

Kreslenie výkresovej dokumentácie v elektrotechnike

Typy dokumentov používaných v elektrotechnike

S elektrotechnickými zariadeniami sa možno stretnúť v mnohých oblastiach ľudskej činnosti. Používajú sa buď ako samostatné (napr. zariadenia spotrebnej elektroniky, domáce elektrospotrebiče, osobné počítače) alebo ako súčasť väčších celkov (napr. elektrická inštalácia v budovách). V priemysle majú elektrotechnické zariadenia významné miesto v automatizácii výroby od najvyššej úrovne (procesné počítače), cez strednú (technologické regulátory, logické automaty) až po najnižšiu úroveň (akčné členy – elektrické motory, výkonové meniče, elektrické pohony, snímače a pod.). Ak sa používajú na riadenie určitého zariadenia alebo technológie, musí byť súčasťou dokumentácie aj viac alebo menej podrobný výkres alebo popis strojného zariadenia, technologického procesu a pod. Vzhľadom na vysoký podiel programovateľných prvkov v súčasnej mikroelektronike nemusí byť činnosť zariadenia zrejmá z jeho elektrickej schémy. Preto musia byť súčasťou dokumentácie aj rôzne diagramy, programové schémy, postupnosti stavov, signálové diagramy a pod. Ak je elektrotechnické zariadenie pevne inštalované v budove, musia byť súčasťou dokumentácie aj stavebné výkresy, v prípade energetických rozvodov zase rôzne mapy. Vysvetlenie funkcie zariadenia, stanovenie podmienok prevádzky, návod na obsluhu, opravy a údržbu tvorí takisto neoddeliteľnú súčasť dokumentácie. Na vysvetlenie princípov činnosti zariadení hlavne pre potreby výskumu, vývoja, patentovej dokumentácie, na výpočty a dimenzovanie zariadení a na výučbu sa zase používajú náhradné, blokové a náukové schémy. Vzhľadom na obmedzený rozsah tu nebudú uvedené príklady na všetky druhy dokumentácie, ktorá sa v elektrotechnike používa. Čitateľ ich nájde v príslušnej norme alebo v iných publikáciách [1].

Názvoslovie používané pri kreslení elektrotechnických výkresov

Všeobecné pravidlá na kreslenie elektrotechnických schém boli v minulosti určované normami STN 01 3300 až 01 3308 „Výkresy v elektrotechnike“ a v normách STN 01 3396 až 01 3398. Tie vychádzali z odporúčaní medzinárodnej normy IEC 113. Po generálnej revízii IEC 113 bola prijatá nová norma IEC 1082, ktorá bola u nás zavedená ako STN EN 61082.

Všeobecné pravidlá a návody na zhotovovanie dokumentov používaných v elektrotechnike určuje norma STN EN 61082-1 Príprava dokumentácie používanej v elektrotechnike. Časť 1: Pravidlá. Norma zavádza nasledujúce *základné pojmy*:

- **médium** – materiál, na ktorom je zaznamenaná informácia (papier, mikrofilm, optický alebo magnetický disk),
- **dokument** – médium obsahujúce informáciu: zvykne sa označovať podľa informácie, ktorú obsahuje, napr. funkčný diagram, prehľadová schéma a pod.,
- **výkres** (technický) – dokument podávajúci informáciu v grafickej forme vrátane poznámok a vysvetliviek,
- **dokumentácia** – označuje jednak súbor dokumentov vzťahujúcich sa na daný subjekt (predmet, zariadenie, inštaláciu, systém) ako aj spôsob jej spracovania.

Ďalej sú uvádzané spôsoby podávania informácie: **zobrazenie, pôdorys, schéma, mapa, diagram** resp. **graf, tabuľka** a **zoznam** a **textová forma**.

Norma uvádza *metódy zobrazenia komponentov a spojov v schémach funkčne závislej časti komponentu*:

- **nerozložené znázornenie**: jednotlivé časti zložitej značky sú umiestnené spolu na jednom mieste vo výkrese (napr. stýkač s výkonovými a pomocnými kontaktmi a ovládacou cievkou);
- **polorozložené znázornenie** (zvyčajne sa používa pri komponentoch s mechanickou väzbou): jednotlivé časti zložitej značky sú síce kreslené na jednom výkrese, ale sú rozmiestnené tak, aby sa zlepšila čitateľnosť schémy a funkcia jej obvodov: jednotlivé časti značky sú potom spojené napr. značkou na mechanické spojenie (02-12-01 podľa STN EN 60617-2);
- **rozložené znázornenie** (používané pri komponentoch s mechanickou väzbou): jednotlivé časti zložitej značky sú kreslené na rôznych výkresoch tak, aby sa zlepšila čitateľnosť schémy a zrozumiteľnosť funkcie jej obvodov: vzájomná príslušnosť sa zaisť píšmenovo-číslícovým označením (krížové odkazy na výkresoch);
- **opakované znázornenie** (používané pri komponentoch s elektrickou funkčnou väzbou, napr. binárne logické obvody so spoločným riadiacim alebo výstupným blokom): celá kompletná značka sa v schéme kreslí na viacerých miestach, pričom zhodné písmenovo-číslícové označenie naznačuje, že ide o jeden komponent.
- Na zobrazenie *funkčne nezávislej časti komponentu* sa používa **skupinové znázornenie** (značky častí komponentu sú ohraničené napr. obdĺžnikom alebo v schéme spolu susedia) a **rozptýlené znázornenie**.
- Pri kreslení obvodov sa používa:
 - **viacpólové znázornenie**: každý spoj je vyznačený samostatnou čiarou,
 - **jednopólové znázornenie**: dva a viac spojov je vyznačených jedinou čiarou.
- Na výkresoch sa používajú nasledujúce *spôsoby usporiadania schémy*:
 - **funkčné usporiadanie**: značky sú v schéme kreslené tak, aby bola čo najčitateľnejšia ich funkcia, bez ohľadu na fyzické umiestnenie komponentov v zariadení,
 - **topografické usporiadanie**: umiestnenie značiek v schéme zodpovedá fyzickému umiestneniu v komponentov v zariadení.

