RAPPORT

Nr 70/2018

Kommunikasjonsløsninger for sanntidsdata av strømforbruket

Lars Henrik Haug

Rapport nr 70-2018 Kommunikasjonsløsninger for sanntidsdata av strømforbruket

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktør: Guro Grøtterud
Forfatter: Lars Henrik Haug

Trykk: NVEs hustrykkeri
Forsidefoto: Henrik Enevold
ISBN: 978-82-410-1727-8

Sammendrag: I denne rapporten gis en oversikt over mulige kommunikasjonsløsninger for eksterne grensesnitt som er under utvikling og tilpasset de nye smarte elektrisitetsmålerne og etableringen av AMS.

Emneord: HAN, AMS, strømmåler, kommunikasjon, smarte målere, avanserte måle- og styringssystemer, visualisering, grensesnitt, WiFi, mobilnettverk, NarrowBand IoT, Zigbee, Ethernet, kommunikasjon over strømnettet

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Epost: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

August 2018

Kommunikasjonsløsninger for sanntidsdata av strømforbruket

Norges vassdrags- og energidirektorat
2018

Innhold

Forord **4**

Sammendrag **5**

Forkortelser **7**

1 Innledning **8**

1.1 Bakgrunn 8
1.2 Om denne rapporten 8
1.3 Om AMS og HAN-porten 9

2 Leverandører og løsninger **10**

2.1 Mulige bruksområder for HAN-data 11
2.2 Trådløse Løsninger 11
2.2.1 WiFi Kommunikasjon (2,4 GHz) 11
2.2.2 Mobilnettverk (2G / 4G kommunikasjon) 12
2.2.3 NarrowBand IoT 13
2.2.4 Zigbee kommunikasjonsprotokoll 13
2.2.5 Andre kommunikasjonsprotokoller 14
2.2.5.1 Z-Wave kommunikasjonsprotokoll 14
2.2.5.2 Bluetooth 14
2.2.5.3 Thread 15
2.3 Trådbundne løsninger 17
2.3.1 Ethernet (LAN) 17
2.3.2 Kommunikasjon over strømnettet 17
2.4 Priser 18
2.4.1 Prisavslag 19
2.4.2 Kostnad ved installering av kabler i bygg 19

3 Hindringer og sikkerhet **20**

3.1 Hindringer i trådløs kommunikasjon 20
3.2 Hindringer i trådbundet kommunikasjon 21
3.3 Miljøpåvirkninger, dimensjoner og strømtilførsel 21
3.3.1 Strømforsyning 21
3.3.2 Driftstemperatur 22
3.3.3 IP-gradering 22
3.3.4 Relativ fuktighet 22
3.3.5 Dimensjoner 23
3.4 Sikkerhet 23
3.4.1 Fysisk sikring 23
3.4.2 Trådløs sikkerhet 24

4 Forslag til løsninger **25**

4.1 Simulerte scenarier 25
4.1.1 Scenario 1: AMS i kjeller uten dekning 25
4.1.2 Scenario 2: AMS i kjeller med dekning 26
4.1.3 Scenario 3: AMS i et uthus på tunet 26
4.1.4 Scenario 4: AMS i trappeoppgang 27

4.2 Oversikt over forslag til løsninger 28
5 Leseliste 29

Forord

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) vedtok den 24. juni 2011 endelig forskriftstekst knyttet til Avanserte Måle- og Styringssystem (AMS), jf. kapittel 4 i forskrift 11. mars 1999 nr. 301.

NVE har fastsatt fristen for innføring av automatiske strømmålere (AMS) til 1. januar 2019. Alle målerne er utstyrt med en fysisk utgang, en standardisert port ofte kalt HAN-porten. Gjennom HAN-porten vil strømkunden kunne få detaljert informasjon om strømforbruk i øyeblikket, strømforbruk siste time, spenningsnivå og overskuddskraft som mates inn i nettet.

I noen tilfeller vil AMS være installert utenfor boenheten til strømkunden. Dette kan føre til problemer ved opprettelse av kommunikasjon mellom AMS og personlig utstyr i strømkundens boenhet. NVE ønsker at alle strømkunder skal ha en mulighet til å benytte seg av alt AMS tilbyr. Rapporten er utredet for å bidra til å få mest mulig gevinst av AMS med fokus på strømkunder som har AMS installert utenfor boenheten, og som ønsker å benytte seg av mulighetene med HAN-porten.

Rapporten presenterer ulike kommunikasjonsteknologier som er under utvikling fra løsningsleverandører registrert hos Norsk Elektroteknisk Komite, analyse av hver teknologi, samt hindringer og sikkerhet rundt kommunikasjonsløsningene. Rapporten danner et grunnlag for hvilke kommunikasjonsløsninger som passer best for ulike scenarier hvor AMS er installert utenfor boenheten til strømkunden.

Oslo, juni 2018

Ove Flataker
Direktør,
Reguleringsmyndigheten for Energi, RME

Guro Grøtterud
Seksjonssjef

Sammendrag

Denne rapporten er laget i sammenheng med utrullingen av de nye målerne «Avanserte Måle- og Styringssystemer» (AMS). AMS innebærer bl.a. at strømkunden får bedre informasjon om strømforbruket sitt, en mer nøyaktig avregning og mulighet for automatisk styring av forbruket.

HAN-porten (Home Area Network) er et fysisk grensesnitt på måleren beregnet for å hente ut informasjon om kundens forbruk i sanntid, forbruk siste time, spenningsnivå og overskuddskraft som mates inn i nettet. Ved å koble seg til HAN-porten vil kunder som ønsker det få tilgang til detaljert informasjon om strømforbruket sitt. Dette kan gi kunden bedre oversikt og kontroll rundt sitt forbruk, for eksempel ved å koble på styringssystemer for huset. I noen tilfeller vil strømmåleren være installert utenfor strømkundens boenhet som fører til at kunden trenger en kommunikasjonsløsning som passer deres situasjon for å kunne nyttiggjøre seg HAN-porten.

Vi ser i denne rapporten på eksempler på kommunikasjonsløsninger som er under utvikling eller planleggelse fra forskjellige leverandører. Dette er trådløse løsninger som WiFi, Mobilnettverk, NB-IoT og Zigbee, samt trådbundne løsninger som Ethernet og kommunikasjon over strømnettet. Arbeidet er basert på informasjon bl.a. fra ulike løsningsleverandører, Norsk Elektroteknisk Komite og Nasjonal kommunikasjonsmyndighet. Scenariene vi ser på er basert på situasjoner hvor strømmåleren er plassert utenfor boenheten, der det kan være vanskelig å opprette kommunikasjon mellom AMS-måleren og systemer som kunden ønsker å bruke informasjonen fra HAN-porten inn i. Dette er scenarier som AMS i kjeller innenfor og utenfor dekningsområde for et mobilnettverk og strømkundens lokale internett, AMS i trappeoppgangen til strømkunden og AMS i et tavlerom på borettslaget/sameiet sitt fellesområde.

Forskjellige kommunikasjonsløsninger peker seg ut som gode alternativer i forskjellige scenarier:

- Ethernet, kommunikasjon over strømnettet og NB-IoT for AMS i kjeller utenfor et dekningsområde
- Mobilnettverk, Zigbee og NB-IoT for AMS i kjeller innenfor et dekningsområde
- WiFi, Zigbee, mobilnettverk og NB-IoT for AMS i trappeoppgang
- Mobilnettverk, NB-IoT, kommunikasjon over strømnettet og Zigbee for AMS i et tavlerom på fellesområder

Summary

This report is produced in connection with the rollout of Advanced Metering Systems (AMS). AMS provides electricity customers with better information on their electricity consumption, more accurate settlement, the possibility to automatically control consumption, as well as having other advantages.

The HAN port (Home Area Network) is an interface connected to the meter, used to collect realtime information on the customer's consumption, hourly consumption, voltage level and excess power fed into the network. Customers that want the opportunity to access detailed information on their consumption may do so by connecting to the HAN port. This allows customers to get a better overview and control over their consumption, for example by connecting control systems for the home. Occasionally, electricity meters are installed outside the customer's home. In such cases, the customer will need tailored communication software in order to utilise the HAN port.

This report covers examples of communication solutions already under development or planned from several suppliers. These are wireless solutions such as Wi-Fi, mobile networks, NB-IoT and Zigbee, as well as wired solutions such as Ethernet and communication over the electricity network. Development is based on information from e.g. various software suppliers, NEK (The Norwegian Electrotechnical Committee) and The Norwegian Communications Authority. The scenarios looked at are based on situations where the electricity meter is placed outside the home, where it may be difficult to set up communication between the AMS meter and systems that the customer wishes to use information received through the HAN port with. These are instances affecting AMS installations in basements/cellars in and outwith a mobile coverage area and the customer's local Internet, stairwells leading to the customer and local electrical rooms in housing cooperatives/condominiums.

