

# NÄTBERÄKNINGSPROGRAM

## NETKOLL 8.7

NETKOLL har tagits fram för att underlätta genomförandet av de nödvändiga, komplicerade beräkningarna för såväl projektören som installatören. Programmet är utvecklat för Windows alla operativsystem inklusive Windows 7 och stora ansträngningar har gjorts att få det lättanvänt. Det skiljer sig från liknande program på marknaden genom att det hanterar alla spänningar och att hela nätet kan beräknas på en gång och inte bara en eller två sektioner åt gången.

**Matningspunkt**

Namn på matningspunkt: SKOLAN

Kortsl.-effekt matande nät MVA: 50

Iomgångsspänn nedsida Volt: 400

Transformatorstorlek kVA: 500

R-värde jordslutn nedsida ohm: 0,004983

X-värde jordslutn nedsida ohm: 0,016868

Utnyttjningstid timmar/år: 4000

Sammanlagringsfaktor: 1

Lastfaktor: 1

Typ av matning

- Dyn-koppl transf
- Dzn, Yzn transf
- Yyn-koppl transf
- Intag utan transf

Spänningsfaktor c

- 1.00
- 0.95
- 0.90
- 0.85
- 0.80
- 0.75
- 0.70

OK Avbryt Avancerat

*Inmatningsbild på matningspunkten (grunddel)*

**Avancerat**

Impedansvinkel på matande nät, grader: 45

Resistansökningsfaktor matande nät: 1,25

Antal parallella transformatorer, st: 1

Transform. kortslutningsspänning, Uk %: 5

Automatisk spänningsreglering:

Isolerad nollpunkt (IT-system):

Säkringstyp: IFÖ

Potentialutjämnning i matningspunkten:  Nej  Ja

OK Avbryt

*Inmatningsbild på matningspunkten (avancerat)*

Tanken bakom programmet är att det skall kunna användas av både ovana och mera avancerade tekniker. Det finns därför en grunddel med förinställda värden, som ligger "på säkra sidan" men också mera avancerade möjligheter om man vill räkna exakt.

Det enda ingångsvärde som behövs för en nätberäkning är kortslutningseffekten i matningspunkten. Om det finns fler uppgifter tillgängliga går det att i avancerat läge ange impedansvinkel på det matande nätet, kortslutningsspänning på transformatorn och inställning av automatisk spänningsreglering, som kompenserar för spänningsfallet i transformatorn.

När det gäller sektionerna på den installation som skall beräknas, behövs bara ledningstyp, area, längd och förväntad last. Med sektion menas ledning plus efterföljande central/knutpunkt eller transformering.

7 ledningstyper täcker det som finns på marknaden och ska anges som typ av fasledare och återledare, t.ex. Al/Cu, Cu/Cu, Al/Al, Fyledning Cu/Cu, Fyledning LegAl, Isolerad lina BLL och BLX, hängkabel ALUS, kanalskenor av olika fabrikat samt blanka skenor med olika märkström.

**Ny Ledningssektion**  
Avancerat Ängra Infoga före Ändra sektion Utöka nätet

GRUPP NUMMER: 1 SEKTION NUMMER: 1

Föreg. lastpunkt: Skolan Denna lastpunkt: Skåp 1

Ny lastpkt  
Ny transformator  
Ny reaktor  
Avsluta inmatn  
Avbryt  
Avancerat

Ledningstyp (1..7): 1 = Al/Cu  
Fasarea i mm<sup>2</sup>: 150  
Återledararea i mm<sup>2</sup>: 41  
Ledningslängd i m: 300  
Antal parallella ledningar: 2  
Effektuttag kW: 36  
Cos fi i punkten: 0,8

Början av ledningen  
 Inget skydd  
 Gemensamt skydd  
 Individuellt skydd  
Skyddets märkström A: 125  
Text på ledning: GRUPP 1

Slutet av ledningen  
 Inget skydd  Sektionering  
 Gemensamt skydd  
 Individuellt skydd  
Skyddets märkström A: 80  
Text på ledning: INK

*Inmatning av sektion i form av ledning och knutpunkt (grunddel)*

I sektionsbilden under menyn "Avancerat" väljs potentialutjämning, där man matar in längsgående utjämningsledare och eventuell jordning för beräkning av beröringsspänningen i knutpunkten.

