

Prostředky základní ochrany (dříve označována jako – ochrana před dotykem živých částí)

Základní ochrana je tvořena pomocí jednoho nebo několika prostředků, které za normálních podmínek brání tomu, aby se člověk mohl dotknout nebezpečných živých částí. Jednotlivé prostředky základní ochrany jsou:

- základní izolace
- přepážky, kryty, zábrany a ochrany polohou
- omezení napětí, ustáleného dotykového proudu a náboje
- řízení potenciálu.

V instalacích nn se používá základní izolace, přepážky a kryty, pro instalace nn, které jsou v budovách, v nichž jsou laici, se nesmí používat ochrana zábranou a polohou.

Základní izolace

Pokud je použit prostředek ochrany základní jako **základní izolace**, tak ta musí bránit dotyku nebezpečných živých částí. Pro tuto izolaci jsou požadavky, které se ověřují jak při výrobě zařízení, tak během životnosti zařízení (*např. pravidelné revize*).

Barvy a další podobné materiály se samy o sobě v normálním provozu za přiměřenou ochranu před úrazem elektrickým proudem nepovažují. Tyto materiály totiž nevyhovují požadavkům z hlediska el. pevnosti. Jejich účel je chránit živé části před působením vnějších vlivů, ne však před dotykem živých částí.

Jako **základní izolaci** si obvykle představujeme materiál (*tuhý nebo kapalný izolant*) zcela obklopující živou část. Jako základní izolace však může být používán i plyný izolant, nejčastěji vzduch. V tom případě je však nutné dotyku zabránit umístěním živých částí v krytu nebo umístěním přepážek či zábran mezi živou část a předpokládaný směr přístupu k živým částem.

Tab. 1: Rozdělení izolačních materiálů

Plynné izolanty	Vzduch Ostatní plyny	
Kapalné izolanty	Přírodní izolační oleje rostlinné	Kabelové Transformátorové a spínačové Kondenzátorové
	Minerální oleje	získané z ropy, poškozují životní prostředí
	Syntetické izolační kapaliny	Polymeráty nenasycených uhlovodíků Chlorované uhlovodíky Fluorované uhlovodíky Organické étery Tekuté silikonové polymery
Tuhé ústojné izolanty	Přírodní pryskyřice Vosky, bitumeny, kompaudy Elektroizolační laky Dřevo, papír, lepenka Textilní izolanty Izolanty na bázi celulózy Termosety Kaučuky	
Tuhé neústojné izolanty	Přírodní minerály Lakované izolanty Plátované elektroizolační materiály	

Přepážky, kryty, zábrany a ochrana polohou

Přepážky a kryty

Přepážky nebo kryty jsou určeny k tomu, aby zabráňovaly jakémukoliv dotyku živých částí:

- u nízkonapěťových instalací, systémů a zařízení přístupu k nebezpečným živým částem zajištěním stupně ochrany před úrazem elektrickým proudem alespoň IP XXB (odpovídá také IP 2X)
- u vysokonapěťových instalací, systémů a zařízení přístupu do ochranného prostoru zajištěním stupně ochrany před úrazem elektrickým proudem alespoň IP XXB (odpovídá také IP 2X).

Přepážky a kryty musí mít dostatečnou mechanickou pevnost a trvanlivost pro udržování stanoveného stupně ochrany. Musí být pevně zajištěny na svém místě.

Je-li nutné otevřít kryty, odstranit přepážky nebo odstranit části krytů, musí to být možno pouze:

- s použitím klíče nebo nástroje
- nebo po odpojení nebezpečných živých částí od napájecího obvodu tam, kde by kryt již nezajišťoval ochranu; obnovení napájení smí být možné pouze po opětovném umístění přepážek nebo částí krytu nebo po uzavření dvířek
- kde vnitřní přepážka, zajišťující krytí aspoň IP 2X, je odstranitelná pouze pomocí klíče nebo nástroje.

Značení stupně krytí

Stupeň krytí se označuje kódem IP XX YZ, kde písmena IP vyjadřují mezinárodní označení krytí (*ingress protection*), XX je charakteristické dvojčíslí, Y je přídavné a Z doplňkové písmeno. Písmena Y a Z jsou nepovinná.

První číslice vyjadřuje stupeň krytí před nebezpečným dotykem živých částí a před vniknutím cizích pevných těles.

Druhá číslice vyjadřuje stupeň krytí před vniknutím vody.

