NVE
Reguleringsmyndigheten
for energi – RME

RME EKSTERN RAPPORT

Nr. 8/2020

Utredning om måling av veg-/gatelys

Oslo Economics

RME Rapport nr. 8/2020
Utredning om måling av veg-/gatelys

Utgitt av: Reguleringsmyndigheten for energi

Redaktør: Arne Venjum og Bjørnar Fladen

Forfatter: Oslo Economics/Jostein Skaar

Forsidefotograf: Arne Venjum og Rebecca Norrie-Moe

ISBN: 978-82-410-2079-7

ISSN: 2535-8243

Sammendrag: Energiforbruket til veglys blir i varierende grad målt. For umålte anlegg må faktureringen av veglyseierne derfor baseres på estimerte verdier for energiforbruket. Dette er uheldig fordi disse veglyseierne ikke nødvendigvis blir fakturert for sitt faktiske forbruk. For disse anleggene vil veglyseierne heller ikke ha de beste insentiver til å effektivisere energibruken. Reguleringsmyndigheten for energi (RME) har derfor gitt Oslo Economics i oppdrag å kartlegge og vurdere alternative metoder for måling av veglys.

Emneord: Veglys, AMS, lysarmatur, umålte anlegg, integrert måler, avregning, fakturering, gatelys, summasjonsmåling

Reguleringsmyndigheten for energi

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: rme@nve.no
Internett: www.nve.no/reguleringsmyndigheten

desember, 2020

Forord

Reguleringsmyndigheten for energi (RME) har gitt Oslo Economics i oppdrag å kartlegge og vurdere alternative metoder for måling av veglys.

Energiforbruket til veglys blir i varierende grad målt. For umålte anlegg må faktureringen av veglyseierne derfor baseres på estimerte verdier for energiforbruket. Dette medfører at kundene bare tilnærmet blir fakturert for sitt faktiske forbruk. For disse anleggene vil veglyseierne heller ikke ha insentiver til å effektivisere energibruken. Dette taler for at energiforbruket til veglysanleggene bør måles. Særlig viktig blir dette i tiden fremover der en stadig økende andel av de gamle glødelampene erstattes med energieffektive og smarte lysarmaturer med individuell og varierende lysintensitet.

Infrastrukturen og strømforsyningen til mange veglysanlegg er slik at ombygging til standard AMS-måling vil bli urimelig kostnadskrevende. Det er på denne bakgrunn at Reguleringsmyndigheten for energi (RME) ga Oslo Economics i oppdrag å kartlegge og vurdere alternative metoder for måling av veglys.

Innholdet og anbefalingene i rapporten står for konsulentens regning.

Ove Flataker
direktør

Siri Steinnes
fungerende seksjonssjef

Utredning om måling av veg-/gatelys

Utredning for NVE/RME, OE-rapport 2020-53

osloeconomics

Om Oslo Economics

Oslo Economics utreder økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, myndigheter og organisasjoner. Våre analyser kan være et beslutningsgrunnlag for myndighetene, et informasjonsgrunnlag i rettslige prosesser, eller lignende. Vi forstår problemstillingene som oppstår i skjæringspunktet mellom marked og politikk.

Oslo Economics er et samfunnsøkonomisk rådgivningsmiljø med erfarne konsulenter med bakgrunn fra offentlig forvaltning og ulike forsknings- og analysemiljøer. Vi tilbyr innsikt og analyse basert på bransjeerfaring, sterk fagkompetanse og et omfattende nettverk av samarbeidspartnere.

Samfunnsøkonomisk utredning

Oslo Economics tilbyr samfunnsøkonomisk utredning for departementer, direktorater, helseforetak og andre virksomheter. Vi har kompetanse på samfunnsøkonomiske analyser i henhold til Finansdepartementets rundskriv og veiledere.

Fra samfunnsøkonomiske og andre økonomiske analyser har vi bred erfaring med å identifisere og vurdere virkninger av ulike tiltak. Vi prissetter nyttevirkninger og kostnader, eller vurderer virkninger kvalitativt dersom prissetting ikke lar seg gjøre.

Utredning om måling av veg-/gatelys/nummer 2020-53
© Oslo Economics, 18. november 2020
Kontaktperson:
Jostein Skaar / Partner
jsk@osloeconomics.no, Tel. +47 959 33 827
Foto/illustrasjon: Getty Images (iStockphoto.com)

Innhold

Sammendrag og konklusjoner 4

1. Om oppdraget 7

1.1 Bakgrunn for utredningsprosjektet 7

1.2 Mandat 7

1.3 Utredningsmiljø og utredningsperiode 7

1.4 Informasjonskilder 7

1.5 Rapportens innhold 8

2. Problembeskrivelse 9

2.1 Historisk perspektiv 9

2.2 Måling av veglys i dag 9

2.3 Rammer og reguleringer 10

2.4 Årsaker til manglende måling 11

2.5 Måling av veglys er mer relevant enn tidligere 12

3. Alternative metoder for måling av veglysanlegg 13

3.1 Identifiserte alternativer 13

3.2 Nullalternativet: Estimering 13

3.3 Alternativ 1: AMS 15

3.4 Alternativ 2: Armaturmåling 17

4. Virkninger av alternativer for måling av veglysanlegg 21

4.1 Identifiserte virkninger av alternativer for veglysmåling 21

4.2 Informasjon om nullalternativet 21

4.3 Virkninger av alternativ 1: AMS 22

4.4 Virkninger av alternativ 2: Armaturmåling 23

4.5 Sammenligning av virkninger 27

5. Samlet vurdering og anbefaling 31

5.1 Mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativ per tilfelle 31

5.2 Anbefalinger 32

6. Referanser 35

Sammendrag og konklusjoner

NVE (RME) har gitt Oslo Economics og Systek i oppdrag å kartlegge alternative metoder for måling av umålte veglysanlegg. Vår vurdering er at både AMS-måling, armaturmåling og estimering er gjennomførbare metoder. Hvilken metode som er mest samfunnsøkonomisk lønnsom varierer fra tilfelle til tilfelle. Ved nye anlegg, og anlegg der AMS-måling fordrer lite investeringer, vil AMS være best egnet. I tilfeller der AMS-måling er uforholdsmessig dyrt, for eksempel der veglys er koblet direkte på distribusjonsnettet, vil armaturmåling være den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme metoden. Til slutt vil det alltid være enkelte umålte anlegg som må estimeres. Det er derfor viktig at estimering gjøres slik at det er insentiver til effektiv drift.

Bakgrunn for utredningen

Alt uttak av kraft fra nettet skal i prinsippet måles med godkjent måler. Fra og med 1. januar 2019 er hovedregelen at målingen skal skje ved bruk av AMS-målere.

Mye av dagens veglys ble bygget på en tid da det var mindre fokus på, og mulighet for, å måle strømutvekslingen. Derfor er det mange veglysanlegg som ikke er tilrettelagt for at det skal kunne installeres en AMS-måler, uten at det må gjøres større ombygginger. Kostnaden for å tilrettelegge for måling kan være svært høy, samtidig som strømforbruket til veglyset kan være lavt og forutsigbart. For en del veglysanlegg kan det derfor virke lite forholdsmessig å skulle tilrettelegge for AMS-måling. For å spare kostnader, og for å fornye vegbelysningen, har noen veglyseiere og nettselskap installert nye lysarmaturer med integrerte målere, og brukt såkalt armaturmåling som en alternativ målemetode.

NVE ved Reguleringsmyndigheten for energi (RME) har gitt Oslo Economics i oppdrag å gjennomføre en utredning om måling av det umålte veglyset i Norge. Formålet med utredningen er å kartlegge alternative metoder for måling av umålte veglysanlegg, samt vurdere hvordan overgang til måling av dagens umålte veglys kan gjøres på en mest mulig hensiktsmessig måte.

Kartlegging av alternative metoder for måling av det umålte veglyset

I utredningen har vi kartlagt og vurdert følgende metoder for måling av det eksisterende umålte veglyset i Norge:

- Nullalternativet: Estimering
- Alternativ 1: AMS
- Alternativ 2: Armaturmåling
  - Underalternativ a): Måleverdiene sendes i en Excel/CSV-fil
  - Underalternativ b): Måleverdiene registreres automatisk i måleverdikjeden

Estimering er metoden som nettselskapene i dag bruker for å avregne veglyseierne for det umålte veglyset sitt. De fleste nettselskap synes å bruke den samme formelen for å estimere det årlige strømforbruket til lysarmatur: *Strømforbruk = Installert effekt * 4 000 timer*. Det er stor forskjell på hvor god oversikt de ulike veglyseierne og nettselskapene har over både installert effekt og faktisk brenntid for hver lysarmatur. Noen aktører har god oversikt over det umålte veglyset og synes estimering fungerer godt. Det er samtidig mange som ikke har god oversikt over det umålte veglyset, noe som kan medføre at veglyseier ikke får gevinsten av mer effektiv drift, for eksempel av å bytte til mer energieffektive lysarmatur.

AMS er standarden for måling av strømforbruk i Norge i dag, og er allerede installert i en rekke veglysanlegg. Når et veglysanlegg måles med AMS er den vanlige løsningen at måleren sitter i et tilknytningsskap. I tilknytningsskapet finnes tilknytningspunktet der strømforsyningen skifter eierskap fra

nettselskap til veglyseier. Ut fra tilknytningsskapet går det igjen en egen krets som forsyner strøm til flere veglysarmaturer. AMS måler derfor det samlede strømforbruket til alle lysarmaturene, og eventuelt andre ting, som er koblet på den samme kretsen. For at et veglysanlegg skal kunne måles med AMS må det derfor (i) eksistere et tilknytningsskap med stor nok plass til at det kan installeres AMS, og (ii) veglyset må være koblet på en egen krets som tilhører veglyseier, med tilknytningspunkt i tilknytningsskapet. Å tilrettelegge for måling betyr dermed å sørge for at disse to tingene er på plass. Blant veglysanleggene som ikke er tilrettelagt for måling har vi identifisert i hovedsak fire ulike typer anlegg. Dette er anlegg med et tilknytningspunkt i et lite tilknytningsskap, anlegg med tilknytningspunkt i nettstasjon, anlegg med felles tilknytningspunkt for flere veglyseiere og veglysarmaturer med tenntråd på distribusjonsnettet. Tilrettelegging for måling kan være særlig dyrt for anlegg med felles tilknytningspunkt for flere veglyseiere og armaturer koblet direkte på distribusjonsnettet.

Armaturmåling innebærer at strømmåleren sitter i selve lysarmaturen og måler strømforbruket til armaturen den er installert i. Per i dag er det kun armaturmåleren fra Datek Light Control (DLC) som er i bruk blant norske veglyseiere og nettselskap. Deres løsning innebærer at armaturmåleren er en integrert del av en armaturenhet som gjør det mulig for veglyseier å styre (f.eks. dimme) og motta informasjon (f.eks. om jordfeil) om den enkelte armatur. Nettselskapene som i dag avregner veglyseier basert på måleverdier fra armaturmålerne mottar måleverdiene på aggregert nivå. Det er to ulike løsninger (underalternativer) for hvordan nettselskap kan motta disse måleverdiene. Underalternativ a) innebærer at nettselskapene mottar måleverdiene i en Excel/CSV-fil, for eksempel en gang i uka, og legger måleverdiene manuelt inn i sine avregningssystemer. Underalternativ b) innebærer at måleverdiene registreres automatisk i måleverdikjeden på samme måte som måleverdiene fra AMS. Underalternativ b) fremstår som den beste metoden, men det er kun underalternativ a) som per i dag er utprøvd.

Vurdering av virkningene av de ulike metodene

I Tabell 1-1 oppsummerer vi kostnader per lys, effektiviteten i veglysnettet og fordelingsvirkninger ved de ulike alternativene.

Tabell 1-1: Virkninger ved de ulike alternativene

Virkning	Nullalternativet (estimering)	Alt. 1: AMS	Alt. 2: Armaturmåling
Total kostnad per lys	Generelt lave kostnader per lys	100 kr – ~350 000 kr	100 kr – 10 000 kr
Effektiviteten i veglysnettet	Disinsentiver til å bytte til mer energieffektive og trafikksikre lysarmaturer, og til å redusere strømforbruket i de eksisterende umålte veglysene.	Korrekt avregning, jordfeildeteksjon, men også fortrenging av investeringer i mer energieffektive og trafikksikre lysarmaturer.	Korrekt avregning, jordfeildeteksjon, raskere feilretting på veglyset og fører til effektivisering og modernisering av veglysnettet.
Fordelingsvirkninger	I hovedsak nettselskap som bærer kostnads-virkningene, men noen kostnader kan også tilfalle veglyseier.	Kostnadene tilfaller i hovedsak veglyseier og de positive virkningene tilfaller nettselskap.	Store deler av kostnadene og de positive virkningene tilfaller veglyseier. Nettselskap får noe økte kostnader og må forholde seg til nye løsninger.

Kilde: Oslo Economics, Systek (2020)

Som det fremkommer av tabellen vil den mest kostnadseffektive løsningen variere fra tilfelle til tilfelle, og variasjonen i kostnader er størst ved bruk av AMS-måling. Mens armaturmåling stort sett koster mellom 100 og 10 000 kroner per lys, kan AMS-måling koste mellom 100 og over 350 000 kroner per lys.

Mest samfunnsøkonomisk lønnsomme metode per tilfelle

Basert på de identifiserte virkningene har vi for ulike tilfeller av veglysanlegg vurdert hvilke metoder som er mest samfunnsøkonomisk lønnsomme. Vår vurdering er at både AMS og armaturmåling kan være det kostnadsmessig rimeligste alternativet for måling, avhengig av kjennetegn på veglysanlegget og lokale forhold. Som vist i Tabell 1-2 vurderer vi at AMS er den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme metoden for nye veglysanlegg, anlegg som er tilrettelagt for måling, anlegg med tilknytningspunkt i et lite tilknytningsskap og i noen tilfeller der tilknytningspunktet er i nettstasjonen.

Tabell 1-2: Mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativ for veglysmåling

Tilfelle	Undertilfelle	Mest økonomiske løsning
Nye anlegg		AMS
Eksisterende anlegg	Tilrettelagt for måling	AMS
	Tilknytningspunkt i lite tilknytningsskap	AMS
	Tilknytningspunkt i nettstasjon	AMS eller armaturmåling*
	Flere lyseiere i felles tilknytningspunkt	Armaturmåling*
	Veglysarmatur med tenntråd på distribusjonsnettet	Armaturmåling*
	Diverse/ukjente/andre anlegg	Estimering kan være lønnsomt

*** Armaturmåling bør gjøres fra det tidspunkt det er optimalt i et helhetlig kost-nytte perspektiv. Dette kan for eksempel være når levetiden på forrige armatur nærmer seg slutten, eller fordi nye, mer effektive armatur gir energibesparelser som kan forsvare installasjonskostnaden. I slike tilfeller kan merkostnaden av armaturmåling være svært lav.**
Kilde: Oslo Economics, Systek (2020)

Armaturmåling vurderes som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativet der det er flere veglyseiere med felles tilknytningspunkt, der veglysarmaturer henger med tenntråd på distribusjonsnettet, samt noen tilfeller der anlegget har tilknytningspunkt i nettstasjonen. Armaturmåling er i disse tilfellene vurdert som mer samfunnsøkonomisk lønnsomt enn AMS, både fordi kostnadene ved AMS kan bli svært høye og armaturmåling har andre positive virkninger på veglysnettet.