Potentialutjämnning

Denna lastpunkt: Skåp 1

Area på utjämningsledaren, mm<sup>2</sup>: 95

Typ av ledare (1..4): 1 = Cu

Längd på utjämningsledaren, m: 300

Potentialutjämnning i lastpunkten:  Nej  Ja

OK

Avbryt

*Inmatning av underlag för potentialutjämnning och beröringsspänning*

Mer detaljer om sektionen inmatas under avancerat. Exempel är önskad utlösningstid, val av andra skydd än säkringar, införande av kondensatorbatterier och inmatning av parallellarbetande generatorer.

Avancerat - Skåp 1

Reaktans X' i ansluten generator/motor, procent: 0

Märkeffekt på ansluten generator/motor, kVA: 0

Ansluten kondensatoreffekt, kVA: 0

Typ av skydd: 1 = Säkring

Utlösningstid, sek: 5 = 5,0

Avbrott i återledaren

Hel återledare

Spänningsfaktor c

1.00  0.80

0.95  0.75

0.90  0.70

0.85

Generell

Individuell

OK

Lastdim

Avbryt

Gamla Lastdim

*Inmatningsbild på sektion (avancerat)*

I avancerat-bilden finns också dimensionering med avseende på ledningens strömvärde. "Lastdim" används för att dimensionera enligt den senaste normen SS 436 40 00 och "Gamla Lastdim" för att dimensionera enligt utgåva 5 i den gamla normen SS 424 14 24.

I nya normen finns förläggningssätten A1, A2, B1, B2, C, D1, D2, E, F och G och dessutom ska man hålla reda på om det är flerledare eller enledare i plan förläggning, i horisontell förläggning eller i triangelformation. Att räkna för hand och hålla reda på alla tabellerna är inte helt lätt, men i NETKOLL är det inga problem att få fram strömvärdet.

Defaultvärdet i NETKOLL är förläggning i luft på enkel stege, omgivningstemperatur 26-30 grader och anhopning av 3 kablar utan avstånd (fät förläggning på stege), vilket ger E-förläggning med faktor 0,82. Vid andra förutsättningar går man in i Lastdim och klickar för de ställen där kabeln ska förläggas eller är förlagd. NETKOLL räknar sedan ut vilket förläggningssätt som ger det lägsta strömvärdet och tar detta med sig till enlinjeschemat.

**Dimensionering av ledning till Skåp 1 enligt SS 436 40 00**

**KABELTYP**  
 Flerledare  
 Antal parallella kablar: 2

**FAS/ ÅTERLEDARE**  
 Al/Cu  
 Fasarea mm<sup>2</sup>: 150

**ISOLERING**  
 PEX/EPR  
 Fullskärm:

Förläggningssätt som ger lägsta strömvärde: D  
 Beräknad reduktionsfaktor: 1,043  
 Beräknat individuellt strömvärde A: 219

**FÖRLÄGGNING I LUFT**  
 Omgivningstemperatur °C: 26-30  
 Anhopning av kablar: 2

**DIREKT UTAN RÖR**

- i värmisolerad vägg
- i dörfoder, fönsterkarm
- i urfräsning i vägg
- i hålrum
- i el- och kabelkanaler i hålrum
- i öppen eller ventilerad kabelkanal
- i övriga kabelkanaler
- i installationsgolv
- infälld i murvägg
- under undertak av trä
- utanpå vägg, tak, golv
- på oöppnad kabelränna
- På perforerad kabelränna
  - Horisontellt  Vertikalt
  - Utan avstånd  Med avstånd
  - ANTAL RÄNNOR: 1
  - På stege eller trådgaller
    - Utan avstånd  Med avstånd
    - ANTAL STEGAR: 1
  - hängkabel, isolator

**I RÖR**

- i värmisolerad vägg
- i dörfoder, fönsterkarm
- i hålrum
- ingjutet i murvägg
- i oventilerad kabelkanal
- i öppen eller ventilerad kabelkanal i golv
- utanpå vägg, tak, golv

