

DEN INTERNATIONELLA ELEKTRISKA KOMMISSIONENS (I. E. C.) NORMERINGSARBETEN RÖRANDE ELEKTRISK BANMATERIEL SAMT DE NYA SVENSKA NORMERNA FÖR BANMOTORER.

Föredrag av civilingenjör *J. Körner*,
Stockholm.

Den internationella elektrotekniska kommissionen, vanligen benämnd efter sina initialer IEC (International Electrotechnical Commission), bildades vid ett möte av representanter för 12 nationer i London 1906. Dess syfte, angivet i en preliminär resolution i St Louis 1904, skulle vara att behandla standardisering av nomenklatur och normer för elektriska apparater och maskiner. Under de följande åren organiserades arbetet på så sätt, att i de olika länderna bildades s. k. nationalkommittéer med uppgift att förbereda de ärenden som upptagits på kommissionens program och sörja för representation vid dess möten. I den mån kommissionen på grund av efterhand utvidgade arbetsuppgifter uppdelades på underkommittéer, s. k. advisory committees, måste nationalkommittéerna göra sammaledes eller med sig adjungera lämpliga specialister för bildande av underkommittéer eller utskott.

Framstegen under kommissionens första år voro relativt långsamma och världskriget medförde givetvis ett fullständigt avbrott. År 1919 upptogs emellertid arbetet på nytt genom ett möte i London, som senare följdes av möten i New York 1926, Bellagio och Rom 1927, samt Stockholm 1930. Mellan dessa s. k. plenarmöten hållas på olika platser mindre möten med de rådgivande kommittéerna, av vilka f. n. finnes ett 20-tal.

Som framgår, är IEC f. n. en synnerligen omfattande organisation. Plenarmötena hava varit glansfulla tillställningar, icke minst det senaste i Stockholm, och det har under trycket av de dåliga tiderna på ett och annat håll satts ifråga att söka genom enklare former för kommissionens arbeten nedbringa omkostnaderna till en nivå, som står i bättre överensstämmelse med tidens krav. Ett förutsett plenarmöte i Prag innevarande år har av ekonomiska grunder blivit inhiberat. Möjligen kommer i stället nästa år ett sådant att anordnas i Brüssel i samband med den planerade världsutställningen därstädes, men här-om är än så länge intet officiellt bekant. Kommissionen står f. n. under

svensk ledning, i det att presidentposten beklädes av kommerserådet A. F. Enström.

På kommissionens program upptogs redan tidigt utarbetande av normer för banmateriel, i första rummet banmotorer. Den underkommitté, som fått sig detta arbetsområde anförtrott, är den 9:e i ordningen. Då det elektriska banområdet i väsentlig omfattning behärskas av stora sammanslutningar, såsom internationella järnvägsföreningen (UIC) samt internationella spårvägsföreningen (UIT) befanns det snart lämpligt och nödvändigt att söka anslutning till dessa organisationer. I detta syfte bildades 1930 en blandad kommitté, den s. k. comité mixte, bestående av 5 representanter vardera för IEC, UIC och UIT samt ytterligare 5 representanter för tillverkningsfirmor på området. Under de därpå följande åren har arbetet bedrivits genom samarbete mellan IEC advisory committee nr. 9 samt denna »comité mixte», en tämligen komplicerad arbetsorganisation, som givetvis ej befordrat ett snabbare utvinnande av resultat. Betydelsen av att särskilt de statliga järnvägsförvaltningarna i olika länder kopplas in redan under arbetets gång är emellertid med hänsyn till normernas pondus utslagsgivande, varför man sett sig tvungen att i det allmännas intresse påtaga sig denna extrabelastning. I stort sett har f. ö. arbetet gått bättre framåt än vad man under dylika komplicerade arbetsförhållanden kunnat hoppas.

