

mbo



NEN 1010

*Laadinrichtingen voor
elektrische voertuigen*

kenteq

Inhoudsopgave

1	NEN 1010:2020 Laadinrichtingen voor elektrische voertuigen	5
1.1	Installatie EV-laadpunt	6
1.2	Leiding tussen schakel- en verdeelinrichting & laadunit	26
1.3	Samenvatting	34
1.4	Antwoorden	36
1.5	Vragen NEN 1010:2020 Laadinrichtingen voor elektrische voertuigen	38

WENZELBERG



INZEBE

1 **NEN 1010:2020 Laadinrichtingen voor elektrische voertuigen**

Inleiding

Steeds vaker worden elektrische voertuigen toegepast in het dagelijks verkeer. Elektrische voertuigen worden aangedreven met een elektromotor in plaats van een brandstofmotor.

De elektrische energie die hiervoor nodig is, wordt uit een set accu's (oplaadbare batterij) gehaald die zich in het voertuig bevindt. Om de accu op te laden dient het elektrisch voertuig (EV) regelmatig aangesloten te worden op een laadinrichting die is verbonden met de elektrische installatie in bijvoorbeeld een woning. Om laadinrichtingen te kunnen installeren, moet je enige kennis hebben over de manier waarop elektrische auto's worden geladen.



Elektrisch voertuig aangesloten op laadpunt

Accu's van fietsen, scooters e.d. hebben een klein vermogen en worden meestal met een verplaatsbare acculader geladen op het 230 V-net.

Leerdoelen

Je kunt:

- de namen noemen van alle onderdelen van een laadinrichting
- de verschillen tussen Mode 1, 2, 3 en 4 noemen
- de namen van de gangbare stekkers en contactstoppen noemen op laadstations en het EV
- het juiste type aardlekschakelaar en installatieautomaat aflezen
- de opbouw van de beveiligingen in zowel de schakel- en verdeelinrichting als het EV-laadstation beschrijven
- schema's lezen met de symbolen van aardlekschakelaars en installatie-automaten
- een selectieve aardlekschakelaar herkennen en weten wanneer je die moet toepassen
- beschrijven wat wordt bedoeld met *load balancing*
- beschrijven welke eisen worden gesteld aan de opstelplaats van een EV-laadstation
- de betekenis van de begrippen IP- en IK-codering beschrijven
- beschrijven wat wordt bedoeld met het begrip 'selectiviteit' en hoe je daarvoor kunt zorgen
- bepalen hoeveel stroom er door een leiding mag lopen bij een gegeven installatiemethode
- aflezen van componenten of documentatie hoe draden of aders moeten worden gestript
- aangeven hoe draden of aders moeten worden aangesloten in beveiligingscomponenten
- de betekenis van de AWG-code noemen.

1.1 Installatie EV-laadpunt

Uitgangspunten en termen in NEN 1010

In de delen 0 t/m 5 van NEN 1010 staan de algemene eisen beschreven aan een elektrische installatie. NEN 1010.722, deel 7, bevat aanvullende eisen hierop, specifiek voor de elektrische installatie met een laadinrichting. Een laadinrichting bestaat uit de beveiligingen in de schakel- en verdeelinrichting, het EV-laadstation (de laadpaal) en de leiding daartussen. Elektrische voertuigen (EV's) zijn alle elektrische voertuigen zoals auto's, scooters en fietsen die worden aangedreven met een elektromotor. De energie om deze voertuigen te laten rijden komt uit een accu, een oplaadbare batterij. Deze moet regelmatig worden opgeladen. Elektrische auto's worden aangesloten op een EV-laadstation. Het materieel om deze verbinding te maken, wordt in NEN 1010 'EV-voedingsmaterieel' genoemd. In deze module ligt de nadruk op het laadstation voor een elektrische auto.



EV-laadstation

NEN 1010 definieert een EV-laadstation als volgt: 'Het EV-laadstation is een vast opgesteld toestel dat is verbonden met het voedingsnet en dat de energie levert om de accu op te laden.'

➤ Opmerking

Nu gebruiken we de oplaadbare accu in een EV alleen om energie uit het elektriciteitsnet op te slaan, om die vervolgens te gebruiken voor het aandrijven van de motor van het EV. In de toekomst gaat dezelfde accu wellicht ook worden gebruikt als energieopslag. Op bepaalde momenten kan hij tevens energie leveren om toestellen in bijvoorbeeld de woning te laten werken.

Aansluitpunten

Op een EV-laadstation bevinden zich aansluitpunten voor elektrische voertuigen. NEN 1010 definieert een aansluitpunt als volgt: 'Een aansluitpunt is een contactdoos waar één elektrisch voertuig met een voertuigconnector op de vaste installatie kan worden aangesloten. Er zijn laadunits met één en met meer aansluitpunten.'



EV-laadstation met meerdere oplaadpunten

- ? 1. Wat wordt bedoeld met:

a. EV

b. EV-voedingsmaterieel

c. Aansluitpunt

Energie, vermogen en tijd

Om de accu in een EV op te laden is elektrische energie nodig. Energie kun je berekenen met de volgende formules.

- Energie (W) = vermogen (P) \times tijd (t)
- Vermogen (P) = stroom (I) \times spanning (U)
- Energie (W) = stroom (I) \times spanning (U) \times tijd (t)

Hoe hoger de spanning en hoe hoger de stroom, des te sneller een accu kan worden geladen om een bepaalde mate van energie in de accu te krijgen. De capaciteit van de accu bepaalt de hoeveelheid energie die in een accu kan worden opgeslagen. De capaciteit wordt uitgedrukt in kilowattuur; afgekort kWh. kWh is het vermogen (kilowatt 1 kW = 1000 W) \times tijd (*hour*, Engels voor uur).

