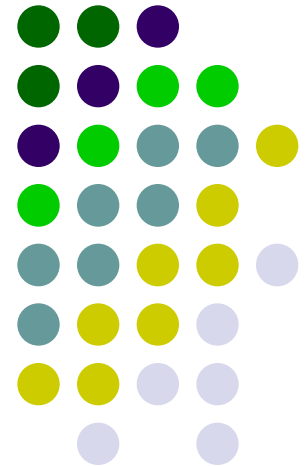


Vyšší odborná škola a Střední škola slaboproudé elektrotechniky

BOZP v elektrotechnice

2. lekce





Nebezpečné účinky elektrického proudu

Pokud lidským tělem **projde elektrický proud,**

dochází vždy k účinkům, které jsou

pro lidský organismus nebezpečné.

V takovém případě dochází k

úrazu elektrickým proudem,

což je patofyziologický účinek elektrického proudu

procházejícího tělem člověka nebo zvířete.



Nebezpečné účinky elektrického proudu

Z hlediska bezpečnosti práce s elektrickými
zařízenými je důležitý

odpor pokožky,

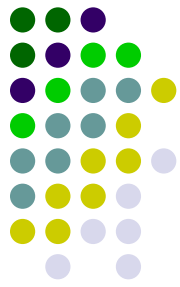
který může rozhodovat o

míře úrazu elektrickým proudem

při nechráněném dotyku s vodičem pod napětím.

Elektrický odpor těla výrazně závisí na

stavu pokožky a celého organismu.



Nebezpečné účinky elektrického proudu

Velikost impedance (zdánlivý odpor) lidského těla není u každého člověka stejná (je dána fyziologickým stavem organismu)

hodnota se pohybuje

od 1 000 do 10 000 Ω .

Průměrná hodnota pro výpočty byla stanovena na

2 000 Ω .



Nebezpečné účinky elektrického proudu

Střídavý proud vyvolává svalové křeče.

Lidské srdce je poháněno elektrickými impulsy generovanými mozkiem a pokud dojde vlivem většího proudu k narušení těchto impulsů, dojde k nepravidelnosti nebo zástavě srdečního rytmu -

fibrilace srdce.

Je to porucha elektrické aktivity uvnitř srdce, projevující se chaotickým chvěním srdce.

Pomoc - nepřímá srdeční masáž, **defibrilátor**).

Pokud není postiženému poskytnuta odborná lékařská pomoc, dochází k jeho úmrtí.



Nebezpečné účinky elektrického proudu

Stejnoseměrný proud způsobí **elektrolýzu krve**

Stejnoseměrný proud **může mít dráždivé účinky**

při zapnutí nebo vypnutí.

Průchodem proudu vzniká také teplo.

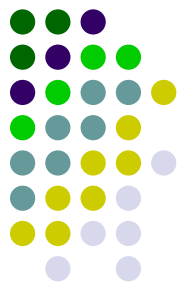
Průtokem značného proudu může dojít k vážným až smrtelným popáleninám v důsledku přeměny el. energie na teplo, což hrozí zvláště při kontaktu s **vysokým napětím**, kde odpor kůže je zanedbatelný s ohledem na napětí řádově desítky až stovky kV.

Fyziologické účinky

proudu jsou definovány jako prahové hodnoty:



- **práh vnímání** – minimální hodnota proudu, vyvolávající počinek u osoby, jejímž tělem proud prochází
0,5 až 1 mA - práh reakce el. proudu
- **práh reakce** - minimální hodnota proudu, která způsobí bezděčnou svalovou kontrakci
1 až 8 mA – podráždění v nervech, stoupaní krevního tlaku
- **mez uvolnění** - maximální hodnota proudu, při níž je osoba schopna se sama uvolnit
6 až 15 mA - způsobuje tetanickou křeč, člověk se nemůže uvolnit
25 mA – tetanická křeč dýchacího svalstva
- **práh fibrilace** srdečních komor - minimální hodnota elektrického proudu procházející lidským tělem, která způsobí fibrilace srdečních komor
60 mA – chvění srdeční komory (fibrilace), přechodná zástava
nad 80 mA - zpravidla trvalá zástava srdce.