Norma zavádza *triedenie* dokumentov podľa nasledujúcich kritérií:

Dokumenty vyjadrujúce funkciu - sem zaraďujeme **prehľadovú, blokovú, funkčnú, logickú, ekvivalentnú obvodovú, obvodovú, programovú schému a schému funkčných svoriek (vývodov), mapu siete, funkčný diagram, tabuľku spínania, časovú tabuľku spínania**.

Dokumenty o umiestnení: **situačný plán, montážny výkres, montážna schéma, zostavný výkres a výkres usporiadania**.

Dokumenty ohľadom zapájania: **zapájacia schéma (tabuľka), schéma (tabuľka) vnútorného zapojenia, prepájacia schéma (tabuľka), zapájacia schéma (tabuľka) svoriek, káblková schéma (tabuľka alebo zoznam)**.

Zoznamy položiek : **zoznam častí a zoznam náhradných dielov**.

Dokumenty ohľadom inštalácie zariadenia, dokumenty ohľadom uvádzanie zariadenia do chodu, prevádzkové dokumenty, dokumenty ohľadom údržby, dokumenty o spoľahlivosti a udržiavateľnosti príp. *iné dokumenty*.

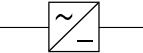
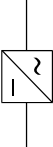

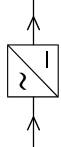
Všeobecné pravidlá kreslenia dokumentácie

Pre kreslenie elektrotechnických výkresov a technickej dokumentácie platia tie isté základné pravidlá ako pre kreslenie výkresov mechanických súčiastok. V ďalšej časti poukážeme predovšetkým na niektoré odlišnosti.

Pri kreslení elektrotechnickej schémy treba najprv vhodne rozmiestniť značky hlavných komponentov tak, aby bola schéma prehľadná z hľadiska funkcie a aby na nej nebolo zbytočne veľa čiar. Značky sa rozmiestňujú podľa typu výkresu:

- pri funkčnom usporiadaní výkresu tak, aby bol zrejмый tok signálu a funkcia jednotlivých prvkov bez ohľadu na ich skutočné umiestnenie v zariadení,
- pri topografickom usporiadaní tak, ako sú fyzicky rozmiestnené v zariadení, budove alebo teréne.

Smer toku signálu alebo energie sa vo funkčných, prehľadových a obvodoých schémach prednostne volí zľava doprava alebo zhora nadol. V týchto prípadoch netreba na spojoch vyznačovať smer pomocou šípky. Ak treba použiť v schéme iný smer toku signálu alebo energie (sprava doľava alebo zdola nahor), smer sa vyznačí šípkou, ktorá sa nesmie dotýkať žiadnej značky komponentu (obr.1).

Smer toku signálu alebo energie			
zľava doprava	zhora dole	sprava doľava	zdola nahor
			

Obr. 1 Vyznačenie smeru toku signálu

Značky pre elektrotechnické výkresy sú normou definované pre smer toku signálu zľava doprava. Pri toku signálu zhora nadol stačí značku pootočiť o 90° v smere pohybu hodinových ručičiek. Pri smere toku signálu sprava doľava a zdola nahor treba často vytvoriť novú značku, hlavne pri komponentoch s definovanými vstupmi a výstupmi.

Značky by vo funkčnej schéme mali byť umiestnené čo najbližšie vedľa seba tak, aby zostalo dosť miesta na popisy komponentov. Takisto treba zohľadniť ďalšie použitie výkresu; ak bude napr. zmenšovaný, originál sa musí kresliť tak, aby aj po zmenšení boli značky a písmenovo-číslicové označenie čitateľné, a to aj v prípade menej kvalitnej kópie.

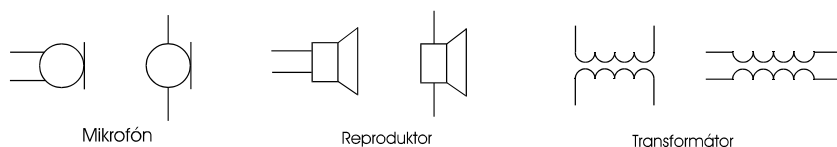
Jednou zo zmien, ktoré priniesla nová kresliaca technika, predovšetkým plotre, je odstránenie, resp. nevykresľovanie takých prvkov zo schémy, ktoré spomaľujú kreslenie, ale zároveň ich neprítomnosť nezhorší čitateľnosť a zrozumiteľnosť výkresu. Ide o odstránenie krúžkov na značkách kontaktov spínačov, krúžkov označujúcich prípojné miesta, začlenené plochy v diódach alebo indukčnostiach, plné krúžky na odbočeniach a kríženíach spojov s vodivým spojením a pod. Niektoré z týchto zmien sa prejavili aj v nových normách.

Značky, ktoré sa používajú v elektrotechnických schémach, sú uvedené v norme STN IEC 60617 **Značky pre elektrotechnické schémy**. Norma je rozdelená na 13 častí. Hoci obsahuje asi 1 600 značiek a 150 príkladov zapojení, nemožno v nej uviesť všetky značky. Norma však obsahuje prvky, z ktorých sa dajú značky poskladať podľa potreby používateľa. Na to slúžia predovšetkým všeobecné a doplnkové značky uvedené v časti 2. Nové značky obvykle navrhujú výrobcovia, ktorí potom v dokumentácii alebo katalógu súčiastok vysvetlia ich význam. Výber značiek je uvedený napr. v [2].