Various communication solutions stand out as good alternatives in different scenarios:

- Ethernet, communication over the electricity network and NB-IoT for AMS installations in basements outwith an area of coverage
- Mobile networks, Zigbee and NB-IoT for AMS installations within an area of coverage
- Wi-Fi, Zigbee, mobile networks and NB-IoT for AMS installations in stairwells
- Mobile networks, NB-IoT, communication over the electricity network and Zigbee for AMS installations in a local electrical room within housing cooperatives/condominiums

Forkortelser

AMS	Avanserte Måle- og Styringssystemer
HAN	Home Area Network
IoT	Internet of Things
M-Bus	Meter-Bus
NB-IoT	NarrowBand Internet of Things
NEK	Norsk Elektronisk Komite
Nkom	Nasjonal kommunikasjonsmyndighet
NSM	Nasjonal sikkerhetsmyndighet
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
OBIS	Object Identification System

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Den nasjonale utrullingen av smarte elektrisitetsmålere og etableringen av Avanserte Måle- og Styringssystemer (AMS) er en viktig modernisering av det norske elkraftsystemet. Smarte elektrisitetsmålere skal installeres i alle norske hjem innen 1. januar 2019. Alle målerne er utstyrt med en fysisk utgang som er en standardisert port, ofte kalt HAN-porten (Home Area Network).

Gjennom å koble seg til HAN-porten vil kunden få tilgang til informasjon om eget strømforbruk. Kunden kan også velge å dele disse dataene med andre aktører. Dette legger til rette for at smarthjems-løsninger kunden installerer kan justere strømforbruket i den enkelte bolig med måleren som referanse. Grensesnittet mellom AMS-måler og HAN-porten arrangeres via M-BUS, som skal strømme predefinert data (push) til en fysisk RJ-45 kontakt. Datastrømmen skal baseres på OBIS-koder, hvor det er mulig at det også vil bli brukt kryptering i tillegg i enkelte tilfeller.[1]

Fysisk plassering av elektrisitetsmålere varierer, de kan eksempelvis være plassert inne i eller utenfor enkeltboliger, i trappeoppganger eller kjellerrom i bygårder og blokker, eller i egne tavlerom på tun for rekkehus og rekkehusleiligheter. I tilfeller hvor måleren er plassert langt unna boligen, som i kjellerrom i eldre blokker og bygårder, ser Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) at det kan bli utfordringer med kommunikasjon mellom AMS-måleren og personlig utstyr i boligen. Det kan være hindringer som flere tykke murstein- og betongvegger, samt flere etasjer i bygget som vanskeliggjør en opprettelse av kommunikasjonen.

1.2 Om denne rapporten

I denne rapporten har vi undersøkt ulike løsninger som er under utvikling for et eksternt grensesnitt som er tilpasset de nye smarte elektrisitetsmålerne og etableringen av AMS. Vi ønsker å utrede mulige løsninger for å opprette kommunikasjon fra HAN-porten til utstyr i boliger, der hvor avstand og bygningstekniske forhold er en utfordring. Rapporten er basert på informasjon fra registrerte leverandører som utvikler systemer for bruk av HAN-porten.[2] Ingen av løsningene er testet, men vi tar høyde for at informasjonen fra leverandørene stemmer. Det er gjort en analyse av fordeler og ulemper med hver løsning og om det er teknisk mulig å bruke løsningen for å opprette kommunikasjon. Hovedfokuset i rapporten er på resultatene av analysen for løsningene mht. tilfeller hvor måleren er plassert langt vekk fra boligen, som for eksempel kjellerrom og boder på tun.

---

[1] AMS + HAN. Norsk Elektroteknisk Komite. https://www.nek.no/wp-content/uploads/2017/01/AMS-HAN-utredning-NEK-20150122.pdf. Publisert 2015. Lastet ned 25. juni 2018.
[2] AMS – HAN. Norsk Elektroteknisk Komite. https://www.nek.no/info-ams-han-brukere/. Publisert 2018. Lastet ned 25. Juni 2018.

Reell tilgang til HAN-porten for så mange kunder som mulig vil bidra til å realisere det potensialet som ligger i AMS-investeringen. Vi ønsker med denne rapporten å hjelpe sluttbrukere og bransje i å finne kommunikasjonsløsninger som kan benyttes. Selv om hver konkrete situasjon må vurderes for seg, og det er opp til den enkelte kunde å vurdere hvilken løsning han mener er best, håper vi at denne rapporten vil bidra til å tilgjengeliggjøre HAN-porten for så mange kunder som mulig.

Rapporten er bygd opp i fire deler og starter med en introduksjon av AMS og HAN, samt introduksjon av problemstillingen. Rapporten tar for seg de ulike løsningene som er under utvikling hos forskjellige løsningsleverandører. Her forklarer vi hvordan hver kommunikasjonsløsning fungerer, hva som må til for å opprette kommunikasjon, sikkerheten rundt løsningen og rekkevidden mellom to enheter. Videre tar rapporten for seg ulike hindringer som kan oppstå, sikkerhet rundt åpningen av HAN-porten og ulike påvirkninger som kan oppstå for elektronisk utstyr før den ta for seg anbefalinger. I anbefalingen er det lagt vekt på hvilke kommunikasjonsteknologier som vil fungere i ulike simulerte scenarier hvor AMS er installert utenfor boenheten.

1.3 Om AMS og HAN-porten

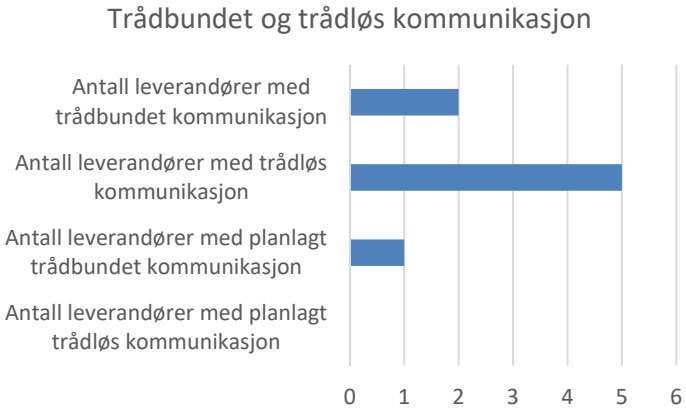
Avanserte Måle- og Styringssystemer (AMS) innebærer at brukerne får bedre informasjon om strømforbruket sitt og mulighet for automatisk styring av forbruket. Måleren registrerer strømforbruket på timebasis og sender automatisk informasjon om forbruket til nettselskapet. Nettselskapene vil kunne bruke informasjonen til å drifte nettene mer effektivt, noe som isolert sett vil slå ut i lavere nettleie. AMS vil videre bidra til korrekt avregning, riktig fakturering av strømkunden og enklere bytte av kraftleverandør.

Alle de nye strømmålerne er utstyrt med en fysisk utgang, kalt HAN-porten. Gjennom å koble seg på HAN-porten, vil kunden få tilgang til informasjon om sitt eget strømforbruk. Hvert enkelt nettselskap må før 2019 selv vurdere når de er klare for å åpne HAN-porten til kundene, men etter 1. januar 2019 må alle nettselskap åpne porten etter forespørsel fra kunden. HAN-porten vil være stengt når den nye måleren installeres, og den vil bare åpnes når kunden ber om det. Gjennom HAN-porten vil kunden kunne få detaljert informasjon om strømforbruket i øyeblikket, strømforbruket siste timen og spenningsnivå. Kunder som produserer energi selv (plusskunder) vil kunne se overskuddskraft som mates inn i nettet. Forbruksdata vil oppdateres minst hvert tiende sekund, men brukeren må selv kjøpe utstyret for å koble seg til HAN-porten og for å visualisere strømforbruket.

2 Leverandører og løsninger

NVE kontaktet 22 ulike leverandører som utvikler systemer for å ta i bruk HAN-porten. Fem av leverandørene besvarte NVE sin forespørsel om informasjon rundt deres kommunikasjonsløsning. Dette er for å lage en oversikt av de ulike løsningene og for å finne ut hva som fungerer best for brukere i ulike scenarier. Vi har undersøkt ulike trådløse og trådbundne løsninger med fokus på rekkevidde og hindringer rundt løsningen. Dette er for å få et best mulig overblikk av hva som er planlagt og under utvikling blant leverandører.