De länder, som hava representanter i IEC kommitté för banmateriel, äro England, Tyskland, Frankrike, Italien, Holland, Österrike, Schweiz, Belgien, Czeckoslovakien, Rumänien, Förenta Staterna och Sverige. På svensk sida arbetar ett utskott av Elektriska standardiseringskommittén som avdelningskommitté. Denna består av 10 medlemmar, varav 4 st. representera Svenska spårvägsföreningen, 2 st. järnvägsstyrelsen, 1 st. väg- och vattenbyggnadsstyrelsen, 1 st. elektriska inspektionen samt resten teknologföreningen. Som kommitténs ordförande fungerar föredragshållaren och tjänstgör samtidigt som rapportör till IEC och representant vid dess möten.

Efter denna allmänna orientering är av intresse att närmare ingå på de resp. kommittéernas arbeten och hittills vunna resultat.

Utarbetande av *normer för banmotorer* var den internationella kommitténs första och helt säkert viktigaste uppgift. Banmotorer äro ju en i hög grad internationell elektroteknisk handelsvara. Europeiska och amerikanska storfirmer leverera dragande materiel för spår- och järnvägar i alla länder och världsdelar, och enhetliga normer för bedömning och provning av banmotorer äro därför av synnerligen stor praktisk betydelse. Svårigheterna att uppnå detta mål hava emellertid varit avsevärda. I främsta rummet kommer den omständigheten, som i det föregående berörts, att i åtskilliga länder de statliga järnvägsföretagen äro normgivande för utvecklingen på det elektriska järnvägsområdet och var för sig utvecklat specifikationer och provningsbestäm-

melser, som de ej gärna vilja diskutera i ändringssyfte. Att sammanjämka olika uppfattningar, härrörande från skilda länder, har därför ej varit lätt. Vidare har amerikansk och europeisk teknik gått i viktiga avseenden skilda vägar, varför Förenta staternas ställning till kommittéarbetet städse förorsakat bekymmer. Detta förklarar, varför ett slutgiltigt resultat uppnåddes först vid möte i Milano 1933, och t. o. m. då endast ett i viss mån ofullständigt sådant. Förenta staterna reserverade sig nämligen mot beslutet, men IEC:s s. k. committee of action, d. v. s. verkställande utskott, som stadfäster eller återremitterar alla av underkommittéerna framlagda förslag, ansåg det vid sammanträde den 9 okt. 1933 likväl bättre att fastställa förslaget att gälla tills vidare än att börja om från början. Arbetet hade då pågått i ca 6 år. Då förslaget ej var i alla delar fullständigt, blir det i varje fall nödvändigt att under de närmaste åren vidtaga kompletteringar, och härvid erbjuda sig givetvis även möjligheter att föreslå sådana ändringskompromisser, som en fortsatt diskussion inom den rådgivande kommittén kan ge anledning till.

Arbetet på *de svenska normerna* har bedrivits i parallell med det internationella normeringsarbetet. Sedan detta nått en första avslutning genom IEC:s fastställande av förslaget i okt. 1933 upptogos de svenska förslagen till slutbehandling. I den internationella enhetlighetens intresse har man i de svenska normerna, som slutligt fastställdes genom beslut av Sveriges Standardiseringskommission den 15 juni 1934, så långt som möjligt följt den internationella formuleringen, men några avvikelser finnas dock, företrädesvis på sådana ställen, där man har anledning förmoda, att IEC-förslaget rätt snart kommer att modifieras. Dessa avvikelser röra dock inga väsentliga saker. De svenska normerna hava utgivits i den s. k. SEN-serien (Svenska elektrotekniska normer) och bära ordningsnumret SEN 15. De distribueras av Svenska Teknologföreningen och Sveriges Elektroindustriförening, och betinga ett pris av kr. 2:—.

Jag skall i det följande helt kort redogöra för normernas huvudinnehåll, med några kommentarer till diskussionen kring de olika bestämmelsernas tillkomst, i den mån dessa kunna vara av intresse.

I fråga om *giltighetsområde* noteras, att normerna gälla endast för likströms- och enfasmotorer med en effekt på lägst 15 kW.

