

1) Inleiding

Doel van KABEL⁺⁺® is een kabelberekeningsprogramma om op een goedkope wijze het berekenen van een elektrische kabel die op een motor of anderszins statische belasting is aangesloten bij variaties in spanning, frequentie, type smeltzekering of automaat, wijze van leggen etc, onder behoud van maximale gebruikersvriendelijkheid en eenvoud. Ofwel invoeren van enkel het motorvermogen en de kabellengte geeft zonder veel kennis van de gebruiker direct een kabeldoorsnede.

U hoeft dus niet zoals bij andere pakketten vaak het geval is zelf de kabeldoorsnede op te geven, of zelf de grootte van de beveiliging op te geven. Kabel++ doet alles zelf. Zo wordt ook de kortsluitlengte niet simpel bepaald uit de ontoereikende tabellen van de NEN1010 maar wordt echt berekend, afhankelijk van de gekozen beveiliging en andere factoren. En evenzo is ook selectiviteit in de advanced versie niet simpel een stap overslaan, maar wordt dit echt berekend.

Er zijn twee versies, namelijk een light versie en de advanced versie, beide in het Nederlands, en voldoen aan de NEN-1010 en de AREI voor België.

Het kabelberekeningprogramma is geschikt voor een netwerk omgeving en heeft geen beperkingen in jaarlijkse licenties, aantallen gebruikers etc. Het programma kent dan ook geen dongle.

Kabel++ is geregistreerd bij WIPO onder nr 1005691

Doelgroep:

De light versie is met name voor de kleine -Nederlandse- installateurs, de advanced versie voor de grotere aannemers en ingenieursbureau's.

Gegevens:

Kabel⁺⁺ wordt sinds 1991 geleverd en ondersteund.

De huidige versie is 2009 versie 5.63. (ter info: de advanced versie bevat 73000 regels broncode).

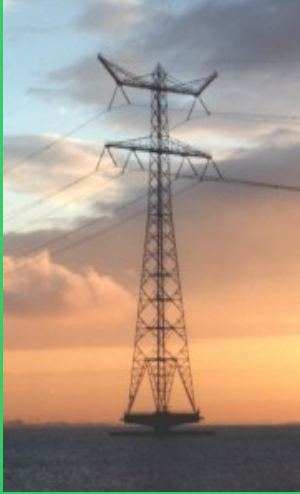
De toegepaste normen zijn de NEN-1010:2007 en IEC-60364. Onderliggende norm is de IEC-60287

Voor bedrijfsgegevens zie '[Kontakt](#)

2) De kabelberekening

(basis voor de light en de advanced versie)

De basis van het programma is het bepalen van de belasting van de kabel bij de op te geven kabelconfiguratie en kabelgewijze via de [tabellen](#) van de NEN-1010, het [spanningsverlies](#) en de [kortsluitlengte](#), de doorsnede van de kabel te berekenen. Deze kortsluitlengte hangt onder



meer af van de geselecteerde smeltveiligheid of automaat, en onder andere het feit of de kabel een afgeschermd uitvoering is. Zo hangt het spanningsverlies af van de werkelijke belasting van de kabel. Daarnaast hangt het af van de schakeling van de voeding of motorveld. Het maakt uit of het een direct geschakelde magneetschakelaar is, een softstarter of een frequentie omvormer. Als invoer voor de kabelberekening wordt door de gebruiker opgegeven het motor-asvermogen (kW) of de ontwerpstroom (A).

De kabeldoorsnede loopt van $1,5\text{mm}^2$ tot en 300mm^2 en voor enkeladerige kabel in de vrije lucht tot en met 800mm^2 .

Als vermogen wordt gekozen (kW), dan selecteert het programma een [standaard motor](#) en berekent daarvan het rendement en beschouwt de aanloopstroom in relatie met de wijze van aanloop.

Het programma bepaalt tevens de grootte van de [smeltveiligheid of automaat](#).

Doordat alle gegevens in één enkele overzichtelijk scherm (Zie scherm hierna) opgenomen zijn, kan met de parameters worden *gespeeld* en worden gezocht naar een zo gunstig mogelijke kabel. Door te 'spelen' kan bijna altijd een goedkopere kabel worden gevonden! Denk bijvoorbeeld aan de warmte weerstand van de grond, of het feit dat er een frequentie omvormer in het motorveld is opgenomen waardoor maximaalstroombeperking aanwezig is, of het met berekening instellen van de magnetische waarde van de automaat hetgeen een gunstiger kortsluitlengte oplevert. Doordat veel parameters overzichtelijk zijn gegroepeerd kan men elke invloed ervan bepalen op de uiteindelijke kabel.

Helpteksten

Het programma **KABEL⁺⁺** is rijkelijk voorzien van forse helpteksten in de vorm van zogenaamde hints die verschijnen als de gebruiker met de muis een aantal seconden op een invoerveld rust. Op deze manier wordt de gebruiker begeleidt naar de beste keuze van de kabel voor prijs en belasting. Aan deze helpteksten die zonder extra knoppen actief wordt is veel aandacht besteed.

Kabels parallel:

In het geval een enkele kabel niet te selecteren valt ($>240\text{mm}^2$), wordt automatisch overgegaan op parallelle kabels.

Smeltzekeringen en automaten

Het programma wordt geleverd met een groot aantal karakteristieken van smeltzekeringen en automaten,

– zowel fabrikaten

– als normkarakteristieken zoals de B,C,D en de K karakteristiek.

De gebruiker kan deze zelf uitbreiden. Ook zijn een aantal bijzondere beveiligingen opgenomen.

- Zo is voor de openbare verlichting de Pro-tec opgenomen,
- en voor de beveiliging van een generatorkabel is een differentiaalbeveiliging opgenomen (o.a. de Selco-T2900 of de Woodward MRD)
- Voor o.a. Transformatoren zijn de inverse thermische karakteristieken conform IEC 60255-3 opgenomen,
- en voor motoren de NEMA thermische trip karakteristieken.

Aantal fasen en gelijkspanning

Het programma kan met zowel 1 als 3 fase als met gelijkspanning omgaan bij alle mogelijke voedingsspanningen.

Motoraanloop

U kunt kiezen uit 4 methoden van aanlopen van een motor, namelijk:

- Directe aanloop
- Ster-driehoek aanloop
- Frequentie omvormer aanloop
- Sleepringen aanloop (alleen advanced versie).

Afhankelijk van de keuze en het vermogen van de motor bepaalt het programma de aanloopstroom. Bij de frequentie omvormer wordt tevens rekening gehouden met de verbeterde beveiliging. Bij ster-driehoek wordt de factor 1,73 in rekening gebracht voor de kabel.