Tab. 1: Způsob označování krytí

POPISNÉ SCHÉMA: IP 12XY	
1	První číslice popisuje stupeň ochrany osob před nebezpečným dotykem a stupeň ochrany zařízení před vniknutím cizích předmětů.
2	Druhá číslice popisuje stupeň ochrany před vniknutím vody.
X	Přídavné písmeno (nepovinné). Udává stupeň ochrany osob před dotykem nebezpečných částí, je-li skutečná ochrana osob před dotykem nebezpečných částí vyšší než ochrana, kterou udává první charakteristická číslice, nebo je-li první charakteristická číslice nahrazena písmenem X. Může nabývat hodnot A, B, C nebo D.
Y	Doplňkové písmeno (nepovinné) se používá k doplňkovým informacím, doposud používaná písmena jsou H, M, S, W.

Tab. 2: Stupeň krytí před vniknutím cizích předmětů

První číslice v označení stupně krytí	Stupeň krytí	
	před nebezpečným dotykem	před vniknutím cizích předmětů
IP 0x	bez ochrany	bez ochrany
IP 1x	dlaní	velkých = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 50 mm
IP 2x	prstem	malých = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 12,5 mm
IP 3x	nástrojem	drobných = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 2,5 mm
IP 4x	nástrojem	velmi drobných = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 1 mm
IP 5x	jakoukoli pomůckou	prachu částečně = ochrana před prachem
IP 6x	jakoukoli pomůckou	prachu úplně = prachotěsné (prach nesmí narušit činnost elektrického zařízení)

Tab. 3: Stupeň krytí před vniknutím vody

Druhá číslice v označení stupně krytí	Stupeň krytí před vniknutím vody
IP x0	bez ochrany
IP x1	kapající = ochrana před kapkami vody dopadajícími svisle
IP x2	kapající při sklonu do 15° = ochrana před kapkami vody dopadajícími pod úhlem do 15° od svislice
IP x3	šikmo dopadající = ochrana před deštěm dopadajícím pod úhlem do 60° od svislice
IP x4	stříkající = ochrana před stříkající vodou dopadající v libovolném směru
IP x5	tryskající v libovolném směru = ochrana před tryskající vodou
IP x6	při vlnobití = ochrana před intenzivně tryskající vodou a vlnobitím
IP x7	při ponoření = ochrana před dočasným ponořením do vody (omezeno tlakem a časem)
IP x8	při trvalém ponoření pod tlakem = ochrana při trvalém ponoření do vody (případná vniklá voda nesmí narušit činnost elektrického zařízení)
IP x9	vysokotlaké stříkající kapaliny s vysokou teplotou

Poznámka: Krytí IP69K je určeno pro aplikace, kde se vyskytují vysokotlaké stříkající kapaliny s vysokou teplotou. Číslice "6" se týká externí ochrany proti prachu. "9" znamená ochranu proti tryskající kapalině pod vysokým tlakem, „K“ znamená, že použitá voda má vysokou teplotu.

Tab. 4: Význam písmen u krytí

Přídavné písmeno	Význam
A	Chráněné před dotykem nebezpečných částí hřbetem ruky, zkouší se koulí o průměru 50 mm
B	Chráněné před dotykem nebezpečných částí prstem, zkouší se článkovým zkušebním prstem o průměru 12 mm a délce 80 mm
C	Chráněné před dotykem nebezpečných částí nástrojem, zkouší se sondou o průměru 2,5 mm a délky 100 mm
D	Chráněné před dotykem nebezpečných částí drátem, zkouší se sondou o průměru 1,0 mm a délky 100 mm
H	Zařízení vysokého napětí
M	Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody za pohybu pohyblivých částí
S	Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody jsou-li pohyblivé části v klidu
W	Vhodné pro použití za stanovených povětrnostních podmínek

Zábrany

Zábrana není přímo součástí elektrického zařízení. Má zamezit nahodilému dotyku se živou částí a chrání před neúmyslným přiblížením se k živé části. Nechrání při úmyslném dotyku nebo při úmyslném obejití zábrany. Může být odstraněna bez použití klíče nebo nástroje, ale musí být zajištěna tak, aby se nedala neúmyslně odstranit.

Provedení zábrany závisí na tom, jakou elektrotechnickou kvalifikaci mají pracovníci, kterým je prostor přístupný. Zábrany jsou určeny k ochraně osob znalých nebo poučených, nejsou však určeny k ochraně laiků.