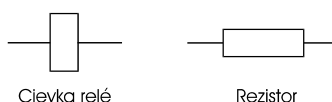
Veľkosť značiek nie je presne stanovená. Volí sa z ohľadom na rozmery celého výkresu tak, aby bola zachovaná jeho dobrá čitateľnosť. Z hľadiska dobrého optického vnemu je vhodné, aby jednotlivé prvky značky alebo schémy neboli pri sebe bližšie ako 0,8 mm. Pri voľbe veľkosti značiek treba brať ohľad aj na možnosti rozmnožovacej techniky, na ktorej sa bude hotový výkres prípadne zmenšovať. Na jednom výkrese by mali byť použité značky rovnakej veľkosti. Výnimkou je prípad, keď treba z hľadiska funkcie rozlíšiť hlavný a pomocný prvok (napr. hlavný valcovací elektromotor možno nakresliť väčšou značkou, príp. hrubšou čiarou, ako motor ventilátora na chladenie hlavného motora). Pri zmene veľkosti značiek je však nevyhnutné zachovať ich vzájomné proporcie. Zväčšenie alebo zmenšenie značky len v jednom smere totiž môže viesť k zmene jej významu (napr. ovládacia cievka prístroja sa môže zmeniť na rezistor a pod.). Pre dobrú čitateľnosť schémy musí byť modul M použitý pre stanovenie proporcií značiek rovný alebo väčší než použité písmo.

Väčšina značiek uvedených v norme STN EN 60617 (01 3390) neobsahuje značku pre prípojné miesto, t.j. svorku, letovací kontakt, ovíjací trň apod. Prípojné miesta v schéme potom stačí označiť písmenovo-číslicovým označením. Ak je však prípojné miesto súčasťou značky, musí sa v schéme uvádzať.

V norme STN EN 60617 sú niektoré značky uvedené bez vývodov. V takom prípade je možné vývod umiestniť ľubovoľne, nesmie však byť narušená čitateľnosť značky (Obr.2). Ak sú na značke v norme uvedené vývody, musí sa ich umiestnenie zachovať, pretože by to mohlo spôsobiť zámenu značky napr. cievka relé a rezistor (Obr.3).



Obr.2 Príklady značiek s ľubovoľným umiestnením vývodov

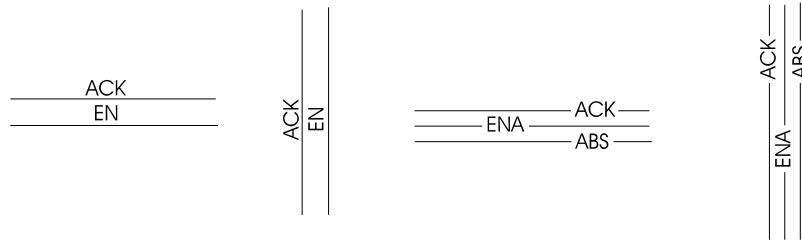


Obr.3 Príklady značiek s predpísaným umiestnením vývodov

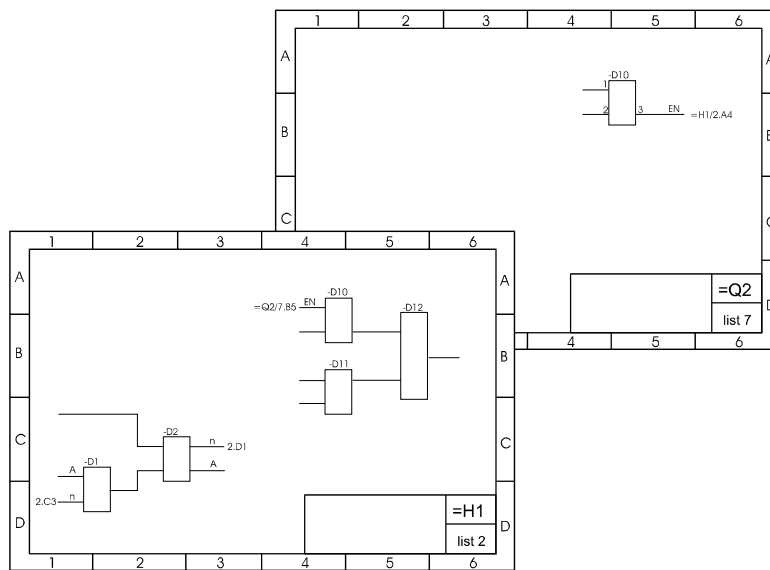
Vo funkčných schémach sa **spoje** kreslia vodorovne a zvisle, s minimálnym počtom ohybov. Šikmé spoje sa používajú výnimočne, napr. v prípade symetrického rozloženia súčiastok, zmene sledu fáz na motore a pod. V topografických schémach sa kreslia spoje v súlade s ich skutočným umiestnením.

Ak je nutné v schéme označiť **signály**, používa sa písmenovo-číslicové označenie umiestnené nad spojom alebo pri zvislých čiarach vľavo od spoja. Ak nie je dostatok miesta pre takéto označenie, môže sa spoj na vhodnom mieste prerušiť (Obr.4). Ak by mal na výkrese spoj pretínať veľkú časť výkresu, preruší sa a označí na oboch koncoch. To isté platí aj v prípade, že spoj prechádza z jedného výkresu na druhý. Označenie signálu je doplnené aj odkazom na umiestnenie druhého konca spoja (Obr.5). Na presnejšiu **lokalizáciu signálu** v schéme sa používa **systém orientačných polí** (súradnicová sieť) podľa STN ISO 5457. Vodorovná os má číselné delenie, zvislá písmenové. Počet polí by mal byť párný a pre jednotlivé formáty je stanovený normou. Veľkosť obdĺžnikov deliaceho poľa má byť od 25 do 75 mm (prednostne 50 mm). Číslovanie by malo začínať v rohu oproti popisovému poľu. Ak nie je výkres veľmi zložitý, používa sa len vodorovná os. Naopak pre veľmi zložitý výkres (napr. vo výpočtovej technike) sa môže použiť aj jemnejšie delenie osí.