Hoe meer energie er in een accu van een EV gaat, des te verder hij kan rijden met één volle accu. Hoe lichter en aerodynamischer de auto, hoe minder energie hij nodig heeft.

Voorbeeld

Stel, een elektrische auto heeft een forse accu van 90 kWh. Deze auto wordt aangesloten op een thuislaadstation. Dit is een 1~(éénfase)-aansluiting die een spanning heeft van 230 V. De capaciteit, de maximale energie die in deze accu kan worden opgeslagen is dus 90 kWh. Stel, het laadstation kan slechts 15 A leveren.

Hoe lang duurt het dan voordat een lege accu weer volledig is opgeladen?

Energie (W) = stroom (I) \times spanning (U) \times tijd (t)

$$\text{Tijd } t = \frac{\text{energie } (W)}{\text{stroom } (I) \times \text{spanning } (U)}$$

$$t = \frac{90 \text{ kWh}}{230 \text{ V} \times 15 \text{ A}} = \frac{90.000 \text{ Wh}}{230 \text{ V} \times 15 \text{ A}} = 26 \text{ uur}$$

- ? 2. Hoe kun je, naar jouw idee, de accu sneller opladen?

Accu sneller laden

Er zijn verschillende technieken om de accu sneller te laden:

- *De stroom verhogen:* Door de laadstroom te verhogen wordt een accu sneller geladen. De voedende installatie in een woning heeft echter zijn beperkingen. Je kunt immers niet tegelijk elektrisch koken, de warmtepomp laten inschakelen én het elektrisch voertuig met een hoge stroom laden. De gezamenlijke stroom is dan zo hoog dat er overbelasting plaatsvindt. De beveiliging in de meterkast (de zekering of een installatieautomaat) zal dan de installatie uitschakelen. Om dit te voorkomen kan de (maximale) laadstroom in een laadstation daarom meestal worden ingesteld. Slimme systemen kunnen dit zelf regelen. Zo kan bijvoorbeeld in een EV-laadstation met twee aansluitpunten de stroom worden verdeeld als een tweede EV wordt aangesloten. Hiermee wordt dan overbelasting voorkomen.
- *Met een 3~-AC-installatie in plaats van een 1~-AC-installatie:* Met een 3~(driefasen)-installatie kan bij dezelfde laadstroom drie keer zoveel energie in dezelfde tijd in de accu worden geladen. De installatie in een woning moet dan wel beschikken over een 3~-aansluiting van het netbedrijf. Ook moet het elektrische voertuig de daarvoor geschikte aansluiting hebben. Voor moderne elektrische auto's is dit gebruikelijk. De laadtijd bij een 3~ forse laadstroom bedraagt meestal zo'n 8-10 uur.
- *Door middel van DC-snelladen:* Bij een snellader kan het elektrisch voertuig worden gekoppeld aan een gelijkstroomnet (DC-laadstation). Met een hoge gelijkstroom wordt dan direct de accu geladen met een hoge stroom in een veel kortere tijd, zo'n 30-45 minuten. DC-snelladers worden bijvoorbeeld toegepast naast de snelweg.

Energiebeheersysteem

In toekomstige installaties zal in de meterkast een energiebeheerssysteem worden toegepast. Energiestromen van zonnepanelen, toestellen in een woning, elektrisch verwarmen en de EV-laadunit worden dan slim geregeld.

Energieopwekking, energiebehoefte, energieopslag en de actuele energieprijzen worden dan optimaal ingeregeld. Er zijn dus verschillende laadstations en verschillende mogelijkheden om binnen een bepaalde tijd de accu te laden.



Snellaadstation

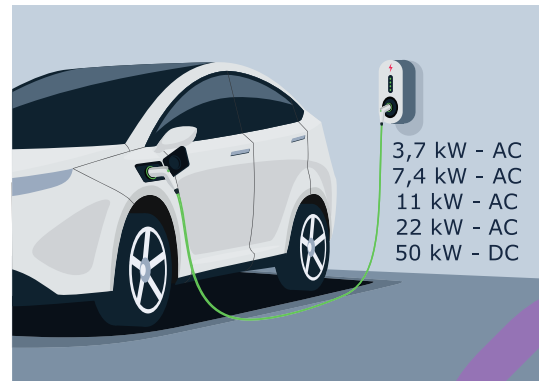
Dit wordt bepaald door het type EV en het laadstation:

Max. vermogen (kW)	1-AC/3-AC/DC	Spanning U_{nom}	Stroom I_{nom}	Type lader
3,7 kW	1~	230 V _{AC}	16 A	AC/DC-lader
7,4 kW	1~	230 V _{AC}	32 A	AC/DC-lader
11,0 kW	3~	400 V _{AC}	16 A	AC/DC-lader
22,0 kW	3~	400 V _{AC}	32 A	AC/DC-lader
50 kW	DC			DC-snellader
100 kW	DC			DC-snellader
150 kW	DC			DC-snellader

Gangbare vermogens van laadstations

Verschillende vermogens van EV-laadstations

Een elektrische auto is voorzien van een boordcomputer. Deze meet en regelt ook de laadstroom en voorkomt dat de stroom te hoog wordt, ook al zou een EV-laadstation meer stroom kunnen leveren. In de elektrische auto en het laadstation zitten dus slimme technieken om het laadproces te controleren en regelen. Deze kunnen verschillen per auto.