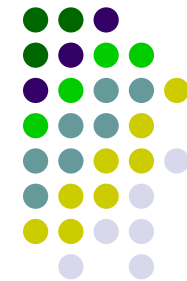


Porovnání účinku střídavého a stejnosměrného proudu:

Porovnání účinku střídavého proudu 50 Hz a stejnosměrného proudu:		
	střídavý proud	stejnoseměrný proud
0,6 - 1,5 mA	Práh vnímání, <i>pocit průchodu proudu, chvění prstů.</i>	žádný pocit,
5 - 7 mA	Křeče v rukou	svědění, pocit tepla
8 - 10 mA	Bolest v prstech, v zápěstích a pažích, lze pustit elektrodu.	větší pocit tepla
20 - 25 mA	Silná bolest, ztížené dýchání, ruce zvolna ochrnoují, nelze pustit elektrodu.	ještě větší pocit tepla, neznatelné zkrácení svalů na ruce,
50 - 80 mA	Ochrnutí dýchacích orgánů, bezvědomí, počátek chvění srdečních komor.	silný pocit zahřívání, křeče, ztížené dýchání
90 - 100 mA	Ochrnutí dýchacích orgánů, zastavení krevního oběhu, chvění srdečních komor, oblast smrtelných proudů.	ochrnutí dýchacích orgánů, tepelné a elektrolytické účinky na nervový systém,

Smrtelné účinky elektrického proudu jsou způsobeny současným ochromením dýchacích orgánů a srdce, jen zřídka samotným ochrnutím srdce.

Nebezpečí úrazu elektrickým proudem



K úrazu může dojít

➤ **dotykem**

nebo

➤ **přiblížením**

k částem pod napětím!

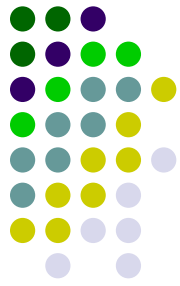


Nebezpečí úrazu elektrickým proudem

Proud může protékat postiženým tělem, jestliže nastane ...

- **Jednopolový dotyk** - při dotyku nebezpečných živých částí proti zemi
- **Dvoupólový dotyk** - při současném dotyku nebezpečných živých částí různé polaroty nebo rozdílných potenciálů

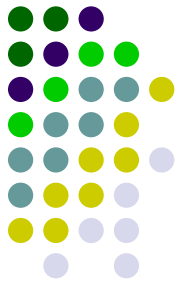
Nebezpečí úrazu elektrickým proudem



Další nežádoucí účinky mohou vzniknout při :

- Užití elektrického oblouku v technologických zařízeních (vysoké teploty, záření oblouku apod.)
- Vypnutí velkých proudů (zkraty)
- Působení elektrického a elektromagnetického pole

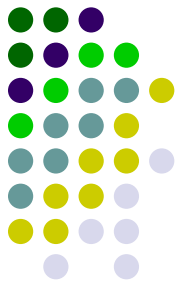
Nebezpečí úrazu elektrickým proudem



Nebezpečí závisí na

- velikosti proudu
- frekvenci
- tvaru vlny nebo pulsu
- době, po kterou prochází proud organismem
- dráze proudu lidským tělem

Nejdůležitější normy pro bezpečnost v elektrotechnice



Většina technických norem jsou

normy pro výrobky, které stanoví požadavky na provedení výrobků tak, aby vyhovovaly bezpečnostním předpisům.

Vedle těchto norem jsou pro vlastní činnost kvalifikovaného elektrotechnika velmi důležité dvě oblasti:

- Předpisy pro **zařízení**
- Předpisy pro **obsluhu**



ČSN 33 2000 Elektrotechnické předpisy

Část norem, které se zabývají prováděním elektrických instalací.

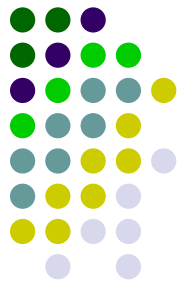
Jsou reprezentovány především souborem norem

ČSN 33 2000 Elektrotechnické předpisy,

které vycházejí ze souboru mezinárodních norem IEC 364, jež jsou v rámci evropských zemí zaváděny prostřednictvím evropských norem - souboru harmonizačních dokumentů HD 384.

V tomto souboru jsou již novelizovány bezpečnostní požadavky dříve snad nejdůležitější elektrotechnické normy ČSN 34 1010, kterou tato norma vlastně nahradila.

(Tato norma je částí souboru norem ČSN 33 2000, do kterého jsou přebírány normy IEC 364 podle ČSN 33 2000 část 1.)