Na lokalizáciu súčiastok (zvyčajne pasívnych) v zložitých schémach sa zvykne používať podobný systém, kde na vodorovnej osi na hornom okraji výkresu je nad miestom výskytu danej súčiastky uvedené jej označenie (R1, C2, a pod.).

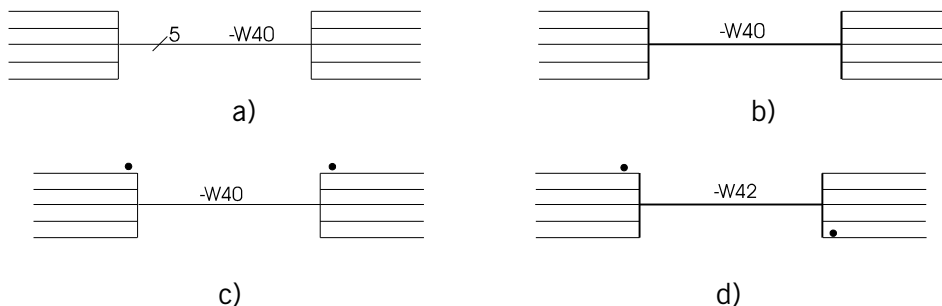


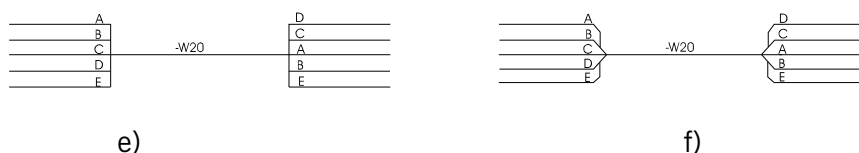
Obr.4 Označenie signálov



Obr.5 Odkazy na signály v rámci jedného výkresu a medzi výkresmi

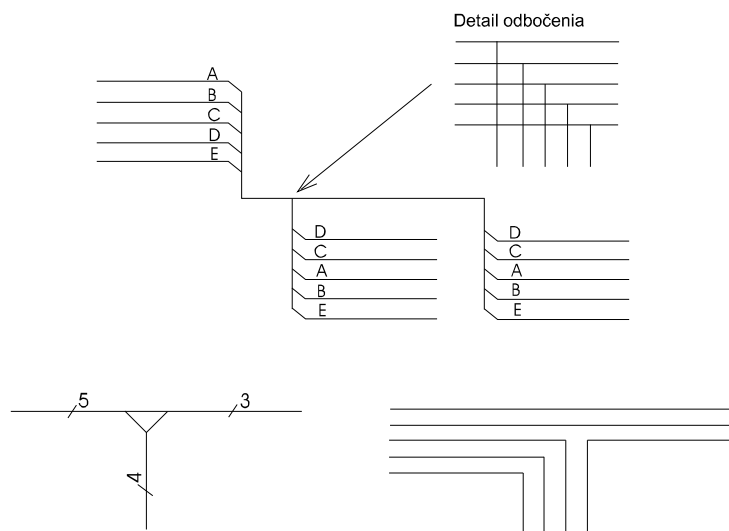
Ak je na výkrese vedených rovnobežne viac ako 6 spojov, mali by sa tieto združiť do skupín. V prehľadových a obvodových schémach sa **skupiny vodičov** združujú podľa funkcie (silové, signálové, dátové spoje a pod.). Ak to nie je možné, mali by sa združiť do skupín s maximálne 5 spojmami. Sústredenie resp. uvoľnenie spojov do/zo zväzku je na Obr.6. Skupinu vodičov potom možno nahradiť jednou čiarou – zväzkom (Obr.6). **Počet vodičov vo zväzku** sa označuje krátkou šikmou čiarkou a číslicou (Obr.6a). Zväzok vodičov sa zvykne kresliť aj hrubou čiarou (Obr.6b). Vyznačenie sledu vodičov sa robí buď pomocou bodky (Obr.6c,d) alebo písmenovým označením (Obr.6e). Zoskupenie vodičov je možné kresliť aj spôsobom znázorneným na Obr.6f.





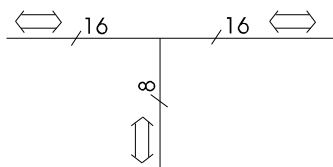
Obr.6 Kreslenie vodičov vo zväzku

Ak zo zväzku odbočujú alebo sa k nemu pripájajú ďalšie spoje, kreslia sa podľa Obr.7.



Obr.7 Pripájanie a odbočovanie spojov do/zo zväzku

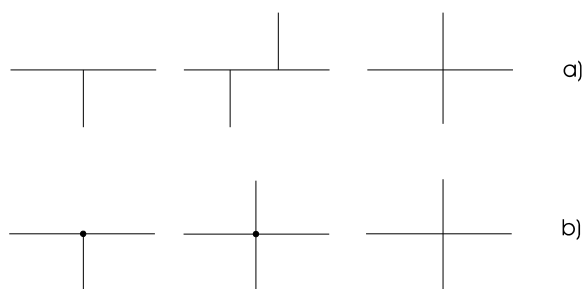
Ak spoje vo zväzku predstavujú informačnú zbernicu (napr. dátovú, adresovú) vyznačí sa to doplnkovou značkou (Obr.8.).



Obr.8 Kreslenie odbočovania a spájania sa informačných zbernic

Plánované budúce spoje sa v schéme kreslia čiarkovanou čiarou.