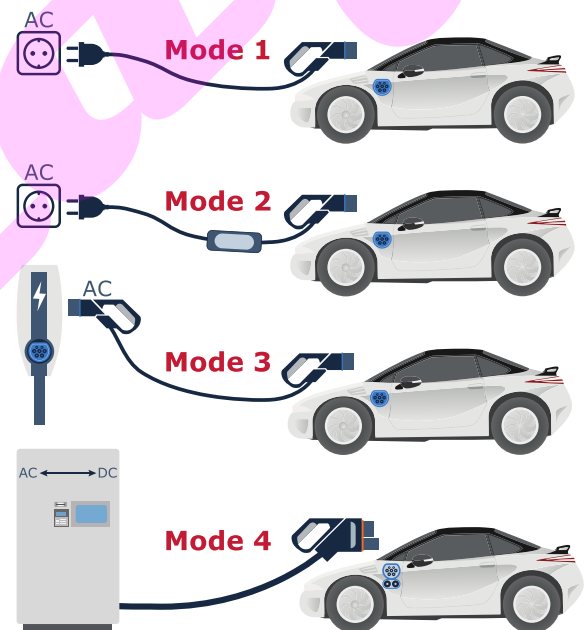
Verschillende vermogens

? 3. Wat doet de boordcomputer tijdens het laden?

Mode en aansluitingen

Elektrische voertuigen kunnen op verschillende manieren worden gekoppeld en worden opgeladen aan een laadstation. Zo'n manier wordt een *Mode* genoemd.

Zo bestaan er *Modes 1, 2, 3 en 4*.



Laden volgens Mode 1, 2, 3 en 4

- **Mode 1:** in deze Mode wordt het elektrisch voertuig met EV-voedingsmateriaal aangesloten op een 1~- of 3~-contactdoos in bijvoorbeeld de woning. Doordat stekkers in de woning en bij het EV niet worden vergrendeld en er geen controle is op het laadproces, wordt dit principe niet meer toegepast bij moderne elektrische auto's.
- **Mode 2:** bij Mode 2 kan de stekker eruit worden getrokken bij de contactdoos bij het voedingspunt. Ook dit principe is verouderd en wordt niet meer toegepast bij moderne elektrische auto's.

- *Mode 3*: Mode 3 is de moderne laadmethode in Europa voor het laden van elektrische voertuigen in de privésfeer (thuislaadpaal) en langs de openbare weg. Denk hierbij aan een laadstation op een parkeerplaats, bij een bedrijf of op gemeentelijke grond.
- *Mode 4*: Mode 4 is de laadmethode die wordt toegepast bij een snellaadstation met gelijkstroom. Die tref je bijvoorbeeld aan langs de snelweg.

Bij Mode 3 en 4 wordt het laadproces gecontroleerd doordat de boordcomputer van de auto en de computer in het laadstation met elkaar communiceren.



4. Waarom worden Mode 1 en Mode 2 niet (meer) toegepast?

Stekkers

In Nederland en Europa is er in 2010 voor gekozen dat:

- Mode 3-laden de norm wordt voor het opladen van elektrische auto's met een thuislaadstation en bij algemene laadpunten langs de openbare weg.
- Mode 4 wordt toegepast bij het snelladen.

Er zijn verschillende typen stekkers en contactstoppen die worden toegepast bij Mode 3 en 4. Deze typen zijn genormaliseerd. Hiermee wordt bereikt dat de contactstop (in het EV) en de stekker die daarin gaat overal past.

Type 2.2-stekker

De contactstop en de stekker om de auto in Mode 3 aan te sluiten is vaak van een type 2.2. Deze wordt ook wel de Mennekes-stekker genoemd (naar de merknaam). Deze stekker kan zowel in een 1~ (L₁-N) als 3~ (L₁, L₂, L₃ en N) wisselspanningsaansluiting worden toegepast.



Type 2.2 (Mennekes) stekker en contactstop

Bij Mode 3-laden wordt de auto geladen met een beperkte wisselstroom. De omvormer van wissel- naar gelijkstroom en de acculader bevinden zich in het elektrisch voertuig. Dit wordt de *onboard charger* genoemd.

Voorkomen moet worden dat een stekker tijdens het laden uit een contactstop wordt getrokken. Vonken die dan zouden ontstaan veroorzaken 'laspuntjes' op de pennen en de bussen van de stekker en contactstop. De elektrische verbinding die daardoor ontstaat is dan slecht: er ontstaat een overgangsweerstand. Als een beschadigde stekker of contactstop weer wordt gebruikt en er gaat stroom lopen, dan kunnen de bussen en pennen heel heet worden. Dit kan zelfs brand veroorzaken.

Om te voorkomen dat de stekker tijdens het laden uit de contactstop wordt getrokken, wordt deze tijdens het laden vergrendeld. Dit regelt de computer.

Ook moet de boordcomputer van de auto kunnen communiceren met het laadstation om het laadproces te regelen. Het type 2.2-stekker heeft daarom ook pennen waarmee deze communicatie plaatsvindt. Dit zijn de pennen PP, CP en PE.

- ? 5. Bij welke Mode wordt een type 2.2-stekker toegepast?

PP en CP

- PP: het *Proximity Pilot*-signaal (PP) is een signaal van 1 kHz. Hiermee 'ziet' het laadstation dat het voertuig is aangesloten. De boordcomputer regelt dan dat de auto niet kan gaan rijden tijdens het opladen of als de vergrendelde oplaadkabel is aangesloten op de laadinrichting
- CP: het *Control Pilot*-signaal (CP) regelt het oplaadproces
- L₁: fase 1
- L₂: fase 2
- L₃: fase 3
- N: nulgeleider
- PE: (*veiligheids*)aardedraad.