Bestämmelserna om *märkplåt* innefatta några punkter av särskilt intresse. Den avgivna effekten skall liksom vid vanliga maskiner uttryckas i kW. Driftarter, entimmesdrift resp. kontinuerlig drift, skola angivas båda, om garantier för båda fallen förefinnas. Anges intet särskilt, anses uppgift om driftart gälla entimmesdrift. Beträffande märkspänningen anges den vid seriekopplade motorer $= \frac{E}{n}$, där $E =$ linjespänningen och n antalet seriekopplade motorer. Vid enfasmotorer anslutna över transformator skall märkspänningen vara den spänning,

vid vilken motorn utvecklar kontinuerlig märkeffekt vid 75 % av högsta tillåtna varvtalet. U. S. A. har här föreslagit 60 %, men detta värde ansluter sig mindre väl till europeisk praxis. IEC-normerna definiera märkspänningen som 90 % av tillhörande transformators tomgångsspänning, vilket nog är mindre lyckligt.

Betr. *varvtal* är bl. a. stipulerat en tolerans av $\pm 5\%$, dock får skillnaden mellan på samma fordon parallellarbetande motorers varvtal icke överskrida 4 %.

Rusningsprov skall i leverantörens verkstad få utföras med ett varvtal, som ligger 25 % över det högsta i praktisk drift tillåtna varvtalet, som förutsättes motsvara fordonets högsta körhastighet.

Isolationsprov skall utföras vid en spänning

$$E_p = 2 E + 1\,500$$

där E är den s. k. nominella nätspänningen vid direkt anslutna motorer och summan av de seriekopplade motorernas märkspänningar vid över transformator anslutna motorer. Lägsta provspänning skall vara 2 500 volt.

Dessa bestämmelser äro lika i de internationella och de svenska banmotornormerna, men avvika från nu gällande svenska normer för andra elektriska maskiner, där i formeln för provspänningen även ingår en term proportionell mot maskineffekten.

Antagande av en viss s. k. nominell nätspänning innebär standardisering av driftspänningarna. Detta resultat är ett av de mest betydelsefulla av IEC:s arbete. I samband med fastläggandet av dessa spänningar hava även angivits de undre och övre gränser kring varje standardspänning, inom vilka den elektriska utrustningen skall arbeta tillfredsställande i praktisk drift. Den fullständiga spänningstabellen ser ut på följande sätt:

S t r ö m a r t	Nominell nätspänning		
	Min. värde	Stand. värde	Max. värde
Likström	400	600	720
	500	750	900
	800	1 200	1 400
	1 000	1 500	1 800
	1 600	2 400	2 800
	2 000	3 000	3 600
Enfasström	12 000	15 000	16 500

De internationella normerna upptaga även 12 000 volt för enfasström. Då denna spänning endast användes i U. S. A. har ansetts omotiverat att införa den i svenska normerna.

De kursiverade siffrorna anbefallas ifråga om nyanläggningar. Man är följaktligen internationellt enig om att spänningen 600 volt

för vanliga spårvägsanläggningar bör framdeles ersättas av 750 volt, liksom även att de för äldre högspända likströmsanläggningar använda 1 200 och 2 400 volt böra ersättas av 1 500 och 3 000 volt.

Uppvärmningsbestämmelserna hava inom IEC föranlett hetsiga diskussioner. De båda polerna hava härvid representerats av Italien och U. S. A. Italienska statsbanornas representant hade med största envishet motsatt sig de enligt hans mening alltför höga värden på temperaturstegring, varom övriga länder enat sig. För att ej behöva riskera en reservation, som kanske skulle verkat särskilt genant emedan kommitténs ordförande var italienare, beslöts en kompromiss på det sätt, att i normerna intogs två tabeller för tillåtna temperaturstegringar, den ena med c:a 15° lägre lindningstemperaturer än den andra, eller om man så hellre vill uttrycka saken, anpassad för 40° C. omgivningstemperatur i stället för 25° C. Tabellen med de högre temperaturstegringarna skulle normalt användas, men efter särskild överenskommelse mellan beställare och leverantör skulle den kunna ersättas av den andra. Man må icke förtänka USA-representanten, som hela tiden intagit en synnerligen kritisk inställning till kommitténs förslag, att han betecknade de dubbla temperaturstegringstabellerna som en synnerligen olycklig och riskabel lösning, och denna poäng torde varit bland de kraftigast medverkande vid Förenta Staternas beslut att t. v. hålla sig utanför. Ordföranden ställde visserligen i utsikt att söka påverka sina landsmän till förmån för en revision av den ifrågavarande paragrafen och slopande av den andra tabellen, men det är givetvis ganska osäkert, när detta kan leda till resultat.

