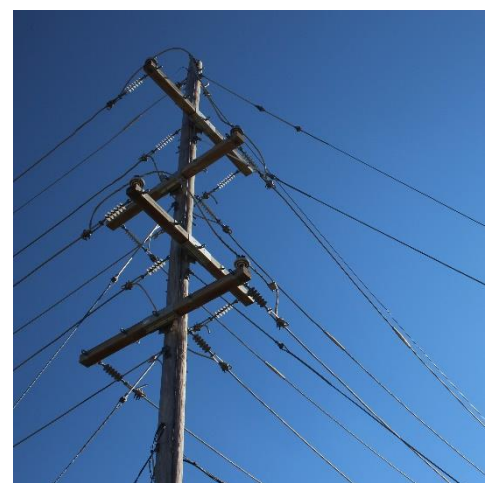




Veileder

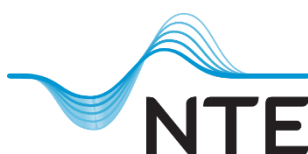
## Feilsøking av elbilladeproblemer



## Innledning

Denne veilederen er laget for å gjøre feilsøking av ladeproblemer enklere. Den er delt i to deler, hvor del 1 først og fremst retter seg mot elbilister, mens del 2 er mer avansert stoff for teknisk interesserte, elektrikere og kundeservice hos nettselskapene. Det trengs ingen spesielle forkunnskaper for å lese veilederen, og om du lurer på grunnleggende begreper rundt strøm og spenning er en del begreper forklart i vedlegget bakerst. Veilederen er kun en enkel innføring, og det vil alltid finnes mer stoff om slike problemer i rapporter, artikler, og generell informasjon på nett.

Innholdet i veilederen er basert på rapporten [Årsaker og løsninger på elbilladeproblemer](#)<sup>1</sup> (PQA, 2019), som inneholder mer detaljer om de ulike problembeskrivelsene. Arbeidet med veilederen er utført i «EMC i smarte nett», et toårig forskningsprosjekt støttet av Forskningsrådet i ENERGIX-programmet.



<sup>1</sup> <https://pqa.no/emc-i-smarte-nett/>

## Oversikt

Mange elbileiere har opplevd ulike former for ladeproblemer. Flere har samtidig erfart at å feilsøke dette ikke alltid er like enkelt. I tillegg til at noe kan være galt med selve elbilen, er det i motsetning til en vanlig bil også mulig at noe er galt med både den elektriske installasjonen eller strømmettet. Å vite hva en skal se etter, hvilke ting som bør undersøkes først, og hvem en skal henvende seg til og når hos leverandør, elektriker og nettselskap er ikke alltid like klart.

På bakgrunn av erfaringer i EMC-nett prosjektet er derfor denne veilederen utarbeidet. Veilederen tar for seg hvordan ladeproblemer kan feilsøkes. Dette inkluderer hvilke ting elbilister kan undersøke, symptomer på ulike typer problemer, hva en kan undersøke for å bekrefte at det er dette som er problemet, og hvor en skal henvende seg for ulike typer ladeproblemer. De ulike problemene som er omtalt i veilederen er basert på resultater fra spørreundersøkelser, intervjuer og erfaringer fra ulike praktiske tilfeller.

Det gis i denne veilederen en gjennomgang av følgende temaer:

### **DEL 1: Enkel problemløsning for elbilister**

- Oversikt over ladesystem, elbil, og strømmnett (side 3-4)
- Den generelle feilsøkingprosessen ved ladeproblemer (side 5-6)
- Hvordan / når involvere nettselskap, elektriker eller leverandøren (side 7)
- Jordfeil – hva er det og hvordan feilsøke? (side 8-9)
- Softwareproblemer i elbilen (side 10)

### **DEL 2: Mer informasjon for teknisk interesserte, elektrikere og nettselskap**

- Kort om kapasitetsproblemer, både i egen installasjon og strømmettet (side 11-12)
- Kort om det norske lavspenningsnettet (IT-nett) (side 13-14)
- Interferens forårsaket av overharmoniske spenninger (side 15)
- Andre problemer (side 16)

**Vedlegg:** Grunnleggende begreper om strøm og spenning (side 17)

Denne veilederen tar ikke for seg anbefalinger til lading, som det finnes informasjon om på f.eks. [Elbilforeningen sine nettsider](#)<sup>2</sup> og [hos DSB](#)<sup>3</sup>. Det er ikke sett på ladeproblemer ved hurtigladdere – generell informasjon om dette finnes på elbilforum og uttalelser fra ladestasjonsoperatører sine nettsider.