Pennen in een type 2.2-stekker

De controlepennen PP en CP zorgen ervoor dat:

- de lader alleen spanning op de leiding naar het EV zet als de stekker goed is aangesloten aan beide kanten
- de volgorde van verplichte handelingen wordt gecontroleerd; eerst de kabel op de auto en pas daarna op het EV-laadstation
- het communicatieprotocol (tussen boordcomputer en laadstation) functioneert
- de verbinding wordt gecontroleerd
- pas nadat de stekkers zijn vergrendeld er spanning op het aansluitpunt van het laadstation komt te staan en er een laadstroom kan gaan lopen
- het wegrijden van de auto is geblokkeerd tijdens het laden.

Vergrendeling

De vergrendelaandrijving op de contactstop bevat een spoel. Als hier spanning op wordt gezet, dan worden pennen de stekker ingedrukt, waardoor deze vergrendeld wordt in de contactstop. Hierdoor kan deze er dan niet worden uitgetrokken. In de stekker bevinden zich gaatjes waarin de blokkeringspen wordt gedrukt.



Vergrendelaandrijving



Gaten vergrendeling

Type CCS2 & CHAdeMO

Het type 2-stekker en contactstop kan slechts een beperkte stroom voeren. Voor snelladen worden daarom andere stekkers en contactstoppen toegepast. Twee varianten zijn gangbaar: CCS2 en CHAdeMO. CCS2 staat voor *Combined Charging System*, CHAdeMO staat voor *System Charge de Move*.



Snellaadstation langs de snelweg

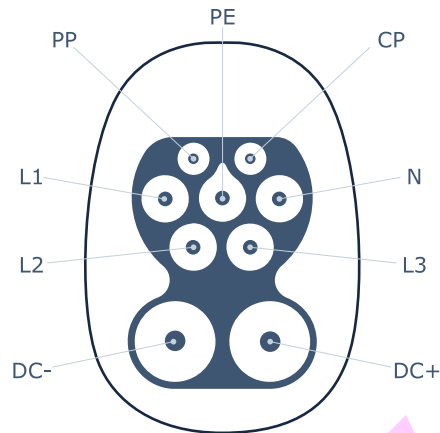
CCS2 is een combistekker, en is een combinatie van:

- a. een fors uitgevoerde DC-stekker: de onderste twee dikke pennen kunnen een forse gelijkstroom voeren om de batterijen snel te laden
- b. drie controlepennen: deze drie pennen passen precies in het daarboven gelegen type 2-stekker. Hiermee wordt op dezelfde manier als bij de type 2-stekker gecommuniceerd tussen het laadstation en de boordcomputer van de auto.

De CCS2-combistekker wordt algemeen toegepast in Amerikaanse en Duitse elektrische voertuigen om deze aan te kunnen sluiten op een snellaadstation.



CCS2-combistekker

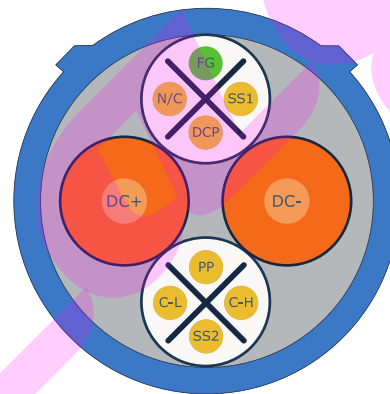


CCS2-aansluitingen

De CHAdeMO is een snellaadstekker en contactstop, en wordt vooral toegepast in Japanse elektrische voertuigen. Dit principe maakt opladen tot 400 kW opladen ($400\text{ A} \times 1\text{ kV}$) mogelijk, waardoor snelladen écht snel gaat.



CHAdeMO-stekker



CHAdeMO-aansluitingen

> **Opmerking**

De DC+ en DC- zijn de gelijkspanningsaansluitingen. De overige acht pennen verbinden controlesignalen waarvan je de werking kunt vergelijken met het eerder beschreven type 2.2-systeem.

?

6. Wat betekenen deze afkortingen?
- CCS2

- CHAdeMO

Schakel- en verdeelinrichting en laadstation

Een laadstation wordt aangesloten op een schakel- en verdeelinrichting, bijvoorbeeld de meterkast in een woning. Een eenvoudig laadstation met één aansluitpunt kun je beschouwen als een verlengsnoer met een contactstop. In zo'n laadstation bevinden zich geen beveiligingscomponenten zoals installatie-automaten en aardlekschakelaars. Deze moeten dan worden geplaatst in de schakel- en verdeelinrichting.

In de meeste moderne laadstations bevinden deze beveiligingscomponenten zich wel. Afhankelijk van het type oplaadstation kunnen beveiligingscomponenten dus zijn ondergebracht in het laadstation, of in de daarvoor liggende schakel- en verdeelinrichting.

Vermogen

In een installatie is het beschikbare vermogen om een laadinrichting aan te sluiten vaak beperkt. In een woning bepaalt de hoofdzekering van het netbedrijf het totale vermogen van al het elektrisch materieel dat gelijktijdig in werking kan zijn. Echter het noodzakelijke vermogen voor het aansluiten van een EV is zeer groot, vergeleken met alle andere apparaten in een woning samen. De ontwerper van de installatie moet overwegen welk vermogen beschikbaar is bij een klant om een laadinrichting te installeren.

Hoofdbeveiliging netbedrijf (A)	Max te installeren vermogen
1 × 25	5,8 kW
1 × 35	8 kW
1 × 40	9,2 kW
3 × 25	17,3 kW
3 × 35	24,2 kW
3 × 40	27,6 kW

Maximaal te installeren vermogen

Fasenaansluiting

Als het netbedrijf een 3~-aansluiting binnenbrengt of de installatie is al 3~ uitgevoerd in de woning, dan kan de meterkast hierop wellicht worden aangepast.

