

I-Prop

Uživatelský manuál

verze 1.3 r.104

UŽIVATELSKÝ MANUÁL

I - Prop



© Pavel Pechač
info @ i-prop.cz
<http://www.i-prop.cz>

Obsah

1 Úvod	4
2 Instalace	5
3 Základy práce	6
3.1 Rozdělení okna programu	6
3.2 Okno <i>Info</i>	7
3.3 Okno <i>Mirror Plot</i>	7
3.4 Menu	8
3.5 Toolbar	9
4 Práce s projektem	10
4.1 Soubory projektu	10
4.2 Dialog <i>Edit Building</i>	11
4.3 Dialog <i>Model Parameters</i>	13
4.4 Dialog <i>Device List</i>	14
4.5 Dialog <i>Antennas</i>	15
4.6 Dialog <i>Scales</i>	16
4.7 Dialog <i>DXF Import</i>	17
5 Pracovní režim <i>Floor Plan</i>	20
5.1 Okno <i>Info</i>	21
5.2 Pracovní módy	21
6 Pracovní režim <i>System Plan</i>	23
6.1 Okno <i>Info</i>	24
6.2 Pracovní módy	24
6.3 Dialog <i>BS Parameters</i>	25
7 Pracovní režim <i>Prediction</i>	26
7.1 Menu <i>Prediction</i>	27
7.2 Okno <i>Info</i>	28
7.3 Pracovní módy	28
8 Pracovní režim <i>Line Plot</i>	29
8.1 Menu <i>Line Plot</i>	30
8.2 Okno <i>Info</i>	30
9 Modely šíření	31
9.1 One Slope Model	32
9.2 Multi - Wall Model	34
10 Příklad vytvoření projektu	35

1 Úvod

I-Prop je softwarový nástroj pro interaktivní plánování 3D pikobuňkových bezdrátových systémů uvnitř vícepodlažních objektů. Jeho součástí jsou modely šíření elektromagnetické vlny (signálu) uvnitř budov, které umožňují provádět různé typy analýz pokrytí. Program byl vytvářen pro účely snadného a efektivního základního návrhu pikobuňkového systému jak pro uživatele znalého problematiky „indoor“ šíření, tak i uživatele s touto problematikou podrobněji neseznámeného.

2 Instalace

Stručný popis postupu instalace programu.

Pokud jsou distribuční soubory „zabaleny“ do jednoho archivního souboru (zip), před započítím vlastní instalace je „rozbalte“ do společného adresáře. Instalační program kopíruje nové soubory pouze do zvoleného adresáře a bez upozornění přepíše jejich případné starší verze v tomto adresáři. I-Prop lze odinstalovat standardním postupem systému Windows.

Systémové požadavky

PC Pentium, RAM a HDD dle rozsáhlosti projektu, 32 bitový operační systém MS Windows 9x/NT/2000/XP.

Demo verze

- spust'íte program *setup.exe* (v případě „samorozbalovacího“ archívu *demo.exe*) a postupujte podle pokynů instalačního programu.

Plná verze s hardwarovým klíčem

- zasun'íte hardwarový klíč do paralelního/USB portu počítače (klíč je transparentní pro další zařízení připojená na paralelní port)
- spust'íte program pro instalaci ovladače k hardwarovému klíči *hdd32.exe* a postupujte podle pokynů instalačního programu (stejným programem lze ovladač opět odinstalovat)
- spust'íte program *setup.exe* a postupujte podle pokynů instalačního programu.

POZOR!

Hardwarový klíč musí být pevně zasunut v portu po celou dobu běhu programu! V opačném případě může dojít k nedefinovaným chybám.