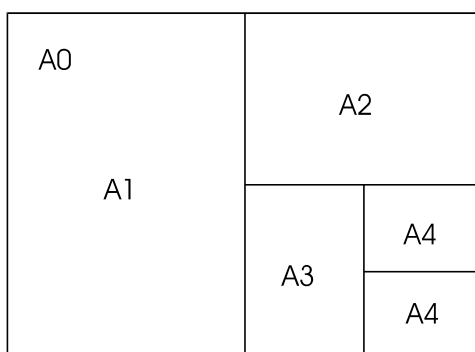
Odbočovanie a kríženie spojov s vodivým prepojením sa doporučuje kresliť bez plného krúžku. Urýchľuje to kreslenie schémy hlavne na plotri. V takomto prípade sa odbočenie kreslí v tvare „T“, kríženie vodičov s vodivým spojením sa musí rozdeliť na dve odbočenia tvaru „T“. Kríženie spojov bez vodivého spojenia sa kreslí v tvare kríža (Obr.9a). Ako alternatívne kreslenie norma pripúšťa aj kreslenie plných krúžkov. Tento spôsob sa používal v starších normách (Obr.9b). Výnimočne je možné oba spôsoby kombinovať, vodivé a nevodivé spojenia musia byť potom nutne rozlíšené.



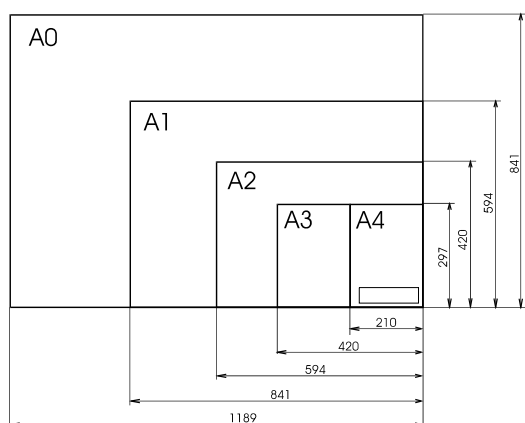
Obr.9 Križovanie a odbočovanie spojov – dve alternatívy

Formáty výkresov.

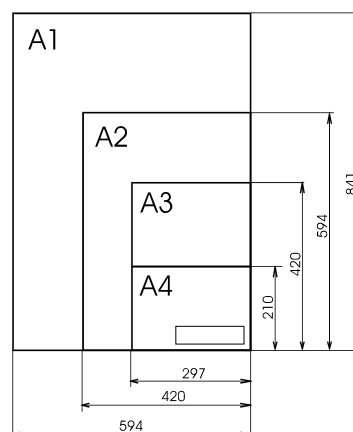
Formáty výkresov pre technickú dokumentáciu sa určujú podľa normy STN EN ISO 5457 (01 3110). **Základné formáty** sú A0, A1, A2, A3 a A4. Menší formát vznikne rozdelením dlhšej strany väčšieho formátu (Obr.10). Prednostne sa používajú v základnej polohe – ležatej (Obr.11), v odôvodnených prípadoch sa formáty A1, A2, A3 a A4 môžu použiť v pomocnej polohe – stojatej (Obr.12). Na Obr.11 a 12 je vyznačené aj popisové pole. Výkresy formátu A4 sa nemajú zaraďovať do ucelenej dokumentácie v ležatej polohe. V dokumentácii sa nemajú používať **predĺžené formáty** (označované ako napr. A3.2, A2.1).



Obr.10 Vytváranie menších formátov z formátu A0.



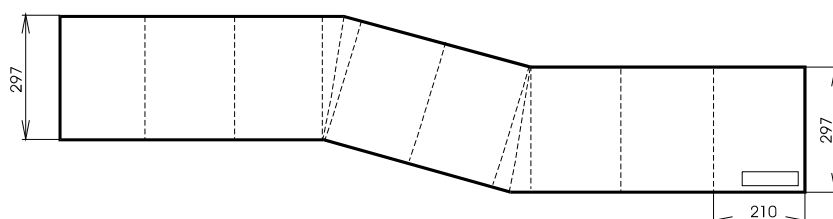
Obr.11 Základná poloha formátov



Obr.12 Pomocná poloha formátov

Pri kreslení dlhých predmetov, elektrických vedení a pod. sa môžu použiť **doplňkové formáty**. Tie sú odvodené od základných formátov tak, že výška doplnkového formátu je zhodná s dlhšou stranou základného formátu a šírka (dĺžka) výkresu je celistvým násobkom kratšej strany základného formátu. Maximálna výška doplnkového formátu môže byť 841 mm a dĺžka 1470 mm. Doplnkový formát sa označuje značkou základného formátu a jeho násobkom, napr. A4x7, A2x3 a pod.

Ak je to nutné, je možné vytvoriť výkresy, ktoré nemajú obdĺžnikový tvar. Pri ich zostavovaní sa vychádza z rozmerov základných alebo doplnkových formátov. Musia byť zostavené tak, aby sa dali zložiť na formát A4 (Obr.13).



Obr.13. Špeciálny formát

Čiary

Zásady pre kreslenie čiar na technických výkresoch stanovuje norma STN ISO 128 (01 3121). Pri kreslení výkresov sa používajú čiary rôznych druhov a hrúbok. Hrúbky (moduly –M) sú odstupňované približne podľa geometrického radu s koeficientom $\sqrt{2}$ (t.j.: 0,18; 0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1,00; 1,40; 2,00 mm). Na výkrese sa volí hrúbka čiar podľa veľkosti a zložitosti výkresu, prípadne podľa jeho účelu a nasledujúcich úprav. Ak sa napríklad počíta so zmenšením schémy a jej vlepéním do viečka svorkovnice motora, budú použité čiary hrubšie, aby aj pri menej kvalitnej tlači bol výkres čitateľný. Treba počítať s tým, že výkres sa bude používať a čítať nielen v čistej kancelárii, ale aj v dielni, pri zariadení v znečistenej prevádzke alebo v teréne. Preto by mal byť vyhotovený s istou „rezervou“ čitateľnosti.

