N
Stasjonært forbruk: Husholdning	9	N	N
Mobilt forbruk: Veitrafikk	37	N	N
Mobilt forbruk: Skip	2	N	L
Mobilt forbruk: Fly	2	G	G
Mobilt forbruk: Annet mobil	5	N	N

(Finstad et al., 2004)

Det presiseres at for kommuner der energiforbruket innen primærnæringer, tjenesteyting eller skipstrafikk utgjør en stor andel av det totale energiforbruket bør det utarbeides egne oversikter. Kommuner med en stor andel kjøring på kommuneveier anbefales også å utvikle egne oversikter ettersom det er trafikk på riks- og fylkesveier som legges til grunn for beregningene til SSB (Finstad et al. 2004).

Etter denne rapportens utgivelse har SSB startet offentliggjøring av kommunale elektrisitetsstatistikker. Disse er ansett som meget pålitelige ettersom forbruk er rapportert inn til SSB på kommunalt nivå. Det samme gjelder forbruk av gass. Elektrisitet og gass står for størsteparten av energiforbruket i husholdninger. Dette har ført til at kvaliteten på data om energiforbruk til husholdninger nå er ansett som gode. Kommuner som har et stort forbruk av ved til oppvarming kan oppleve avvik i nivå ettersom fordelingsnøkklene for forbruk av ved er usikre (ssb.no, 04.10.2009).

Usikkerheter rundt statistikker for kommunefordelte klimagassutslipp

SFT vurderer tidsserien for industriutslipp som meget pålitelig, både i trend og nivå. Dette er fordi alle utslippstall blir beregnet på bedriftsnivå og aggregert opp på kommunenivå. For andre utslippskilder finnes det betydelige usikkerheter enten i nivå, trend eller begge deler. Utslippstall for landbruk og kommunale avfallsdeponier er ansett å gi et godt bilde av trenden, mens nivåene anses som usikre (sft.no, 04.10.2009).

Veitrafikk trekkes fram som en utslippskilde det er spesielt viktig for kommunen å innhente egne forbedrede utslippstall. Spesielt for kommuner med mye trafikk på kommuneveier anbefales dette, hvilket samsvarer med SSB sine anbefalinger for energiforbruk i samme sektor. Hovedgrunnen til at veitrafikk trekkes fram som spesielt viktig er ikke at utslippstallene er mer usikre her enn for mange andre utslippskilder, men at veitrafikk er den utslippskilden som øker mest for over halvparten av kommunene (sft.no, 04.10.2009).

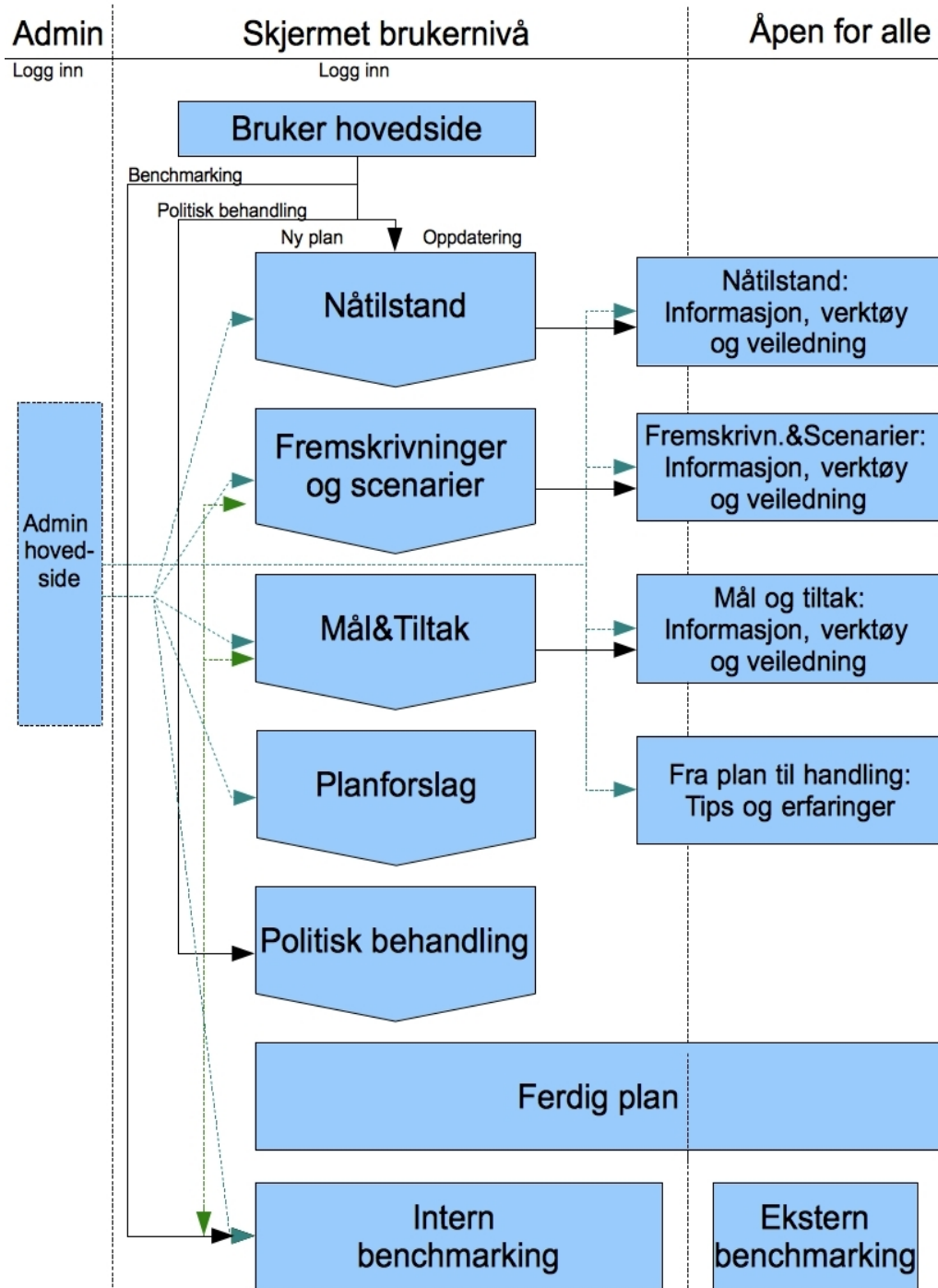
5.2 Kravspesifikasjon

I denne delen av oppgaven presenteres et forslag til kravspesifikasjon for webverktøyet. Målet med kravspesifikasjonen er at den skal kunne brukes som grunnlag for et prisoverslag når arbeidet med webverktøyet etter planen legges ut på anbud vinteren/våren 2010¹⁵. Det er altså ikke et mål at kravspesifikasjonen presentert under skal ha et detaljnivå som gjør det mulig for en «webutvikler», uten spesiell kunnskap om arbeid med klima- og energiplaner, å utvikle webverktøyet alene ut fra kravspesifikasjonen. Men ved å presentere hvilke funksjoner hver enkelt del av webverktøyet skal inneha, og hvilke metoder og verktøy som skal implementeres i de ulike delene, er målet at kravspesifikasjonen skal være tilstrekkelig for å estimere omfanget på arbeidet knyttet til utarbeidelse av webverktøyet. At flere av metodene og verktøyene som foreslås implementert i webverktøyet ennå ikke er utviklet, skaper riktignok usikkerheter i denne sammenheng. For å gi et best mulig bilde av omfanget med å implementere disse i webverktøyet er det i kravspesifikasjonen beskrevet hvordan forfatteren ser for seg at disse metodene og verktøyene grovt sett skal fungere.

5.2.1 Webverktøyetets oppbygning

Som det fremgår av figur 2 (under) skal webverktøyet ha tre ulike brukernivåer; ett administratornivå, ett skjermet nivå der klima- og energiplanen utarbeides og ett nivå som er tilgjengelig for alle. I det videre vil kravene til de ulike nivåene bli beskrevet. Innholdet for hver enkelt boks vil bli beskrevet under det nivået boksen hører til. Boksene i figuren som beveger seg over flere nivåer skal være direkte tilgjengelige for alle de berørte nivåene.

¹⁵ Kjetil Bjørklund (KS), møte 5. oktober 2009



Figur 2: Flyttdiagram for anbefalt oppbygning for webverktøyet

5.2.2 Administratornivået

Administrator skal i alle deler av webverktøyet *kunne gjøre nødvendige oppdateringer* med tanke på veiledning og andre nødvendige endringer som ikke påvirker brukerne som til enhver tid arbeider i webverktøyet. Når bruker har sagt seg ferdig med et deltrinn skal administrator ha *tilgang til all lagret informasjon*. Administrator skal kun ha mulighet til å studere disse dataene, ikke endre dem. Administratornivået krever *passordbeskyttelse*.

Admin hovedside

Denne hovedsiden skal først og fremst gi en oversiktlig beskrivelse av administrators muligheter, samt inneholde snarveier til alle de ulike delene av webverktøyet som administrator skal ha tilgang til.

Tilpasninger for administratornivået andre steder i webverktøyet

Administratorens oppgaver er å:

1. redigere informasjon og veiledning i ulike deler av webverktøyet
2. redigere de innebygde verktøyene
3. hente ut informasjon som kan benyttes til veilednings- eller informasjonsformål

Administrator skal med bakgrunn i punkt 1 og 2 ha tilgang til alt som finnes av opprinnelig informasjon og verktøy inne i webverktøyet. Det skal være mulighet for å redigere alle disse elementene. Med bakgrunn i punkt 3 skal administrator også ha tilgang til informasjon lagret av hver enkelt bruker. Det er her viktig å påpeke at dataene må være lagret før det gis tilgang; brukeren må ha sagt seg ferdig med det aktuelle deltrinnet i planprosessen slik at administrator ikke har mulighet til å overvåke brukeren underveis i arbeidet. Administrator skal ikke ha tilgang til delen for politisk behandling. Dette er vist med piler i figur 2.

5.2.3 Nivå åpent for alle

Dette nivået skal være åpent for alle interesserte og skal dermed *ikke være passordbeskyttet*. Alle verktøy og all veiledning fra prosessen i skjermet nivå skal være tilgjengelig, samt de ferdig behandlede og politisk vedtatte klima- og energiplanene. Nivået skal også ha en generell side for benchmarking. En oversikt over hvilke områder dette innebærer ble gitt i figur 2. Alle boksene i flytdiagrammet som berører nivået «åpent for alle» skal være tilgjengelig.

Ekstern benchmarking

Denne delen skal vise de samme grafiske fremstillingene som vises for «intern benchmarking» som blir beskrevet i *kapittel 5.2.4.7*. Den eneste forskjellen skal være at ingen spesiell kommune er fremhevet i fremstillingene.

5.2.4 Skjermet brukernivå

Det skjermede nivået er for planansvarlige i kommunen eller fylkeskommunen og andre som er involvert i arbeidet med eller godkjenning av planen. Dette nivået krever dermed i likhet med administratornivået *passordbeskyttelse*. Det er i dette nivået kommunale klima- og energiplaner skal bli utviklet.

5.2.4.1 Bruker hovedside

Denne siden er den første som skal møte brukeren etter innlogging. Her skal det gis nødvendig informasjon om verktøyets oppbygning og funksjoner. Brukeren skal videre velge en av fire veier; lage *ny plan*, *oppdatere* tidligere utviklet plan, gå direkte til delen for *benchmarking* eller gå direkte til *politisk behandling* av planen. Det skal fra alle deler av webverktøyet være mulig å bevege seg tilbake til hovedsiden. I det videre vil kravene til de ulike veiene bli beskrevet.

5.2.4.2 Ny plan

Ny plan skal velges første gang brukeren benytter seg av webverktøyet. Brukeren skal kunne utarbeide en fullstendig klima- og energiplan kun ved hjelp av veiledningen, funksjonene og metodene som er implementert i de ulike deler av webverktøyet. Dette stiller visse generelle krav til oppbygningen og funksjonaliteten av webverktøyet:

- Det må være mulig for flere planansvarlige å jobbe samtidig med samme plan. Det vil si at flere personer skal kunne være logget inn samtidig på samme bruker. Oppdateringer lagret av en av disse personene skal umiddelbart kunne sees av de andre.
- Etterhvert som brukeren legger inn nødvendige data, kommentarer og figurer skal planens generelle layout genereres automatisk. Men brukeren skal selv kunne definere formatet på tekst, figurer, tabeller og liknende slik at hver enkelt plan får et eget preg.
- I alle trinnene skal det legges opp til at brukeren kan gi en beskrivelse av alle relevante lokale forhold. Det må være mulig å legge inne tekst og bilder/figurer.
- Ved enkelte anledninger vil det være behov for å legge inn omfattende kommentarer i tekstfelt. Ettersom det da vil være lite oversiktlig å jobbe i en liten tekstboks må det være

mulig å endre visning til et skjermbilde tilsvarende et tekstbehandlingsprogram som Word eller liknende.

- Det må være mulig å lagre endringer i alle deler av webverktøyet og å eksportere det foreløpige dokumentet til Word og PDF underveis i arbeidet. Det må også være mulig å eksportere kun en utvalgt del, for eksempel et utdrag fra ett bestemt deltrinn.
- For å sikre at alle brukeres behov for innhold i klima- og energiplanen blir dekket må det være mulighet for å tilføye egne kapitler og underkapitler i alle deler av planen.
- Brukeren skal til enhver tid ha mulighet til å legge inn egen tekst, figurer og tabeller. Til hver enkelt figur og tabell skal det være mulig å legge inn tittel, beskrivelse og en utfyllende kommentar. Dette gjelder også figurer og tabeller som genereres automatisk i webverktøyet.
- For alle tabeller i webverktøyet skal det genereres en grafisk fremstilling. Brukeren skal kunne definere formatet på denne grafiske fremstilling, for eksempel slik man har muligheten til i excel.
- Det skal være opp til brukeren å avgjøre hvilke tabeller og grafiske fremstillinger som skal presenteres i den ferdige planen.
- Alle data og kommentarer som legges inn i webverktøyet skal lagres til senere bruk. Disse skal blant annet brukes ved oppdatering av planen. Brukeren skal til enhver tid ha mulighet til å lagre arbeidet sitt.
- Hvert deltrinn må bekreftes ferdigstilt før den endelige planen genereres. Når et deltrinn bekreftes ferdigstilt har administrator tilgang til all informasjon som ligger inne på dette trinnet. Brukeren må informeres om dette.

5.2.4.3 Oppdatering av plan

Det skal ikke være mulig å velge oppdatere plan dersom man ikke tidligere har utarbeidet en ny plan i webverktøyet. Brukeren skal her ledes gjennom de samme trinnene som ved utarbeidelse av *ny plan*, men alle tidligere data og kommentarer skal ligge inne i systemet. Det vil som regel være behov for oppdatering av planen med ett til fire års mellomrom. Data for år mellom foregående plan og oppdateringen skal fylles inn av bruker. Brukeren skal selv kunne velge hvilke år som skal benyttes. Det skal til enhver tid være mulig å velge mellom å beholde de gamle dataene eller å oppdatere dem. Ved oppdatering av statistiske data skal de nye tallene presenteres i en kolonne ved siden av de gamle slik at tallene kan sammenliknes. Utviklingen i forhold til de gamle tallene skal beregnes. Et eksempel på dette er vist i tabell 2. Brukeren skal kunne velge hvilke kolonner i tabellen som skal presenteres i den endelige planen.

Tabell 2:

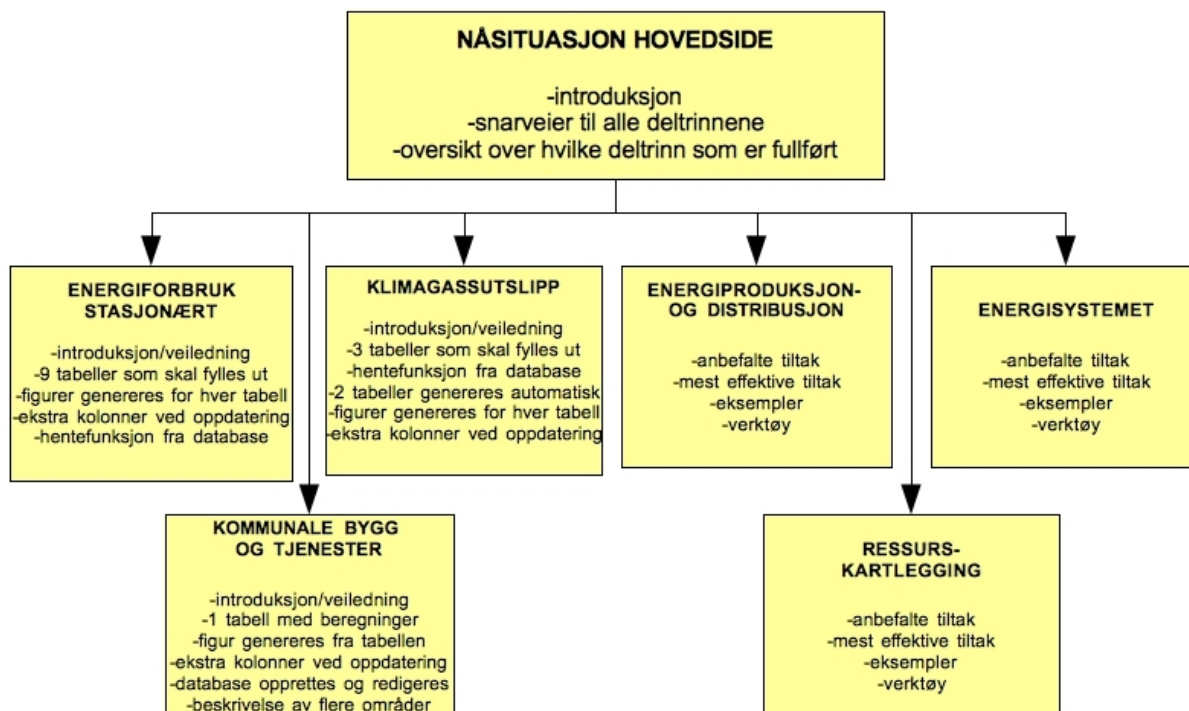
Energiforbruk i primærnæringen fordelt på energibærer med endringsfunksjon.

Primærnæring [GWh]	År						Endring fra siste oppdatering	
	1991	1995	2000	2004	2005	2007	[%/år]	[GWh/år]
Elektrisitet	4,6	4,8	5,2	5,3	5,3	4,9	-3,80%	-0,2GWh
...
Sum								

Videreutvikling av tabell i Finden et. al (2008)

5.2.4.4 Nåsituasjon

I dette trinnet skal dagens situasjon i kommunen sett i et energi- og klimaperspektiv beskrives. Alle data om kommunen som er viktige for senere deler av planen skal inn her. Denne kartleggingen består av 6 deltrinn: *Energiforbruk stasjonært*, *Kommunale bygg og tjenester*, *Klimagassutslipp*, *Ressurskartlegging*, *Energiproduksjon- og distribusjon* og *Energisystemet*. En oversikt over oppbygningen av trinnet er vist i figur 3.



Figur 3: Oversikt over oppbygningen av trinnet nåsituasjon

Mye informasjon og veiledning skal presenteres i hvert av deltrinnene. For å gi brukeren en oversikt skal generell informasjon om deltrinnets innhold og funksjoner være det første som møter brukeren. Ellers skal det for hver tabell, og i mange tilfeller for hver celle i tabellen, være tilgjengelig informasjon og veiledning for brukeren. Også andre elementer i webverktøyet vil kreve tilgjengelig informasjon. Det må derfor utvikles en løsning der brukeren lett oppfatter hvor det finnes tilgjengelig informasjon og en oversiktlig måte å presentere denne informasjonen på. Kravene til hvert av deltrinnene vil i det følgende bli beskrevet.

Energiforbruk

Her skal brukeren bli presentert for åtte tabeller, en tabell for hver energiforbruksaktivitet definert i SSB sine statistikker. De ulike aktivitetene er: primærnæring, industri, tjenesteyting, husholdninger, veitrafikk, fly, skip, andre mobile utslipp. For hver aktivitet skal energiforbruket fordeles på åtte energikilder (rader) og brukervalgte år (kolonner). Energikildene vises i venstre kolonne i tabell 3.

Tabell 3:

Energiforbruk for primærnæring

Primærnæring [GWh]	Velg år	Velg år	Velg år	...	Velg år
Elektrisitet	0	0	0	0	0
Kull, kullkoks, petrolkoks	0	0	0	0	0
Ved, treavfall, avlut	0	0	0	0	0
Gass	0	0	0	0	0
Bensin, parafin	0	0	0	0	0
Diesel-, gass-, lett fyringsolje	0	0	0	0	0
Tungolje, spillolje	0	0	0	0	0
Avfall	0	0	0	0	0
Sum	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

Videreutvikling av tabell i Finden et al., 2008

Brukeren skal velge hvilke og hvor mange år han ønsker å ha med i tabellen. Et eksempel på en slik tabell for aktiviteten «primærnæring» er vist i tabell 3. I alle feltene merket «velg forbruk» skal brukeren kunne velge om han vil legge inn egne tall eller hente tall fra SSB. Det må derfor være en funksjon for automatisk å hente tall fra en database. Alle data hos SSB kan lastes opp i Excel, slik at det forholdsvis enkelt kan lages en database med nødvendig statistikk. Hvordan databasen bør bygges opp og hvordan denne funksjonen på enklest mulig måte kan implementeres i webverktøyet må vurderes ut fra et datateknisk perspektiv.

Ut fra data i tabellene beskrevet over skal det automatisk genereres to tabeller. Den ene tabellen skal presentere totalt forbruk per år for hver aktivitet uavhengig av kilde (Tabell 4). Den andre skal presentere totalt forbruk per år for hver kilde uavhengig av aktivitet (Tabell 5).

Tabell 4:

Totalt forbruk per år for hver aktivitet.

Totalt alle aktiviteter [GWh]	[Valgt år]	[Valgt år]	[Valgt år]	...	[Valgt år]
Elektrisitet					
Kull, kullkoks, petrolkoks					
Ved, treavfall, avlut					
Gass					
Bensin, parafin					
Diesel-, gass-, lett fyringsolje					
Tungolje, spillolje					
Avfall					
Sum	0	0	0	0	0

Videreutvikling av tabell i Finden et al. (2008)

Tabell 5:

Totalt forbruk per år for hver kilde.

Totalt alle kilder [GWh]	[Valgt år]	[Valgt år]	[Valgt år]	...	[Valgt år]
Primærnæring	0	0	0	0	0
Industri	0	0	0	0	0
Tjenesteyting	0	0	0	0	0
Husholdning	0	0	0	0	0
Veitrafikk	0	0	0	0	0
Flytrafikk	0	0	0	0	0
Skipstrafikk					
Annen transport	0	0	0	0	0
Sum	0	0	0	0	0

Videreutvikling av tabell i Finden et al. (2008)

Brukeren skal selv kunne velge hvilke av disse tabellene han ønsker skal presenteres i den ferdige planen. Det skal være mulig å legge til tittel, beskrivelse og kommentar til hver enkelt tabell.

Kommunale bygg og tjenester

Brukeren skal her legge inn data for energiforbruk i kommunale bygg. I tabell 6 vises en mal for hvordan en slik tabell skal se ut.

Tabell 6:

Energiforbruk i kommunale bygg.

Bygg-informasjon		Bruks-areal	Energi-forbruk	Kalkulert energiforbruk		Normtall	Avvik fra normtall		Best praksis	Avvik fra best praksis	
Byggets navn	Type bygg	[m ²]	Totalt [kWh/år]	Temperatur-korrigert [kWh/år]	Spesifikt [kWh/m ² /år]	Spesifikt [kWh/m ² /år]	Spesifikt [kWh/m ² /år]	[%]	Spesifikt [kWh/m ² /år]	Spesifikt [kWh/m ² /år]	[%]
Bruker-definert	«Velg bygg»	Fylles inn av bruker	Fylles inn av bruker	Fylles inn av bruker	Beregnes	Hentes fra database	Beregnes	Beregnes	Hentes fra database	Beregnes	Beregnes
Bruker-definert	«Velg bygg»	Fylles inn av bruker	Fylles inn av bruker	Fylles inn av bruker	Beregnes	Hentes fra database	Beregnes	Beregnes	Hentes fra database	Beregnes	Beregnes
...
SUM		Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes

Brukeren skal skrive inn navn på bygget i kolonnen helt til venstre og velge type bygg fra en meny i andre kolonne fra venstre. I alle felt merket «fylles inn av bruker» skal brukeren selv legge inn data. Felt merket med «beregnes» skal inneholde en formel for beregning direkte i tabellen. Normtallene som skal benyttes i kolonne syv fra venstre skal hentes automatisk fra en database. Disse normtallene finnes på Enova sine internettsider og kan enten hentes direkte herfra eller lagres i en egen database i webverktøyet. Tall for «best praksis» hentes fra en database med energiforbruket i den til enhver tid mest energieffektive bygningen innen hver type bygg. Denne databasen opprettes på bakgrunn av data fra alle webverktøyets brukere. En funksjon for å oppdatere og lagre disse dataene må da etableres i portalen.

Ved oppdatering av planen skal det legges til ekstra kolonner slik at brukeren kan fylle inn nye data ved siden av de gamle og sammenlikne disse. Det skal legges til kolonner for totalt energiforbruk, temperaturkorrigert energiforbruk og alle felter som skal beregnes. Brukeren skal kunne legge til ekstra bygg.

Det skal på dette deltrinnet også finnes informasjon om andre områder innen kommunale bygg og tjenester. På disse områdene finnes det ingen maler for tabeller, men det skal legges opp til at dette kan legges inn av administrator dersom det utvikles slike maler. Brukeren skal kunne legge til egne tabeller, figurer og tekst for hvert område.

Klimagassutslipp

Her skal brukeren bli presentert for tre tabeller, en tabell for hver av de tre mest utbredte

klimagassene (CO₂, CH₄ og N₂O). Tabell 7 viser en mal for hvordan disse skal bygges opp:

Tabell 7:

Klimagassutslipp fordelt på utslippskilder¹⁶

Utslippssektor/-kilde	Utslipp i tonn CO ₂ (uten elektrisitet)			
	År	År	År	År
Stasjonær forbrenning	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes
Industri	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Annen næring	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Husholdninger	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Annen stasjonær forbrenning	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Prosessutslipp	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes
Industri	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Deponi	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Landbruk	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Andre prosessutslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Mobile kilder	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes
Veitrafikk	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Personbiler	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Lastebiler og busser	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Skip og fiske	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Andre mobile kilder	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp	Velg utslipp
Totale utslipp	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes

I alle feltene merket «Velg utslipp» skal brukeren velge om han vil legge inn egne tall eller benytte tall fra en database. Databasen skal også her ha statistikk fra SSB som bakgrunnsdata. Statens Forurensningstilsyn (SFT) har allerede utviklet et verktøy for henting og fordeling av klimagassutslipp på kommunenivå. Dette verktøyet finnes på SFT sine hjemmesider. Data til tabellene kan dermed hentes direkte ved hjelp av dette verktøyet. Ut fra data i de tre ovennevnte tabellene skal en samletabell genereres automatisk. For å kunne samle tallene i en tabell må tall for CH₄ og N₂O omgjøres til CO₂-ekvivalenter ved å multiplisere dem med en omgjøringsfaktor. Brukeren skal selv velge hvilke år utslippene skal beregnes for.