ČSN EN 50110-1

Obsluha a práce na elektrických zařízeních.

Druhou nejdůležitější oblastí jsou

pracovní a provozní elektrotechnické předpisy

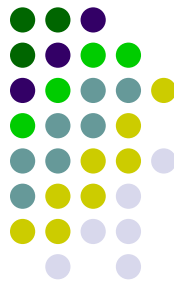
reprezentované především normou **ČSN EN 50110-1**

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 50110-1:1996.

Norma se zabývá obsluhou a prací na elektrických zařízeních, s elektrickými zařízeními nebo v jejich blízkosti

Tato norma od 1.ledna 2006 nahradila ČSN 34 3100 - Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních, včetně některých norem souvisejících.

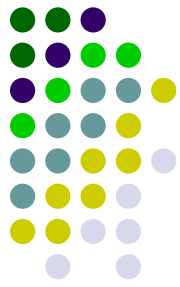
Rozsah platnosti souboru norem ČSN 33 2000



Soubor stanoví základní podmínky pro zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem a platí v těchto objektech

- obytných budovách
- obchodních a kancelářských budovách
- objektech občanského vybavení
- průmyslových objektech
- zemědělských objektech
- objektech z prefabrikovaných dílů
- pojízdných prostředcích, obytných vozech, autokempech apod.
- staveništích, výstavách, zábavních a jiných dočasných objektech
- elektrických rozvodných zařízeních
- zařízeních elektrické trakce
- elektrických zařízeních v dolech

Rozsah platnosti souboru norem ČSN 33 2000



Soubor stanoví základní podmínky pro zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem, ale nevztahuje se na

- elektrická zařízení automobilů, lodí, letadel
- zařízení pro potlačení radiového rušení (pokud radiové rušení nemůže ohrožovat bezpečnost rozvodů)
- elektrické ohradníky a poháněče hospodářských zvířat
- ochranu budov před bleskem

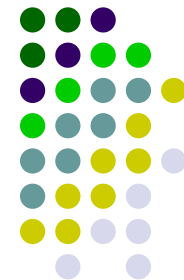
Soubor norem ČSN 33 2000



V současné době soubor obsahuje 7 částí

- Část 1: ROZSAH PLATNOSTI, ÚČEL A ZÁKLADNÍ HLEDISKA
- Část 2: DEFINICE
- Část 3: STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH CHARAKTERISTIK
- Část 4: BEZPEČNOST
- Část 5: VÝBĚR A STAVBA ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ
- Část 6: REVIZE
- Část 7: ZAŘÍZENÍ JEDNOÚČELOVÁ A VE ZVLÁŠTNÍCH OBJEKTECH

Základní požadavky pro ochranu před úrazem elektrickým proudem.



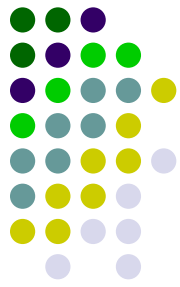
- ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ochrana před nadproudy
- ochrana před poruchovými proudy
- ochrana před přepětím

Definice



- **úraz elektrickým proudem** - fyziologický účinek elektrického proudu procházejícího tělem člověka nebo zvířete
- **elektrické zařízení** - jakýkoli prvek použitý pro takové účely, jako je výroba, přeměna, přenos, uchovávání, rozvod nebo použití elektrické energie, jako jsou stroje, transformátory, přístroje, měřicí zařízení, ochranná zařízení, zařízení pro systémy vedení, spotřebiče
- **neživá část** - vodivá část zařízení, které se lze dotknout a která není obvykle živá, ale může se stát živou v případě poruchy základní izolace
- **dotykové napětí** - napětí mezi vodivými částmi, kterých se osoba dotýká současně
- **základní izolace** - izolace nebezpečných živých částí, která zajišťuje základní ochranu
- **pospojování** - elektrické spoje (zajištění elektrických spojení) mezi vodivými částmi za účelem vyrovnání potenciálů
- **ochranný vodič**, PE - vodič určený pro zajištění bezpečnosti
- **vodič PEN** - vodič slučující funkci ochranného vodiče a středního vodiče