Figur 1: En oversikt over antall løsnings-leverandører NVE har vært i kontakt med angående løsninger for et ekstern grensesnitt for de nye strømmålerne (n = 22).



Figur 2: En oversikt over antall løsnings-leverandører som har trådløse og trådbundet kommunikasjon.

I noen tilfeller trenger løsningene å være robuste, og tåle ulike miljøer. Dette er fordi noen løsninger må tåle lave temperaturer, fuktige målerrom eller lignende. Derfor er det viktig at hver kunde tar stilling til hva slags utfordringer deres løsning må tåle. Vi har spurt levereandørene om:

- Hva slags strømforsyning bruker enheten? Strømforsyningen er viktig fordi HAN-porten ikke kan trekke for mye strøm, eller at noen kunder ikke vil ha mulighet til noen form for ekstern strøm i sitt målerskap.
- Hva er IP-graderingen til løsningen? IP-graderingen er rangering av elektrisk utstyrs beskyttelse mot inntrengning av faste gjenstander og vann.
- Hvilken relativ fuktighet tåler enheten? Relativ fuktighet vil være viktig i kjellere eller uthus med høy luftfuktighet, og hvor utstyret må tåle en grad av fuktighet for å fungere.
- Hva er driftstemperaturen til enheten? Driftstemperaturen til en elektrisk enhet er viktig, for at enheten skal fungere optimalt. Den må tåle minusgrader i tilfeller hvor måleren står i uisolerte kjellere eller uthus.
- Hva er dimensjonene til utstyret (BxDxH)? Plassen i et målerskap kan variere og dimensjonene på de ulike løsningene vil være forskjellig. Størrelsen på løsningen kan derfor være avgjørende for hvilke løsninger som vil være aktulle for hver strømkunde.

2.1 Mulige bruksområder for HAN-data

Alle løsningsutviklerne NVE har vært i kontakt med har planlagt visualisering av strøm- og eller effektbruk via en applikasjon på brukerens smart-enhet, en webløsning for brukere uten smart-enheter, eller et tilbud om kjøp av et nettbrett for visualisering. Brukeren får her få direkte informasjon om strømbruk i sanntid og en oversikt over hvor mye strøm husstanden bruker over tid. Noen løsningsleverandører vil også tilby brukerne ulike tjenester som styring av strømforbruk, prioritering av enheter som skal slås av ved et gitt forbruk, og oversikt over enheter som bruker strøm i hjemmet.

2.2 Trådløse Løsninger

Trådløse løsninger er enheter som kommuniserer direkte med brukerens ruter, mobiltelefon/nettbrett, internett eller til en gateway som kommuniserer med internett direkte eller via en ruter. Ulike leverandører planlegger forskjellige typer trådløs kommunikasjon for sine løsninger. Ved forskjellige scenarier vil ulike kommunikasjonsløsninger fungerer bedre enn andre. Ut i fra svarene NVE har fått fra de ulike leverandører er kommunikasjon gjennom 2,4 GHz WiFi, Mobilnettverk, NB-IoT og Zigbee vurdert som mulige løsninger. I tillegg er det testet og planlagt for flere typer kommunikasjonsløsninger som til en senere tid skal utvikles, som Bluetooth, Thread og Z-Wave.

I noen løsninger vil det brukes en gateway. En gateway er en komponent som brukes i trådløs sammenkobling mellom ulike nettverk for kommunikasjon. Her vil ulike enheter bruke ulike kommunikasjonsteknologier for å kommunisere fra strømmåler til gateway. Fra gateway vil løsningen kommunisere med internett via brukerens WiFi eller ved bruk av et mobilnettverk.

Alle de trådløse løsningene som er under utvikling fra leverandørene vi har vært i kontakt med har minst én enhet som er koblet til strømmåleren, og tilbyr visualisering i form av en applikasjon eller nettleser. Alle enhetene sender data til en skyløsning, eller data sendes direkte til brukerens telefon/nettbrett. Da kan brukeren logge inn for sin boenhet for å få informasjon om sitt strømforbruk.

Hver av løsningene vil ha sine fordeler og ulemper i ulike scenarier. Etter en gjennomgang av de ulike løsningene som er under planleggelse og utvikling har vi utredet en analyse av hver kommunikasjonsløsning. Rekkeviddene til signalene vil variere i stor grad iht. mulige hindringer mellom AMS og ruteren til brukeren. Hindringer i trådløs kommunikasjon står forklart nærmere i kapittel 3.1.

2.2.1 WiFi Kommunikasjon (2,4 GHz)

WiFi er et trådløst nettverk som bruker radiobølger til å kommunisere. Disse radiobølgene kan sendes med frekvenser på 2,4 GHz eller 5 GHz. Med høyere frekvens er det mulig for signalet å bære mer data. Løsninger som bruker 2,4 GHz WiFi kommunikasjon kan kobles direkte til brukerens ruter, grunnet at det er samme kommunikasjon ruteren bruker til andre enheter. Denne løsningen vil derfor ha samme sikkerhet som ruteren og det trådløse nettverket til hver bruker. Rekkevidden på vanlig

2,4 GHz WiFi kommunikasjon ligger på rundt 6-10 meter. Dette vil også avhenge mye av gjenstander og vegger som står i mellom enheten og ruteren den skal koble seg opp mot.[3]

WiFi kommunikasjon er noe mange boenheter har i dag. Det er brukt flittig til kommunikasjon for bruk av internett på mobiltelefoner, nettbrett eller lignende. Signalene kan strekke seg til områder utenfor boenheten til brukere, og kan derfor være en gunstig kommunikasjonsløsning for brukere med strømmålere innenfor disse signalene. Grunnen er at man slipper ekstra enheter som gateway eller SIM-kort for å få tilgang på kommunikasjon.

Ulempene med kommunikasjon via WiFi er hovedsakelig signalstyrke og rekkevidde. AMS i utilgjengelige områder vil ikke alltid være innenfor brukerens rekkevidde. En måte å teste om WiFi signalet er innen rekkevidde, er å teste en annen enhet med WiFi kommunikasjon i nærheten av strømmåleren, for å se om den kan opprette kommunikasjon.

Løsningsleverandørene vi har vært i kontakt med som utvikler løsninger med bruk av 2,4 GHz WiFi kommunikasjon har ulike tekniske spesifikasjoner. Noen løsninger vil kommunisere via WiFi direkte med brukerens nettverk, mens andre vil bruke en gateway mellom enheten som er koblet til strømmåleren og brukerens nettverk.

Strømforsyningen for de ulike løsningene er hovedsakelig gjennom HAN-porten, så strømkunden ikke trenger å tenke på ekstern strømforsyning. Det finnes også alternative løsninger hvor enheten bruker ekstern strømforsyning som batteri eller stikkontakt. Driftstemperaturen til de ulike løsningen ligger på om lag -40 til +85 ºC. IP-graderingen, relativ fuktighet enheten tåler og dimensjoner var ikke tilgjengelig for denne rapporten.

2.2.2 Mobilnettverk (2G / 4G kommunikasjon)

En annen trådløs kommunikasjonsteknologi som er under utvikling er et mobilnettverk. Et mobilnettverk er et radionettverk distribuert over landområder bestående av flere radiomaster eller basestasjoner. Disse mastene og stasjonene gir sammen radiodekning over større geografiske områder.[4]

For at en basestasjon og et mobilt apparat skal kunne operere synkront, må avstanden mellom dem være mindre enn 35 km. Dette setter en øvre grense for dekningsområdet til en basestasjon. Videre vil små dekningsområder for de enkelte basestasjoner gi bedre utnyttelse av frekvensbåndene. Basestasjonene må dermed ligge relativt tett, særlig i områder med stor trafikktetthet.[4] Sikkerheten vil være den samme som for eksempel mobiltelefonen til brukerne som er koblet til et mobilnettverk.

Mobilnettverkene i Norge har svært god dekning og hastighet. Rekkevidden til de ulike mobilnettverkene i Norge vil omfatte de fleste av brukerne som får installert AMS. Dette gjør det derfor til en gunstig kommunikasjonsteknologi der det er dekning. Dette gjelder spesielt i scenarier hvor AMS-måleren er et stykke utenfor boenheten.

---

[3] Øverby H. Wi-Fi. Store Norske Leksikon. https://snl.no/Wi-Fi. Publisert 2018. Lastet ned 2. juli 2018.
[4] Ranes H. GSM. Store Norske Leksikon. https://snl.no/GSM. Publisert 2017 Lastet ned 2. juli 2018.