Een 1~-hoofdaansluiting is herkenbaar aan:

- slechts één hoofdzekering of één hoofd-installatieautomaat onder in de verdeelinrichting bij de aansluiting van het netbedrijf
- een 1~-kWh-meter
- beveiligingscomponenten zoals smeltveiligheden of automaten zijn allemaal aangesloten op één fase
- de hoofdschakelaar is tweepolig (voor alleen de fase- en nulgeleider).

Een 3~-aansluiting is herkenbaar aan:

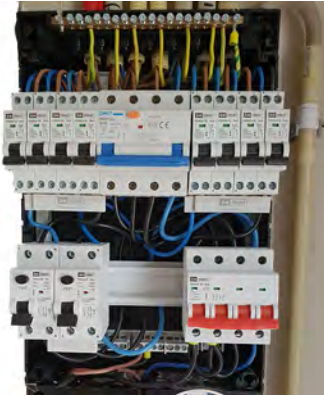
- de aansluiting van het netbedrijf onder in een meterkast, door de aanwezigheid van drie hoofdzekeringen of drie 1~-installatie-automaten
- de hoofdschakelaar is 4-polig uitgevoerd (drie fasen en de nulgeleider)
- een 3~-kWh-meter is toegepast.



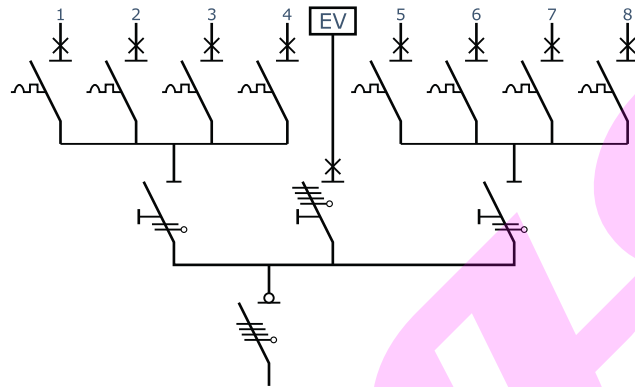
Drie 1~-installatie-automaten

Hoofdschakelaar

De hoofdschakelaar (met rode bedieningsknop) is 4-polig uitgevoerd. Aan de onderzijde is deze aangesloten op de installatie van het netbedrijf 3×35 A. Aan de bovenzijde is de hoofdschakelaar verbonden met twee $1\sim$ -aardlekschakelaars en een $3\sim$ -aardlekautomaat midden boven. Op de $3\sim$ -aardlekautomaat wordt een EV-laadstation aangesloten. Eindgroepen 1 t/m 8 zijn voor algemene voorzieningen in de woning.



3~-schakel- en verdeelinrichting met EV-eindgroep (midden boven)



Schakel- en verdeelinrichting woning met een 3~-aansluiting

Eisen NEN 1010 voor beveiligingstoestellen voor EV

In NEN 1010 staat de volgende eis beschreven (bep. 722.314.3):

- Aparte EV-eindgroep: 'Een laadstation voor een elektrisch voertuig moet op een aparte eindgroep worden aangesloten. Hierop mogen geen andere toestellen (kunnen) worden aangesloten.'

Door het bedienen van één automaat in de schakel- en verdeelinrichting kan daarmee het laadstation worden gescheiden van de voeding.

- ? 7. Mag je een EV-laadstation 1×16 A aansluiten op een bestaande eindgroep in een woning (waarop ook andere toestellen zijn aangesloten)?
Leg uit waarom wel/niet.

Aparte beveiliging EV-eindgroep

Elk aansluitpunt op een EV-laadstation (elke type 2.2 of combi-contactstop) moet:

- afzonderlijk worden beschermd door een aardlekschakelaar $I_{\Delta n} \leq 30$ mA
- afzonderlijk worden beschermd door een overstrombeveiliging (installatie-automaat of smeltveiligheid).

Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden:

- beveiligingen in de voorliggende verdeelinrichting
- beveiligingen in het laadstation.

Beveiligingen in de voorliggende verdeelinrichting

Bij een eenvoudig laadstation met slechts één aansluitpunt kunnen de beveiligingen zijn opgenomen in (bijvoorbeeld) de meterkast in de woning.

In de meterkast moet dan zowel een aardlekschakelaar als een overstrombeveiliging zijn opgenomen voor alleen de aansluiting van de leiding naar het EV-laadstation.

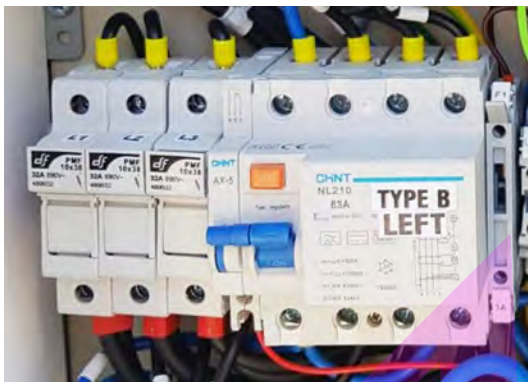
Een overstrombeveiliging bestaat uit:

- een installatieautomaat
- smeltveiligheden (de combinatie van een patroonhouder en een smeltpatroon/zekering)
- of de combinatie hiervan: een aardlekautomaat.



Installatieautomaat 3P+N (boven) en $I_{\Delta n}$ 30 mA-aardlekschakelaar (onder)

In het laadstation hoeven dan geen beveiligingen te zijn geplaatst.