Kabelsoorten

Diverse kabelsoorten zijn opgenomen, voornamelijk opgebouwd uit koper en aluminium voor de geleiders en voor de isolatie XLPE, PVC en rubber. Gestandaardiseerde codes die op deze materiaalsoorten zijn opgebouwd zijn: HO7, HO5, HD604, N2XH-O/J, N2X, NY, YmvK, YmvKas, VmvK, XmvK, en rubbersoorten als HO&RN, HO7BQ, NSSHOU, Rmclz en MPRX voor toepassing op schepen. Dergelijke kabels worden gefabriceerd door een kabelfabriek als o.a. Draka, TKF, VKF, Hof, IPTE. Ook Belgische soorten zoals XVB zijn aanwezig.

Netwerk

Het programma is primair uitgelegd op de berekening van een enkele kabel en een enkele transformator. Aanvullend is voorzien in een module van een in te voeren kabellijst waarmee wel een gehele groepenkast of laagspanningsverdeler kan worden berekend en dan deze gekoppeld met een transformator en aanvullende voedingskabel. Meerdere van deze groepenkasten uit een netwerk van meerdere niveau's zullen dus met meerdere berekeningen van het programma moeten worden gedaan en dan met dezelfde transformatorgegevens en voedingskabels.

Zonnepanelen en windmolens

Voor het berekenen van zonnepanelen en windmolens verdient de advanced versie de voorkeur met een keuze in het kabelberekeningsvenster en een optie in de transformatorberekening. Voor de windmolen wordt een vermogen voor de generator ingevuld. Bij toepassing van zonnecellen wordt voor de generator aangevinkt dat het een zonnepaneel betreft. Probleem bij voeding van zonnepanelen is het zeer lage kortsluitvermogen. De invertor die erachter wordt geschakeld verbetert dat niet. Uiteraard e.a.a. afhankelijk van de toepassing.

3) Light versie

De versie voor de Nederlandse installateur.

Gewoon de kilowatten van de motor of de stroom van de groepenkast invullen en de kabel is berekend.

Geen lastige doorklik schermen meer. Het houdt automatisch rekening met de wijze van aanlopen, geen gedoe met de tabellen, en geeft de kortsluitstroom in de print weer om de kortsluitvastheid van de automaat te weten.

KABEL++, Kabel berekening

KABEL++ KABELBEREKENING VOOR DE ELEKTROTECHNICUS

Kabelberekening volgens NEN-1010:2007

Soort belasting voeding Motor

Stroom In [A] Vermogen [kW]

Arbeidsfaktor [-] Type of starting

Voltage [V] toeren/min [rpm]

Aantal fasen [-] Verbeterd rendement [%]

Aanraak veilig Aanlooptijd [sec]

Aanloop stroom [x In]

Ligging

Configuratie

Naast elkaar

Omgeving temperatuur [°C]

Toegestane verlies [%]

Aandeel 3de harmonische [%]

Type beveiliging

Therm.regelb. Aardlek Limiterend

Grootte f Δ1

Kabel type

Losse aders Extra kabel parallel

#scherming BMC ja nee

Nulader Verklein ja nee

Beschermingsader ja nee


Kabel lengte [meter]

Resultaat

Spanningsverlies [%]

Parallel	Fase	Nul	Aarde
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/> y 150 [mm ²]	<input type="text" value="0"/> x - [mm ²]	<input type="text" value="1"/> x 150 [mm ²]

Kriterium

Kriterium niveau 

4) Advanced version

De advanced geeft voor de berekening van een enkele kabel diverse extra's in aanvulling op de licht versie, en daarnaast aanvullende berekeningsmodulen.

In berekeningsmodulen van een enkele kabel is de Advanced versie is voorzien in een knop "Advanced" waardoor in de kabelberekeningsvenster de extra's pas naar voren komen. Dit om het gemak te vergroten indien een snelle kabel berekend moet worden.

Kleuren: Door gebruik van -overigens nogal ongebruikelijke kleuren in een Windows omgeving- wordt de gebruiker verder begeleid in de verschillende vensters. Zo zijn alle invoer gegevens voor automaten en smeltzekeringen gegroepeerd in gele venstergedeelten.

KABEL++, Kabel berekening

400 kVA
10 kV/400 V

>548 A, for total transformer power

Railsysteem in MCC (of schakelkast)

Substation

Primair [kV]: 10 | Type: Oil filled | Transformatorgrootte [kVA]: 400 | Frequentie [Hz]: 50

Type beveiliging (selectief op algaand): C type circuitbreaker | Tijdvertraging: no | Grootte [A]: 630

Spanningsdaling op het railsysteem tijdens kortsluiting [%]: 21

Therm. regelbaardlek det.: ja | Limiterend: nee | Type beveiliging: K (Magn instb.) | Amb. temp. corr. [%]: 0 | Magn. instelb.: 10.0 | Grootte+1: 0 | Grootte: 50 | Ik [kA]: > 11

Wijze van aanloop: Direkt online

Legwijze: C) open goot/open baar | Kabel lengte [m]: 20

Configuratie: 1) gebundeld | Omgeving temp [°C]: 30

Naast elkaar: 3 | Max. sp. verlies [%]: 3.0

Kabel type: XLPE Cu | AWG: nee

Parallel extra: nee | Enkels: nee | Aandeel 3d ham [%]: 0

Type belasting: Motor | Voeding

As vermogen [kW]: 22 | Voltage: 400

Stroom In [A]: 41.1 | Aantal fasen: 3

Cos phi [-]: 0.87 | Aanraking veilig: nee

toeren/min [rpm]: 1500 | Aanlooptijd: 3

Rendement verbetering [%]: 0 | Aanloop stroom: standard

Resultaat [mm²]: 4 x 10 | Prijs (netto) [€]: 150

Uitwendige diam [mm]: 18 | Montage hours [h]: 5.8

Kriterium: Max. thermische kabelbelasting

Kriterium niveau: [Bar chart]

Bereken | Meer Info | Grafiek

De volgende opties zijn in de Advanced versie aanvullend:

- o.a. Selectiviteit incl grafische weergave, kortsluitstroomberekening, en demping door tussenliggende voedingskabels
- Middenspanning- en Transformatorberekening
- Stamkabel voor bijv. Lichtmasten (OV openbare verlichting)
- Invoerlijst voor het berekenen een tabel met kabels.
Spanningsverliezen worden cumulatief opgeteld. (netwerkberekening)
waarbij rekening worden gehouden met spanningsdips bij motoraanlopen.
Tevens berekent deze optie de Energiebalans, de afmetingen MCC

met besturingskast en het warmteverlies in de schakelkasten.