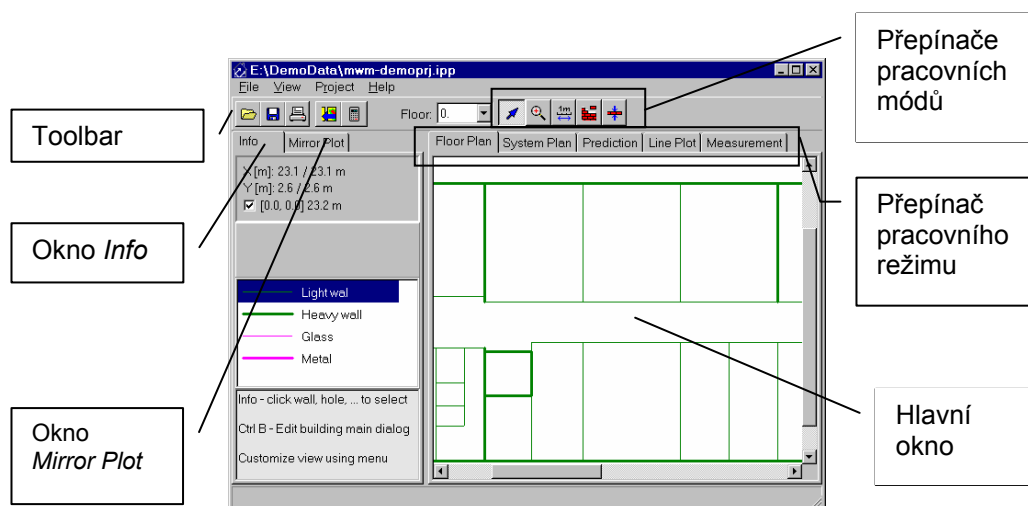
Umístění instalovaných souborů v podadresářích

- Doc - dokumentace k programu v PDF formátu
- Models - soubory parametrů pro modely šíření
- Examples - příklady hotových projektů
- Scales - alternativní barevné stupnice.

3 Základy práce s programem I-Prop

Popis základních principů uživatelského rozhraní, členění hlavního okna programu, menu apod.

Pro přehlednou a efektivní práci je ovládání programu rozděleno do pěti pracovních režimů, v jejichž rámci lze volit mezi jednotlivými pracovními módy dle požadované činnosti. Spolu s režimem se mění i ovládací prvky (menu, toolbar) a informačních obsah pracovních oken programu.



3.1 Rozdělení okna programu

Okno programu I-Prop lze v zásadě rozdělit do tří částí (nepočítáme-li titulek okna, hlavní menu a spodní informační řádek):

- Levá část - volitelně okno *Info* nebo okno *Mirror Plot* (popis viz níže).
- Pravá část - hlavní okno - které ve své horní části obsahuje přepínač jednotlivých pracovních režimů programu. Grafická informace se liší podle režimu (viz dále).
- Toolbar - obsahuje některé ovládací prvky s příkazy z menu, nastavení aktuálního podlaží a přepínače jednotlivých pracovních módů (viz dále).

3.2 Okno *Info*

Okno *Info* přináší textové informace ke grafickému obsahu hlavního okna. Je rozděleno do čtyř částí:

Souřadnice kurzoru

Na prvních dvou řádcích jsou souřadnice okamžité pozice kurzoru v hlavním okně v metrech. Hodnota pro souřadnici X a Y je udána absolutně i relativně k pomocnému středu souřadnic (odděleno lomítkem).

Třetí řádek obsahuje souřadnice pomocného středu souřadnic a vzdálenost pozice kurzoru od tohoto bodu. Zatřítkem lze zapnout/vypnout zobrazení pomocného počátku v hlavním okně (menu *View - Auxiliary [X,Y] Origin*).

Aktuální popis

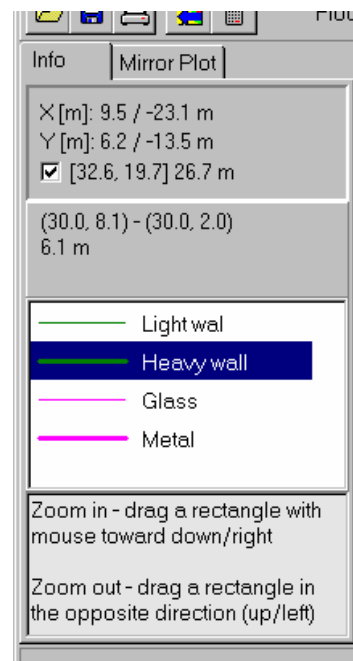
Aktuální informace, které se liší podle pracovního režimu a módu - viz níže u jednotlivých režimů.