I situasjoner hvor AMS-måleren er installert utenfor dekningsområdet til mobilnettverket vil løsninger som benytter seg av denne kommunikasjonsteknologien ikke fungere. I alle løsninger vil enheten som kommuniserer med mobilnettverket bruke en form for SIM-kort for kommunikasjonen som vil øke kostnadene med et månedsbasert beløp.

Strømforsyningen er enten via HAN-porten, eller ekstern strømforsyning i form av batteri eller stikkontakt. Driftstemperaturen ligger på -20 til +50 og -40 til +85 ºC. IP-graderingen er på IP00. Enhetene tåler mellom 15-95% relativ fuktighet. Dimensjonene ligger på 104 x 104 mm. Dette er ulikt fra leverandør til leverandør.

2.2.3 NarrowBand IoT

NB-IoT (NarrowBand Internet of Things) er en radioteknologistandard og en ny kommunikasjonsteknologi som benytter det eksisterende 4G-nettet. Teknologien gjør det mulig for enheter å kommunisere ved hjelp av 4G-nettet. Det er designet for å knytte objekter som er på vanskelig tilgjengelige steder til internettet. Dette skal gjøre det enklere å opprette kommunikasjon for enheter som tidligere ikke har vært lønnsomt å koble til nettet. NB-IoT fokuserer spesielt på innendørs dekning med lang batterilevetid og høy tilkoblingstetthet.[5] Løsningen bruker svært lite strøm, og sikkerheten er den samme som i et mobilnettverk, hvis det ikke er benyttet ekstra kryptering.

Løsninger som benytter seg av NB-IoT som kommunikasjonsteknologi vil ikke benytte seg av HAN-porten som strømforsyning. Det vil belage seg på batterier og er utviklet på en måte som gjør at enheten trekker svært lite batteri. Rekkevidden skal være bedre enn mobilnettverket og skal oppnå dekning der det i dag ikke er mulighet for å ha en samtale med mobiltelefonene våre.

De løsningsleverandørene vi har vært i kontakt med som ser for seg å bruke NB-IoT har ulike spesifikasjoner for løsningen. Strømforsyningen kommer fra ekstern strømforsyning i form av batteri. Enhetene tåler mellom 5-85% relativ fuktighet. Driftstemperaturen, IP-graderingen og dimensjonene av løsningen er ikke tilgjengelig.

2.2.4 Zigbee kommunikasjonsprotokoll

Zigbee er en åpen og global standard for trådløs kommunikasjon mellom enheter. Zigbee trekker veldig lite strøm og egner seg for enheter som skal sende data relativt hyppig. Det blir sett på som et alternativ til WiFi og Bluetooth, da spesielt for lavdrevne enheter som ikke krever mye båndbredde.[6]

Zigbee protokollens sikkerhet er basert på sterk kryptering og tre ulike typer nøkler for å holde enhetene sikker. Rekkevidden til Zigbee protokollen er opp til 100 meter, men vil avhenge av gjenstander og vegger som står i mellom enhetene.[6]

Zigbee er en kommunikasjonsprotokoll som ofte blir brukt i fjernkontroller til TV eller spillkonsoller. Løsninger som benytter seg av Zigbee som kommunikasjonsprotokoll trenger en gateway for å kommunisere med en skyløsning. Fra gateway kommuniserer

---

[5] NarrowBand IoT. Telenor. https://www.telenor.no/bedrift/iot/narrowband/. Publisert 2018. Lastet ned 2. juli 2018.
[6] What is Zigbee. Zigbee Alliance. https://www.zigbee.org/what-is-zigbee/. Publisert 2018. Lastet ned 2. juli 2018.

løsningen enten via brukerens lokale nettverk (trådløst eller trådbundet) eller et mobilnettverk. Plasseringen av gateway trenger derfor å være i et rom eller område innenfor rekkevidde av disse signalene. Zigbee kommunikasjonsprotokoll kan ha problemer med kontinuerlig sending av data som video, lyd eller lignende. Det kan derfor ha problemer hvis enheten skal oppdatere kontinuerlig.

Vi har fått oppgitt at strømforsyningen til de planlagte løsningene er enten via ekstern strømtilførsel (batteri/stikkontakt) eller HAN-porten. Driftstemperaturen ligger på 0 til +50 ºC. IP-graderingen ligger på IP40. Enhetene tåler mellom 5-85% relativ fuktighet. Dimensjonene ligger på 30 x 90 x 18 mm.

2.2.5 Andre kommunikasjonsprotokoller

Det er stor sannsynlighet for at det vil komme flere løsninger på markedet etter hvert. Løsningsleverandørene NVE har vært i kontakt med vurderer å utvikle flere kommunikasjonsløsninger enn de som er beskrevet over. Under vil man kunne lese kort om andre trådløse kommunikasjonsløsninger som kan bli aktuelle i senere tid.

2.2.5.1 Z-Wave kommunikasjonsprotokoll

Z-Wave er en trådløs kommunikasjonsprotokoll for kommunikasjon mellom enheter. Den er hovedsakelig brukt for styring av smarthus. Det er et meshnettverk som bruker radiobølger med lav frekvens til å kommunisere fra en enhet til en annen. Det er designet for å gi pålitelig overføring av små datapakker på hastigheter opp til 100 kbit/s med lav latens.[7]

Rekkevidden mellom enheter ligger på rundt 30 meter ved bruk av Z-Wave kommunikasjon og signalene kan hoppe fra enhet til enhet opp til fire ganger. Dette gjør det mulig for å sette opp repeatere som øker rekkevidden til signalet.

2.2.5.2 Bluetooth

Bluetooth er en protokoll for radiooverføring som benyttes for å sende og motta trådløst mellom enheter. Dette foregår over et personlig datanett sammensatt av mobiltelefoner, datamaskiner eller andre enheter som støtter protokollen. Den er konstruert for å utveksle data over korte distanser.[8]

Rekkevidden på Bluetooth varierer på hvilken klasse den tilhører. Klasse 2, som man finner i de fleste mobiltelefoner, har en rekkevidde på rundt 10 meter. Noen av løsningsleverandørene vi har vært i kontakt med har planlagt en alternativ løsning ved bruk av Bluetooth 5. Da vil løsningen kommunisere direkte til brukerens nettbrett/mobiltelefon, og trenger ikke tilgang til brukerens lokale nettverk eller et mobilnettverk. Løsningen vil i et slikt tilfelle kun fungere når brukeren er innen enhetens rekkevidde, og kan ikke benyttes hvis man er utenfor dette. Bluetooth 5 har en rekkevidde som kan strekke seg opp mot 400 meter uten hindringer og ved klar sikt. Rekkevidden vil reduseres betraktelig hvor det ikke er klar sikt mellom enhetene og hvor det er et stort

[7] Learn. Z-Wave. http://www.z-wave.com/learn. Publisert 2018. Lastet ned 13. juli 2018.
[8] Øverby H. Bluetooth. Store Norske Leksikon. https://snl.no/Bluetooth. Publisert 2017. Lastet ned 13. juli 2018.

antall hindringer i veien.

2.2.5.3 Thread

Thread er en nettverksteknologi med lavt strømforbruk designet for IoT-produkter (Internet of Things). Det er beregnet for å være sikker og klar for ulike fremtidige endringer. Den bruker samme type trådløs protokoll som Zigbee, og bruker AES-kryptering. Thread støtter opptil 250 enheter i et lokalt nettverk. Det er designet spesielt for bruk i smarte hjem, og for å koble hundrevis av enheter rundt huset på en sikker og pålitelig måte, med et lavt strømforbruk. Vi har vært i kontakt med en løsningsleverandør som er i prosessen med å utvikle en løsning som bruker Thread teknologien som kommunikasjon mellom enhetene.[9]

Thread har lav prosesseringsbelastning for ruteren den kommuniserer med og det anses at det ikke finnes noen enkelt feilpunkt i systemet. Det betyr at hvis en enhet slutter å fungere, vil ikke resten av systemet slutte å kommunisere. Et eksempel er at hvis en ruter feiler, vil en annen ruter ta dens plass for å sikre at det ikke er noen form for feilpunkter. Thread skal opprettholde høy sikkerhet, hvor bare spesifikt godkjente enheter kan bli med i nettverket og hvor all kommunikasjon gjennom nettverket er sikret med en nettverksnøkkel.[9]

[9] What is Thread. Thread Group. https://www.threadgroup.org/What-is-Thread. Publisert 2018. Lastet ned 13. juli 2018.