Aanvullende optie's die met deze tabel kunnen worden gegenereerd zijn:

- a) Single line diagram
- b) MCC kastaanzichtstekening

E) Berekening van de benodigde kastventilatie

Optie A is standaard onderdeel van de Advanced versie. De overige opties zijn aanvullende modules en kunnen naar wens worden besteld.

De opties worden hierna verder toegelicht:

a) Diverse opties in de kabelberekening zoals selectiviteit en onderstations

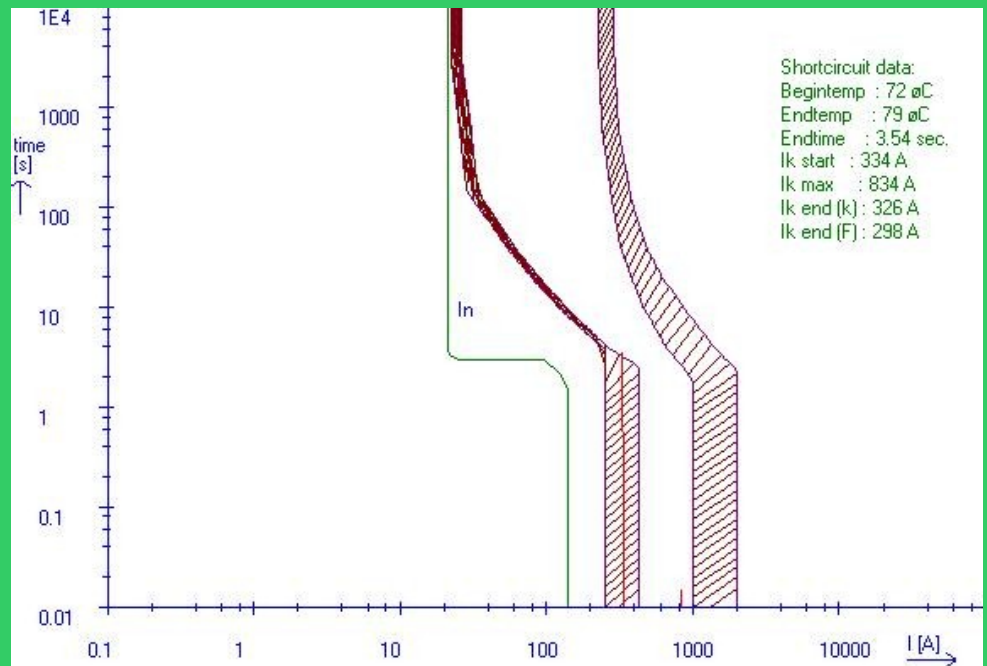
1) Selectiviteit

Om de selectiviteit te bepalen kan de gebruiker een tweede beveiliging opgeven welke vòòr de beveiliging van de afgaande kabel is geschakeld. Zoals ook in de light versie bepaald Kabel⁺⁺ de grootte van de directe beveiliging (smeltpatroon of automaat met of zonder aardlek en thermische en magnetische instelling) van de motor.

In de full versie bepaalt Kabel⁺⁺ op basis van de nominaal stroom, eveneens de grootte van de directe beveiliging en de optredende kortsluitstromen, maar berekent aanvullend de **selectiviteit** en

selecteert op basis daarvan de hoofd- of voorbeveiliging.

De selectiviteit wordt niet gewoon bepaald op basis van '2 stappen hoger', maar op basis van de werkelijke karakteristieken en de optredende kortsluitstroom.



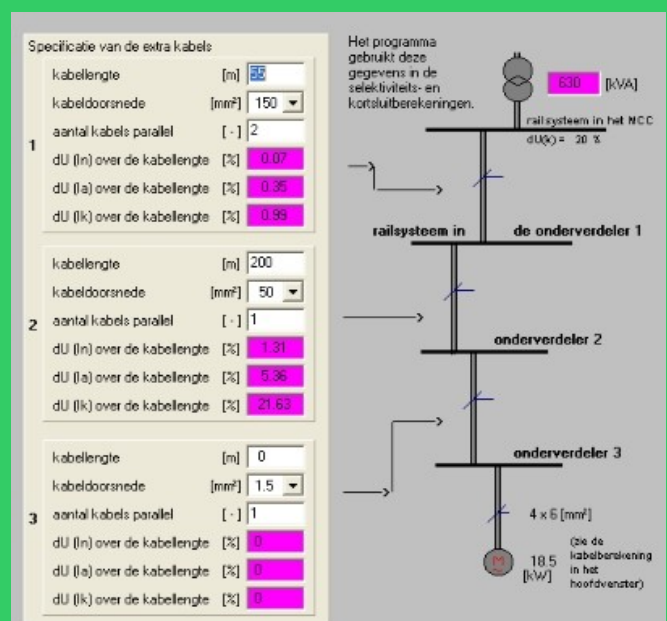
De grafieken van zowel de hoofd als de directe beveiligingen worden grafisch weergegeven waarbij de nominale-, motorstart- en kortsluitstroom worden weergegeven.

Voorbeeld van een grafiek met selectiviteit. De startstroom en de kortsluitstroom zijn ingetekend.

Indien een transformator berekening is gedaan binnen Kabel⁺⁺ kan Kabel⁺⁺ de demping van de transformator met hoofd rail en hoofdvoedingskabel in rekening brengen in de selectiviteit die hierdoor wordt verbeterd over het algemeen.

2) Tussenliggende Onderstations of kabels zodat kortsluitstroom lager

Indien een onderstation (groepenkast, bouwstroomkast, werfkast, lichtverdeler of onderverdeler in het veld) de te berekenen kabel voedt, dan wordt de kortsluitlengte sterk beïnvloed door de demping in de



voedingskabel naar dat onderstation. Ook de **selectiveitsberekening** wordt er door beïnvloed (verbeterd).

Door extra knop op het kabelberekenningsvenster opent een tweede venster waarop de kabellengte en doorsnede van de voedingskabel naar het onderstation kunnen worden ingegeven. Sinds versie 5.3 tot drie niveau's achter elkaar in voedingslijn omlaag.

Bij de modules voor de stamkabel en de kabelinvoerlijst (verdeelnets) kunnen deze tussenliggende onderstations eveneens worden ingezet.

Zo wordt het spanningsverlies t.g.v. de aanloopstroom de invloed van deze extra voedingskabel meegenomen in de berekening van het aanlopen, en kan het dus voorkomen dat wordt aangetoond dat het spanningsverlies te groot wordt tijdens het aanlopen en dus een probleem geeft.