For informasjon om EMC-nett prosjektet, se [prosjektets hjemmeside](#)<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> <https://elbil.no/hjemmelading-for-nybegynnere/>

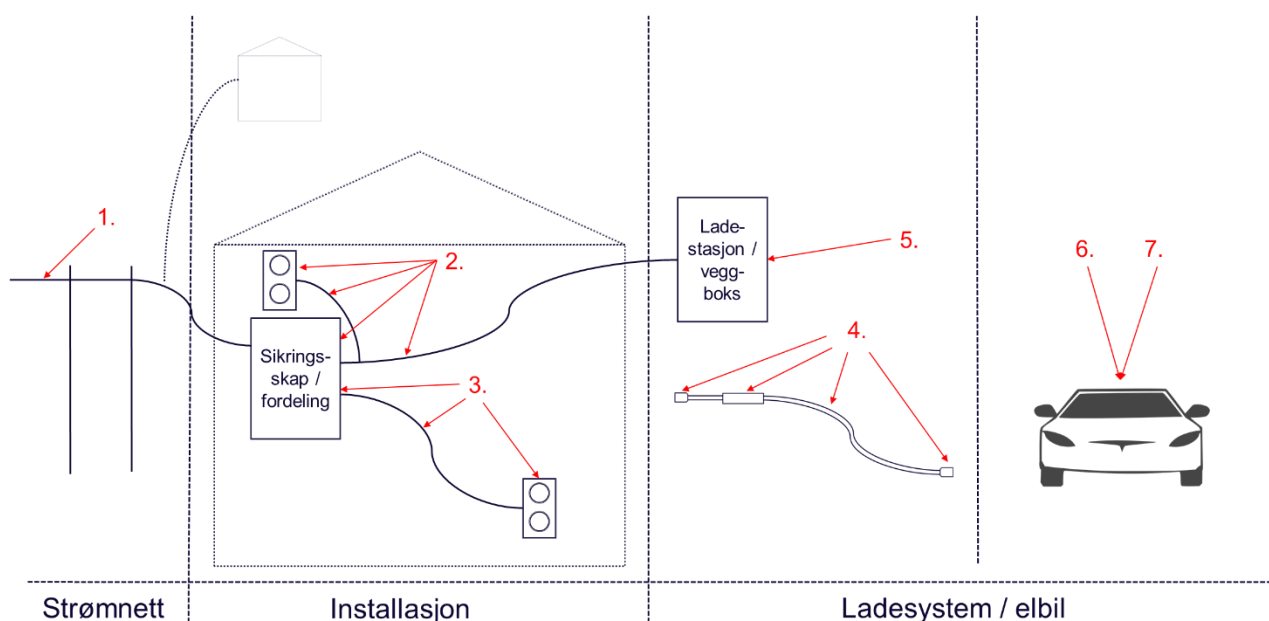
<sup>3</sup> <https://www.dsb.no/lover/elektriske-anlegg-og-elektrisk-utstyr/tema/elbil---lading-og-sikkerhet/>

<sup>4</sup> <https://pga.no/emc-i-smarte-nett/>

## DEL 1

### Ladesystem, elbil og strømnett

Ladesystemet til en elbil omfatter både elbilen og ladekabel, men også indirekte den elektriske installasjonen hvor elbilen lades, og strømnettet som forsyner denne. Ladeproblemer kan ha sin årsak i alle disse stedene. Figuren under viser de ulike komponentene som inngår i å lade en elbil.



*Forenklet overordnet beskrivelse av komponentene som inngår ved lading av en elbil.*

1. Strømnettet i Norge er enten et IT eller TN-nett (mer om dette på side 13), og installasjonene kan ha en enfase eller trefase tilknytning. Informasjon om hva du har står i dokumentasjon i sikringsskapet og på AMS-måleren. For at elektriske apparater, inkludert elbilladere, skal fungere, må spenningen ha en tilstrekkelig kvalitet<sup>5</sup>.

2. Avhengig av alder på det elektriske anlegget, vil det variere om det er automatsikringer (mest vanlig) eller skrusikringer i sikringsskapet. Det vil også variere om det er en jordfeilvarsler, et jordfeilvern for hele installasjonen, jordfeilautomater på hver kurs, eller ingen beskyttelse mot jordfeil. Det kan være mindre og latente feil i elektriske anlegg (seriefeil / dårlig kontakt, jordfeil, dårlig jordelektrode, mm.) som kan gå ubemerket helt til en begynner med elbillading.

3. Kursen som elbilen lader på skal tilfredsstillere kravene i NEK 400 (elektrikeren din kjenner disse). Det er blant annet krav til jordfeilvern type B. I gamle anlegg, og noen ganger i nye, kan det være problemer med dårlig kontakt. Dette kan f.eks. skape varmgang om anlegget belastes hardt over lengre tid i forbindelse med elbillading. Skjøteledninger skal ikke brukes.

<sup>5</sup> Dette inkluderer blant annet spenningens størrelse ( $230\text{ V} \pm 10\%$  målt som ett minuttets gjennomsnitt). Kravene er beskrevet i Forskrift om Leveringskvalitet.

4. Ved mode 2 lading, det vil si lading via stikkontakt med en ladekabel som har en «ladekladd», inngår ladekabelen også i ladesystemet. I ladekladden på ladekabelen (som ikke bør henge på stikkontakten) sitter det kontroll- og sikkerhetssystemer som kontrollerer at det er trygt å starte lading, og avbryter lading om det oppstår en feil. Denne må være skikkelig tilkoblet elbilen<sup>6</sup>.