Definice



- **vysoké napětí (HV)** - normálně převyšuje AC 1 000 V nebo DC 1 500 V
- **nízké napětí (LV)** - normálně **nepřevyšuje AC 1 000 V** nebo DC 1 500 V
- **malé napětí (ELV)** - jakékoli napětí, které normálně nepřevyšuje 50 V u střídavého proudu (AC) nebo 120 V u stejnosměrného proudu (DC) buď mezi vodiči nebo vodiči a zemí
- **sít' SELV** - elektrická síť, v níž napětí nemůže přesáhnout hodnoty ELV:
 - za normálních podmínek
 - za podmínek jedné poruchy včetně zemních poruch v jiných obvodech
- **sít' PELV** - elektrická síť, v níž napětí nemůže přesáhnout ELV:
 - za normálních podmínek
 - za podmínek jedné poruchy s výjimkou zemních poruch v jiných obvodech

Definice



- **dotykové napětí** jako napětí, které se vyskytuje během poruchy izolace mezi částmi současně přístupnými dotyku
- **nebezpečný dotyk** je dotyk vodivé části s nebezpečným napětím při kterém může dojít k uzavření elektrického obvodu přes lidské tělo
- **část živou a neživou**, ale také cizí vodivou část, která může přivést potenciál, i když není součástí elektrické instalace
 - **živá část** je vodivá část, na které je trvale nebezpečný potenciál proti zemi nebo jiné části přístupné dotyku
 - **neživá část** je vodivá část, na které za normálních okolností napětí není, ale při poruše izolace by se mohla stát živou částí, a zde je nutno rozlišit též nebezpečnou živou část od části, která i když živá je, nemůže nebezpečí způsobit (bezpečné napětí)

Rozdělení elektrických zařízení do kategorií



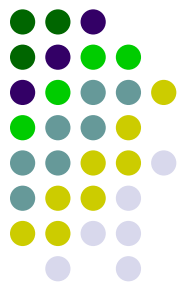
- silová zařízení jsou zařízení sloužící k výrobě, přeměně, přenosu a rozvodu elektrické energie
- sdělovací zařízení jsou zařízení sloužící k přenosu, zpracování, záznamu a reprodukci informací v jakékoliv formě
- řídicí zařízení slouží k ovládání, měření, řízení ochrany, sledování a kontrole ostatních el. zařízení
- zvláštní zařízení slouží zvláštním účelům, jiným než zařízení silová, sdělovací nebo řídicí (např. elektrická, zdravotnická nebo laboratorní zařízení)



Rozdělení elektrických zařízení do kategorií

Kategorie napětí	Označení napětí	Název zařízení	Jmenovité napětí		
			v uzemněné soustavě		v izolované soustavě
			mezi vodičem a zemí	mezi vodiči	mezi vodiči
1.	2.	3.	4.	5.	6.
I	mn	Zařízení malého napětí	do 50 V AC včetně do 120 V DC	do 50 V AC včetně do 120 V DC	do 50 V AC včetně do 120 V DC
II	nn	Zařízení nízkého napětí	nad 50 V do 600 včetně	nad 50 V ¹⁾ do 1000 V AC včetně do 1500 V DC	nad 50 V ¹⁾ do 1000 V AC včetně do 1500 V DC
A	vn	Zařízení vysokého napětí	nad 0,6 kV a menší než 30 kV	nad 1 kV a menší než 52 kV	nad 1 kV a menší než 52 kV
B	vvn	Zařízení velmi vysokého napětí	od 30 kV a menší než 171 kV	od 52 kV a menší než 300 kV	od 52 kV a menší než 300 kV
C	zvn	Zařízení zvlášt' vysokého napětí	-	Od 300kV do 800 kV včetně	-
D	uvn	Zařízení ultra vysokého napětí	-	Nad 800 kV	-

¹⁾ Sdělovací zařízení s napětím mezi vodiči v izolované soustavě do 85 V včetně se pokládají za zařízení nn. Sdělovací zařízení se jmenovitým napětím 60 V proti zemi a vyzváněcí obvody s napětím do 150 V se budují podle předpisů pro zařízení malého napětí a ověřují se při zkoušce elektrické odolnosti napětím 500 V