I de svenska normerna har italienarnas tabell utelämnats, men i övrigt överensstämma föreskrifterna med de internationella. De viktigaste äro följande.

	Isolation	Mätmetod	Tillåten temperaturstegring	
			Entimmesdrift	Kontinuerlig drift
Lindningar.....	Klass A	motstånd termom.	100° C 75°	85° C 65°
	» B	motstånd termom.	120° 95°	105° 85°
Kommutator och släppringar	Klass A o. B	»	90°	85°
Lager		»	55°	55°

Som bekant betyder isolation av klass A sådan impregnerad isolation, som utgöres av organiskt material, medan klass B väsentligen utgöres av oorganiska och mer värmebeständiga material såsom glimmer, asbest och liknande, med bindemedel.

Kommuteringsproven hava varit föremål för omfattande diskussion. Redan vid Stockholmsmötet 1930 voro upptagna över ett dussin

olika prov, och ansträngningarna sedan dess hava i huvudsak gått ut på nedbringande av provens antal. I de svenska normerna, som här ganska nära ansluta sig till de internationella, upptagas 10 prov, av vilka 7 st. för olika slag av likströmsmotorer och 3 st. för enfasmotorer. Detta är ju ändock rätt mycket, även om för varje maskintyp endast en mindre del av samtliga proven komma ifråga. Från engelskt håll framfördes ett förslag att sammanfatta samtliga kommuteringsproven i en formel, ur vilken skulle beräknas den provspänning, som skulle användas för olika prov mellan 60 % och 200 % av entimmes märkström. Formeln hade följande utseende

$$V = E \left(0,8 + \frac{0,4}{K} \right)$$

där E var märkspänningen samt K förhållandet mellan strömstyrkan vid provet och entimmes märkström.

Förslaget blev emellertid ej antaget, ehuru detsamma var rätt så tilltalande.

De nu gällande bestämmelserna innefatta i huvudsak för varje motortyp ett prov med normal ström och förhöjd spänning samt ett annat prov med normal spänning och förhöjd ström. För vanliga spårvagnsmotorer av ren serietyp, som i detta sammanhang torde erbjuda största intresset, föreskrives prov med normal ström och 1,25 ggr normal spänning, resp. prov med normal spänning och 2 ggr normal ström.

Av intresse äro några bestämmelser rörande motorer för elektrisk återarbetning samt för motståndsbromsning. I det förra fallet är stipulerat, att motorn skall provas som generator i varmt tillstånd under 30 sek. i vardera rotationsriktningen vid 25 % högre spänning och 50 % högre ström än den mot märkdrift svarande. Denna bestämmelse finnes dock ej intagen i de internationella normerna, liksom ej heller den om motståndsbromsning, vilken helt enkelt innebär, att motorn skall utan att taga skada uthärda den ström- och spänningshöjning, som beräknas uppträda vid nödbromsning i praktisk drift. Härom har emellertid inom IEC diskuterats mycket ingående utan att slutligt resultat uppnåtts, men man hoppas till en kommande upplaga av normerna bliva klar med lämplig formulering. Svårigheterna synas bestå i att de överströmmar och överspänningar, som uppstå vid nödbromsning, äro så exceptionella och varierande, att de knappast kunna specificeras. Spänningshöjningar på 200 % och överströmmar på omkring 500 % hava sålunda noterats, och det är givetvis vanskligt att bestämma vad som får hända eller icke hända under dylika förhållanden.