For hver utslippskilde skal det gis veiledning som inneholder usikkerheter rundt dataene som hentes inn og beskriver hvilke forhold som er viktige for kommunen å undersøke grundigere. Denne

¹⁶ Hentet fra SFT sin klimakalkulator. Kan lastes ned fra http://www.sft.no/artikkel___40919.aspx.

veiledningen må være oversiktlig og lett tilgjengelig.

Det skal lages en egen del som omtaler indirekte utslipp knyttet til forbruk av elektrisitet. Grunnen til dette er at det knytter seg stor usikkerhet rundt beregningen av disse utslippene. En tabell som viser utslippene knyttet til forbruk av elektrisitet i kommunen skal automatisk genereres. Dette gjøres ved å hente inn tall for elektrisitetsforbruket for hver enkelt næring fra ”Energiforbruk” og multiplisere disse med en gitt utslippsfaktor. Utslippsfaktoren kan endres over tid. Det vil derfor legges inn en funksjon for tilbakeskriving, det vil si at dersom utslippsfaktoren endres av administrator eller bruker vil denne bli benyttet både på nye og tidligere data. På den måten vil alle data i tabellen være beregnet på bakgrunn av en mest mulig oppdatert utslippsfaktor og dermed være sammenliknbare. Tabellen vil få format som vist under (Tabell 8).

Tabell 8:

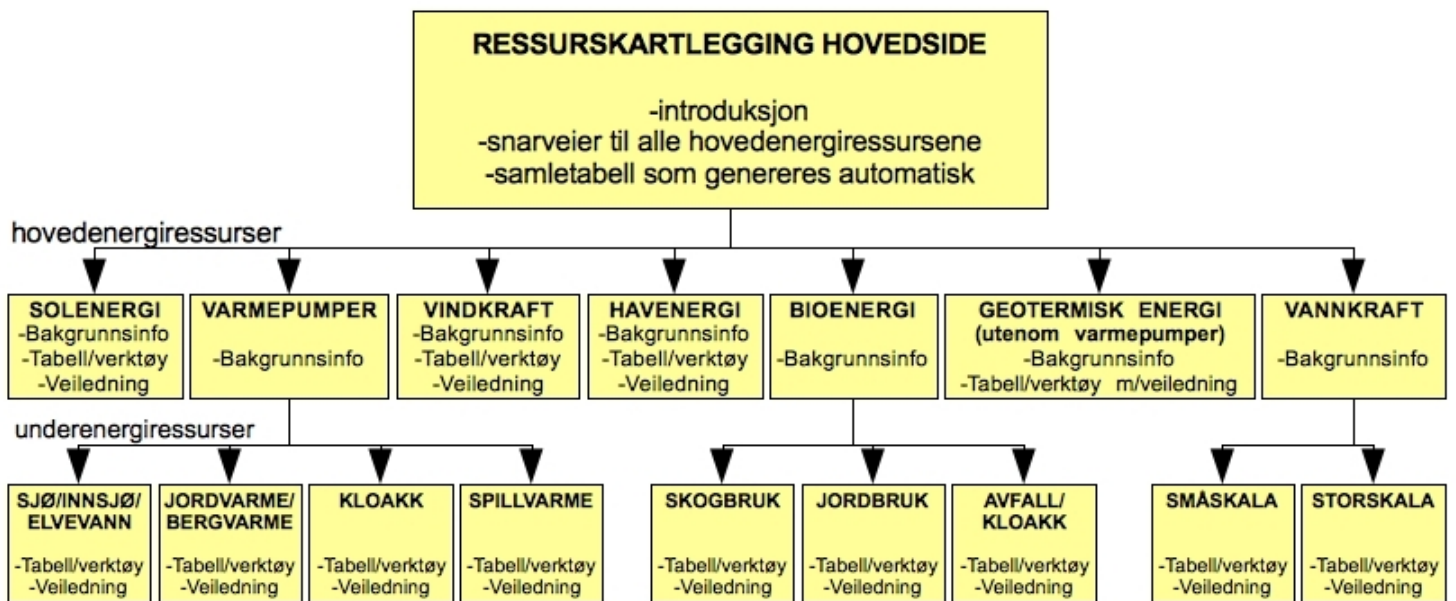
Indirekte klimagassutslipp for elektrisitet fordelt på sektorer

	Indirekte utslipp knyttet til elektrisitet			
	År	År	År	År
Primærnæring				
Industri				
Tjenesteyting				
Husholdning				
Veitrafikk				
Flytrafikk				
Skipstrafikk				
Annen transport				
Totale utslipp				

Ressurskartlegging

På området for ressurskartlegging kreves en del arbeid rundt utvikling av metodikk og verktøy før en detaljert beskrivelse kan gis. Omfanget med tanke på utvikling av webverktøyet er derfor usikkert. Beskrivelsen under baserer seg på det som foreløpig er kjent, samt forfatters antakelser om hvordan metodikken og verktøyene vil kunne fungere.

Ressurskartlegging skal deles inn i energiresursene/-teknologiene som vist i figur 4:



Figur 4. Oversikt over deltrinnet for ressurskartlegging

Hovedsiden skal inneholde en introduksjon med generell informasjon om hvordan deltrinnet er bygget opp og annen informasjon som kan være nyttig for brukeren. Det skal videre være enkelt for bruker å manøvrere seg til hovedenergiressursene, som er vist i figur 4. *Hovedsiden* skal også inneholde en tabell der resultatene fra beregningene av energiressurser sammenfattes (Tabell 9).

Tabell 9:
Sammenstilling av ressurspotensialer for hovedenergiressursene

Energiressurs	Potensial
Solenergi	«Hentes fra underkategori»
Bioenergi	«Hentes fra underkategori»
Vindenergi	«Hentes fra underkategori»
Vannkraft	«Hentes fra underkategori»
Varmepumper	«Hentes fra underkategori»
Havenergi	«Hentes fra underkategori»
Geotermisk energi utenom varmpumper	«Hentes fra underkategori»
Totalt potensiale	Beregnes

Sidene for hver enkelt *hovedenergiressurs* skal inneholde bakgrunnsinformasjon om energiressursen og hvilke kommunetyper den energiressursen er antatt å være spesielt interessant for. De hovedenergiressursene som ikke har underenergiressurser skal også inneholde et enkelt verktøy eller en eller flere tabeller for beregning av ressurspotensialet. Med alle verktøy og tabeller skal det følge en grundig veiledning.

Sidene for *underenergiressursene* skal inneholde enkle verktøy for beregning av energiressurser på de områdene beregningsmetoder eksisterer. Under vises et eksempel på et verktøy for beregning av ressurspotensial for halm i underenergiressursen jordbruk (Tabell 10).

Tabell 10:

Verktøy for beregning av ressurspotensiale for halm¹⁷

Halm	Areal	Kg/år	Til energi	Energi
«Kornsort 1»	0	0	0	0
«Kornsort 2»	0	0	0	0
«Kornsort 3»	0	0	0	0
«Kornsort 4»	0	0	0	0
Totalt potensiale	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

Beregningene i verktøyet utføres på bakgrunn av to forhåndsdefinerte faktorer og baserer seg på enkle matematiske operasjoner, som summering og multiplisering. Det antas at flesteparten av verktøyene som utvikles vil følge samme mal. Det må opprettes en database der bakgrunnsdata for alle verktøy for energiressurser legges inn. Disse dataene må kunne endres av administrator. På de områdene der det ikke er utviklet verktøy skal det legges inn en eller flere tabeller som brukeren kan fylle inn selv. Til alle tabeller og verktøy skal det følge god informasjon og grundig veiledning.

Energiproduksjon og –distribusjon

Dette området krever kun en hovedside. Brukeren skal bli møtt av en introduksjon om hva som er forventet å ha med i dette deltrinnet og hvorfor. Videre skal en tabell som sammenstiller ressurspotensialer og energiproduksjon presenteres (Tabell 11).

¹⁷ Verktøyet baserer seg i stor grad på tabell presentert i Klima- og energiplan for Nesodden utarbeidet av Sweco 2009

Tabell 11:

Sammenstilling av ressurspotensialer og energiproduksjon

Energiressurs	Potensial	Energiproduksjon	Uutnyttet potensial
Solenergi	«Hentes fra underkategori»	«Fylles inn av bruker»	Beregnes
Bioenergi	«Hentes fra underkategori»	«Fylles inn av bruker»	Beregnes
Vindenergi	«Hentes fra underkategori»	«Fylles inn av bruker»	Beregnes
Vannkraft	«Hentes fra underkategori»	«Fylles inn av bruker»	Beregnes
Varmepumper	«Hentes fra underkategori»	«Fylles inn av bruker»	Beregnes
Havenergi	«Hentes fra underkategori»	«Fylles inn oav bruker»	Beregnes
Geotermisk energi utenom varmpumper	«Hentes fra underkategori»	«Fylles inn av bruker»	Beregnes
Totalt potensiale	Beregnes	Beregnes	Beregnes

Data for beregnet potensial hentes fra tabell 10. Uutnyttet potensial skal beregnes automatisk ved å subtrahere energiproduksjon fra beregnet potensial. Energiproduksjonen fylles inn av bruker.

For *energidistribusjon* skal det legges inn en tabell der brukeren selv skal legge inn alle data. Brukeren skal også oppfordres til å legge inn egne figurer, tabeller og kommentarer.

Energisystemet

Brukeren skal møtes med en introduksjon om hva som er forventet å ha med i dette deltrinnet og hvorfor. Videre skal det kun legges opp til at brukeren kan legge inn egne figurer, tabeller og kommentarer.

5.2.4.5 *Fremskrivninger & scenarier*

I dette trinnet legges det opp til at brukeren skal utføre det meste av arbeidet på egenhånd. Det kreves derfor god veiledning. Brukeren skal bli møtt med en tydelig veiledning som beskriver valgmuligheter og hvilken metode som egner seg best for de ulike brukerne.

Alle kommuner skal utvikle estimer for fremtidig energiforbruk og klimagassutslipp, i denne sammenheng kalt *fremskrivninger*. Det finnes beregningsverktøy som kan brukes til å utføre slike fremskrivninger. I webverktøyet skal to slike beregningsverktøy implementeres, ett for fremskrivning av energiforbruk og ett for fremskrivning av klimagassutslipp. Disse verktøyene er foreløpig ikke ferdig utviklet, så eksempler på hvordan de fungerer er foreløpig ikke tilgjengelig. Men grovt sett vil verktøyene ha følgende funksjoner:

- De vil kreve inndata fra bruker. Det vil være krav om å legge inn noen enkelt tilgjengelige data. I tillegg kreves mulighet for å legge inn andre data som vil gi bedre presisjon i fremskrivningene. Enkelte av dataene som kreves er lagt inn av bruker i deltrinnet ”nåsituasjon” og kan dermed hentes direkte derfra. Andre data finnes på SSB sine hjemmesider og skal kunne hentes derfra eller fra en opprettet database. Det må i webverktøyet på en oversiktlig måte fremkomme hvilke data som må legges inn av brukeren og hvor brukeren kan velge å hente data automatisk fra andre kilder.
- På bakgrunn av inndata vil en rekke enkle lineære beregninger utføres i verktøyene.
- Resultatene av beregningene presenteres i tabeller og i grafiske fremstillinger.

Verktøyene skal ligge tilgjengelig for allment bruk. Bruken av disse verktøyene skal være enkel og mest mulig oversiktlig for brukeren. Det finnes flere alternativer for å løse dette:

1. Verktøyene kan være innebygget i webverktøyet, men likevel være tilgjengelig for alle.
2. Verktøyene kan utvikles separat og ligge på et webområde som er tilgjengelig for alle. Det finnes da to muligheter:
 - a) Det kan legges opp til at brukeren legger inn data i webverktøyet og at disse dataene lastes inn i verktøyene. En utfordring blir da å tilpasse mengden inndata til hver enkelt kommunes behov; det vil både kreve veiledning og en oversiktlig oppbygning av denne delen av webverktøyet. Utvalgte resultater fra verktøyene må kunne lastes direkte inn i webverktøyet.
 - b) Brukeren blir linket til verktøyet og legger inn data som enhver annen bruker av verktøyet. Utvalgte resultater kan enten lastes opp eller kopieres og limes inn på egnet sted i webverktøyet

Punkt 1 vil etter all sannsynlighet fremstå som enklest og mest oversiktlig for brukeren. Punkt 2a vil fremstå som forholdsvis enkel, men noe mer uoversiktlig. Punkt 2b er alternativet som vil gi brukeren mest arbeid og der han vil møte størst utfordringer. Hvilken løsning som skal benyttes må diskuteres på bakgrunn av arbeidsomfang ved utvikling av webverktøyet og brukernes behov. Det er mulig det finnes aktuelle løsninger rent datateknisk som ikke er tatt med i denne oversikten.

Brukeren skal selv bestemme om han vil benytte seg av verktøyene beskrevet over, eller om han vil gjøre fremskrivninger på egen hånd. Det må derfor legges til rette for at brukeren kan legge inn egne figurer, tabeller og kommentarer i webverktøyet.

Brukeren skal utvikle *scenarier* for fremtidig utvikling i energietterspørsel og klimagassutslipp. Alle kommuner skal utvikle to enkle scenarier ved å endre inndata i fremskrivningsverktøyene beskrevet

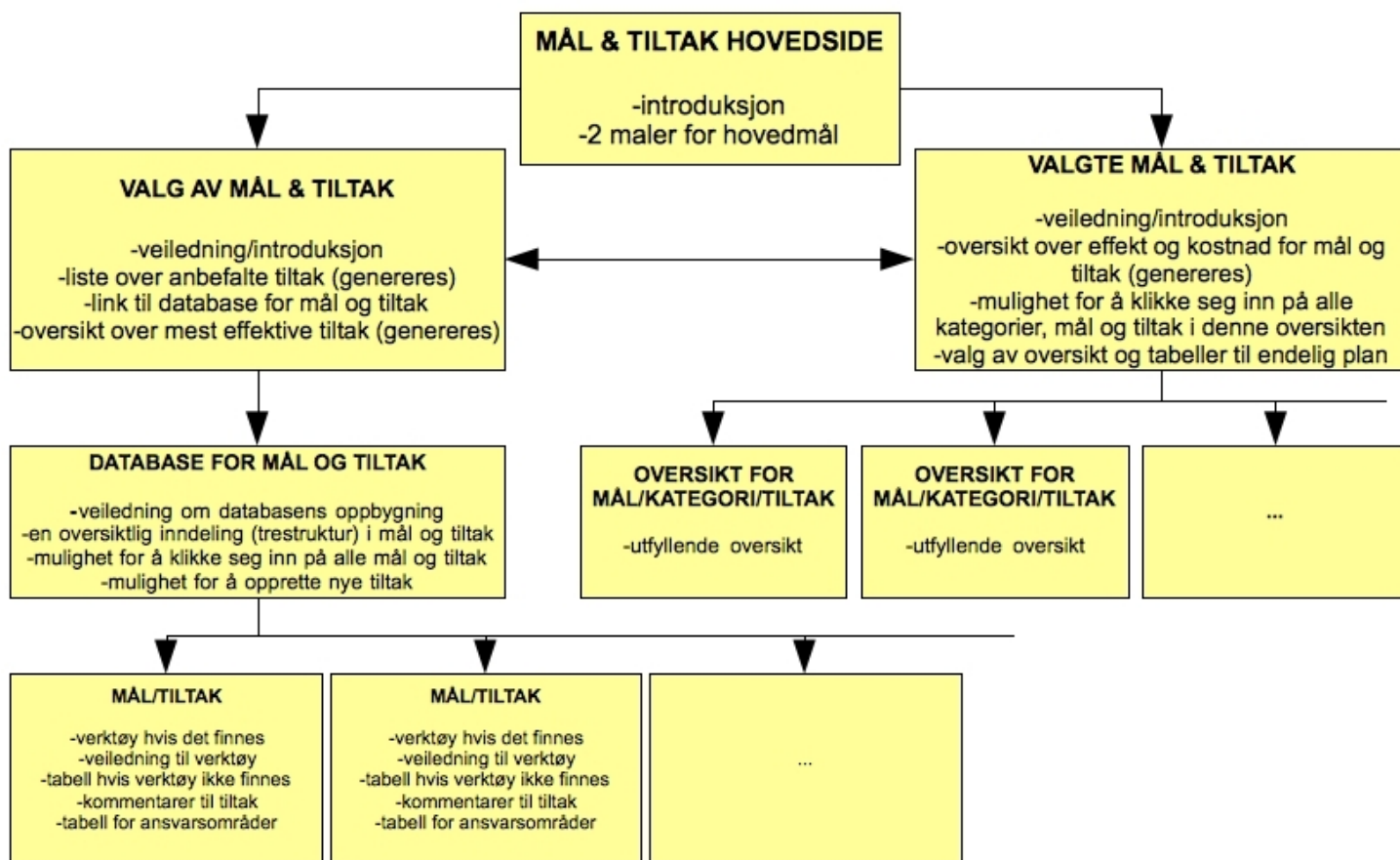
over. Noen kommuner vil i tillegg ønske å utvikle avanserte scenarier. Til dette finnes det mange verktøy på markedet. Brukernes behov avhenger av mange faktorer og varierer stort, så det er ikke hensiktsmessig å implementere verktøy i webverktøyet på lik linje som for fremskrivninger. Et generelt prinsipp i alle scenarieverktøy er at de skal gi en indikasjon på forventet utvikling gitt ulike betingelser.

Ettersom mange brukere vil benytte seg av eksterne scenarieverktøy skal det legges opp til at resultatene fra disse skal kunne legges inn i webverktøyet. Resultatene fra slike scenarieverktøy presenteres som tabeller og figurer, så det må legges til rette for at disse lett kan legges inn. Alle brukere vil i tillegg gjøre enkle simuleringer ved bruk av verktøyene for fremskrivninger. Det skal derfor legges til rette for at disse på en enkel og oversiktlig måte kan benyttes. Måten dette gjøres på er avhengig av hvilken metode for tilrettelegging av verktøyene som blir valgt. Dersom metoden som blir valgt gjør det mulig å legge inn inndata i webverktøyet (1 eller 2a) skal brukeren ledes direkte til siden for inndata. Inndata fra fremskrivningen som allerede er utført av brukeren skal ligge lagret i verktøyet. Ved å gjøre ønskede endringer i inndata skal brukeren kunne se hvordan endrede inndata har påvirket resultatene. Det bør derfor legges opp til at resultatene for de ulike settene med inndata blir presentert på en slik måte at de enkelt kan sammenliknes. Er det mulig å presentere dataene i samme tabell er dette ønskelig. Dersom metoden der brukeren kun blir linket til fremskrivningsverktøyene (2b) blir valgt, skal kun en ekstern link til verktøyet legges inn.

I tillegg skal det være god veiledning om hvordan de aktuelle verktøyene fungerer, hvor brukeren finner dem og annen relevant informasjon. Ved bruk av fremskrivningsverktøyene til å utvikle scenarier skal brukeren gjennom veiledning i størst mulig grad ledes gjennom prosessen.

5.2.4.6 Mål & tiltak

Figur 5 viser hvordan trinnet mål & tiltak skal bygges opp.



Figur 5. Oversikt over mål & tiltaksdelens oppbygning

Mål & tiltak hovedside

Det første som skal møte brukeren på hovedsiden er en introduksjon med beskrivelse av hvordan mål- og tiltaksdelen i webverktøyet fungerer. Videre skal brukeren tallfeste to forhåndsdefinerte hovedmål:

- Hovedmål 1: Kommunens klimagassutslipp skal reduseres med X% innen år X ift år X
- Hovedmål 2: Kommunens energiforbruk skal reduseres med X% innen år X ift år X

Det skal legges til rette for at brukeren kan fylle inn verdier i feltene merket med «X». Fra hovedsiden skal brukeren kunne gå både til siden «valg av delmål og tiltak» og siden «valgte mål og tiltak».

Valg av delmål & tiltak

Det første som skal møte brukeren på siden valg av delmål & tiltak er en veiledning om sidens oppbygning og funksjoner. Videre skal en liste over anbefalte tiltak tilpasset hver enkelt bruker presenteres. Denne listen skal genereres automatisk på bakgrunn av informasjon lagt inn av bruker på webverktøyet hovedside og data om hvilke tiltak som anbefales for hvilken type kommune. I

tillegg til de anbefalte tiltakene skal det finnes en link til en database med samtlige potensielle mål og tiltak. Den siste funksjonen som er tiltenkt siden valg av delmål & tiltak er en oversikt over de mest effektive tiltakene. Delmålene og tiltakene kan rangeres på bakgrunn av resultater fra verktøyene. Kostnad per spart kWh [kr/spart kWh] eller kostnad per redusert tonn CO₂-ekvivalenter [kr/red tCO₂-ekv] er de mest aktuelle faktorene for en slik rangering. En slik liste skal derfor genereres automatisk på bakgrunn av resultater fra verktøyene for de ulike tiltakene.

Databasen

Det første som møter brukeren er veiledning om hvordan databasen er bygget opp, samt annen nødvendig informasjon. Videre skal databasen på en oversiktlig måte presenteres. Et eksempel på mulig struktur for databasen er vist i tabell 14. Det skal være mulighet for å klikke seg inn på hvert enkelt mål eller tiltak som finnes i databasen.

Det må også være mulighet for brukeren å opprette nye tiltak dersom ønsket tiltak ikke finnes i databasen. Først må brukeren definere en kort generell beskrivelse av tiltaket tilsvarende det som blir presentert i databasen. Når malen er definert skal samme valgmuligheter som for andre tiltak automatisk opprettes. Brukeren kan da spesifisere tiltaket på samme måte som for andre tiltak i databasen ved å klikke seg inn på tiltaket. Dette gjelder også for målsetninger.

Mål/Tiltak

Når brukeren klikker på et av tiltakene skal en side for det spesifikke tiltaket dukke opp. På denne siden skal det finnes et verktøy for beregning av effekt og kostnad basert på inndata lagt inn av bruker, dersom et slikt verktøy er utviklet. Et eksempel på et verktøy som allerede er utviklet er vist i tabell 12.

Tabell 12:

Verktøy for beregning av energibesparelser innen veibelysning

Energibesparelser innen veibelysning											
Vei/område	Type lyskilde	Effekt [W]	Antall lyspunkter	Skiftes ut med	Energipris [kr/kWh]	Energibesparelser		Investeringskostnader [kr]	Driftskostnader [kr/år]	Livstidskostnad (LCC) [kr]	Kostnad per spart kWh [kr/kWh]
						[%]	[kWh/år]				
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
SUM											

I verktøyet skal brukeren fylle inn data i alle hvite felt, mens i alle mørke felt skjer beregninger automatisk. I tre av kolonnene skal brukeren velge data fra en valgmeny. Det er sannsynlig at verktøy for andre tiltak vil følge samme mal som dette. For de tiltakene der det ikke finnes verktøy skal en veiledning med mulige beregningsmetoder presenteres, sammen med en tabell for registrering av effekter og kostnader. Tabell 13 viser et eksempel på hvordan en slik tabell kan se ut.

Tabell 13:

Tabell for brukerdefinert effekt av tiltak.

«Navn på tiltak» (Legg inn data om tiltaket her om tilgjengelig)				
Reduksjon i klimagassutslipp	Reduksjon i energiforbruk	Kostnad	Kostnad/(reduksjon i klimagassutslipp)	Kostnad/(Reduksjon i energiforbruk)
«Fylles inn av bruker»	«Fylles inn av bruker»	«Fylles inn av bruker»	Beregnes	Beregnes

Det skal være mulig for bruker å legge inn kommentarer til hvert enkelt tiltak. Brukeren skal også i en egen tabell kunne legge inn hvem som er ansvarlige for å gjennomføre og følge opp tiltaket.

Eksempler på og erfaringer fra tidligere gjennomførte tiltak skal være tilgjengelig på sidene for hvert enkelt tiltak. Det må legges opp til en oversiktlig måte å presentere dette på.

Valgte mål & tiltak

Også på denne siden skal det gis veiledning og informasjon om sidens oppbygning og funksjoner. Videre skal en *oversikt over effekt og kostnad for mål og tiltak* presenteres (tabell 14).

Tabell 14:

Tabell for oversikt over effekt og kostnad for mål og tiltak

	Reduksjonsmål [tonn CO ₂] eller [kWh]	Reduksjoner ift startår [tonn CO ₂] eller [kWh]	Kostnad [1000kr]
- Hovedmål 1: Redusere klimagassutslipp med X% innen år X ift år X			
- Redusere mobile utslipp			
- Redusere mobile utslipp knyttet til lokal persontransport			
- Øke kollektivandelen [KA] fra X% i år X til X% innen år X			
Tiltak KA 1			
Tiltak KA 2			
Tiltak KA 3			
+ Øke sykkelandelen fra X% i år X til X% innen år X			
+ Øke gangandelen fra X% i år X til X% innen år X			
+ Øke antallet passasjerer per privatbilreise fra X% i år X til X% innen år X			
+ Redusere utslipp per kjørte km for privatbiler			
+ Redusere utslipp per kjørte km for kollektivtrafikk			
+ Redusere reiselengden per person fra X km per dag i år X til X km per dag i år X			
+ Redusere utslipp fra transport knyttet til kommunens virksomhet			
+ Redusere mobile utslipp knyttet til vare-/godstransport			
+ Redusere utslipp knyttet til flytrafikk og andre mobile utslipp			
+ Redusere stasjonære utslipp			
+ Redusere prosessutslipp			
+ (Indirekte utslipp)			
- Hovedmål 2: Redusere energiforbruk med X% innen år X ift år X			
- Redusere kommunalt energiforbruk			
- Veibelysning [VB]			
Tiltak VB 1			
+ Kommunale bygg			
+ Annet			
+ Redusere privat energiforbruk			

Tabellen er bygget opp etter en «tre-struktur» der de overordnede målene inneholder flere underkategorier, som igjen inneholder sine undermål eller tiltak. Dette er et eksempel på hvordan databasen kan struktureres for å gjøre den oversiktlig for brukeren. Brukeren skal kunne velge hvilket nivå han ønsker å studere ved å klikke seg inn på ønskede mål- og tiltaksområder. I tabell 14 har brukeren blant annet valgt å gå nærmere inn på hovedmålet «Redusere klimagassutslipp med X % innen år X ift år X» og klikket seg via underkategorier helt inn til tiltakene brukeren har utarbeidet for å innfri delmålet om å «øke kollektivandelen fra X% i år X til X% i år X».

I de tre høyre kolonnene i tabellen vises hovedtall for målene og tiltakene. Disse tallene blir hentet fra verktøyene for de ulike tiltakene, eventuelt fra verktøy for delmålene på de områdene effekt og kostnad av tiltak ikke lar seg beregne. For de resterende kategoriene blir reduksjoner og kostnader beregnet som summen av målenes undermål eller tiltak. Utslippsreduksjonene for kategorien

«reduere mobile utslipp» blir for eksempel beregnet som summen av utslippsreduksjonene fra «lokal persontransport», «transport knyttet til kommunens virksomhet», «vare/godstransport» og «flytrafikk og andre mobile utslipp». Det skal være mulig å klikke seg inn på alle kategorier, mål og tiltak for å få en bedre oversikt over akkurat det området.