Zábrany jsou vyrobeny z izolantu. Pro zařízení do 1 kV musí být zábrana z izolantu od živých částí vzdálena u vnitřních zařízení alespoň 15 cm a u venkovních zařízení alespoň 20 cm. (Je-li zábrana z izolantu vyzkoušeného na dvojnásobek jmenovitého napětí zařízení, je možno tuto vzdálenost pro zařízení do 1 kV snížit až na 5 cm.) Se zvyšujícím se napětím se vzdálenosti od živých částí zvyšují. Pro 220 kV je pak minimální vzdálenost zábrany od živých částí 210 cm (uvnitř postačí 190 cm).

Příkladem ochrany zábranou je např. oplocení, uzamčení, mříž, pletivo, ohrazení provazem, tyčí, zábradlím apod.

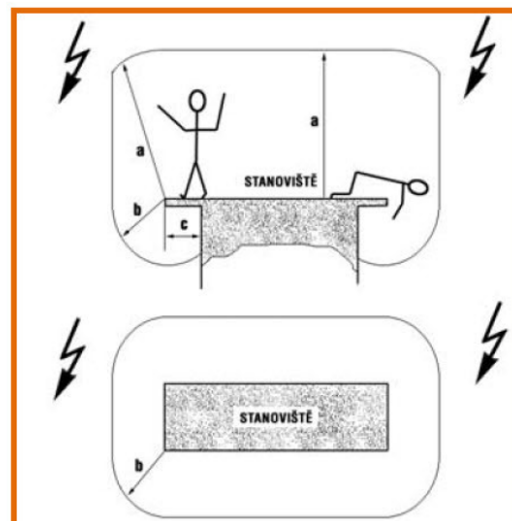
Ochrana polohou

Ochrana polohou má zabránit nahodilému dotyku se živou částí. Princip ochrany spočívá v umístění živé části mimo dosah. Bez použití zvláštních pomůcek není možno se živé části dotknout. Příkladem je holé venkovní nebo trakční vedení.

Na obrázku je vyznačen dosah ruky **a** ve směru nahoru od stanoviště, **b** ve směru do stran od stanoviště, jestliže se předpokládá, že dosah od stanoviště v tomto směru je omezen nějakou zábranou (zábradlím, drátěným pletivem apod.), **c** je dosah ruky pod stanovištěm.

Hodnoty **a, b, c** jsou uvedeny v tabulce.

Obr. 1: Dosah ruky od stanoviště osob



Tab. 5: Minimální vzdálenosti živých částí od stanoviště při ochraně polohou

Charakter stanoviště		Vzdálenosti podle obr. 35 [m]		
		a	b	c
nepřístupné laikům a pracovníkům seznámeným	vnitřní do 1 000 V	2,5	1,25	0,75
	venkovní do 1 000 V	2,7	1,5	
	vnitřní i venkovní do 30 kV proti zemi			
přístupné laikům i pracovníkům seznámeným	vnitřní i venkovní do 30 kV proti zemi	5	3	

Omezení napětí, ustáleného dotykového proudu a náboje

Omezení napětí

Omezení napětí musí zajišťovat, že napětí mezi dvěma současně přístupnými částmi nepřekročí příslušné meze malého napětí. Toto opatření pro základní ochranu ještě není opatřením zajišťujícím kromě základní ochrany i ochranu při poruše. Ochrana se používá u elektrických zařízení třídy ochrany III.

Tab. 1: Rozdělení zařízení podle napětí

Tab. 1: Rozdělení zařízení podle napětí

Zařízení	Označení napětí	Kategorie napětí, resp. napěťové pásmo	Jmenovité napětí v soustavě		
			uzemněné		izolované
			mezi vodičem a zemí	mezi vodiči	mezi vodiči
1	2	3	4	5	6
malého napětí	mn (ELV)**)	I	do 50 V*) včetně		
nízkého napětí	nn (LV)**)	II	nad 50 V do 600 V včetně	nad 50 V do 1 000 V*) včetně	
vysokého napětí	vn (HV)**)	A	nad 0,6 kV a menší než 30 kV	nad 1 kV*) a menší než 52 kV	
velmi vysokého napětí	vvn	B	od 30 kV a menší než 171 kV	od 52 kV a menší než 300 kV	
zvlášť vysokého napětí	zvn	C	—	od 300 kV do 800 kV včetně	—
ultra vysokého napětí	uvn	D	—	nad 800 kV	—

*) Pro stejnosměrná zařízení je hranicí mezi malým a nízkým napětím 120 V, hranicí mezi nízkým a vysokým napětím je pro stejnosměrná zařízení 1 500 V.