For en del veglysanlegg som for eksempel består av ett eller svært få armaturer, som har et strømforbruk som det er enkelt å estimere og/eller som få personer nyttiggjør seg av, vil det fortsatt kunne være lønnsomt å estimere strømforbruket heller enn å måle det. Videre vil det i lang tid fremover være enkelte anlegg som må estimeres. De fleste nettselskap vil derfor ikke kunne kvitte seg helt med estimeringsfunksjonen i nærmeste fremtid. Det er derfor viktig at estimering gjøres slik at det insentiveres til effektiv drift.

1. Om oppdraget

1.1 Bakgrunn for utredningsprosjektet

Alt kraftforbruk skal i utgangspunktet måles

NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat), ved Reguleringsmyndigheten for energi (RME), regulerer sluttbrukermarkedet gjennom forvaltning av regelverket i avregningsforskriften, i tillegg til energilovforskriften og energiloven. Avregningsforskriften skal sikre kraftleverandører tilgang til overføringsnettet og legge til rette for at sluttbrukere av elektrisk energi enkelt kan bytte kraftleverandør. Gjennom forskriften stilles det krav til at nettselskap som en nøytral aktør sørger for en effektiv informasjonsutveksling ved leverandørskifter, måling og avregning, slik at konkurransen i kraftmarkedet blir mest mulig effektiv. Det er en målsetning at reglene for fakturering av nettjenester skal bevisstgjøre husholdningene om sitt strømforbruk (NVE, 2019). I utgangspunktet skal all kraft som en kunde henter ut fra nettet måles.

Hovedregelen er at forbruk måles med AMS

Fra og med 1. januar 2019 er hovedregelen at forbruksmåling skal skje ved bruk av AMS-målere (Avanserte måle- og styringssystemer), såkalte smarte målere. AMS-målerne er et ledd i en modernisering av strømnettet, og målerne har flere fordeler for både kunde og nettselskap, sammenlignet med manuell måling og estimering, som tidligere ble brukt. Nettselskapene får blant annet bedre kontroll og drift, noe som gir lavere driftskostnader, samt færre feil og strømavbrudd i overføringsnettet. I tillegg sparer man tid til manuell avlesning. Til slutt gir AMS-måling mer korrekt og tidsriktig avregning, og dermed bedre insentiver til strømforbrukere. Hovedregelen om installasjon av AMS-målere er i stor grad blitt fulgt – per i dag er det installert AMS-målere i rundt 98 prosent av alle målepunktene i Norge.

En stor del av veglysforbruket måles ikke

Selv om AMS-målere har erstattet gamle målere i de fleste målepunkt, er det samtidig en rekke tilknytningspunkt over hele landet som ikke måles i det hele tatt. Dette gjelder i særlig grad veglysanlegg.

1.2 Mandat

RME har gitt Oslo Economics i oppdrag å utrede ulike alternativer til måling av umålte veglysanlegg i Norge. Hovedformålet med utredningen har vært todelt: utredningen skulle (1) kartlegge alternative metoder for måling av umålte veglysanlegg, samt (2) vurdere hvordan overgang til måling av dagens umålte veglys kan gjøres på en mest mulig hensiktsmessig måte. Mandatet sa videre at blant annet følgende metoder for måling skulle vurderes:

- Integrert måler i moderne lysarmatur (heretter: armaturmåling)
- AMS-måling av eksisterende umålte anlegg (og eventuelle kriterier for når dette er hensiktsmessig).

1.3 Utredningsmiljø og utredningsperiode

Utredningen er utført av Oslo Economics i samarbeid med IT-konsulentselskapet Systek AS.

Utredningen er gjennomført i perioden april til september 2020.

1.4 Informasjonskilder

Analysen er utarbeidet på bakgrunn av en kombinasjon av intervjuer med relevante aktører, skriftlige kilder, innspill fra NVE og egne vurderinger.

Intervjuer

Intervjuer med relevante aktører har vært den viktigste kilden til informasjon i denne utredningen. Vi har gjennomført 19 intervjuer med representanter for 16 organisasjoner som er blitt valgt ut i samarbeid med NVE:

- Nettselskap:
  - Elvia (4 intervjuer)
  - Glitre Energi Nett
  - Kvam Energi Nett
  - Norgesnett
  - Skagerak Nett
  - Tensio
  - Trollfjord Nett AS
  - Øvre Eiker Nett
- Veglyseiere:
  - Bærum kommune

  - Fredrikstad kommune
  - Notodden kommune
  - Statens vegvesen (Buskerud)
  - Trondheim kommune
- Andre aktører:
  - Datek Light Control
  - Justervesenet
  - Veilyskompetanse AS

Opplysningene vi har fått gjennom intervjuene og diskusjoner med oppdragsgiver inngår som bakgrunnsinformasjon i utredningen. Alle konklusjoner og vurderinger i analysen er våre egne. Vi vil gjerne takke intervjuobjektene for deres bidrag til utredningen.

1.5 Rapportens innhold

Denne utredningen er strukturert som følger:

I kapittel 2 går vi gjennom problembeskrivelsen. Dette innebærer en kort introduksjon til måling av veglysanlegg, samt en utdypelse av bakgrunnen for oppdraget.

I kapittel 3 beskriver vi de ulike metodene for avregning og måling av det umålte veglyset. Her inngår en beskrivelse av kjennetegn på metodene, samt eksempler og tilbakemeldinger på hvordan metodene fungerer i praksis.

I kapittel 4 gjennomfører vi en analyse av virkningene av de aktuelle alternativene. For hvert av alternativene beskriver vi hvilke kostnader i måleverdikjeden som utløses av metoden, hvordan metoden påvirker effektiviteten i veglysnettet, hvordan de ulike virkningene fordeler seg mellom ulike aktører samt om metoden er gjennomførbar.

I kapittel 5 gjør vi rede for vår samlede vurdering av hvilken metode som er mest samfunnsøkonomisk lønnsom for ulike tilfeller av veglysanlegg. Avslutningsvis kommer vi med anbefalinger for overgang til måling av det umålte veglyset.

2. Problembeskrivelse

2.1 Historisk perspektiv

Tradisjonelt lite fokus på måling av veglys

Veglyset i Norge eies i dag av en rekke ulike aktører, og det er norske kommuner som samlet eier den største andelen av veglyset. Veglyseierne avregnes basert på strømforbruket til veglyset de eier, men strømforbruket til mye av veglyset måles ikke. I stedet blir veglyseierne avregnet basert på deres estimerte forbruk. At det i dag er mye veglys som ikke måles er et resultat av at mange kommuner tidligere eide energiverket, og strømforbruket til veglyset ble ikke fakturert. Dermed var det heller ikke behov for å måle strømforbruket til veglyset. Veglyset ble bygget med øvrig infrastruktur og koblet på det umålte strømnettet, uten hensyn til at det senere skulle måles.

Siden mye av dagens veglys ble bygget har det skjedd store endringer med både organiseringen og eierstrukturen til dagens nettselskaper. Energiloven som trådte i kraft på starten av 1990-tallet stilte krav til fakturering av strømforbruket. Strømforbruket til veglyset som ikke ble målt måtte dermed estimeres, og i dag er det flere steder som benytter samme formel som de benyttet på 1990-tallet for å estimere strømforbruket til det estimerte veglyset.

Gradvis har også deler av veglyset blitt målt, men måten veglyset opprinnelig ble bygget på har bidratt til å gjøre det utfordrende å måle veglyset flere steder. I mange tilfeller er det ikke mulig å installere en måler uten at det må gjøres større eller mindre tilrettelegginger ved veglysanleggene.

Fortsatt mye umålt veglys, samtidig som nesten samtlige husstander har installert AMS-måler

Målerne som opprinnelig ble benyttet var såkalte modulære målere som måtte leses av manuelt. Disse målerne krevde at man måtte reise ut til den enkelte måler for å fysisk lese av måleverdien med gitte mellomrom. Etter hvert har «smarte» AMS-målere erstattet de gamle modulære målerne. Disse målerne kan blant annet sende måleverdiene digitalt slik at man slipper å lese av måleverdien der måleren er installert. I 2011 ble innføringen av disse nye målerne forskriftsfestet av NVE, og nettselskap har hatt ansvar for å installere nye strømmålere innen 1. januar 2019 (NVE, 2020).

Dette skulle gjennomføres så langt det lar seg gjøre uten at det medfører ekstraordinære kostnader. I dag har AMS-målere blitt installert i nesten alle husstander i Norge, men det er mye veglys som fortsatt står umålt.

2.2 Måling av veglys i dag

Veglys er i hovedsak offentlig eid

I dag er den største delen av veglyset i Norge eid av kommunene, men en betydelig del er også eid av Statens vegvesen og fylkeskommunene. I tillegg finnes det noen andre aktører som eier mindre deler av veglyset, for eksempel private vegeiere og lokale veglag. Det finnes mye veglys rundt i Norge, og det er i dag store lokale variasjoner knyttet til omfanget av umålte veglysanlegg.

Betydelige variasjoner i graden av måling

Enkelte veglyseiere og nettselskap har kartlagt det umålte veglyset og lagt planer for hvordan overgang til måling av det umålte veglyset skal gjennomføres. Noen kommuner, som Oslo kommune og Trondheim kommune, har per i dag fått til måling av store deler eller tilnærmet alt veglyset de eier. På den andre siden finnes det også områder hvor ingenting av veglyset måles.

De aller fleste nettområder har en stor andel umålte veglys

Inntrykket fra de gjennomførte intervjuene er at det vanligste i et område virker å være at deler av veglyset er målt, men at størstedelen fortsatt er umålt. På nasjonalt nivå virker det å være liten tvil om at omfanget av umålte veglysanlegg er stort.

Boks 2-1: Eksempler andel som måles per område

Bærum kommune eier omtrent 21 000 veglysarmaturer hvorav 35 prosent måles med AMS.

Fredrikstad kommune har omtrent 12 000 veglysarmaturer. Det årlige målte forbruket er på omtrent 1,4 GWh, mens det estimerte umålte forbruket er på 2,8 GWh.

Glitre Energi Nett oppga at i løpet av de siste 12 månedene utgjorde det målte veglyset et forbruk på 5,1 GWh, mens det estimerte forbruket på det umålte veglyset var 14,2 GWh.

Notodden kommune har tilnærmet kun umålte veglysanlegg.

Kvam Energi Nett oppga at det er nesten kun umålte veglysanlegg i deres nett, med unntak av nye anlegg og anlegg som det utføres vedlikehold på.

Kilde: Gjennomførte intervjuer og oversendt materiale

Avregning og målemetoder

Nettselskapene avregner veglyseierne basert på strømforbruket til veglyset. Hvordan strømforbruket beregnes avhenger av hvorvidt veglyset måles eller ikke, og eventuelt hvilken metode som brukes til å måle strømforbruket.

Estimering

Dersom veglyset ikke måles, blir strømforbruket estimert av nettselskapet. For eksempel kan det årlige forbruket til hvert enkelt veglyspunkt estimeres ved å multiplisere effekten i armaturen med en brukstid på 4000 timer.

AMS-måling

Av veglyset som måles er AMS-måling den mest utbredte målemetoden.[1] AMS-måleren sitter typisk i et tilknytningsskap der eierskapet til kraften overføres fra nettselskap til veglyseier. Fra tilknytningsskapet går det videre en egen krets som tilfører strøm til flere veglysarmaturer. En AMS-måler måler derfor som regel det samlede forbruket til flere veglysarmaturer.

Armaturmåling

Noen steder benyttes armaturmåling som et alternativ til AMS-måling. Armaturmåling innebærer at det sitter en måler i hver lysarmatur slik at forbruket til hver enkelt lysarmatur måles, fremfor at en samling av armaturer måles, som ved AMS-måling. I løsningene som er tilgjengelige i dag er armaturmåleren en integrert del av en armaturenhet som gjør det mulig å styre den enkelte armatur gjennom et styringssystem. Slike armaturenheter med integrerte målere er installert flere steder i landet. I Fredrikstad kommune og Øvre Eiker kommune er det installert armaturmålere i en del av veglysarmaturene. Nettselskapene Norgesnett og Øvre Eiker Nett avregner veglyseierne basert på verdier fra AMS-målere, armaturmålere, samt estimering av det resterende umålte veglyset.[2]

2.3 Rammer og reguleringer

Anledningen til å måle, og ikke måle, veglysforbruk, og hvordan dette skal gjøres, bestemmes av flere ulike aktører og bestemmelser.

NVE ved RME legger frem og følger opp forskriftene som regulerer strømnettet, nettselskap og kundene. Av særlig relevans for temaet ved denne utredningen er avregningsforskriften[3]. Forskriften definerer blant annet at det er nettselskap som har ansvar for måler og måleverdier, når nettselskap har plikt til å installere AMS, samt hvilke funksjonskrav AMS skal oppfylle. Blant kravene til AMS er at den skal kunne lagre måleverdier med en registreringsfrekvens på minimum 15 minutter og at den skal kunne overføre styrings- og jordfeilsignal. I forskriften fremkommer det også i hvilke tilfeller nettselskap ikke har plikt til å installere AMS.

I utgangspunktet skal nettselskap ha installert AMS i alle målepunkt i sitt konsesjonsområde innen 1. januar 2019 i henhold til § 4-5 i avregningsforskriften. Det er likevel ikke i alle tilfeller at nettselskap har plikt til å installere AMS i hvert enkelt målepunkt. I følge § 4-1 i avregningsforskriften har ikke nettselskapene plikt til å installere AMS dersom:

a) Forbruket i målepunktet er lavt og forutsigbart,
b) Installasjon er til vesentlig og dokumenterbar ulempe for sluttbruker.

Denne bestemmelsen er i henhold til energiloven, som skal sikre at produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi foregår på en samfunnsmessig rasjonell måte. En del av veglyset som i dag avregnes umålt kan være gjort med hjemmel i § 4-1 a). Nettselskapet bestemmer selv hvilke unntak som skal gjøres etter denne

[1] Enkelte av intervjuobjektene informerte også om at noen av veglysene fortsatt ble målt med såkalte «dumme» modulære målere som må leses av manuelt. Likevel virker det som at de fleste som tidligere har hatt slike modulære målere har byttet ut disse med AMS-målere.
[2] Det finnes også tilfeller der det er installert armaturenheter med integrerte målere, men at disse måleverdiene ikke benyttes til avregning. Bærum kommune har for eksempel installert armaturenheter med armaturmåling i 5 000 av sine veglysarmaturer, men nettselskapet Elvia godtar ikke måleverdiene fra armaturmålerne som gyldige måleverdier for avregning av forbruket. Elvia estimerer dermed forbruket til alt veglyset som ikke måles med AMS-måler.
[3] Forskrift om måling, avregning, fakturering av nettjenester og elektrisk energi, nettselskapets nøytralitet mv.

bestemmelsen. Veglys kan ikke gis fritak for måling etter § 4-1 b).

Justervesenet stiller krav til og fører tilsyn med at elektrisitetsmålere måler riktig. Justervesenet sin rolle er altså å stille måletekniske krav til elektrisitetsmålere. De måletekniske kravene er satt i forskrift om krav til elektrisitetsmålere. Det er nettselskap som er ansvarlig for at måleren overholder kravene i denne forskriften. Her inngår blant annet krav til nøyaktighet og maksimalt tillatte målefeil. Forskriften tar også for seg krav til kontroll av elektrisitetsmålere etter de er tatt i bruk.

Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (NKOM) bestemmer regler for trådløs kommunikasjon, bruk av frekvenser og sendestyrke. Gjennom fribruksforskriften defineres generelle frekvenstillatelser for alle som bruker et bestemt utstyr eller tjeneste. Både AMS og armaturmålere kommuniserer trådløst ved hjelp av radiofrekvenser, og er derfor underlagt denne forskriften.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) regulerer den fysiske sikkerheten som følger med elektriske installasjoner. De er ansvarlige for å stille krav og følge opp at elektriske anlegg og utstyr, deriblant AMS, oppfyller nødvendige sikkerhetskriterier. Sikkerhetskravene verner om arbeiderne som skal vedlikeholde, samt forebygge ulykker forårsaket av fysiske feil. RME har også noen bestemmelser aktørene må forholde seg til.