På siden for valgte mål og tiltak skal det også finnes en mulighet for *valg av presentasjon av resultater i endelig plan*. Ulike brukere vil ha ulike ønsker om hvordan mål- og tiltaksbeskrivelser skal presenteres i den endelige planen. På enkelte mål- og tiltaksområder er det ønskelig å ha en grundig presentasjon av samtlige delmål og tiltak, mens det på andre områder kun er behov for en overordnet beskrivelse. Det skal derfor legges inn en funksjon for å velge hvilke oversikter og tabeller som skal være med i den endelige planen. En avkrysningsfunksjon er her en mulighet.

Oversikt for mål/kategori/tiltak

For alle kategorier, mål og tiltak skal det genereres en oversikt over alle direkte undermål eller tiltak. Et eksempel på en slik oversikt for kategorien «lokal persontransport» vises i tabell 15. Denne sammenstillingen kan fungere som mal for hvordan oversikter for andre kategorier, mål eller tiltak kan se ut.

Tabell 15:

Oversikt for kategorien «lokal persontransport».

Lokal persontransport						
Utviklingsbane		Startår [tCO ₂]		Sluttår [tCO ₂]		Utslipp ift startår [%]
Utslipp normal utvikling		Hentes fra nåsituasjon		Hentes fra fremskrivninger		Beregnes
Utslipp med tiltak		Beregnes		Beregnes		Beregnes
#	Delmål	Utslippsreduksjon ift normal utvikling [tCO ₂]		Utslippsreduksjon ift startår [tCO ₂]		Kostnad
		[%]	[tCO ₂]	[%]	[tCO ₂]	
1	Kollektivandel					
2	Sykkelandel					
3	Gangandel					
4	Bilpassasjer per bilreise					
5	Utslipp/km privatbil					
6	Utslipp/km kollektivtransport					
7	Redusere reiselengden					
SUM			Beregnes		Beregnes	Beregnes

Effektene av alle delmålene under lokal persontransport blir her presentert i en tabell. Enkelte av dataene til tabellen hentes fra delmålenes verktøy eller andre steder i webverktøyet, mens enkelte data må beregnes i tabellen.

5.2.4.7 Intern benchmarking

Benchmarking gir brukeren mulighet til å se hvordan kommunen ligger an i forhold til andre kommuner på gitte områder, noe som kan være et godt utgangspunkt for å avdekke områder for de mest effektive tiltakene. En utfordring med benchmarking i denne sammenheng er at tilgjengeligheten på nye og detaljerte data på mange områder er for dårlig. Det betyr at kun noen få områder egner seg for benchmarking per idag, men med nye og mer effektive måter å innhente data vil flere områder bli aktuelle for benchmarking. Delen for intern benchmarking skal ha følgende funksjoner:

1. Data på områdene som er egnet for benchmarking skal hentes fra deltrinnet «Nåsituasjon», og i noen tilfeller fra verktøy for tiltak eller delmål.
2. På bakgrunn av innhentede data skal bestemte indikatorer automatisk beregnes. Et eksempel er gitt i tabell 16.
3. Indikatorer fra samtlige kommuner skal presenteres i samme søylediagram. Slik kan hver enkelt bruker se hvordan kommunen ligger an i forhold til andre kommuner på akkurat det spesifikke området.
4. Det skal utvikles en oversiktlig måte å presentere resultatene på de ulike områdene.
5. Områdene som finnes for benchmarking skal presenteres på en oversiktlig måte slik at det er lett å få oversikt over hvilke områder som finnes og hvor man finner dem.
6. Det skal være mulig å bevege seg frem og tilbake til delen for benchmarking fra de fleste trinnene i prosessen (vist med piler i figur 2).
7. Administrator skal ha muligheten til å legge inn flere områder for benchmarking etterhvert som det viser seg at det er mulighet og behov for dette.

Tabell 16:

Tabell for beregning av indikator for sykkelveier

Indikator 1: Antall kilometer sykkelvei per innbygger		
Kilometer sykkelvei	Antall innbyggere	Indikator [km/innbygger]
Hentes fra «Nåsituasjon»	Hentes fra «Nåsituasjon» / SSB/database	Beregnes

Metoden for beregning og fremstilling av data som er brukt i Enova sitt «industrinettverk» kan med fordel også benyttes i dette webverktøyet.

5.2.4.8 Planforslag

Her skal planforslaget basert på data som er fylt inn i de tidligere trinnene presenteres. Planforslaget skal genereres automatisk. Brukeren skal for alle elementer i prosessen kunne velge hvorvidt de skal presenteres i den endelige planen eller ikke. Alle valgte elementer skal automatisk settes sammen til en helhet i dette trinnet. Det skal være mulig for bruker å redigere tekst og plassering av elementer i det automatisk genererte planforslaget. Tekstendringer skal automatisk endres også i det trinnet der teksten opprinnelig ble skrevet. Videre skal brukeren kunne velge å legge til eller fjerne elementer fra det genererte planforslaget. Det skal også opprettes en funksjon for å registrere planen som ferdigstilt og politisk behandlet.

5.2.4.9 Politisk behandling

Her skal alle dokumenter som knytter seg til den politiske behandlingen av planen kunne lagres. Det må derfor opprettes en funksjon som gjør det mulig for brukeren å legge inn egne dokumenter. Brukeren bør ha mulighet til å strukturere det som legges inn, for eksempel ved å opprette egne mapper for ulike typer dokumenter.

5.2.4.10 Ferdig plan

Når planen er politisk godkjent skal den ferdige planen automatisk lagres her. Brukeren må i trinnet «planforslag» registrere planen som ferdigstilt og politisk godkjent for at den skal lastes opp til denne siden. På denne siden skal planer for alle kommuner lagres.

5.3 Vurdering av kravspesifikasjonen som en helhet

Målet med kravspesifikasjonen er at den skal være tilstrekkelig detaljert for å kunne estimere et kostnadsoverslag for utvikling av webverktøyet. Hvilket detaljnivå som må til for at dette skal være mulig er vanskelig å vite eksakt. Kostnadsoverslaget skal i tillegg utføres av en webutvikler uten spesielle forkunnskaper om klima- og energiplanlegging. I kravspesifikasjonen har det derfor vært fokus på å fremstille webverktøyets oppbygning skjematisk ved hjelp av figurer og tabeller. Det har underveis i utviklingen av kravspesifikasjonen blitt konsultert med dataingeniør Eivind Waaler i BEKK Consulting. På bakgrunn av dette har enkelte nødvendige justeringer blitt utført.

Alle verktøyene som skal med i webverktøyet er ennå ikke utviklet. På enkelte områder er kravspesifikasjonen derfor ikke så detaljert som man ideelt sett skulle sett for seg. Dette gjelder spesielt for ressurskartlegging og utarbeidelse av mål og tiltak der mange verktøy gjenstår å utarbeide. Selv om det i kravspesifikasjonen er forsøkt å beskrive hvordan slike verktøy kan antas å se ut, vil usikkerhetene rundt arbeidsomfanget knyttet til implementering av disse verktøyene i webverktøyet være betydelige.

Den endelige kravspesifikasjonen er ikke testet i tilstrekkelig grad til å si om det ovennevnte målet vil nås. Det anbefales derfor å få en webutviklers vurdering av kravspesifikasjonen før den legges ut på anbud. På den måten kan eventuelle justeringer i kravspesifikasjonen gjøres før anbudsrunderen.

6 Verktøy for beregning av effekter og kostnader av tiltak

Enova og KS har de siste årene arbeidet for å øke fokus på viktigheten av lokalt klima- og energiarbeid. At nå 80 % av norske kommuner enten har utviklet eller vedtatt å utvikle plan, viser at de har lyktes (Enova,10.01.2010). Civitas (2009) sine funn om dårlig samsvar mellom overordnet målsetning og summen av effekten av planlagte tiltak er et tegn på at *visjoner* til nå har vært styrende; det viktigste har vært å vise at kommunen har ambisjoner om å redusere energiforbruk og klimagassutslipp. Et naturlig neste skritt er derfor å øke fokus på *realisering* av tiltak som må til for å nå de visjonære målene.

Gode virkemidler og støtteordninger er avgjørende for at kommunene skal ha mulighet til å få gjennomført flest mulig tiltak. Mangel på støtteordninger for lokalt klimaarbeid har ført til at KS anbefaler staten å opprette en ny nasjonal ordning for statlige kjøp av lokale klimakutt. I beskrivelsen av ordningen heter det:

«KS foreslår at ordningen bare skal omfatte kjøp og salg av kutt i klimagassutslipp, basert på forhandlinger mellom staten og kommunesektoren. De enkelte kommunene skal samle sine klimatiltak i egne eller regionale klimaprogrammer, hvor både samlede utslippskutt og pris for disse er beregnet ut fra en felles mal.» (ks.no, 24.11.2009)

For at en slik ordning skal fungere må det utvikles metodikk og verktøy som hjelper kommunene å beregne tiltakenes effekt og kostnad. To slike verktøy er utviklet i arbeidet med denne oppgaven. De er utviklet på områder der det er store potensialer for energibesparelser eller klimagassutslipp. Verktøyene utviklet i denne oppgaven er ment å brukes som maler for hvordan verktøy på andre tiltaksområder kan bygges opp.

Det første verktøyet hjelper brukeren å kartlegge kostnader og energibesparelser for tiltak innen veibelysning. Det andre verktøyet hjelper brukeren å kartlegge reduksjoner i CO₂-utslipp for delmål innen lokal persontransport. Verktøyene er utviklet med tanke på at de skal fremstå som enkle og overkommelige for brukeren. Dette krever i hovedsak at kravet til inndata er så lavt som mulig, men samtidig tilstrekkelig til at resultatenes nøyaktighet blir tilfredsstillende til bruk i en klima- og energiplan. Det er i tillegg utarbeidet en modell for hvordan delen mål & tiltak i webverktøyet kan bygges opp. Hensikten med denne modellen er å vise hvordan slike verktøy kan og bør implementeres i webverktøyet.

I dette kapitlet vil først *behovet* for modellen og verktøyene bli beskrevet, med en redegjørelse for hvorfor det er valgt å utarbeide verktøy for akkurat disse to områdene. Videre vil *eksisterende*

metoder og verktøy innenfor de aktuelle områdene bli presentert. Deretter presenteres modellen og verktøyene som er utviklet som en del av denne oppgaven. For hvert verktøy vil det først gis en innføring i det aktuelle emnet, der nødvendig bakgrunnsinformasjon blir gjennomgått. Videre vil en beskrivelse av verktøyet bli presentert. Beregningsmetoder, med tilhørende antakelser og usikkerheter, inngår i denne beskrivelsen. Til slutt i dette kapittelet vil verktøyene som en helhet bli vurdert.

6.1 Behov

I *kapittel 5.2.4.6* ble kravene til mål og tiltaksdelen i webverktøyet beskrevet. For å sikre samsvar mellom definerte målsetninger og konkrete tiltak ble det foreslått at målsetningsdelen og tiltaksplanleggingen i webverktøyet skal skje parallelt. Bakgrunnen for denne anbefalingen var klare indikasjoner på dårlig samsvar mellom effekten av tiltak og tilhørende målsetninger i eksisterende klima- og energiplaner; effekten av tiltakene utgjør kun en liten del av de målsetningene kommunene har satt seg (Civitas 2009). I statlig planretningslinje stilles det krav om å gjennomføre en analyse av hvilke tiltak og virkemidler som må til for å innfri målet (Miljøverndepartementet, 2009). En slik analyse krever god kunnskap om effekt og kostnad for ulike tiltak, og metoder for å beregne dette. Civitas (2009) sine funn gir grunn til å tro at kompetansen i kommunene er for lav, hjelpemidler og veiledning for dårlig, eller en kombinasjon av disse.

Erfaringer fra konsulentselskapene NEPAS og Sweco, som begge har vært involvert i utarbeidelsen av en rekke klima- og energiplaner, tilsier at det er et stort behov for nye metoder og hjelpemidler for å beregne kostnader og effekter av tiltak. Det uttrykkes også et behov for å samle og strukturere veiledning og metoder for å gjøre arbeidet lettere og mer oversiktlig¹⁸. Ettersom konsulenter med gode fagkunnskaper etterlyser bedre veiledning og metoder er det god grunn til å tro at dette også vil være til god hjelp for de planansvarlige i kommunene. Selv om det ofte hyres inn eksterne konsulenter til utarbeidelsen av planen vil det være en fordel om kommunens planansvarlige får best mulig oversikt over planens sentrale områder, hvilke beregningsmetoder som benyttes og hvordan disse brukes. Når planen skal omsettes i handling vil denne kjennskapen være av avgjørende betydning. Kjennskap, og tilgang på veiledning og hjelpemidler, er også viktig ved rullering og oppdateringer av planen, hvilket skal skje minimum hvert fjerde år (Miljøverndepartementet, 2009).

Hvorfor akkurat disse verktøyene?

Dersom mål og tiltaksdelen skal få den funksjonen som er beskrevet i kravspesifikasjonen er det behov for utvikling av verktøy på mange områder; veibelysning og lokal persontransport er to av

¹⁸ Endre Ottosen (NEPAS) og Jonas Sandgren (Sweco), samtaler og mailkorrespondanse

disse. Begrunnelsene for at det er valgt å utvikle verktøy for akkurat disse områdene vil i det videre bli beskrevet.

Veibelysning

Det var ønskelig å lage et verktøy der det innenfor oppgavens tidsrammer var mulig å innhente nok bakgrunnsdata til at både kostnad og effekt av tiltak på et konkret område kunne beregnes. I tillegg var det viktig at det fantes et stort potensiale for lønnsomme tiltak innenfor det samme området, og at kommunen har virkemidler til å kunne gjennomføre disse tiltakene. Det måtte finnes et behov for et slikt verktøy, gjerne uten at flertallet av kommunene var tilstrekkelig klar over dette. Veibelysning egner seg godt for å dekke disse kravene fordi

- det relative energiforbruket til veibelysning i Norge er betydelig høyere enn ellers i Europa; potensialet for energi- og kostnadsbesparelser er derfor stort (Tommelstad, 2008).
- kommunene har ansvaret for drift og vedlikehold av en stor andel av veibelysningen i landet og besitter dermed de nødvendige virkemidler. Muligheten for at plan blir omsatt i handling er dermed stor.
- det de siste 10 årene er blitt gjennomført et betydelig antall prosjekter for energieffektivisering innen veibelysning i Norge. Det finnes derfor gode kostnadsoverslag på installasjon og drifting av ny armatur for norske forhold¹⁹.
- erfaringer fra testanlegg og pilotprosjekter har gitt gode tall på faktiske reduksjoner i energiforbruk ved gjennomføring av tiltak (Tommelstad, 2008).

Det er et mål at webverktøyet skal gi brukeren gode estimater på effekt og kostnad for flest mulig tiltak. Et verktøy som hjelper brukeren å kartlegge besparelser og kostnader for tiltak innen veibelysning er et godt eksempel på dette; på bakgrunn av lett tilgjengelige inndata gis et konkret svar på lønnsomheten av tiltak innenfor veibelysning for den aktuelle kommune. Verktøyet er enkelt å bruke, og resultatene blir også presentert i et format [kr/spart kWh] som gjør det mulig å sammenlikne med andre energibesparende tiltak. Verktøyet er ment som en mal på hvordan verktøy innen andre tiltaksområder kan utvikles.

Lokal persontransport

Verktøyet for veibelysning er rettet mot ett spesifikt tiltaksområde og tallfester effekter og kostnader på konkrete tiltak. Det gir konkrete resultater og er samtidig generelt nok til å kunne benyttes av alle typer kommuner rundt om i landet. Men det er ikke alle tiltaksområder som per idag egner seg for dette, enten fordi det ikke finnes tilstrekkelig datagrunnlag til at et slikt verktøy kan utvikles eller fordi kostnader og effekter av tiltakene varierer kraftig fra kommune til kommune. For å vise hvordan slike tiltaksområder kan tilnærmes i webverktøyet var det ønskelig å utvikle et verktøy

¹⁹ Pål Johannes Larsen (Norconsult) gav informasjon om mange gjennomførte prosjekter, mailkorrespondanse

også på et slikt område. Verktøyet må gi brukeren så god hjelp som mulig på veien for å finne potensielle tiltak og effekten av disse.

De fleste tiltak innen transportsektoren er eksempler på vanskelig målbare tiltak. Det store antallet påvirkningsfaktorer gir en kompleksitet som gjør at samme tiltak har ulik effekt fra område til område. Et eksempel på dette finner vi innen kollektivtransporten. I utkantkommuner med spredt bosetning vil resultatet av å sette opp en ekstra bussrute ha en helt annen effekt enn i en tettbebygd bykommune; bussen i bykommunen vil med stor sannsynlighet føre langt flere passasjerer enn bussen i utkantkommuner og kostnaden per passasjerkilometer vil dermed variere betydelig. Et annet eksempel er utbygging av sykkelveier. Kostnaden rundt utbygging av 1 km sykkelvei vil variere kraftig fra sted til sted, og antallet syklistene som vil benytte seg av denne sykkelveien vil også variere stort. Å opprette verktøy som på generelt grunnlag kan beregne kostnad per ekstra sykkelreise er derfor en stor utfordring.

Bakgrunnen for at det er valgt å utarbeide et verktøy for akkurat lokal persontransport er fordi

- persontransport står for 15 % av klimagassutslippene på nasjonalt nivå (ssb.no, 13.10.2009, Strand, 2009). I kommuner uten utslippsintensiv industri er denne andelen også betydelig høyere. Det finnes derfor stort potensiale for utslippsreduksjoner innenfor denne sektoren.
- det finnes mange potensielle tiltak på området, men det er krevende for kommunen å få oversikt over effekten av de ulike tiltakene. Et verktøy kan bidra til å fremheve de tiltakene som av erfaring er mest effektive.
- mange tiltak innenfor transportsektoren påvirker hverandre. Et verktøy kan vise hvordan alle delmål og tiltak for å redusere utslipp fra lokal persontransport kan sees i sammenheng og behandles som en helhet.
- utslipp fra transportsektoren har økt kraftig de siste tiårene (Brunvoll et al., 2009). Det er av den grunn mye fokus på utslippsreducerende tiltak innen transportsektoren fra nasjonalt hold og dermed viktig å rette søkelyset mot dette også i kommunalt klima- og energiarbeid.

Et slikt verktøy vil fungere som en mal for hvordan verktøy innenfor dette området kan utvikles. Ved å tallfeste effektene av konkrete delmål der tiltakene ikke lar seg tallfeste, vil det være mulig å summere opp effektene fra alle tiltaksområder i klima- og energiplanen. Dette er også en viktig grunn til å utvikle denne typen verktøy. Dette er beskrevet nærmere i *kapittel 6.3*.

6.2 Eksisterende metoder og hjelpemidler

6.2.1 Generelle metoder og hjelpemidler

Det finnes så vidt forfatteren bekjent få tilgjengelige hjelpemidler egnet for mål og tiltaksdelen i webverktøyet. Søk i relevante nasjonale og internasjonale databaser har ikke gitt nevneverdige resultater. Et egnet hjelpemiddel innebærer i denne sammenheng en metode eller et verktøy som kan benyttes til å beregne effekter og kostnader av potensielle tiltak. Eksisterende hjelpemidler er i stor grad rettet mot utarbeidelse av scenarier og ikke mot utarbeidelse av konkrete tiltak. REAM, eTransport og RIEP er eksempler på scenarieverktøy. Slike scenarieverktøy kan være til god hjelp for å avdekke de mest lønnsomme tiltakene innenfor stasjonært energiforbruk. Ulempen med disse verktøyene er at de krever et omfattende sett med inndata i tillegg til at det tar tid å sette seg inn i bruken av verktøyene. Scenarieverktøyene er omtalt nærmere i *kapittel 5.2.4.5*.

Et annet verktøy er SFT sin klimakalkulator. Dette er et verktøy for fremskrivning av klimagassutslipp og er enkelt å ta i bruk. Nytteverdien av verktøyet kan diskuteres, ettersom det beregner lineær fremskrivning av klimagassutslipp basert kun på brukernes antakelse om årlig utslippsendring innen de ulike sektorene. Utslipp av klimagasser innen ulike sektorer i en kommune er avhengig av mange faktorer og vil ofte avvike kraftig fra en lineær utvikling. Et eksempel på når et slikt avvik kan forekomme er ved nedleggelse eller opprettelse av en industribedrift. Dette vil kunne gi et hopp i utslippene innenfor industrisektoren som ikke er mulig å ta hensyn til ved bruk av klimakalkulatoren. Ettersom mange faktorer spiller inn på utslippsutviklingen vil det i tillegg være en meget krevende oppgave for planansvarlig i kommunen å estimere årlige utslippsendringer innenfor hver enkelt sektor. En fordel med klimakalkulatoren er at den er enkel å ta i bruk. Dette er viktig for å sikre at verktøy faktisk blir benyttet. En videreutvikling av verktøyet slik at det tar hensyn til de viktigste påvirkningsfaktorene for klimagassutslipp vil kunne gi et verktøy med stor nytteverdi i klima- og energiplanlegging. Et viktig bruksområde vil da være utarbeidelse av referansescenarier. Eksempel på hva et referansescenarie kan brukes til blir beskrevet nærmere ved gjennomgang av metoden for lokal persontransport (se *kapittel 6.5*).

6.2.2 Eksisterende metoder innen veibelysning

I Statens Vegvesens Håndbok 264 - «Teknisk planlegging av veg- og gatebelysning» presenteres en metode for beregning av levetidskostnader (LCC) for investeringer i veibelysning (Statens vegvesen, 2008a). Denne metoden gir et godt innblikk i hvilke kostnadsfaktorer det er viktig å ta hensyn til og et estimat på ulike investeringskostnader i 2008. Forfatteren har i tillegg fått innsyn i excel-beregninger utført av Pål Andreas Larsen hos Norconsult, men disse beregningene er kun

beregnet for internt bruk²⁰. Det er grunn til å tro at flere av partene som er involvert i tiltak knyttet til energisparetiltak innen veibelysning har utviklet egne beregningsmetoder, men at disse kun er ment til internt bruk. Slike metoder vil uansett trolig være for omfattende for bruk ved utvelgelse av tiltak, men kan være til stor hjelp ved en grundigere analyse av tiltaket.

Det har ikke lyktes forfatteren å finne et verktøy innen veibelysning som egner seg til bruk i webverktøyet. Et slikt verktøy er derfor utviklet i denne oppgaven.

6.2.3 Eksisterende metoder innen persontransport

Transportøkonomisk Institutt (TØI) utarbeidet i 2008 i samarbeid med Civitas rapporten «Klimagassreducerende tiltak i transportsektoren i Hordaland». I denne rapporten blir enkelte bakgrunnsdata som er benyttet for å beregne effektene av tiltak innen transportsektoren presentert (Civitas, TØI, 2008). Metodene som blir benyttet er til en viss grad beskrevet, men beregningseksempler er ikke vist i rapporten. Rapporten gir dermed et innblikk i hvilke vurderinger som må tas ved utvikling av en metode, men presenterer selv ingen fullstendig metode. Det finnes flere rapporter for norske forhold der estimerer på potensiale, klimagassreducerende effekt og/eller kostnader er presentert; «Klimakur – Tiltak for å øke kollektiv- og sykkelandelen» og «Veikart for biodrivstoff» er eksempler på slike (Norheim, Kjørstad, 2009; PFI, ZERO, NoBio, TØI, 2007). Norheim og Kjørstad (2009) understreker at det er en utfordring å evaluere effekten av ulike prosjekter. Årsakene er mangel på data fra tidligere gjennomførte tiltak og store variasjoner i effekter avhengig av geografisk omfang og beliggenhet.

Sheffield, en by i Storbritannia med rundt 500 000 innbyggere, ble i 2007 tildelt utmerkelsen Climate Star for utvikling av et verktøy for å beregne byens transportutslipp. Verktøyet blir beskrevet som både et kartleggings- og planleggingsverktøy (climateforchange.net, 20.10.2009). Det er ukjent for forfatteren hvordan verktøyet fungerer i detalj, ettersom det ikke har lyktes å få kontakt med de ansvarlige for prosjektet.

Det har ikke lyktes forfatteren å finne metoder eller verktøy innen transportområdet som er egnet for bruk i webverktøyet. De store utfordringene knyttet til beregning av effekter og kostnader for ulike tiltak, og kompleksiteten i disse, er en sannsynlig grunn til at generelle verktøy foreløpig i liten grad er utviklet på dette området.

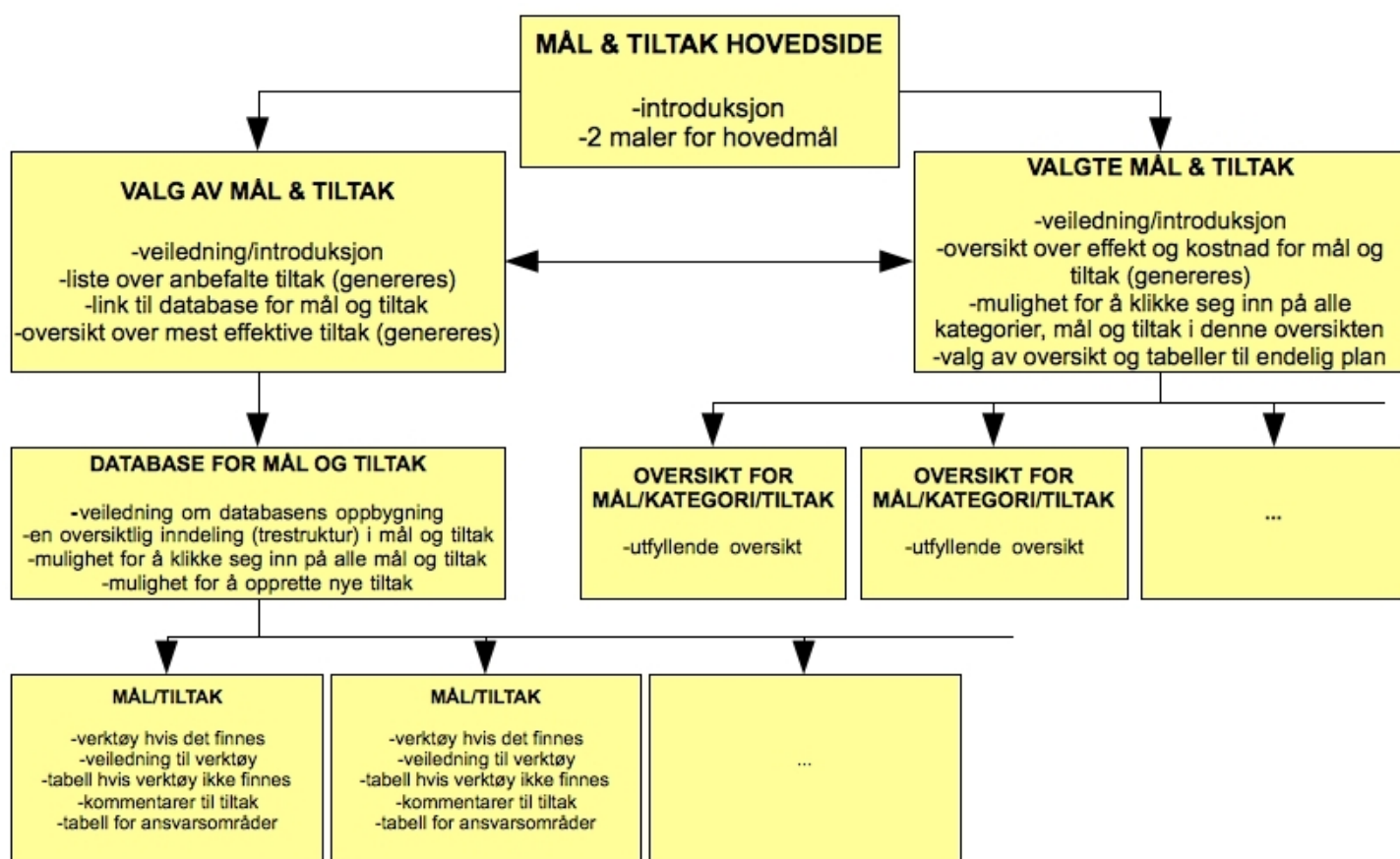
20 Pål Johannes Larsen (Norconsult), mailkorrespondanse

6.3 Modell for mål- og tiltaksdelen i webverktøyet

Det finnes mange måter å bygge opp og organisere delen for mål og tiltak i webverktøyet. I dette kapittelet vil et forslag til hvordan dette kan gjøres bli presentert. Først vil et flytdiagram som viser anbefalt oppbygning av mål- og tiltaksdelen i webverktøyet presenteres. Videre vil hver enkelt del med tilhørende funksjoner bli beskrevet. Delen «valgte mål og tiltak» (figur 6) er presentert grundigere enn de andre delene ettersom denne delen representerer hovedhensikten med modellen.

