

Prosjektnotat

Beregningsverktøy for belastningsevne

Informasjon om beregningsverktøy; flaskehals, grafisk brukergrensesnitt og beregningsmodul

VERSJON

1.0

DATO

2016-03-14

FORFATTER(E)

Kristian Thinn Solheim

OPPDRAGSGIVER(E)

REN AS

OPPDRAGSGIVERS REF.

Kåre Espeland

PROSJEKTNR

502000652

ANTALL SIDER:

6

SAMMENDRAG

Prosjektet Økning av belastningsevnen til jordkabler er et forskningsprosjekt i regi av Norges forskningsråd, der REN, SINTEF Energi og flere norske nettselskaper deltar. Prosjektets målsetning er å bidra til økt utnyttelse av det norske kabelnettet, samtidig som påliteligheten til strømforsyningen økes.

Et enkelt og praktisk anvendbart program for å beregne belastningsevne for kabelsystemer skal utvikles. Et ledd i dette er å lage maler med de vanligste termiske flaskehalsene. Det er ønskelig at prosjektgruppen kommer med innspill på flaskehalsen utover de som er omtalt i rapporten, og hvilke som først skal implementert i programmet. Beregningsmodulen i dette programmet basere seg på Python, Excel eller COMSOL. Brukergrensesnittet vil være likt uavhengig av beregningsmodul.

UTARBEIDET AV

Kristian Thinn Solheim

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Sverre Hvidsten

SIGNATUR**PROSJEKTNOTAT NR**

AN 16.14.21

GRADERING

Fortrolig

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2016-03-14	Førsteutkast

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	4
2	FLASKEHALSER	4
3	BEREGNINGSVERKTØY	5
3.1	Grafisk brukergrensesnitt	5
3.2	Beregningsmodul	6

1 INNLEDNING

Prosjektet Økning av belastningsevnen til jordkabler er et forskningsprosjekt i regi av Norges forskningsråd, der REN, SINTEF Energi og flere norske industri- og nettselskaper deltar. Prosjektets målsetning er å bidra til økt utnyttelse av det norske kabelnettet, samtidig som påliteligheten til strømforsyningen økes.

For å mer nøyaktig kunne kartlegge belastningsevne for kritiske kabler og optimale forlegningsforhold for nye kabelinstallasjoner er det mellom annet behov for et beregningsverktøy som kan inkludere forhold som normen ikke dekker. Dette kan være bruk av masser med høy termisk ledningsevne nær kabelen og andre spesialtilfeller. Et slikt beregningsverktøy skal utvikles i dette prosjektet, med hovedvekt på lav brukerskel og å være praktisk anvendbart. Verktøyet vil være tilgjengelig for alle e-verk, gjerne gjennom en ordning som organiseres av REN.

Dette notatet beskriver noen av de vanligste termiske flaskehalsene i kabelsystemer, der en håndfull skal velges ut og implementeres som maler i verktøyet for dimensjonering. Deretter presenteres forslag til verktøyets brukergrensesnittet og hvilken modul som skal utføre beregningene.

2 FLASKEHALSER

Langs en kabeltrasé vil kabler være forlagt i mange forskjellige seksjoner med hver sin termiske motstand til omgivelsene. Dette kan være i et fuktig jorde, i rør under en veg eller langs et fjernvarmerør. For å dimensjonere kabelanlegget må belastningsevnen til hver av disse seksjonene beregnes, selv for korte strekninger på bare noen få meter. Det høyeste tillatte strømpåtrykket i disse seksjonene vil være belastningsevnen til hele kabeltraseen.

Det er ofte de samme flaskehalsene som går igjen for alle kabelsystemer, men hvilken flaskehals som er dimensjonerende varierer avhengig av nedbør, temperatur eller andre forhold. For forlegning av en kabel i varierende omgivelser, må derfor belastningsevnen beregnes særskilt for hver av forlegningsmåtene.

Noen vanlige flaskehals er omtalt i de neste avsnittene. For å komplettere listen er det ønskelig med innspill fra prosjektgruppen, da det er til slutt er et utvalg av disse som blir implementert i verktøyet. Dersom verktøyet blir en suksess vil flere og flere flaskehals implementeres.