Startprov hava specificerats för såväl likströms- som enfasmotorer. Dessa prov äro likalydande i de svenska och de internationella nor-

merna. De föreskriva att likströmsmotorer skola vid start under 1 min. kunna uthärda dubbla mot entimmesdrift svarande märkströmmen, enfasmotorer under 10 sek. 1,7 ggr märkströmmen. Provet är naturligtvis av egentlig betydelse endast för enfasmotorer, för vilka dessutom bestämmes, att de under 1 min. skola uthärda samma ström under långsam kringvridning av ankaret vid en hastighet högst 3 % av den maximala.

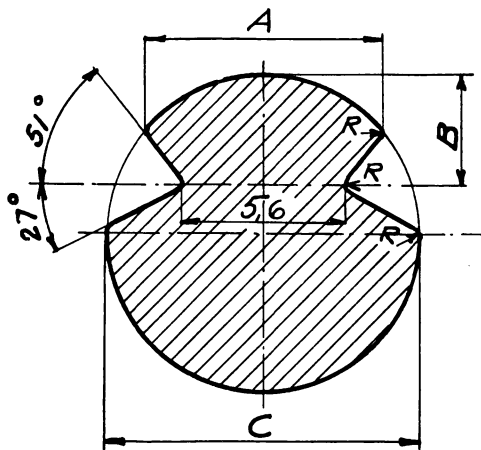
Betr. *verkningsgraden* och dess bestämmande hava varken i de svenska eller de internationella normerna särskilda regler utarbetats, utan hänvisas här i tillämpliga delar till de allmänna maskinnormerna. Komplettering förberedes dock till kommande upplagor.

Detta om motornormerna.

Såväl IEC som den svenska kommittén har sedan rätt lång tid tillbaka förberett normeringsförslag även inom andra områden. Sålunda stå under diskussion normer för *bantransformatorer och banapparater*. Ett förslag framlades redan för ett par år sedan av Internationella järnvägsunionen (UIC), över vilket bl. a. den svenska kommittén har uttalat sig. Några självständiga svenska normer torde emellertid knappast komma att utges förrän enighet uppnåtts åtminstone rörande huvudpunkterna i det internationella förslaget. Det föreligger ingen anledning till särskild brådska, och separattnormer, som eventuellt skulle komma att mera väsentligt avvika från de internationella, torde bli av mera tvivelaktigt värde.

Normer för kontaktledningar hava även diskuterats såväl internationellt som inom svenska kommittén. För egen del ställer jag mig rätt tveksam till möjligheten och lämpligheten av internationell standardisering på detta område med undantag för profiler och specifikationer för kontakttråd. Beräkningsnormer för ledningar bli i väsentlig grad beroende av lokala förutsättningar, statliga föreskrifter o. d. och torde väl knappast ha utsikt att kunna komma till stånd annat än möjligen i mycket allmänna formuleringar. Man kan heller icke anse, att något särskilt starkt behov föreligger av dylika normer. Där emot kan det säkerligen vara av en viss fördel att i anslutning till de svenska kraftledningsnormerna få egna normer för kontaktledningar, omfattande såväl kontakttrådsspecifikationer som grunder för ledningars och stolpars beräkning. Rätt mycket arbete har redan gjorts inom kommittén och ett fullständigt förslag föreligger. I vad detta rör beräkningsnormerna torde ännu krävas någon överarbetning. Däremot äro kontakttrådsspecifikationerna i huvudsak färdiga, så att kommittén hoppas kunna få ut dem före årets slut. Det väsentligaste i dessa specifikationer framgår av efterföljande tablå, vartill ansluter sig vissa föreskrifter om elektrisk ledningsförmåga, hållfasthet hos skarvar (minst 96 % av trådens) provning m. m.

Som framgår, har kommittén accepterat de tyska standardprofilerna, vilket medför att den bl. a. av Statens järnvägar använda 8-profilen icke längre betraktas som normenlig. Den cirkulära profilen er-



Profil, area och allmänna specifikationer för kontakttråd av koppar.