**FÖRLÄGGNING I MARK, VATTEN**  
 Marktemperatur °C: 11-15  
 Värmeresistivitet K\*m/W: 1,0  
 Förläggningsdjup m: 0,25-0,7

**DIREKT I MARK**  
 Anhopning av kablar: 2  
 Avstånd mellan kablarna:
 

- Inget avstånd
- En kabeldiameter
- 0,125 m avstånd
- 0,250 m avstånd
- 0,500 m avstånd

**I RÖR I MARK**  
 Anhopning av rör: 2  
 Avstånd mellan rören:
 

- Inget avstånd
- 0,25 m avstånd
- 0,50 m avstånd
- 1,00 m avstånd

OK  
Avbryt

*Inmatningsbild av hur lågspänningsledningen är förlagd för framtagning av strömvärde*

Högspänningsledningar dimensioneras enligt SS 424 14 16. Som defaultvärde används det antal ledningar som finns i sektionen. Andra förutsättningar väljs i inmatningsbilden för högspänning. NETKOLL känner automatiskt vilken spänning som gäller och väljer rätt inmatningsbild.

**Dimensionering av högspänningsledning till Skåp 1**

**KABELTYP**  
 Flerledare  
 Antal parallella kablar: 2

**FAS/JORDLEDARE**  
 Al/Cu  
 Fasarea mm<sup>2</sup>: 150

**ISOLERING**  
 PEX/EPR

**ENLEDARKABEL**  
 Sluten skärmkrets  
 Öppen skärmkrets

OK  
 Avbryt

Förläggningssätt som ger lägsta strömvärde: I mark  
 Beräknad reduktionsfaktor: 0,79  
 Beräknat individuellt strömvärde A: 245

**FÖRLÄGGNING I LUFT**  
 Omgivningstemperatur °C: 21-25  
 Anhopning av kablar: 2

**I OCH PÅ BYGGNAD**

Mot byggnad på golv utan avstånd mellan kablarna  
 Mot byggnad på golv med avstånd mellan kablarna  
 Mot byggnad på vägg utan avstånd mellan kablarna  
 Mot byggnad på vägg med avstånd mellan kablarna  
 Mot byggnad i tak utan avstånd mellan kablarna  
 Mot byggnad i tak med avstånd mellan kablarna

På hylla av metall  
 Utan avstånd mellan kablarna  Med avstånd mellan kablarna   
 ANTAL HYLLOR: 1

På stege  
 Utan avstånd mellan kablarna  Med avstånd mellan kablarna   
 ANTAL STEGAR: 1

**UTOMHUS I DET FRA**  
 På stolpar

**FÖRLÄGGNING I MARK, VATTEN**  
 Marktemperatur °C: 11-15  
 Värmeresistivitet K\*m/W: 1,0  
 Förläggningsdjup m: 0,25-0,7

**DIREKT I MARK**  
 Anhopning av kablar: 2  
 Avstånd mellan kablarna  
 Inget avstånd  
 70 mm avstånd  
 250 mm avstånd