**) ELV – zkratka anglického *extra low voltage*, LV – zkratka anglického *low voltage*, HV – zkratka anglického *high voltage*.

Zdrojem malého napětí ELV (Extra low voltage) mohou být:

- zdroje nezávislé na obvodech s jiným napětím:
 - elektrochemický zdroj, např. akumulátor
 - generátor, např. se spalovacím motorem
- zdroje závislé na obvodech s jiným napětím, které však musí obsahovat izolační bariéru na úrovni dvojité izolace:
 - bezpečnostní ochranný transformátor
 - Motorgenerátor
 - izolovaný elektronický zdroj s výstupem s napětím ELV.

Tab. 2: Meze bezpečných jmenovitých napětí v závislosti na prostorech

Prostory	Při dotyku	Maximální jmenovité napětí	
		efektivní střídavé (V)	stejnosměrné (V)
Normální i nebezpečné	přímém (živých částí)	25	60
	nepřímém (neživých částí)	50	120
Zvláště nebezpečné	přímém (živých částí)	-	-
	nepřímém (neživých částí)	12	25 (30)

Omezení ustáleného dotykového proudu a náboje

Účelem této ochrany je zajistit, aby byl proud protékající lidským tělem v důsledku přímého či nepřímého dotyku částí elektrických zařízení omezen na hodnotu, která nemůže být nebezpečná nebo citelná.

Předpokládáme, že odpor lidského těla je $2000\ \Omega$, pak při jeho připojení na části současně přístupné dotyku nesmí přes něj téci proud, který by byl nebezpečný pro lidský organismus. Totéž platí i pro elektrický náboj, který by se přemístil z jedné uvažované části na druhou. Byly stanoveny následující doporučené a mezní hodnoty proudu a náboje.

Tab. 3: Mezní hodnoty proudu a náboje

	Mezní proud I		Mezní nahromaděný náboj Q
	Střídavý $\sim$	Stejnoseměrný $=$	
Doporučená hodnota	0,5 mA	2 mA	0,5 μC
Mezní hodnota	3,5 mA	10 mA	50 μC

- doporučuje se, aby nahromaděný náboj mezi současně přístupnými vodivými částmi nepřekročil 0,5 μC (*práh vnímání*); může být stanoveno 50 μC (*práh bolesti*)
- v některých technických normách mohou být stanoveny i vyšší hodnoty nahromaděného náboje a ustáleného proudu - například u částí speciálně určených k tomu, aby podnítily reakci na bolest (*například elektrické ohradníky*)
- při výrobě zařízení využívajícího takových účinků je třeba si uvědomit, že nesmí být překročen práh komorové fibrilace. Některá speciální zařízení však pracují i s proudy a náboji, které mohou srdeční fibrilace vyvolat. Jedná se o zdravotnické elektrické přístroje, pro něž platí speciální technické normy.

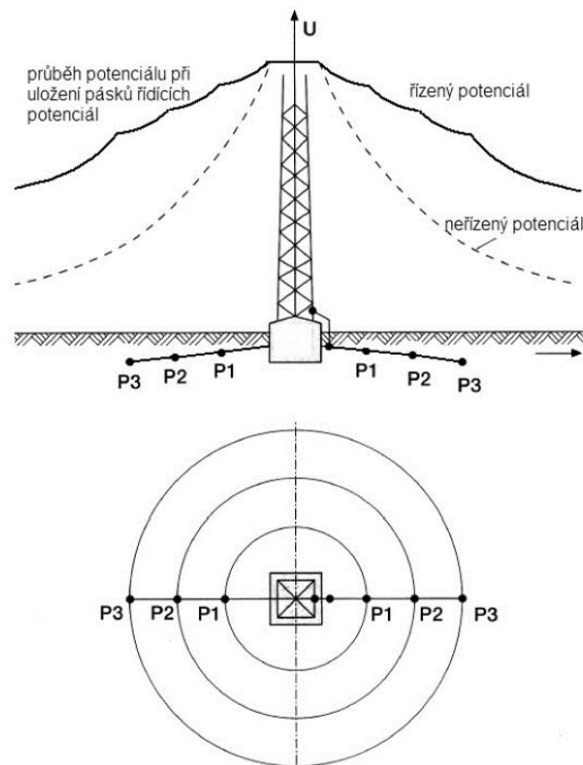
Řízení potenciálu

Toto opatření se uplatňuje u vysokonapěťových instalací, sítí a zařízení. Tam musí být osoby chráněny před nebezpečným krokovým a dotykovým napětím, a to i v případech, kdy je zařízení v normálním bezporuchovém provozním stavu.