Forslag til oppbygning av mål- og tiltaksdelen

Figur 6 viser en skisse for hvordan mål- og tiltaksdelen i webverktøyet kan bygges opp.



Figur 6. Skisse over mulig oppbygning av mål- og tiltaksdelen i webverktøyet

Det anbefales at mål- og tiltaksdelen deles inn i tre hoveddeler; en *mål & tiltak hovedside*, en side for *valg av mål og tiltak* og en side der *valgte mål og tiltak* presenteres. For de to sistnevnte delene er det i figuren for oversiktens skyld også vist underkategorier. Det skal være mulig å manøvrere fritt mellom hoveddelene. I det videre vil kravet til innhold for de tre hoveddelene bli presentert, med noen vurderinger rundt valgene som er tatt.

Hovedside

Det første som skal møte brukeren er en introduksjon med beskrivelse av hvordan mål- og tiltaksdelen i webverktøyet fungerer. Videre skal brukeren tallfeste to forhåndsdefinerte hovedmål:

- Hovedmål 1: Kommunens klimagassutslipp skal reduseres med X% innen år X ift år X
- Hovedmål 2: Kommunens energiforbruk skal reduseres med X% innen år X ift år X

Disse to hovedmålene er valgt fordi de på bakgrunn av erfaringer fra arbeid med denne rapporten er ansett å dekke de to hovedområdene i en klima- og energiplan. Det kan riktignok vise seg hensiktsmessig å definere flere hovedmål, enten fordi det ønskes økt fokus fra kommunen på enkelte områder, eller fordi klima- og energiplaner er tiltenkt en mer omfattende rolle i fremtiden. Å definere et hovedmål for *klimagassutslipp og energiforbruk knyttet til kommunens bygg og virksomhet* kan bidra til å øke kommunenes fokus på dette området og er et eksempel på det første. Et eksempel på sistnevnte kan være et behov for å inkludere klimatilpasning i klima- og energiplanen og dermed utvikle et hovedmål rettet mot dette området.

Valg av delmål og tiltak

Fra hovedsiden skal brukeren kunne gå både til en side for *valg av delmål og tiltak* og en side for *valgte mål og tiltak*. Siden for valg av delmål og tiltak skal inneholde visse funksjoner. En viktig funksjon er en liste over *anbefalte tiltak*. Disse tiltakene kan være spesifikke for hver enkelt kommune, tilpasset ulike kommunetyper eller generelle anbefalte tiltak uavhengig av kommunetype. Jo mer kommunespesifikke de anbefalte tiltakene er, jo mer til hjelp er de for brukeren. Men det knytter seg visse utfordringer til utformingen av en slik funksjon. En nærmere vurdering må avgjøre hva som er mest hensiktsmessig og mulig innenfor webverktøyet's tids- og kostnadsrammer. Det vil her ikke gås nærmere inn på hvordan en slik liste kan eller bør genereres.

Fra denne siden skal brukeren også ha tilgang til en omfattende *mål- og tiltaksdatabase*. For hvert tiltak i denne databasen skal det, om mulig, utvikles et *verktøy* som beregner effekt og kostnad av tiltaket basert på lett tilgjengelige inndata fra brukeren. Der det ikke lar seg gjøre å utvikle et verktøy for det spesifikke tiltaket, skal det utvikles et verktøy for delmålet tiltaket hører til under. Verktøyene skal være tilgjengelige på siden for det aktuelle tiltaket eller delmålet. *Eksempler* på og

erfaringer fra tidligere gjennomførte tiltak kan gi brukeren nyttig tips og inspirasjon til utvikling og gjennomføring av egne tiltak. Dette skal også være tilgjengelig fra sidene for tiltak og delmål.

Den siste funksjonen som er tiltenkt siden for valg av delmål og tiltak er en *oversikt over de mest effektive tiltakene*. Delmålene og tiltakene kan rangeres på bakgrunn av resultater fra verktøyene. Kostnad per spart kWh [kr/spart kWh] eller kostnad per redusert tonn CO₂-ekvivalenter [kr/red tCO₂-ekv] er de mest aktuelle faktorene for en slik rangering.

Valgte mål og tiltak

Denne siden skal først og fremst inneholde en *oversikt over effekt og kostnad for mål og tiltak*. En beskrivelse av denne oversiktens funksjoner er allerede presentert i kravspesifikasjonen. Men ettersom kravspesifikasjonen skal rettes mot en webutvikler er bakgrunnen for valgene som er tatt utelatt i den beskrivelsen. I dette delkapittelet vil derfor en mer grundig beskrivelse bli presentert.

Tabell 17:

Tabell for oversikt over effekt og kostnad for mål og tiltak

	Reduksjonsmål [tonn CO ₂] eller [kWh]	Reduksjoner ift startår [tonn CO ₂] eller [kWh]	Kostnad [1000kr]
- Hovedmål 1: Redusere klimagassutslipp med X% innen år X ift år X			
- Redusere mobile utslipp			
- Redusere mobile utslipp knyttet til lokal persontransport			
- Øke kollektivandelen [KA] fra X% i år X til X% innen år X			
Tiltak KA 1			
Tiltak KA 2			
Tiltak KA 3			
+ Øke sykkelandelen fra X% i år X til X% innen år X			
+ Øke gangandelen fra X% i år X til X% innen år X			
+ Øke antallet passasjerer per privatbilreise fra X% i år X til X% innen år X			
+ Redusere utslipp per kjørte km for privatbiler			
+ Redusere utslipp per kjørte km for kollektivtrafikk			
+ Redusere reiselengden per person fra X km per dag i år X til X km per dag i år X			
+ Redusere utslipp fra transport knyttet til kommunens virksomhet			
+ Redusere mobile utslipp knyttet til vare-/godstransport			
+ Redusere utslipp knyttet til flytrafikk og andre mobile utslipp			
+ Redusere stasjonære utslipp			
+ Redusere prosessutslipp			
+ (Indirekte utslipp)			
- Hovedmål 2: Redusere energiforbruk med X% innen år X ift år X			
- Redusere kommunalt energiforbruk			
- Veibelysning [VB]			
Tiltak VB 1			
+ Kommunale bygg			
+ Annet			
+ Redusere privat energiforbruk			

Tabell 17 viser hvordan en slik oversikt kan bygges opp. Tabellen er bygget opp etter en «trestruktur» der de overordnede målene inneholder flere underkategorier, som igjen inneholder sine undermål eller tiltak. Brukeren kan velge hvilket nivå han ønsker å studere ved å klikke seg inn på ønskede mål- og tiltaksområder. I tabell 17 har brukeren blant annet valgt å gå nærmere inn på hovedmålet «Redusere klimagassutslipp med X% innen år X ift år X» og klikket seg via underkategorier helt inn til tiltakene brukeren har utarbeidet for å innfri delmålet om å «øke kollektivandelen fra X% i år X til X% i år X».

I de tre høyre kolonnene i tabellen vises hovedtall for målene og tiltakene. For de overordnede målene (mørkest gult) vises målsetningen, enten i reduksjon i CO₂-utslipp eller reduksjon i energiforbruk, i den første kolonnen. I andre og tredje kolonne vises henholdsvis summen av reduksjonene for alle undermålene og -tiltakene og kostnadene knyttet til disse. Dermed kan brukeren se i hvilken grad effektene av delmålene og tiltakene stemmer overens med den overordnede målsetningen. Hvis det er store avvik bør brukeren bli oppfordret til enten å endre hovedmålsetningen eller å utarbeide flere tiltak for å tilfredsstille hovedmålene. Det trenger riktignok ikke å være noe krav om fullt samsvar; kommunen kan anta at en del av reduksjonene vil skje som følge av statlige virkemidler, eller gjennom en naturlig samfunnsutvikling som følge av økt internasjonalt fokus på energi og klima. Men i så fall bør brukeren oppfordres til å beskrive i planen hvor disse utslippsreduksjonene antas å skje og bakgrunnen for disse antakelsene.

For alle hovedmålenes underkategorier, -mål og -tiltak vises tall for reduksjoner og kostnader i henholdsvis andre og tredje kolonne. Disse tallene blir hentet fra verktøyene for de ulike tiltakene, eventuelt fra verktøy for delmålene på de områdene effekt og kostnad av tiltak ikke lar seg beregne. For de resterende kategoriene blir reduksjoner og kostnader beregnet som summen av målenes undermål eller tiltak. Utslippsreduksjonene for kategorien «redusere mobile utslipp» blir for eksempel beregnet som summen av utslippsreduksjonene fra «lokal persontransport», «transport knyttet til kommunens virksomhet», «vare/godstransport» og «flytrafikk og andre mobile utslipp».

Det skal være mulig å klikke seg inn på alle kategorier, mål og tiltak for å få en bedre oversikt over det spesifikke området. Et eksempel på hvordan en slik oversikt kan se ut blir beskrevet i *kapittel 6.5.1*. Her blir en sammenstilling av de viktigste undermålene til kategorien «Lokal persontransport» presentert. Denne sammenstillingen kan fungere som mal på hvordan tilsvarende kan gjøres for andre kategorier og mål.

Det må presiseres at hensikten med tabell 17 er å vise hvordan et oversiktsverktøy kan bygges opp. Alle kategorier, mål og tiltak definert her er kun ment som eksempler på hva som kan tas med i en slik oversikt. Den endelige listen over kategorier, delmål og tiltak må utarbeides etter mer grundige analyser av hva som er hensiktsmessig for kommunalt klima- og energiarbeid, og hvordan dette skal presenteres for å gjøre det mest mulig oversiktlig for brukeren.

På siden for valgte mål og tiltak bør det også finnes en mulighet for *valg av presentasjon av resultater i endelig plan*. Ulike brukere vil ha ulike ønsker om hvordan mål- og tiltaksbeskrivelser skal presenteres i den endelige planen. På enkelte av de viktigste mål- og tiltaksområdene er det kanskje ønskelig å ha en grundig presentasjon av samtlige delmål og tiltak, mens det på andre områder kun er behov for en overordnet beskrivelse.

6.4 Verktøy for veibelysning

6.4.1 Bakgrunn

Innen energieffektivisering av veibelysning har Norge en fremtredende posisjon i europeisk sammenheng. Stor norsk innflytelse i e-street project er et bevis på dette (se e-streetproject.com). Hafslund sitter med koordineringsansvaret i dette prosjektet, og i rapporten «Guide for energy efficient street lighting installations» er Trondheim kommune brukt som foregangseksempel (Norconsult, 2007). Oslo kommune er en annen foregangskommune; per 2008 hadde de installert 2600 lyspunkter med dimming og oppnådd en vesentlig reduksjon i energiforbruk. En av grunnene til at Norge ligger langt framme på dette området er det store omfanget av veibelysning rundt om i landet. Et overslag tilsier at vi relativt sett bruker 2-5 ganger så mye energi til veibelysning enn gjennomsnittet i Europa (Tommelstad, 2008). Økt fokus på viktigheten av energieffektivisering i Norge de siste årene, blant annet som følge av opprettelsen av Enova i 2001, har ført til økt fokus på det store potensialet for energibesparende tiltak innen veibelysning.

I alt finnes det om lag 1 million lyspunkter langs norske veier (Tommelstad, 2008). Disse er enten driftet av staten, fylkeskommunen eller kommunen. Energi til veibelysning kan være en stor utgift for en kommune eller fylkeskommune, noe regnestykket i eksempel 1 gir en indikasjon på. Vedlikeholdskostnader vil komme i tillegg til dette.

Eksempel 1: Beregning av energikostnad for et veilysanlegg.

$$\begin{aligned} \text{Energi kostnad for et veilysanlegg} &= \\ \text{antall lyspunkter} * \text{effekt [kW]} * \text{driftstid [t/år]} * \text{strømpris [kr/kWh]} &= \\ 5000 * 0,150 \text{ [kW]} * 4100 \text{ [t/år]} * 0,7 \text{ [kr/kWh]} &= 2,15 \text{ mill} \end{aligned}$$

Beregningene utført i eksempel 1 viser at en kommune med 5000 lyspunkter med en snitteffekt på 150 W og en driftstid per lyskilde på 4100 timer/år vil ha energikostnader på rundt 2,15 mill/år ved

en strømpris på 70 øre/kWh (inkludert el-avgift og nettleie). Antakelser om effekt, energipris og driftstid er hentet fra Statens vegvesen (2008a).

Ved å bytte ut gammel armatur med ny kan energiforbruket bli redusert betraktelig, ettersom nye lyskilder gir bedre lys ved samme effekt. Effekten på de nye lyskildene kan dermed reduseres i forhold til de gamle. Energi- og kostnadsbesparelsen er proporsjonal med reduksjonen i lyskildens effekt; en 250 W lyskilde byttet ut med 150 W gir 40 % reduksjon i effekt og dermed også 40 % reduksjon i energiforbruk og -kostnader. I tillegg til besparelser ved effektreduksjon er det også mulig å benytte dimming på tider i døgnet der det ikke er behov for maks installert effekt. En stor del av gatebelysningen i Oslo er installert med dimming, noe som har vist å gi en årlig besparelse på 35 % sammenliknet med tilsvarende anlegg uten dimming²¹.

Mange veilysanlegg er av gammel dato og må derfor gjennom omfattende vedlikeholdsarbeid uavhengig om energibesparende tiltak settes inn eller ikke. Ekstrainvesteringen ved innføring av mer energieffektive veilysanlegg vil derfor ikke nødvendigvis være så stor. Et eksempel på dette er fra Øvre Eiker kommune som i 2005 skiftet ut 2600 gamle lamper til intelligent veily. Beregninger viste en avkastning på investert kapital på 13,5 % som følge av reduserte energi- og vedlikeholdskostnader (Sitert i Tommelstad, 2008).

Beregningene og erfaringene beskrevet over viser at fornyelse av armaturer til veibelysning, og mer effektiv drifting av disse, vil være et effektivt energisparetiltak. Ettersom mange tiltak også vil gi god lønnsomhet på investert kapital, har kommunen ekstra incentiv for å gjennomføre disse. Ved å tydeliggjøre dette i tiltaksdelen i webverktøyet øker sjansen for at et slikt tiltak inkluderes i planen. Hovedformålet med verktøyene utviklet i denne oppgaven er nettopp å gi kommunen bedre mulighet til å avdekke de mest effektive tiltakene, både med tanke på kostnads-, energi- og utslippsreduksjoner. I dette verktøyet er det derfor lagt vekt på at brukeren skal få oversikt over kostnader og sparepotensiale knyttet til potensielle veibelysningstiltak.

6.4.2 Beskrivelse av verktøy for veibelysning

Når brukeren i webverktøyet har valgt å gå inn på siden for tiltak innen veibelysning blir han møtt med tabellen som vist under (tabell 18).

²¹ Eirik Bjelland (Samferdselsetaten Oslo kommune), mailkorrespondanse 10. oktober 2009

Tabell 18:

Utsnitt av verktøy for veibelysning – uten inndata

Energibesparelser innen veibelysning											
Veiområde	Type lyskilde	Effekt [W]	Antall lyspunkter	Skiftes ut med	Energipris [kr/kWh]	Energibesparelser		Investeringskostnader [kr]	Driftskostnader [kr/år]	Livstidskostnad (LCC) [kr]	Kostnad per spart kWh [kr/kWh]
						[%]	[kWh/år]				
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
SUM											

Brukeren skal legge inn data i de hvite feltene. Kravet til inndata er veilysanleggets *nåværende lyskilder*, lyskildenes *effekt*, *antallet lyspunkter*, hvilken *type lyskilde disse skal skiftes ut med* og antatt *energipris*. På bakgrunn av disse dataene, samt standardtall fra en database, blir *energibesparelser*, *investeringskostnader*, *driftskostnader*, *levetidskostnader (LCC)* og *kostnad per spart kWh* beregnet. Dette skjer i de grå feltene. Databasetallene finnes i excel-arket «bakgrunnsdata veibelysning» i verktøyet.

Dersom brukeren ønsker å gjøre beregninger på flere veilysanlegg er dette mulig ved å fylle inn flere rader i tabellen. Det er også mulig å sammenlikne resultater av ulike nye lyskilder ved å fylle inn en ekstra rad der kun valget av utskiftet lyskilde endres. Det er vurdert som mest hensiktsmessig å la brukeren bestemme energiprisen ettersom denne vil variere over tid. Samtidig bør brukeren til enhver tid ha oversikt over hvilken energipris som gjelder. Ved å legge opp til brukerdefinert energipris vil brukeren få muligheten til å se hvordan endringer i energiprisen vil slå ut på resultatet i beregningene. En slik følsomhetsanalyse kan være viktig for å se hvilken risiko som ligger bak tiltaket.

6.4.3 Beregningsmetoder og antakelser

Beregningsmetodene og antakelsene som ligger bak hver enkelt beregning vil i det følgende bli presentert.

Energibesparelse

Det beregnes både en prosentvis og en spesifikk energibesparelse. Den spesifikke energibesparelsen er beregnet som vist i formel 1.

$$\Delta E = E_{for} * \left(\frac{\Delta P}{P}\right) * \left(\frac{\Delta T}{T}\right) \quad (1)$$

Energiforbruket før utskiftning ($E_{\text{før}}$) er beregnet ut fra lampens merkeeffekt, antatt effekttap og antallet brenntimer per år. Lyskilder bruker alltid mer strøm enn det merkeeffekten skulle tilsi på grunn av tap i armatur og kabler. Erfaringer tilsier at man kan regne med 25 % effekttap for gamle lyskilder og 15 % effekttap for nye lyskilder²².

Det utvikles stadig bedre og mer energieffektive lyskilder. Ved utskiftning av lyskilder kan man derfor redusere effekten (P) uten at det går ut over lyskvaliteten. Størrelsen på *effektreduksjonen* (ΔP) er avhengig av alderen på de gamle lyskildene, om lyskvaliteten på disse er innenfor regelverket og effekten på de nye lyskildene. Til veibelysning benyttes i hovedsak effektstørrelsene 400 W, 250 W, 150 W, 125 W, 100 W, 80 W, 70 W og 50 W. De største effektene blir benyttet på høyt trafikkerte veier der kravene til belysning er strenge, de laveste effektene på gangveier og til estetiske formål. Erfaringer fra forskning og pilotprosjekter innen veibelysning tilsier at man ved skifte fra gammel til ny armatur kan regne med en merkeeffektreduksjon på 25-40 % (Tommelstad 2008). Tabell 19 viser beregnet effektreduksjon ved skifte fra gammel til ny armatur. Det er antatt at gammel armatur har et effekttap på 25 %, mens ny armatur har et noe lavere effekttap (15 %).

Tabell 19:
Effektreduksjoner ved utskifting fra gammel til ny armatur

Effekt før utskiftning [W]	Effekttap gammel armatur [%]	Effekt etter utskiftning [W]	Effekttap ny armatur [%]	Beregnet effektreduksjon [%]
400W	25%	250W	15%	43%
250W	25%	150W	15%	45%
150W	25%	100W	15%	39%
125W	25%	100W	15%	26%
100W	25%	70W	15%	36%
80W	25%	50W	15%	43%
70W	25%	50W	15%	34%
50W	25%	50W	15%	8%

For anlegg uten dimming regnes normalt 4100 *brenntimer* per år, det vil si at lampene lyser på full effekt i 4100 timer per år (Statens vegvesen, 2008a). For anlegg med dimming reduseres antallet brenntimer ettersom lysanlegget da ikke kjøres på maks kapasitet hele tiden. Forskning og pilotprosjekter har vist at man kan oppnå en energibesparelse på 20-25 % for trinnvis dimming og 25-40 % for anlegg med dynamisk dimming i forhold til anlegg uten dimming. Besparelsen er størst for anlegg med dynamisk dimming ettersom dette gjør det mulig kontinuerlig å optimalisere

²² Pål Andreas Larsen (Norconsult), mailkorrespondanse

lysstyrken etter forholdene (Tommelstad 2008, Statens vegvesen 2008a). På bakgrunn av disse erfaringene er det i beregningene antatt en 20 % besparelse på anlegg med trinnvis dimming og 35 % besparelse på anlegg med dynamisk dimming.

Investeringskostnader

Investeringskostnadene innebærer kostnader til armaturer og styringsenheter, samt installasjon av disse. Kostnader knyttet til kabler og master er holdt utenfor ettersom disse kostnadene er uavhengige av hvilken løsning som velges. I tillegg har disse en levetid på 30-40 år og må dermed ikke skiftes ut like ofte som armaturer (20 år), lamper (4-6 år), kondensatorer (8 år) og elektronikk (10 år) (Statens vegvesen, 2008a). Investeringskostnadene varierer noe mellom de ulike lampeeffektene, men forskjellene er såpass små at dette ikke er tatt hensyn til i beregningene. Installasjonskostnadene varierer også noe (tabell 20). Men den største variasjonen i investeringskostnader finner vi mellom de tre typene anlegg; uregulert, trinnvis dimmet og dynamisk dimmet. Ettersom dynamisk dimmede anlegg krever investering i kostbar elektronikk blir kostnaden betydelig større for disse anleggene enn for de to andre. Tabell 20 viser kostnadstallene som er benyttet i verktøyet.

Tabell 20:

Investerings- og installasjonskostnader for armaturer til veibelysning

Type anlegg	Armaturkostnader [kr]	Installasjon og andre kostnader [kr]	Beregnete investeringskostnader inkludert installasjon [kr]
Nytt uregulert	1100	700	1800
Trinnvis dimming	1450	1100	2550
Dynamisk dimming	2200	1150	3350

Kostnadstallene i tabell 20 skiller seg noe fra kostnadstallene benyttet i Statens vegvesen (2008a). Grunnen til dette er at disse tallene er 4 år gamle og at det er registrert en markant prisnedgang de siste årene på grunn av teknologisk utvikling²³.

Driftskostnader

Driftskostnadene er summen av energikostnadene og vedlikeholdskostnadene. Disse kostnadene blir oppgitt i kroner per år. *Energikostnadene* blir beregnet som produktet av energiprisen og energiforbruket for det antall lyspunkter som blir oppgitt (Formel V1 i vedlegg 3).

23 Pål Johannes Larsen (Norconsult), mailkorrespondanse

Generelle *vedlikeholdskostnader* omfatter lampeskift, jevnlige kontroller og reparasjoner. I tillegg må lamper, kondensatorer, armaturer og elektronikk skiftes ut jevnlig; slike investeringer som tilkommer underveis i analyseperioden er tatt med under vedlikeholdskostnader. Statens vegvesen (2008a) angir årlige vedlikeholdskostnader per armatur til å være kr 353, kr 357 og kr 313 for henholdsvis uregulert anlegg, trinnvis dimming og dynamisk dimming. Ettersom disse verdiene er beregnet på bakgrunn av 4 år gamle verdier, er kostnadene nå redusert noe. Ved å benytte samme prisnivå på investeringer underveis i analyseperioden som de benyttet under investeringskostnader blir de årlige vedlikeholdskostnadene som vist i tabell 21:

Tabell 21:

Vedlikeholdskostnader for armaturer til veibelysning

Type anlegg	Vedlikeholdskostnader per armatur angitt i Statens vegvesen (2008) [kr]	Reduksjon pga prisnedgang på armaturer [%]	Reduksjon pga prisnedgang på elektronikk [%]	Beregnete vedlikeholdskostnader per armatur [kr]
Nytt uregulert	353	-10%	0%	343
Trinnvis dimming	357	-10%	0%	347
Dynamisk dimming	313	-10%	-20%	283

Vedlikeholdskostnaden for dynamisk dimmet anlegg er noe lavere enn for de to andre anleggstypene. Årsaken til dette er besparelser knyttet til kontinuerlig overvåkning, samt noe lengre tid mellom hvert lampeskift (Statens vegvesen, 2008a).

Livstidskostnader (LCC)

Livstidskostnadene er summen av investeringskostnadene og nåverdien av driftskostnadene over en analyseperiode på 25 år. Formel benyttet for å finne nåverdien av driftskostnadene er vist i vedlegg 3. Kalkulasjonsrenten som er benyttet i beregningene er 4,5 % (NOU, 2005).

Kostnad per spart kWh

Denne faktoren er valgt å ha med for å forenkle sammenlikning mellom ulike tiltak; de tiltakene med lavest kostnad per spart kWh vil være mest lønnsomme for kommunen å gjennomføre. Kostnaden er beregnet som livstidskostnad uten energikostnad delt på energibesparelse. Verdien er dermed uavhengig av valgt energipris.

6.4.4 Usikkerheter

For at verktøyet skal oppfattes så enkelt som mulig for brukeren har det vært nødvendig å gjøre en del forenklinger. For det første er det antatt at avstanden mellom lyspunktene er den samme før og etter tiltaket. Ved investering i nytt anlegg kan man i mange tilfeller øke avstanden mellom lyspunktene og likevel oppnå lysstyrke og -kvalitet innenfor kravene. Færre lyspunkter vil gi lavere driftskostnader, men vil føre til en ekstrainvestering som følge av at lyktestolpene må flyttes eller skiftes ut. Ettersom bedre lyskvalitet i nye armaturer er tatt hensyn til gjennom antakelse om effektreduksjoner, antas feilmarginen knyttet til denne forenklingen å være forholdsvis liten.

Videre er det antatt at metallhalogen og høytrykk natrium lamper har samme kostnader og effekttap. Begge lampetyperne er per 2009 likestilte alternativer for veibelysning i Norge. For å gjøre verktøyet enklere for brukeren går begge lampetyperne inn under betegnelsen «ny armatur» i beregningene. Selv om metallhalogen lamper kan ha noe kortere levetid og noe høyere investeringskostnader, vil denne antakelsen gi lite utslag på de endelige beregningsresultatene²⁴.