Legenda

Aktuální informace, které se liší podle pracovního režimu a módu - viz níže u jednotlivých režimů.

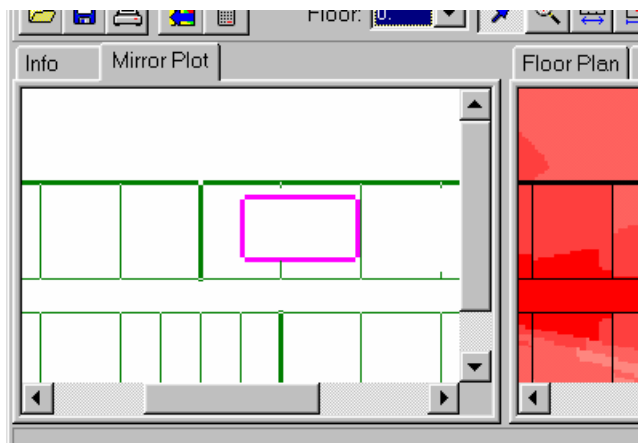
Quick Tips

Stručná nápověda, která se automaticky mění podle pracovního režimu a módu.



3.3 Okno *Mirror Plot*

Do okna programu *Mirror Plot* je příkazem z menu *View - Set Mirror Plot* přenesen grafický obsah hlavního okna. Obrázek v okně *Mirror Plot* zůstává stále týž a ve stejném měřítku i po změně hlavního okna. Paralelně lze tak zobrazit a porovnávat různé grafické pohledy dle potřeby.



3.4 Menu

File

- New - vytvoření nového prázdného projektu
- Open... - otevření existujícího projektu
- Save... - uložení aktuálního projektu
- Save As... - uložení aktuálního projektu pod novým názvem
- Print - tisk grafického obsahu hlavního okna
- Print Setup... - nastavení parametrů tiskárny a tisku
- Export Bitmap... - uložení grafického obsahu hlavního okna ve formě bitmapy na disk
- Exit - ukončení programu

View

- Background Bitmaps - zapnutí/vypnutí zobrazení podkladových bitmap v hlavním okně
- Walls - zapnutí/vypnutí zobrazení nadefinovaných stěn v hlavním okně
- Grid - zapnutí/vypnutí zobrazení pomocné mřížky v hlavním okně
- Auxiliary [X,Y] origin - zapnutí/vypnutí zobrazení pomocného počátku X,Y souřadnic v hlavním okně
- Set Mirror Plot - překopírování grafického obsahu hlavního okna do okna *Mirror Plot*
- Set Grid - nastavení hustoty pomocné mřížky
- Scales... - spuštění dialogu *Scales* (viz níže)
- Zoom out - měřítko je nastaveno tak, aby plán podlaží pokrýval celé okno

Project

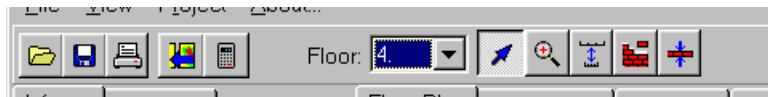
- Building... - spuštění dialogu *Edit Building* (viz kap. 4.2)
- Model Parameters... - spuštění dialogu *Model Parameters* (viz kap. 4.3)
- Device List... - spuštění dialogu *Device List* (viz kap. 4.4)
- Antennas... - spuštění dialogu *Antennas* (viz kap. 4.5)

About

- informace o autorech a verzi programu

3.5 Toolbar

Toolbar - lišta s tlačítky - se nachází pod menu.



Ovládací prvky toolbaru jsou rozděleny do tří skupin:

- první skupina jsou ovládací tlačítka ekvivalentní s příkazy menu:
 - otevření projektu, *File - Open...*
 - uložení projektu, *File - Save...*
 - grafický tisk obsahu hlavního okna, *File - Print...*
 - překopírování grafického obsahu hlavního okna do okna *Mirror, View - Set Mirror Plot*
 - spuštění výpočtu predikce pokrytí pro všechna podlaží, *Prediction - Run Building* v režimu *Prediction*
- seznam všech pater budovy - přesun mezi jednotlivými podlažími ve všech pracovních režimech
- třetí skupinu tvoří tlačítka pro přepínání jednotlivých pracovních módů, které se liší podle režimu a jsou popsány níže zvlášť pro každý pracovní režim.