**I RÖR I MARK**  
 Anhopning av rör: 1  
 Avstånd mellan rören  
 Inget avstånd  
 70 mm avstånd  
 250 mm avstånd

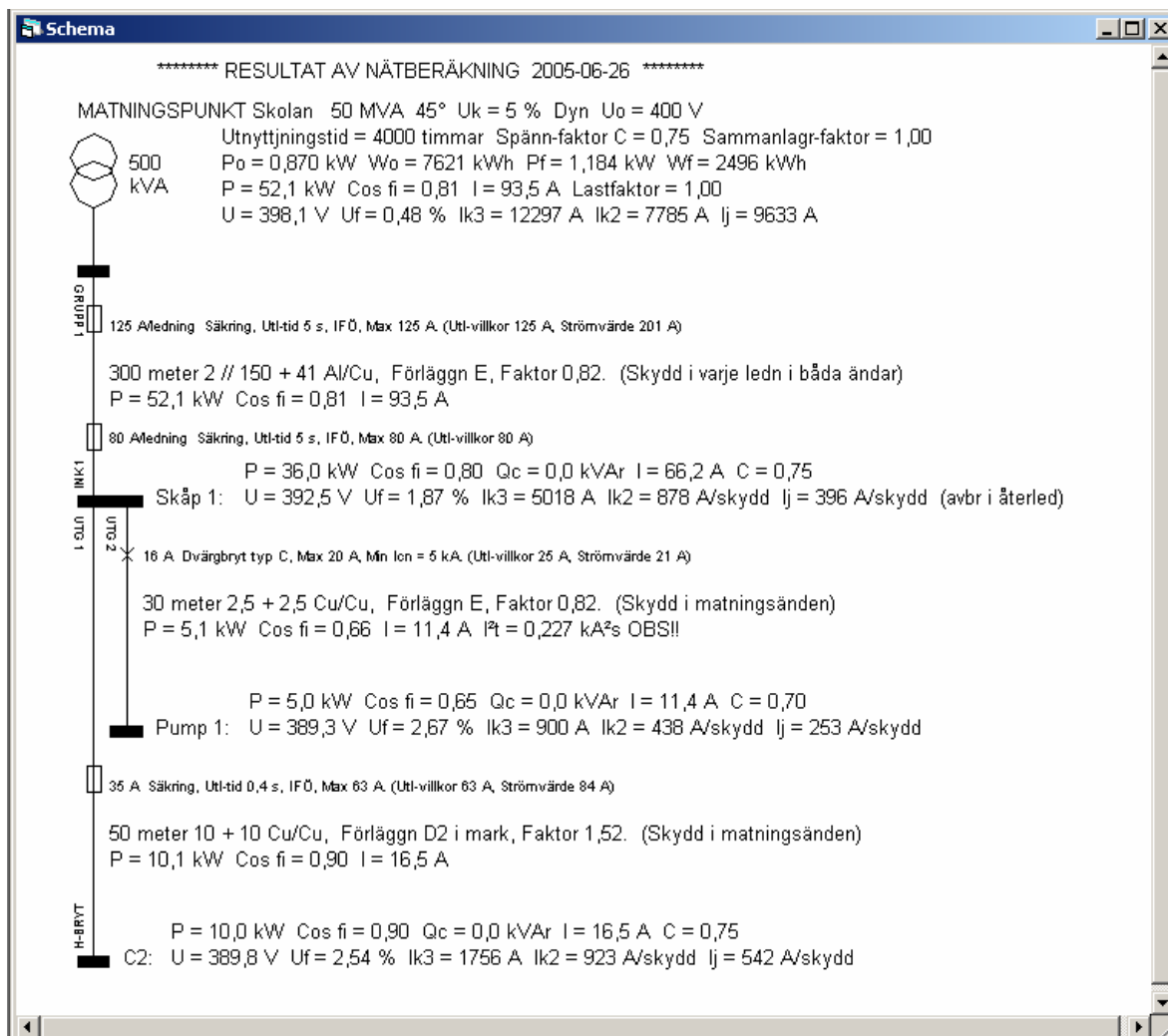
*Inmatningsbild av hur högspänningsledningen är förlagd för framtagning av strömvärde*

Resultatet av beräkningen visas som ett enlinjeschema på skärmen enligt nedan. Förutom de inmatade värdena redovisas effekt och ström i ledningarna, spänningar och spänningsfall, kortslutningsströmmar samt jordslutningsströmmen  $I_j$ , som används för att räkna ut vilket högsta skydd som gäller med avseende på utlösningvillkoret.

Förutom de värden som syns på enlinjeschemat finns en tabell med samtliga resistanser, reaktanser och impedanser som kan vara av intresse att veta. Alla delar går att skriva ut på skrivare och i många fall kan uppgifterna sparas i Excel-ark, som AutoCad-filer och som Word-dokument.

I den fylliga manualen som följer med programmet, finns anvisningar om hur man dimensionerar en elinstallation med hjälp av NETKOLL eller räknar ut vad som händer i nätet vid direktstart eller Y/D-start av elmotorer. Det finns också anvisningar om hur man hanterar installationer med dvärgbrytare och MCCB när genomsläppt energi i kA<sup>2</sup>s vid en kortslutning blir högre än vad ledningen tål.