Area mm ²	Dimensioner i mm				Vikt per 1 000 m kg	Sträck- gräns	Förläng- ning ¹⁾
	A	B	C	R			
50	7,2	3,3	8,2	0,2	440—449	39	2,5
65	7,6	3,5	9,4	0,3	571—584	38	2,5
80	8,0	3,8	10,6	0,3	704—718	38	3,0
100	8,6	4,0	12,0	0,3	880—898	37	3,0
120	8,8	4,0	13,2	0,3	1056—1077	35	3,0

¹⁾ Förlängningen hänför sig till en längd = 10 ggr diametern och en draghastighet av 5—10 mm per min.

bjuder fördelar såväl med avseende på vindtrycket, som blir mindre, som till slitarean, som blir större än för S. J.-profilen. Hållfasthetsfordringarna ligga något högre än enligt de tyska föreskrifterna.

Bland prov, som i övrigt kunna vara av intresse, är att nämna *vridningsprovet*, som föreskriver, att ett 250 mm långt provstycke skall kunna vridas 5 hela varv utan att brott inträffar; vidare *lindningsprovet*, varvid tråden skall kunna lindas skruvformigt omkring en rund dorn med trådens diameter utan att brott eller sprickor uppträda; slutligen även *bockningsprovet*, vid vilket tråden bockas 180° omkring en dorn med dess egen diameter, och pressas sedan ihop, så att den inre bockningsradien blir $\frac{1}{4}$ av trådens diameter utan att brott eller tvärsprickor uppträda å yttre omkretsen av bockningsstället.

Kommittén avvaktar nu de ledande fabrikationsfirmornas godkännande uttalande, innan normerna slutligt fastställas.

Av särskilt intresse komma säkerligen att bliva de *normer för kvick-silverlikriktare*, varpå arbetet upptogs vid IEC:s Milanomöte 1933. Detta arbete är fullt av svårigheter, beroende på att de fysikaliska företeelser, som sammanhånga med likriktarens materialutnyttning och överbelastningsförmåga, ej ännu äro vetenskapligt fullt utredda, trots de betydande framsteg, som under senare år gjorts på detta område. Schweizarna, som inom kommittén representera den största sakkunskapen på området, hade därför tidigare — vid mötet i Brüssel 1931 — ställt sig tveksamma till lämpligheten att upptaga normeringsarbetet. Då emellertid det praktiska behovet av normer blev alltmer trängande, fogade de sig efter den allmänna meningen och blevo de första, som till Milanomötet kommo med förslag. Detta har innevarande år ytterligare kompletterats och torde i detta skick inom kort utgå på cirkulation till de olika nationalkommittéerna. Ett kort referat av detta första förslag lämnades i Teknisk Tidskrift, Elektroteknik, jan. 1934. Det kompletterade förslaget innehåller därutöver vissa bestämmelser, som äro av betydelse för den aktuella frågan om motverkande av radiostörningar, även som normer för beräkning av tillsatsförluster i likriktaretransformatorer.

Vad som särskilt för spår- och järnvägsdrift kan vara av intresse är överbelastningsbestämmelserna. Medan likriktare för kraft och belysning föreslås skola tåla 50 % överbelastning under 2 min. skulle för speciella fall, dit även traktionsändamål räknas, gälla en överbelastning av 50 % under 2 timmar och 100 % under 1 min. i direkt anslutning till prov med kontinuerlig belastning.

Med avseende på vacuum sättes som kriterium på ett gott sådant, att det icke med likriktaren ur drift och pumparna frånslagna faller under 0,02 mm på 10 timmar.

Provspänningar specificeras mycket ingående för likriktarens olika delar. Högsta provspänningen, mellan anoderna och cylindern, utgör 4-dubbla driftspänningen + 5 000 volt.

I fråga om uppvärmning hava inga bestämmelser formulerats.

För verkningsgradsbestämning hava en del föreskrifter utarbetats, av vilka särskilt metoderna för bestämning av förlusterna i ljusbågen samt de konventionella reglerna för bestämning av tillsatsförlusterna i likriktaretransformatorns sekundärlindning erbjuda intresse.

Det är sannolikt, att likriktarenormerna, som överallt äro efterlängtade, komma att stå i brännpunkten av intresset vid IEC-kommitténs nästa sammanträde.