4 Práce s projektem

Struktura projektu a popis dialogů pro práci s projektem z menu Project.

4.1 Soubory projektu

Všechny potřebné informace pro návrh 3D pikobuňkové sítě jsou uloženy a zpracovávány ve formě projektu. Projekt je tvořen čtyřmi soubory, které jsou ve stejném adresáři, mají stejný název a liší se jen příponou:

***.ipp** - hlavní soubor projektu

***.mp** - parametry modelů šíření a nastavení výpočtu predikce

***.bws** - popis plánů jednotlivých podlaží

***.dev** - databáze typů antén a základnových stanic.

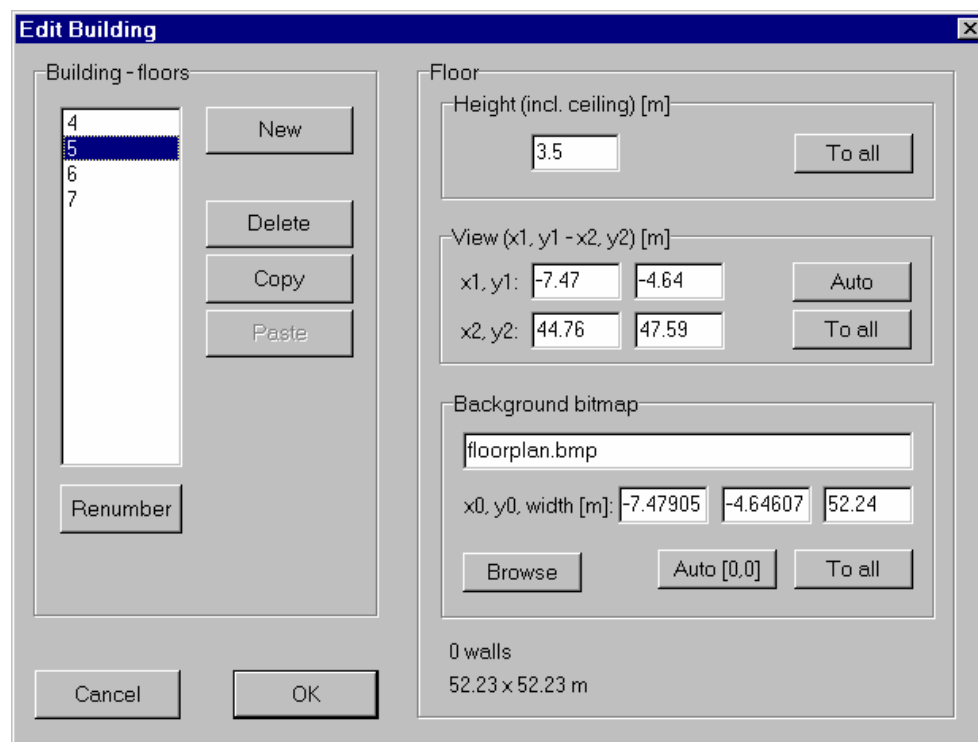
Při každém přepsání těchto souborů (příkaz *Save*) jsou vytvořeny záložní kopie předchozích verzí přidáním *bak* k příponě názvu příslušného souboru.

Při použití podkladových bitmap jsou tyto bitmapy také součástí projektu, nejsou však ukládány příkazy *Save* a *Save As*. Při přemísťování souborů projektu je tedy nutné pamatovat i na soubory bitmap, včetně správného nastavení cest v dialogu *Edit Building* (viz níže).

Mezi součástí projektu nepatří soubory typu **.md?* formátu pro naměřená data, jejich ukládání a načítání je tedy třeba provádět zvlášť z menu *Measurement*.

