



ELEKTROINSTALACE #1

Radek Procházka
(prochazka@fel.cvut.cz)

Projektování v elektroenergetice
ZS 2010/11

POŽADAVKY NA INSTALACI NN

1. bezpečnost osob, zvířat a majetku
2. provozní spolehlivost
3. přehlednost provozu
4. variabilita
5. hospodárnost (investiční, provozní)
6. použití typizovaných jednotek a celků
7. vzhled
8. zamezení negativních vlivů při křížení a souběhu se sdělovacím vedením

POŽADAVKY NA INSTALACI NN

- vedení se zásadně ukládají skrytě (v nebytových prostorách možno na povrchu)
- při projektování budov je třeba uvažovat i stavební úpravy (stavební konstrukce musí umožnit provedení el. rozvodů)
- vstupy vnějších sítí musí být v souladu s projektem vnějších sítí

SILOVÉ ROZVODY

- při dimenzování el. rozvodu se bere za základ:
 - výpočtové zatížení P_v
 - výpočtový proud I_v
 - úbytek napětí $\Delta U_{\%}$

NAPÁJENÍ BYTOVÝCH JEDNOTEK

- stupeň elektrizace bytu:

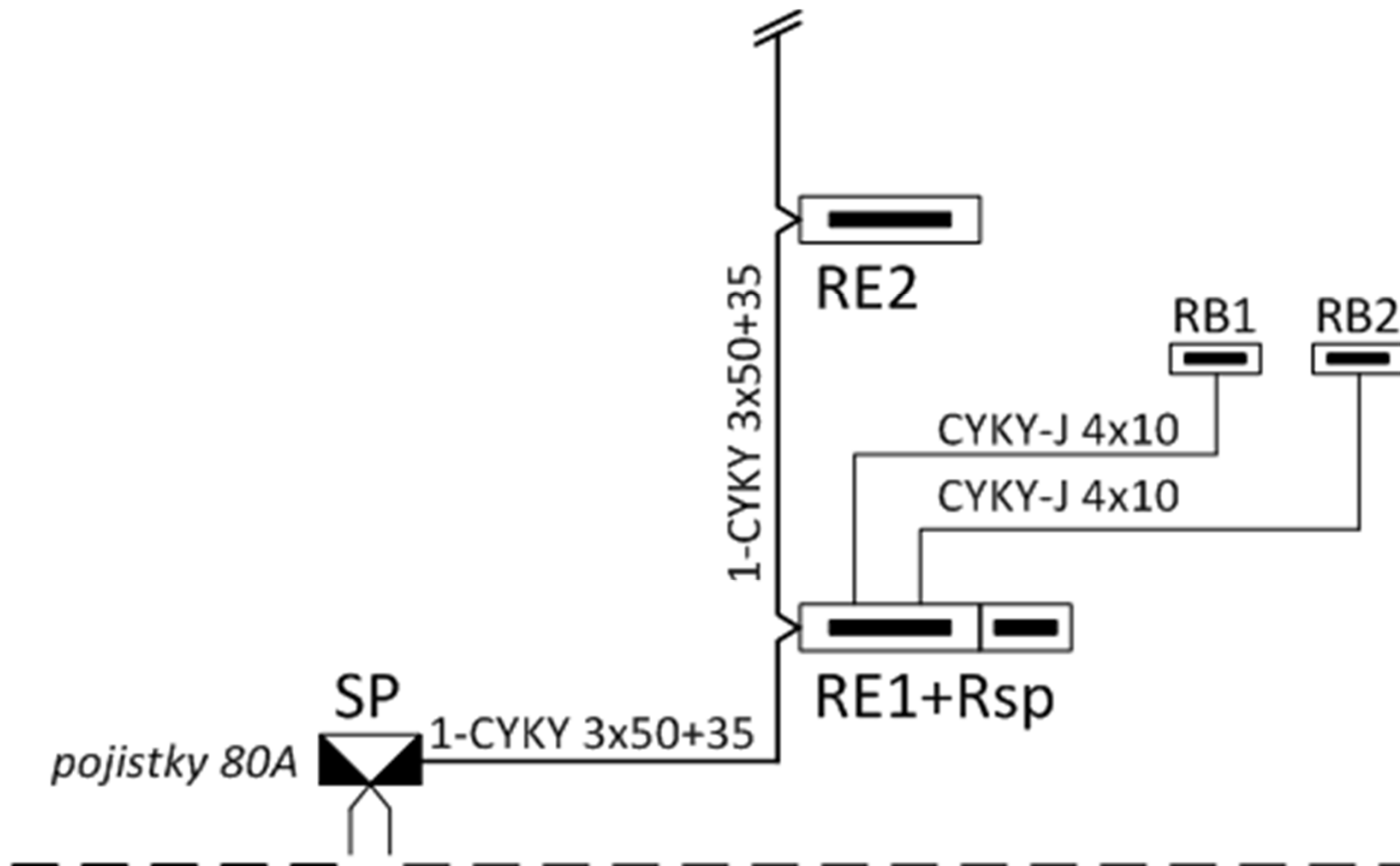
Stupeň elektrizace bytu	A	B
Maximální soudobý příkon bytu P_b [kW]	7	11
Jmenovitý proud trojfázového jističe před elektroměrem [A]	16	25