En større usikkerhet knytter seg til resultater av teknologisk utvikling som vil føre til økt levetid og reduserte kostnader for begge disse lampetyperne i løpet av få år. Redusert kostnad og økt kvalitet må også medregnes for mange andre komponenter til anleggene, spesielt elektronikk og overvåking av dynamisk dimmede anlegg. Det er derfor viktig å understreke at tallene i databasen er ferskvare og at disse må oppdateres kontinuerlig ettersom nye og oppdaterte tall foreligger.

En annen faktor som er utelatt i verktøyet er muligheten for å benytte lysdioder (LED) i veibelysningen. Lysdioder har betydelig lenger levetid og lavere energiforbruk enn dagens aktuelle lamper, men LED-teknologien anses foreløpig som for umoden i forbindelse med veibelysning (Statens vegvesen, 2008a). Men det finnes eksempler på pilotprosjekter for bruk av LED-teknologi til veibelysning i Norge, blant annet på Bjelland i Arendal og nye E6 sør for Hamar (Jacobsen, 2009; Mitic, 2009). Det er derfor grunn til å tro at LED-belysning blir et aktuelt alternativ om få år og det vil derfor være viktig jevnlig å vurdere om armaturer med LED-belysning skal inkluderes som et alternativ i verktøyet.

Det knytter seg en viss usikkerhet til alle tall for effektreduksjoner og kostnader benyttet i beregningen. Den kanskje største usikkerheten knytter seg til effektreduksjon ved skifte fra gammel til ny armatur. Effektreduksjonen man kan oppnå ved skifte fra gammel til nye armatur er forholdsvis stor og vil dermed ha stor innvirkning på beregningene. Hvorvidt lampens effekt kan reduseres, og eventuelt hvor mye, er avhengig av hvilken merkeeffekt som må til for å oppfylle kravene til lyskvalitet. Ettersom sprangene mellom de ulike merkeeffektene er forholdsvis store vil

24 Pål Johannes Larsen (Norconsult), mailkorrespondanse

et hopp til effekten over eller under kunne utgjøre en stor forskjell. Hvilket utslag dette kan gi på resultatene fra beregningene i verktøyet er gitt i eksempel 2.

En annen stor usikkerhet knytter seg til energibesparelsen ved dynamisk dimming. Hvor mye man kan redusere lysstyrken og hvor stor del av brukstiden man kan dimme anlegget avhenger av hvor i landet man befinner seg. Vær- og lysforhold er avgjørende faktorer. Tommelstad (2008) anslår sparepotensialet for trinnvis dimming å være mellom 15 % og 35 % i forhold til tilsvarende anlegg uten dimming, både i Oslo og Tromsø. Tilsvarende tall for dynamisk dimming er 20-30 % for Oslo og 20-40 % for Tromsø. Det er bemerket at tallene for dynamisk dimming er spesielt usikre. Eksempel 2 viser hvordan slike avvik kan slå ut på resultatene fra beregningene i verktøyet.

Eksempel 2: *Analyse av hvordan avvik fra verktøyets antatte energibesparelser og effektreduksjoner vil påvirke resultatene*

Kommunen har et gammelt anlegg med 500 lyspunkter som skal skiftes ut. Lampene er på 150 W og av typen metallamp (kvikksølv) (gammel armatur). De ønsker å se hvilket type anlegg som er mest lønnsomt å investere i, og hvor energibesparelsen er størst per investert krone. Strømprisen er antatt å være 70 øre/kWh.

Scenariene

Alle scenariene har samme investeringskostnader. En oversikt over betingelsene for hvert enkelt scenario er gitt i tabell 22. En nærmere beskrivelse av hvert enkelt scenario gis under.

Tabell 22:

Oversikt over betingelsene for scenariene i eksempel 2

Scenario	Effekt før tiltak	Effekt etter tiltak	Energibesparelse trinnvis dimming	Energibesparelse dynamisk dimming
Referansescenario	150 W	100 W	20 %	35 %
Scenario 1 - Lavere effektreduksjon enn antatt i verktøyet	150 W	125 W	20 %	35 %
Scenario 2 - Lavere energibesparelse for dimming enn antatt i verktøyet	150 W	100 W	15 %	20 %

Referansescenario: Dette scenariet tilsvarer antakelsene som ligger bak verktøyet. Ved skifte fra gammel armatur til ny (høytrykks natrium eller metallhalogen) er det antatt en effektreduksjon fra 150 W til 100 W fordi den nye armaturen er mer energieffektiv enn den gamle. Trinnvis dimming er

antatt å gi en energibesparelse på ytterligere 20 %, mens dynamisk dimming er antatt å gi en energibesparelse på ytterligere 35 %.

Scenario 1 - Lavere effektreduksjon enn antatt i verktøyet: Det gamle anlegget med merkeeffekt 150 W har fått redusert ytelse gjennom levetiden og befinner seg dermed under kravene til lyskvalitet. En effektreduksjon til 100 W i det nye anlegget er derfor ikke mulig; en merkeeffekt på nivået over (125 W) må benyttes for å tilfredsstillte kravene til lyskvalitet. Energibesparelsene for dimming er de samme som i referansescenariet.

Scenario 2 - Lavere energibesparelse for dimming enn antatt i verktøyet: Vær- og lysforholdene i kommunen gjør at det kun er mulig å oppnå en energibesparelse på 20 % for et anlegg med dynamisk dimming i forhold til et tilsvarende anlegg uten dimming (mot 35 % som antatt i verktøyet). For trinnvis dimming oppnås kun en energibesparelse på 15 % (mot 20 % som antatt i verktøyet). Effektreduksjonen for skifte fra gammel til ny armatur er som i referansescenariet.

Resultater

Før beregningene for hvert enkelt scenario ble bakgrunnsdata i verktøyet tilpasset scenariets gitte betingelser. Resultatene fra de ulike scenariene er vist i tabell 23 og tabell 24.

Tabell 23:

Resultater for *referansescenario*

Energibesparelser innen veibelysning											
Veiområde	Type lyskilde	Effekt [W]	Antall lyspunkter	Skiftes ut med	Energipris [kr/kWh]	Energibesparelser		Investeringskostnader [kr]	Driftskostnader [kr/år]	Livstidskostnad (LCC) [kr]	Kostnad per spart kWh [kr/kWh]
						[%]	[kWh/år]				
	Gammel armatur (Metalllamp (Kvikksølv))	150	500	Ny armatur (Metallhalogen eller høytrykks natrium)	0,7	39	148625	900000	336525	5641637	0,89
	Gammel armatur (Metalllamp (Kvikksølv))	150	500	Ny armatur med trinnvis dimming	0,7	51	195775	1275000	305520	5579777	0,76
	Gammel armatur (Metalllamp (Kvikksølv))	150	500	Ny armatur med dynamisk dimming	0,7	60	231138	1675000	248766	5180116	0,63

Tabell 24:

Resultater for scenario 1: *Lavere effektreduksjon enn antatt i verktøyet*

Energibesparelser innen veibelysning											
Vei/område	Type lyskilde	Effekt [W]	Antall lyspunkter	Skiftes ut med	Energipris [kr/kWh]	Energibesparelser		Investeringskostnader [kr]	Driftskostnader [kr/år]	Livstidskostnad (LCC) [kr]	Kostnad per spart kWh [kr/kWh]
						[%]	[kWh/år]				
	Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	150	500	Ny armatur (Metallhalogen eller høytrykks natrium)	0,7	23	89688	900000	377781	6222938	1,48
	Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	150	500	Ny armatur med trinnvis dimming	0,7	39	148625	1275000	338525	6044817	1,00
	Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	150	500	Ny armatur med dynamisk dimming	0,7	50	192828	1675000	275583	5557962	0,76

Tabell 25:

Resultater for scenario 2: *Lavere energibesparelse for dimming enn antatt i verktøyet*

Energibesparelser innen veibelysning											
Vei/område	Type lyskilde	Effekt [W]	Antall lyspunkter	Skiftes ut med	Energipris [kr/kWh]	Energibesparelser		Investeringskostnader [kr]	Driftskostnader [kr/år]	Livstidskostnad (LCC) [kr]	Kostnad per spart kWh [kr/kWh]
						[%]	[kWh/år]				
	Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	150	500	Ny armatur (Metallhalogen eller høytrykks natrium)	0,7	39	148625	900000	336525	5641637	0,89
	Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	150	500	Ny armatur med trinnvis dimming	0,7	48	183988	1275000	313771	5696037	0,81
	Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	150	500	Ny armatur med dynamisk dimming	0,7	51	195775	1675000	273520	5528897	0,75

For alle endringene vil rekkefølgen mellom scenariene for kostnad per spart kWh være den samme; dynamisk dimming kommer best ut og ny armatur uten dimming kommer dårligst ut. I *scenario 2* er forskjellen mellom de tre alternativene riktignok mindre på grunn av redusert energibesparelse ved dimming. Når det gjelder levetidskostnad kommer dynamisk dimming best ut i alle scenarier også her, men forskjellen er liten mellom alternativene i *scenario 2*. I *scenario 2* ser vi også at trinnvis dimming har den høyeste levetidskostnaden. Årsaken til økte levetidskostnader for de dimmede anleggene er den reduserte energibesparelsen.

Det største utslaget finner vi i *scenario 1*. Her er kostnaden per kWh spart betydelig høyere for alle tiltak enn i de to andre scenariene. Den klart største økningen skjer for ny armatur uten dimming, mens dynamisk dimming har den minste økningen. Årsaken til dette utfallet er at alle alternativene opplever den samme spesifikke reduksjonen i energibesparelse, noe som går hardest ut over anlegget uten dimming på grunn av en større prosentvis reduksjon i energibesparelse.

Kort oppsummert vil rangeringen mellom alternativene ikke endres selv om større potensielle avvik i energibesparelse inntreffer; det riktige valget vil uansett være dynamisk dimming. Dette er vel å merke for en strømpris på 70 øre/kWh, for lavere strømpriser vil alternativer med liten energibesparing komme styrket ut. Men ved sammenlikning med energibesparende tiltak på andre områder kan de potensielle avvikene påvirke hvilket tiltak som blir prioritert. Gitt at kostnad per spart kWh er den avgjørende faktoren og at et konkurrerende tiltak på et annet område har en kostnad på 70 øre/kWh. I *referansescenariet* har dynamisk dimming en kostnad på 63 øre/kWh spart, i *scenario 1* 76 øre/kWh spart og i *scenario 2* 75 øre/kWh spart. I referansescenariet ville altså tiltaket innen veibelysning bli valgt, i de andre scenariene ville det konkurrerende tiltaket bli valgt.

6.4.5 Oppdatering av verktøyet

Det vil etterhvert bli behov for å oppdatere verktøyet. Data for kostnader og effekt- og energireduksjoner vil endres blant annet som følge av teknologisk utvikling. Om få år kan LED-belysning bli et aktuelt alternativ slik at det blir nødvendig å legge inn også denne teknologien i verktøyet.

Oppdatering av tall for teknologier som allerede er lagt inn kan enkelt utføres ved å gå inn på excel-arket «bakgrunnsdata veibelysning» i verktøyet og endre de aktuelle verdiene. Eksempel 3 viser hvordan dette kan gjøres.

Eksempel 3: Endre bakgrunnsdata i verktøyet for veibelysning

Endring 1: Effekttapet i ny armatur for 250 W lamper viser seg å være 10 % i stedet for 15 %.

Endring 2: Investeringskostnad uten installasjon for ny armatur på 100 W viser seg å være 800 kr i stedet for 1100 kr.

Database								
Før			Skiftes ut med				Investeringskostnad uten installasjon (K_{inv})	
Lyskilde	Effekt [W]	Effekttap [%]	Energiforbruk [kWh/armatur/år]	Lyskilde	Ny effekt [W]	Effekttap [%]	...	[kr/armatur]
Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	400	25	2050	Ny armatur (Metallhalogen eller høytrykks natrium)	250	15 ...		1100
Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	250	25	1281	Ny armatur (Metallhalogen eller høytrykks natrium)	150	15 ...		1100
Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	150	25	769	Ny armatur (Metallhalogen eller høytrykks natrium)	100	15 ...		1100

Figur 7: Utdrag av database i verktøy for veibelysning – et eksempel på endring av bakgrunnsdata

Å legge til en ny teknologi krever at man legger til ekstra rader i databasen. I tillegg må valgmenyer og formler oppdateres. Dette er med andre ord en noe mer omfattende prosess. Det kan riktignok gjøres enklere ved at den nye teknologien erstatter en av de gamle dersom den uansett er utdatert. Da kan oppdateringen gjøres kun ved å endre data i databasen som vist i eksempel 3.

6.4.6 Case-studie – test av verktøyet på et reelt prosjekt

Verktøyet vil her bli testet på data fra et reelt prosjekt. Hensikten med denne testen er å finne troverdigheten til resultatene fra verktøyet. Prosjektet som benyttes i testen ble slutført våren 2007. Det var ønskelig å skaffe data fra et nyere prosjekt, men det lyktes ikke forfatteren å få tak i dokumentasjon for et slikt prosjekt. Data for prosjektet er presentert i tabell 26.

Tabell 26:

Data fra et reelt prosjekt²⁵

Installert effekt før tiltaket [W]	Armatur før utskiftning	Antall armaturer skiftet ut	Armatur etter utskiftning	Fordeling nye effekter			Investeringskostnader [kr]	Redusert kostnad drift/vedlikehold (antatt)	Energi-reduksjon (antatt)
				70W	100W	150W			
592 569	Variabelt - antar metalledamp (kvikksølv)	4400	Høytrykks natrium m/ dynamisk dimming	3400	800	200	16 954 000	50 %	50-55 %

Den installerte effekten før tiltaket ble gjennomført var på drøyt 592 kW fordelt på 4400 lyspunkter. De gamle armaturene blir oppgitt å være mange ulike slag, men generelt at det var gamle armaturer. For å få gjennomført beregningene er det derfor antatt at de er metalledamp (kvikksølv), som var vanlig armaturer å benytte før høytrykk natrium ble et prismessig konkurransedyktig alternativ. De nye armaturene er høytrykks natrium. Det er i tillegg investert i fullintelligente armaturer, det vil si at de har dynamisk dimming. I det nye anlegget ble det installert 3400 lamper på 70 W, 800 lamper på 100 W og 200 lamper på 150 W. Investeringskostnadene inkludert installasjon for prosjektet beløp seg til snaue 17 millioner kroner. Verken reduksjon i drifts- og vedlikeholdskostnaden eller energireduksjonen for prosjektet er målt i ettertid, men de er i prosjekteringen estimert til å være på henholdsvis 50 % og 50-55 %.

²⁵ Mail fra Pål Johannes Larsen (Norconsult) med data for prosjektet finnes i vedlegg 4

For å benytte disse dataene i verktøyet må enkelte antakelser tas. For det første er det ingen funksjon for å legge inn totalt installert effekt. Dette tallet må omregnes til antall lamper på de ulike effektene. Det valgt å la tallene for fordeling av nye effekter være styrende for omregningen. En av forutsetningene i verktøyet er antakelser av effektreduksjon ved skifte fra gamle til nye armaturer (vist i tabell 19 i *kapittel 6.3*). Den viser at 250 W lamper kan erstattes med 150 W, 150 W med 100 W og 100 W med 70 W. Ettersom anlegget etter tiltaket har 200 lamper på 150 W er det derfor antatt at anlegget hadde 200 lamper på 250 W før utskiftningen, og tilsvarende for de to andre effektene. Dette gir som vist i tabell 27 en totalt installert effekt på 510 kW, noe lavere enn den oppgitte effekten. Det betyr at effektreduksjonen i det reelle prosjektet var noe større enn det som er antatt som grunnlag for beregningene i dette verktøyet.

Tabell 27:

Inndata i verktøyet som stemmer best mulig overens med data oppgitt fra det reelle prosjektet

	Inndata i verktøyet			Totalt for omregning	Oppgitt i prosjektdata	Avvik
Effekt før tiltak	250 W	150 W	100 W			
Antall armaturer	200	800	3400	4400	4400	
Effekt	50 kW	120 kW	340 kW	510 kW	596 kW	86 kW

Inndataene i verktøyet tilsvarer en litt lavere innstallert effekt (86 kW lavere) enn den i det reelle prosjektet. Dette er på grunn av manglende data fra prosjektet, slik at enkelte forenklinger måtte gjøres. Ved å justere for dette i verktøyet ville investeringskostnadene ikke blitt sammenliknbare, så det er valgt å godta dette avviket i beregningene. Det kan da forventes at energibesparelsen beregnet i verktøyet blir noe lavere enn det som faktisk var tilfellet i det faktiske prosjektet.

Tabell 28:

Resultatene fra verktøyet for case-studiet

Energibesparelser innen veibelysning											
Vei/område	Type lyskilde	Effekt [W]	Antall lyspunkter	Skiftes ut med	Energipris [kr/kWh]	Energibesparelser		Investeringskostnader [kr]	Driftskostnader [kr/år]	Levetidskostnad (LCC) [kr]	Kostnad per spart kWh [kr/kWh]
						[%]	[kWh/år]				
Ikke oppgitt	Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	250	200	Ny armatur med dynamisk dimming	0,7	64	164308	670000	120960	2374323	0,36
Ikke oppgitt	Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	150	800	Ny armatur med dynamisk dimming	0,7	51	313240	2680000	437632	8846235	0,75
Ikke oppgitt	Gammel armatur (Metalldamp (Kvikksølv))	100	3400	Ny armatur med dynamisk dimming	0,7	58	1013090	11390000	1472787	32141574	0,99
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
	«Velg lyskilde»	"Velg effekt"		«Velg lyskilde»							
SUM			4400		0,7	57	1490637	14740000	2031379	43362132	0,87

Energibesparelsen er beregnet til å være 57 %. Investeringskostnadene er beregnet å være på 14,74 mill. kr, mens de årlige driftskostnadene er beregnet til 2,03 mill. kr. Med en energipris på 70 øre/kWh gir det levetidskostnader på 43,4 mill. kr og en kostnad per spart kWh på 87 øre.

Tabell 29:

Data fra verktøyet sammenliknet med de reelle tallene fra prosjektet.

	Installert Armatur før effekt før utskiftning tiltaket [W]		Antall armaturer skiftet ut	Armatur etter utskiftning	Fordeling nye effekter			Investeringskostnader [kr]	Redusert kostnad drift/vedlikehold (antatt) ²⁶	Energi-reduksjon (antatt)
	592 569	Variabelt - antar metalldamp (kvikksølv)			70W	100W	150W			
Reelt prosjekt	592 569	Variabelt - antar metalldamp (kvikksølv)	4400	Høytrykks natrium m/ dynamisk dimming	3400	800	200	16 954 000	50 %	50-55 %
Beregnete verdier	510 000	Metalldamp (kvikksølv)	4400	Høytrykks natrium m/ dynamisk dimming	3400	800	200	14 740 000	Ikke sammenlikn-bart	57 %
Faktisk avvik	- 82 569	-	-	-	-	-	-	- 2 214 000	-	+2-7%
Avvik [%]	-14 %	-	-	-	-	-	-	-13 %	-	+4-14%

26 Drifts- og vedlikeholdskostnadene er her ikke inkludert energikostnad

Avviket i effekt før tiltaket (første kolonne i tabell 29) er forklart over. Avviket i investeringskostnader er på 13 %. Noe av dette avviket kan skyldes at prosjektet ble slutført for 2,5 år siden. Prisdgangen de siste årene kan forklare en stor del av dette. Effektreduksjonene ble beregnet til å være 2-7 % høyere enn de som ble antatt for det reelle prosjektet. Dette til tross for at det på forhånd ble antatt at avviket skulle være negativt. Det betyr enten at antakelsene for det reelle prosjektet er for lave, eller at antakelsene gjort i verktøyet gir for høye verdier. Når det gjelder redusert kostnad for drift og vedlikehold lyktes det ikke å oppdrive tall som kunne benyttes til sammenlikning med resultatene i verktøyet.

Case-studien viser at resultatene i verktøyet avviker noe fra de reelle resultatene. Dette var også forventet ettersom det er gjort forenklinger under utarbeidelsen av verktøyet. Samtidig vil kostnadene fra prosjekt til prosjekt variere, slik at sammenlikning med ett prosjekt ikke gir det fulle bildet. Til tross for avvikene anses verktøyet å gi gode nok estimater for å hjelpe kommunene å avdekke potensielle tiltak. Men viktigheten av å informere brukeren om usikkerhetene rundt bruken av dette verktøyet understrekes.

6.5 Verktøy og metodikk for lokal persontransport

Veitrafikk stod for 20 % av de nasjonale utslippene av klimagasser i 2008 (ssb.no, 13.10.2009). For mange kommuner uten energikrevende industribedrifter er veitrafikk den største kilden til klimagassutslipp. Tiltak for å redusere klimagassutslippene fra veitrafikken bør derfor stå sentralt i en klima- og energiplan. I planarbeidet er det naturlig å skille mellom lokal trafikk og gjennomgangstrafikk. *Gjennomgangstrafikk* består i trafikanter som kun passerer gjennom kommunene langs hovedfartsårene, mens *lokal trafikk* består i reiser foretatt innenfor kommunegrensene. Kommunen har liten mulighet til å påvirke gjennomgangstrafikken og bør derfor fokusere på den lokale trafikken.

Det er også naturlig å skille mellom persontransport og annen transport. *Persontransport* kan deles inn i tre kategorier; reiser i forbindelse med arbeid og skole, reiser i forbindelse med innkjøp og andre ærend, og fritidsreiser (Denstadli, J.M., Engebretsen, Ø., Hjorthol, R., Vågane, L., 2006). *Annen transport* innebærer i hovedsak vare- og godstransport. Persontransport står for rundt 75 % av utslippene fra veitrafikken, mens vare- og godstransport står for den siste fjerdedelen (Strand, 2009)

Med *lokal persontransport* menes dermed transport av og for privatpersoner innenfor kommunens grenser utenom gjennomgangstrafikk. Denstadli et al. (2006) skiller mellom seks transportgrupper; bilfører, bilpassasjer, kollektivt, sykkel, til fots og annet. I annet inngår blant annet moped, motorsykkel, fritidsbåt og traktor. Denne inndelingen i transportformer er også benyttet som

utgangspunkt i denne metoden, med unntak av transportgruppen «annet» som er utelatt av forenklingshensyn. Denne gruppen står for en liten andel av de totale reisene (1 %).

Over halvparten (54 %) av alle personreiser i Norge foregikk i 2005 i privatbil som fører. Ytterligere 12 % foregikk som bilpassasjer. Av andre transportmidler stod gange for 20 % av andel reiser, kollektivtrafikk for 8 % og sykkel for 5 %. I forbindelse med utslipp av klimagasser er det naturlig å se på andel passasjerkilometer i stedet for andel reiser, ettersom utslippene fra transportmidler er tilnærmet proporsjonal med transportavstanden. Denne andelen kan beregnes på bakgrunn av gjennomsnittlige reiselengder per transportmiddel. Gjennomsnittslengde for reiser på sykkel (3,3 km) og til fots (1,7 km) var betydelig kortere enn for reiser i bil (12,4 km), mens kollektivreisene (26,7 km) var betydelig lenger (Denstadli et al., 2006). Dette gir en bilandel per passasjerkilometer for privatbil som fører på hele 60 %. Dersom man tar med bilpassasjerer i tillegg blir andelen over 75 %. Tiltak for å redusere bilandelen, og for å redusere utslippene per kilometer kjørt for personbiler, bør derfor stå sentralt i arbeidet med å redusere klimagassutslippene, både nasjonalt og i hver enkelt kommune.

I rapporten «Reduksjon av transportomfang og klimagassutslipp», utarbeidet av Statens Vegvesen høsten 2008, er det gjort et forsøk på å estimere virkningen av ulike tiltak innen transportsektoren med målår 2020. Effekten ble beregnet til å være størst for regulerings- og teknologitiltak, mens tilretteleggende tiltak kom dårligere ut. Det understrekes at det er store usikkerheter knyttet til beregningene. Viktigheten av å se flere tiltak under ett understrekes; det antas at en samlet strategi med tiltak på flere områder vil gi en større effekt enn summen av hvert enkelt tiltak utført alene ville gitt (Statens Vegvesen, 2008b).

Målet med verktøyet er å gi brukeren oversikt over helheten av tiltak og virkemidler innen lokal persontransport. Verktøyet er derfor ikke direkte rettet mot ett konkret tiltak slik som verktøyet for veibelysning, men omfatter i stedet et sett med delmål som påvirker hverandre. Årsaken til at det er valgt å fokusere på delmål og ikke konkrete tiltak er at det er en stor utfordring å finne gode tall for kostnader og effekter for tiltak rettet mot utslipp i transportsektoren generelt, og da også for lokal persontransport. Konkrete delmål er det nærmeste man kommer spesifikke tiltak i en klima- og energiplan. Verktøyet fokuserer derfor på å beregne effekten av disse delmålene og å legge til rette for at veiledning rundt potensielle tiltak blir mest mulig oversiktlig.

I verktøyet er det innenfor lokal persontransport definert 7 ulike delmål. Betingelsen for valgene av delmål var at de skulle være målbare på to områder:

- Det skulle være mulig å beregne reduksjon av klimagassutslipp på bakgrunn av brukerens inndata
- Det skulle være mulig for brukeren å sette tall på nåtilstanden og med jevne mellomrom kunne oppdatere disse tallene

Det første kravet gir verktøyet mulighet til å tallfeste og summere klimagassutslipp for hvert enkelt delmål. For det første er dette viktig for å kunne avdekke delmålene med størst potensiale for utslippsreduksjon, f.eks gitt i kostnad per redusert tonn CO₂-ekvivalenter [kr/red tCO₂-ekv]. For det andre gir det mulighet for å avdekke om summen av utslippsreduksjonene for samtlige delmål og tiltak stemmer overens med det overordnede målet om utslippsreduksjon. Behovet for dette er grundig beskrevet tidligere i rapporten. Det andre kravet gir brukeren bedre mulighet til å følge opp delmålet ettersom resultatene kan tallfestes og vurderes opp mot målet. Dette åpner også muligheten for benchmarking kommunene imellom. På bakgrunn av disse kravene ble følgende maler for delmål valgt:

Delmål 1: Øke kollektivandelen fra X% i år X til X% innen år X

Delmål 2: Øke sykkelandelen fra X% i år X til X% innen år X

Delmål 3: Øke gangandelen fra X% i år X til X% innen år X

Delmål 4: Øke antallet passasjerer per privatbilreise fra X% i år X til X% innen år X

Delmål 5: Redusere utslipp per kjørte km i privatbil med X% innen år X ift år X

Delmål 6: Redusere utslipp per kjørte km for kollektivtrafikk med X% innen år X ift år X

Delmål 7: Redusere reiselengden per person fra X km per dag i år X til X km per dag i år X

De tre første delmålene går på å flytte reiseandeler fra privatbil til mer miljøvennlige transportformer. Det fjerde delmålet går på å redusere antall bilreiser ytterligere gjennom å øke graden av samkjøring. Delmål fem og seks går på å innføre mer miljøvennlige og energieffektive kjøretøy. Delmål 7 går ut på å tilrettelegge samfunnet, gjennom arealplanlegging og andre virkemidler, slik at hver enkelt sitt reisebehov reduseres.