3) Optimale kabeldoorsnede versus energieverlies in de kabellengte

Hoe dikker de kabel des te lager het spanningsverlies en dus minder energieverlies t.g.v. de ontwerpstroom. Echter een grotere kabeldoorsnede gaat ten koste van een hogere investering. Hier moet dus een balans voor worden gevonden. Middels een tweede berekeningsknop zoekt Kabel++ de optimale situatie.

De investeringkosten worden opgegeven als materiaalkosten en montagekosten. Voor het energieverlies moet de kWh prijs worden ingevuld, en het aantal draaiuren per jaar.

Ten aanzien van de huidige trend naar duurzame groene energie is deze optie zeer aan te bevelen.

4) Keuze 50/60 Hz

De netfrequentie kan nu worden gekozen.

De standaard motor-as vermogens zijn afhankelijk van de gekozen frequentie. Nodig voor o.a. de Amerikaanse markt.

Andere frequenties kunnen ook worden gekozen, doch de standaard motorvermogens zijn alleen 50 en 60 Hz. De kabelberekening houdt wel rekening met hogere frequenties. De invloed van hogere frequenties is met name bij lange kabellengten merkbaar.

5) Kabeltype AWG

Door de keuze AWG te maken maakt KABEL++ een conversie van de metrische mm² kabel en wordt de doorsnede in AWG kabelcodering gemeld. Nodig voor de Amerikaanse markt. Tevens kent Kabel++ ook de British Imperial Standard S.W.G. en de American Brown & Sharpe B&S.

6) Electronische trip

In aanvulling op de thermische en magnetische beveiliging van automaten kan voor de vermogensautomaten een electronische trip beveiliging worden geactiveerd en de stroom-tijd waarden ervan. De trip bewaakt de I²t konstante.

7) Aanvullende berekeningen behorende bij de kabelberekening:

Enkele aanvullende berekende gegevens zijn opgenomen, zoals:

* De benodigde transformator of generatorcapaciteit dat nodig is om de motoraanloopstroom op te kunnen brengen. (niet te verwarren met de transformator module)

* Een berekening van de krachten tussen twee stroomvoerende geleiders. Deze krachten treden op bij kortsluiting in een railsysteem en geven een indruk waarom een railsysteem bijvoorbeeld moet worden voorzien van afstandshouders.

* Berekening van de capaciteiten en de reactantie van de kabel bij enkele frequenties.

* Overzicht van energieverliezen, en de CO2 footprint ervan, in de kabel.

* Doorberekening van de berekende laagspanningskabel stroomwaarden (400VAC) naar hoogspanningszijde aan de primaire zijde van een eventuele transformator (10 kV).

7) Ten slotte een module met diverse berekeningen voor de elektrotechnicus:

1. Het eenvoudig bepalen van het vermogen van een **pomp** op basis van debiet en **opvoerhoogte**. Voor de elektrotechnicus die even een idee moet krijgen wat het vermogen ongeveer zal worden maar welke de werktuigbouwkundige collega uiteindelijk definitief zal bepalen;
2. Berekenen van een flow versus leidingdiameter. Effe snel omrekenen van flow naar doorsnede;
3. Berekenen van het totaal **rendement**, vanaf transformator t/m de pomp;
4. de **geluidsdruk** berekenen van bijvoorbeeld een transformatoropstelling op een zeker afstand;
5. **Lichtberekening**. De ruimteafmetingen, de lichthoeveelheid in LUX, de lichtstroom van de lamp in LUMEN en het geselecteerde armatuur worden ingevoerd waarna Kabel++ het aantal armaturen berekend.

b) Door de gebruiker zelf te definiëren karakteristieken

In aanvulling op de standaard in het programma opgenomen database van automaten en smeltveiligheden kunnen nu zelf karakteristieken worden ingevoerd.

Tot 8 karakteristieken kunnen worden ingevoerd. Deze worden opgeslagen in de projectgegevens van de berekening, maar kunnen ook worden geëxporteerd om in andere berekeningen te kunnen worden gebruikt. Men kan zo een eigen bibliotheek aanleggen.

Bij de prijsinformatie is deze optie aangegeven met +K.

Form user defined characteristics

U kunt 8 karakteristieken zelf in dit scherm invullen. Kies eerst 1 uit 8

nummer: 1

Naam van de veiligheid: user1

naam, bijvoorbeeld fabrikant/type

Linkerkant van de karakteristiek		Rechterkant van de karakteristiek	
Time [sec]	Current [A]	Time [sec]	Current [A]
100000	1.05	100000	1.10
10000	1.10	10000	1.15
1000	1.15	1000	1.30
700	1.20	700	1.35
200	1.4	200	1.6
100	1.7	100	2.0
50.0	2.1	50.0	2.4
10.00	4	10.00	6
5.00	9	7.00	11
0.01	9	0.01	11

Ververs grafiek >>

Import Export

Sluiten

c) Transformator-, Generator- en middenspanningsberekening

In één venster kan een compleet netwerk van middenspanningskabel, één of meer transformatoren parallel en tot 3 voedende generatoren, als een geheel worden berekend. De kortsluitstromen worden eveneens berekend. De demping van alle onderdelen worden doorberekend naar de andere berekeningsmodulen zodat een geheel netwerk ontstaat vanaf de middenspanning naar de kleinste eindverbruiker. De selectiviteit van de beveiligingen wordt hier eveneens bepaald (niet als twee stappen hoger, maar berekend!), maar kan ook worden uitgezet.

The screenshot shows the KABEL++ software interface for transformer and medium voltage calculations. The central part of the window displays a schematic diagram of a power network. On the left, there are input parameters for high voltage (HS) and external power. The central diagram shows a transformer (630 kVA, 10 kV/400 V) connected to a 10 kV busbar (MS) and a 400 V busbar (G). The MS busbar is fed by a 10 kV line and has a fault current $I_k = 361$ A. The G busbar is fed by three generators (G1, G2, G3) and has a fault current $I_k = 29$ kA. The transformer has a primary current $I_n = 1526$ A and a secondary current $I_k = 29$ kA. The secondary busbar is connected to an MCC rail system with six feeders. The rail system has a length of 2 m and a fault current $I_k = 29$ kA. The rail system is fed by a 400 V line with a fault current $I_k = 68$ kA. The rail system is connected to a 400 V busbar (G) with a fault current $I_k = 29$ kA. The busbar is fed by three generators (G1, G2, G3) and has a fault current $I_k = 29$ kA. The busbar is connected to an MCC rail system with six feeders. The rail system has a length of 2 m and a fault current $I_k = 29$ kA. The rail system is fed by a 400 V line with a fault current $I_k = 68$ kA. The rail system is connected to a 400 V busbar (G) with a fault current $I_k = 29$ kA.