- průřezy odboček od HDV k elektroměrům bytů:

Stupeň elektrizace bytu	A		B	
	Průřez jader vodičů v mm^2			
Trojfázová odbočka k elektroměru	Al	Cu	Al	Cu
		10	6	16

Pozn.: uvedené průřezy platí pro odbočky dlouhé max. 15m při úbytku napětí do 1%

HLAVNÍ DOMOVNÍ VEDENÍ



HLAVNÍ DOMOVNÍ VEDENÍ (HDV)

- pro HDV se používá celistvých izolovaných (jednožilových) vodičů, popř. kabelů
- průřez HDV se volí s ohledem na očekávané zatížení (výpočtové zatížení)
- průřez HDV musí být takový, aby dovolené proudové zatížení vodičů bylo vyšší než výpočtový proud
- HDV se jistí v přípojkové skříni, popř. hlavním rozvaděči
- HDV musí být umístěno a provedeno tak, aby:
 - byl ztížen nedovolený odběr
 - jeho výměna byla možná bez stavebních zásahů

KABELY PRO HDV

- celoplastové kabely 1-YY

Počet a průřez žil [mm ²]	Průměr [mm]	Poloměr ohybu [mm]	Zatížitelnost [A]	
			Vzduch	Země
1x25	12	180	144	208
1x35	13	200	176	250
1x50	14	215	214	296
1x70	16	240	270	365
1x95	18	270	334	438
1x120	19	300	389	501
1x150	21	315	446	563
1x185	24	360	516	639

KABELY PRO HDV

- celoplastové kabely 1-CYKY

Počet a průřez žil [mm ²]	Průměr [mm]	Poloměr ohybu [mm]	Zatížitelnost [A]	
			Vzduch	Země
3x25+16	27	325	105	188
3x35+16	27	330	129	159
3x50+25	29	350	157	188
3x70+35	32	390	199	232
3x95+50	36	440	246	280
3x120+70	38	470	285	318
3x150+70	42	505	326	359
3x185+95	49	590	374	406

DIMENZE HDV

- minimální průřezy dle ČSN 33 2130/Z2:

Počet a průřez vodičů HDV [mm ²]		Stupeň elektrizace bytů	
		A	B
Al	Cu	Počet bytů na HDV	
4x16	4x10	≤7	≤3
4x25	4x16	8÷10	4÷5
3x35+25	3x25+16	11÷14	6÷7
3x50+35	3x35+25	15÷19	8÷10
3x70+50	3x50+35	20÷26	11÷14
3x95+70	3x70+50	27÷32	15÷19
	3x95+50	33÷46	20÷27

KONTROLA HDV

- průřez HDV je nutné zkontrolovat na úbytek napětí tak, aby mezi přípojkovou skříní a kterýmkoli rozvaděčem za elektroměrem nebyl větší, než:
 - 2% u světelného a smíšeného odběru
 - 3% u jiného odběru
- výpočet:

$$\Delta U = \frac{l \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U_s}$$