Innenfor denne oppgavens tidsrammer var det ikke rom for å utvikle fungerende verktøy for alle de 7 delmålene. Det er derfor valgt å beskrive hvordan verktøy for hvert enkelt delmål kan bygges opp, samt å gi et eksempel på hvordan dette kan gjøres. Det er utviklet et fullstendig verktøy for delmål 5. Årsaken til at delmål 5 er valgt er først og fremst at det er på dette delmålet utslippsreduksjonene med stor sannsynlighet kommer til å være størst for de fleste kommuner. I tillegg er dette et område med store usikkerheter rundt fremtidige utslipp og utvikling; et verktøy som er basert på oppdaterte prognoser og forskning vil være et viktig bidrag til å redusere disse usikkerhetene. Et verktøy vil også bidra til å standardisere måten disse beregningene utføres slik at ulike kommuners planer i

større grad blir sammenliknbare.

For delmål 1-3 er det valgt å utvikle en mal for hvordan verktøyene anbefales å bygges opp. Disse delmålene er i stor grad avhengig av hverandre i beregningene. Dersom andelen kollektivtrafikk øker stjeler den andeler fra blant annet sykkel og gange. Det betyr at alle delmålene blir berørt dersom ett endres. Dette understreker igjen viktigheten av å se delmålene i sammenheng. Ettersom det ikke er utviklet noe fungerende verktøy på området er det valgt å presentere dette i vedlegg 2.

Det er for de resterende delmålene ikke beskrevet hvordan verktøyene anbefales å bygges opp, men en struktur i oppbygningen tilsvarende de verktøyene som er beskrevet er naturlig å se for seg. Noen av disse delmålene vil bli påvirket av et eller flere andre delmål, noe det er viktig å ta hensyn til ved utarbeidelse av verktøyene.

I det videre vil først den overordnede metoden for lokal persontransport bli beskrevet. Videre vil verktøyet for *delmål 5* bli beskrevet. Det vil bli gjort rede for antakelser, beregningsmetoder og usikkerheter knyttet til dette verktøyet.

6.5.1 Overordnet metode

Hovedtanken bak verktøyet er at delmålene skal være målbare, med samme måleenhet [red CO₂-ekv]. En av hovedfordelene med dette er at det er mulig å sammenlikne de ulike delmålene, samt å summere opp for å finne det totale bidraget fra disse. Det er derfor utviklet en samletabell for utslippsreduksjoner og kostnader, vist i tabell 30.

Tabell 30:

Samletabell for utslippsreduksjoner og kostnader for lokal persontransport

CO2-utslipp lokal persontransport						
Utviklingsbane		Startår [tCO2]		Sluttår [tCO2]		Utslipp ift startår [%]
Utslipp normal utvikling		Hentes fra nåsituasjon		Hentes fra fremskrivninger		Beregnes
Utslipp med tiltak		Beregnes		Beregnes		Beregnes
#	Delmål	Utslippsreduksjon ift normal utvikling [tCO2]		Utslippsreduksjon ift startår [tCO2]		Kostnad
		[%]	[tCO2]	[%]	[tCO2]	
1	Kollektivandel					
2	Sykkelandel					
3	Gangandel					
4	Bilpassasjer per bilreise					
5	Utslipp/km privatbil					
6	Utslipp/km kollektivtransport					
7	Redusere reiselengden					
SUM			Beregnes		Beregnes	Beregnes

For at den reelle effekten av delmålene skal komme tydelig fram er det viktig med et godt sammenlikningsgrunnlag. I dette verktøyet anbefales det å sammenlikne med kommunens antatte utvikling i klimagassutslipp dersom ingen tiltak blir gjennomført. Denne utviklingen er her kalt *normal utvikling*. I delkapittel «fremskrivninger & scenarier» i *kapittel 5.2.4* er det beskrevet hvordan et verktøy for beregning av normal utvikling bør utvikles. Resultatene fra dette verktøyet kan hentes automatisk hit, i feltet merket *hentes fra fremskrivninger*. Under beskrivelse av nåsituasjonen blir klimagassutslippene i startåret beskrevet. Data herfra hentes automatisk til feltet merket *hentes fra nåsituasjon*. *Utslipp med tiltak*, som beskrives i den andre gule raden, beregnes som summen av utslippene for hvert enkelt delmål. På bakgrunn av utslipp i startår og sluttår for de to utviklingsbanene beregnes utslippsendringen i siste kolonne.

I nedre del av tabellen skal utslippsreduksjoner og tiltakskostnader for hvert enkelt delmål beregnes. Her vil brukeren få mulighet til å sammenlikne resultatene for hvert enkelt delmål. Det er valgt å presentere utslippsreduksjonene både i forhold til normal utvikling og i forhold til startår, ettersom begge disse tallene kan være interessante størrelser for kommunene. Sammenlikning med normal utvikling gir de reelle effektene av delmålene; hvis ikke delmålene blir gjennomført vil utslippene havne på dette nivået. Men det knytter seg visse usikkerheter til beregningen av normal utvikling. Ofte er det derfor fornuftig å sammenlikne seg med et målt utgangspunkt og da er startåret et naturlig valg. Både den prosentvise og spesifikke utslippsreduksjonen skal beregnes i tabellen. Det


er også lagt inn en kolonne for kostnader der kostnadene for tiltakene innen hvert delmål summeres opp, vel og merke kun i de tilfellene brukeren selv har lagt inn kostnadsestimater for tiltakene.

6.5.2 Delmål 5 – redusere utlippene per kjørte km for privatbilisme

6.5.2.1 Beskrivelse av verktøyet

Tabell 31:

Verktøy for å beregne utslippsreduksjoner per kjørte km for privatbilisme – uten inndata

Delmål 5 – Redusere utlippene per kjørte km for privatbilisme:					Reduksjon:	[Beregnes automatisk]	
					Startår:	[Velg år]	
					Sluttår:	[Velg år]	
					Andel lokal kjøring:		
#	Teknologi 	Andel i startår	Utslippsreduksjon ift IC-kjøretøy i startår [%]	Andel i sluttår	Utslippsreduksjon i sluttår ift IC-kjøretøy i startår [%]	Totalt bidrag til utslippsreduksjon [%]	Kostnad [kr]
5.1	Mer effektive IC-kjøretøy <small>*Her skal man komme inn på en side der det er eksempler på og maler for ulike tiltak. Denne siden er ennå ikke utviklet.*</small>	100%	0%	100%	Velg utslippsreduksjon		
T5.1.1							
5.2	Biodrivstoff	«Velg andel av biodrivstoff i IC-kjøretøy»	Velg utslippsreduksjon	«Velg andel av biodrivstoff i IC-kjøretøy»	Velg utslippsreduksjon		
T5.2.1	«Velg tiltak»						
5.2	Plug-in-hybrid	«Velg andel av bilpark»	Velg utslippsreduksjon	«Velg andel av bilpark»	Velg utslippsreduksjon		
T5.2.1	«Velg tiltak»						
5.2	El-bil	«Velg andel av bilpark»	Velg utslippsreduksjon	«Velg andel av bilpark»	Velg utslippsreduksjon		
T5.2.1	«Velg tiltak»						
5.2	Hydrogen forbrenning	«Velg andel av bilpark»	Velg utslippsreduksjon	«Velg andel av bilpark»	Velg utslippsreduksjon		
T5.2.1	«Velg tiltak»						
5.2	Brenselcellebil	«Velg andel av bilpark»	Velg utslippsreduksjon	«Velg andel av bilpark»	Velg utslippsreduksjon		
T5.2.1	«Velg tiltak»						
#	Alle personbiler	100%		100%			0

Tabell 31 viser verktøyets oppbygning. Brukeren skal først velge startår, sluttår og andel lokal kjøring oppe i høyre hjørne. Andel lokal kjøring er den delen av privatbilkjøringen som ikke er gjennomgangstrafikk. Videre skal alle de lyseste gule feltene fylles ut. Det betyr at for «mer effektive IC-kjøretøy²⁷» skal kun *utslippsreduksjonen i sluttår* fylles inn. For «biodrivstoff» skal *biodrivstoffandelen* og *utslippsreduksjonen* fylles inn, både for startår og sluttår. Med biodrivstoffandelen menes andelen biodrivstoff av den totale mengden drivstoff som benyttes av IC-kjøretøy. For de resterende teknologiene skal *andel av bilpark* og *utslippsreduksjoner* i både startår og sluttår fylles inn. Alle utslippsreduksjoner skal oppgis som prosentvis reduksjon av

²⁷ IC-kjøretøy = Internal Combustion-kjøretøy (vanlige bensin og dieselmotorer)

klimagassutslipp per kilometer kjørt i forhold til IC-kjøretøy i startår.


For alle feltene som skal fylles inn er det en valgmeny. I denne menyen får brukeren valget mellom å benytte seg av beregnede tall fra en database eller å definere en egen verdi. Tallene i databasen er beregnet på bakgrunn av antatt utvikling innen de ulike teknologiene på nasjonalt nivå. Hvordan dette er gjort og hvilke antakelser som ligger bak er beskrevet i neste delkapittel (*Beregningsmetoder og antakelser*).

På bakgrunn av innfylt data blir det totale bidraget til utslippsreduksjon for hver enkelt teknologi beregnet. Utslippsreduksjonen blir oppgitt i prosent. Alle bidragene blir summert opp i nederste kolonne og viser den totale utslippsreduksjonen for delmålet. Dette tallet vil også vises øverst i høyre hjørne av tabellen, over der startår og sluttår er fylt inn.

Det er også lagt opp til at brukeren skal kunne velge tiltak innenfor hver enkelt teknologi. Ettersom maler på tiltak ennå ikke er utviklet er denne funksjonen foreløpig ikke operativ. For hvert tiltak skal det være mulig å definere estimert kostnad. Denne kostnaden vil vises i høyre kolonne i tabellen. Kostnadene for alle tiltakene innenfor hver teknologi blir summert opp, og de totale kostnadene for hele delmålet blir på bakgrunn av disse estimatene beregnet i siste rad. I tabell 32 vises verktøyet når alle felter er fylt inn. I dette eksempelet er kun tall fra databasen benyttet.

Tabell 32:

Verktøy for å beregne utslippsreduksjoner per kjørte km for privatbilisme – alle felter utfylt

Delmål 5 – Redusere utslippene per kjørte km for privatbilisme:						Reduksjon:	52%
						Startår:	2009
						Sluttår:	2030
						Andel lokal kjøring:	70
#	Teknologi 	Andel i startår	Utslippsreduksjon ift IC-kjøretøy i startår [%]	Andel i sluttår	Utslippsreduksjon i sluttår ift IC-kjøretøy i startår [%]	Totalt bidrag til utslippsreduksjon [%]	Kostnad [kr]
5.1	Mer effektive IC-kjøretøy	98%	0%	59%	34%	20%	
T5.1.1	Her skal man komme inn på en side der det er eksempler på og maler for ulike tiltak. Denne siden er ennå ikke utviklet.						
5.2	Biodrivstoff	2,5%	46%	20,0%	90%	12%	
T5.2.1	«Velg tiltak»						
5.2	Plug-in-hybrid	0,0%	70%	20,8%	70%	15%	
T5.2.1	«Velg tiltak»						
5.2	El-bil	0,0%	100%	5,2%	100%	5%	
T5.2.1	«Velg tiltak»						
5.2	Hydrogen forbrenning	0,0%	90%	0,0%	90%	0%	
T5.2.1	«Velg tiltak»						
5.2	Brenselcellebil	0,0%	90%	0,0%	90%	0%	
T5.2.1	«Velg tiltak»						
#	Alle teknologier					52%	0

Startåret er valgt til 2009 og sluttåret til 2030. Andel lokal kjøring er valgt til 70 %; dette tallet blir riktignok ikke benyttet for beregninger i denne tabellen, men skal med i beregningen av de totale utslippene i tabell 30. Bilparken i 2009 består i all hovedsak av IC-kjøretøy, med et lite innslag av biodrivstoff. I 2030 har andelen IC-kjøretøy utenom biodrivstoffandelen blitt redusert til 59 %, mest på grunn av et stort innslag av plug-in-hybrid (21 %) i bilparken samt et mindre innslag av rene el-biler (5 %). Andelen biodrivstoff i IC-kjøretøy har økt til 20 %. Teknologiene basert på hydrogen som brensel er i 2030 ennå ikke nok utviklet til å utgjøre en betydelig andel av bilparken.

Utslippene for IC-kjøretøy utenom biodrivstoffandelen er redusert med 34 % fra 2009 til 2030. Biodrivstoff har blitt mer klimavennlig, fra 46 % utslippsreduksjon i forhold til IC-kjøretøy med bensin/diesel i 2009 til 90 % reduksjon i 2030. Dette på grunn av antakelse om innføring av 2. generasjons biodrivstoff. Utslippsreduksjonene for de resterende teknologiene har holdt seg på samme nivå i perioden.

Man kan se at effektivisering av IC-kjøretøy utenom biodrivstoffandelen bidrar med den største utslippsreduksjonen (20 %). Dette er på grunn av den fortsatt store andelen av IC-kjøretøy i bilparken i 2030. Biodrivstoff bidrar med 12 %, plug-in-hybrid med 15 % og el-biler med 5 %. Den totale utslippsreduksjonen for hele bilparken fra 2009 til 2030 er på hele 52 %. Det er viktig å merke seg at dette er utslippsreduksjoner per kilometer kjørt. Dersom utviklingstrenden med økt trafikkmengde fortsetter fram mot 2030, vil utslippsreduksjonene beregnet her bli spist opp av at det totalt sett kjøres mer slik at netto utslippsreduksjon fra privatbilisme blir nær 0.

Bakgrunnsdataene som er benyttet i dette verktøyet finnes i excel-arket «bakgrunnsdata redusere utslipp privatbilisme» i verktøyet. Beregningsmetoder og antakelser for disse bakgrunnsdataene vil i det følgende bli presentert.

6.5.2.2 *Beregningsmetoder og antakelser*

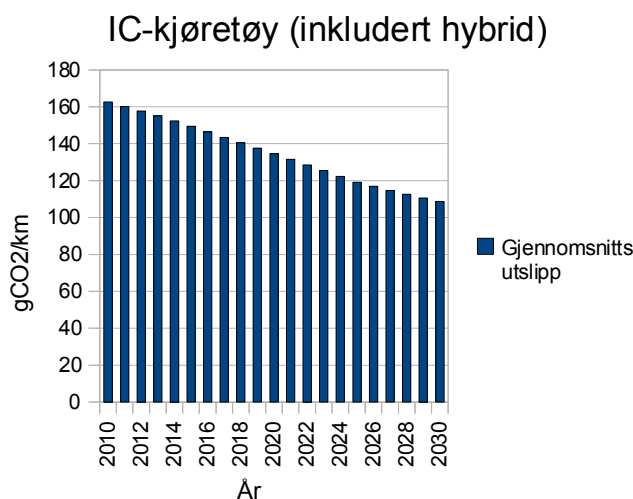
Den store utfordringen i utarbeidelsen av dette verktøyet var å finne gode estimater på andelen av hver enkelt teknologi fram mot 2030. Resultater fra fremskrivninger og beregninger utført i andre rapporter spriker en god del. Hva som er lagt til grunn for bakgrunnsdataene i dette verktøyet, samt de antakelsene og beregningene som er utført for å finne disse, vil i dette kapittelet bli presentert. Først vil antakelsene bak den estimerte utviklingen innen hver enkelt teknologi bli presentert. Deretter vil de vesentlige beregningsmetodene i verktøyet bli gjennomgått.

Internal Combustion-kjøretøy (IC-kjøretøy) utenom biodrivstoff

IC-kjøretøy inkluderer i dette verktøyet alle rene bensin- og dieseldrevne kjøretøy, samt hybridbiler.

Hybridbiler er valgt å ta med i denne kategorien ettersom de kan sees på som en effektivisering av dagens IC-kjøretøy. Forskjellen på hybrid og plug-in-hybrid er at plug-in-hybrid kan lades opp, mens hybridbilen ikke får tilført elektrisitet fra eksterne kilder. Derfor er det et naturlig skille mellom disse to teknologitypene.

Det er antatt at utslippene per kilometer for nye IC-kjøretøy reduseres med 30 % innen 2030 (King, 2007). I verktøyet antas en lineær utvikling i utslippsreduksjonene fram mot 2030. Denne antakelsen er sannsynlig ettersom teknologiutviklingen allerede er godt igang. Utslippene for nye biler i 2007 lå nemlig 19 % under gjennomsnittsutslippene fra bilparken i samme år (Hille, 2008). Dette er et tydelig tegn på en utvikling mot mindre utslippsintensive biler. Beregnede gjennomsnittsutslipp for IC-kjøretøy fram mot 2030 er vist i figur 7.



Figur 7: Gjennomsnittlige utslipp for IC-kjøretøy frem mot 2030

I beregningene er det lagt til grunn en gjennomsnittlig bilvrakingsalder på 19 år²⁸. Det er for forenklingens skyld antatt at 19 år gamle biler dermed skiftes ut med nye biler, og at antall kjøretøy holder seg stabilt. I virkeligheten vil biler med ulik alder bli vraket og nybilsalget vil avvike noe i forhold til vraking. Dersom nybilsalget blir større enn vrakingen, noe som vil skje hvis dagens trend fortsetter, vil gjennomsnittsutslippene reduseres noe i forhold til beregningene ettersom de nye bilene slipper ut mindre enn det til enhver tid gjennomsnittlige utslippet fra bilparken.

Biodrivstoff

Regjeringen stiller krav om 2,5 % innblanding av biodrivstoff i drivstoff for IC-kjøretøy i løpet av

²⁸ Rolf Hagman (TØI), møte 23.11.2009

2009. Kravet foreslås økt til 5 % i løpet av 2010 dersom vurderinger rundt klimaeffekter og andre politiske forhold viser at det er riktig med en økt satsning på biodrivstoff (Produktforskriften, 2004). Store usikkerheter rundt miljøgevinster ved dagens 1. generasjons biodrivstoff var en av årsakene til at regjeringen innførte avgift på biodiesel i november 2009 (Hagman, Johansen, 2009). Det er derfor grunn til å tro at økningen til 5 % - kravet lar vente på seg til teknologien rundt 2. generasjons biodrivstoff er godt nok utviklet til at storskala produksjon kan starte.

Andelen biodrivstoff i 2030 er naturlig nok usikker. World Energy Outlook 2006 anslo i sitt referansescenario at biodrivstoff ville utgjøre rundt 4 % av drivstoffet i IC-kjøretøy på verdensbasis i 2030. King (2007) hevder på sin side at biodrivstoff i Storbritannia kan antas å dekke rundt 20% av drivstoffet i IC-kjøretøy i 2030. Andelen biodrivstoff vil med stor sannsynlighet variere stort mellom ulike nasjoner, basert på nasjonalt produksjonspotensiale. Potensialet for norskprodusert biodrivstoff er i 2030 anslått å kunne dekke 20 – 30 % av behovet i veitrafikken i Norge, omtrent på samme nivå som Storbritannia (PFI, ZERO, NoBio, TØI, 2007). Det er derfor grunn til å tro at Norge kommer til å ligge godt over gjennomsnittet i Europa innenfor bruk av biodrivstoff. I denne oppgaven er det valgt å anta en andel på 20 %, altså i nedre delen av estimatet for produksjonspotensialet.

Selve forbrenningen av biodrivstoff er ansett som klimanøytralt, men det er store variasjoner i utslippene knyttet til produksjon av biodrivstoff. Enkelte biodrivstoff kan til og med ha større livssyklusutslipp (LCE) enn konvensjonell bensin. Statoils biodiesel er blitt klassifisert som 46 % klimanøytralt, det vil si at det har LCE som er 46 % lavere enn bensin (Hagman, Johansen, 2009). Men enkelte biodrivstoff produsert i EU og Brasil har LCE som er hele 70 – 80 % lavere enn konvensjonell bensin. Og fremtidens 2. generasjons biodrivstoff vil med stor sannsynlighet kunne oppnå 90 % lavere LCE enn bensin (King, 2007). I verktøyet er det antatt en 46 % reduksjon i 2009 og en 90 % reduksjon i 2030. Utviklingen er antatt å være lineær.

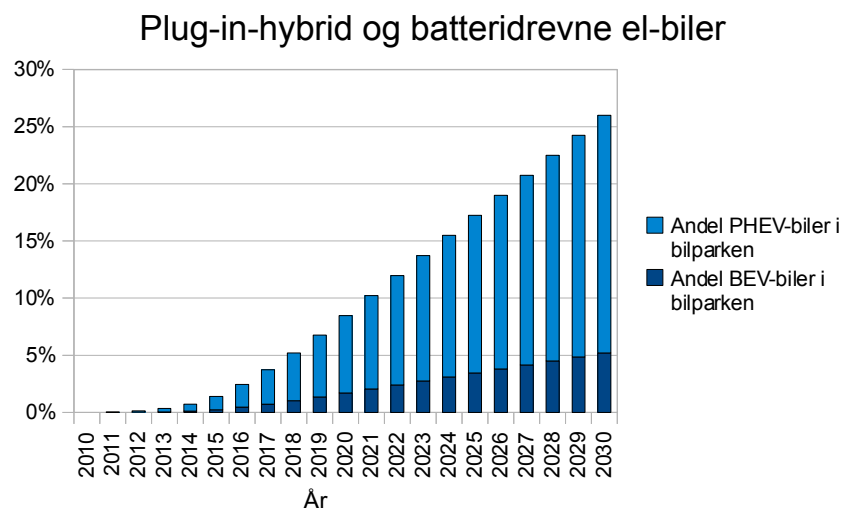
Plug-in-hybrid elektriske biler (PHEV) og batteridrevne elektriske biler (BEV)

Alpiq (2008) anslår at plug-in-hybrid og el-biler står for 50 % av nybilsalget i Sveits i 2020. Hovedandelen av disse er plug-in-hybrider ettersom denne teknologien foreløpig er mest moden. Sveits er en nasjon med god tilgang på fornybar kraft. Dette blir fremhevet som en viktig faktor for å satse på elektriske kjøretøy. Ettersom Norge i likhet med Sveits har rikelig tilgang på fornybar elektrisk kraft, er det antatt at potensialet for elektriske biler i Sveits er overførbart til norske forhold. California Air Resources Board (CARB) (2007) gir en oversikt over potensialet for ulike teknologiers antatte inntog på bilmarkedet i California. Her bli plug-in-hybrid fremhevet som den mest modne teknologien og det antas at massekommersialisering vil oppnås allerede i 2015. «Full performance electric vehicles», det vil si el-biler med fleksibilitet med hensyn på rekkevidde og

påfylling av drivstoff som tilsvarende dagens IC-kjøretøy, antas her ikke å være moden for masseproduksjon før rundt 2030. Elektriske biler med noe kortere rekkevidde antas å nå et lavt kommersialiseringsvolum om få år, men massekomersialisering er heller ikke her antatt å inntreffe før i 2030. Men det understrekes at potensialet for denne typen biler er større i Europa og Japan enn den er i California. Massekomersialisering blir i denne rapporten definert som over 100 000 solgte nye biler årlig i California.

Anslagene er altså noenlunde samstemte med tanke på at plug-in-hybrid vil innta en betydelig større andel av markedet enn rene batteridrevne elektriske biler, og at denne massekomersialiseringen er like rundt hjørnet. Ettersom Sveits har forhold som likner klart mest på norske forhold, er det valgt å benytte utviklingen skissert av Alpiq (2008) som grunnlag i beregningene i dette verktøyet. Men denne utviklingen forutsetter omfattende tiltak fra myndighetenes side, og kan derfor anses som noe optimistiske. Det er derfor valgt å redusere andelen med 1/3 for beregningene i verktøyet. Utviklingen av nybilsalg er ikke estimert lenger fram enn til 2020 i denne rapporten. I verktøyet er det antatt at nybilsalget av elektriske biler mellom 2020 og 2030 holder seg stabilt.

Akkumulert andel elektriske biler i bilparken er beregnet basert på nybilsalget og sammensetningen av bilene som vrakes. Bilvrakingsalder er igjen satt til 19 år. Ettersom det per 2009 er en ubetydelig andel elektriske biler i bilparken, vil det i 19 år fram i tid kun bli vraket IC-kjøretøy; alle elektriske biler som tilføres bilparken vil altså erstatte et IC-kjøretøy. Figur 8 viser beregnet andel plug-in-hybrid (PHEV) og batteridrevne el-biler (BEV) i bilparken fra 2009 til 2030. Vi ser at andelen elektriske biler i 2030 såvidt overstiger 25 %.



Figur 8: Estimert andel plug-in-hybrid og batteridrevne el-biler i Norge

For norske forhold er det antatt at elektriske biler forårsaker null utslipp, ettersom den norske kraftproduksjonen i all hovedsak er basert på fornybare kilder. Det betyr at batteridrevne elektriske biler antas å ha en utslippsreduksjon på 100 % i forhold til IC-kjøretøy. Plug-in-hybrid biler veksler mellom elektrisitet og bensin eller diesel som drivstoff. Erfaringer fra Sverige viser at el-motoren med et gjennomsnittlig kjøremønster står for rundt 70 % av total kjørelengde (Energibedriftenes Landsforening (EBL), 2008). Det er på bakgrunn av disse erfaringene antatt i verktøyet at utslippsreduksjonen for plug-in-hybrid biler er på 70 % i forhold til IC-kjøretøy.

Hydrogen brenselcelle og hydrogen forbrenningsmotor

Brenselcelle elektriske biler er antatt å nå storskala komersialisering rundt 2025 i California. Biler med hydrogen forbrenningsmotor er lenger unna teknologisk modenhet og er antatt ikke å oppnå særlig produksjon før 2030 (CARB, 2007). Civitas (2008) hevder at det er lite sannsynlig for gjennomslag for biler med hydrogen brenselcelle før 2030, og enda mindre sannsynlig for hydrogen forbrenningsmotor. Det understrekes riktignok at det er stor usikkerhet bak disse antakelsene. King (2008) vurderer også sannsynligheten liten for at biler med hydrogen som brensel når noen betydelig andel av bilparken innen 2030, men understreker potensialet på lenger sikt. I dette verktøyet er det antatt at ingen av disse teknologiene vil være modne nok til å ta noen betydelig del av markedet for 2030.

Livstidsutslipp (LCE) for hydrogen varierer i enda større grad enn for biodrivstoff. Hydrogen produsert av elektrisitet fra kullkraftverk kan ha LCE hele 400 % høyere enn konvensjonell bensin, mens hydrogen produsert av fornybar kraft kan oppnå over 90 % lavere LCE enn bensin. Hydrogen produsert av gass vil ha noe lavere LCE enn bensin, men utslippene knyttet til slik produksjon vil også variere en god del. Ettersom det er naturlig å se for seg at hydrogen i Norge vil bli produsert av fornybar elektrisk kraft er det valgt å benytte 90 % utslippsreduksjon som bakgrunnsdata i verktøyet.