The interface includes several panels for input and output data:

- HS vermogen [MVA]:** 200
- Ring systeem [x ln]:** 1.0
- Frequentie [Hz]:** 50
- Extern [MVA]:** 3.5
- Cosinus:** 0.90
- MS kabel (10kV) [mm2]:** 3 x 70a
- MS kabel lengte [m]:** 1000
- MS kabel type:** XLPE Cu
- MS kabel configuratie:** 1) gebundeld
- MS kabel naast elkaar:** 1
- MS kabel enkels:** nee
- MS kabel omgevingstemp. [°C]:** 15
- MS kabel grondweerstd. [K.m/W]:** 1.5
- MS kabel max. sp. verlies [%]:** 5.00
- MS kabel afschermd Parallel +1:** nee
- MS kabel K type (Therm.Magn):** Magn.instelb. [xln] 6.0
- MS kabel aardlek:** ja
- MS kabel grootte [A]:** 250
- MS kabel negeer selectiviteit:** ontwerp stroom
- Primair [kV]:** 10
- Primair trafo grootte [kVA]:** 630
- Primair transformator type:** gliethars
- Primair aantal transformatoren:** 1
- Primair secundair [V]:** 400
- Primair kortsluit U verlies [%]:** 4.0
- Primair nullast verlies [W]:** 1750
- Primair kortsluit verlies [W]:** 6100
- Primair gewicht [kg]:** 1960
- Primair afmetingen [LxBxH]:** 131x83x15
- Primair generator grootte:** gen 1 [kVA] 200, gen 2 [kVA] 200, gen 3 [kVA] 0
- Primair cosinus:** 0.80
- T) Legwijze:** EF) vrije lucht/op lad
- T) Configuratie:** 3) tegen plafond
- T) Kabel type:** XLPE Cu
- T) Kabel naast elkaar:** 1
- T) Kabel enkels:** ja
- T) Kabel omgevingstemp. [°C]:** 30
- T) Kabel max. sp. verlies [%]:** 3.00
- T) Kabel afschermd Parallel +1:** nee
- T) Kabel K type (Therm.Magn):** Magn.instelb. [xln] 6.0
- T) Kabel aardlek:** ja
- T) Kabel grootte [A]:** 1000
- G) Trafo kabel [mm2]:** 6+2 x 1 x 150
- G) I trafo kabel [A]:** 804
- G) I nom trafo [A]:** 864
- G) Legwijze:** EF) vrije lucht/op lad
- G) Configuratie:** 3) tegen plafond
- G) Kabel type:** XLPE Cu
- G) Kabel naast elkaar:** 1
- G) Kabel enkels:** ja
- G) Kabel omgevingstemp. [°C]:** 30
- G) Kabel max. sp. verlies [%]:** 3.00
- G) Kabel afschermd Parallel +1:** nee
- G) Kabel K type (Therm.Magn):** Magn.instelb. [xln] 6.0
- G) Kabel aardlek:** ja
- G) Kabel grootte [A]:** G1: 400
- G) Generatorkabels [mm2]:** G1 3+2 x 1 x 95, 2 3+2 x 1 x 95
- G) I nom generator [A]:** G1 361, 2 361

a) transformator berekening

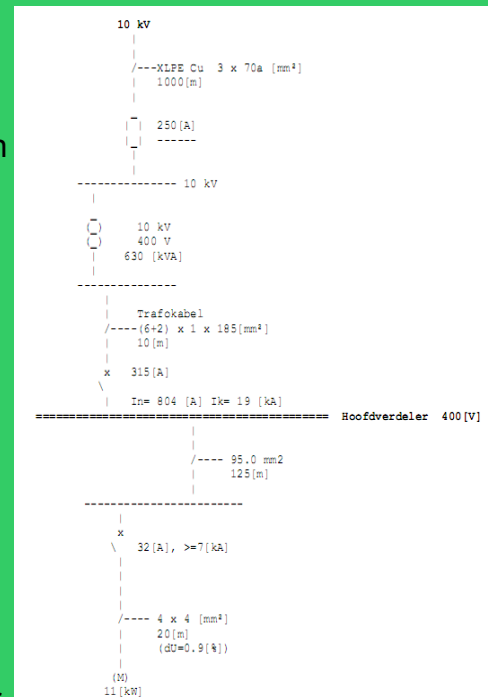


Een (bijv. 10 kV) transformator en een eventueel gewenste condensator batterij worden berekend door het geïnstalleerd gelijktijdig vermogen op te geven. Dit

kan overigens uit de lijst worden berekend uit de module D).

Daarnaast kunnen 1 t/m 3 generatoren worden opgegeven welke vermogen leveren aan het railsysteem in het MCC.

Aan de hand van deze gegevens wordt de transformatorgrootte berekend, en tevens de bijbehorende transformator nominaalstroom en de statische en dynamische stromen naar de aangesloten laagspanningsverdeling. Uiteraard wordt dit laatste beïnvloed door de voedingskabel tussen de transformator en de laagspanningsverdeling.



b) doorberekening van de demping naar de motorkabel

De transformatorberekening kan verder naar keuze worden gekoppeld met de motorkabelberekening. De demping van de transformator wordt dan doorberekend naar de kortsluitlengteberekening van de kabel. In de light versie wordt deze demping overigens met een standaard aanname aangenomen, hetgeen nagenoeg altijd verantwoord is en zoals die ook door de NEN-1010 wordt gebruikt. Kabel⁺⁺ kan dus in de full versie de werkelijke situatie berekenen. Verder wordt de te berekenen kabel nu ook beoordeeld op het spanningsverlies op het voedende railsysteem welke afhankelijk is van de gekozen of berekende transformator.

Printafdruk: Doorberekening van de middenspanningskabel, via een transformator, tot aan een motor van 11 kW.

c) middenspanningskabel



Aanvullend kan Kabel⁺⁺ de doorsnede van de middenspanningskabel berekenen op bijvoorbeeld 10 kV spanningsniveau in een ringleiding.

Zowel de middenspanningskabel, de transformatorberekening en de voedingskabel naar het MCC zijn alles samengevat in één berekenings scherm.

d) Stamkabel met aftakkingen zoals OV lichtmasten of ringleiding:

Voorbeelden:

- openbare verlichting (OV)
- bronpompen in drinkwaterputtenveld
- generatoren op een 10 kV ringleiding (windmolens)

Een module om een kabelstreng met aftakkingen door te rekenen. Het programma **verdeelt** hierbij het spanningsverlies zodanig dat een optimale, lees economisch meest gunstig, doorsnede wordt gekozen.