4.2 Dialog *Edit Building*

Dialog slouží k základní editaci jednotlivých pater budovy a začíná jím vytváření každé nového projektu. Samotný dialog je rozdělen do několika sekcí:



Building - floors

- Seznam podlaží - seznam všech definovaných podlaží budovy. Parametry vybraného podlaží se zobrazí v sekci *Floor*, kde je lze editovat.
- New - po zadání číselného označení vytvoří nové podlaží. Seznam pater je vždy spojitý, tj. např. při vytvoření nových podlaží s čísly 5 a 10 jsou automaticky vytvořeny i podlaží 6, 7, 8 a 9. Maximální počet podlaží je omezen na 64!
- Delete - odstraní vybrané podlaží.
- Copy - uloží vybrané patro do paměti.
- Paste - vytvoří nové patro jako kopii podlaží uloženého příkazem *Copy*.
- Paste - importuje nové patro ze souboru formátu DXF (AutoCAD).
- Renumber - přechísluje všechna podlaží podle zadaného čísla nejnižšího patra.

Floor

V jednotlivých podsekcích jsou zobrazeny parametry aktuálně vybraného patra v seznamu podlaží, které lze editovat. V dolní části je pak údaj o počtu definovaných stěn v daném podlaží a rozměry zobrazovaného výřezu v ose X a Y.

Height

- výška daného podlaží v metrech včetně tloušťky stropu
- To All - překopírování údaje sekce do všech ostatních podlaží.

View

- nastavení výřezu pro zobrazení v hlavním okně a tím i analýzu pokrytí.
- x1, y1 - souřadnice levého dolního rohu výřezu v metrech
- x2, y2 - souřadnice pravého horního rohu výřezu v metrech
- Auto - automatický výpočet výřezu tak, aby obsahoval celou podkladovou bitmapu a všechny stěny (jsou-li definovány).
- To All - překopírování údaje sekce do všech ostatních podlaží.

Background Bitmap

- cesta k souboru s podkladovou bitmapou.
- x0, y0 - umístění levého dolního rohu bitmapy v systému X, Y souřadnic v metrech
- width - skutečná šířka bitmapy v metrech (definuje měřítko zobrazení)
- Auto [0,0] - automatický výpočet x0, y0 pro posun bitmapy tak, aby se bod bitmapy označený pomocným středem souřadnic přemístil do počátku souřadnic [0,0]. (Použití je demonstrováno v kapitole s příkladem vytvoření nového projektu)
- To All - překopírování údaje sekce do všech ostatních podlaží.
- Browse - nastavení cesty k podkladové bitmapě na disku.

POZOR!

Při přemísťování souborů projektu nejsou přemísťovány soubory podkladových bitmap ani cesty k nim nejsou automaticky aktualizovány. Proto je vhodné např. uvádět pouze relativní cestu k bitmapě a tu přemístit společně se soubory projektu.

4.3 Dialog *Model Parameters*

Dialog pro nastavení parametrů pro výpočty predikce. Základní karta *Model* obsahuje obecné parametry, ostatní karty přísluší konkrétnímu modelu šíření. Významu parametrů jednotlivých modelů šíření je věnována samostatná kapitola.

Model

- Výběr modelu pro výpočet predikce šíření.
- Multi-floor propagation - není-li zatrženo, neuvažuje se šíření mezi podlažími, tj. průnik signálu skrz podlahu, resp. strop.

Freq. Range

- Frekvenční rozsah platnosti parametrů modelů (spodní f_{min} a horní f_{max} meze v MHz). Jestliže je frekvence použité základnové stanice mimo tento rozsah, je před každým spuštěním výpočtu (menu *Prediction - Run*) zobrazeno varování.

Coverage

- Pmin - prahová hodnota výkonové úrovně v dBm.