Figur 3: En illustrasjon fra installasjon i blokk. Enheten over strømmåleren henter ut data fra HAN-porten og sender dette til en nærliggende gateway. Bildet er av en prototype fra en av løsningsleverandørene NVE har vært i kontakt med.
Foto: Øyvind Loeng, Sikom AS.

2.3 Trådbundne løsninger

For noen scenarier kan et bedre alternativ til de trådløse løsningene som er under utvikling være en trådbundet løsning. En trådbundet løsning vil være en fysisk ledning fra HAN-porten direkte til en enhet som har kontakt med brukerens lokale nettverk eller en form for gateway. Trådbundne løsninger vil være eneste alternativ til strømmålere som er plassert i områder uten noen form for dekning til rom i nærheten eller utenfra.

Alle de trådbundne løsningene som er under utvikling fra leverandørene NVE har vært i kontakt med har minst én enhet som er koblet til strømmåleren, og tilbyr visualisering i form av en applikasjon eller nettleser hvor strømkunden får innsyn i sitt strømforbruk. Hindringer i trådbundet kommunikasjon står nærmere forklart i kapittel 3.2.

2.3.1 Ethernet (LAN)

En trådbundet løsning kan være bruk av en standard Ethernetkabel. Ethernet er navnet på standarder for et kablet nettverk og hvordan de håndterer data. Ethernetkabel er derfor en standard nettverkskabel som brukes for å sende data fysisk mellom enheter og brukes i dag i mange hjem som den vanligste teknologien brukt i lokale nettverk.[10]

Løsningen vil fungere ved at enheten som leser data er koblet til HAN-porten for innlesning, og er videre koblet til en Ethernet-switch for å kommunisere med en skyløsning. En Ethernet-switch er en enhet som brukes til å opprette en nettverkstilkobling mellom enheter.[11] Fra skyløsningen vil brukeren få tilgang til sin data ved bruk av løsningsleverandørens applikasjon eller webløsning.

En trådbundet løsning ved bruk av Ethernet vil være et sikkert og pålitelig alternativ. Man fjerner store deler av angrepsoverflaten for sikkerheten til løsningen ved at man fjerner trådløs tilkobling til enheten, og så lenge kabelen ikke er defekt vil løsning alltid få signaler og mulighet til å kommunisere med en skyløsning.

Ved bruk av Ethernetkobling og -kommunikasjon må plasseringen av strømmåleren være innen rekkevidde av en Ethernet-switch som kan kobles til enheten som leser signalene fra HAN-porten. Dette kan gjøres ved å legge en Ethernet kabel fra det tekniske rommet/skapet strømmåleren er plassert til leiligheten/rommet Ethernet-switchen befinner seg. Et alternativ er at man installerer en Ethernet-switch i skapet der strømmåleren er plassert i tilfeller dette lar seg gjøre. Dette kan føre til utvidede kostnader på løsningene som tilbys.

2.3.2 Kommunikasjon over strømnettet

Kommunikasjon over strømnettet er en kommunikasjonsteknologi som gjør det mulig å sende data over eksisterende strømkabler. Det vil fungere ved at du kobler Ethernet-kabelen fra ditt modem til en spesiell adapter (Homeplug) som passer inn i et av strømuttakene. Elektrisitetskretsen sender signaler til og fra hvert rom som er koblet på elektrisitetskretsen gjennom strømforsyningen. Du kan så ved bruk av enda en spesiell adapter hente ut signalene til rommet som er ønsket. Enheten som leser av og prosesserer

[10] Wikipedia contributors. Ethernet. Wikipedia: The Free Encyclopedia. https://no.wikipedia.org/wiki/Ethernet. Publisert 2018 Lastet ned 13. juli 2018.
[11] Wikipedia contributors. Switch. Wikipedia: The Free Encyclopedia. https://no.wikipedia.org/wiki/Switch. Publisert 2018 Lastet ned 13. juli 2018.

data fra HAN-porten blir så koblet til den spesielle adapteren for å få tilgang til hver brukers lokale nettverk.[12]

Løsningen vil fungere ved at enheten som leser data er koblet til HAN-porten for innlesning, og er videre koblet til den spesielle adapteren som er koblet til et strømuttak i nærheten av strømmåleren. Fra brukerens lokale internett som føres gjennom strømkablene får enheten tilgang til internett for å kommunisere med en skyløsning. Dette forutsetter at brukeren har koblet en annen spesiell adapter til sitt lokale strømnett sitt lokale internett, for at løsningen skal kunne kommunisere med sitt internett. Fra skyløsningen vil brukeren få tilgang til sin data ved bruk av løsningsleverandørens applikasjon eller webløsning.

Kommunikasjon over strømnettet kan være et godt alternativ til de trådløse løsningene og trådbundne løsninger som trenger å legge nye kabler i bygget. Dette kan være nyttig, hvis man har tykke vegger hvor signaler sliter med å sendes igjennom og det kan være dyrt å legge kabler til brukerens leilighet fra plasseringen av strømmåleren.

Ulempene med kommunikasjonsløsningen er at man trenger et vegguttak (stikkontakt) i nærheten av strømmåleren. Dette vegguttaket må være på samme elektrisitetskrets som boenheten strømmåleren er koblet til. Dette kan føre til utvidete kostnader til løsningen, hvor man i noen tilfeller må få en elektriker til å montere en stikkontakt for tilgang.

I følge Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) kan det oppstå forstyrrelser ved bruk av kommunikasjonsløsninger over strømnettet. Dette kan forekomme gjennom smalbåndsoverføring eller bredbåndssystemer/«hjemmenett». Smalbåndsoverføring kan føre til akustisk støy i annet utstyr som er koblet til strømnettet som downlights, sparepærer og TV-apparater. Bredbåndssystemer og «hjemmenett» kan gi uønsket utsending av radiosignaler på grunn av de fysiske egenskapene til strømforsyningsnettet. Dette kan også føre til forstyrrelser på ulike radiotjenester.[12]

2.4 Priser

Pris vil være en viktig faktor ved valg av kommunikasjonsløsning. Alle løsningsleverandørene som har stilt seg til rådighet for NVE har ulike priser for sine produkter. Løsningene vil variere i pris. Noen løsninger vil kun tilby en enhet som kobles til AMS og en applikasjon / webløsning for visualisering. Her vil prisen stort sett være lav, med en månedlig kostnad for visualisering. Andre løsninger kan tilby flere enheter, som kan inkludere gateway og nettbrett for visualisering. Her vil trolig prisene være høyere. Grunnen til dette er at brukerne vil få en ende til ende løsning, som vil inkludere flere enheter som en gateaway, et SIM-kort og et nettbrett for visualiseringen. Trådbundne løsninger vil i utgangspunktet være dyrere enn trådløse, men her er det vanskelig konkludere fordi vi mangler data på pris til hver løsning, og fordi prisen kan avhenge av stedet hvor utstyret skal installeres.

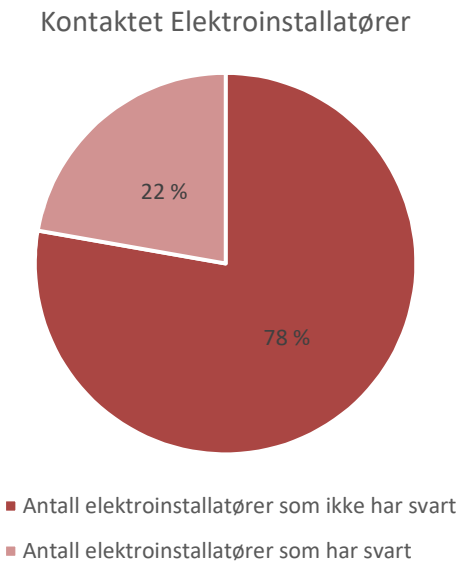
[12] Kommunikasjon over strømnettet. Nasjonal kommunikasjonsmyndighet. https://www.nkom.no/teknisk/ekomutstyr/annet-ekomutstyr/kommunikasjon-over-strømnettet-plt. Publisert 2017. Lastet ned 23. juli 2018.

2.4.1 Prisavslag

I enkelte tilfeller vil sameier og borettslag kunneønske å gå til innkjøp av felles løsninger for alle beboere som ønsker det. Dette kan føre til lavere priser enn hvis hver boenhet går til innkjøp av egen løsning. Alle løsningsleverandørene som ønsket å komme med en anslått pris har planlagt en form for prisavslag ved kjøp av flere enheter.