2.4 Årsaker til manglende måling

Det er flere årsaker til at mye av veglyset ikke måles. Veglys har historisk sett ikke blitt målt, og fordi veglysanleggene er bygget på ulike måter er det store forskjeller knyttet til hvor mye tilrettelegging som er nødvendig for å kunne måle et veglysanlegg med AMS-måler. Det kan være tidkrevende og svært dyrt å tilrettelegge for AMS-måling av veglys, og dette er en av årsakene til at omfanget av umålte veglysanlegg fortsatt er stort. Mens nettselskap har ansvar for å installere AMS-målere, er det veglyseier som i utgangspunktet må dekke tilrettelegging for måling, dersom dette skal gjøres.

Nettselskap betaler for måler, veglyseier betaler for tilrettelegging

I områder hvor nettselskapet ikke er eid av veglyseier er det først og fremst et omfordelingsspørsmål og en interessekonflikt mellom nettselskap og veglyseier som kan gjøre det utfordrende å få til overgang til måling.[4] Det er i utgangspunktet nettselskap som har ansvar for at veglysene skal måles, og ved installering av ny måler er det nettselskap som skal installere og bekoste måleren. For store deler av det eksisterende umålte veglyset er det ikke mulig å installere AMS-måleren direkte, men det må tilrettelegges for installering. Denne tilretteleggingen kan være alt fra å utvide tilknytningsskapet, til å grave opp nye målersløyfer for å samle veglyset i en egen krets. Kostnadene ved å tilrettelegge for AMS-måling varierer dermed med de lokale forholdene, og i mange tilfeller er kostnaden for tilrettelegging svært høy – særlig hvis man må legge kabler under bakken. Siden veglyseier skal dekke kostnader for tilrettelegging vil veglyseier ofte kunne ha betydelig høyere kostnader forbundet med å etablere AMS-måling på veglysanleggene enn nettselskapene.

Nettselskap er mer interessert i en effektiv måleverdikjede enn i en effektiv installasjon

Siden nettselskap betaler for selve måleren og eventuelle tilpasninger i innsamlingssystemene sine ønsker de naturlig nok å holde måleverdikjeden enklest mulig. Dette innebærer at de fleste nettselskap vil foretrekke AMS fremfor alternative målemetoder fordi AMS allerede integreres sømløst i nettselskapenes eksisterende systemer. Veglyseierne må på sin side dekke alle kostnader ved tilrettelegging for måling, og de ønsker dermed å unngå løsninger som innebærer kostnadsdrivende aktiviteter, for eksempel graving.

[4] En del nettselskap er fortsatt heleid av kommunen, og i disse tilfellene er interessekonflikten mellom kommune og nettselskap mindre tilstedeværende. Flere av de intervjuede nettselskapene som er heleide av kommunen ga uttrykk for at det var de som nettselskap som hadde det overordnede ansvaret for veglyset i kommunen. Dette innebar at det var nettselskapet som hadde oversikt over veglyspunktene og som for eksempel hadde serviceansvar for veglyset, men kommunen ble da fakturert for dette arbeidet. Selv om interessekonflikten ikke er like tilstedeværende kan det i disse tilfellene være økonomiske forklaringer bak hvorfor måling ikke var etablert enda. I Kvam kommune er for eksempel omtrent alt veglyset umålt, med unntak av når det etableres nye anlegg eller når gamle armaturer blir skiftet ut. Her oppga nettselskapet at de i flere tiår hadde hatt svært god oversikt over alle veglyspunktene, og at de hadde presis avregning av det umålte veglyset. Med dagens tarifferingspraksis så de ikke noe behov for å etablere måling utover det som allerede ble gjort, fordi kostnadene var større enn gevinstene ved måling.

AMS-måling kan være kostbart for anleggseier, og gir ikke nødvendigvis direkte fordeler

Tilrettelegging for måling kan være kostnadskrevende for veglyseier. Uavhengig av om måling på sikt fører til reduserte kostnader for veglyseier, kan tilrettelegging for måling innebære store engangsinvesteringer. Det er heller ikke sikkert måling i seg selv gir åpenbare fordeler for veglyseier. Det kan dermed være vanskelig å prioritere investeringer i tilrettelegging for måling, særlig for veglyseiere med dårlig økonomi.

Interessekonflikt kan stå i veien for måleinitiativ

Interessekonflikten mellom veglyseier og nettselskap kan i seg selv føre til mangel på initiativ for å etablere måling, særlig blant veglyseierne. Denne effekten forsterkes ved at mange av veglyseierne opplever at de må ta størstedelen av kostnadene ved etablering av måling, uten at målingen gir en vesentlig gevinst for dem. Måling gir korrekt avregning av strømforbruket, men dette kan føre til både høyere og lavere strømregning og nettleie for veglyseier, avhengig av hvordan estimeringen ble gjort. Noen av nettselskapene kommenterte for eksempel at tarifferingen av det umålte veglyset var svært gunstig for veglyseier sammenlignet med dersom dette skulle måles.

Tidkrevende overgang

Overgang til måling har vist seg å være en tidkrevende prosess, til og med for veglyseiere med god økonomi som har lagt konkrete planer for å måle sine veglysanlegg. Fordi det er mange veglysanlegg som skal tilrettelegges for måling kan de samlede investeringene bli store, så det blir naturlig å gjennomføre overgang til måling over flere år. Trondheim kommune begynte prosessen med å tilrettelegge for måling av veglyset sitt i 2012/2013, og planen var i utgangspunktet at alt skulle måles innen 2017. Denne fristen har senere blitt utsatt til 01.01.2022.

2.5 Måling av veglys er mer relevant enn tidligere

Måling gir bedre avregning, insentiver og drift

En åpenbar begrunnelse for hvorfor veglyset skal måles er at veglyseierne skal avregnes basert på sitt faktiske strømforbruk. Ifølge RME er samtidig AMS et ledd i en nødvendig modernisering av strømnettet (NVE, 2020). Målerne gjør at man blant annet får:

- Timevis registrering av strømforbruket
- Automatisk avlesning av målere
- Korrekt avregning
- Enklere bytte av kraftleverandør

Fordi målerne gir nettselskapet mer detaljert informasjon om strømforbruket kan det også bidra til at de kan drifte nettet mer effektivt. For eksempel kan målerne bidra til færre jordfeil og økt personsikkerhet. En annen positiv bieffekt av korrekt avregning er insentiver til å skifte ut gamle veglys med moderne LED-armaturer, fordi veglyseier da får gevinsten ved lavere strømforbruk.

Ny teknologi gjør det viktigere å måle veglysforbruk

For å avregne veglyseierne av det umålte veglyset blir forbruket i de umålte veglysanleggene estimert. Tradisjonelt har det vært enkelt å estimere forbruket i umålte veglys fordi det har vært lite variasjon i effekten til ulike lyspærer, og armaturene skrudde seg på og av på gitte tidspunkt.

Ny teknologi i form av mer energieffektive pærer og lysarmaturer som kan dimmes, justeres etter lysforholdene året rundt og som kan styres eksternt, har gjort at korrekt avregning av det umålte veglyset har blitt en mer komplisert jobb. I tillegg kan estimering fungere som et disinsentiv til å bytte til moderne lysarmatur, fordi veglyseier ikke nødvendigvis får alle gevinstene ved et lavere energiforbruk.

Ny teknologi gjør det potensielt billigere å måle veglysforbruk

Ny teknologi har også åpnet for nye, og potensielt billigere, metoder for å måle det umålte veglyset. Enkelte steder i Norge har veglyseier og nettselskap tatt i bruk armaturmåling som et alternativ til AMS-målere. Noen nettselskap er skeptiske til denne metoden. Andre som har tatt den i bruk mener det er en metode som kan bidra til at en større andel av det umålte veglyset kan bli målt. Det har dermed oppstått et behov for å undersøke hva som er hensiktsmessig for det eksisterende umålte veglyset.

3. Alternative metoder for måling av veglysanlegg

3.1 Identifiserte alternativer

Vi har identifisert følgende alternative metoder for måling/avregning av veglysanlegg:

- Nullalternativet: Estimering
- Alternativ 1: AMS-måling
- Alternativ 2: Armaturmåling
  - Måleverdier sendt i Excel/CSV-fil
  - Måleverdier registreres automatisk

Som vist i Tabell 3-1 er AMS-måling eneste aktuelle alternativ ved nye veglysanlegg. Ved eksisterende veglysanlegg brukes både estimering, AMS-måling og armaturmåling der verdiene sendes manuelt i Excel/CSV-fil. Automatisk sending og behandling av verdier fra armaturmåling er, så vidt vi vet, ennå ikke tatt i bruk i Norge.

I dette kapitlet beskriver vi de ulike alternativene, hvordan alternativene fungerer i praksis, samt erfaringer og tilbakemeldinger fra våre informanter om de ulike alternativene. I neste kapittel vil vi vurdere virkningene av disse alternativene.

Tabell 3-1: Alternative målemetoder og bruksområder

Alternativ	Underalternativ	Eksisterende anlegg	Nye anlegg
Nullalternativet: Estimering		Brukes	
Alternativ 1: AMS		Brukes	Skal velges
Alternativ 2: Armaturmåling	a) Måleverdiene sendes i en Excel/CSV-fil	Brukes noen steder	
	b) Måleverdiene registreres automatisk i måleverdikjeden (måling på lik linje med AMS)	Ennå ikke prøvd	

Kilde: Oslo Economics, Systek (2020)

3.2 Nullalternativet: Estimering

3.2.1 Kort om estimering

Alle veglyseiere blir fakturert basert på strømforbruket til veglysene de eier. I tilfeller der nettselskap ikke har reelle måleverdier for å avregne veglyseier blir strømforbruket til veglyset estimert av nettselskapet. Nullalternativet er altså ikke en metode for måling, men det er metoden som benyttes for å avregne veglyseier når det ikke eksisterer noen form for måling av veglyset. Med enkelte unntak brukes i hovedsak den samme formelen av alle nettselskap for å estimere det årlige strømforbruket til lysarmatur som ikke måles:

$$Strømforbruk = Installert\ effekt \times 4\,000\ timer$$

Strømforbruket estimeres altså ved å multiplisere lysarmaturens samlede installerte effekt med en brenntid på 4 000 timer per år. Estimatet vil derfor kunne gi presis og korrekt avregning dersom det benyttes korrekte verdier for installert effekt, og armaturens brenntid faktisk tilsvarer 4 000 timer i året. I praksis er det er stor forskjell på hvor god oversikt nettselskapene og veglyseierne har over installert effekt og faktisk brenntid på det umålte veglyset.

3.2.2 Varierende praksis for estimering

Enkelte av aktørene som ble intervjuet oppga at de hadde gode systemer for å holde oversikt over det umålte veglyset. Disse aktørene hadde på et tidspunkt gjerne gjennomført en større kartlegging av alt veglyset i sitt område, og har i dag databaser og/eller dynamiske kart over alt veglyset. Flere av de intervjuede aktørene mente

dermed at de hadde svært god oversikt over både installert effekt og brenntid på alt det umålte veglyset.

Ulike erfaringer og utfordringer

Ikke alle aktørene vi intervjuet opplevde at estimering av det umålte veglyset fungerte godt. Det var særlig de større nettselskapene som oppga at estimeringen kunne være utfordrende og medføre en del feil. Tilbakemeldingen fra disse var at de enten ikke hadde fullstendig oversikt over de umålte lysarmaturene, og hvis de hadde oversikt var det utfordrende å sørge for at installert effekt faktisk stemte.

Moderne lysarmaturer kan også skape ytterligere utfordringer for at estimeringen skal kunne gi et korrekt bilde av det faktiske strømforbruket. For et «gammelt» armatur som kun lyser på en gitt effekt og skrus på og av til gitte tidspunkt vil det være lett å beregne seg frem til korrekt strømforbruk. Nyere lysarmatur som kan dimmes og styres eksternt bidrar til å komplisere estimeringen, særlig hvis den faktiske brenntiden ikke innrapporteres.

En av de intervjuede aktørene trakk frem et eksempel som illustrerer en annen utfordring ved det umålte veglyset. Veglyseier planla å spare strøm i sommerhalvåret ved å ha veglyset på i et kortere tidsrom enn i vinterhalvåret. Veglyseier visste derimot ikke at veglyset var umålt. Nettselskap ble dermed ikke informert om den endrede brenntiden, og veglyseier ble avregnet basert på samme brenntid som tidligere.

Det overordnede bildet synes å være at det fortsatt er en del veglys som ikke måles per i dag, og at det er store forskjeller på hvor godt nettselskapene synes estimeringen av dette veglyset fungerer. Noen synes estimeringen er presis og fungerer godt. Andre opplever at det er vanskelig å sørge for at det estimerte strømforbruket blir korrekt.

Boks 3-1: Praksis og erfaringer med estimering

Kvam Energi er heleid av Kvam kommune og har totalt 7 300 kunder. I Kvam er omtrent alt veglyset umålt. Unntaket er i nyere veglysanlegg – der er det tilrettelagt for og målt med AMS-måler. AMS-måling blir også innført når det gjennomføres vedlikeholdsarbeid på veglysanlegg. Tilbakemeldingen fra intervjuet var at estimeringen av det umålte veglyset fungerte godt, fordi nettselskapet har god kontroll over både effekt og brenntid på det umålte veglyset.
Kvam Energi har oversikt over installert effekt på alle veglysarmaturene i sitt nett, og har hatt dette i 30 år. Kommunen har leid Kvam Energi til å gjennomføre vedlikeholdsarbeid på veglyset. Dersom det for eksempel blir installert en mer energieffektiv lyspære i en armatur blir dette meldt inn og oppdatert i Kvam Energi sine systemer.

Til avregning av det umålte veglyset benytter Kvam Energi en brukstid på 4 000 timer. Nettselskapet har over flere år gjennomført kontroller med timemåling for å sikre at brenntiden som ligger til grunn for avregning stemmer med den faktiske brenntiden. Erfaringen fra kontrollene var at dette stemte svært godt.

Fordi Kvam Energi har korrekte verdier av både installert effekt og brenntid på det umålte veglyset mener de at «beregning» er et mer presist begrep enn «estimering» av strømforbruket. De umålte anleggene behandles som målte anlegg inn mot Elhub. Månedlige estimater av strømforbruket til det umålte veglyset blir likevel ikke helt korrekt, fordi lysene styres av fotoceller. Estimatene vil dermed være for høye i lyse årstider og for lave i mørke årstider, men summen over året vil være korrekt.

Elvia AS er Norges største nettselskap, og er en sammenslåing av Eidsiva Nett og Hafslund Nett. Elvia leverer strøm til omtrent 2 millioner mennesker i Innlandet, Viken og Oslo. Elvia har derfor en rekke ulike veglyseiere som kunder, og de har ikke én samlet oversikt over alt det umålte veglyset i sitt nett. Ifølge Elvia er det stor forskjell på hvor gode de ulike veglyseierne har vært på å tilrettelegge for måling av det umålte veglyset. Noen veglyseiere har vært gjennom større prosesser for å få til måling på det umålte veglyset, men det er også områder hvor det er en del umålt.