5. Ved mode 3 lading, det vil si lading via en hjemmeladestasjon / hjemmeladeboks, sitter sikkerhetssystemene i hjemmeladeboksen heller enn ladekabelen.

6. I elbilen sitter det en ombordlader, som omformer 230 V AC til DC-spenning til elbilbatteriene. Denne styrer også ulike deler av ladeprosessen.

7. Elbilen inneholder også mye programvare som for eksempel sørger for tidsstyring på ladeprosessen. Denne oppdateres fortløpende av elbilprodusenten.

---

<sup>6</sup> Enkelte ladeproblemer har skyldtes problemer med tilkobling. Et annet potensielt problem er oksidasjon på lederne på pluggen om denne har vært fuktig over lengre tid.

## Generell feilsøking

Ved ladeproblemer kan feilen ligge både i forsyningen, installasjonen, i ladekabel / hjemmeladeboks, eller i elbilen. En måte å identifisere hvor problemet ligger kan være å undersøke:

- *Kan du lade elbilen andre steder?*

Noen kunder rapporterer om ladeproblemer som kun oppstår på enkelte ladepunkter, f.eks. kun på jobb, eller kun hjemme. Feil som oppstår på bestemte steder, betyr at det sannsynligvis ikke er noe galt med selve elbilen, men heller forsyningen, installasjonen eller ladekabel / ladestasjonen. Ladeproblemer som oppstår flere steder er mer sannsynligvis forårsaket av selve elbilen, f.eks. softwarefeil (se side 10), problemer med tilkoblingspunktet eller selve ombordladeren.

- *Oppstår ladeproblemene også andre steder i installasjonen, f.eks. i andre uttak?*

Problemer som er begrenset til en avgrenset fysisk lokasjon kan være forårsaket av:

- Feil i installasjonen, f.eks. dårlig kontakt eller skadet uttak.
- For lav spenning, f.eks. om det er brukt en lang skjøteledning (bør ikke benyttes), garasjen ligger langt fra huset eller nettet er svakt (se side 11 for mer om hvorfor dette skjer).

Om spenningen er lav kan dette kontrolleres med et multimeter. Du kan også prøve å lade fra andre stikkontakter i huset nærmere sikringsskapet. Kontroller at det er god kontakt når elbilen kobles til. Ev. feil i installasjonen bør kontrolleres av elektriker (etter at det er gjort andre innledende undersøkelser). Vær spesielt obs på kontakter som ser svidde ut, dette betyr det har vært høy varme ved eller rundt kontakten.

- *Kan andre elbiler lade på problemstedet?*

Ladeproblemer som oppstår ofte på ett sted, men bare med én eller enkelte elbilmodeller kan være forårsaket av ulike fenomener, men en gjenganger er jordfeil (se side 9-10 om hva jordfeil er, og hvordan dette kan feilsøkes). Ulike elbiler har ulik følsomhet mot jordfeil, som gjør at f.eks. enkelte merker eller modeller får ladeproblemer på et ladepunkt, mens andre lader som normalt.

- *Fungerer lading med en annen ladekabel?*

Flere elbilmodeller har opplevd at ladeproblemene forsvinner om en bytter til en annen type ladekabel. Årsaken er ulik følsomhet mot jordfeil i ladekladden. De fleste leverandører er klar over

denne problemstillingen, og vet om det finnes ladekabler som er mindre sensitive mot jordfeil (gjelder f.eks. Nissan Leaf). Ved eventuelle fysiske feil på kabelen (enten pluggene eller selve kabelen) vil ladingen også fungere om du bytter til en tilsvarende modell.

Problemet med at ladekabler ikke fungerer ved jordfeil kan også løses ved å installere en hjemmeladestasjon. Disse trenger ikke sikkerhetssystemet som forårsaker problemet ved lading med mode 2 ladekabel, fordi elektriker skal kontrollere jord når hjemmeladestasjonen installeres.



*Bare én elbil som har ladeproblemer ved et kontorbygg? Det kan være at denne modellen har høy følsomhet mot jordfeil.*

- *Oppstår ladeproblemer på bestemte tidspunkt?*

Ladeproblemer som har sammenheng med spesielle tidspunkt eller andre ting som skjer kan være forårsaket av:

- Lav spenning på enkelte tidspunkt (f.eks. ettermiddagen)
- Forstyrrelser forårsaket av andre apparater
- Periodiske jordfeil (jordfeil som «kommer og går», f.eks. pga. jordfeil i gatelys).

Ved denne typen problemer må du ofte involvere nettselskapet for å feilsøke. Hvordan nettselskapet bør kontaktes er beskrevet på neste side. Du kan vurdere om du ønsker å lese mer om andre årsaker til ladeproblemer i DEL 2 i veilederen før du ev. kontakter tredjepart.