Rozdělení elektrických zařízení do kategorií

Trojfázové čtyřvodičové nebo trojvodičové sítě

Jmenovité napětí sítě (jmenovitý kmitočet 50 Hz)	230 V/400 V *	400 V/690 V *	1 000 V
<p>* Z jmenovitých napětí stávajících sítí 220/380 V a 240/415 V se musí postupně přecházet na doporučenou hodnotu 230/400V. Je nutné, aby přechodné období bylo co nejkratší a nemá překročit rok 2003. V průběhu tohoto období mají v první fázi dodavatelé elektrické energie v zemích se sítí 220/380 V přejít na napětí 230/400 V +6 %, -10 % a v zemích se sítí 240/415 V +10 %, -6 %. Na konci přechodového období má být dosaženo odchylky 230/400 V ±10 %, potom bude zvaženo zmenšení rozsahu odchylek. Vše výše uvedené platí také pro stávající hodnotu 380/660 V s ohledem na doporučenou hodnotu 400/690 V.</p>			



Rozdělení elektrických zařízení do kategorií

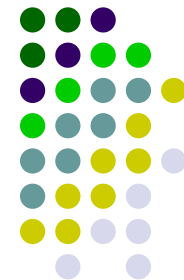
Elektrická zařízení se podle druhu proudu dělí na zařízení

- stejnosměrná (ss)
- střídavá (st)

Silová zařízení se dělí na

- jednofázová
- trojfázová
- vícefázová

Rozdělení elektrických zařízení do kategorií



Podle nebezpečí úrazu elektrickým proudem se elektrická zařízení dělí na ...

- **silnoprúdá** - zařízení, v kterých se při obvyklém používání mohou objevit proudy nebezpečné osobám, užitkovým zvířatům majetku a věcem a
- **slaboprúdá** – elektronika apod.



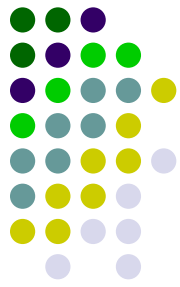
Prostory z hlediska nebezpečí úrazu el. proudem

Prostory normální

Jsou to prostory takové, v nichž používání elektrického zařízení je **bezpečné**.

Jsou to prostory s normálními vnějšími vlivy.

Prostory z hlediska nebezpečí úrazu el. proudem



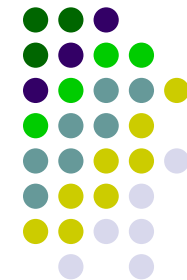
Prostory nebezpečné

Působením vnějších vlivů je buď přechodné, nebo stálé **nebezpečí úrazu elektrickým proudem**.

Jsou to zejména prostory ...

- horké (s teplotou, která dosahuje 60°C)
- vlhké, s atmosférickými vlivy
- s nebezpečím koroze
- s elektrostatickým nábojem
- elektromagnetickým zářením a unikajícími proudy
- s nebezpečím poškození rostlinstvem nebo živočichy

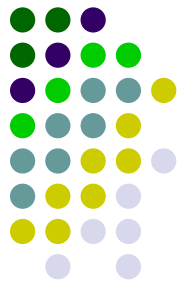
Prostory z hlediska nebezpečí úrazu el. proudem



Prostory zvlášt' nebezpečné

působením zvláštních okolností nebo vnějších vlivů dochází ke **zvýšenému nebezpečí** úrazu elektrickým proudem

- mokré
- s tryskající vodou
- práce ve vodě
- v kotlích a kovových nádržích
- s nebezpečím trvalé koroze
- se silnými rázy a vibracemi
- s nebezpečím požáru hořlavých kapalin, pokud jsou kapaliny vodivé



Prostory z hlediska nebezpečí úrazu el. proudem

Prostory se z hlediska elektrického úrazu posuzují podle **nejnebezpečnějšího vnějšího vlivu** (prostředí), příp. jejich kombinací.

Podrobnou klasifikaci dle vnějších vlivů (prostředí) stanoví

ČSN 33 2000-3 Stanovení základních charakteristik

O určení vnějších vlivů a opatření, která určené vnější vlivy podmiňují, **musí být písemný doklad – protokol.**

U prostorů či objektů normálních ve smyslu ČSN 33 2000-5-51 není nutno protokol vypracovávat.