Tot 15 aftakkingen kunnen op de stamkabel worden aangesloten. De lengte van de aftakkingen kan overigens ook worden ingegeven met een zekere lengte.

De gebruiker kan kiezen voor het **optimaliseren in doorsnede** van de kabelstukken, d.w.z. :

- 1) Voor het zoveel mogelijke toepassen van gelijke doorsnede, door het toegestane maximale spanningsverlies ongelijk te verdelen;
- 2) of voor verjongen naarmate de afnemers verder weg liggen en de stroomdoorgang dus lager is en dus minder spanningsverlies en belasting en dus een kleinere doorsnede mogelijk.

Uiteraard wordt ook op kortsluitlengte bewaakt (bij een automaat op zowel het magnetische en thermische deel van de karakteristiek). De kortsluitlengte kan worden verbeterd door het aanvinken van een ondersteunende aarde halverwege. Ook is aan te bevelen om de magnetische instelling van de automaat zo laag mogelijk te zetten, bijvoorbeeld $2 \times I_{nom}$, waarbij elk aandacht aan de inschakelstroom geschonken moet worden.

Voor het kunnen leggen van een zo dun mogelijke kabel heeft de firma Montad het **PRO-TEC-4000** kabelbeveiligingssysteem ontwikkeld. Met dit type apparaat kan een lage magnetische instelling worden gekozen, waarbij wel een inschakelstroom getolereerd wordt. Kabel++ kiest in deze module voor de beveiliging van de stamkabel default dit apparaat.



De invloed van een lange voedingskabel en een transformator op afstand kunnen in rekening worden gebracht.

Twee toepassingen zijn:

Lichtmasten



Lichtmasten langs de verkeersweg.

Er loopt weliswaar een 3 fase kabel langs alle lichtmasten, maar de lampen worden één fasig aangesloten.

Het betreft enkelfasige voeding naar de aftakpunten.

Ofwel schematisch voorbeeld voor openbare verlichting:



Bronpompenveld



Een bronpompen veld voor het oppompen van grondwater voor bijvoorbeeld een drinkwater voorziening.
 Een stamkabel loopt langs alle bronpompen in het veld.
 De kabel is drie fasig en er worden drie fase motoren 3x400V op aangesloten.

Schermafdruk:

KABEL++, Stamkabel

0 m, 145.0 mm²

Substations

10 [A]

Line No.	Length [m]	Cable Spec	Current [A]	Power [kW]
1	27	2 x 6.0a	2	0.25
2	165	2 x 10.0a	2	0.25
3	165	2 x 10.0a	2	0.25
4	165	2 x 10.0a	2	0.25
5	165	2 x 6.0a	2	0.25
6	165	2 x 4.0a	2	0.25
7	0	2 x 0.0a	0	0.00
8	0	2 x 0.0a	0	0.00
9	0	2 x 0.0a	0	0.00
10	0	2 x 0.0a	0	0.00
11	0	2 x 0.0a	0	0.00
12	0	2 x 0.0a	0	0.00
13	0	2 x 0.0a	0	0.00
14	0	2 x 0.0a	0	0.00
15	0	2 x 0.0a	0	0.00

1x230 VAC
Lichtmasten etc.

Snel kiezen

Verdeel d_l speciaal
aantal 1

Ondersteunende oarde

Berekenen

Wijzig

Sluiten

d) Verdeelnet (lijst):

En ten slotte heeft het programma een module om een **lijst** van kabels door te rekenen. Deze lijst kan tot **1000 afgaande velden** omvatten.

De invoer is in een lijst zodat alle gegevens overzichtelijk onder elkaar te zien zijn.

The screenshot shows the 'kabellijst' software interface. On the left, there are several menu sections: 'Genereer' (Generate) with buttons for 'Kabellijst', 'Energiecijst', 'Single line', and 'MCC Front'; 'Regel' (Control) with buttons for 'Invoegen regel', 'Kopieer regel', and 'verwijder regel'; and 'vul cel' (Fill cell) with buttons for 'Typical', 'Beveiliging', 'Legwijze', 'Configuratie', 'Im-/Export', 'Afdrukken', and 'Sluiten'. The main area displays a schematic diagram of a power distribution network. It includes a 'Middenspanning' (Medium Voltage) section with three 400 [kVA] transformers, a 'Transformator rail' (Transformer rail) with a '(6+2) x 1 x 240 [mm²]' cable, and a 'sub-station' with a '4x4 x 240a [mm²]' cable. A table below the diagram lists cable data:

Tagnummer	kW	U	Kast	Typical	Zekerin	Lengte	legwijze	Config	Naast	Afgesch	Belasting	Gemid	Simult.	Generat
inname (L3)	250	3x400		V	27	35	D	1	1	1	0.85	0.85	1	0.0
verlichting	1	3x400		V	27	10	B	1	1	1	0.85	0.85	1	0
coagulatie (L4)	75	3x400		V	27	320	D	1	1	1	0.85	0.85	1	0
tankenpark (L5)	60	3x400		V	27	150	D	1	1	1	0.85	0.85	1	0
plasticvanger (L6)	10	3x400		V	27	130	c	1	1	1	0.85	0.85	1	0
plasticvanger (L9)	40	3x400		V	27	10	c	1	1	1	0.85	0.85	1	0
percolaatput (L7)	28	3x400		V	27	290	D	1	1	1	0.85	0.85	1	0
slibontwatering	200	3x400		V	25	120	D	1	1	1	0.85	0.85	1	0
slibontwatering	75	3x400		V	25	120	D	1	1	1	0.85	0.85	1	0
KWCD	30	3x400		V	24	60	D	1	1	1	0.85	0.85	0.5	0.0

Deze verdeler kan naar boven toe worden gekoppeld met de transformator en tot 3 tussenliggende onderstation-verdelers in lijn erboven, waarbij behalve energiebalans, de kabeldoorsneden ook de kortsluitstroom en selectiviteit worden berekend.

Deze module is voorzien van een Export- en een Importfunctie om gegevens van en naar bijvoorbeeld Microsoft Excell te vertalen.