## Hvordan involvere nettselskapet, elektrikere eller leverandøren

Uansett hvem som kontaktes er det fornuftig å gi en god problembeskrivelse. Dette kan inkludere:

- Elbilmodell
- Hvordan elbilen lades (mode 2 eller mode 3)?<sup>7</sup>
  - o Hvis mode 3, hvilken hjemmeladeboks? Lades det med enfase eller trefase, og med hvilken ladestrøm?
- En problembeskrivelse. For eksempel:
  - o Når opptrer ladeproblemene – kontinuerlig, av og til, eller på bestemte tidspunkt?
  - o Har andre problemer på samme ladepunkt, f.eks. ved lading i borettslag?
- Hva har du feilsøkt selv? Er det for eksempel for lav spenning eller kanskje jordfeil?

### Kontakte leverandør

Leverandøren bør involveres om en mistenker at feilen ligger i selve elbilen. At bilen har ladeproblemer på flere steder taler for dette, og dette bør du da også oppgi.

Om du mistenker jordfeil som årsak til ladeproblemene kan en også nevne dette, og høre om det er mulig å teste en annen ladekabel.

Leverandøren av hjemmeladeboksen bør kontaktes om du mistenker at det er noe feil med denne, for eksempel om sikringen til hjemmeladeboksen går selv om elbilen ikke står til lading, en ikke får koblet kabelen til skikkelig, osv.

### Kontakte nettselskapet

Nettselskapet bør kontaktes om du mistenker at det er forhold i strømmettet som forårsaker ladeproblemene, eller at det er en jordfeil som ikke ligger i egen installasjon. Ved diffuse problemer hvor elektriker eller leverandør ikke finner årsaken til ladeproblemene, kan nettselskapet kontaktes for å utføre en spenningslogging som kan kontrollere forsyningsspenningen.

### Kontakte elektriker

Ofte bør du feilsøke litt selv og vurdere om du vil kontakte leverandør eller nettselskap før du kontakter en elektriker. En elektriker som ikke finner noen umiddelbare feil med installasjonen eller mistenker at noe er feil med elbilen eller nettselskapet, vil be kunden om å kontakte disse.

Elektrikeren bør kontaktes etter at det er bekreftet at ladeproblemene er begrenset til den aktuelle installasjonen, og at en mistenker forhold i denne heller enn nettet. Det er derfor bra om du kan utelukke lav spenning eller sannsynliggjøre at det ikke er jordfeil (med mindre det er jordfeil i egen installasjon en vil ha rettet, eller at spenningen er lav fordi det er en lang tynn ledning til garasjen).

---

<sup>7</sup> Mode 2 = «Ladekladd» på en portabel ladeledning, mode 3 = hjemmeladeboks med egen ladeledning



## Feilsøking av jordfeil som forårsaker lade problemer

En jordfeil er en kortslutning mellom en av fasene og jord. Siden vi i hovedsak benytter IT-nett i Norge, går det kun en liten feilstrøm ved første feil (normalt under 1 A). Derfor er det mange permanente jordfeil i norske lavspentnett som ikke blir oppdaget, uten at det nødvendigvis fører til noen problemer. Om en jordfeil blir oppdaget, kan nettet driftes lovlig i inntil fire uker før feilen må være rettet.

Om det er lade problemer i et IT-nett og mistanke om jordfeil, kan dette kontrolleres ved å måle fase-jord spenningene med multimeter. Spenningen mellom fasene (linjespenningen) i et IT-nett skal være omtrent 230 V<sup>8</sup>. Dette tilsvarer spenningen mellom de to pluggene i stikkontakten. I et friskt IT-nett skal fasespenningen, altså spenningen mellom en av pluggene og jord, være linjespenningen delt på  $\sqrt{3}$ . For 230 V tilsvarer dette ca. 133 V. Dette tilsvarer spenningen mellom en av pluggene i stikkontakten og jord (se bildet under). Dette skal være omtrent likt for alle de tre fasene.



Måling av linjespenning (233 V), og de to fasespenningene (139 og 129 V) i et grenuttak. Friskt nett uten jordfeil.

I et nett med jordfeil vil fasespenningen på fasen med jordfeil bevege seg *ned* mot null, mens de friske fasene vil *øke* opp mot linjespenningen. Er det en jordfeil med lav nok motstand (lavohmig

<sup>8</sup> Vanlige verdier er mellom 220 og 240 V, verdier mellom 207 og 253 V er tillatt.

jordfeil), blir fasespenningen i fasen med jordfeil 0 V, og fasespenningen på de friske fasene 230 V. Er det større forskjell i fasespenningene enn 25 V kan du mistenke jordfeil. Men er spenningsforskjellen så lav som 25 V er det på grensen til å være jordfeil, og krevende å lokalisere<sup>9</sup>.

Merk at i et TN-nett er spenningen mellom den ene pluggen og jord normalt mellom 0 og 15 V, mens den andre er ca. 220 - 240 V. Du må derfor vite om du har IT eller TN-nett før du kontrollerer om det er jordfeil. Dette finner du informasjon om i sikringsskapet ditt.