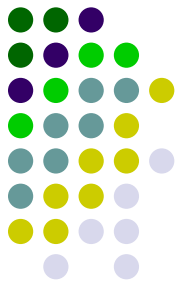
Meze bezpečných malých napětí

Norma CSN 33 2000-4-41 stanoví meze bezpečných napětí podle prostoru ve které se elektrické zařízení nachází:

Prostory	Při dotyku částí (při obsluze)	Bezpečné malé napětí živých částí [V]	
		střídavé	stejnoseměrné
Normální	živých	50	100
	neživých	50	120
Nebezpečné *)	živých	25	60
	neživých	50	120
Zvlášť nebezpečné	živých	12	25
	neživých	25	60

*) V příslušné normě lze hodnoty bezpečných malých napětí stanovit i jinak, pokud to souhrn podmínek (určujících nebo ovlivňujících nebezpečí úrazu elektrickým proudem) vyžaduje.

Pravidla ochrany před úrazem el. proudem:



Základní ochrana

zajišťuje, že nebezpečné živé části nesmějí být za normálních podmínek přístupné - zde jsou provedena jen bezpečnostní opatření před přímým průtokem el. proudu tělem osob nebo zvířat: Tedy jen před nebezpečným dotykem živých částí, což se zajišťuje

- pomocí izolace
- kryty nebo přepážkami
- zábranou
- polohou
- doplňkovou ochranu proudovým chráničem s jmenovitým reziduálním proudem nepřesahujícím 30mA

Pravidla ochrany před úrazem el. proudem:



Ochrana při poruše

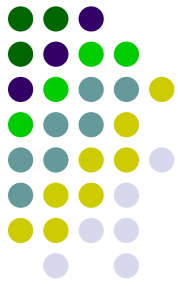
Zajišťuje, že přístupné vodivé části, nesmějí být nebezpečné, ani za normálních podmínek, ani za podmínek jedné poruchy. Tedy části, které obvykle nejsou živé, ale při poruše se mohou stát živými.

Ochrana při poruše je tedy ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí v případě poruchy.

Jejich úkolem je samočinně (automaticky) odpojit zařízení od zdroje v případě poruchy, kdy může vzniknout nebezpečí dotykového napětí na neživých částech.

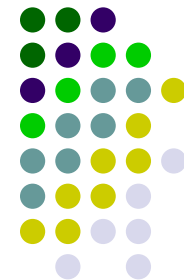
Pro ochranu před nebezpečným dotykem živých částí i neživých částí při normálním provozu i v případě poruchy jsou postačující obvody malých bezpečných napětí SELV a PELV do 50V AC a 100 V DC.

Způsob zajištění ochrany před úrazem el. proudem:



- **zabránit průchodu proudu** tělem osoby nebo zvířete
- **omezit procházející proud** tělem na bezpečnou hodnotu

Způsob zajištění ochrany před úrazem el. proudem:



Přístupné vodivé části

- nesmí být nebezpečné živé a ty nesmějí být přístupné za normálních podmínek, ani za podmínek jedné poruchy

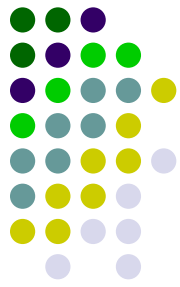
Toho dosáhneme např.:

- dalším ochranným opatřením, nezávislým na základní ochraně
- prostředkem zvýšené ochrany, kterým se zajišťuje jak základní ochrana, tak ochrana při poruše
- ochrana dvěma nezávislými ochrannými prostředky

Ochranná opatření se nesmějí navzájem nijak ovlivňovat.

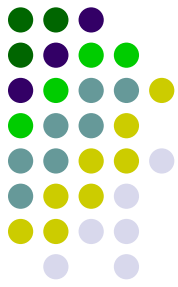
Selhání jednoho z nich nesmí narušit funkci toho druhého. Současné selhání obou opatření se považuje za nepravděpodobné.

Způsob zajištění ochrany před úrazem el. proudem:



U všech elektrických zařízení se

- musí provést některé z opatření k zajištění ochrany před nebezpečným dotykem živých částí
- Všechny ochranné prostředky musí být navrženy tak, aby po celou dobu životnosti instalace, systému, sítě nebo zařízení, byly účinné.
- Základní ochrana musí být tvořena pomocí jednoho nebo více prostředků bránících za normálních podmínek dotyku nebezpečných živých částí.
- **Dotyk živé části**, může být nazýván též jako **přímý dotyk**.



Závěrem této lekce si zapamatujeme

Ochrana **živých částí** je považována za

ochranu základní

Ochrana **neživých částí**, kde za normálních podmínek napětí není, ale v případě poruchy by se zde nebezpečné napětí vyskytnout mohlo, je nazývána

ochranou při poruše