Elektrotechnické schémy sa zvyčajne kreslia jednou hrúbkou čiar. Týka sa to tak značiek prvkov ako aj spojovacích čiar. Hrubé čiary sa používajú vtedy, ak treba vyznačiť hlavné alebo silové obvody. Hrúbky čiar na výkresoch musia byť volené v tzv. pomerných hrúbkach 1:2, prípadne 1:2:4. Čiary s takto volenými hrúbkami sa potom nazývajú tenká, hrubá a veľmi hrubá čiara. Vzdialenosť medzi dvomi rovnobežnými čiarami by nemala byť menšia ako dvojnásobok najhrubšej použitej čiar. Doporučuje sa vzdialenosť minimálne 0,7 mm. Doporučené kombinácie hrúbok čiar sú uvedené v Tab.1. Najčastejšie sa používajú čiary skupiny 3.

	Skupiny a podskupiny čiar									
	1		2		3		4		5	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Hrúbka čiar v mm										
Tenká	0,1 3	0,1 8	0,1 8	0,2 5	0,2 5	0,3 5	0,3 5	0,5 0	0,5 0	0,7 0
Hrubá	0,35		0,50		0,70		1,00		1,40	
Veľmi hrubá	0,70		1,00		1,40		2,00		2,00	
Prednostne sa majú používať čiary skupiny 2, 3 a 4.										

Tab. 1 Skupiny a podskupiny čiar pre výkresy

Pri používaní moderných kresliacich systémov CAD sa doporučuje používanie jednej hrúbky čiar a kreslenie značiek bez vyčiernených plôch. Na technických výkresoch sa používajú nasledujúce druhy čiar:

- **plné čiary** –plynulé, neprerušované čiary,
- **prerušované čiary** –čiar s pravidelným opakovaním prvkov (čiarkované, bodkované),

- **striedavé čiary** –čiary s pravidelným opakovaním skupín prvkov (napr. bodkočiarkované čiary).

Prerušované a striedavé čiary sa nesmú krížiť, spájať a lomiť v mieste medzery medzi prvkami čiary. Na mieste spoja musia byť nakreslené čiarky, pri bodkovaných čiarach bodka. Čiarkované a bodkočiarkované čiary začínajú a končia čiarkou, bodkované bodkou. Pri rovnobežných prerušovaných a striedavých čiarach umiestnených blízko seba sa majú medzery a čiarky susedných čiar vzájomne striedať. Tieto zásady sú implementované v systémoch CAD; bežné grafické editory ich nepoužívajú. Jednotlivé druhy čiar sa v elektrotechnických výkresoch používajú v nasledovne:

- **Plná pravidelná čiara**

tenká: - elektrické spojenia všeobecne bez rozlíšenia druhu,
 - elektrické vedenia všeobecne,
 - elektrické značky,
 - pomocné obvody,
 - odkazové čiary.

hrubá: - elektrické spojenie s funkčným významom,
 - prípojnice a prípojnicové obvody,
 - kábelové formy, zväzky káblov, zväzky vodičov,
 - hlavné obvody,
 - vedenia pri rozlišovaní druhu.

veľmi hrubá: - prípojnice (ak sú vedenia kreslené hrubou čiarou),
 - kábelové formy, zväzky káblov,
 - zväzky vodičov (ak sú vedenia kreslené hrubou čiarou),
 - vedenia pri rozlišovaní druhu.

- **Čiarkovaná čiara**

tenká: - neelektrické spojenia (mechanické, hydraulické a pod.),
 - stredný (nulový) vodič

- **Bodkočiarkovaná čiara**

tenká: - deliaca čiara medzi zariadeniami v poli rozvádzačov, v zložitejších schémach a pod.
 - ohraničenie častí prístroja,
 - uzemňovací ochranný vodič.

- **Bodkovaná čiara**

tenká: - pokračovanie, opakovanie častí alebo obvodov.

Popisové pole

Do popisového poľa (tzv. rohovej pečiatky) sa zapisujú údaje organizačného charakteru (názov výkresu, príslušnosť k rozsiahlejšiemu súboru dokumentácie, autor, firma, zmeny vo výkrese a pod.). Zloženie a rozmiestnenie rubriek je rámcovo určené normou STN ISO 7200 (01 3250).

Popisové pole sa umiestňuje do pravého dolného rohu výkresu vo vzdialenosti 5 mm od pravého a dolného rámcčka formátu. Dĺžka poľa je maximálne 170 mm. Po zložení výkresu musí zostať na hornej strane v pravom dolnom rohu. Norma rozlišuje viac druhov popisových polí:

- **Základné popisové pole** –používa sa pre prvé listy výkresov súčiastok i väčších montážnych celkov; používa sa hlavne pre strojárske výkresy, preto obsahuje kolónky pre druh a spracovanie materiálu.

- **Upravené popisové pole pre elektrotechnické schémy** neobsahuje kolónky súvisiace s druhom spracovávaného materiálu (Obr.14); na formátoch A3, hlavne pre obvody elektrotechnické schémy sa môže používať **zjednodušené popisové pole** (Obr.15).

Index	Zmena	Dátum	Podpis	Názov podniku
				Kováč a syn. a.s.
				Akcia
				Pivovar Detva Rekonštrukcia varne
Vypracoval	Novák	Schválil	ING. MRÁŽIK	Pozn.
Preskúšal	ING. MRÁŽIK	Dátum	10.2.2000	Zoznam dok.
Norm.p.		Uvol.pre over.sériu		
Technológia				Starý výkres
Názov: Regulácia pary				Číslo výkresu 9237-02
				Listov 23 List 12

Obr.14 Upravené popisové pole pre elektrotechnické výkresy

Pivovar Detva - Rekonštrukcia varne											
Zmena	Dátum	Podpis	Vypracoval	NOVÁK	Kováč a syn a.s.	Názov:	Regulácia pary	Č.výkresu:	9237-02	List:	12
			Preskúšal	ING. MRÁŽIK				Dátum:	10.2.2000	Listov:	23
			Schválil	ING. MRÁŽIK							

Obr.15 Zjednodušené popisové pole

Vzhľadom na to, že norma určuje obsah jednotlivých políčok popisového poľa len rámcovo, jednotliví výrobcovia a dodávatelia používajú svoje vlastné popisové polia, ktoré najlepšie vyhovujú ich potrebám.