Combinatie van drie smeltveiligheden (links) en een aardlekschakelaar (rechts)



Patroonhouder PMF 10x38 en passend smeltpatroon (zekering)

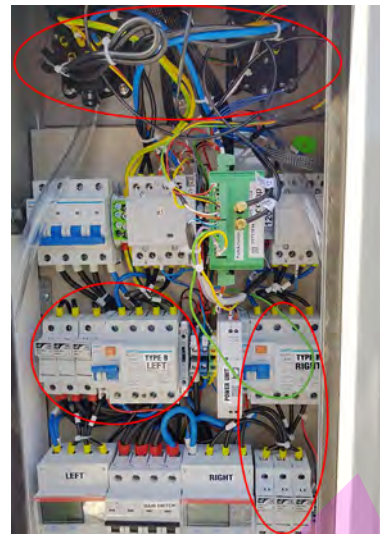
Als alternatief voor een afzonderlijke installatie-automaat (of drie smeltveiligheden) en een aardlekschakelaar kun je ook een aardlekautomaat toepassen, een combinatie van een aardlekschakelaar en een installatie-automaat. Dit bespaart ruimte, maar is vaak duurder.



Aardlekautomaat

Beveiligingen in het laadstation

In plaats van in de verdeelinrichting kun je de beveiligingstoestellen ook in het laadstation opnemen. Dit is een logischer keuze bij een laadstation met meer dan één aansluitpunten. Ook dan is de eis dat elk aansluitpunt is beveiligd door een overstroombeveiliging (installatieautomaat of smeltveiligheden) en een 30 mA-aardlekschakelaar, of beide gecombineerd in een aardlekautomaat. Ook al zijn er beveiligingen opgenomen in het laadstation, dan nog moeten in de voorliggende schakel- en verdeelinrichting beveiligingstoestellen worden geïnstalleerd die de volledige EV-installatie beveiligen.



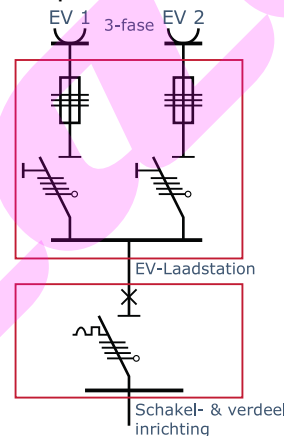
Binnenzijde laadstation voor twee aansluitpunten

Keuze van de beveiligingen

Welke typen beveiligingen moeten worden toegepast wordt bepaald door de ontwerper. Hij/zij maakt een keuze die wordt bepaald door:

- het type EV-laadstation en de beveiligingen die daarin zijn toegepast en het aantal aansluitpunten
- het beschikbare vermogen (aansluitwaarde netbedrijf) in de verdeelinrichting
- andere beveiligingen in de verdeelinrichting
- de circuit-impedantie.

Een monteur moet de installatie maken volgens het ontwerp.



Schema verdeelinrichting laadstation

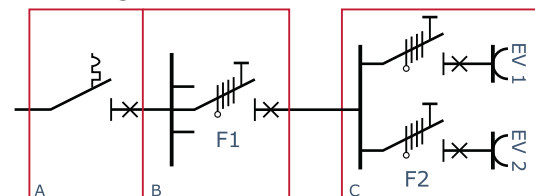
Selectiviteit

Beveiligingen in de EV-eindgroep moeten selectief zijn ten opzichte van de hoofdbeveiligingen in de schakel- en verdeelinrichting.

A = Gedeelte netbedrijf.

B = Schema schakel- en verdeelinrichting.

C = EV-laadunit met twee aansluitpunten.



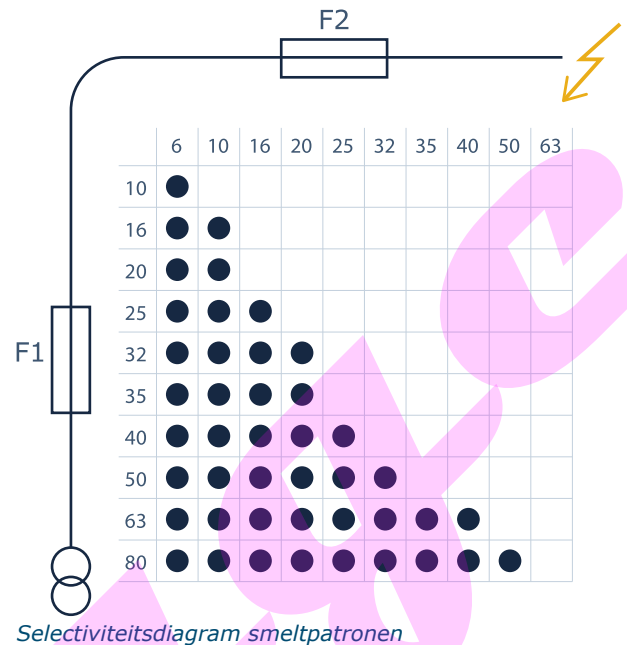
Selectiviteit in twee beveiligingstoestellen

Twee beveiligingstoestellen moeten selectief zijn als die in serie met elkaar zijn verbonden. Selectief betekent dat bij een fout in de contactdoos EV 2, beveiligingstoestel F2 uitschakelt en niet beveiligingstoestel F1. Beveiligingstoestellen die in serie zijn toegepast moeten zowel bij een aardsluiting, als bij overbelasting en kortsluiting selectief zijn.

Door beveiligingscomponenten selectief te kiezen, voorkom je dat je onbedoeld een gedeelte van de installatie uitschakelt, waardoor bijvoorbeeld andere toestellen in een woning niet meer werken.