Příkladem zařízení, kde se řízení potenciálů uplatňuje, je trakce (vedení), v nichž mohou vznikat velké zemní proudy. Řízení potenciálu se používá ve vysokonapěťových sítích pro rozvod elektrické energie, v rozvodnách a jiných energetických zařízeních. V těchto případech ovšem není řízení potenciálů prostředkem základní ochrany, ale slouží vlastně jako ochrana při poruše.

Například při zemním spojení v sítích vysokonapěťových, což je poruchový stav, stoupne napětí na uzemnění celé stanice. Kdyby toto napětí bylo soustředěno do jednoho místa, bylo by nebezpečné.

Obr. 1: Účinek řízení potenciálu okolo stožáru vn



Požadavky na prostředky základní ochrany

Izolační odpor elektrických zařízení

Aby elektrické zařízení nemohlo ohrožovat ty, kteří s ním zacházejí, je v první řadě zajištěno základní ochranou (*ochranou před dotykem živých částí*). Ta je provedena **základní izolací**, a to i když přepážky a kryty brání přístupu k živým částem. I tyto ochranné části, pokud samy nejsou z izolantu, musí být od živých částí odděleny izolací. Důležité je vědět, že tato základní izolace musí mít tak velký izolační odpor, aby proud, který jí může procházet, byl menší než je prahová hodnota jeho vnímání, popř. aby tuto hodnotu příliš nepřekračoval.

Krytí – IP a IK kód

Ochrana krytím by se měla správně uvádět jako ochrana krytem. Účelem tohoto opatření je zakrýt (*krytem nebo přepážkami*) elektrické zařízení tak, aby:

- do něj nemohly **vnikat cizí předměty**
- nebylo možno se **dotknout částí pod napětím**
- do zařízení nemohla **pronikat voda** nebo jiné kapaliny.

Krytí elektrického zařízení je stupňované. Stupeň ochrany krytem se volí s ohledem na prostředí, v němž je zařízení umístěno a podle nebezpečí dotyku živých částí.

Krytí slouží nejen k ochraně před úrazem elektrickým proudem, ale i před vniknutím **cizích předmětů** a, pokud zařízení může být vystaveno působení **vody**, také před jejím vniknutím.

Stupně ochrany krytem před vniknutím cizích předmětů, před vniknutím vody **IP kódem**.

Tab. 1: Význam jednotlivých písmen a číslic IP kódu

IP	2	3	C	H
Písmena kódu	První charakteristická číslice	Druhá charakteristická číslice	Přídavné písmeno	Doplňkové písmeno
(Ingress Protection = ochrana proti vniknutí)	(0 až 6 – označuje stupeň ochrany před vniknutím cizích těles a před dotykem nebezpečných částí)	(0 až 9 – označuje stupeň ochrany před vniknutím vody)	(nepovinné) A, B, C, D – označuje stupeň ochrany před dotykem	(nepovinné) H, M, S, W – označuje doplňkové vlastnosti krytí

Tam, kde se nevyžaduje uvedení charakteristické číslice, uveďte se na jejím místě písmeno X (nebo XX, není-li nutné uvádět žádnou číslici). Přídavné a doplňkové písmeno může být vynecháno, aniž by bylo něčím nahrazeno.

Tab. 2: Přídavné písmeno IP kódu

IP	Ochrana před dotykem nebezpečných částí
XXA	hřbetem ruky
XXB	prstem
XXC	nástrojem
XXD	drátem

Stupně ochrany krytem – IK kód

Stupně ochrany krytem pomocí IK kódu (podle síly mechanického nárazu) se udávají podle tabulky.

Tab. 3: Význam písmen a číslic IK kódu

IK					04						
Písmena kódu (mezinárodní mechanická ochrana)					Charakteristická číslice (00 až 10)						
IK kód a jemu příslušná energie nárazu											
IK kód	IK 00	IK 01	IK 02	IK 03	IK 04	IK 05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
Energie nárazu [J]	nechrá- něno	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20