Nätberäkningsdelen används för att bestämma utlösningvillkoret, för att få fram strömvärdet i ledningarna, för att se spänningsfallet och för att dimensionera anläggningens kortslutningshållfasthet med avseende på den trefasiga kortslutningsströmmen.



Redovisning av beräkning på skärmen

Trots det låga priset finns många finesser inbyggda i NETKOLL. Exempel är redovisning av effekt- och energiförlusterna (Pf och Wf) i nätet, omvandling av energi till effekt med Velanders formel, beräkning av jordfelströmmen i icke direktjordade högspänningsnät, transformeringar valfritt i nätet osv. Programmet fungerar dessutom för såväl lågspänning som mellanspänning och högre spänning.

NETKOLL undergår ständiga förbättringar. Sedan första utgåvan i januari 1995 har bl.a. tillkommit funktioner som räknar på skydd med mer än 5 sekunders utlösningstid för extrema elverksnät, beräkningar med hel återledare i felstället vid parallella ledningar, lastdimensioneringsrutin som tar fram strömvärdet för både lågspänningsledningar och högspänningsledningar enligt gällande standard, trelindningstransformatörer, reaktorer, potentialutjämning samt selektivplanedel för att ställa in skydd för brytare, så att bara den felaktiga anläggningsdelen kopplas bort vid ett fel. En speciell finess är dimensionering av nollpunktsutrustning för 10 kV och 20 kV spänning.

## SELEKTIVDELEN

*Hantering av reläskydd, brytare och säkringar i databasen*

NETKOLL är integrerad med en selektivplanedel, som använder nätet i beräkningsdelen för att hämta knutpunkter, spänningar och kortslutningsströmmar vid presentation av kurvorna i diagrammen. Kurvorna används för att se hur de olika skydden i en anläggning samverkar vid ett fel. För absolut selektivitet mellan två skydd krävs åtminstone 0,2 sekunders tidsdifferens. I den medföljande relädatabasen finns över hundra reläskydd, brytare och säkringar registrerade.

Selektivmodulen består av tre delar – en rutin där reläskydden hanteras, en rutin där sektionerna kopplas ihop med reläskyddet och en rutin där man lägger in kurvorna i diagrammet. Till dessa tre delar är sedan kopplat utskriftsrutiner för diagram och rapporter.

I bild Reläskyddsregister ovan registreras reläskyddet med upp till 4 steg. Gränserna som skyddet är gjort för anges som min- och maxvärde och man kan också ange MCCB-kurvor genom att mata in tids- och strömvärden. De olika stegen presenteras sedan i Registrera skyddsobjekt, där man anger om steget ska vara på eller av och vilken inställning skyddet ska ha. I delen "Station:" tas uppgifterna om spänning och kortslutningsström från beräkningsdelen.

I Reläskyddsregistret ligger originalet av skyddet. Det kopieras sedan via rutinen "Registrera skyddsobjekt" till olika platser i anläggningen där skyddsobjekten finns. De objekt som lagts in återfinns under "Skapa diagram" där man sedan väljer vilka kurvor som ska synas i diagrammet. Antalet diagram som kan läggas upp är inte begränsat.



**Registrera skyddsobjekt**

Station: SKOLAN U: 400 V  
Ik: 12297 A = 8,52 MVA

Skyddsobjekt:  
Utq1

Strömtransformator:  
Primär A: 1  
Sekundär A: 1

Reläskydd: IFÖ 125 A  
KURVSTEG: 1 På Av 2 På Av 3 På Av 4 På Av

Fabrikat: IFÖ  
Säkringskurva: [ ] [ ] [ ] [ ]  
Antal parallella säkringar: 2  
Primär A: 0  
Inställt värde: 0,00  
Kurvtyp: ..  
Tid/k-värde: 0

Spara  
Ta bort  
Stäng

*Bild där facket i stationen kopplas ihop med skyddet*

**Skapa diagram**

Lägg till diagram: [ ] Registrerade diagram: Diagram 1  
Projekt som diagrammet avser: DEMO Diagram skapat av: Ewald Eriksson  
Anläggning: SKOLAN Datum: 2010-08-01 Utgåva: 1