Om du ser at det er en jordfeil, kan du også kontrollere om jordfeilen ligger i egen installasjon. Ved å koble ut alle sikringene bortsett fra den til kursen du måler på, og så måle fasespenningen kan du se om disse går tilbake til friske fasespenninger. Dette betyr i så fall at jordfeilen ligger i egen installasjon. Du kan da gradvis koble inn kurs for kurs, og se når jordfeilen kommer tilbake. På kursen med jordfeil kan en koble fra apparatene og koble disse inn en etter en for å se om jordfeilen er i et spesifikt apparat.<sup>10</sup>

Om jordfeilen er i et apparat må dette repareres eller kasseres. Om jordfeilen ligger i eget elanlegg kan en tilkalle elektriker for å rette dette. Om jordfeilen ikke ligger i egen installasjon kan du melde dette til nettselskapet, som vil lokalisere jordfeilen og pålegge ansvarlig part å utbedre denne innen 4 uker.

Enkelte jordfeil er såkalte høyohmige jordfeil, det vil si at det dårlig kontakt mot jord på feilstedet. I så fall kan det være vanskelig å lokalisere jordfeilen. Variasjonen i fasespenninger vil være liten, og feilsøkingen kan være vanskelig. Dette gjelder spesielt om jordfeilen er intermitterende, det vil si at den «kommer og går», alt ettersom hvordan apparatet med jordfeil brukes. Veilys og utbelysning er typiske eksempel, hvor jordfeilen forsvinner så snart det blir lyst, og kommer tilbake når det blir mørkt. En spenningskvalitetslogging utført av nettselskapet vil i så fall kunne bidra til å lokalisere jordfeilen.

---

<sup>9</sup> Deteksjonsgrensene til REN krever et avvik på over 135 V +/- 40 V. Men det er observert tilfeller hvor det var en jordfeil, spenningen var innenfor deteksjonsområdet, men jordfeilen førte til ladeproblemer.

<sup>10</sup> Gjenta prosessen mens du måler på en annen kurs, for å sikre at jordfeilen ikke er på kursen du målte på.

## Softwareproblemer

En del type ladeproblemer ser ut til å ha sammenheng med software relaterte problemer, f.eks. i forbindelse med tidsstyring. Dette er problemer som kan løses med programvareoppdatering, og som gjerne rammer mange typer elbiler samtidig. Til eksempel har Volkswagen e-Golf vært utsatt for mange software-relaterte ladeproblemer<sup>11</sup>.

Denne typen ladeproblemer vil gjerne ikke være avhengig av lokasjon, i motsetning til de fleste andre typene ladeproblemer (med unntak av ladeproblemer med ombordladeren i elbilen). Denne typen problemer er det forhandlere som har best oversikt over, og det er ofte mange andre med samme problem som har beskrevet dette på ulike forum på nett.

I enkelte tilfeller kan det være vanskelig å skille software-relaterte problemer med særlig ladeproblemer forårsaket av jordfeil. Resultatet er gjerne at ladingen er avbrutt en gang i løpet av ladeperioden, men at ladingen kan skrus på igjen uten problemer om jordfeilen er borte.

---

<sup>11</sup> I en spørreundersøkelse ble det avdekket at de to modellene med størst andel ladeproblemer i forhold til biler på veien var e-Golf og e-UP. Dette er sannsynligvis forårsaket av en kombinasjon av softwareproblemer og følsomhet mot jordfeil.

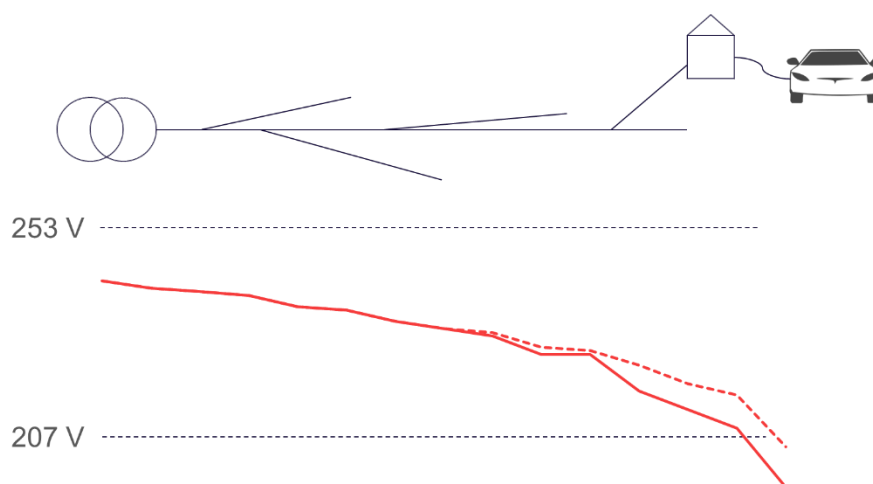
## DEL 2

### Kapasitetsproblemer i installasjon og nettet

Om sikringen elbilen lader på går, betyr dette normalt at belastningen på kursen blir for høy når både elbillader og annet utstyr er tilkoblet<sup>12</sup>. I henhold til retningslinjene for elbillading bør elbilladere ha en egen kurs med egnet vern<sup>13</sup>. Det er også registrert at hovedsikringen til hus har gått, fordi belastningen fra 32 A lading ble for høy for hovedsikringen.