Grid analysis step

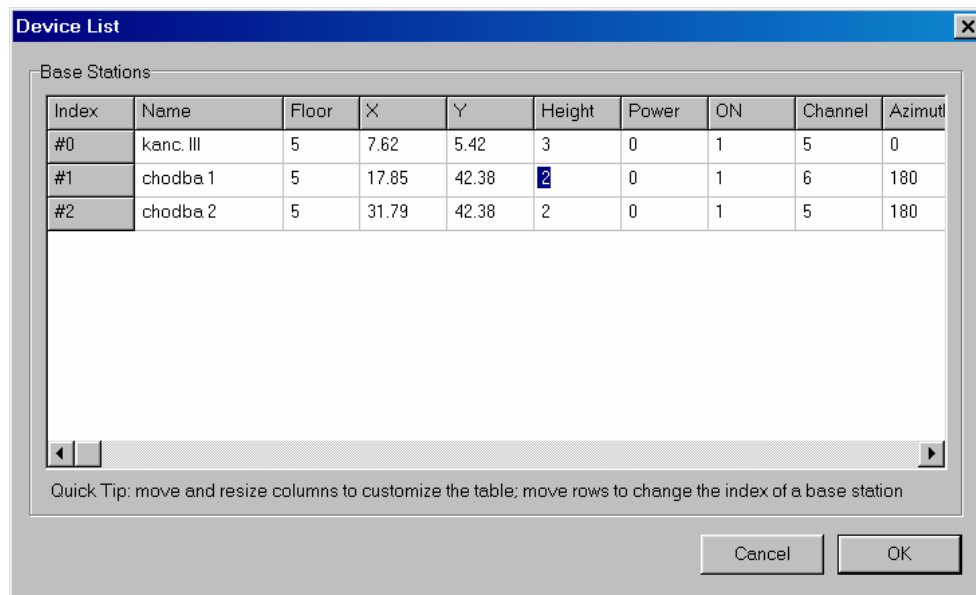
- krok v metrech pro plošnou analýzu pokrytí. Tento parametr určuje rozteč zobrazovaných bodů, ve kterých se provádí výpočet. Tím významně ovlivňuje časové i paměťové nároky na výpočet a zobrazení analýz. **Všechny výpočty probíhají ve standardní výškové hladině 1,5 m nad podlahou.**

Model Parameters

- textové označení souboru parametrů modelů.
- Load/Save - načtení/uložení parametrů do zvoleného souboru typu *.mp.

4.4 Dialog *Device List*

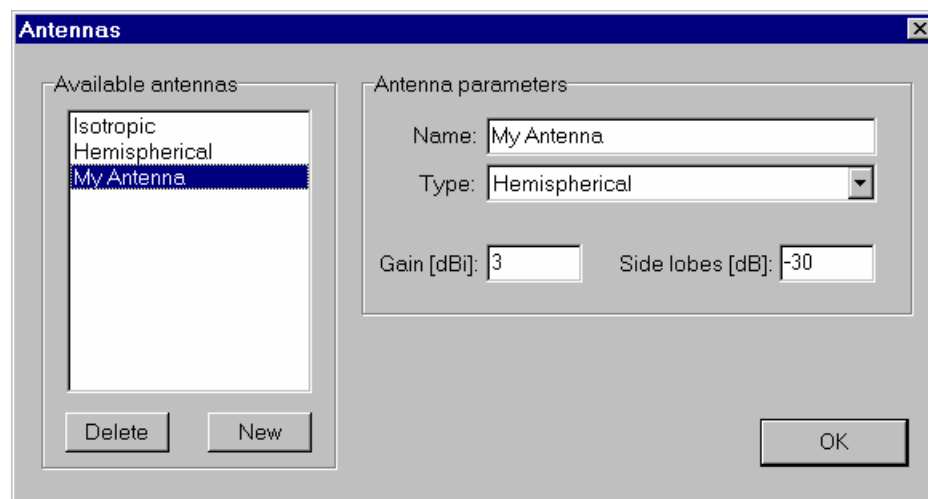
Dialog pro přehledné zobrazení a editaci seznamu základnových stanic a jejich parametrů.



- Myši lze měnit šířky jednotlivých sloupců tabulky a přehazovat pořadí sloupců.
- Myši lze měnit pořadí řádků a tím i index základnových stanic
- V tabulce lze editovat jednotlivé parametry základnových stanic. Při editaci antény se zadává její název. V případě, že anténa s daným názvem neexistuje, je použit izotropický zářič.