Selectiviteit met smeltpatronen

Selectiviteit kan worden bereikt tussen twee smeltpatronen als de nominale stroomwaarde van F1 twee of meer stappen groter is dan van de waarde van F2. Dit kun je aflezen in een zogenaamd selectiviteitsdiagram. F1 is de hoofdzekering, F2 is de zekering aan de verbruikerszijde. Daar waar een zwarte stip staat in het diagram is selectiviteit tussen de twee smeltpatronen. Bijvoorbeeld: een zekering I_n 32 A (F1) en een zekering t/m een waarde van I_n 20 A zijn selectief. Selectiviteit tussen smeltpatronen en installatie-automaten en meerdere installatie-automaten is alleen selectief tot een bepaalde waarde van kortsluitstroom.



Voorbeeld

Een installatie-automaat met een B-karakteristiek kan aanspreken bij $3 \times I_n$. Hij doet dat zeker als de stroom boven de $5 \times I_n$ komt. Voor een type C geldt achtereenvolgens $5 \times I_n$ en $10 \times I_n$.

Stel, F1 is een installatie-automaat C32, F2 een installatie-automaat C16.



De C16-automaat (F2) kan direct aanspreken als de stroom boven de $5 \times 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$ komt.

Komt de stroom boven de $10 \times 16 \text{ A} = 160 \text{ A}$, dan zal hij zeker aanspreken.

Komt de stroom echter boven de $5 \times 32 \text{ A} = 160 \text{ A}$, dan kan ook de C32-automaat (F1) aanspreken.

Boven een stroomwaarde van $10 \times 32 \text{ A} = 320 \text{ A}$ is er geen selectiviteit en kunnen beide beveiligingen aanspreken.

Hieruit blijkt dat slechts tot een kortsluitstroom van 160 A de selectiviteit is gewaarborgd. Boven deze waarde is de selectiviteit niet gewaarborgd.

Selectiviteitsdiagrammen

Voor een combinatie van een smeltveiligheid (F1) met een installatie-automaat (F2) stellen fabrikanten zogenaamde selectiviteitsdiagrammen beschikbaar. In het diagram staat de maximale waarde van de kortsluitstroom in kilo-ampère vermeld. Boven deze waarde van kortsluitstroom is er geen selectiviteit ondanks het grote verschil in nominale stroomwaarden.

10 kA B (NB)								
I_n	Smeltveiligheid gL/gL NH00							
	25 A	35 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A
6 A	1,3	2	4,7	6	10	10	10	10
10 A	1,2	1,6	3	4,5	8,2	10	10	10
16 A		1,2	2,6	3,5	6	8	8,5	10
20 A			2,3	3	5,5	7,7	8	10
25 A			2,1	2,7	4,7	7	8,2	10
32 A			1,9	2,5	4	6,2	7,8	10
40 A				2,2	3,2	6	7,4	10
50 A						4,5	7,1	9
63 A						4	6,8	8

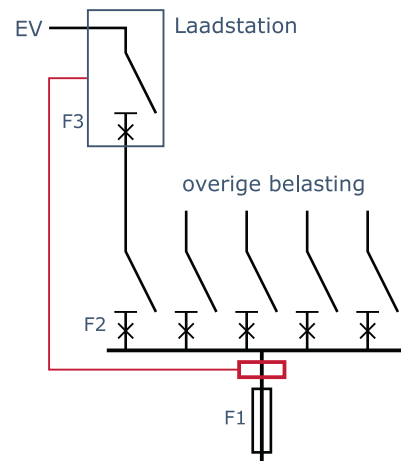
Verticaal: nominale waarden installatie-automaten type B. Horizontaal: nominale waarden smeltveiligheden type gL.

In de praktijk is het lastig om selectiviteit tussen beveiligingen in een schakel- en verdeelinrichting in een woning en een laadstation te realiseren. Ook doordat door de hoofdbeveiligingen stroom loopt waarmee gelijktijdig andere toestellen in de woning worden voorzien van stroom. Onbedoeld uitschakelen van de hoofdbeveiliging kun je voorkomen door:

- de hoofdbeveiliging minimaal twee stappen hoger te kiezen dan de afgaande beveiliging
- de aansluitwaarde (stroomwaarde van de beveiliging van het netbedrijf) te laten verhogen van bijvoorbeeld $3 \times 25 \text{ A}$ naar $3 \times 35 \text{ A}$ (de kosten door het vastrecht van het netbedrijf kunnen hierdoor stijgen)
- geen andere elektrische toestellen met een fors vermogen in te schakelen zoals een sauna, elektrisch fornuis, vaatwasser, droogtrommel, etc. De hoofdbeveiliging kan dan uitvallen ten gevolge van overbelasting
- *load balancing* toe te passen.

Load balancing

Moderne laadstations kunnen zijn uitgerust met speciale regeltechniek om overbelasting te voorkomen. Deze techniek wordt *load balancing* genoemd. In de schakel- en verdeelinrichting wordt dan continu de stroom gemeten bij de hoofdbeveiliging. Dit meten gebeurt met stroomspoelen. Om elke fasegeleider bevindt zich dan een spoel. Hoe groter de opgenomen stroom in elke fase, des te meer spanning wordt er opgewekt in elke spoel.



Principe van load balancing

Een elektronisch kastje vertaalt de meetwaarde naar een digitaal signaal en geeft dit door aan het laadstation. In het laadstation kan worden ingesteld welke stroomwaarde er maximaal in de hoofdbeveiligingen van de schakel- en verdeelinrichting mag lopen. Het verschil kan worden gebruikt om het EV te laden.

$$I_{EV} (\text{beschikbaar}) = I_{\text{totaal}} (\text{hoofdbeveiliging}) - I (\text{overige belastingen})$$

Voorbeeld

Stel dat de hoofdbeveiliging bestaat uit smeltveiligheden 3×25 A. Als elektrische toestellen in de woning samen 15 A opnemen, dan weet een laadstation met load balancing dat het maximaal met $25 - 15 = 10$ A mag laden. Bij een tijdelijk hoger verbruik in de woning vermindert het laadstation tijdelijk de laadstroom. Daarmee wordt voorkomen dat de hoofdbeveiligingen onbedoeld uitvallen. Als de toestellen weer worden uitgeschakeld, dan kan de laadstroom weer stijgen.