For å estimere strømforbruket til det umålte veglyset benytter Elvia et påslag på 20 prosent for energitap i ledningsnett samt forkoblingsutstyr i armatur. En rapport av Norconsult (2007) kom frem til at tapsprosenten kunne variere mellom 12,5 og 25 prosent, så påslaget på 20 prosent representerer en gjennomsnittsbetraktning. Dette

innebærer at formelen Elvia benytter for å estimere strømforbruket til umålte enkeltarmatur er:

$$Installert\ effekt\ \times 4\,000\ timer\ \times\ 1{,}2$$

I følge Elvia er det gjennomført en del kartleggingsjobb over det umålte veglyset, og de har som praksis at dersom en installatør gjennomfører et lampeskift så skal dette meldes inn, slik at en eventuell effektendring blir registrert. Tilbakemeldingen fra Elvia var samtidig at det ikke var noen automatikk i at dette ble meldt inn. Når de har kjørt kontroller på noe av det umålte veglyset har det vist seg at man har dårlig oversikt over det som sitter i de umålte armaturene.

3.3 Alternativ 1: AMS

3.3.1 Kort om AMS-måling

AMS, eller «Avanserte måle- og styringssystemer», er standarden for måling av strømforbruk i Norge i dag.

Når veglys måles med AMS er den vanlige løsningen at måleren sitter i et tilknytningsskap (tennskap). I tilknytningsskapet finnes tilknytningspunktet der strømforsyningen skifter eierskap fra nettselskap til veglyseier. Dette er altså punktet der kundene henter strøm fra nettselskapets distribusjonsnett. Ut fra tilknytningsskapet går det igjen en egen krets som forsyner strøm til flere veglysarmaturer. AMS måler derfor det samlede strømforbruket til alle lysarmaturene, og eventuelt andre ting, som er koblet på den samme kretsen. Dette omtales også som fellesmåling. AMS sender i dag måleverdier per time direkte inn i nettselskapenes måleverdikjede, og de skal kunne stilles om slik at de sender inn måleverdier per 15 minutter.

AMS er i utgangspunktet den foretrukne målemetoden blant nettselskapene som ble intervjuet. Måling med AMS innebærer lite arbeid for nettselskapene, fordi måleverdier overføres automatisk, og det er gode systemer på plass som for eksempel melder fra om jordfeil. Samtidig var det noen nettselskap som påpekte at AMS ikke er problemfritt – det dukker naturligvis opp feil som at måleren faller ut. Desto viktigere er derfor kravet om at AMS skal sikre at lagrede data ikke går tapt ved spenningsavbrudd, slik at det for eksempel kan estimeres og korrigeres når riktige verdier kommer inn senere.

De fleste nettselskapene er enige om at de i utgangspunktet ønsker alt veglyset målt, og da fortrinnsvis med AMS. Samtidig gav også alle uttrykk for at det finnes tilfeller hvor det ikke er hensiktsmessig at veglyset skal måles med AMS, fordi det blir uforholdsmessig dyrt å gjennomføre. Det var derimot stort sprik mellom hvilke tilfeller de ulike nettselskapene (og veglyseierne) mente det var hensiktsmessig å gjennomføre måling på, og ikke. Veglysanlegg kan ha svært ulike kjennetegn, og det er derfor utfordrende å komme med et enkelt svar på hvilke tilfeller det er hensiktsmessig å måle med AMS.

3.3.2 Tilrettelegging for AMS

For at veglysanlegg som ikke måles skal kunne måles med AMS er det særlig to ting som må være på plass:

1. Det må eksistere et tilknytningsskap med stor nok plass til at det kan installeres AMS-måler.
2. Veglyset må være koblet på en egen krets som tilhører veglyseier, med eget tilknytningspunkt i tilknytningsskapet.

Å tilrettelegge for måling betyr dermed å sørge for at disse to tingene er på plass. Selv om det i dag finnes veglysanlegg som er tilrettelagt for måling og som ikke måles, er tilbakemeldingen fra intervjuene at de umålte veglysanleggene i hovedsak er anlegg som ikke er tilrettelagt for måling. Hva det innebærer å tilrettelegge for måling avhenger av lokale forhold og kjennetegn på veglysanleggene. Basert på overordnede kjennetegn på veglysanleggene har vi identifisert følgende typer umålte veglysanlegg som ikke er tilrettelagt for måling:

- *Tilknytningspunkt i et lite tilknytningsskap*
- *Tilknytningspunkt i nettstasjon*
- *Flere lyseiere i felles tilknytningspunkt*
- *Veglysarmatur med tenntråd på distribusjonsnettet*

Det er knyttet en viss usikkerhet til hvor utbredt de ulike typene umålte veglysanlegg er i Norge. Vi har kun intervjuet et mindre utvalg aktører som har kjennskap til veglyset i sine lokale områder, og det er store lokale variasjoner knyttet til både hvor mye veglys som er umålt, og hvilke typer umålte veglysanlegg som eksisterer.

Tilknytningspunkt i et lite tilknytningsskap

De minst problematiske veglysanleggene som ikke er tilrettelagt for måling er anleggene hvor det eksisterer en egen veglyskrets og et tilknytningspunkt, men hvor tilknytningsskapet er for lite til å installere AMS. For å kunne tilrettelegge for AMS kan man enten utvide det eksisterende tilknytningsskapet, sette opp et større tilknytningsskap eller et sette opp et eget måleskap ved siden av det eksisterende tilknytningsskapet. De intervjuede aktørene gav inntrykk av at det er relativt enkelt og lite kostnadskrevende å tilrettelegge for måling i slike tilfeller.

Tilknytningspunkt i nettstasjon

Det finnes tilfeller hvor veglyset er samlet i en egen krets, men hvor tilknytningspunktet sitter inne i nettselskapet sin nettstasjon. Det er i praksis mulig å etablere AMS på tilknytningspunktet i nettstasjonen, men dette er en lite ønskelig løsning og virker å være lite utbredt. Dette er blant annet fordi adgang til nettstasjonene krever høyspentsertifisering, og veglyseier skal i utgangspunktet ha adgang til tilknytningspunktet. For å flytte tilknytningspunktet ut av nettstasjonen må det settes opp et tilknytningsskap på utsiden av nettstasjonen, og det må føres en forsyningsledning fra nettstasjonen til tilknytningsskapet. Å flytte tilknytningspunktet ut av nettstasjonen er i seg selv ikke nødvendigvis en komplisert og kostnadskrevende aktivitet. Flere av nettselskapene kommenterte at mange nettstasjoner allerede har blitt eller er under ombygging, og at disse tilknytningspunktene nå er målt med AMS i tilknytningsskap. Andre trakk frem at dette fortsatt var en pågående prosess flere steder, og at en betydelig andel av det umålte veglyset i deres område var slike anlegg.

Flere lyseiere i felles tilknytningspunkt

Det er ikke nødvendigvis slik at veglyset til en veglyseier er samlet i en egen krets, men heller at veglyseier deler tilknytningspunkt med andre kunder av nettselskapet. For eksempel kan det være slik at det på én krets er tilkoblet veglys fra flere forskjellige veglyseiere, for eksempel både kommunen, fylkeskommunen og Statens vegvesen. Det kan også være at private veglyseiere er koblet på den samme kretsen, eller at andre strømforbrukende ting som fotobokser og parkeringsautomater er koblet på. Selv om det kan være tilrettelagt for AMS i det enkelte tilknytningspunktet, vil AMS i så tilfelle måle strømforbruket til alle de ulike eierne samlet. Det kan også være tilfellet at dette felles tilknytningspunktet sitter i nettstasjonen.

Dersom det skal tilrettelegges for måling i tilfeller med felles tilknytningspunkt er det nødvendig å splitte opp det eksisterende nettet slik at hver veglyseier får sin egen veglyskrets og tilknytningspunkt. Å etablere nye tilknytningsskap for hvert tilknytningspunkt er ikke utfordrende å gjennomføre, men å splitte det eksisterende nettet og etablere flere separate veglyskretser kan bli svært dyrt. Årsaken er at man i flere tilfeller må sette i gang gravearbeid for å etablere de nye kretsene.

Flere av intervjuobjektene oppga at en stor del av det umålte veglyset i deres område hadde felles tilknytningspunkt, men her er det geografiske forskjeller. Felles tilknytningspunkt er naturlig nok vanligst i kommuner hvor det er mye fylkesvei og riksvei, og hvor disse veiene ligger tett på de kommunale veiene.

Veglysarmatur med tenntråd på distribusjonsnettet

Noen veglysarmaturer henter strøm direkte fra nettselskapenes distribusjonsnett/lavspenningsnett, uten at det eksisterer et tradisjonelt tilknytningspunkt. I slike tilfeller er veglyset elektrisk koblet mellom nettselskapets ene fase i distribusjonsnettet og en separat tenntråd. Med en slik kobling er det teknisk umulig å måle med AMS uten større ombygging av anlegget. For å tilrettelegge for AMS må anlegget bygges om til et eget separat veglysanlegg, der det enten må henges opp nye veglysledninger eller graves ned veglyskabler, samt at det må oppføres et tilknytningsskap.

Å tilrettelegge for måling når veglysarmatur er koblet med tenntråd kan bli kostnadskrevende, blant annet hvis man må grave for å legge kabler. Det var flere av intervjuobjektene som trakk frem at det umålte veglyset i deres område i hovedsak var veglysarmatur med tenntråd på distribusjonsnettet.

Boks 3-2: Eksempler på kjennetegn ved umålte veglysanlegg

Bærum kommune drifter 21 000 veglysarmaturer. I samme område har også **Statens vegvesen** og **Viken fylkeskommune** henholdsvis 1 200 og 3 000 veglysarmaturer. Veglysarmaturene som driftes av Bærum

kommune er fordelt på 600 tilknytningspunkt, hvorav 93 tilknytningspunkt (som forsyner 7 100 armaturer) måles med AMS. Det er altså omtrent 500 tilknytningspunkt (som forsyner nesten 14 000 armaturer) som ikke måles. Omtrent alle de umålte veglysanleggene i Bærum kommune har tilknytningspunkt i nettselskapets nettstasjoner, og rundt 150 av de 500 umålte tilknytningspunktene er felles mellom Bærum kommune, Statens vegvesen og/eller Viken fylkeskommune.

Glitre Energi Nett hadde ikke oversikt over antallet umålte tilknytningspunkter eller armaturer, men oppga at strømforbruket til det umålte veglyset de siste 12 månedene var på 14,2 GWh, og det målte var på 5,1 GWh. I intervjuet ble det oppgitt at det umålte veglyset i hovedsak var eldre anlegg som er koblet direkte på distribusjonsnettet.

3.3.3 Kostnadsfordeling

Når det igangsettes arbeid med å måle umålte veglysanlegg oppstår det kostnader for både veglyseier og nettselskap. Hvilke kostnader som oppstår avhenger som nevnt av kjennetegn på det aktuelle veglysanlegget, men hvordan kostnadene skal fordeles er fastsatt. I henhold til Olje- og energidepartementets (OED) vedtak i klagesak 01228-4 fra 2009 skal nettselskap bekoste selve måleren og installasjon av denne på vanlig måte. Kostnader ved tiltak i veglysinstallasjoner skal dekkes av veglyseier. Kostnader for å tilrettelegge for måling skal dermed dekkes av veglyseier.

3.4 Alternativ 2: Armaturmåling

3.4.1 Leverandører av armaturmåling

Enkelte nettselskap i Norge har de siste årene godtatt måleverdier fra armaturmåling i tillegg til AMS for veglyset. Armaturmåling innebærer at strømmåleren sitter i selve lysarmaturen og måler strømforbruket til armaturen den er installert i. Det er per i dag kun leverandøren Datek Light Control AS (DLC) som har en løsning med armaturmåling som godtas av norske nettselskaper. Dette er også den eneste armaturmåleren som per i dag er godkjent som klasse 2 strømmåler av Justervesenet.

3.4.2 Teknisk løsning

Løsningen som er i bruk per i dag innebærer at armaturmåleren er en integrert del av en armaturenhet/styringsnode som installeres i en lysarmatur. Armaturenheten kan installeres i en ny armatur før armaturen settes opp, eller den kan installeres i en eksisterende armatur. Armaturenheten gjør det mulig for veglyseier å styre og motta informasjon om hver enkelt veglys, for eksempel skru det på/av eller dimme det etter ønske. Armaturenheten kommuniserer med en Gateway-enhet gjennom etableringen av et Wireless Personal Area Network (WPAN) basert på 2,4 GHz ZigBee radio. Gateway-enheten kommuniserer med og samler informasjon fra flere armaturenheter[5]. Gateway-enheten kommuniserer igjen med en sentral server i nettskyen gjennom GSM/GPRS/SMS og Fiber/Ethernet. Denne serveren kan alle brukere koble seg opp på via internett på PC, nettbrett eller mobiltelefon. En illustrasjon av den tekniske løsningen for kommunikasjon med armaturene finnes i Figur 3-1.

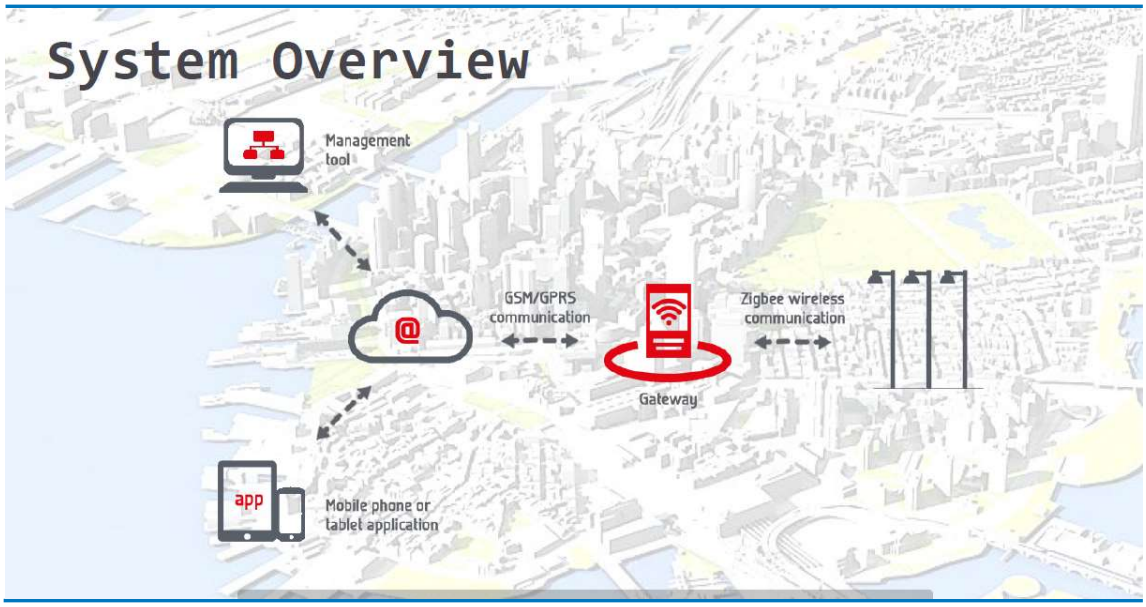
Armaturmåleren sender og oppdaterer jevnlig en rekke ulik informasjon på serveren. Informasjon som er tilgjengelig er spenning, strømtrekk, fasevinkel, temperatur, dimmeverdi, lampeeffekt og kommunikasjonskvalitet. All data logges i nettskyen med 10 minutters intervaller, og ved kommunikasjonsfeil lagres data lokalt og overføres automatisk når linjer gjenopprettes. Hvis kommunikasjon mellom Gateway og armaturenhet faller ut genereres en alarm om nodefeil. Lignende alarmer genereres også ved for eksempel jordfeil og lampefeil. Hvis en lampe trekker mindre strøm enn forventet ut fra lampens nominelle wattstyrke og dimmenivå vil det genereres en alarm om lavt strømforbruk.

Armaturmålerne fra DLC har ved store prosjekter en garanti på 5 år. I intervjuene med de som har kjennskap til armaturmåling ble det oppgitt at armaturenheten med armaturmåleren bør ha en forventet levetid på mellom 15 og 20 år[6].