- kde: $\gamma_{Al} = 34,79 \text{ Sm/mm}^2$
 $\gamma_{Cu} = 56,05 \text{ Sm/mm}^2$

PŘÍPOJKOVÁ SKŘÍŇ (SP)

- umísťuje se na snadno přístupném místě - i bez přítomnosti odběratele (v oplocení, ve fasádě, v pilíři...)
- spodní okraj skříně má být 0,6m nad terénem, nedoporučuje se umístění výše než 1,5m
- před skříní musí být volný prostor min. 0,8m
- jištění v SP musí být alespoň o jeden (dva) stupně vyšší (z řady jmenovitých proudů), než jištění před elektroměrem
- je-li v objektu více HDV, použije se SP s možností připojení více HDV (více sad pojistek)

ELEKTROMĚROVÝ ROZVADĚČ (RE)

- RE se umísťuje na veřejně přístupné místo
 - bytové domy: chodby, schodiště (ne rameno)
 - občanská vybavenost: energocentrum, rozvodna nn
 - jednotlivé objekty (domy, chaty, garáže): vnější strana objektu, do oplocení, na hranici pozemku
- před RE musí být volný prostor 0,8m s rovnou plochou
- v RE musí být upraveny k zaplombování:
 - jistič před elektroměrem
 - svorkovnice elektroměrů, sazbového spínače nebo přijímače HDO
 - nulová (ochranná) svorkovnice (můstek)
 - kryt (oddělení živé neměřené části)

ROZVADĚČE

- podle provedení:
 - nástěnné (přisazené) – na stěnu
 - zapuštěné – do výklenku (niky) ve stěně
- přístroje jsou obvykle upevněny na DIN liště
- přívody a vývody jednotlivých obvodů mají být zavedeny do svorkovnice
- živé části přístrojů, svorkovnice, přípojnice atd. musí být chráněny krytem

ROZVADĚČ

- obsahuje:
 - hlavní vypínač (nemusí být u bytových rozvaděčů do 25A)
 - přepětovou ochranu
 - vývody pro spotřebitelské okruhy
- po návrhu schématu rozvaděče je třeba spočítat moduly přístrojů a svorky (+ prostorová rezerva)
→ rozměr rozvaděčové skříně
 - př.: návrh = 23 modulů → např. rozvaděč
 - Schneider MiniPragma (3 řady, 36 modulů)
 - Schrack WUH-3 (3 řady, 36 modulů)

PŮDORYSNÉ ŘEŠENÍ

- pozice HDS, RE a ostatních rozvaděčů
 - měření jednotlivých spotřeb bude po patrech nebo centrální?
 - kde bude přechod soustavy TN-C na TN-S (RExRB)?
 - označení rozvaděčů v půdorysech musí odpovídat schématu napájení!
- HVD, napájení bytů
 - umístění stoupacího vedení (dimenze žebříku)
 - trasy k bytovým rozvaděčům

DIMENZOVÁNÍ VODIČŮ - OBECNĚ

- Návrh:
 - volba druhu vodiče
 - pro dané prostředí
 - pro dané podmínky
 - způsob uložení vodiče
 - stanovení průřezu vodiče
 - pro určitý výkon
 - při daném uložení

ZÁSADY PŘI NÁVRHU VODIČŮ

- teplota vodičů v provozu v dovolených mezích
- hospodárný průřez
- dostatečná mechanická pevnost
 - jmenovité zatížení
 - montáž
- úbytek napětí na vodičích v dovolených mezích
- odolnost účinkům zkratových proudů

1) Dovolená provozní teplota

- nejvyšší teplota vodiče, při které může vodič trvale pracovat
- vlivy na teplotu vodiče:
 - proudové zatížení
 - okolní teplota
 - přímé sluneční záření
- jmenovitá proudová zatížitelnost I_{NV} :
 - velikost trvalého proudového zatížení při základním způsobu uložení

1) Dovolená provozní teplota

- základní uložení vodičů:
 - vodorovné, v klidném vzduchu, o teplotě 30°C
 - vodorovné, v zemi s měrným tepelným odporem 0,7 K.m.W⁻¹, v hloubce 70 cm s teplotou půdy 20°C
- dovolené proudové zatížení I_{DOV} (pro nejhorší tepelné podmínky na trase vedení):

$$I_{DOV} = (k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n) \cdot I_{NV}$$