2.4.2 Kostnad ved installering av kabler i bygg

For at en trådbasert løsning skal få kontakt med hver enkelt boenhet trenger man å legge kabler fra det tekniske rommet/skapet de nye smarte målerne er plassert til kundens boenhet. Vi har prøvd å kontakte flere elektroinstallatører og fått svar fra to ulike installatører med erfaring fra innleggelse av kabler i bygg. Ifølge disse kan prisen ligge på rundt 3000 – 4500 kr per boenhet i et bygg. Dette er et estimat som ikke nødvendigvis vil være gjeldende i alle situasjoner, men gir en ide om hvilke utgifter en kan tenke seg. Prisen kan variere fra bygg til bygg grunnet ulike faktorer som føringsveier i eldre bygg, hva som kan trekkes ut av gamle kabler, m.m.



I tilfeller hvor trådbundet kommunikasjon vil utføres ved kommunikasjon over eksisterende strømnett vil kabling ikke være nødvendig. For å legge til rette for denne type kommunikasjon må en elektrikter montere et uttak i nærheten av brukerens strømmåler som er koblet på strømnettet til hver bruker.

3 Hindringer og sikkerhet

Det finnes ulike mulige hindringer for både trådbundet og trådløs kommunikasjon. Nedenfor har vi utredet noen av de vanligste hindringene som oppstår ved trådløs kommunikasjon og hindringer som typisk kan oppstå i boligblokker ved trådbundet kommunikasjon. Alle ulike scenarier vil ha forskjellige hindringer, og noen hindringer vil være enklere å se for seg enn andre.

3.1 Hindringer i trådløs kommunikasjon

Et trådløst signal er kun radiobølger. Når man skal sette opp en trådløs kommunikasjonsløsning må man som bruker tenke på fem viktige hinder som kan oppstå:

- *Refleksjon*: Signalet kan reflekteres av bestemte overflater, akkurat som lys. Metall er et svært reflekterende materiale, og ved steder hvor en stor refleksjon oppstår, så kan signaler svekkes og også forstyrre mottakeren av signalet.[13]
- *Refraksjon*: Er bryting av en bølge når den passerer grenseflaten mellom stoffer som har ulik brytningsindeks. Vann og glass kan bryte disse bølgene. Dette vil føre til en svekkelse av signalet.[14]
- *Diffraksjon*: Er en bøyning av signalene når de støter på et hinder og skal bevege seg rundt. Både signalets retning og intensitet vil forandre seg. Signalene taper seg aller mest når de skal gjennom tykk mur, tykk betong eller armert betong.[15]
- *Spredning*: Fenomenet ligner veldig på refraksjon, men det er mer uforutsigbart. Støv, fuktighet, ujevnheter og andre kvaliteter i et materiale kan føre til at signalet sprer seg i andre retninger samtidig som intensiteten av de opprinnelige signalene avtar.[16]
- *Absorpsjon*: Dette er et av de vanligste hindringene vi ser i trådløs kommunikasjon. Det forekommer ved at signalene gradvis blir svekket når den trenger inn i et stoff. Dette vil avhenge av strålingens bølgelengde det absorberende stoffets egenskaper. Dette kan for eksempel forekomme ved høy luftfuktighet.[17]

Det er viktig at hver bruker orienterer seg om hvilke hindringer som kan forekomme i trådløs kommunikasjon før brukeren går til innkjøp av en løsning. Det kan være lurt å sette opp en liste over mulige hindringer som kan svekke signalet og kontakte eventuelle leverandører av løsningen brukeren ser for seg kan fungere. Da kan leverandøren selv

---

[13] Holtebekk T. Refleksjon - fysikk. Store Norske Leksikon. https://snl.no/refleksjon_-_fysikk. Publisert 2018. Lastet ned 23. juli 2018.
[14] Skaar J. Refraksjon – fysikk. Store Norske Leksikon. https://snl.no/refraksjon_-_fysikk. Publisert 2018. Lastet ned 23. juli 2018.
[15] Grøn Ø. Diffraksjon. Store Norske Leksikon. https://snl.no/diffraksjon. Publisert 2018. Lastet ned 23. juli 2018.
[16] Holtebekk T, Skaar J. Spredning - fysikk. Store Norske Leksikon. https://snl.no/spredning_-_fysikk. Publisert 2018. Lastet ned 23. juli 2018.
[17] Pedersen B. Absorpsjon. Store Norske Leksikon. https://snl.no/absorpsjon. Publisert 2018. Lastet ned 23. juli 2018.

hjelpe kunden med å ta det rette valget, spesielt hvis de tilbyr ulike kommunikasjonsløsninger.

3.2 Hindringer i trådbundet kommunikasjon

Hindringer i trådbundet kommunikasjon vil ikke variere på samme måte som trådløs kommunikasjon. Når kabelen er trukket mellom to rom, vil signalet alltid være tilgjengelig. De største hindringene ved trådbundet kommunikasjon vil forekomme ved tilretteleggelsen for å oppnå kommunikasjon.

I bygg med flere boenheter kan det være en utfordring å legge til rette for trådbundet kommunikasjon. Det er ikke sikkert man får lov til eller har mulighet til å bore igjennom vegger for installasjon av kabler. Det kan oppstå problemer med metallplater, rør, eller lignende hindringer når man skal legge kabler igjennom veggen. En mulig løsning kan være å legge kabler fra et teknisk rom med strømmålerne, til et rom som er innenfor dekningsområdet til et mobilnettverk eller strømkundens lokale nettverk. Dette er for å slippe å bore seg igjennom flere vegger, og hvor en gateway kan være endepunktet på en slik trådbundet løsning.

Hvis det ikke er noen form for strømuttak eller nettverksport i nærheten av strømmåleren som er tilkoblet brukerens lokale nettverk eller strømnett bør brukeren kontakte en elektroinstallatør for å forhøre seg om muligheten for dette. Det kan være mulighet for å få kontakt til hver brukers lokale nettverk eller strømnett direkte fra rommet strømmålerne er plassert, men dette vil variere fra bygg til bygg.

3.3 Miljøpåvirkninger, dimensjoner og strømtilførsel

Det er forskjellige miljøfaktorer som kan påvirke driften av de ulike løsningene. For at løsningene skal fungere optimalt må enheten installeres hvor dette er tilstrekkelig. Fuktighet, temperatur og IP-gradering er faktorer som kan påvirke løsningene. Vi anbefaler hver enkelt bruker om å sjekke temperaturforhold og fuktighet ved AMS-måleren og om det er behov for en høy IP-gradering før man går til innkjøp av en løsning. Dimensjonene og strømtilførselen til løsningen vil variere. Hvis måleren er montert i et skap med lite plass kan det oppstå problemer ved montering av en løsning med for store dimensjoner. I noen tilfeller vil ikke måleren kunne gi nok strøm gjennom HAN-porten, og løsningen må derfor benytte seg av en ekstern strømtilførsel.

3.3.1 Strømforsyning

Strømforsyning er en komponent som leverer energi til elektriske eller elektroniske enheter.[18] Det er tre ulike former for strømforsyning løsningene som utvikles kan benytte seg av: strømforsyning direkte fra HAN-porten, eller ekstern strømtilførsel via strømuttak eller batteri. Strømforsyningen er viktig fordi HAN-porten ikke nødvendigvis kan tilby nok strøm til enheter, eller at man må gjøre elektriske inngrep for å få tilgang til andre strømkilder. De ulike leverandørene (Aidon, Kaifa og Kamstrup) av strømmålerne som er

[18] Wikipedia contributors. Strømforsyning. Wikipedia: The Free Encyclopedia. https://no.wikipedia.org/wiki/Strømforsyning. Publisert 2018. Lastet ned 23. juli 2018.

montert vil tilby ulik strømkapasitet fra HAN-porten. Løsningsleverandørene sine løsninger vil trekke ulik mengde strøm, noe som ikke nødvendigvis kan håndteres av alle de ulike strømmålerne.

Den letteste formen vil være gjennom HAN-porten, men dette avhenger av hvilken type strømmåler brukeren har, og strømforbruket til enheten som skal kobles til HAN-porten. Batteri vil være enkelt og greit å forholde seg til, men vil måtte byttes fra tid til annen i fremtiden, og kan derfor ha konsekvenser for brukere som planlegger en komplett løsning med styring av strømmen i boenheten. Det kan medføre at kommunikasjonen av enheter som styrer strømmen ikke vil fungere, når enheten har gått tom for batteri. Ekstern strømtilførsel via strømuttak vil være det mest pålitelige, men vil ofte føre til at man trenger en elektriker til å installere og montere dette i nærheten av strømmåleren. Strømuttaket enheten skal benytte seg av må være koblet til brukerens lokale strømnett.