Het programma kan dan vier soorten uitvoer genereren:

- d1) Energiebalans
- d2) Kabeldoorsneden
- d3) Tekenen single line diagram
- d4) Kastaanzicht MCC



Namelijk:

d1) Energiebalans en afmetingen laagspanningsverdeler:

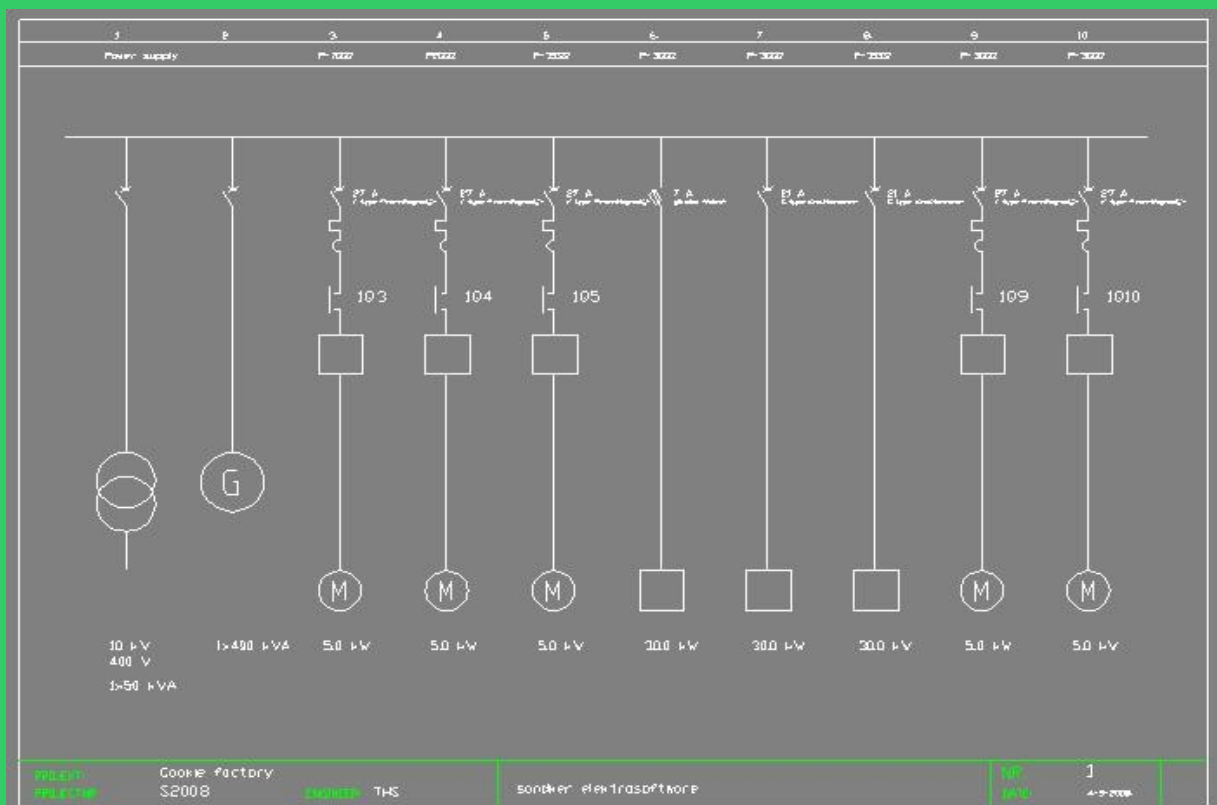
- Berekening van de **energiebalans**.
- Zo wordt een schatting berekend van de **afmetingen** van de laagspanningsverdeling incl. de bijbehorende besturingskast.
- de **warmte-uitstraling** wordt berekend zodat hiermee de airco kan worden bepaald,
- het benodigd **transformator-vermogen** wordt berekend inclusief cos phi batterij.
- een **generator-vermogen** en een benodigd vermogen voor een **noodaggregaat** worden berekend. Hierbij wordt tevens aangegeven wat dit vermogen moet zijn indien er relatief grote motoren moeten worden gestart.
- de **CO2 footprint** wordt bepaald.

d2) Kabeldoorsneden:

Van elke kabel uit de lijst wordt de ontwerpstroom, de grootte van de beveiliging en de kabeldoorsneden berekend.
Eveneens wordt dan de hoofdbeveiliging geselecteerd en de doorsnede van de hoofdvoedingskabel berekend.

d3) Single line diagram of grondschemata:

Het grondschemata wordt getekend. Van elke gebruiker uit de lijst wordt een groep in het schema getekend. De tekening wordt gegenereerd als DFX. Dit kan in onder meer Autocad worden ingelezen en eventueel verder worden bewerkt.



e) kastventilatie:



In elke schakelkast of elektrische verdeler, of groepenkast wordt door de componenten in deze kast warmte opgewekt. Op de één of andere wijze moet deze warmte worden afgevoerd. Als de warmte afgifte laag is, omdat het bijvoorbeeld maar kleine motorgroepen betreft zonder frequentieomvormer, dan volstaat de warmte uitstraling van de metalen plaat waaruit een kast is opgebouwd.

Vaak echter zijn de warmte verliezen groter en moet geforceerde koeling worden toegepast.

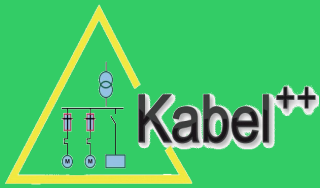
Met deze module kan de benodigde ventilatie berekend.

Het verliesvermogen kan worden opgegeven door alle bekende onderdelen te selecteren. Ook kunt het resultaat uit de kabellijstberekening doorvoeren naar de ventilatieberekeningsmodule.

Kabel++ berekent de benodigde ventilatie aan de hand van de door de gebruiker opgegeven maximale toegestane temperatuur in de schakelkast en de schakelruimte. De convectie en de straling (kleur van de kast) worden in rekening gebracht.

Tevens is er in deze module een tabblad om de benodigde ventilatie van een [transformator](#) te bepalen, zowel natuurlijke luchtstroom als geforceerde luchtstroming.

5) Kontakt



Bedrijfsgegevens:

Sandker Elektrosoftware
De Roo v Alderwereltlaan 17
3832 AA Leusden
KvK nr 32122919
BTW NL022226813B01
Merken reg. nr. 0860375
Twitter: cableplusplus

Bestellen of info:

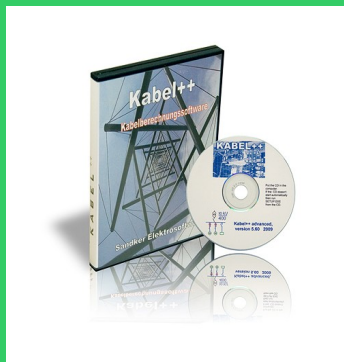
Internet:
www.kabelberekening.com
Email:
verkoop@kabelberekening.com
Tel: 0031 (0)6-16594281
fax 0031 (0)848301872

[of hier klikken voor het
bestelformulier](#)

Ondersteuning:

Een berekening per E-mail laten doen is ook mogelijk. Daarvoor vragen wij € 30,- voor een kleine berekening en afhankelijk van het gevraagde € 60,- indien er een rapport met bevindingen bij is gewenst, bijvoorbeeld bij een geschillen kwestie. Hierbij inbegrepen het doorrekenen van alternatieven. Indien een rapportage over bijvoorbeeld een meningsverschil is gewenst kan nader worden afgestemd wat de diepgang en omvang moet zijn.