- určení průřezu vodiče podle provozní teploty:

$$A \geq \frac{I_{DOV}}{J}$$

1) Dovolená provozní teplota

- dimenze kabelu podle zatížení a uložení:

Průřez kabelu	Způsob uložení kabelu**)			
	A	B	C	D
	I _p (A)			
1,5	10	10	10	25
2,5	16	16	16	32
4	20	25	25	40
6	32	32	32	50
10	40	40	40	63
16	50	63	50	80
25	63	80	63	125
35	80	100	80	125
50	100	125	100	160
70	125	160	125	200
95	160	200	160	250
120	160	225	200	315

**) uložení:

A - v izolační stěně

B - v trubce na stěně

C - na stěně

D - v zemi

2) Hospodárný průřez

- průřez vodiče má být takový, aby se vodič v provozu nezatěžoval větším proudem, než odpovídá hospodárné proudové hustotě
- **doba plných ztrát** τ_z – doba, po kterou vyrábíme max. ztrátový výkon za rok při zatěžování max. proudem
- pro hospodárný průřez platí (pro $\tau_z > 1000$ hod/rok a životnost min. 10 let provozu):

$$A = k \cdot I_V \cdot \sqrt{\tau_z}$$

3) Úbytek napětí

- počítá se pro daný průřez a danou délku
- zatěžováním vodičů vznikají úbytky napětí, závislé na parametrech vodičů a na velikosti zatěžovacího proudu (důležité hlavně pro paprsková vedení)

- úbytek napětí:

– jednofázová soustava:
$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot l}{A} \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{2 \cdot \rho \cdot l}{A} \cdot \frac{P}{U_f}$$

– třífázová soustava:
$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot l}{A} \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{\rho \cdot l}{A} \cdot \frac{P}{U_s}$$

3) Úbytek napětí

- dovolené úbytky napětí:
 - mezi přípojkovou skříní a domovním rozvaděčem (za elektroměrem):
 - světelný a smíšený odběr: 2%
 - odběr jiný než světelný: 3%
 - od domovního rozvaděče ke spotřebičům:
 - světelné obvody: 2%
 - obvody pro vařiče a topidla: 3%
 - ostatní obvody: 5%

4) Mechanická pevnost vodičů

- odolnost mechanickému namáhání při montáži a různých podmínkách provozu
- vodiče v budovách jsou kromě montáže vystaveny pouze působení vzájemných sil mezi vodiči → volíme minimální průřez vodičů pro napětí do 1kV
- pro venkovní vedení VN a VVN: lana AlFeX (X=3, 4, 6, 8, ... je poměr Al/Fe – čím menší X, tím je lano pevnější) – dle klimatických změn (síla větru, námraza, vlastní tíhová síla vodiče)

5) Odolnost proti zkratu

- zkratové proudy mohou být několikanásobně větší, než proudy jmenovité
- účinky zkratových proudů:
 - silové (dynamické) – hlavně u pevně uložených vodičů
 - tepelné – u volně uložených nebo zavěšených vodičů

5) Odolnost proti zkratu

- silové účinky zkratových proudů:
 - síla mezi 2 vodiči: $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$
 - intenzita el. pole ve vzdálenosti x od vodiče:

$$H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot x}$$

- max. síla: kolmo k ose vodiče:

$$H = \mu_0 \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot x} \cdot I \cdot I = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I^2}{x} \cdot I$$

- max. síla na 1 metr vodiče: $f_K = 2 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_{KM}^2}{x}$

5) Odolnost proti zkratu

- tepelné účinky zkratových proudů:
 - jsou dány působením časově proměnných zkratových proudů po dobu trvání zkratu:
 - teplo vyvinuté ve vodičích: $Q = f(R(T), i_k^2(t))$
 - zkratový proud můžeme nahradit ekvivalentním oteplovacím proudem I_{Ke} :

$$I_{Ke} = k_e \cdot I_K''$$

- průřez vodiče, vyhovující tepelnému namáhání

$$A = \frac{I_{Ke} \cdot \sqrt{t_K}}{K}$$