6.5.2.3 Usikkerheter

Hvilken retning utviklingen innenfor bilteknologi fram mot 2030 vil ta er i stor grad usikker. Sprikene i estimer og antakelser i de ulike kildene referert til over bekrefter dette. Bilindustrien vil følge markedskreftene og utvikle de kjøretøyene som er antatt å selge best. Alle bilfabrikanter satser nå på miljøvennlige biler fordi de ser at det er der fremtidens marked ligger, både på grunn av fremtidig oljemangel og på grunn av politiske virkemidler for å redusere klimagassutslippene. Men det satses bredt fordi det er stor usikkerhet rundt hvilke teknologier som vil bli den førende om 10, 20 og 30 år. Den nye teknologien som er nærmest masseproduksjon i 2009 ser ut til å være plug-in-hybrid elektriske biler, men dette kan endre seg på få år.

De største usikkerhetene i dette verktøyet knytter seg derfor til teknologisk utvikling. Når en teknologi er moden nok for massekomersialisering, og hvor store andeler av nybilsalget teknologien da vil oppnå, er umulig å vite med sikkerhet. I arbeidet med dette verktøyet har det blitt lagt vekt på å hente inn data fra flest mulig uavhengige kilder og finne passende estimater for norske forhold på bakgrunn av disse. Men selv om for eksempel plug-in-hybrid elektriske biler med stor sannsynlighet vil ta store markedsandeler i årene som kommer, er det usikkert om andelen av bilparken i Norge er på 10 %, 20 % eller 30 % i år 2030. Hvilke utslag slike forskjeller vil gi på de totale utslippsreduksjonene er avhengig av hvilke teknologier som tar eller blir fratatt andeler.

Usikkerheter finner vi også i tilknytning til utslipp fra de ulike teknologiene. Spesielt for biodrivstoff er usikkerhetene store. I 2009 er det store sprik på utslippene knyttet til produksjon, fra 80 % klimanøytralitet til høyere utslipp enn tradisjonell bensin i LCE-sammenlikninger. Med økende fokus på biodrivstoff internasjonalt er det sannsynlig at effektive produksjonsmetoder for 2. generasjons biodrivstoff vil forekomme om ikke mange år. Dette er riktignok i stor grad avhengig av myndighetenes rolle i de ulike land. Med Norges store potensiale for biodrivstoff er det grunn til å tro at myndighetene ønsker å satse på denne teknologien og at utslippene knyttet til produksjon av biodrivstoff om 10 – 20 år er så lave som antatt i dette verktøyet.

En annen usikkerhet er knyttet til utslipp ved bruk av elektrisitet. Hvorvidt forbruk av elektrisitet i Norge fører til økte klimagassutslipp eller ikke ble diskutert nærmere i *kapittel 5.1.1.3*. I dette verktøyet er det antatt at elektrisiteten som benyttes er produsert av fornybare kilder uten utslipp av klimagasser. Dersom det blir regnet med utslipp knyttet til forbruk av elektrisitet vil utslippsreduksjonene per km for elektriske biler bli kraftig redusert. Dette gjelder også for hydrogen-baserte biler ettersom hydrogenet er antatt produsert av elektrisitet i dette verktøyet. Department for Transport (2007) presenterer en oversikt over LCE-utslipp for elektrisitet og hydrogen for ulike produksjonsmikser for elektrisitet. For alle produksjonsmikser kommer teknologier basert på både hydrogen og elektrisitet bedre ut enn en miks av bensin og diesel, men variasjonene er store for de ulike produksjonsmiksene.

For å gi en indikasjon på hvilke utslag de største usikkerhetene kan føre til, vil det i eksempel 4 bli presentert 5 potensielle fremtidsscenarier. For hvert scenario blir utslippsreduksjoner i 2030 beregnet, samt avviket fra utviklingen som er antatt i verktøyet.

Eksempel 4: *Analyse av 5 fremtidsscenarier – en følsomhetsanalyse av verktøyet*

Fem ulike scenarier vil i det følgende bli beskrevet. Tabell 33 (presentert etter beskrivelsen av scenariene) viser en samlet oversikt over inndata og resultater for de ulike scenariene.

Referansescenario: Utviklingen blir som antatt i verktøyet (vist i tabell 32).

Forsinket batteriteknologi og mangelfull tilrettelegging for EV: Utviklingen innen batteriteknologi til elektriske biler har gått tregere enn estimert og tilretteleggingen fra myndighetenes side har vært dårligere enn antatt. Andelen PHEV i 2030 blir kun 11 % mot 21 % i referansescenariet. BEV holder seg på samme nivå som estimert fordi de fleste BEV blir benyttet til bykjøring over korte avstander slik at batteriteknologien likevel er tilstrekkelig. IC-kjøretøy tar andelen fra PHEV og øker fra 59 % til 69 %. Ingen endring i andelen biodrivstoff eller de andre teknologiene.

Forsinket batteriteknologi, men full utnyttelse av biodrivstoffpotensialet: Samme utvikling for EV-teknologiene som beskrevet i *forsinket batteriteknologi*. IC-kjøretøy tar andelen også her. Men andelen biodrivstoff i 2030 øker fra 20 % til 30 % på grunn av raskere teknologiutviklingen for produksjon av 2. generasjons biodrivstoff og tydelige insentiver fra myndighetenes side. De andre teknologiene holder seg stabile.

Forsinket batteriteknologi, og lav utnyttelse av biodrivstoffpotensialet: Samme utvikling for EV-teknologiene som beskrevet i *forsinket batteriteknologi*. IC-kjøretøy tar andelen også her. Men andelen biodrivstoff i 2030 reduseres fra 20 % til 10 % på grunn av utfordringer knyttet til teknologiutviklingen for produksjon av 2. generasjons biodrivstoff. Klimanøytraliteten til biodrivstoff reduseres også fra 90 % til 70 % i 2030 på grunn av fortsatt betydelige utslipp knyttet til produksjonsprosessen. De andre teknologiene holder seg stabile.

Bedre batteriteknologi: Utviklingen innen batteriteknologi har gått raskere enn estimert slik at rekkevidden til elektriske biler er kraftig forbedret. Andelen PHEV i 2030 blir derfor 31 % mot 21 % i referansescenariet, mens andelen BEV øker fra 5 % til 10 %. Ettersom rekkevidde på batteriene øker også andelen el-kjøring for PHEV fra 70 % til 80 %. De tar andeler fra IC-kjøretøy. Ingen endring i andelen biodrivstoff eller de andre teknologiene.

Bedre batteriteknologi og full utnyttelse av biodrivstoffpotensialet: Samme utvikling for EV-kjøretøy som beskrevet i *bedre batteriteknologi*. IC-kjøretøy blir fratatt andelen også her. Andelen biodrivstoff i 2030 øker fra 20% til 30% på grunn av raskere teknologiutvikling for produksjon av 2. generasjons biodrivstoff og tydelige insentiver fra myndighetenes side. De andre teknologiene holder seg stabile.

Tabell 33:

Utslippsreduksjoner for 5 ulike fremtidsscenarioer - avvik fra referansescenariet

Scenario	Andel i 2030			Utslippsreduksjon per km kjørt			Utslipps- reduksjon	Avvik fra referansescenario (negativt = lavere utslipp)
	PHEV	BEV	Biodrivstoff	PHEV	BEV	Biodrivstoff		
Referansescenario	21%	5%	20%	70%	100%	90%	52%	0%
Forsinket batteriteknologi og mangelfull tilrettelegging for EV:	11%	5%	20%	70%	100%	90%	50%	4%
Forsinket batteriteknologi, men full utnyttelse av biodrivstoffpotensialet:	11%	5%	10%	70%	100%	70%	54%	-4%
Forsinket batteriteknologi, og lav utnyttelse av biodrivstoffpotensialet:	11%	5%	30%	70%	100%	90%	45%	15%
Bedre batteriteknologi:	31%	10%	20%	80%	100%	70%	55%	-6%
Bedre batteriteknologi og full utnyttelse av biodrivstoffpotensialet:	31%	10%	30%	80%	100%	90%	58%	-12%

Resultatene fra de ulike scenariene presentert i tabell 33 viser at ytterpunktene gir forholdsvis store avvik. Dersom både utviklingen innen batteriteknologi for elektriske biler og produksjon av biodrivstoff skjer tregere enn antatt vil utslippene i 2030 være 15 % høyere per kilometer kjørt enn i referansescenariet. Skjer utviklingen for begge teknologiene raskere enn antatt vil utslippene i 2030 være 12 % lavere enn referansescenariet. De andre scenariene som er mer moderate gir betydelig mindre avvik. Dette viser at avvikene kan bli betydelige, men at de likevel ligger innenfor et begrenset intervall fra 45 - 58 % utslippsreduksjon. Til tross for disse avvikene er det god grunn til å tro at hovedhensikten med verktøyet blir opprettholdt, nemlig å gi brukeren et estimat på forventede utslippsreduksjoner som er bedre enn det brukeren kan utarbeide selv. I tillegg er det lagt inn mulighet for å legge inn egne verdier i verktøyet. Dersom brukeren innehar kvalifisert kunnskap om utviklingen innen en eller flere teknologier har han eller hun dermed mulighet for å benytte disse verdiene i stedet for tallene i databasen.

6.5.2.4 Oppdatering av verktøyet

Usikkerhetene knyttet til en del av antakelsene kan føre til at det vil bli behov for å endre bakgrunnsdata etterhvert som man ser hvilken retning teknologiutviklingen går. Endringer kan enkelt gjøres ved å gå inn på excel-arket «Bakgrunnsdata redusere utslipp privatbilisme» i verktøyet og oppdatere de verdiene man ønsker. Eksempel 5 viser hvordan dette gjøres.

Eksempel 5: *Endre bakgrunnsdata i verktøyet for reduksjon av utslipp fra privatbilisme*

Endring 1: Batteriteknologien forbedres raskere enn forventet slik at rekkevidden for el-motoren vil øke kraftig. Andel el-kjøring for plug-in-hybrid antas derfor å øke til 75 % i 2015 og 80 % for 2020, 2025 og 2030. Feltene markert i verktøyet må da endres til disse verdiene.

Endring 2: Utslippsreduksjonen for biodrivstoff i forhold til gjennomsnittlig utslipp fra 50% bensin / 50 % diesel i 2009 blir lavere enn antatt i verktøyet. Årsaken er problemer med lønnsom produksjon av 2. generasjons biodrivstoff. Utslippsreduksjonene blir antatt å være 50 % i 2015, 55 % i 2020, 60 % i 2025 og 70 % i 2030. Feltene markert i verktøyet må da endres til disse verdiene.

Andel el-kjøring for PHEV i 2015, 2020, 2025 og 2030 endres i de markerte feltene

	Utslippsreduksjon		Antatt andel av bilparken i gitt år												
			2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	...	2020	...	2025	...	2030
Plug-in-hybrid	100% av andel el-kjøring		0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	...	7%	...	14%	...	21%
		Andel el-kjøring totalt	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	...	70%	...	70%	...	70%
		Andel av bilpark i startår	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	...	0%	...	0%	...	0%
		Andel av bilpark i sluttår	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	...	0%	...	0%	...	21%
	Utslippsreduksjon startår		70%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	...	0%	...	0%	...	0%
	Utslippsreduksjon sluttår		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	...	0%	...	0%	...	70%
Hydrogen brenselcelle	90%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	...	0%	...	0%	...	0%
		Andel av bilpark i startår	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	...	0%	...	0%	...	0%
		Andel av bilpark i sluttår	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	...	0%	...	0%	...	0%
Biodrivstoff	Utslippsreduksjon biodrivstoff		46%	48%	50%	53%	55%	57%	59%	...	69%	...	80%	...	90%
	Utslippsreduksjon startår		46%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	...	0%	...	0%	...	0%
	Utslippsreduksjon sluttår		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	...	0%	...	0%	...	90%

Gjennomsnittlig utslippsreduksjon for biodrivstoff i 2015, 2020, 2025 og 2030 endres i de markerte feltene

Figur 9: Utdrag av database i verktøy for reduksjon av utslipp innen privatbilisme – et eksempel på endring av bakgrunnsdata

Å legge til en ny teknologi krever at man legger til ekstra rader i databasen. I tillegg må valgmenyer og formler oppdateres, og selve verktøyet utvides med en rad for den nye teknologien. På den annen side er alle hovedteknologier som er estimert å kunne innta en betydelig markedsandel innen 2030 implementert i verktøyet. Muligheten for at det blir behov for å legge inn en ny teknologi anses derfor som liten.

6.6 Vurdering av verktøyene

Verktøyene er utviklet for å være gode hjelpemidler for kommuner i klima- og energiplanlegging. Da kreves det verktøy som er enkle å bruke og samtidig gir resultater som er bedre enn det kommunene selv kunne oppdrevet innenfor planarbeidets tids- og kostnadsrammer. Det vurderes som at dette er oppnådd for disse verktøyene. Men noen spørsmål dukker likevel opp. Det første er hvorvidt ressursbruken til utarbeidelse av verktøyene står i stil med det verktøyene i sin tid vil gi til brukeren. Med 431 kommuner og ytterligere noen fylkeskommuner som potensielle brukere, vil

svaret for de potensielt mest effektive tiltakene med stor sannsynlighet være ja. Men selv om svaret her er ja må det vurderes om det innenfor tids- og kostnadsrammene for utarbeidelsen av webverktøyet er mulig å utvikle tilstrekkelig mange verktøy til at metoden beskrevet i *kapittel 6.3* vil ha noen verdi.

For å kunne gjøre en slik vurdering må det først estimeres hvor mange verktøy som kreves. Det er derfor gjort en studie av planene til de 10 kommunene som Enova på sin internettside fremhever som foregangskommuner innen klima- og energiplanlegging (enova.no, 09.01.2010). Tabell 34 viser en oversikt over antall tiltak som er definert i planene til disse kommunene.

Tabell 34:

Oversikt over tiltaksbeskrivelser for foregangskommuner

Kommune	Antall tiltak	Effekt	Kostnad	Kommentar
Arendal	27	Beregnet for tiltaksgrupper	Ikke beregnet	
Fredrikstad	-	-	-	Beskrivelse av potensielle tiltak, ingen konkrete.
Kongsberg	10	Ikke beregnet	Ikke beregnet	
Gran	46	Ikke beregnet	Ikke beregnet	
Eid	19	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Tiltak kun for neste år. 41 potensielle tiltak for planperioden.
Tingvoll	27	Ikke beregnet	Ikke beregnet	
Ørland	22	Beregnet for tiltaksgrupper	Ikke beregnet	
Narvik	21	Ikke beregnet	Ikke beregnet	
Ledesby	-	-	-	Plan ikke ferdig
Bærum	-	-	-	Plan ikke ferdig
Snitt	25			

Tabell 34 viser at gjennomsnittlig antall tiltak for foregangskommunene var 25. Det er ikke de samme tiltakene som er beskrevet i de ulike planene, men flere sentrale tiltak går igjen hos flere kommuner. Det er vanskelig å trekke noen slutninger på bakgrunn av dette utvalget. Men det er her forsøkt å gjøre et grovt overslag. Antakelsene er som følger:

- 25 tiltak er et fornuftig antall tiltak i en klima- og energiplan. 20 % av disse tiltakene er så spesifikke for den enkelte kommune at det ikke er hensiktsmessig å utvikle et verktøy for disse. Man er da nede i 20 tiltak som krever verktøy ($25 \text{ tiltak} * 0,8 = 20 \text{ tiltak}$).
- Halvparten av de antatt mest effektive tiltakene egner seg i en tilfeldig utvalgt kommune.

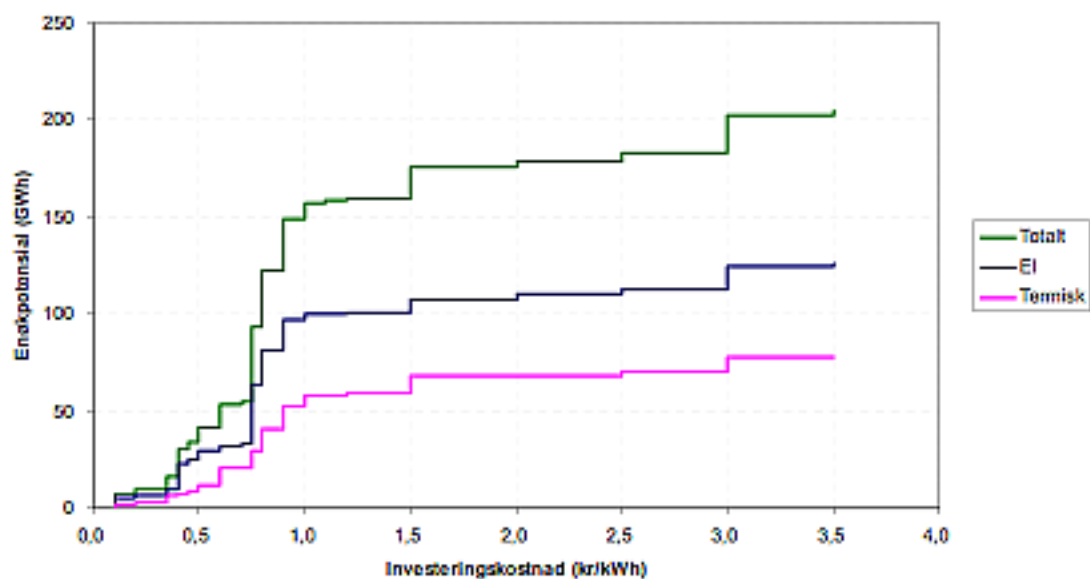
Dette dobler behovet for verktøy fra 20 til 40.

- Minst 50 % av tiltakene som er beskrevet i planen må være målbare for at en summeringsfunksjon skal ha noen verdi. Dette halverer behovet igjen fra 40 til 20. Disse antakelsene fører altså til behov for 20 verktøy for at en funksjon beskrevet i *kapittel 6.3* skal ha noen verdi.

De to verktøyene som ble utarbeidet i denne oppgaven tok totalt omlag fire arbeidsuker å utvikle, to arbeidsuker per verktøy. At verktøyene utarbeidet i denne rapporten kan fungere som maler for hvordan slike verktøy kan utvikles kan redusere tidsbruken noe. Tidsbruken er også avhengig av hvem som utvikler verktøyet og hvilket område det utvikles for. På generelt grunnlag kan det sies at utviklingen av verktøyene stort sett ikke er spesielt tidkrevende. Hvorvidt utvikling av slike verktøy vil være innenfor webverktøyets økonomiske rammebetingelser må likevel vurderes.

Det vil nå kort bli gjort en vurdering av alternative løsninger dersom dette ikke er innenfor de økonomiske rammene for verktøyet. *Ett alternativ er å utvikle verktøyene i steg.* Det vil si at verktøy for noen av de mest kostnadseffektive tiltakene blir utarbeidet i første omgang. Resten utarbeides i et eller flere steg senere. Verktøyene vil da gi brukeren god hjelp på noen få sentrale tiltaksområder, men antall verktøy er ikke tilstrekkelig til at det anbefales å implementere funksjonen beskrevet i *kapittel 6.3*. Når så et tilfredsstillende antall verktøy blir utviklet et eller flere steg senere kan funksjonen implementeres.

Et annet alternativ er å utarbeide en oversikt over effekt og kostnader på bakgrunn av tiltak som allerede er gjennomført i enkelte kommuner. Det er for eksempel mulig å oppgi et estimat på kostnad per kWh spart eller kostnad per redusert CO₂-ekvivalenter for et utvalg tiltak. En utvidet variant av dette kan være presentasjon av kostnadskurver. New Energy Performance AS (NEPAS) utviklet i 2007 en potensialstudie for energieffektivisering i næringmiddelindustrien. I denne rapporten presenteres kostnadskurver som viser akkumulert energibesparelse som funksjon av investeringskostnad innen ulike næringsgrupper. Figur 10 viser et eksempel på en slik kostnadskurve.



Figur 10: Eksempel på kostnadskurve for kjøtt- og kjøttvareindustrien (NEPAS, 2007)

X-aksen viser investeringskostnaden [kr/kWh], mens energisparepotensiale [GWh] blir vist langs y-aksen. Den øverste grafen viser totalt potensiale. Av figuren kan vi lese at tiltak på totalt 150 GWh kan gjennomføres for under 1 kr/kWh (NEPAS, 2007).

Ved å studere slike kostnadskurver kan kommunen se hvilke tiltaksområder som på landsbasis er estimert å ha størst potensiale og hvilket kostnadsområde tiltakene kan antas å ligge i. På bakgrunn av kunnskap om lokale forhold kan kommunen da velge hvilke tiltaksområder det kan lønne seg å kartlegge mer grundig.

7 Forslag til videre arbeid

Både kravspesifikasjonen og verktøyene som er utarbeidet i denne oppgaven er ferdige produkter og dermed klare til bruk. Kravspesifikasjonen er klar til å benyttes i en anbudsrunde og verktøyene kan benyttes som hjelpemidler for kommunene allerede i dag. Men før et endelig webverktøy kan utvikles kreves en god del arbeid som bygger på det arbeidet som er gjort i forbindelse med denne oppgaven. I løpet av arbeidet med oppgaven har det også dukket opp ideer om mulige videreutviklinger av verktøyene som kan gjøre disse enda mer komplette. Disse ideene vil bli presentert videre i dette kapitlet.

Videre arbeid med webverktøyet

Før webverktøyet kan fungere som beskrevet i kravspesifikasjonen kreves blant annet:

- utvikling av metoder/verktøy for beregning av ressurspotensialet for hver enkelt energiressurs
- tilpasning og strukturering av eksisterende veiledning for bruk i aktuelle deler av webverktøyet
- innsamling og strukturering av erfaringer fra, og eksempler på, tiltak som allerede er gjennomført
- utarbeidelse av ny veiledning på områder der tilstrekkelig veiledning ikke eksisterer
- utarbeidelse av verktøy for beregning av effekt og kostnad for et antall tiltaksområder. Verktøyene som er utviklet i denne oppgaven kan fungere som maler på hvordan slike verktøy skal utvikles. Det er i kapittel 6.6 estimert at minst 18 verktøy må utarbeides for at en funksjon som beskrevet i kapittel 6.3 skal ha noen nytteverdi.

Muligheter for utvidelse av webverktøyet utover det som er beskrevet i kravspesifikasjonen

Ettersom det ikke tidligere er utviklet et webverktøy for kommunal klima- og energiplanlegging er det vanskelig eksakt å vurdere arbeidsomfanget rundt utarbeidelse og drifting av et slikt verktøy. Kun elementer som er vurdert som vesentlige for at webverktøyet skal ha sin tilsiktede effekt er tatt med i kravspesifikasjonen. I det videre vil noen forslag til utvidelse av webverktøyet utover det som er beskrevet i kravspesifikasjonen bli presentert. Behovet for disse utvidelsene anbefales vurdert etter at webverktøyet er utviklet og tilstrekkelig testet.

- Det kan legges til rette for at også lokale energiutredninger (LEU) kan utarbeides i webverktøyet. Mange av hjelpemidlene som er beskrevet i kravspesifikasjonen vil også være til hjelp for områdekonsesjonæren ved utarbeidelse av LEU. Deler av LEU kan da benyttes direkte av kommunen ved utarbeidelse av klima- og energiplan.

- En annen mulighet for videreutvikling av webverktøyet er å implementere en funksjon der en skjematisk fremstilling av energisystemet genereres automatisk på bakgrunn av den informasjonen som allerede er lagt inn i de tidligere kategoriene. Denne funksjonen skal i så fall legges inn i deltrinnet som i kravspesifikasjonen er kalt «Energisystemet».
- Det kan legges til ulike høringsfunksjoner som i stor grad kan gjøre det mulig å behandle planen politisk inne i verktøyet.

Muligheter for videreutvikling av verktøyene utviklet i denne oppgaven

Nedbetalingstiden kan i noen tilfeller være avgjørende for om et tiltak får politisk gjennomslag. Det er i verktøyet for veibelysning ikke tatt med noen funksjon for beregning av nedbetalingstid . En mulighet for videreutvikling er derfor å implementere en slik funksjon i verktøyet.

For å inspirere kommunene til å utarbeide tiltak som bidrar til innføring av mer miljøvennlige personbiler kan det utvikles eksempler på og maler for ulike tiltak innenfor hver enkelt teknologi. Dette kan legges inn i verktøyet for å redusere utslipp per kjørte kilometer. Slike hjelpemidler vil gjøre det enklere for kommunen å avdekke potensielle tiltak.

8 Oppsummering og konklusjon

Arbeidet i denne masteroppgaven var todelt. Den første delen gikk ut på å utvikle en kravspesifikasjon for et fremtidig webverktøy for komunal klima- og energiplanlegging. Målet med kravspesifikasjonen var at den skal kunne brukes som grunnlag for et prisoverslag når arbeidet med webverktøyet etter planen legges ut på anbud vinteren/våren 2010. Den andre delen gikk ut på å utvikle ett eller flere verktøy for bruk i et slik webverktøy utvikles.

I oppgaven anbefales det at kravspesifikasjonen inndeles i tre nivåer; administratornivå, skjernet brukernivå og nivå åpent for alle. Det skjermede brukernivået utgjør hoveddelen av webverktøyet. Her skal hver enkelt kommune logge inn og utarbeide eller oppdatere sin egen kommunale klima- og energiplan. Kommunen blir ledet gjennom tre hovedtrinn før et planforslag foreligger. Disse er kartlegging av nåsituasjon, utarbeidelse av fremtidige utviklingsbaner og definering av målsetninger og tiltak. En funksjon for benchmarking anbefales også integrert i webverktøyet.

Webverktøyet skal hjelpe kommunene å utarbeide planer som avdekker kommunens mest effektive tiltak. For å oppnå dette anbefales det i oppgaven at det utvikles metoder og verktøy som hjelper kommunene å utføre nødvendige beregninger. Spesielt innenfor kartlegging av energiresurser og ved beregning av kostnader og effekter av tiltak kreves mange nye verktøy.

Forskning viser at det i eksisterende klima- og energiplaner er dårlig samsvar mellom vedtatte målsetninger og effekten av foreslåtte tiltak; i de fleste tilfeller vil summen av tiltakenes effekt langt fra oppfylle målet som er satt for energieffektivisering eller reduksjon i klimagassutslipp. For å bote med dette problemet er det i forbindelse med denne oppgaven utarbeidet en metode der målsetninger og tiltak sees i sammenheng. Metoden går ut på at effektene av hvert enkelt tiltak blir summert opp og sammenliknet med den overordnede målsetningen. Dette gir kommunen mulighet til å se i hvilken grad tiltakene oppfyller målsetningene. Dersom avviket er stort må enten flere tiltak velges ut eller målsetningene omdefineres.

For å hjelpe kommunen å estimere effektene av tiltakene må nye verktøy utvikles. To slike verktøy er utviklet i denne oppgaven. Det første verktøyet beregner kostnader og energibesparelser for tiltak innen veibelysning. Energisparepotensialet på dette området er i mange kommuner stort. Tiltaket vil i de fleste tilfeller også være økonomisk lønnsomme for kommunen.

Det andre verktøyet beregner reduksjon i klimagassutslipp per kjørte kilometer for privatbiler. Verktøyet baserer seg på antatt utvikling innen bilteknologi fram mot 2030. Transportsektoren står

for 20 % av Norges totale klimagassutslipp. Av dette er persontransport i privatbiler den dominerende utslippskilden. Tiltak innenfor dette området er derfor viktig.