[5] Opp mot 1 000 armaturenheter ifølge DLC

[6] Blant de vi intervjuet var det Øvre Eiker Nett som hadde benyttet armaturmåling lengst. De eldste armaturmålerne de har i bruk er omtrent 10 år gamle.

Figur 3-1: Kommunikasjon med armaturmåleren



Kilde: Datek Light Control

3.4.3 Armaturmåling i praksis

Blant nettselskapene vi har intervjuet er det Norgesnett og Øvre Eiker Nett som godtar måleverdier fra armaturmåling[7], og avregner veglyseier basert på dette. Blant deres kunder er det henholdsvis Fredrikstad kommune og Øvre Eiker kommune som har installert armaturmålere[8].

I Fredrikstad og Øvre Eiker benyttes ikke måleverdiene fra samtlige av de armaturmålte veglysene til avregning. Armaturenheter med armaturmålere er installert både i armaturer som allerede måles med AMS, og i armaturer som i utgangspunktet var koblet på distribusjonsnettet med tenntråd. I tilfellene der armaturene allerede måles med AMS benytter nettselskapene måleverdier fra AMS til avregning, mens armaturene som er koblet rett på distribusjonsnettet avregnes basert på verdier fra armaturmålerne.

Fordi armaturmåleren er en integrert del av armaturenheten som brukes til å styre de enkelte armaturene, er det utfordrende å identifisere kostnaden for selve armaturmåleren. Der armaturmåling er i bruk i dag har derfor nettselskap og veglyseier inngått en avtale om at det er veglyseier som dekker kostnaden for selve måleren og installasjon av armaturenheten.

Figur 3-2: Monterte armaturenheter

Armaturenheter montert, fra venstre: utvendig, på stolpe og internt i armaturen.
Kilde: Datek Light Control

[7] Rakkestad Energi Nett godtar også måleverdier fra armaturmåling, men vi har ikke kjennskap til konkrete forhold ved deres løsning annet enn at de også benytter DLC

[8] Norgesnett oppgav i intervjuet at deres kunde Nesodden kommune også var i prosessen med å innføre armaturmåling

3.4.4 Underalternativer for innsending av måleverdier

Måleverdiene fra armaturmålerne kan innhentes på armaturnivå, men blir per i dag oversendt til nettselskap på et mer aggregert nivå. I nettselskapenes måleverdisystemer og i Elhub registreres dermed måleverdiene i fiktive målepunkt. Det finnes to løsninger (underalternativer) på hvordan nettselskap kan motta måleverdiene fra de armaturmålte armaturene:

- Underalternativ a): Måleverdiene sendes i en Excel/CSV-fil
- Underalternativ b): Måleverdiene registreres automatisk i måleverdikjeden

Per i dag er det kun underalternativ a) som er i bruk av nettselskapene som godtar armaturmåling. Samtidig påpekte alle aktørene som har erfaring med armaturmåling at underalternativ b) er fullt gjennomførbart og realistisk å få til.

Underalternativ a): Måleverdiene sendes i en Excel/CSV-fil

Løsningen innebærer at DLC mottar måleverdier fra armaturene via serveren i nettskyen. DLC sender videre aggregerte måleverdier til nettselskapet i en Excel/CSV-fil på tidspunktene som er avtalt mellom veglyseier og nettselskap. Nettselskap registrerer videre de mottatte måleverdiene i sine avregningssystemer, og verdiene rapporteres derfra til Elhub. I Elhub blir måleverdiene registrert under fiktive målepunkt, og anleggene behandles som profilmålte. Underalternativ a) innebærer altså korrekt avregning av veglyset, men måleverdiene registreres ikke like sømløst inn i måleverdikjeden som med AMS.

Boks 3-3: Eksempler på måleverdikjeden med underalternativ a)

Norgesnett avregner **Fredrikstad kommune** basert på armaturmåling. Norgesnett mottar målerstander for de armaturmålte veglysene en gang per måned. Måleverdiene er aggregert per nettstasjon per måned, og Fredrikstad kommune avregnes ett fastledd per nettstasjon for de armaturmålte veglysene. Norgesnett importerer verdiene manuelt inn i sine avregningssystemer, og derfra rapporteres de videre til Elhub. Norgesnett anslår at de bruker 4-5 timer på dette hver måned.

Øvre Eiker Nett avregner **Øvre Eiker kommune** basert på armaturmåling. Øvre Eiker Nett mottar målerstander for de armaturmålte veglysene en gang per uke. Måleverdiene er aggregert i fem soner. Den oversendte filen med måleverdier overføres direkte til en mappe, og verdiene lastes da automatisk opp i kundeinformasjonssystemet (KIS). Øvre Eiker Nett påpekte at det var minimalt med manuelt arbeid knyttet til de armaturmålte veglysene.

Underalternativ b): Måleverdiene registreres automatisk i måleverdikjeden

At måleverdiene registreres automatisk i måleverdikjeden innebærer at måleverdiene blir innrapportert på samme måte som verdiene fra AMS. Måleverdiene skal da ha en registreringsfrekvens på maksimalt 15 minutter, og daglig overføres til avregningsansvarlig innen klokken 07.00 etter at driftsdøgnet er avsluttet. Dette underalternativet innebærer dermed normalt ikke manuelt arbeid for nettselskap, fordi måleverdiene overføres automatisk. Underalternativ b) fremstår dermed som det beste tekniske alternativet.

Til tross for at underalternativ b) ikke er i bruk per i dag er det ifølge både Norgesnett og Øvre Eiker Nett realistisk å gjennomføre. I den opprinnelige avtalen mellom Norgesnett og Fredrikstad kommune var det faktisk planlagt å benytte underalternativ b), men dette gikk aktørene bort fra før løsningen ble utprøvd. Årsaken var, ifølge Norgesnett, manglende avtale/regulering knyttet til hvem som er ansvarlig dersom måleverdiene blir forsinket. Mer konkret påpekte Norgesnett at siden nettselskap ikke har tilgang til måleren er de avhengige av tredjepart for å rette feil på måleren. Norgesnett var dermed bekymret for at måleverdiene kunne bli forsinket i henhold til Elhubs frister for daglig rapportering. Norgesnett var som sagt positiv til underalternativ b), men oppga at *«(…) det fordrer en avtale mellom gatelyseier/måleverdiansvarlig for gatelys om daglig rapportering ihht. Elhubs frister og hvordan avvik i forhold til dette skal håndteres.»*.

For at underalternativ b) skal fungere må systemene som i første ledd håndterer måleverdiene være kompatible med nettselskapene sine datasystemer. Ifølge Norgesnett kan systemet som Fredrikstad kommune har valgt fra DLC fungere med underalternativ b), og overføringen vil foregå elektronisk gjennom etablert grensnitt

mellom Norgesnett sin måleverdidatabase. Øvre Eiker Nett anslo at en mindre engangsinvestering var nødvendig for å gå over fra underalternativ a) til b).

3.4.5 Dagens omfang av armaturmåling

Blant veglyseierne vi intervjuet var det Fredrikstad kommune og Bærum kommune som hadde armaturenheter med armaturmåling, og nettselskapene Norgesnett og Øvre Eiker Nett som godtar måleverdier fra armaturmåling. I tillegg har vi kjennskap til at Rakkestad Energi Nett aksepterer armaturmåling.

I Fredrikstad kommune vil de per 01.09.2020 ha 725 armaturer som er koblet direkte i Norgesnett sitt distribusjonsnett, og som avregnes basert på måleverdiene fra armaturmålerne. I tillegg har de ca. 2 275 armaturer med armaturenheter, men som er tilknyttet eksisterende tilknytningsskap og som måles med AMS. Totalt i kommunen har de omtrent 12 000 veglysarmaturer. Det totale strømforbruket til veglyset er på omtrent 4,2 GWh, og det som per i dag er umålt utgjør 2,8 GWh.

I Øvre Eiker kommune har de omtrent 1 900 armaturer som måles med armaturmåling. Totalt er det 5 000 armaturer i kommunen.

I Bærum kommune har de installert armaturenheter med armaturmåling i store deler av veglyset. Deres nettselskap, Elvia, godtar ikke måleverdiene fra armaturmålerne. Dette innebærer at Bærum kommune avregnes basert på estimert strømforbruk for armaturer med armaturmåling som ikke måles med AMS. Per juni 2020 hadde Bærum kommune totalt 5 490 armaturer med armaturenheter, hvorav 1 100 måles med AMS og 4 400 estimeres. Totalt drifter Bærum kommune 21 000 veglysarmaturer, hvorav 13 878 armaturer ikke måles med AMS.

3.4.6 Erfaringer fra de som bruker armaturmåling

Nettselskapene og veglyseierne som benytter armaturmåling i dag har generelt gode erfaringer med metoden. Løsningen som er i bruk i dag har rom for forbedringspotensial, men det fremstår som at mye av dette kan løses med bedre regulering. Både Norgesnett og Øvre Eiker Nett var av den oppfatning at det at de hadde åpnet opp for armaturmåling hadde bidratt til at en større andel av veglysene i deres nett var målt, sammenlignet med om de ikke hadde åpnet for armaturmåling.

På spørsmål om det var mye manuelt arbeid og feil med armaturmåling mente begge nettselskap at de hadde lite arbeid knyttet til armaturverdiene. I hovedsak er det manuelle arbeidet med armaturmåling knyttet til kvalitetssikring av verdiene. Øvre Eiker påpekte at det ikke er noe mer feil med armaturmålerne enn det er med AMS.

4. Virkninger av alternativer for måling av veglysanlegg

4.1 Identifiserte virkninger av alternativer for veglysmåling

Vi har identifisert flere virkninger av de ulike alternativene for måling av veglys. Virkningene er identifisert gjennom intervjuer med ulike aktører, deriblant nettselskap og veglyseiere. Virkningene betegner nytten og kostnaden som oppstår ved veglysmåling sammenlignet med nullalternativet, altså estimering. De identifiserte virkningene er inndelt i følgende kategorier:

- **Kostnader i måleverdikjeden**: Hvilke kostnader oppstår i forbindelse med metoden, herunder kostnader til:
  - Måler
  - Installasjon av måler
  - Tilrettelegging for måling
  - Innsamlingssystemer
  - Andre kostnader
- **Effektiviteten i veglysnettet**: Hvilken betydning har metoden på effektiviteten i veglysnettet?
- **Fordelingsvirkninger**: Hvordan fordeler virkningene seg blant de involverte aktørene?

I de neste delkapitlene beskrives nullalternativet/sammenligningsgrunnlaget, og de nevnte virkninger for nullalternativet, alternativ 1 og 2. I tillegg vurderer vi hvor gjennomførbare de ulike metodene er.

4.2 Informasjon om nullalternativet

4.2.1 Kostnader i måleverdikjeden av nullalternativet

Siden nullalternativet ikke innebærer faktisk måling er det ingen kostnader knyttet til måler og installasjon av måler, eller til tilrettelegging for måling. Det er derimot kostnader forbundet med rapportering av de estimerte måleverdiene i nettselskapenes innsamlingssystemer, samt kostnader knyttet til selve estimeringen av måleverdiene.

Det er utfordrende å tallfeste kostnadene knyttet til estimering av måleverdier og overføring av måleverdiene i innsamlingssystemene. Dette skyldes blant annet at praksis for estimering av veglys varierer mellom nettselskap, og nettselskapene og veglyseierne som ble intervjuet opplevde det som utfordrende å oppgi et anslag på deres kostnader knyttet til det umålte veglyset.

I noen tilfeller er det nettselskap som holder oversikt over det umålte veglyset, i andre tilfeller har veglyseier og nettselskap løpende dialog om det umålte veglyset. Noen opererer med Excel-ark for å ha orden på det umålte veglyset, andre har investert i fulle driftssystemer som blant annet har kartfunksjonalitet over veglysene. For eksempel har Bærum kommune et slikt system som koster mellom 600 000 og 700 000 kroner årlig. Fordi systemet brukes til mer enn kun å dokumentere det umålte veglyset er det derimot utfordrende å fordele kostnadene på ulike bruksområder.

Det kan være betydelige totalkostnader i måleverdikjeden knyttet til nullalternativet, for eksempel kostnader ved å holde oversikt over og estimere strømforbruket til det umålte veglyset. Samtidig fremstår totalkostnaden per umålte armatur som relativt lav.

4.2.2 Effektiviteten i veglysnettet

Hvilke virkninger nullalternativet har på veglysnettet avhenger av i hvilken grad nettselskap har oversikt over og avregner veglyseier basert på armaturenes faktiske brenntid og effekt. Om nettselskap ikke avregner det umålte veglyset basert på faktisk brenntid og effekt vil det gi disinsentiver til å bytte ut gamle og lite energieffektive lysarmatur. Dette skyldes at veglyseier i så fall ikke får den fulle gevinsten i form av lavere strømforbruk, ved å bytte til mer energieffektive og trafikksikre armaturer.

4.2.3 Fordelingsvirkninger

Uavhengig av hvordan løsningen for nullalternativet er gjennomført så ligger en del av kostnadene hos nettselskapene. Det er nettselskapene som gjennomfører selve estimeringen, samt legger de estimerte måleverdiene inn i sine innsamlings-systemer. Dersom veglyseier har oversikt over og melder inn effekt og eventuelt brenntid for veglyset tilfaller også deler av kostnadene veglyseier.

Nullalternativet kan føre til både høyere og lavere strømregning for veglyskundene enn det som tilsvarer deres reelle forbruk. Hvordan dette slår ut varierer mellom kundeforhold.

4.2.4 Gjennomførbarhet

Nullalternativet beskriver dagens situasjon for det umålte veglyset, og er derfor åpenbart gjennomførbart.

4.3 Virkninger av alternativ 1: AMS

Alternativ 1 innebærer å innføre AMS på veglys som i dag står umålt.

4.3.1 Kostnader i måleverdikjeden av AMS

Kostnader knyttet til selve AMS-måleren, samt installasjon av AMS er relativt uavhengig av lokale forhold. Kostnader for selve AMS-måleren ligger på mellom 600 og 1 000 kr, og mellom 1 000 og 3 000 kroner for installasjon av selve måleren i tilknytningspunktet. Én AMS-måler kan i teorien måle et ubegrenset antall armaturer, og kostnad for måler og installasjon er uavhengig av antall armaturer.

Kostnadene ved tilrettelegging for måling varierer med de lokale forholdene. I de enkleste tilfellene hvor det kun skal settes opp et nytt tilknytningsskap med plass til AMS, kan kostnadene komme på omtrent 10 000 kr. Kostnadene øker ettersom mer arbeid må gjøres for å tilrettelegge, og dersom man må grave øker kostnadene raskt. Dersom man må grave for å legge en egen veglyskrets avhenger i tillegg kostnadene av antall armaturer som skal kobles på kretsen, distansen som må graves samt andre lokale forhold som øvrig infrastruktur og bebyggelse. Flere av intervjuobjektene oppga at tilretteleggingen fort kunne komme på 300 000 – 350 000 kroner eller mer.

Alle nettselskap får allerede innrapportert måleverdier fra AMS. Nettselskapene betaler lisenskostnader for sine systemer, og kostnadene er knyttet opp mot antall AMS-målere. Denne kostnaden kan typisk ligge på mellom 50 og 200 kroner årlig per AMS-måler. Det oppstår dermed noen økte kostnader i måleverdisystemet knyttet til dette alternativet.

Fordi kostnadene i måleverdikjeden ved AMS varierer med de lokalene forholdene samt antall armaturer som måles av den ene måleren, kan både totalkostnaden og kostnad per armatur bli alt fra svært høy til svært lav.