4.5 Dialog *Antennas*

Dialog pro zprávu databáze antén, která je uložena spolu se základnovými stanicemi v souboru projektu typu *.dev.



Available antennas

- Seznam všech antén v projektu.
- Delete - odstraní vybranou anténu. Pevně přednastavené první dvě antény (*Isotropic* a *Hemispherical*) nelze odstranit.
- New - vytvoří novou anténu.

Antenna parameters

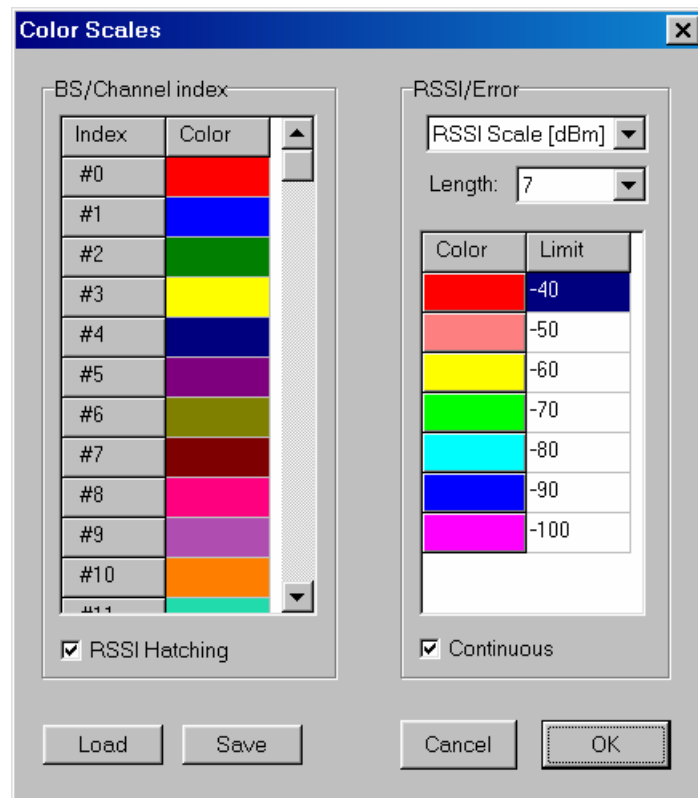
- Parametry aktuálně vybrané antény v seznamu, které se liší podle typu antény. Editace parametrů prvních dvou antén seznamu je omezena.
- Name - textové označení antény (název).
- Type - typ dané antény.
- Parametry podle typu antény
- Gain - maximální zisk antény v dBi.
- Side lobes - odstup postranních laloků v dB vzhledem k hlavnímu maximu směřivé charakteristiky antény.

Ve verzi 1.0 jsou k dispozici dva typy antén:

- Isotropic - izotropický zářič se ziskem 0 dBi do všech směrů.
- Hemispherical - idealizovaný poloprostorový zářič se ziskem *Gain* do poloprostoru ve směru hlavního maxima a ziskem $Gain - |Side\ lobes|$ do opačného poloprostoru.

4.6 Dialog *Scales*

Dialog slouží k přizpůsobení barevných stupnic požadavkům uživatele (menu *Project - Scales*).



Vlevo je stupnice barevného označení indexu základnových stanic, resp. frekvenčních kanálů. Vpravo je možné zobrazit stupnici výkonové úrovně v dBm (*RSSI Scale*) nebo rozdílovou stupnici v dB pro zobrazení chyby (*Error Scale*). U těchto stupnic lze nastavit její délku (počet barev) i jednotlivé limity - sestupně řazená celá čísla. Poslední limit stupnice *Error Scale* je vždy nastaven na -999 dB. Kliknutím na barevné pole je vyvolán dialog pro úpravu příslušné barvy.

- Continuous - zapnutí spojitě stupnice pro studii *RSS* (viz kap. 7).
- RSSI Hatching - zapnutí indikace úrovně signálu pro studie *Best Server* a *Freq. Channel* (viz kap. 7), kdy je barva indikující příslušný index BS nebo kanálu stínována podle úrovně signálu až do bílé barvy. Hodnoty maxima a minima (bílá barva) úrovně je určena prvním a posledním limitem stupnice *RSSI Scale*.