Zmeny na výkresoch

Často sa stáva, že po vyhotovení výkresovej dokumentácie treba na výkresoch vykonať určité zmeny. Zmeny sa podľa závažnosti dajú rozdeliť na dve skupiny:

1. **Formálne zmeny** – opravy a doplnky výkresov, ktoré nemenia tvar ani kvalitu výsledného výrobku. Ide o chýbajúce šípky, šrafovanie a pod. Tieto zmeny sa do výkresu zapíšu a netreba ich vyznačovať do kolónky popisového poľa ZMENY.
2. **Technické zmeny** – opravy, ktoré majú trvalý vplyv na výrobok alebo zariadenie. Tie treba zaznamenať vo všetkých technických podkladoch. Zapisujú sa do kolónky ZMENA v popisovom poli.

V minulosti, keď sa výkresy kreslili ručne tušom, bol problém celý výkres prekresliť. Organizáciu zmenového konania určovala odborová norma. Zmeny sa vyznačovali do kolónky ZMENA popisového poľa (obr.14 alebo 15) a na konkrétne miesto výkresu. Označenie zmeny obsahovalo *index* (poradové označenie zmeny), stručný *popis zmeny*, *dátum* zmeny a čitateľný *podpis* osoby, ktorá zmenu vykonala. Na výkrese sa zmena vyznačila prečiarknutím pôvodného tvaru a vykreslením nového tvaru súčiastky (zapojenia). Prečiarknutie muselo byť také, aby bol čitateľný aj pôvodný tvar.

V súčasnosti je zvyčajne jednoduchšie urobiť zmenu výkresu v originálnom súbore na počítači a vytlačiť (vykresliť) výkres znova. Napriek tomu sa stáva, že zmenu nemožno v origináli urobiť. Ak sa napr. pri montáži zariadenia zistí, že treba časť zapojenia prerobiť, a zmeny nie sú také rozsiahle, aby bolo nutné upravovať originál výkresu, urobia sa zmeny na vytlačenej výkrese, a vyznačia sa podľa horeuvedených zásad. Nová dokumentácia so zmenami sa už potom netlačí.

Písmenové označovanie

Každá súčiastka v elektrotechnickom zariadení musí byť jednoznačne označená. Spôsob ich písmenového označovania preto musí byť taký, aby sa dal použiť tak na schémach elektrických obvodov, ako aj na súpisných súčiastok, v textoch pre nastavovacie predpisy, prípadne pri potlačí na plošnom spoji.

V minulosti sa písmenové označovanie tvorilo pomocou skratiek vytvorených z názvov komponentov. Tento spôsob označovania však závisel od použitého jazyka, čo v medzinárodnom meradle nevyhovovalo. K výraznej zmene v označovaní došlo začiatkom sedemdesiatych rokov, keď bola vydaná norma IEC 113-2:1971. Tento spôsob označovania bol do našich noriem prevzatý normou ČSN 01 3306:1982. Do národnej normy bolo zavedené jemnejšie delenie druhov komponentov pomocou druhého písmena, pričom prvé písmeno zostalo zachované podľa medzinárodnej normy. V rámci preberania medzinárodných noriem bola neskôr zavedená norma EN 60750, ktorá na označovanie komponentov používala triedy rozlíšené písmenami veľkej abecedy. Význam písmen je uvedený v tab.2 a bežne sa u nás používa v projektantskej praxi. Písmená „I“ a „O“ sa na označenie tried nevyužívajú.

Písmenový kód	Druh komponentu s príkladmi použitia
A	Funkčné bloky, zostavy a podzostavy (zosilňovače, rádiostanice, prijímače, vysielače, záznamové a reprodukčné zariadenia, lasery, masery, dosky s plošnými spojmi)
B	Prevodníky neelektrických veličín na elektrické a naopak (elektroakustické meniče – mikrofóny, reproduktory, magnetické hlavy, slúchadlá; dynamometre, snímače tlaku, teploty, rýchlosti, otáčania, polohy, detektory žiarenia, fotoelektrické, piezoelektrické, magnetostriekčné meniče)
C	Kondenzátory
D	Digitálne (číslíkové) prvky a zariadenia (logické, binárne obvody, mikroprocesory, pamäte, oneskorovacie vedenia)
E	Rôzne komponenty (výchrevné telesá, svietidlá, chladiace zariadenia)
F	Istiace a ochranné zariadenia (prúdové ochrany, prúdové relé, ističe vedení, bimetalové relé, elektromagnetické ochrany, zabezpečovacie zariadenia – proti požiaru, vlámaniu; súpravy ochrán, tavné poistky, ochrany proti prepätiam – bleskoistky, iskrištia, zvodnice prepätia, prepäťové relé)
G	Zdroje energie a signálu (primárne zdroje – články a batérie; nevýkonné zdroje – oscilátory, meniče frekvencie, generátory signálov; rotačné výkonové zdroje – alternátory, dynamá); statické výkonové zdroje – frekvenčné meniče, striedače, usmerňovače)
H	Signalizačné zariadenia (zvukové – bzučiaky, sirény, zvončeky, húkačky; optické – žiarovky, tlejivky, LED, číslicovky, sedemsegmentovky)
K	Elektricky ovládané spínače (pomocné, časové relé, stýkače)
L	Indukčnosti, reaktory a tlmivky
M	Motory, servomotory
N	Analógové prvky a zariadenia (analógové integrované obvody, operačné zosilňovače, analógové regulátory, analógové počítače)
P	Meracie prístroje a skúšobné zariadenia (merače prúdu, napätia, činného alebo jalového výkonu, impedancie, frekvencie, uhla, odporu, času, počítadlá impulzov)
Q	Spínače v energetických a silových obvodoch (silové vypínače, odpojovače, odpínače, skratovače, uzemňovače, samočinné vypínače, motorové ističe)
R	Rezistory (potenciometre, reostaty, termistory, bočníky)
S	Spínače v oznamovacích a pomocných obvodoch (spínače a prepínače – otočné, tlačidlové, pákové, krížové; tlačidlá, číselnice, bezkontaktné spínače – senzory, sledovače - hladiny, tlaku, polohy (koncové spínače), teploty, rotácie)
T	Transformátory (prístrojové – prúdové, napäťové, výkonové)
U	Prevodníky elektrických veličín na elektrické (prevodníky prúdu, napätia, kódu, výkonu; modulátory, demodulátory, diskriminátory, modemy, optoelektrické prevodníky)