- ? 8. Verklaar in je eigen woorden wat load balancing inhoudt.

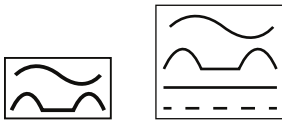
Type aardlekschakelaar

Elk aansluitpunt moet apart worden beveiligd door een $I_{\Delta n}$ 30 mA-aardlekschakelaar. Een gangbare aardlekschakelaar die wordt toegepast in een installatie is van het type A. Dit type beveiligt slechts tegen verschilstromen die sinusvormig en pulserend zijn. In een laadstation of het daarop aangesloten EV kan door een fout een gelijkstroom-foutstroom ontstaan waardoor de installatie moet uitschakelen. Een type A volstaat dan niet, een type B wel.



Aardlekschakelaar type A

Het type aardlekschakelaar is herkenbaar aan deze symbolen:



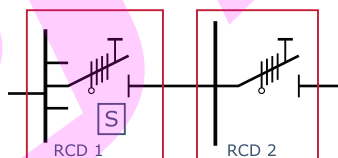
Type A

Type B

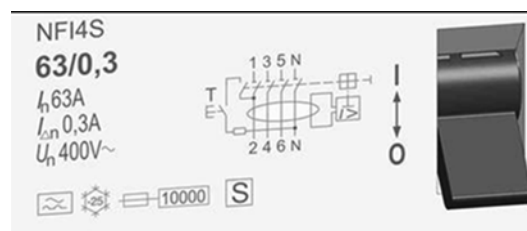
Of een type A of een type B moet worden toegepast voor elk aansluitpunt wordt bepaald door de ontwerper, op basis van de eigenschappen van het laadstation. De handleiding van het EV-laadstation geeft hierover informatie. Enkele EV-laadstations bevatten namelijk een (fout)gelijkstroomdetectie in de elektronica. Een type A volstaat dan wel. Laadstations die dat niet hebben, moeten worden beveiligd met een duurdere type B-aardlekschakelaar.

Selectiviteit aardlekschakelaars

Als zowel in de laadunit als in de voedende schakel- en verdeelinrichting een aardlekschakelaar is opgenomen in het circuit, dan moeten de twee aardlekschakelaars onderling selectief zijn (NEN 1010.314 en NEN 1010.7.22.535.3). De selectiviteit kan worden gewaarborgd als in de schakel- en verdeelinrichting een selectieve $I_{\Delta n}$ 300 mA S-type aardlekschakelaar (of aardlekautomaat) wordt toegepast. Een selectieve aardlekschakelaar is herkenbaar aan de . In het EV-laadstation moet elk aansluitpunt worden beveiligd door een $I_{\Delta n}$ 30 mA-aardlekschakelaar.



Schema twee selectieve aardlekschakelaars



Voorzijde van een selectieve aardlekschakelaar



9. Beantwoord de volgende vragen:

a. Op welke foutstroom reageert een aardlekschakelaar type A?

b. Op welke foutstroom reageert een aardlekschakelaar type B?

Aandachtspunten bij het ontwerp

Bij het ontwerp van de installatie moet er volgens NEN 1010 van worden uitgegaan dat alle oplaadpunten gelijktijdig maximaal worden belast. Als gelijktijdigheidsfactor moet je dus 1 aanhouden, of de laadunit moet een elektronische regeling bevatten (vaak gecombineerd met load balancing) waarin de laadstroom automatisch wordt verdeeld als meerdere voertuigen worden aangesloten.

De ontwerper moet bij het beoordelen van het vermogen en de daaruit volgende stroom rekening houden met de volgende aspecten:

- een inschatting van het huidige opgestelde vermogen van de installatie in een gebouw en de wijze waarop dat is verdeeld over de drie fasen (bij een 3~-aansluiting)
- de maximale stroom die de laadunit(s) kan/kunnen opnemen
- de nominale waarde en het type van de beveiliging(en) van het netbedrijf
- de mogelijkheden om eindgroepen te (her)verdelen binnen de elektrische installatie.

Hoofdverzekering netbedrijf	Max. te installeren vermogen
1 × 25 A	5750 W
1 × 35 A	8050 W
1 × 40 A	9200 W
3 × 25 A	17.250 W
3 × 35 A	24.150 W
3 × 40 A	27.600 W

Maximaal vermogen hoofdzekeringen

Schakel- en verdeelinrichting

In NEN 1010.314 staat beschreven dat de elektrische installatie in een schakel- en verdeelinrichting moet worden verdeeld over meerdere eindgroepen. Dit heeft meerdere redenen:

- Om de gevolgen bij een defect zo gering mogelijk te houden. Zo is het erg storend als apparatuur en/of de verlichting uitvalt omdat het laadstation inschakelt.
- Om de kans te verminderen dat aardlekschakelaars onbedoeld de installatie uitschakelen. Als je meerdere eindgroepen achter dezelfde aardlekschakelaar aansluit, is er een grote kans dat deze onbedoeld uitvalt als het laadstation inschakelt.

Door in de schakel- en verdeelinrichting een EV-installatie op een aparte eindgroep aan te sluiten (ook niet gecombineerd met een aardlekschakelaar die een andere eindgroep beveiligd) wordt hieraan voldaan.