Stationer och skydd:  
Skåp 1 SKOLAN  
Ink1 Utg2 Utg3  
Inkommande brytare

Diagramkurvor:  
SKOLAN Skåp 1 Skåp 1 Skåp 1  
Utg1 Ink1 Utg2 Utg3  
125A

TSTART: 0,01 S TSTOPP: 100 S ISTART: 1 ISTOPP: 100000  
DIAGRAMMET SKA VISA:  
 EFFEKT MVA  
 STRÖM (A) VID 400 V  
 JORDFELSTRÖM

Fri diagramtext  
Visa diagram  
Radera diagram  
Lägg till kurva  
Ta bort kurva  
Stäng

*Bild som visar uppbyggnaden av kurvor i diagrammet*

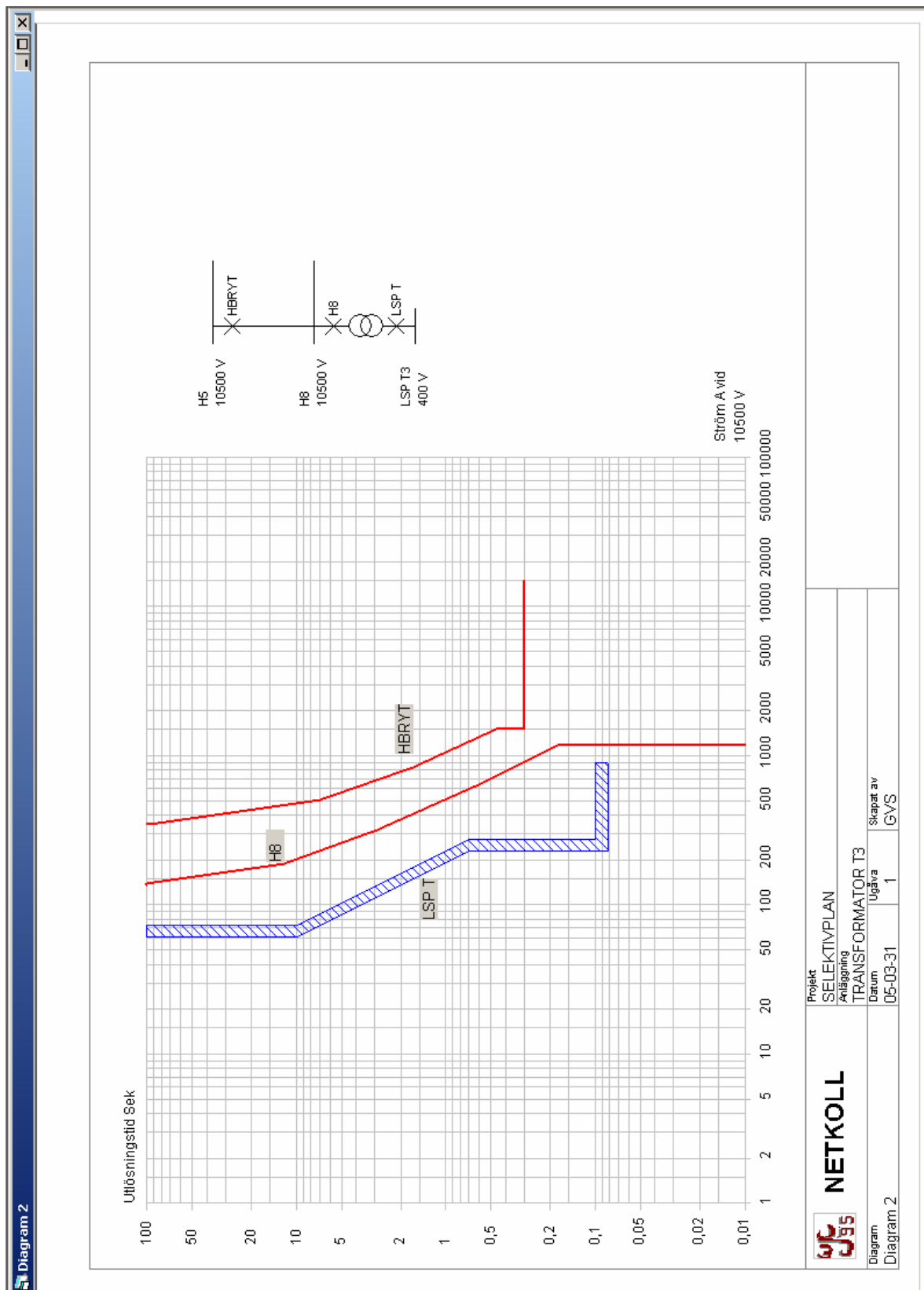


Diagram som skapats i NETKOLL

I Diagram 2 ovan syns hur kurvorna presenteras på skärmen. Kurvorna ritas fram till den 3-fasiga kortslutningsström som kan uppstå vid ett fel, vilket visas av kurvorna

LSP T och HBRYT. Det gör att man exempelvis kan se i diagrammet vilken gränsström ett momentanskydd på uppsidan av en transformator ska ställas in på, för att inte känna ett fel på nedsidan.

Skydd för 10 kV spänning visas med röd färg och lågspänning med blå. I ovanstående diagram visar högspänningskurvorna ABB skydd typ SPAJ 141C med inställning EI = Extremely Inverse. Lågspänningskurvan är en ABB effektbrytare typ Sace med skydd PR1/P. Skyddet är registrerat med två strömvärden, vilket ger ett spridningsområde för kurvan.

Bland finesserna i diagrammen kan nämnas enlinjeschemat som identifierar skyddens placering i selektivkedjan, markering av max kortslutningsström på önskade platser och införande av kurvor för en kabels kortslutningshållfasthet enligt SS 424 14 07. Det går också att sätta in förklarande fri text längst ner i rutan till höger och att byta logotype.

**Dimensionering av nollpunktsutrustning för mellanspänning**

**INMATNING AV GRUNDDATA**

Anläggning (max 30 tecken):

Huvudspänning Uh V:

Omsättning på spänningstransformator för jordfel ( från öppet delta eller uppmätt i nollpunkten ): Primär V:

Sekundär V:

Avsluta

Avbryt

Skriv ut

Uppdatera

---

Egen nollpunktsutrustning