6) Prijsinformatie



De aanschaf van Kabel++ is gebaseerd op een prijsstelling waarbij de modules apart besteld kunnen worden. De hieronder aangegeven kosten zijn exclusief BTW en is voor één programma geschikt voor maximaal 5 gebruikers en per bedrijf en vestiging zonder tijdlimiet!

Levering per CD, met bijgevoegd de factuur.

Bestellen kunt u schriftelijk doen of middels een E-mail naar: verkoop@kabelberekening.com.

Graag hierbij vermelden: **1)** de gewenste uitvoering, **2)** de gewenste opties van het programma, en **3)** uw bedrijfsgegevens, afdeling en telefoonnummer.

[Op](#) onze website vindt u een bestelformulier

Prijslijst per 1 juni 2009:

Uitvoering	Optie	Omschrijving	euro
Light:	-	Eenvoudig kabelberekening incl. alle typen beveiligingen, kabeltypen en motorstarters	€ 97
	+P	Uitgebreid met printafdruk en filebeheer	+68,-
Advanced:	-	Kabelberekening inclusief: printafdruk, filebeheer, selectiviteitsberekening, tussenliggende onderstations, aanraakbeveiliging, uitgebreide database met kabelsoorten en database met veiligheden.	€ 205,-
	+K	Module om 8 karakteristieken voor veiligheden zelf via het programma in te kunnen voeren.	+35,-
	+T	Transformator, MCC en middenspanningskabel-berekening. De impedanties worden doorberekend naar de laag-spanningskabel	+85,-
	+S	Stamkabel met aftakkingen. Voorbeeld: kabel voor lichtmasten langs snelwegen	+85,-
	+LE	Middels een invoertabel worden van tot 1000 kabels de energiebalans berekend: - Het benodigd trafovermogen, - eventueel noodaggregaatvermogen, - De energieverliesberekening t.b.v. een eventuele airco, - De totale kastlengte berekend op basis waarvan de schakelruimte moet worden bepaald.	+85,-
	+LK	Van de invoertabel worden nu van alle afgaande verbruikers de waarde van de beveiliging en de kabeldoorsnede berekend. Tevens berekening van de hoofdvoedingskabel.	+85,-
	+LS	Single line diagram Middels de invoertabel een hoofdstroomschema genereren om te importeren in Autocad .	+85,-

	+LM	MCC vooraanzicht Middels de invoertabel een kastaanzichtstekening genereren om te importeren in Autocad.	+85,-
	+V	Berekening van de ventilatie in een schakelkast en transformatorcel.	+35,-
Verzend kosten		Verzendkosten	€ 5,-
Manual		Bij bestelling van een programma	€ 58,-
Quick start		Beknopte aanwijzing voor een eerste start.	Inc

Bij aanschaf van alle modules van de advanced uitvoering geldt hiervoor een korting van 10%.

Bij aanschaf van zowel de advancedversie en de volledig Lightversie geldt voor de Lightversie een korting van 50%.

Updates:

Een update kost 15% ex BTW van de huidige verkoopprijs voor elk jaar dat het aangeschafte programma oud is en tot een maximum van 80%. Voor een automatische jaarlijkse update kunnen wij uw gegevens desgewenst in onze databank opnemen.

7) Enkele reacties

Nederlandse reacties

20 november 2006:

Ik heb van uw website de nederlandstalige uitvoering van het kabelberekenings gedownload. Het programma werkt erg gemakkelijk en overzichtelijk.

3 december 2007

Ik heb het genoeg gehad de demo kabel++ advanced uit te proberen. Dit omdat wij niet tevreden zijn over ons huidige programma. Graag zou ik bij deze een offerte van jullie willen.

20 december 2007

Al een aantal jaren gebruiken wij Kabel++ als kabelberekeningsprogramma. Wij denken er aan om over te stappen op de Advance version. Kunt u aangeven wat de kosten van het programma zijn.

En tevens de vraag of het op ons netwerk functioneerd.

28 december 2007

Bedankt voor uw informatie ziet er goed en gebruikers vriendelijk uit, hebben beiden programmas bestudeerd en hebben voldoende aan de Kabel light versie, want kabel berekeningen is geen dagelijks werk voor ons, maar moeten wel eens elektrische systemen door rekenen en hiervoor geeft deze light versie voldoende informatie.

1 februari 2008

Ik maak gebruik van uw demo full version en ben er aardig tevreden over.

Echter mis ik nog een item, wat kost een licentie en wat is de reductie bij meerdere licentie.

13 maart 2008

Aangezien ik al enkele jaren naar tevredenheid met het programma werk: Graag ontvang ik van u de prijs voor de cd met het programma kabel ++ light en tevens de Full versie.

De huidige licentie die we nu hebben is de 4.3 versie.

7 april 2008

We hebben een demoversie van uw software gedownload en getest. Mijn elektromonteurs zijn zeer enthousiast over de functionaliteit van de software.

Buitenlandse reacties

28 oktober 2007:

Hallo und guten Morgen,
habe Ihr Berechnungsprogramm mit Begeisterung ausprobiert. Wenn es innerhalb der EU
anwenbar ist möchte ich bitte eines bestellen.

14 Januar 2008

wir interessieren uns für Ihre Software "Kabel ++", advanced version.
Wir benötigen eine solche Software, um ein 10-kV-Netz zu berechnen.

18 marz 2008

habe großes Interesse an der Advanced-Version!!!
Habe die Demo ausprobiert und bin begeistert!!
Was würde die Version kosten?
Vielen Dank im Voraus.

Landen waarnaar is geleverd:

- Aruba
- Australië
- België
- Curacao
- Denemarken
- Dubai
- Duitsland
- Engeland
- Frankrijk
- Gibraltar
- Ierland
- India
- Libanon
- Luxemburg
- Nederland
- Oostenrijk
- Pakistan
- Roemenië
- Sudan
- Suriname
- Zuid-Afrika
- Zwitserland