Kabler forlagt i rør

Rør brukes ofte ved krysning av veg eller elver. Varmeavledningen i rør er ofte betydelig dårligere enn jordsmonn da luften vil virke isolerende. Rørets dimensjon, helning og om det har åpne eller lukkede ender vil ha betydning for varmeavledningen.

Nærføringer og tett forlegning

Ved forlegning av kabler ved siden av hverandre i jord vil jordtemperaturen øke mer enn om det bare var en kabel tilstede. Selv om belastningen reduseres i henhold til korreksjonsfaktorer (ved bruk av tabeller) slik at ledertemperaturen ikke blir høyere enn tillatt, vil likevel overflatetemperaturen bli høyere enn for en enkelt kabel. Fjernvarmerør er også en nærføring av betydning.

Inntak

I innføringen til bygninger, som trafostasjoner, føres kabler tettere enn ellers og det er ofte mange kabler i samme innføring. Dette gir samme temperaturproblemet som ved nærføringer. I inntaket kan det være tykke varmeisolerende vegger, og det kan være høyere temperaturer inne i bygningen enn ellers langs traseen. Kabelsanden som er brukt kan også være knusktørr ved overbygg over inntaket.

Dype forlegninger

I noen tilfeller er det nødvendig å grave kablene ekstra dypt, som under veger eller gjennom boligfelt. Den totale termiske motstanden øker for dype forlegninger, som gjør at belastningsevnen reduseres. På den andre siden kan de midlertidige overbelastninger være større og mer langvarige enn for kabler forlagt nærmere bakken.

Rør i kanaler (OPI-kanal)

Dersom det er behov for å legge mange kabler, både strøm-, TV- og telekabler, blir ofte kanaler benyttet. Dette kan være 25 rør (5 x 5) som ligger kompakt i OPI-kanaler i en rørgate.

3 BEREGNINGSVERKTØY

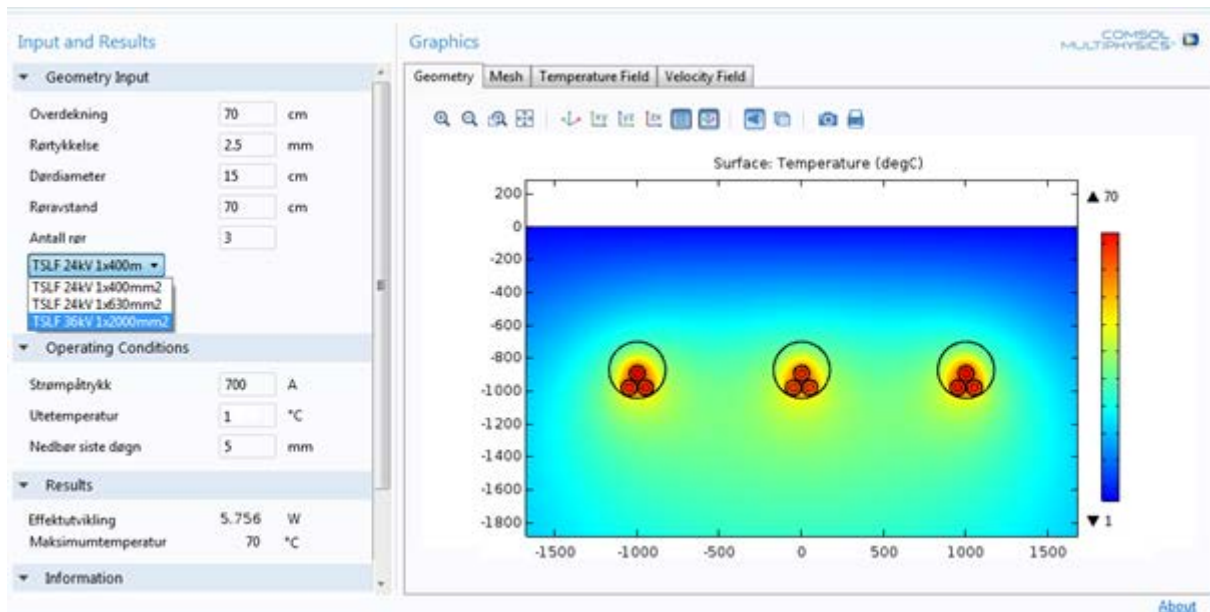
I dag blir belastningsevnen til jordkabler ofte beregnet ut i fra tabeller i NEN62.75 basert på analytiske formler fra IEC 60287. Disse formlene fungerer tilfredsstillende for enkle kabelsystemer, men ofte ikke for reelle kabelsystemer. For å mer nøyaktig kunne kartlegge belastningsevnen skal det lages et beregningsverktøy som inkluderer flaskehalsene og forhold som normen ikke nødvendigvis dekker.