3.3.2 Driftstemperatur

Driftstemperatur er hvilket temperaturområde en elektronisk enhet vil fungere i. Ligger temperaturen utenfor det gitte temperaturområde vil ikke enheten fungere optimalt. Hvis dette temperaturområde overskrides mens enheten er aktiv kan det føre til midlertidig eller permanente svekkelser av effekten på ytelsen til enheten.

Det er viktig at hver bruker ser på driftstemperaturen til hver enhet som skal brukes i løsningen for avlesningen av data. Dette er for å forsikre seg om at løsningen fungerer optimalt til enhver tid. Dette vil være ekstremt viktig for brukere med AMS installert i uthus eller områder hvor temperaturen kan senke seg til under 0 ºC, hvor enheten må tåle driftstemperaturer lavere enn dette.

3.3.3 IP-gradering

IP-gradering av enhetene som blir brukt i de ulike løsningene vil variere stort i fra løsning til løsning. Det er en rangering av elektrisk utstyrs beskyttelse mot inntrengning av faste gjenstander og vann.[19]

I tilfeller hvor enheter som skal benyttes for det eksterne grensesnittet som er koblet til HAN-porten kan man vurdere endelig IP-gradering som høyere hvis den er plassert inne i et sikret skap. IP-gradering til enheten vil da få et høyere nivå enn det som først er antatt.

3.3.4 Relativ fuktighet

Relativ fuktighet er et mål for mengden vanndamp i lufta. Mer presist er relativ fuktighet det prosentvise forholdet mellom luftas absolutte fuktighet og den fuktigheten som må til for å oppnå metning ved en gitt temperatur.[20]

Den relative fuktigheten som enheten tåler for å operere og fungere optimalt vil variere fra løsning til løsning. Dette vil være spesielt viktig i kjellere eller uthus med høy

[19] Rosvold K. Kapslingsgrad. Store Norske Leksikon. https://snl.no/kapslingsgrad. Publisert 2018. Lastet ned 12. juli 2018.
[20] Sivle A. Relativ fuktighet. Store Norske Leksikon. https://snl.no/relativ_fuktighet. Publisert 2017. Lastet ned 12. juli 2018.

luftfuktighet.

3.3.5 Dimensjoner

Dimensjonene til enhetene som er koblet til HAN-porten og tilleggsenheter som gateway kan være avgjørende for at løsningen får plass i det tekniske rommet/skapet som strømmåleren er plassert. Noen brukere har liten plass der strømmåleren er installert og montert, som kan føre til at noen løsninger ikke kan benyttes i deres situasjon. NVE anbefaler alle brukere å måle tilgjengelig plass i skapet/rommet strømmåleren er plassert, før de går til innkjøp av en tredjepartsleverandør sin løsning.

3.4 Sikkerhet

Brukere som planlegger å gå til innkjøp av en løsning for å ta i bruk data fra HAN-porten anbefales å tenke igjennom hvem de deler disse dataene med, og hvorvidt noen eventuelt kan få tak i dataene som kunden sender fra HAN-porten til andre enheter, før de går til innkjøp av en løsning.

3.4.1 Fysisk sikring

Som nevnt tidligere er HAN-porten stengt, helt til kunden ber nettselskapet om å åpne porten. Når porten er åpen, vil det ikke nødvendigvis være noen form for kryptering av dataen som kan hentes ut. Kunden er selv ansvarlig for fysisk sikring dersom man velger å motta ukryptert data via HAN-porten, selv om nettselskapet tilbyr kryptering. Hvis nettselskapet ikke tilbyr kryptering og fysisk sikring ikke er tilstede, vil nettselskapet være ansvarlig for å etablere dette.[21] Det er viktig at kunden sikrer seg hvis man ikke ønsker at andre skal få tilgang til deres data.

I følge Norsk Elektronisk Komite (NEK) vil tilstrekkelig fysisk sikring innebære at måleren står inne i kundens egen bolig eller at den står i et låsbart skap / rom. For kunder i borettslag eller sameie med felles målerrom vil låsbare felleskap eller fellesrom sammen med andre kunders målere være tilstrekkelig fysisk sikring.[21] NVE har sluttet seg til NEKs anbefaling om sikring.

Figur 5: Et åpent skap uten fysisk sikring. Foto: Arnt E. Bjøru.

[21] HAN Personvern. Norsk Elektroteknisk Komite. https://www.nek.no/wp-content/uploads/2018/02/AMS-HAN-Vedlegg-1-Personvern-NEK-rapport-20180215.pdf. Publisert 2018. Lastet ned 25. juni 2018.

3.4.2 Trådløs sikkerhet

Sikkerheten rundt trådløse løsninger vil variere for de ulike løsningene. Sikkerheten i WiFi kommunikasjon mellom enheten som henter data fra HAN-porten og brukerens ruter vil være den samme som andre enheter som allerede er koblet til brukerens lokale nett via ruter. Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) har uttalt at de har full tillit til teleleverandørene i Norge når det gjelder sikkerhet i mobilnettverket som er tilbudt.[22] Dette vil angå sikkerheten i løsninger som benytter seg av mobilnettverk kommunikasjon i form av 2G/4G og NB-IoT. Zigbee kommunikasjonsprotokoll sin sikkerhet er basert på en sterk kryptering og ved hjelp av tre ulike typer nøkler for å holde enhetene sikker.

Sikkerheten rundt de ulike kommunikasjonsløsningene som er fremstilt vil alle være sett på som tilstrekkelig for bruk av kommunikasjonsløsning. Det vil derfor ikke være noen betydelig grunn til å velge det ene trådløse alternativet over det andre iht. sikkerheten.

[22] Jørgenrud M. Norsk kommandørkaptein. https://www.digi.no/artikler/norsk-kommandorkaptein-at-sanne-spionverktoy-finnes-burde-nesten-vaert-tiet-i-hjel/363632. Publisert 2016. Lastet ned 12. Juli 2018.

4 Forslag til løsninger

Etter analysen av de ulike løsningsleverandørenes kommunikasjonsteknologi, ønsker NVE å hjelpe brukere velge riktig løsning for visualiseringen av strømforbruket og hvilken løsning som passer best i deres scenario. Her er det satt fokus på sikkerhet og hindringer for løsningene, og satt opp ulike scenarier som brukere kan kjenne seg igjen i. Det er lagt vekt på scenarier i blokker og rekkehus med strømmåleren plassert utenfor boenheten til strømkunden.

4.1 Simulerte scenarier

For å hjelpe brukere på best mulig vis har vi vurdert de mulige løsningene beskrevet tidligere opp mot fire scenarier hvor brukere kan ha vanskeligheter med å få tak i data fra HAN-porten.

4.1.1 Scenario 1: AMS i kjeller uten dekning

AMS for kunder som bor i blokker er ofte samlet sammen i et tavlerom i en kjeller. I noen tilfeller vil disse rommene være utenfor brukernes lokale nettverk og andre mobilnettverk, som vil resultere i et rom uten dekning.

I tilfeller hvor strømmåleren er plassert i et rom uten dekning vil en trådbundet løsning være en mulig løsning, men NB-IoT vil være et alternativ fordi den kan oppnå kommunikasjon i områder som mobiltelefoner eller lignende har problemer. De fleste brukere i dag har ikke noen form for enheter som benytter seg av denne teknologien, og kan derfor ikke teste dette i sitt tilfelle. Det kan være lurt å kontakte løsningsleverandøren som tilbyr en løsning som benytter seg av NB-IoT som kommunikasjon for å få nærmere opplysninger om det kan være et alternativ.

Ved de fleste trådbundne løsningene kan prisen være noe høyere enn for trådløse alternativer. Kommunikasjon over strømnettet trenger en stikkontakt i nærheten av strømmåleren som er på samme strømkrets som boenheten. Hvis dette ikke allerede er montert, må hver enkelt bruker få en sertifisert elektriker til å installere dette. Ved bruk av en Ethernet kabel og en Ethernet-switch må det trekkes kabler fra det tekniske rommet måleren er plassert til boenheten. Prisen på dette vil bl.a. kunne variere etter hvor langt unna boenheten det tekniske rommet er, føringsveier i eldre bygg, hva som kan trekkes ut av gamle kabler, og hvor mange boenheter som velger denne løsningen sammen.

Et siste alternativ kan være en hybrid løsning mellom trådbundet og trådløs kommunikasjon. En installerer da to gatewayenheter som kommuniserer ved bruk av en trukket kabel, hvor den ene er plassert i det tekniske rommet og den andre er plassert i et rom med dekning. Her vil hver strømmåler kommunisere med en gateway, som igjen kommuniserer med den andre gjennom en trådbundet løsning. Gateway plassert i rommet med dekning vil kommunisere med en skyløsning. Her kan kommunikasjon med skyen være gjennom brukerens lokale nettverk eller et mobilnettverk.