En annen problemstilling er begrenset kapasitet i *nettet*. Dette kan være på grunn av:

- Overbelastning av kabler eller transformatorer (vanligst i tettbygde strøk / for borettslag). Det er dette som oppstår når strømmen blir høyere enn nettet er dimensjonert for. Dette vil ikke gi noen umiddelbare ladeproblemer, med mindre hovedsikringen til installasjonen blir overbelastet.
- Spenningsbegrensninger (vanligst i griségredte strøk / hyttefelt). Dette oppstår når motstanden i nettet er så høy at strømmen elbilladeren(e) trekker fører til et stort spenningsfall. Dermed blir spenningen ved elbilladeren så lav at laderen kobler ut / avbryter ladingen.<sup>14</sup>



*Spenningsvariasjon i lavspennnett uten innmatet produksjon. Spenningen er høyest ved nettstasjonen, og synker utover i nettet. I dette tilfellet fører lading til at spenningen (striplet linje) hos en kunde langt ute i lavspennettet synker til godt under 207 V når elbilen lades (hel linje). Spenningen skal være mellom 207 og 253 V ( $230\text{ V} \pm 10\%$ ).*

Denne typen problemstillinger kan løses på mange ulike måter:

- Redusert ladestrøm (gjør at ladingen tar lenger tid)

<sup>12</sup> Det er registrert tilfeller av at sikringen går selv om det ikke er belastning på en kurs i det hele tatt – dette har potensielt å gjøre med lekkstrømmer som tripper jordfeilbrytere.

<sup>13</sup> Maks 10 A ved mode 2 lading, jordfeilbryter med karakteristikk B for både mode 2 og mode 3 lading.

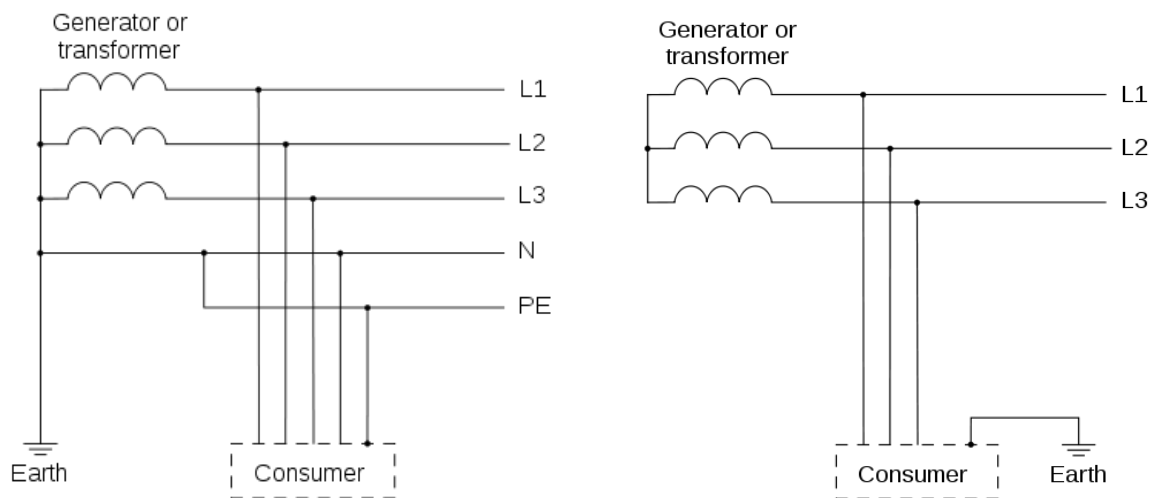
<sup>14</sup> Det er også et spenningsfall mellom garasjen og sikringsskapet, dette kan bli stort om avstanden er lang.

- Hvis elbilen støtter det – trefaselading. Dette er normalt ikke mulig i IT-nett, men Tesla har f.eks. kommet med en løsning som gir en slags trefaselading også i IT-nett.
- Smart lading (koordinering av lading av flere ladepunkter, slik at maksbelastning blir innenfor akseptable grenser).
- Spenningsregulering (installasjon av enhet som regulerer spenningen hos kunden eller i nettet).
- Nettforsterkning (kostbart).

## IT-nett vs. TN-nett

Som et av få land i verden har Norge overvekt av IT-nett, i motsetning til de fleste andre land som har TN-system. De viktigste forskjellene mellom det europeiske og norske nettet er:

- Det er ingen nøytralleder i vårt IT-nett<sup>15</sup>
- Spenningen mellom fasene er 230 V i Norge, mens i Europa er spenningen mellom fase og nøytral 230 V. Spenningen mellom fasene er dermed 400 V.
- Nullpunktet i et IT-nett er isolert.



Til venstre: et TN-nett. Spenning mellom en fase og nøytral er 230 V, spenningen mellom fasene er 400 V. Til høyre: et IT-nett.

En konsekvens av at spenningen mellom fasene er lavere i et IT-nett enn et TN-nett, er at trefaseapparater må bygges om før de selges i Norge. Dette fører i mange tilfeller til at trefaseapparater ikke er tilgjengelig i Norge, ettersom det norske markedet ikke er så stort.