Generelt består et program av to deler; front end og back end. Front end er den delen av programmet som brukeren anvender, altså brukergrensesnittet, mens back end er det som brukeren ikke ser. I dette tilfellet er det beregningsmodulen. Det er sett på tre forskjellige beregningsmoduler som kan brukes, der én vil bli valgt. Brukergrensesnittet vil bli tilnærmet identisk uansett hvilken beregningsmodul som velges.

3.1 Grafisk brukergrensesnitt

Et sett med maler skal lages for de ulike flaskehalsene, basert på innspill fra prosjektgruppen. Når programmet åpnes velges en av malene. Deretter genereres en grafisk fremvisning av kabelgeometrien og felter for innføring av inndata for denne kabelforlegningen. Et eksempel er tre trefasekabler forlagt i rør, som vist i Figur 3.1. For denne forlegningen må geometri som overdekning, rørstørrelser, avstand mellom rør og kabeltype bestemmes. Andre inndata kan være bakketemperatur samt fuktighet i jord. Fuktighet kan for eksempel skrives som nedbør siste døgn eller velges fra en liste på en skala fra "svært vått" til "svært tørt". Deretter må maksimal ledertemperatur (90°C for PEX-kabler) settes for å regne ut maksimal strømpåtrykk, eventuelt velges strømpåtrykk for å regne ut ledertemperaturen.

I figuren består jordsmonnet bare av en type masse, men malen vil bli utvidet til å inkludere flere lag. Dette trengs for områder der det er brukt forskjellig masse i ledningssonen og gjenfyllingssonen, og ved et toppdekk av asfalt.



Figur 3.1: Beregning av belastningsevne. Alle verdier er illustrative.

3.2 Beregningsmodul

Det er flere beregningsmoduler som kan brukes for å regne på belastningsevnen til kabelsystemer. Hvilken som ønskes brukt i dette prosjektet avhenger av hvordan beregningene ønskes løst, hvor langt tid det tar å lage modulene samt lisenskostnader. Det er sett på tre alternativer:

Analytiske og empiriske uttrykk

Ved å bruke analytiske uttrykk fra IEC 60287 vil verktøyet kunne lages basert på Excel eller ved bruk av Python. For Excel vil dette være et regneark, mens Python lager et frittstående program. En slik løsning vil fungere som en utvidelse av belastningstabellene, men med grafisk brukergrensesnitt. Det finnes allerede flere programmer som kan brukes om dette alternativet velges. To eksempler er USAmP+ og CYMCAP som begge er nærmere beskrevet i prosjektnotatet "AN 15.14.03 Modelling av kabelsystemer".

Numerisk løsning (finite element metode)

Det motsatte alternativet vil være å løse alle problemer numerisk. Programmet vil løse fysikkene (elektrisk, magnetisk, termisk) for hvert enkelt tilfelle. Et slikt program er COMSOL Multiphysics, som kan kjøres i nettleseren. En lisens der tre brukere kan jobbe parallelt koster rundt 100.000 kr i året.

Interpolasjon basert på numerisk løsning

Dersom dette alternativet velges må kombinasjoner av kabelgeometrier, strømpåtrykk, overflatetemperaturer osv. beregnes og lagres som store tabeller. Deretter kan Python, Excel eller andre programmer brukes til å interpolere mellom utregningene.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no