V	Elektrovákuové a polovodičové súčiastky (elektrónky, obrazovky, výbojky, diódy, tranzistory, tyristory, diaky, triaky)
W	Vedenia, vlnovody a antény (prípojnice, káble, vedenia energetické, oznamovacie, signalizačné, meracie, svetlovody)
X	Spájacie elektromechanické súčiastky (svorky, svorkovnice, konektory, zásuvky, vidlice, ovíjacie a letovacie spoje, meracie a skúšobné svorky)
Y	Elektricky ovládané mechanické zariadenia (elektromagnety, brzdy, spojky, upínacie dosky, elektromagnetické ventily pre hydrauliku a pneumatiku)
Z	Zakončovacie články, filtre, obmedzovače (filtre aktívne, pasívne, odrušovacie členy, útlmové články, zakončovacie členy, korektory, obmedzovače, elektrické výhybky)

tab. 2. Písmenové označovanie podľa EN 60750

Zatiaľ poslednou úpravou v označovaní bolo prijatie normy STN EN 81346 (01 3710), ktorá zjednotila používanie písmenových kódov pre elektrotechnické zariadenia, mechanické a fluidné systémy ako i hotové produkty. Táto norma podstatne mení spôsob označovania komponentov. Namiesto doteraz používaného triedenia komponentov podľa typu sa zavádza triedenie podľa ich funkcie v zariadení. Písmenové kódy označujúce triedy boli väčšinou zachované, len sa nanovo zdefinoval ich význam. Niektoré triedy boli zrušené a komponenty z nich boli presunuté do iných tried. Hlavné rozdiely sú uvedené v tab.3, presnejšie informácie sú v norme STN EN 81346-2.

Trieda predmetov	Význam	Príklad použitia
C	Ukladanie energie, materiálu a informácií	Akumulátory, kondenzátory, magnetofóny, pamäťové zariadenia počítača a pod.
D	Rezerva	Digitálne komponenty boli presunuté do iných tried podľa funkcie (C-pamäťové zariadenia, K-logické obvody, a pod.),
H	Rezerva	Indikačné komponenty boli presunuté do triedy P
K	Spracovanie - príjem, úprava a zaistenie informácií	Elektricky ovládané spínače, analógové a digitálne komponenty, počítače, logické automaty, regulátory a pod.
L	Rezerva	Indukčnosti boli presunuté do triedy R
N	Rezerva	Analógové súčiastky boli presunuté hlavne do triedy K
P	Podávanie informácií	Meracie prístroje, svetelné a zvukové indikačné komponenty
Q	Riadené spínanie alebo zmena toku energie signálu alebo materiálu	Výkonové spínače, tyristory, výkonové tranzistory
R	Obmedzenie alebo stabilizácia toku informácií, energie a materiálu	Dióda, odpor, indukčnosť, obmedzovač
S	Prevod ručného ovládania na signál na ďalšie spracovanie	Ručne ovládané spínače, klávesnica, myš
T	Premena energie pri zachovaní druhu energie	Transformátory, antény, meniče AC/DC, modulátory a demodulátory
U	Udržanie – fixácia predmetu v definovanej polohe	izolátory

V	Spracovanie – úprava materiálu alebo produktu (vrátane predčistenia a konečnej úpravy)	filtre
Y	Rezerva	
Z	Rezerva	

Tab. 3: Výber z kódov tried predmetov podľa normy STN EN 81346.

Použitie ďalšieho písmena na označenie podtriedy norma nedefinuje a necháva to na používateľovi, napr. BT – teplotný snímač.

Norma zachováva použitie identifikačných znakov pre označenie funkcie, predmetu a umiestnenia zariadenia tak, ako je to bežné v našej projektantskej praxi (tab.4).

identifikačný znak	blok na označenie
=	Funkcie (funkčný celok, prístroj, zariadenie, systém, a pod.)
-	Predmetu - súčiastka, komponent vyznačený v schéme samostatnou značkou
:	Pripájacieho miesta – svorka, pin, konektor a pod.
+	Umiestnenia (polohopisné)

Tab.4. Identifikačné znaky pre písmenovo-číslkové označovanie

Podľa charakteru schémy netreba vždy uvádzať pri každom označení všetky identifikačné znaky. Pri jednoduchšom zariadení zvyčajne stačia znaky na označenie funkčnej jednotky a funkčného celku.

Príklady na použitie označovania komponentov na Obr.5:

- =H1 výkres modulu označeného H s poradovým číslom 1.
- D1, -D2, číslkové obvody rozlíšené poradovým číslom
- =Q2-D10:3 modul Q s poradovým číslo 2, číslkový obvod D s poradovým číslo 10, vývod číslo 3.

Literatúra:

- [1] Poláček, D.: Technické kreslení podle mezinárodních norem III. Pravidla tvorby výkresů a schémat v elektrotechnice. Montanex 1995. ISBN 80-85780-28-3.
- [2] Ďurovský, F.-Seman,S.: Technická dokumentácia v elektrotechnike. Mercury-Smékal. Košice. 2001. ISBN 80-89061-28-1.
- [3] Normy STN.