I et slikt tilfelle vil prisen for kablingen kunne reduseres, ved at et borettslag går sammen til innkjøp av to felles gatewayenheter som kun trenger kabling mellom to rom. Man slipper da at hver bruker investering i en egen trådbundet løsning. Det kan være lurt å

kontakte løsningsleverandøren før man går til innkjøp av en hybrid løsning for å planlegge oppsettet av løsningen og for muligheten av et slikt oppsett i sin situasjon.

4.1.2 Scenario 2: AMS i kjeller med dekning

AMS for kunder som bor i blokker er som nevnt tidligere ofte samlet sammen i et tavlerom plassert i en kjeller. I noen tilfeller vil dette rommet være innenfor dekningen av et mobilnettverk. I slike tilfeller vil løsninger som benytter seg av et mobilnettverk for kommunikasjon til en skyløsning være det beste og enkleste alternativet. Løsninger som bruker Zigbee kommunikasjon mellom AMS og en gateway eller løsninger som NB-IoT og 2G/4G kommunikasjon (med og uten gateway) kan være interessante alternativer.

Løsninger som benytter seg av gateway som et mellomledd i kommunikasjonen til en skyløsning vil bruke ulike kommunikasjonsprotokoller mellom AMS og gateway. Zigbee er en slik protokoll som er under utvikling fra løsningsleverandører. Fra gateway vil kommunikasjonen foregå over et mobilnettverk eller brukerens lokale nettverk. Plasseringen av gateway er viktig for å oppnå optimal kommunikasjon, fordi den må ha dekning fra nettverket som kommuniserer med en skyløsning og dekning til enheten koblet til AMS.

Mobilnettverk med 2G/4G eller NB-IoT som kommunikasjonsløsning vil være et godt alternativ i tavlerom med dekning. Løsninger med og uten gateway vil være tilstrekkelig og det er opp til hver enkelt bruker om hva som er beste løsning for dem. Det kan være lurt å kontakte mulige løsningsleverandører for å forhøre seg om at løsning vil være tilstrekkelig i deres scenario og å forsikre seg om at løsningen vil fungere optimalt.

Enheter og gateway som bruker mobilnettverk som kommunikasjon trenger ofte et SIM-kort. Dette kan føre til ekstra kostnader da det som regel har en månedlig pris. Det er ofte mulighet for at flere brukere kan benytte seg av samme gateway som kan redusere oppstarts- og månedskostnader, da det blir finansiert av flere brukere. Det kan være lønnsomt for sameie og borettslag å gå til innkjøp av løsninger som bruker felles gateway for å redusere kostnadene og plassen de vil ta i tavlerom.

4.1.3 Scenario 3: AMS i et uthus på tunet

Rekkehus og blokker kan i noen tilfeller ha et felles tavlerom for strømmålerne som er plassert utenfor bygget eller på et felles tun/område for bofelleskapet. I et slikt scenario er det vanskelig og dyrt å legge kabler inn til hver av boenhetene og de vil som oftest være utenfor kunders lokale nettverk. I slike tilfeller vil en trådløs kommunikasjonsløsning eller kommunikasjon over strømnettet være det beste alternativet.

Kommunikasjon over strømnettet vil være den billigste formen for trådbundet kommunikasjon. Løsningen trenger en stikkontakt i nærheten av strømmåleren som er på samme strømkrets som boenheten. Hvis dette ikke allerede er montert, må hver enkelt bruker få en sertifisert elektriker til å installere dette. Når dette er på plass, vil løsningen bruke brukerens lokale nettverk over strømnettet for kommunikasjonen til en skyløsning.

Når alle strømmålerne er plassert i samme rom kan trådløse løsninger som har mulighet for bruk av felles gateway være en pålitelig og enkel løsning. Løsninger vil som oftest være billigst når de inneholder få enheter. Noen løsningsleverandører tilbyr felles

gateway, hvor prisen vil være betraktelig lavere enn hvis man går til innkjøp av hver sin og det vil i tillegg være plassbesparende. Løsninger som benytter seg av gateway vil bruke mobilnettverk eller brukerens lokale nettverk for å kommunisere med en skyløsning, og i dette tilfelle vil bruk av mobilnettverk være eneste alternativ. Da kan kommunikasjon fra gateway gå via 2G/4G kommunikasjon eller via NB-IoT. Mellom AMS og gateway vil det være ulik form for kommunikasjonsløsning som Zigbee, løsningsleverandørenes egne proprietære protokoller eller andre lignende protokoller som Z-wave.

I scenarier hvor måleren er plassert i et tavlerom utenfor bygget eller på et felles tun/område for felleskapet vil det være ekstra viktig å tenke på hvordan miljøet kan påvirke valg av løsning. Hvis rommet er uisolert må alle enhetene i løsningen tåle lave driftstemperaturer så de kan fungere optimalt gjennom en kald norsk vinter og at enhetene tåler en viss mengde relativ fuktighet.

4.1.4 Scenario 4: AMS i trappeoppgang

I noen tilfeller har høyhus og blokker installert måler for hver boenhet i trappeoppgangen til bygget. Her vil som regel strømmåleren være plassert i nærheten av utgangsdøren til boenheten. I et slikt scenario er det stor sannsynlighet for at strømmåleren ligger innen dekningen av et mobilnettverk (2G / 4G og NB-IoT) eller kundens lokale nettverk (WiFi).

Løsninger som bruker kundens lokale nettverk eller et mobilnettverk (både med og uten gateway) som kommunikasjon vil være en god løsning i et slikt tilfelle. Som nevnt tidligere vil alternativer som består av flere enheter ofte ha en høyere pris, og hvis brukeren allerede har tilgang til et lokalt nettverk i boenheten vil dette kunne være det billigste alternativet.

Med WiFi som kommunikasjonsløsning trenger man ikke enheter som gateway og SIM-kort i tillegg, hvor man som regel kun trenge å forholde seg til enheten koblet til HAN-porten. Enheten vil kommunisere direkte med en skyløsning via brukerens ruter for å måle strømforbruket. Løsninger som benytter seg av Zigbee vil kommunisere med et mobilnettverk eller brukerens lokale nett via en gateway.

4.2 Oversikt over forslag til løsninger

Figur 6: En tabell over mulige forslag til kommunikasjonsløsninger for de simulerte scenariene. Ingen av løsningene er testet, men vi tar høyde for at informasjonen fra løsningsleverandørene stemmer.

Kommunikasjonsteknologier for simulerte scenarioer				
	AMS i kjeller uten dekning	AMS i kjeller med dekning	AMS i et uthus på fellesområder	AMS i trappeoppgang
WiFi				
Mobilnettverk				
NB-IoT	Kan fungere i noen tilfeller utenfor dekningsområdet			
Zigbee	Kan fungere som en hybrid løsning mellom to rom			
Ethernet	Kan føre til økt kostnad			
Kommunikasjon over strømnettet	Kan føre til økt kostnad	Kan føre til økt kostnad	Kan føre til økt kostnad	Vil fungere, men kan føre til økt kostnad iht. alternativene

Fungerer	Fungerer ikke	Mulig underoptimalt

5 Leseliste

Norges vassdrags- og energidirektorat – Smarte Strømmålere (AMS):
https://www.nve.no/stromkunde/smarte-strommalere-ams/

Norges vassdrags- og energidirektorat – AMS:
https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten-for-energi-rme-marked-og-monopol/sluttbrukermarkedet/ams/

Norsk Elektroteknisk Komite – Informasjon til brukere om AMS og HAN:
https://www.nek.no/info-ams-han-brukere/

Nasjonal sikkerhetsmyndighet – Grunnprinsipper for IKT-sikkerhet:
https://nsm.stat.no/publikasjoner/rad-og-anbefalinger/grunnprinsipper-for-ikt-sikkerhet/

Nasjonal sikkerhetsmyndighet – Fysisk sikring:
https://www.nsm.stat.no/om-nsm/tjenester/fysisk-sikring/

Nasjonal sikkerhetsmyndighet – Fysisk sikring mot ulovlig inntrengning:
https://www.nsm.stat.no/globalassets/dokumenter/veiledninger/veiledning-i-fysisk-sikring-mot-ulovlig-inntrengning.pdf

Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet – Kommunikasjon over strømnettet:
https://www.nkom.no/teknisk/ekomutstyr/annet-ekomutstyr/kommunikasjon-over-str%C3%B8mnettet-plt

NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

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

www.nve.no