4.3.2 Effektiviteten i veglysnettet

Overgang til AMS for det umålte veglyset vil ha flere positive virkninger på veglysnettet. Først og fremst vil det bidra til faktisk måling og dermed korrekt avregning av veglyseiere. Måling gir insentiver til å unngå overforbruk, og kan derfor gjøre veglyseiere mer observante på sitt eget strømforbruk. I tilfeller hvor det ikke er jordfeilovervåkning i nettstasjonen vil overgang til AMS bidra til at man får jordfeilovervåkning i tilknytningspunktet.

Kostnadene ved overgang til AMS kan være høye for veglyseier. Om mye av det umålte veglyset skal måles med AMS kan det dermed være at veglyseiere må prioritere overgang til AMS heller enn å bytte ut gamle armaturer med nye. Alternativ 1 kan dermed fortrenge investeringer i moderne, energieffektivt og mer trafikksikkert veglys.

En annen virkning av måling med AMS er at man får et rigid veglysnett. I områder hvor det er flere store veglyseiere kan eierskapet endres mellom dem. Bærum kommune oppga at det var flere tilfeller hvor de hadde tilrettelagt for AMS, og hvor deler av veglyskretsen senere ble omklassifisert til for eksempel fylkesvei. For å kunne måle med AMS måtte det dermed tilrettelegges for måling på nytt. Hyppigheten av slike hendelser kan ha en sammenheng med nylig kommune- og fylkessammenslåing, men Bærum kommune påpekte at slike omklassifiseringer skjer relativt ofte.

4.3.3 Fordelingsvirkninger

Hvis det må tilrettelegges for måling vil den største andelen av kostnadene ved overgang til AMS normalt tilfalle veglyseier. Nettselskap skal dekke kostnaden ved selve måleren samt installasjon av denne. Veglyseier skal på sin side dekke kostnadene ved tilrettelegging for måling, og dette er en kostnad som ofte kan være betydelig høyere enn kostnadene som dekkes av nettselskap.

Samtidig som størstedelen av kostnadene dekkes av veglyseier virker det som at det i hovedsak er nettselskap som får de positive virkningene av å få veglyset målt. AMS-måling gjør at nettselskap for eksempel får jordfeilmåling, mindre manuelt arbeid, avregning på alle faser (både reaktiv og aktiv last), data på maksimalt forbruk i en periode, melding ved utfall av strøm eller hvis strømmen ikke har kommet tilbake.

4.3.4 Gjennomførbarhet

Alle nettselskap får i dag innrapportert måleverdier fra AMS, og en stor del av dagens veglys måles med AMS. Sånn sett fremstår AMS som et gjennomførbart alternativ for det umålte

veglyset. Deler av dagens veglys er umålt fordi kostnadene ved AMS er uforholdsmessig store sammenlignet med veglysets strømforbruk samt nytten ved å få det målt. I ekstremtilfeller kan det koste flere hundre tusen kroner å måle enkeltlys som i dag er koblet direkte på strømnettet. AMS er likevel teknisk gjennomførbart for det resterende umålte veglyset.

4.4 Virkninger av alternativ 2: Armaturmåling

4.4.1 Kostnader i måleverdikjeden av armaturmåling

Kostnader til måler og installasjon

Selve måleren ved armaturmåling er en integrert del av armaturenheten (styringsnoden). Kostnaden for selve måleren er derfor vanskelig å skille ut fra kostnaden for armaturenheten. Våre informanter oppgav at styringsenheten koster omtrent 800 til 1 000 kr, og enkelte påpekte at kostnaden var på vei ned.

Armaturenheten kan installeres i en eksisterende LED-armatur, eller den kan installeres i en ny armatur på fabrikken, før lysarmaturen sendes ut og blir montert. Installasjonskostnadene avhenger naturligvis av hvor lang tid det tar å montere armaturenheten eller en ny lysarmatur. Flere av intervjuobjektene oppga at montering av ny lysarmatur typisk tar mellom 15 og 30 minutter. Det var også flere som påpekte at montering av armaturenhet i eksisterende lysarmatur og montering av ny lysarmatur koster omtrent det samme, og normalt ligger på mellom 700 og 1 500 kr. Inkludert i dette er arbeidskostnaden ved å integrere/synkronisere armaturenheten i styringssystemene.

I tilfeller der lyset skiftes for å få målt forbruket kan kostnaden av installasjonen sies å være armaturkostnaden, inkludert montasje. De intervjuede aktørene som hadde erfaring med armaturmåling oppga at armaturene de benyttet hadde en kostnad på mellom 2 500 kroner og 7 500 kr. I tilfeller der armaturenheten skal skiftes av andre årsaker kan installasjonskostnaden knyttet til måleren være omtrent null.

Måleverdikjedekostnader per underalternativ

Siden det er to underalternativer for innsending av måleverdier avhenger kostnad for innsamlingssystemer av hvilket underalternativ som velges. Kostnaden er usikker for begge underalternativene, fordi den avhenger av nettselskapenes eksisterende systemer.

Underalternativ a), altså at måleverdiene sendes i en Excel/CSV-fil, medfører noe manuelt arbeid og dermed variable kostnader forbundet med dette. Norgesnett og Øvre Eiker Nett oppgav samtidig at det var lite manuelt arbeid med underalternativ a). Norgesnett anslo at de brukte 4-5 timer i måneden på innrapportering av måleverdiene fra armaturmålerne. Øvre Eiker Nett oppga at det eneste de behøvde å gjøre var å legge de mottatte filene med måleverdier i en egen mappe, og at det dermed var minimalt med manuelt arbeid. Kostnadene for innsamlingssystemer ved underalternativ a) synes dermed å være små.

Underalternativ b), altså at måleverdiene registreres automatisk i måleverdisystemet, er ikke i bruk i dag. Kostnadene avhenger av i hvilken grad systemene for innrapportering av måleverdier er kompatible med nettselskapenes eksisterende innsamlingssystemer, eventuelt om nettselskapene må ta i bruk et tilleggssystem. Både Norgesnett og Øvre Eiker Nett vurderte å ta i bruk dette underalternativet, og det var ikke kostnadene som gjorde at underalternativet foreløpig er valgt bort. Et nettselskap anslo en svært beskjeden engangsinvestering dersom de skulle motta måleverdiene automatisk inn i sine systemer. Et annet nettselskap anslo at dette kunne være vanskelig og implisitt dyrt. Forskjellene kan skyldes ulike måleverdikjeder og varierende erfaring med og innstilling til armaturmåling. Kostnadene knyttet til måleverdikjedetilpasning i underalternativ b) er usikker ettersom dette ennå ikke er blitt utprøvd i Norge.

Eventuelle andre kostnadsvirkninger

Armaturmåling kan bidra til å redusere andre kostnader for veglyseierne. Flere veglyseiere driver med intern avregning av veglysets strømforbruk, for eksempel til ulike avdelinger i en kommune. Hvis dette veglyset er umålt må veglyseierne også estimere strømforbruket som de skal avregne sine interne kunder for. Ved overgang til AMS vil ikke nødvendigvis dette veglyset måles separat, og veglyseierne må derfor fortsette å estimere deler av det målte strømforbruket. Overgang til armaturmåling gjør at kostnadene knyttet til denne estimeringen forsvinner, fordi veglyseier kan skille på det interne strømforbruket.

4.4.2 Effektiviteten i veglysnettet

En følgevirkning av armaturmåling er at veglysnettet oppgraderes og effektiviseres. I seg selv fører det å bytte ut gamle veglysarmaturer med moderne LED-armaturer til lavere energiforbruk. Styringssystemene som følger med armaturenheten muliggjør ytterligere energieffektiviseringstiltak, som dimming av lyset.

Armaturenheten som måleren er en integrert del av muliggjør også effektivisering av drift og vedlikehold av veglysnettet. Styringssystemene kan oppgi detaljert informasjon om enkeltarmaturer, for eksempel om jordfeil, om pæren er varm eller ikke fungerer. Dersom det oppstår feil i en armatur, for eksempel jordfeil eller lysfeil, kan systemet melde fra om dette til entreprenør direkte, og det legges inn en bestilling for å fikse problemet. Styringssystemene fjerner dermed en del av det manuelle arbeidet med drift og vedlikehold av veglyset.

4.4.3 Fordelingsvirkninger

Fordeling av kostnadene ved armaturmåling er ikke forskriftsbestemt per i dag på samme måte som kostnadene ved AMS. Nettselskapene og veglyseierne som bruker armaturmåling i dag har inngått avtaler for hvordan kostnadene skal fordeles, og de har alle fordelt kostnadene på samme måte. Fordi måleren er en integrert del av armaturenheten og det er vanskelig å adskille kostnaden for måleren fra kostnaden for armaturenheten, er det veglyseier som har dekket kostnaden av både måleren (i form av armaturenheten) og installasjon av denne. I tilfeller hvor lysarmaturer byttes for å installere måleren er det også veglyseier som har dekket kostnadene for armaturene. Eventuelle kostnader for innrapportering av måleverdier er det derimot nettselskap som har dekket. Disse kostnadene er som nevnt usikre og størrelsen avhenger av flere forhold. Nettselskapene som har erfaring med armaturmåling oppga at kostnadene ved underalternativ a) ikke er store, og de anslo at kostnadene ved underalternativ b) heller ikke vil være betydelige. Totalt sett fremstår det derfor som at hoveddelen av kostnadene ved armaturmåling tilfaller veglyseier.

De positive følgevirkningene ved armaturmåling tilfaller både veglyseier og samfunnet for øvrig. Nye energieffektive armaturer reduserer veglyseiers strømforbruk, og mer trafikksikre armaturer kan bidra til å for eksempel redusere antall ulykker på vegene.

For nettselskap innebærer overgang til armaturmåling noe merarbeid, hvert fall i begynnelsen. Nettselskap må forholde seg til nye løsninger og vurdere hvordan de ønsker at måleverdiene skal innrapporteres i deres systemer. Det kan også være nettselskap må opprette nye rutiner for kvalitetssikring av måleverdiene fra armaturmålerne.

For å oppsummere virker det som at det er veglyseier som i hovedsak bærer kostnadene ved armaturmåling, men de får også en rekke av de positive virkningene ved armaturmåling. Nettselskap får noen økte kostnader, og de må samtidig forholde seg til nye løsninger som i utgangspunktet kan føre til merarbeid. På den annen side vil armaturmåling også kunne bidra til redusert arbeid for både veglyseier og nettselskap dersom det bidrar til en reduksjon i umålte veglysanlegg.

Den store usikkerheten for nettselselskapene knytter seg til underalternativ b) (automatisk måleverdioverføring). Mens underalternativ a) (manuelle måleverdioverføring) beviselig er gjennomførbar, men lite ønskelig fra et teknisk perspektiv, er det ennå ingen eksempler på underalternativ b), og hva det vil koste.

4.4.4 Gjennomførbarhet

Til tross for at armaturmåling i dag er i bruk av enkelte nettselskap og veglyseiere er det motstand mot armaturmåling blant enkelte andre nettselskap. Det er heller ikke alle veglyseiere vi har intervjuet som ser på armaturmåling som en aktuell løsning for måling av veglyset. Armaturmåling er en lite kjent metode de fleste steder, og noe av skepsisen kan naturligvis komme av at aktørene ikke har god kjennskap til hvordan løsningen faktisk fungerer. I Tabell 4-1 presenteres barrierer og innvendinger mot armaturmåling som har kommet fra ulike aktører i arbeidet med denne utredningen. Tabellen inneholder en videre begrunnelse fra aktører som er skeptiske til armaturmåling og innspill fra aktører som er positive til armaturmåling. Tabellen presenterer også en mulig løsning dersom det er behov for dette for at armaturmåling skal bli et mer gjennomførbart alternativ. Barrierene og innvendingene som vi mener kan kreve en løsning utdypes videre.

Tabell 4-1: Barrierer og innvendinger mot armaturmåling

Barrierer og innvendinger	Innspill fra skeptikere	Innspill fra de som støtter armaturmåling	Mulig løsning
Oppfyller armaturmålerne alle AMS-krav?	*Armaturmålerne oppfyller ikke alle kravene til AMS-målere i forskrift om kraftomsetning og nettjenester.*	*Armaturmålerne burde ikke behøve å oppfylle alle de samme kravene som AMS-målere.*	RME må vurdere hvilke krav som skal stilles til armaturmålere?
Nettselskap har ansvar for måler og kvalitet	*Det skal være et klart skille mellom nettselskap og kunde ihht. forskrift.*	*Nå finnes teknologien, da må forskriften tilpasses. Nettselskap kan ha rett til estimering ved feil.*	Endre avregningsforskriften hvis nødvendig?
Feil veglystariff	*Evt. jobb med å legge inn verdier utenfor vanlig kjede koster og må betales for.*	*Dagens veglystariff, med relativt høyt fastledd, er et kraftig disensentiv mot armaturmåling flere steder.*	Tilpasse veglystarifferingen?
Få godkjente målere	*Få målere er godkjent av Justervesenet i dag (kun DLC).*	*Justervesenet vurderer å åpne opp på generelt grunnlag. Flere vil søke når markedet er der.*	Ikke nødvendigvis et problem + mulig forenkling hos Justervesenet?
Måler ikke tap i nettet	*Når måleren sitter i armaturen måles ikke tapet i ledningsnettet.*	*Skiller seg ikke fra AMS, som ikke måler tap fra distribusjonsnett til sikringsboks. Lite tap kan fordeles på alle.*	Tillegg i tariffen for tap i nettet?
Mister nett vil data forsvinne	*Dersom måleren mister forbindelsen med radionettet vil data forsvinne.*	*Alle data logges med 10 min. intervaller i nettskyen, lagres lokalt og overføres automatisk når linjer gjenopprettes. Kan i verste fall estimeres.*	Ikke behov for å løse?
Blir veldig mange målepunkter	*Blir mange målepunkter og dermed potensielle feilkilder.*	*Måleren er godkjent og skal i utgangspunktet måle riktig. Armaturene kan melde fra hvis det trekkes mindre strøm enn forventet.*	« »

Summasjonsmåling er ikke ideelt	*Fagsystemene takler dummy-målere dårlig.*	*Er ikke summasjonsmåling i tradisjonell forstand. Aggregering av verdier skjer eksternt, og nettselskap må ikke forholde seg til hver armaturmåler.*	« »
Står i veien for full AMS-utrulling	*Hvis veglyseiere får lov til armaturmåling nå, kan det hindre skikkelig AMS-måling.*	*Alternativet er som regel ikke måling. Armaturmåling kan på sikt gi daglig måling i likhet med AMS.*	« »
Kan ikke forskjellsbehandle	*Åpner man for dette må det tillates andre steder (fotobokser, parkeringsautomat mv.).*	*Det foreligger en aktuell løsning for veglys. Annet umålt får vurderes konkret. Løs ett problem av gangen.*	« »
Hvordan forholde seg til veglyseiere som har brukt tid og ressurser på AMS?	*Flinke veglyseiere som har fått til utbredt AMS-måling blir indirekte straffet hvis det åpnes for armaturmåling.*	*Armaturmåling er en aktuell metode i mange tilfeller der AMS ikke er realistisk.*	« »

Kilde: Gjennomførte intervjuer

Oppfyller armaturmålerne alle AMS-krav?

Det er en rekke krav som AMS-målere skal oppfylle i henhold til blant annet avregningsforskriften. Det er noe usikkert om armaturmålerne oppfyller samtlige av disse kravene. Hvis armaturmåling skal bli en godkjent metode for måling må det derfor gjennomføres en grundig gjennomgang av om armaturmålerne oppfyller alle AMS-kravene. Samtidig bør RME vurdere om det bør være nødvendig at armaturmålerne oppfyller akkurat de samme kravene som AMS, og eventuelt hvilke krav som kan endres.