Motståndets märkström MaxI<sub>Ro</sub> A:

Inställd ström på reaktorn MaxI<sub>Xo</sub> A:

Kapacitiv jordfelström MaxI<sub>Cj</sub> A:

Valt inställningsvärde A:

Nollpunktsutrustning i matande nät

Nollpunktsmotståndets märkström A:

Reläinställning i matande nät Ström A:

Tid Sek:

Vald inställning i egna nätet Ström A:

---

**RESULTAT AV BERÄKNING**

Övergångsmotstånd i felstället ohm: Stunt jordfel 3000 ohm 5000 ohm **Vid vald ström**

	<input type="text" value="3106"/>
Högsta ströminställning på jordfelsskydd A: <input type="text" value="15,00"/>	<input type="text" value="2,57"/>
Max kabellängd på utg grupp för oriktat skydd m: <input type="text" value="5556"/>	<input type="text" value="952"/>
Minsta frigivningsspänning sek för riktat skydd V: <input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="10"/>
Nollpunktspänning primärt Un V: <input type="text" value="12413"/>	<input type="text" value="2130"/>
Minsta spänningsinställn sek för NUS-skydd V: <input type="text" value="108"/>	<input type="text" value="18"/>
Felström genom felstället I <sub>f</sub> A: <input type="text" value="20,0"/>	<input type="text" value="3,4"/>

Utrustning i matande nät förutsätter full kompensering av den kapacitiva strömmen vid beräkning av I<sub>f</sub>

Reläinställning - Ström och Tid - i det matande nätet används inte i beräkningarna utan är bara en information om var gränsen för selektivitet går, när man ställer in jordfelsskyddet i det efterföljande nätet

Dimensionering av nollpunktsutrustning i NETKOLL

I NETKOLL kan man också dimensionera nollpunktsutrustning för 10 kV och 20 kV mellanspänning. Rutinen hanterar både när man har egen nollpunktsutrustning och när utrustningen finns i det matande nätet hos nätägaren. Beräkningen tar fram rekommenderade värden för inställning av jordfelskyddens ström, lämplig frigivningsspänning för riktade skydd och lägsta inställning av NUS-skydd.