Fordi IT-nett har et isolert nullpunkt går det kun en liten feilstrøm (normalt under 1 ampere) ved første kortslutning (jordfeil). Nettet kan derfor driftes videre, i motsetning til et TN-nett hvor en kortslutning vil føre til store kortslutningsstrømmer som må bli frakoblet. Det er derfor mange stående jordfeil i norske lavspenningsnett, uten at det nødvendigvis fører til noen problemer. Om en jordfeil blir oppdaget, kan nettet driftes lovlig inntil fire uker før feilen må være rettet.

En konsekvens av at få andre land benytter IT-nett, er at mer avanserte kontroll- og sikkerhetssystemer utvikles primært med tanke på TN-nett. Dette fører noen ganger til at disse ikke fungerer som tiltenkt i IT-nett. Et eksempel på dette er sikkerhetsfunksjonene som sitter i ladekladder og ladestasjoner, som skal kontrollere at det er kontakt mellom jord i elbilen og jord i installasjonen. Det har vært mange tilfeller at disse tolker jordfeil i IT-nett som en feil, og avbryter

<sup>15</sup> Dette er f.eks. årsaken til at Renault Zoe må ha trafo eller en spesiell ladekabel for å kunne lade i IT-nett.

lading eller ikke tillater start av lading. Hvor sensitiv elbilen er mot jordfeil, avhenger av hvordan produsenten av ladekabel / hjemmeladestasjon har implementert sikkerhetsfunksjonene<sup>16</sup>.

Det har lenge vært diskutert om Norge skal skifte ut gamle lavspent distribusjonsnett bygd som IT-nett til nye TN-nett, men en rapport fra [Oslo Economics](#)<sup>17</sup> viste at kostnadene ved dette langt vil overstige nytteverdien. En analyse utført av Energi Norge viser at kostnaden kan være 200-300 milliarder kroner. Det er derfor ingen planer om dette, annet enn at det når det bygges nye nett bygges TN-nett heller enn IT-nett.<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> Dette gjelder ikke bare elbiler, men er også et problem med hvitevarer, stereoanlegg og annet utstyr.

<sup>17</sup> <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-reguleringsmyndigheten-for-energi/nyttevirkninger-ved-omlegging-av-lavspenningsnett/>

<sup>18</sup> For en mer utfyllende, men enkel og forståelig informasjon om IT og TN-nett, se NVEs veileder for Leveringskvalitetsforskriften eller Wikipedia.

## Overharmoniske spenninger

Overharmoniske spenninger er forvrengning av spennings kurveform. En snakker om 2. harmoniske, 3. harmoniske, osv., der tallene betegner frekvensen til den overharmoniske spenningen. Frekvensen er gitt som tallet ganget med grunnfrekvensen på 50 Hz (altså blir 4. harmoniske  $4 \cdot 50 \text{ Hz} = 200 \text{ Hz}$ ).

Elbiler kan forårsake overharmoniske spenninger som skaper forstyrrelser for andre apparater. De kan også bli påvirket av overharmoniske spenninger fra nettet eller andre apparater. Dette er ikke blant de mest vanlige årsakene til ladeproblemer. Å feilsøke dette krever gjerne at det blir utført spenningskvalitetsmålinger, og det er derfor best å utelukke andre mulige feilkilder først.

Som for jordfeil vil følsomheten for interferens være avhengig av merke og modell. Det er også observert at eldre utgaver av samme modell forårsaker problemer som nyere modeller ikke forårsaker. Til eksempel er det observert at Nissan Leaf sine eldre modeller kan skape problemer med flimring av lys, men at nyere modeller som ble ladet på samme sted ikke forårsaket samme problem. En elbillader var også svært sensitiv for 15. overharmoniske spenninger i nettet, og fikk ladeproblemer med moderate verdier av denne. Det hender derfor at ladesystemmontører må montere filter på nøytralleder, for å redusere problemer med overharmonisk støy.

Det skilles gjerne mellom problemer forårsaket av lavere ordens overharmoniske (under 2 kHz) og høyere ordens overharmoniske, (over 2 kHz). Sistnevnte forårsaket av svitsjing av brytere i likeretteren i elbilen, og frekvensen det genereres støy på avhenger dermed av svitsjefrekvensen i elbilen (normalt mellom 4 og 20 kHz). Å oppdage sistnevnte krever at måleinstrumentet både kan måle og vise overharmoniske spenninger ved disse frekvensene (noe de mest brukte spenningskvalitetsloggerne ikke kan).



*Det har vært klager på pipelyder fra elektriske apparater ved lading av Renault Zoe.*



Et eksempel på slik høyfrekvent støy er observert i forbindelse med lading av Renault Zoe. Flere kunder har her klaget over at elbilen forårsaker pipelyder i ulike elektriske apparater i installasjonen. Årsaken er den støyende strømmen elbilladeren trekker. I enkelte tilfeller er dette løst ved å montere filter på kursen som forsyner elbilen.