Nettselskap har ansvar for måler og kvalitet

I henhold til avregningsforskriften § 3-1 er det nettselskap som har ansvar for alle målere og måleverdier i sitt nettområde. Nettselskap vi har snakker med sier at de ikke ønsker å forholde seg til en rekke målepunkt som henger i lufta og som er i kundens nett. De som er positive til armaturmåling mener på sin side at forskriften er skrevet med AMS som bakgrunn. Med nye teknologiske løsninger vil det kunne være nødvendig å tilpasse forskriften i henhold til dette. Endring av avregningsforskriften kan derfor være en mulig løsning på denne utfordringen.

Feil veglystariff

Armaturmåling kan medføre økte kostnader for nettselskapene, for eksempel kostnader forbundet med å legge inn måleverdier manuelt i måleverdisystemet, eller investeringer i nye systemer. Dagens veglystariffering medfører ifølge noen nettselskap at veglyseiere som ikke benytter armaturmåling i så fall også må bidra til å dekke disse kostnadene. Dette kan løses ved å endre på veglystarifferingen, slik at nettselskapenes økte kostnader forbundet med armaturmåling ikke belastes kunder som ikke benytter armaturmåling.

Enkelte støttespillere av armaturmåling mener også at dagens veglystariff kan være et hinder for større utrulling av armaturmåling. Tariffen skal som minimum bestå av et bruksavhengig ledd og et fastledd, og tariffen skal være referert til tilknytningspunktet. Dette kan dermed medføre disinsentiver til armaturmåling fordi det blir svært mange fastledd å betale for veglyseier. Også her kan en løsning være å endre veglystariffen, slik at

kundene for eksempel avregnes ett fastledd per nettstasjon som armaturmålerne er tilknyttet.

Få godkjente målere

Det er flere leverandører av styringssystemer til lysarmaturer, men per i dag er det kun én leverandør som har en armaturmåler som er godkjent av Justervesenet. En monopolsituasjon kan føre til høye priser på måler og styringssystemer. Ifølge aktørene som kjenner til armaturmåling er det derimot flere leverandører av styringssystemer som har avventet å utvikle eller søke om vurdering av armaturmåler hos Justervesenet fordi armaturmåling i utgangspunktet ikke har vært en godkjent løsning. I intervjuet med Justervesenet oppga de at de så på mulige endringer som ville påvirke krav til armaturmålere. Mer spesifikt oppgav Justervesenet at:

«Justervesenet er i ferd med utrede klargjøringer i regelverket som medfører at det kun settes krav ved salg dersom det også er krav under bruk. Et eventuelt forslag om dette vil sendes på høring og vedtas av NFD. En slik endring vil kunne ha betydning for lysarmaturmålere siden disse i dag ikke er underlagt krav under bruk.»

At det kun er én armaturmåler som er godkjent av Justervesenet per dags dato synes derfor ikke å være en utfordring for en større utrulling av armaturmåling.

Måler ikke tap i nettet

Noe energi går tapt i ledningsnettet og i forkoblingsutstyret i armatur. Med AMS i tilknytningspunktet blir veglyseier avregnet også for dette tapet. Armaturmålere måler derimot ikke dette tapet fordi måleren sitter i selve armaturen. Dette innebærer at det oppstår såkalte kostnader ikke levert energi (KILE). Dette tapet i ledningsnettet er blant annet begrunnelsen for at Elvia avregner det umålte veglyset med et tillegg på 20 prosent.

Noen aktører påpekte at tapet som oppstår med armaturmåling ikke skiller seg fra tapet som oppstår mellom for eksempel distribusjonsnettet og sikringsboksen i en bolig. Aktørene som er positive til armaturmåling mener at utfordringen med tap i nettet kan løses ved at nettselskapene kan legge til et tillegg i veglystariffen for tap i nettet, slik som Elvia gjør med det umålte veglyset. Det er per i dag installert armaturmåling på flere veglyskretser som også måles med AMS, og det er dermed mulig å sammenligne måleverdier fra armaturmålerne og AMS for å undersøke størrelsen på dette tapet.

Konklusjon: Gjennomførbarhet

Armaturmåling er ikke like utprøvd som AMS, og fungerer ikke like sømløst per i dag. De identifiserte hindringene fremstår samtidig som overkommelige for at armaturmåling skal kunne bli en mer utbredt metode for måling.

Vår samlede vurdering er at armaturmåling er en gjennomførbar metode for måling og avregning av forbruk til veglys.

4.5 Sammenligning av virkninger

I det videre vil vi sammenligne de identifiserte virkningene for å synliggjøre hvordan alternativene skiller seg fra hverandre. En oppsummering av de ulike virkningene er gjengitt i Tabell 4-2.

Tabell 4-2: Virkninger ved de ulike alternativene per lys

Virkning	Nullalternativet (estimering)	Alt. 1: AMS	Alt. 2: Armaturmåling
Målerkostnad	0 kr	600 – 1 000 kr (1-100* lys)	100 – 1 000 kr (Pr lys)
Installasjonskostnad	0 kr	1 000 – 3 000 kr (1-100* lys)	0 – 1 500 kr (Pr lys)
Kostnader tilrettelegging for måling	0 kr	10 000 – 350 000 kr (1-100* lys)	0 – 7 500 kr (Pr lys)
Kostnad innsamlingssystemer	Usikkert	50 – 200 kr per år (1-100* lys)	Usikkert – avhenger av løsning, automatisk løsning ikke prøvd ennå
Andre kostnader	Usikkert – sannsynligvis betydelige estimeringskostnader totalt, men lite per lys	Ikke kjent	Usikkert – kan redusere kostnader til intern avregning
Total kostnad per lys	**Generelt lave kostnader per lys**	**100* kr – ~350 000 kr**	**100 kr – 10 000 kr**
Effektiviteten i veglysnettet	Disinsentiver til å bytte til mer energieffektive og trafikksikre lysarmaturer, og til å redusere strømforbruket i de eksisterende umålte veglysene.	Korrekt avregning, jordfeildeteksjon, men også fortrenging av investeringer i mer energieffektive og trafikksikre lysarmaturer.	Korrekt avregning, raskere feilretting på veglyset og fører til effektivisering og modernisering av veglysnettet.
Fordelingsvirkninger	I hovedsak nettselskap som bærer kostnadsvirkningene, men noen kostnader kan også tilfalle veglyseier.	Kostnadene tilfaller i hovedsak veglyseier og de positive virkningene tilfaller nettselskap.	Store deler av kostnadene og de positive virkningene tilfaller veglyseier. Nettselskap får noe økte kostnader og må forholde seg til nye løsninger.
Gjennomførbarhet	Gjennomførbart – Dagens løsning	Gjennomførbart – er teknisk gjennomførbart, men har vist seg å være tidkrevende og kostbart.	Gjennomførbart – er noen barrierer og innvendinger, men disse kan løses.

***AMS kan i teorien måle et ubegrenset antall lysarmaturer. Vi tar her utgangspunkt i et maksimalt antall på 100 armaturer i beregningene av kostnader per armatur.**
Kilde: Gjennomførte intervjuer og oversendt materiale

4.5.1 Kostnadsvirkninger

Kostnader knyttet til nullalternativet

Nullalternativet har naturlig nok ingen kostnader knyttet til måler og installasjon. Det kan likevel argumenteres for at det er en kostnad knyttet estimering av hvert enkelt lyspunkt. Kostnadene knyttet til nullalternativet er utfordrende å kvantifisere, men med utgangspunkt i innspillene fra de intervjuede aktørene er de er sannsynligvis lave per umålte veglys.

Kostnader knyttet til AMS

De relevante kostnadene for AMS, altså kostnad per målte lysarmatur, kan sprike stort. Dette skyldes en kombinasjon av at (i) den totale kostnaden av AMS for et enkelt veglysanlegg kan være både svært lav og svært høy, og (ii) et veglysanlegg kan i teorien bestå av alt fra 1 til et ubegrenset antall veglysarmaturer. Et veglysanlegg som består av mange lysarmaturer og som kun har behov for et stort nok tilknytningsskap for å få plass til AMS kan ha en relevant kostnad så lav som noen hundre kroner per lysarmatur. Alternativt kan det være man har et veglysanlegg bestående av fem lysarmaturer som står langt unna hverandre, og hvor man må grave ned en ny veglyskrets for at disse skal kunne bli målt. I slike tilfeller kan den relevante kostnaden være flere hundre tusen kroner per armatur.

Kostnader knyttet til armaturmåling

De relevante kostnadene for armaturmåling varierer med hvorvidt veglyseier hadde planlagt å bytte ut veglysarmaturer eller ikke, og eventuelt om armaturmåleren kan installeres i eksisterende armaturer.

I tilfeller hvor veglyseier i utgangspunktet må bytte armaturen kun for å tilrettelegge for armaturmåling vil de relevante kostnadene være kostnadene for selve armaturenheten, en ny veglysarmatur og installasjon av disse. Avhengig av type veglysarmatur vil dermed den relevante kostnaden kunne ligge mellom 4 000 og 10 000 kroner per armatur. Det vil være naturlig å anta at den relevante kostnaden i disse tilfellene vil være på den lavere enden av skalaen, fordi veglyseier ikke vil ha behov for å investere i de dyreste typene av veglysarmatur.

Dersom veglyseier har eksisterende LED-armaturer som armaturenheten kan installeres i, vil den relevante kostnaden være kostnaden for armaturenheten og installasjon av denne. Den relevante kostnaden vil dermed ligge på mellom 1 500 og 2 000 kroner per armatur.

Dersom armaturmåling ikke er det eneste formålet med å installere armaturenheten, men veglyseier for eksempel ønsker å kunne styre veglyset, kan ikke hele kostnaden for armaturenhet og installasjon regnes som relevant. Det samme gjelder kostnaden for ny armatur hvis veglyseier i utgangspunktet hadde planer om å skifte ut armaturen. I slike tilfeller vil den relevante kostnaden være svært lav, og i beste fall kan den ligge på noen hundrelapper for å representere selve måleren i armaturenheten.

Levetid er viktig ved sammenligning av kostnader

Utstyrets levetid er i utgangspunktet viktig når kostnader skal sammenlignes. Det er derimot utfordrende å si noe om den reelle levetiden til både AMS og armaturmålerne, fordi det foreløpig finnes få tilfeller der utstyret har nådd enden av sin levetid. Vi har ikke fått noe informasjon som tilsier at den reelle levetiden til AMS og armaturmålere skiller seg fra hverandre. Flere av aktørene med kjennskap til armaturmåling har påpekt at målerne har 5 års garanti, men at den reelle levetiden kan være opp til 20 år. Flere av de intervjuede aktørene oppga at AMS har en forventet levetid på 15 år, og blant annet Elvia påpekte at det kan være naturlig å bytte AMS-målerne etter 10-15 år. I sammenligningen antar vi derfor at den forventede levetiden for AMS og armaturmåling ikke skiller seg nevneverdig fra hverandre. Dette innebærer at vi kan sammenligne investeringskostnadene med hverandre direkte.

Variasjon i kostnader

Som det fremkommer av tabellen vil den mest kostnadseffektive løsningen variere fra tilfelle til tilfelle, og variasjonen i kostnader er størst ved bruk av AMS-måling. Mens armaturmåling stort sett koster mellom 100 og 10 000 kroner per lys, kan AMS-måling koste mellom 100 og over 350 000 kroner per lys.

4.5.2 Effektiviteten i veglysnettet

Av de vurderte metodene virker armaturmåling å ha de største positive virkningene på veglysnettet. Overgang til armaturmåling vil i mange tilfeller medføre en oppgradering av veglysnettet til armaturer som er mer energieffektive og trafikksikre.

AMS gir korrekt måling og avregning, noe som i seg selv kan gi insentiver til å oppgradere veglysnettet, fordi veglyseier da får hele gevinsten av mer energieffektive armaturer. Hvorvidt dette faktisk vil skje avhenger av om veglyseier har økonomi til å både tilrettelegge for AMS og skifte til moderne armaturer. Fordi tilrettelegging for AMS kan være dyrt for veglyseier er det mulig at investeringene i AMS fortrenger investeringer i et nytt veglysnett. Et argument som stadig ble gjentatt av informantene som var positive til armaturmåling var at

armaturmåling gjorde det mulig for veglyseierne å få både måling og nye armaturer.

4.5.3 Fordelingsvirkninger

Det er stor forskjell mellom de ulike målemetodene når det gjelder hvem som bærer tyngden av kostnadene, og hvordan positive og negative virkninger fordeler seg mellom nettselskap og veglyseier.

For nettselskap

For nettselskapene fremstår overgang fra estimering til AMS bedre enn armaturmåling både kostnadsmessig og driftsmessig – hvert fall i utgangspunktet. Det er derfor naturlig at det vil være noe motstand mot armaturmåling blant nettselskaper. Nettselskapene har relativt lave kostnader forbundet med overgang til AMS, og måleren kommuniserer med nettselskapenes eksisterende systemer. Dermed vil et ekstra veglysanlegg som måles med AMS ikke ha noen konsekvenser for nettselskapenes daglige drift. Overgang til AMS har til gjengjeld utelukkende positive virkninger for nettselskap fordi de får bedre kontroll over strømforbruket til kundene sine, og avregningen skjer automatisk.

Armaturmåling er til sammenligning et alternativ som per i dag innebærer en grad av usikkerhet for nettselskapene, både kostnadsmessig og driftsmessig. Dermed fremstår armaturmåling som en åpenbart mindre attraktiv løsning for nettselskapene enn AMS. Om nettselskapene skal avregne veglyseierne basert på måleverdier fra armaturmåling blir de nødt til å forholde seg til en ny måte å motta måleverdier på, og de kan måtte endre måten de drifter på. Det vil altså oppstå kostnader for nettselskap som ikke ville oppstått om veglysanleggene kun ble målt med AMS. Når det likevel er noen nettselskap som er positive til armaturmåling så skyldes dette blant annet at de mener det kan bidra til å få fart på målingen av det umålte veglyset. På sikt er det heller ikke sikkert at armaturmåling er til kostnadsmessig ulempe for nettselskap. Dersom løsningen med armaturmåling blir at veglyseier dekker hele kostnaden for armaturenheten og installasjon, vil ikke nettselskap ha betydelige kostnader ved armaturmåling foruten kostnader forbundet med rapportering av måleverdiene.

For veglyseier

Veglyseiere har på sin side flere fordeler ved at det umålte veglyset måles med armaturmåling heller enn AMS. I mange tilfeller vil kostnadene ved armaturmåling være betydelig lavere eller omtrent like store som med AMS for veglyseier. Samtidig har armaturmåling en rekke andre positive virkninger for veglyseier som AMS ikke har, for eksempel mer energieffektive armaturer, mulighet til å dimme og bedre muligheter for intern avregning.

Fordi kostnader og andre virkninger av de ulike metodene fordeler seg ulikt mellom nettselskap og veglyseier er det heller ikke rart at aktørene har ulike preferanser knyttet til hvilken metode de foretrekker.

4.5.4 Gjennomførbarhet

Alle de vurderte metodene er etter vår vurdering gjennomførbare, selv om flere nettselskap stiller spørsmål ved armaturmåling.

5. Samlet vurdering og anbefaling

5.1 Mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativ per tilfelle

Sammenligningen av virkningene i kapittel 4.5 viste at både AMS og armaturmåling kan være det kostnadsmessig rimeligste alternativet for måling, avhengig kjennetegnene til veglysanlegget som skal måles og lokale forhold.

Vår overordnede vurdering av i hvilke tilfeller de ulike metodene er samfunnsøkonomisk lønnsomme presenteres i Tabell 5-1. Som det kommer frem av figuren er vår vurdering at både AMS og armaturmåling kan være det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativet for flere typer umålte veglysanlegg. I tillegg vil det sannsynligvis være lønnsomt, og nødvendig, å bruke estimering for å avregne visse anlegg.