En viktig vurdering som må gjøres er hvorvidt utvikling av slike verktøy er mulig innenfor de økonomiske rammene for utvikling av webverktøyet. Det er estimert at det må utvikles 20 verktøy for at modellen i denne oppgaven skal ha en verdi, inkludert verktøyene utviklet i denne oppgaven. Ressursene som kreves for å utvikle de gjenstående verktøyene er krevende å estimere, men på bakgrunn av erfaringer fra denne oppgaven antas det at utviklingen av verktøyene stort sett ikke er spesielt tidkrevende. Det understrekes også at slike verktøy vil ha en funksjon for brukeren uavhengig av modellen; de vil avdekke tiltakenes effekt og gi kostnadsdata som kan være viktige bidrag til at tiltaket får gjennomslag politisk. På bakgrunn av erfaringer fra arbeidet utført i denne oppgaven hevder rapportens forfatter at slike verktøy har en stor nytteverdi og at det bør prioriteres å utvikle verktøy for de viktigste tiltaksområdene.

Referanseliste

Litteratur og rapporter

Alpiq (2008). *Electric vehicle market penetration in Switzerland by 2020*. Sveits: Alpiq.

Bakken, B.H., Skjelbred, H.I., Wolfgang, O. (2007). eTransport: Investment planning in energy supply systems with multiple energy carriers. *Energy*, 32(9), 1676-1689.

Boug, P., Dyvi, Y., Johansen, P.R., Naug, B.E. (2002). *MODAG – En makroøkonomisk modell for norsk økonomi*. Oslo: SSB. Finnes her: <http://www.ssb.no/emner/09/90/sos108/sos108.pdf>

Brunvoll, F., Engelién, E., Hoem, B., Holmengen, N., Karlsen, H.T., Monsrud, J., Steinnes, M., Sønstebø, A., Wethal, A.W. (2009). *Samferdsel og miljø 2009 - Utvalgte indikatorer for samferdselssektoren*. Oslo: SSB.

California Air Resources Board (2007). *Status report on the California air resources board's zero emission vehicle program*. California: CARB. Hentet 20. november 2009 fra http://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevreview/zev_review_staffreport.pdf

Chung, W., Huy, Y.V., Lam, Y.M. (2006). Benchmarking the energy efficiency of commercial buildings. *Applied Energy*, 83(1), 1-14.

Civitas (2009): *Kommunemål i kommuneperspektiv*. Oslo: Rådgivergruppen AS Civitas

Civitas, TØI (2008). *Klimagassreducerende tiltak i transportsektoren i Hordaland fylke*.

Denstadli, J.M., Engebretsen, Ø., Hjorthol, R., Vågane, L. (2006). *RVU 2005 - Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2005 – nøkkelrapport*. Oslo: TØI.

Department for Transport (2007). *Low Carbon Transport Innovation Strategy*. London: DfT. Finnes her: <http://www.dft.gov.uk/pgr/scienceresearch/technology/lctis/>

Energibedriftenes Landsforening (EBL) (2008). *Energi er Norges klimautfordring - Hva kan fornybar energi bidra med?* Oslo: EBL.

Energilovforskriften (1990). *Forskrift om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. av 07. desember 1990 nr. 959*. Hentet 13. oktober 2009 fra <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19901207-0959.html>

Enova, (2008). *Enovas byggstatistikk 2007*. Trondheim: Enova. Finnes her: <http://www.enova.no/minas27/file.axd?ID=325&rand=9f37e209-72bc-4a88-b484-2025089b2c30>

Finden, P., Leffertstra, H., Vessia, Ø., Mydske, H.J., Ottosen, E., Hille, J., et al. (2008): *Energi- og klimaplanlegging i kommunen - en veiledning i prosessen*, Enova SF, 2008. Finnes her: <http://www.enova.no/minas27/file.axd?ID=260&rand=de980506-9bdb-4031-8914-e20a5bc14501>

Finstad, A., Flugsrud, K., Høgset, L., Haakonsen, G. (2004). *Energiforbruk utenom elektrisitet i norske kommuner - en gjennomgang av datakvalitet*. Oslo: SSB. Finnes her: http://www.ssb.no/emner/01/03/10/notat_200440/notat_200440.pdf

Forskrift om energiutredninger (2008). *Forskrift om energiutredninger av 16 desember 2002 nr 1607 (sist endret 01 juli 2008)*. Hentet 13. september 2009 fra <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20021216-1607.html>

Hagman, R., Johansen, K.W. (2009, 26. november). Usikker miljøgevinst. *Aftenposten (Kultur)*, s. 5.

Heide, K.M., Holmøy, E., Lerskau, L., Solli, I.F. (2004). *Macroeconomic Properties of the Norwegian Applied General Equilibrium Model MSG6*. Oslo: SSB. Finnes her: http://www.ssb.no/emner/09/90/rapp_200418/rapp_200418.pdf

Hille, J. (2008). *Bedre klima på bilkjøpet? - Kan vi minske CO2-utslippene ved å øke salget av nye biler?* Oslo: Fremtiden i våre hender. Finnes her: <http://www.framtiden.no/download-document/283-bedre-klima-pa-bilkjopet.html>

Ivner (2009). *Municipal energy planning – Scope and method development*. Linköping: LiU Tryck. Finnes her: <http://74.125.77.132/search?q=cache:ewYCIYe5nd8J:liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:139412/FULLTEXT01+tool+future+energy+need+lokal&cd=39&hl=en&ct=clnk&client=safari>

Jacobsen, H. (2009, 01.oktober). Disse lysene skal hjelpe deg å snu. *Aftenposten nettutgave*. Finnes her: <http://www.tv2nyhetene.no/innenriks/disse-lysene-skal-hjelpe-deg-aa-snu-2934422.html>

Kaas (2008). *Metoder og verktøy for utarbeidelse av lokale energi-og klimaplaner*. Kjeller.

King, J. (2007). *The King Review of low-carbon cars*. London. Finnes her:

<http://hm-treasury.gov.uk/king>

Kommunenes Sentralforbund (2009). *Samarbeidsavtale mellom Enova og KS om kommunal satsing på miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon*. Hentet 30.september 2009 fra

http://www.ks.no/Global/Enova_avtale_2008.pdf

Miljøverndepartementet (2009). *Statlig planretningslinje for klima- og energiplanlegging i kommunene*. Oslo: MD. Hentet 10.januar 2010 fra

http://www.regjeringen.no/upload/MD/Vedlegg/Retningslinjer/Planretningslinje_klima_energi_090904.pdf

Mitic, C.G. (2009, 09. september). Fremtidens teknologi. *Arendals Tidende nettutgave*. Finnes her:

<http://www.arendalstidende.no/index.cfmevent=doLink&famID=95229&frontFamID=38722>

Monsen (2007, 2. oktober). Når boligen blir kraftverk. *Aftenposten nettutgave*. Finnes her:

<http://www.aftenposten.no/forbruker/article1816262.ece>

NEPAS (2007). *Store energipotensialer i næringsmiddelindustrien – Energieffektivisering i næringsmiddelindustrien – en potensialstudie*. Trondheim: Enova

Norconsult (2007). *Guide for energy efficient street lighting installations*.

Norheim, B., Kjørstad, K.N. (2009). *Klimakur - Tiltak for å øke kollektiv- og sykkelandelen*. Urbanet Analyse.

Norges vassdrags- og energidirektorat (2009a). *Veileder for lokale energiutredninger*. Oslo: NVE.

Finnes her: <http://www.nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner%202009/Veileder%202009/veileder2-09.pdf>

Norges vassdrags- og energidirektorat (2008). *Kvartalsrapport for kraftmarkedet – 1. kvartal 2008*.

Oslo: NVE. Finnes her: http://www.nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner%202008/Rapport%202008/NVE_rapport11-08.pdf

Norges vassdrags- og energidirektorat (2009b). *Kvartalsrapport for kraftmarkedet – 2. kvartal 2009*. Oslo: NVE. Finnes her: <http://www.nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner/%202009/Rapport%202009/rapport12-09.pdf>

NOU 2005: 4 (2005). *Industrien mot 2020 – kunnskap i fokus*. Oslo: Nærings- og handelsdepartementet. Hentet 04. november 2009 fra <http://www.regjeringen.no/Rpub/NOU/20052005/004/PDFS/NOU200520050004000DDDPDFS.pdf>

NVE, Enova, Forskningsrådet, Innovasjon Norge (2007). *Fornybar energi 2007*. Finnes her: <http://www.fornybar.no/file.axd?fileID=11>

Olje og energidepartementet, 2008. *14 TWh ny bioenergi innen 2020*. Pressemelding 01.04.2008. Oslo: OED. Hentet 20. september 2009 fra <http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/pressemeldinger/2008/14-twh-ny-bioenergi-innen-2020.html?id=505388>

PFI, ZERO, NoBio, TØI (2007). *Fra biomasse til biodrivstoff - Et veikart til Norges fremtidige løsninger*.

Produktforskriften (2004). *Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften) av 01. juni 2004 nr 922*. Hentet 04. november 2009 fra <http://www.lovdata.no/for/sf/md/td-20040601-0922-005.html#3-16>

Prop. 2008/09:162 (Sverige) (2008). *En sammanhållen klimat- og energipolitik – Klimat*. (Finnes på: <http://www.regeringen.se/content/1/c6/12/27/78/4ce86514.pdf>)

Ramachandra, 2009. RIEP: Regional integrated energy plan. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 13(2), 285-317.

Salvesen (2009, 1. juli). Møller på grasrotplanet. *Aftenposten nettutgave*. Finnes her: <http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3148725.ece>

Samsø Energiakademi (2008). *Samsø - a renewable energy-island*. Hentet 12. oktober 2009 fra http://www.energiakademiet.dk/images/imageupload/File/UK/RE-island/10year_energyrapport_UK_SUMMARY.pdf

Sandmo, T. (2009). *The Norwegian emission inventory 2009 - Documentation of methodologies for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants*. Oslo: SSB. Finnes her: http://www.ssb.no/english/subjects/01/90/doc_200910_en/doc200910_en.pdf

Statens forurensningstilsyn (2007). *Klimatiltak i kommunesektoren*. Hentet 10.januar 2010 fra http://www.sft.no/klimatiltak/kommunetiltak_bagrunn.pdf.

Statens vegvesen (2008a). *Teknisk planlegging av veg- og gatebelysning – Håndbok 264*. Trykk: Dialecta.

Statens vegvesen (2008b): *Reduksjon av transportomfang og klimagassutslipp*. Oslo: Statens vegvesen. Finnes her: <http://www.vegvesen.no/binary?id=74564>

Strand, A. (2009). Transportpolitikken må gjøres mer utslippsorientert – hvordan? *Plan*, nr.1/2009, s.14-21

St.meld nr. 34 (2006-2007): *Norsk klimapolitikk*. Hentet 23.september 2009 fra <http://www.regjeringen.no/pages/1988897/PDFS/STM200620070034000DDDPDFS.pdf>.

Tommelstad, E.J.R. (2008). *Energisparepotensiale ved bruk av intelligente veilyssystemer*. Masteroppgave, NTNU.

Worrell, E., Price, L. (2006). An integrated benchmarking and energy savings tool for the iron and steel industry. *Taylor & Francis Inc*, 3, 117-126.

Nettsider

climateforchange.net (20.10.2009). *Climate star 2007*.

http://www.climateforchange.net/fileadmin/inhalte/dokumente/ClimateStar2007_awardedProjects.pdf

enova.no (03.10.2009). *Verktøy – Enovas interaktive verktøy for bolig, bygg og anlegg*.

<http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1268>

enova.no (10.01.2010). *Klimakommuner*.

<http://www.klimakommune.enova.no/sitepageview.aspx?sitepageid=1416>

eumayors.eu (31.09.2009). *Covenant of Mayors brochure*.

http://www.eumayors.eu/mm/staging/library/com_brochure.pdf

eumayors.eu (18.01.2010). *Sustainable Energy Action Plans*.

http://www.eumayors.eu/about_the_covenant/sustainable_energy_for_action_plans_en.htm

ieeprojects.net (28.09.2009). *Project fact sheet - 3-fold Initiative for Energy Planning and Sustainable Development at Local Level (3-NITY)*.

<http://www.ieeprojects.net/downloads/3-NITY/3-NITY%20factsheet%20final.pdf>

klimabuendnis.org (14.10.2009). *Our activities*.

http://www.klimabuendnis.org/our_activities.html

ks.no (24.11.2009). *Kommunene vil selge klimakutt for 4 mrd til staten (pressemelding 03.11.2009)*.

<http://www.ks.no/tema/Samfunnsansvar/Klima-og-miljo/Kommunene-vil-selge-klimakutt-for-4-mrd-til-staten/>

planning.org (28.09.2009). *Planners energy and climate database*.

<http://www.planning.org/research/energy/database/>

sec-bench.eu (31.09.2009). *The project*.

<http://www.sec-bench.eu/?secid=2>

sintef.no (04.10.2009). *eTransport – Case-studier*.

<http://www.sintef.no/Olje-og-energi/SINTEF-Energi-AS/Prosjektarbeid/eTransport-/Case-studier/>

sft.no (03.09.2009). *Veileder for lokalt klimaarbeid*.

<http://www.sft.no/no/forvaltning/Veileder-for-lokalt-klimaarbeid/>

sft.no (04.09.2009). *Kartlegging av klimagassutslipp*. <http://www.sft.no/forvaltning/Veileder-for-lokalt-klimaarbeid/Klimaplan/Kartlegging-av-klimagassutslipp/>

sft.no (25.09.2009). *Fremskrivning av fremtidige klimagassutslipp*.

<http://www.sft.no/Forvaltning/Veileder-for-lokalt-klimaarbeid/Klimaplan/Framskrivning/>

sft.no (28.09.2009). *Hvilke metoder brukes til å fremskrive?*

http://www.sft.no/artikkel_____40877.aspx

sft.no (30.09.2009). *Klimakalkulator for kommuner og fylker.*

http://www.sft.no/artikkel_____40919.aspx

sft.no (04.10.2009). *Kartlegging av klimagassutslipp.*

<http://www.sft.no/no/forvaltning/Veileder-for-lokalt-klimaarbeid/Klimaplan/Kartlegging-av-klimagassutslipp/>

ssb.no (13.10.2009). *Utslipp av klimagasser. 1990-2008*.*

<http://www.ssb.no/emner/01/04/10/klimagassn/>

ssb.no (24.09.2009). *Energi.*

<http://www.ssb.no/energi/>

ssb.no (04.10.2009). *Energiforbruk, kommunefordelt – om statistikken.*

<http://www.ssb.no/energikomm/om.html>)

Vedlegg

Vedlegg 1 – Enova sine rammebetingelser for utarbeidelse av webverktøy

Prosjektets innhold

Målet med prosjektet er å utvikle og etablere et fritt tilgjengelig webbasert verktøy for klima og energiplanlegging for norske kommuner. Bruk av webverktøyet skal være kostnadsfritt for kommunene. Webverktøyet har som hensikt å forenkle kommunenes arbeid med å lage klima og energiplaner. Både beslutningspunktene og de ulike fasene og innholdet i planarbeidet skal bli enklere og mer oversiktlig enn dagens arbeidsmåte. Verktøyet skal ha tekniske løsninger som gjør det mulig å hente tilgjengelig statistikk, klimakalkulator for beregning av utslipp fra enkeltkilder osv. Verktøyet skal også ha løsninger for veiledning med oversikt over relevante eksempler på energi- og klimatiltak, forslag til utbyggingsavtaler, oversikt over ulike relevante aktører på nasjonalt og regionalt nivå.

Mål for verktøyet:

- Verktøyet skal gi et helhetlig grunnlag for en enkel og rasjonell gjennomføring av arbeidet med å lage og oppdatere klima og energiplaner for planansvarlige i kommuner og fylkeskommuner, samt trekke ut informasjon til bruk i ulike sammenhenger.

Fordelene med et slikt verktøy er mange:

- Vil gjøre det betydelig enklere å lage og oppdatere klima og energiplaner
- Vil kompensere for mangel på kompetanse og kapasitet i mange kommuner
- Vil gi muligheter for medvirkning og deltakelse i prosessen fra flere
- Gir mulighet for systematisert veiledning og eksempelformidling
- Gir mulighet for uttrekk av innhold og prosess i lokale planer til ulike formål, eks
- Kommunenes eget informasjonsarbeid
 - til ulike portaler for lokalt klimaarbeid
 - i arbeidet med å utvikle og tilpasse virkemiddelapparatet for ulike klimatiltak
 - i arbeidet med eksempelformidling
 - for presse og media
 - til ulike FOU-formål

Delmål:**Verktøyet skal ha følgende innhold:**

- Verktøyet skal gjøre det mulig å gjennomføre et helhetlig planarbeid i medhold av statlige retningslinjer for klima og energiarbeidet i medhold av ny PBL på både kommunalt og regionalt nivå
- Verktøyet skal ha en utforming som gjør at både beslutningspunktene og de ulike fasene og innholdet i planarbeidet blir enkle og oversiktlige for brukere på ulike nivå
- Skal ha tekniske løsninger for henting og visning av tilgjengelig statistikk, klimakalkulator for beregning av utslipp fra enkeltkilder osv.
- Skal ha løsninger for veiledning med oversikt over relevante eksempler på klimatiltak, forslag til utbyggingsavtaler, oversikt over ulike relevante aktører på nasjonalt og regionalt nivå etc.
- Skal være todelt, med et skjernet nivå for de som er ansvarlige for/gjennomfører planarbeidet, og en åpen del for befolkningen, organisasjoner, bedrifter osv som medvirker i prosessen.
- Skal ha muligheter for uttrekk av data, ved hjelp av alminnelig tilgjengelig programvare som word, excel, osv, samt eksportmuligheter til eks. PDF

Verktøyet bør også ha følgende funksjoner:

- Dialogfunksjon mellom ulike som er involvert i arbeidet
- Ulike hørings og godkjenningsfunksjoner, eks de politiske vedtakspunktene og planprosessen ved utlegging av planprogram til offentlig ettersyn, innspill til selve planprosessen, utlegging av planen til offentlig ettersyn etc.
- Samhandle med relevante styringssystemer, eks bærekraftstyringsverktøyet som er under utvikling mellom Kommuneforlaget og SAS/Veritas

Målgruppe:

Planansvarlige, administrativ og politisk ledelse i kommuner og fylkeskommuner

Vedlegg 2 - Delmål 1-3 – øke kollektiv-, sykkel- og gangandelen

Bakgrunn

Alle de tre delmålene går ut på å øke andelen reiser for transportformer som reduserer utslippene i forhold til transport i privatbiler. Det er flere grunner til at det er valgt å benytte andeler av antall reiser som måltall. For det første er det dette måltallet som blir benyttet i transportøkonomisk institutt (TØI) sin nasjonale reisevaneundersøkelse (heretter kalt RVU). RVU sitter på informasjon om reisefordeling fordelt på kommunalt nivå og kan derfor være en viktig kilde til inndata for brukeren. For det andre er det mulig å beregne reduksjoner i klimagassutslipp på bakgrunn av andelstall alene for sykkel og gange. For kollektivtrafikk må enkelte tilleggsdata legges inn av bruker før utslippsreduksjonen kan beregnes.

Verktøy for økt kollektivandel

Figur V1 viser en mal for verktøyet for kollektivtrafikk.

Delmål 1 – Øke kollektivandelen										Startår:	År	Andel [%]
										Sluttår:	[Velg år]	Fyll inn
											[Velg år]	Fyll inn
Nåsituasjon					Tilstand i [sluttår]							
#	Transportmiddel	Kilometer kjørt [km/år]	Gjennomsnittsutslipp [gCO2/km]	Antall passasjer-kilometer per år [km/år]	Andel av totale passasjerkm for alle kollektive transportmidler [%]	Kilometer kjørt [km/år]	Gjennomsnittsutslipp [gCO2/km]	Antall passasjer-kilometer per år [km/år]	Andel av totale passasjerkm for alle kollektive transportmidler [%]	Utslipps-reduksjonsnormal utvikling	Kostnad [1000kr/år]	
1.1	Buss (diesel)	Fylles inn	«Velg utslipp»	Fylles inn	Beregnes	Fylles inn	«Velg utslipp»	Fylles inn	Beregnes	Beregnes	300	
T1.1.1	Tiltak 1 «Velg tiltak»	Sette opp en ekstra bussrute mellom det nye boligfeltet «Reveparken» og sentrum, via boligfeltene «Bjørkeskogen» og «Bjørnelia», fra 07-09 og 14-17 på hverdager når transportbehovet er størst.										
1.2	Trikk (el)	Fylles inn	«Velg utslipp»	Fylles inn		Fylles inn	«Velg utslipp»	Fylles inn		Beregnes	600	
T1.2.1	Tiltak 1 «Velg tiltak» «Velg transportmiddel»	Øke hyppigheten på avgangene på linje 1 fra 15min til 10min mellom kl 07.00 og 22.00 på hverdager										
Alle kollektive												

Figur V1: Mal for verktøyet for kollektivtrafikk

Øverst i høyre hjørne skal startår og sluttår, samt andelen kollektivtrafikk i hvert av disse årene, fylles inn. Videre skal det velges transportmiddel. For hvert transportmiddel skal *kilometer kjørt*, *gjennomsnittsutslipp per kilometer kjørt* og *antall passasjerkilometer per år* fylles inn både for startår og sluttår. Tall for kilometer kjørt og antall passasjerkilometer må innhentes av kommunen selv. For gjennomsnittsutslipp anbefales det at det opprettes en database med gjennomsnittsutslipp for ulike transportmidler slik at brukeren kan velge å benytte disse tallene dersom tall fra egen kommune ikke er tilgjengelige. Denne databasen må inneholde tall for alle potensielle

transportmidler for alle år fram til siste mulige sluttår. 2030 er satt som siste mulige sluttår i de andre verktøyene som er utviklet i forbindelse med denne oppgaven og anbefales derfor også benyttet her. Valgmulighetene brukeren skal ha i verktøyet er vist under (figur V2).

«Velg transportmiddel»	«Velg utslipp»	«Velg år»
Buss (diesel)	Hentes fra database	2009
Buss (gass)	Brukerdefinert	2010
Buss (bioetanol)		2011
Buss (biodiesel)		2012
Buss (trolley)		2013
Buss (hydrogen forbrenning)		2014
Buss (hydrogen brenselcelle)		2015
Buss (hybrid)		2016
Trikk (el)		2017
T-bane (el)		2018
Lokaltog (el)		2019
Ferge (gassolje)		2020
Ferge (gass)		2021
Annet		2022
		2023
		2024
		2025
		2026
		2027
		2028
		2029
		2030

Figur V2: Valgmenyer i verktøy for kollektivtrafikk

For hvert transportmiddel skal det defineres tiltak. Ved å klikke på «velg tiltak» skal brukeren bli linket til en side der maler for ulike tiltak finnes. På denne tiltakssiden bør det også finnes eksempler på tiltak som allerede er gjennomført av kommuner rundt om i landet. En av hovedfordelene med webverktøyet er nettopp muligheten for strukturert og oversiktlig erfaringsoverføring.

I figur V1 er det vist hvordan valgte tiltak kan fremstilles i verktøyet. Kommunen har valgt transportmidlene «buss (diesel)» og «trikk». For å øke andelen reiser i buss er det valgt å sette opp en ekstra bussrute, for å øke trikkeandelen er det valgt å øke hyppigheten på avgangene. Kostnaden for disse tiltakene er også estimert av bruker og fremkommer i kolonnen lengst til høyre i tabellen. Alle data i eksempelet er fiktive. Det er i malen ikke lagt opp til noen funksjon som beregner effekten på kollektivandelen for hvert enkelt tiltak. Grunnen for det er at det ikke finnes tilstrekkelig datagrunnlag for å lage en generell metode. Men det er mulige å legge opp til at brukeren kan legge

inn estimert effekt selv, for eksempel basert på erfaringer fra tidligere gjennomførte forsøk i andre kommuner. En slik funksjon bør vurderes.

Verktøyet for sykkel- og gangandel blir enklere enn for kollektivtrafikk, ettersom det verken finnes flere typer transportmidler eller knytter seg utslipp til bruken av disse transportformene. Figur V3 viser maler for disse verktøyene.

Delmål 2 og 3 – Øke sykkel- og gangandelen		År		Sykelandel [%]	Gangandel [%]	
		Startår:	[Velg år]	Fyll inn		
		Sluttår:	[Velg år]	Fyll inn		
#	Transportmiddel	Andel i startår	Andel i sluttår	Gjennomsnittlig reiselengde [km]	Utslippsreduksjon i sluttår ift norm. utvikling [%]	Kostnad
2.1	Sykkel	Hentes over	Hentes over	«Velg lengde»	Beregnes	Beregnes
T2.1.1	«Velg tiltak»					
3.1	Gange	Hentes over	Hentes over	«Velg lengde»	Beregnes	Beregnes
T3.1.1	«Velg tiltak»					
Totalt		Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes	Beregnes

Figur V3: Mal for verktøyet for sykkel- og gangandel

Som i verktøyet for kollektivtrafikk skal brukeren fylle inn startår og sluttår, samt andelene for disse årene, øverst i høyre hjørne. I nedre del av tabellen er de eneste dataene brukeren trenger å fylle ut gjennomsnittlig reiselengde for gang- og sykkelreiser i feltene der det står «velg lengde».

Gjennomsnittlig reiselengde er avgjørende for å kunne beregne utslippsreduksjonene gang- og sykkelandelene står for ettersom utslipp i transportsektoren er proporsjonal med reiselengde og ikke andel reiser. Som i verktøyet for kollektivtrafikk skal brukeren velge tiltak fra en tiltaksdatabase.

Verktøyet for sykkel- og gangandelen kan, i stedet for å være et eget verktøy, kombineres med verktøyet for kollektivtrafikk slik at alle de tre delmålene inngår i samme verktøy. Det er her valgt å dele det opp ettersom mindre inndata trengs for sykkel og gange enn for kollektivtrafikk og det dermed anses som mer oversiktlig å dele opp i to verktøy.

Vedlegg 3 - Formler

Formel V1: Beregning av energikostnad

$$K_e = E_{pris} \cdot E_{etter} \cdot N$$

der,

K_e = Energikostnaden

E_{pris} = Energiprisen

$E_{etter} = E_{for} \cdot (-\Delta E) =$ Energiforbruket etter utskifting

N = antall lyspunkter

Formel V2: Beregning av nåverdi

$$NV = K \cdot \left(\frac{(1+r)^N - 1}{r \cdot (1+r)^N} \right)$$

Vedlegg 4 – Data for et reelt veibelysningsprosjekt

Utdrag av mail av 16. desember 2009 fra Pål Johannes Larsen (Norconsult):

...

Prosjekt med 4400 armaturer, alle nye av type natrium høytrykk.

Nye armaturer:

70 W: 3400 stk

100 W: 800 stk

150 W: 200 stk

Gamle armaturer:

Mye forskjellig, total installert effekt: 592,569 kW

Prosjektkostnad:

Montasje 2.923.000 + Utstyr 14.031.000 = 16.954.000 NOK

Antatt redusert kostnad drift/vedlikehold 50 %.

Energireduksjon:

Ikke målt men antatt å være ca 45 % på installert effekt (inkl tap). Ytterligere 5-10 ved bedre styring.

mvh

Pål