Ansvarsfordelingen kan være noe diffus ved slike typer ladeproblemer. Normalt vil det være elbilprodusenten / leverandøren som er ansvarlig for støyproblematikk forårsaket av elbilen, mens nettselskapet er ansvarlig om det er støy fra nettet som forårsaker problemer. Sistnevnte gjelder riktignok ikke om støynivåene er innenfor det en må forvente at finnes i nettet (i henhold til grenseverdier i Forskrift om Leveringskvalitet). Da kan ansvaret igjen ligge hos produsenten, som har laget et produkt som ikke tåler en strømforsyning som er forskriftsmessig god nok.

## Andre problemer

Både lynoverspenninger og avbrudd vil kunne føre til avbrutt lading. Førstnevnte kan også føre til skade på ombordladeren. Overspenningsvern i installasjonen kan være med på å redusere eventuelle problemer med lynoverspenninger.

Enkelte elbileiere har klaget over at elbilen forårsaker flimring i lyset. Dette kan være både pga. ladesystemets lademønster, og eventuell støy matet inn på installasjonen fra elbilladeren. I enkelte tilfeller kan det også være at problemer oppstår pga. belysningsutstyr av dårlig kvalitet<sup>19</sup>.



---

<sup>19</sup> Særlig for led-lamper har det vist seg at enkelte lamper er dårlig konstruert.

## Vedlegg

### Strøm og spenning forklart for de som ikke er fortrolig med elektrisitet

En kan sammenligne strømnettet med vannforsyningen.

I vannforsyningen er det et *trykk* som gjør at vannet kommer ut når vi åpner en kran. Tilsvarende egenskap for elektrisitet er *spenning*. Spenning oppgis i volt (forkortet V), og spenningen må være riktig størrelse for at vi skal kunne bruke elektriske apparater. Normert spenning (nominell spenning) er i Norge, og Europa, 230 V.

Når vi åpner en vannkran fosser det *vann*. Tilsvarende størrelse for elektrisitet blir *strøm*. Strøm er elektroner som flyter gjennom et ledende materiale, typisk kobber eller aluminium, og måles i ampere (forkortes A). Vanlig ladestrøm til en elbil er for eksempel 10, 16, 20, eller 32 A.

Spenning og strøm sammen skaper *effekt* (ytelse). Effekt måles i watt (W) eller i 1000 W (kW). Hestekrefter er også et mål på effekt, en hestekraft tilsvarer omtrent 0,75 kW. Hvis en lader med 16 A en fase, er ladeeffekten 230 V ganger 16 A, som er 3,7 kW.

*Energi* er et mål på hvor mye effekt som er brukt over tid. For strøm måles dette normalt i kW-timer (kWh). Om en lader med 3,7 kW i 10 timer, vil en ha ladet totalt 37 kWh. Batteristørrelser oppgis i kWh, for eksempel har Nissan Leaf (2018 versjonen) en batterikapasitet på 37 kWh. Hvis en øker ladeeffekten til 32 A / 7,3 kW kan en dermed lade opp batteriet på halvparten så lang tid.

Kapasiteten i vannforsyningen bestemmes ikke bare av hvor mye drikkevann som er tilgjengelig, men at det er store nok rør som kan transportere nok vann om det er høy etterspørsel. Strømnettet har også en kapasitetsgrense, som blant annet avhenger av hvor tykke strømledninger / kabler som er benyttet, og hvor lange avstander det er til kunden fra høyspentnettet. Vi snakker her om *motstanden* i strømnettet, som måles i ohm ( $\Omega$ ).

I strømnettet er det tre faser med spenning. Men de aller fleste av apparatene vi har tilknyttet bare til to av fasene<sup>20</sup>, og ikke til alle tre fasene samtidig. Disse omtales gjerne som *enfase-apparater*. De aller fleste elektriske installasjoner (ikke leiligheter i blokk og noen gamle hus) har alle tre fasene tilgjengelig, og en kan da også i noen tilfeller bruke *trefaseapparater* som benytter alle tre fasene samtidig. Noen elbiler kan lade med trefaselader.

I strømnettet benytter vi *vekselspenning* (engelsk: AC / alternating current). Dette betyr at spenningen hele tiden varierer, men har en fast gjennomsnittsverdi. Mange elektriske apparater, for eksempel PCer, mobiltelefoner og elbiler, bruker imidlertid *likespenning* (engelsk: DC / direct current). Disse må derfor benytte en *likeretter / omformer* for å gjøre vekselspenningen til likespenning.

*Jordfeil* er når det blir kontakt mellom en av fasene i strømnettet og jord. Som navnet viser, er dette en feil som må rettes. Det som er litt spesielt med jordfeil, er at det ikke fører til noen umiddelbare problemer, og ofte merker man derfor ikke jordfeil. Om det blir en jordfeil til på en av de andre fasene, blir det en kortslutning, og det vil gå store strømmer som gjør at sikringene på kursene med feil kobler ut / ryker. Det står mer om jordfeil på side 8-9.

---

<sup>20</sup> En fase og nøytral i TN-nett, mer om dette i kapittelet om IT vs TN-nett på side 13-14.