Tabell 5-1: Mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativ for veglysmåling

Tilfelle	Undertilfelle	Mest økonomiske løsning
Nye anlegg		AMS
Eksisterende anlegg	Tilrettelagt for måling	AMS
	Tilknytningspunkt i lite tilknytningsskap	AMS
	Tilknytningspunkt i nettstasjon	AMS eller armaturmåling*
	Flere lyseiere i felles tilknytningspunkt	Armaturmåling*
	Veglysarmatur med tenntråd på distribusjonsnettet	Armaturmåling*
	Diverse/ukjente/andre anlegg	Estimering kan være lønnsomt

*** Armaturmåling bør gjøres fra det tidspunkt det er optimalt i et helhetlig kost-nytte perspektiv. Dette kan for eksempel være når levetiden på forrige armatur nærmer seg slutten, eller fordi nye, mer effektive armatur gir energibesparelser som kan forsvare installasjonskostnaden. I slike tilfeller kan merkostnaden av armaturmåling være svært lav.**
Kilde: Oslo Economics, Systek (2020)

I de neste avsnittene vil vi redegjøre for hvorfor de nevnte løsningene normalt vil være de mest lønnsomme i hvert tilfelle.

5.1.1 Nye anlegg

Ved nye anlegg/større oppgraderinger har netteier anledning til å legge opp en egen krets for AMS-måling i forbindelse med leggingen av kabel til det aktuelle veglysanlegget. Dette begrenser kostnaden av AMS-måling vesentlig, sammenlignet med å måtte grave opp kabelgrøfter bare for å måle veglysforbruk. Fordi AMS-måling i dag er den mest fullverdige målemetoden, og den foretrukne metoden for nettselskapene, regner vi AMS-måling for å være det mest samfunnsøkonomiske lønnsomme alternativet ved nye anlegg.

5.1.2 Tilrettelagt for måling

Ved veglysanlegg som fortsatt er umålt, men som er tilrettelagt for måling er det åpenbart AMS som er den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme metoden for måling. Dette kan for eksempel være veglysanlegg med tilknytningsskap som har plass til AMS-måler.

5.1.3 Tilknytningspunkt i lite tilknytningsskap

Dersom tilknytningspunktet til et umålt veglysanlegg finnes i et tilknytningsskap som er for lite til at det kan installeres AMS, er det AMS som fremstår som den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme metoden for måling. Å utvide et eksisterende tilknytningsskap slik at det blir plass til AMS vil i de fleste tilfeller være en relativt rimelig løsning, særlig dersom tilknytningspunktet gjelder for mange lysarmatur.

Så lenge veglyseier ikke uansett har planer om å skifte ut veglysarmaturene vil armaturmåling være en betydelig dyrere metode enn AMS.

5.1.4 Tilknytningspunkt i nettstasjonen

I tilfeller der tilknytningspunktet må flyttes ut av nettstasjonen for å etablere AMS er vår vurdering at både AMS og armaturmåling kan være den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme metoden. Hvilken metode som er mest lønnsom i hvert tilfelle avhenger av de lokale forholdene.

Ved noen av disse veglysanleggene vil den totale kostnaden for å tilrettelegge for AMS være betydelig lavere enn kostnaden ved å etablere armaturmåling. Et slikt anlegg vil typisk bestå av mange armaturer, og det er ukomplisert å etablere et tilknytningsskap utenfor nettstasjonen. I slike tilfeller vil AMS-måling kunne være den mest samfunnsøkonomiske løsningen.

Den relevante kostnaden ved AMS øker dersom veglysanlegget består av få veglysarmaturer, og/eller det er lokale forhold som kompliserer prosessen med å flytte ut av nettstasjonen. I slike tilfeller vil armaturmåling kunne være det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativet.

5.1.5 Flere lyseiere i felles tilknytningspunkt

Vår vurdering er at armaturmåling vil være den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme metoden i tilfeller der flere veglyseiere deler samme tilknytningspunkt. Å tilrettelegge for AMS for veglysanleggene med felles tilknytningspunkt kan bli dyrt fordi det må opprettes egne veglyskretser for hver veglyseier – enten med luftstrekk eller med kabler i bakken. Fordi kostnadene for å tilrettelegge for AMS kan bli svært høye fremstår armaturmåling som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativet.

Man skulle kanskje tro at armaturmåling som det mest lønnsomme alternativet avhenger av at veglyseierne som deler tilknytningspunkt alle må opprette armaturmåling. Dette kan selvsagt være en fordel, men det behøver ikke å være nødvendig for at armaturmåling er mest lønnsomt. Kostnadene for å tilrettelegge for AMS ved hver av veglyseiernes anlegg avhenger ikke nødvendigvis av hverandre, fordi det må opprettes en egen veglyskrets for hver av veglyseierne. Armaturmåling vil derfor være den mest lønnsomme metoden for de fleste tilfeller der flere veglyseiere deler felles tilknytningspunkt.

5.1.6 Veglysarmatur med tenntråd på distribusjonsnettet

Når veglysarmatur er koblet til distribusjonsnettet med tenntråd er armaturmåling den mest lønnsomme metoden. For disse veglysene må det opprettes nye veglyskretser for at de skal kunne måles med AMS, og dette vil i de fleste tilfeller være dyrt per armatur.

5.1.7 Diverse/ukjente/andre anlegg

For en del veglysanlegg som for eksempel består av ett eller svært få armaturer, som har et strømforbruk som det er enkelt å estimere og/eller som få personer nyttiggjør seg av vil det fortsatt kunne være lønnsomt å estimere strømforbruket heller enn å måle det. Videre vil det i lang tid fremover være enkelte anlegg som må estimeres. De fleste nettselskap vil derfor ikke kunne kvitte seg helt med estimeringsfunksjonen i nærmeste fremtid.

5.2 Anbefalinger

Fra et samfunnsøkonomisk ståsted er vår vurdering at alle de vurderte metodene for avregning kan være lønnsomme i ulike situasjoner. Fordi den beste løsningen avhenger av lokale forhold mener vi at det bør åpnes opp og tilrettelegges for samtlige metoder.

For å bidra til en samfunnsøkonomisk lønnsom veglysmåling, har vi følgende anbefalinger:

- Armaturmåling bør fremmes som målemetode.
- AMS-måling bør brukes der kjennetegn ved veglysanlegget og lokale forhold gjør det lønnsomt.
- Estimering er fortsatt viktig, og bør gjøres på en måte som gir riktige insentiver.

Dette beskrives nærmere i de neste avsnittene.

5.2.1 Armaturmåling bør fremmes som målemetode

Vi vurderer at armaturmåling er en samfunnsøkonomisk lønnsom metode for måling og avregning for store deler av dagens umålte veglysanlegg. Metoden er gjennomførbar, og brukes allerede av et par nettselskap. Fordi armaturmåling er så kostnadseffektivt, kan metoden bidra til at en større andel av veglyset blir målt enn det som ville vært tilfelle med kun AMS-måling. På kort sikt kan det bidra til mer måling blant annet ved at investeringer i måling blir mer attraktivt for veglyseier i en del tilfeller, både fordi måling kan bli billigere enn før i tillegg til at veglyseier får

flere positive virkninger av investeringene. På lang sikt kan armaturmåling bidra til at en del armaturer som det ville vært uforholdsmessig å måle med AMS faktisk blir målt, fordi det kan være tilnærmet gratis med armaturmåling hvis man uansett skal bytte til nye armaturer.

For at armaturmåling skal kunne bli en mer utbredt metode for måling er det noen hindringer som må løses. Det er også noe usikkerhet som må oppklares dersom armaturmåling skal bli en like fullverdig metode for måling som AMS.

Det er i dag motstand mot armaturmåling hos noen nettselskaper. Dette kan delvis skyldes at det forskriftsmessig er AMS som er målemetoden som skal benyttes, og armaturmåling per definisjon ikke oppfyller alle kravene til AMS. En del av hindringene ved armaturmåling kan løses ved forskriftsendringer, for eksempel hvilke krav armaturmålere skal oppfylle. Selv med forskriftsendringer kan det gjenstå noe motstand mot armaturmåling blant enkelte nettselskaper. Dette kan blant annet skyldes at armaturmåling er en ny løsning som kan kreve at nettselskapene må endre og tilpasse sine eksisterende rutiner (ved å legge inn måleverdier «manuelt» fra eksterne filer) eller tilpasse sine måleverdikjeder. Dette er nok særlig gjeldende for større nettselskap, fordi organisering der er mer oppdelt og spesialisert enn i mindre nettselskap.

Både underalternativ a), altså at måleverdiene sendes i en Excel/CSV-fil, og underalternativ b), altså at måleverdiene registreres automatisk i måleverdikjeden, er gjennomførbare metoder for måling, og de er begge betydelig bedre enn estimering. Underalternativ a) er en allerede utprøvd metode med delvis kjente variable og faste kostnader. Sammenlignet med underalternativ b) er det en mindre «perfekt» metode, fordi det er noe manuelt arbeid knyttet til innsending av måleverdiene, og måleverdiene registreres ikke i Elhub med samme frekvens som AMS. Underalternativ b) kan være en bedre metode, men kostnadene er ukjente, ettersom dette ikke er prøvd i Norge ennå. Underalternativ a) har omtrent kun variable kostander i måleverdikjeden, mens underalternativ b) har hovedsakelig faste kostander. Dersom armaturmåling skal bli en utbredt løsning er det viktig å få et klarere bilde av kostnadene knyttet til underalternativ b). Det bør derfor oppmuntres til pilotprosjekter for underalternativ b) blant nettselskap og veglyseiere.

5.2.2 AMS-måling bør brukes der kjennetegn ved veglysanlegget og lokale forhold gjør det lønnsomt

I denne utredningen har vi kommet frem til at AMS kan være en samfunnsøkonomisk lønnsom metode for måling for en del av dagens umålte veglysanlegg. Samtidig er det tilfeller der armaturmåling fremstår som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativet, og det finnes også tilfeller der estimering er mest hensiktsmessig.

Dagens regulering åpner for at det ikke skal være påkrevd å måle alt det eksisterende veglyset med AMS. Mer spesifikt sier § 4-1 i avregningsforskriften at nettselskapene ikke har plikt til å installere AMS dersom:

a. Forbruket i målepunktet er lavt og forutsigbart,

b. Installasjonen er til vesentlig og dokumenterbar ulempe for sluttbruker.

I praksis innebærer dette at det i enkelttilfeller kan gjøres vurderinger på om AMS er hensiktsmessig.

Blant de intervjuede aktørene var det noen som mente at dagens kriterier var hensiktsmessige, og andre pekte på at det var behov for mer spesifikke kriterier for når AMS skulle være påkrevd. Det var derimot stort sprik mellom hva de intervjuede aktørene mente var hensiktsmessige kriterier for AMS-måling.

Vår utredning trekker frem generelle kjennetegn på veglysanlegg der AMS fremstår som samfunnsøkonomisk lønnsomt, og der andre metoder er lønnsomt. AMS-måling fremstår som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme alternativet ved nye veglysanlegg, anlegg som er tilrettelagt for måling og i eksisterende anlegg der tilknytningsskapet er for lite. Det kan også være lønnsomt i tilfeller der veglyset er samlet i en egen krets og tilknytningspunktet må flyttes ut av nettstasjonen. Samtidig er det en rekke andre lokale forhold som også kan påvirke hvilke metoder som er mest samfunnsøkonomisk lønnsomme.

Det kan være mulig å etablere nye kriterier for AMS-måling basert på de generelle kjennetegnene vi har identifisert. I så fall er det viktig å hensynta begrensingene som er knyttet til de vurderingene vi har gjort, nemlig at:

- Hva som er samfunnsøkonomisk lønnsomt kan også påvirkes av andre lokale forhold som ikke er omfattet av kjennetegnene vi peker på.
- Våre vurderinger er basert på innspill fra intervjuer med et begrenset utvalg nettselskap og veglyseiere. Det kan altså være andre kjennetegn som er gjeldende i områder vi ikke har fått innspill fra.
- Det er mange hensyn å ta i utarbeidelsen av slike kriterier, og denne utredningen har i hovedsak hatt et samfunnsøkonomisk perspektiv.

Det vil derfor uansett være viktig at det fortsatt legges opp til at det skal kunne gjøres individuelle vurderinger i enkeltsaker.

5.2.3 Estimering er fortsatt viktig, og bør gjøres på en måte som gir riktige insentiver

Armaturmåling kan bidra til at en større andel av veglyset blir målt, og dermed at andelen veglys som estimeres reduseres. Samtidig er det mye umålt veglys i Norge i dag, og overgang til måling vil ta lang tid – også med armaturmåling. Fordi estimering fortsatt vil kunne utgjøre en betydelig andel av veglyset som avregnes også i årene fremover er det derfor viktig at estimeringen gjøres på en god måte. God estimering vil for eksempel kunne bidra til at det gis insentiver til både energieffektiv bruk og kjøp av energieffektive veglysarmaturer. Rent konkret bør det fortsatt sørges for at estimeringen gjøres slik at veglyseiere betaler mindre dersom de gjør grep for å redusere strømforbruket, for eksempel ved å skifte ut eldre armaturer.

6. Referanser

Justervesenet, 2019. *www.Justervesenet.no.* [Internett]
Available at: https://www.justervesenet.no/wp-content/uploads/2016/05/Krav-ved-salg-og-krav-under-bruk.pdf
[Funnet 13 August 2020].

Kristiansen, P., 2012. Sløsing med offentlige midler - fordi man ikke klarer å samarbeide om moderne veilysløsninger. *Kommunalteknikk,* Issue 8, pp. 33-34.

Kristiansen, P., 2013. Øvre Eiker kommune klarer å ha flere tanker i hodet på en gang. *LYS,* Issue 2, pp. 16-18.

Kristiansen, P., 2016. Skullerud Idrettsanlegg med moderne belysning. *Kommunalteknikk,* Issue 9, pp. 14-16.

Kristiansen, P., 2019. Fremtidens utendørsbelysning i Bærum kommune. *Lyskultur,* Issue 2, pp. 30-31.

Norconsult, 2007. *Analyse av tap i veilysnettet,* s.l.: Norconsult.

NVE - RME, 2020. *NVE legger fram forslag til ny nettleiemodell.* [Internett]
Available at:
https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/nytt-fra-rme/nyheter-reguleringsmyndigheten-for-energi/nve-legger-fram-forslag-til-ny-nettleiemodell/
[Funnet 8 September 2020].

NVE, 2019. *www.nve.no.* [Internett]
Available at:
https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/sluttbrukermarkedet/avregningsforskriften/?ref=mainmenu
[Funnet 14 9 2020].

NVE, 2020. *Smarte strømmålere (AMS).* [Internett]
Available at:
https://www.nve.no/stromkunde/smarte-strommalere-ams/
[Funnet 24 August 2020].

Nærings- og fiskeridepartementet, 2019. *Lovdata.* [Internett]
Available at:
https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2007-12-28-1753?q=forskrift%20om%20krav%20til%20elektrisitetsm%C3%A5lere
[Funnet 13 August 2020].

Olje- og energidepertementet, 2010. *Lovdata.* [Internett]
Available at:
https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1999-03-11-301/
[Funnet 14 August 2020].

oslo**economics**

www.osloeconomics.no

post@osloeconomics.no
Tel: +47 21 99 28 00
Fax: +47 96 63 00 90

Besøksadresse:
Kronprinsesse Märthas plass 1
0160 Oslo

Postadresse:
Postboks 1562
Vika
0118 Oslo

NVE
Reguleringsmyndigheten
for energi – RME

Reguleringsmyndigheten for energi

MIDDELTHUNS GATE 29
POSTBOKS 5091 MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.reguleringsmyndigheten.no