Stupnice jako celek lze načítat nebo ukládat na disk pod zvoleným názvem souboru (tlačítka *Load* a *Save*). Při spuštění programu I-Prop je automaticky načten soubor *default.clr* z adresáře programu. Před každým ukončením programu je do tohoto souboru zapsáno aktuální nastavení stupnic.

4.7 Dialog *DXF Import*

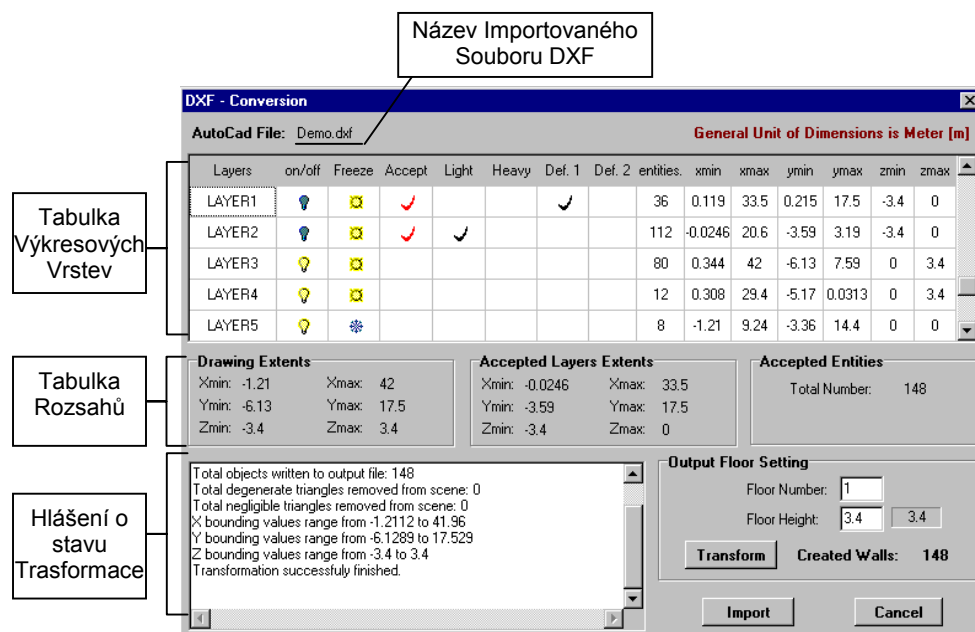
Dialogové okno *DXF Import* slouží k importování půdorysu podlaží z formátu AutoDesk DXF (Drawing eXchange Format), který je užíván v mnoha standartních kreslicích programech jako AutoCAD. Dialogové okno *DXF Import* je přístupné z dialogového okna *Edit Building*.

V programu I-Prop je plán kompletní budovy složen z plánů jednotlivých podlaží. Tomu odpovídá i vytváření a editace plánu budov, jenž spočívá v individuálním vytváření a editaci jednotlivých plánů podlaží. Proto i *DXF import* tkví v postupném importování jednotlivých plánů podlaží. Tento způsob importu byl zvolen také s ohledem na strukturu většiny profesionálních vykresů, kde každé podlaží je obvykle také kresleno v různé výkresové vrstvě (*Layer*).

DXF formát není kompatibilní z DWS formátem užívaným v programu I-Prop, neboť DWS soubor popisuje zjednodušeně polohy stěn jako úsečky specifikované počátečním a koncovým bodem. Proto *DXF Import* byl implementován tak, že pouze entity typu "LINE" jsou importovány. Pokud importované stěny nejsou kresleny jako entity typu "LINE", je zapotřebí před importem tyto stěny převést. Například v programu AutoCAD k tomu slouží funkce "EXPLODE".

Importování podlaží pomocí dialogu *DXF Import* (popsán níže), je možné rozdělit do následujících kroků:

- Výběr výkresových vrstev pro importování a přiřazení typu stěn k těmto výkresovým vrstvám
- Nastavení čísla a výšky vytvářeného podlaží
- Spuštění transformace vybraných výkresových vrstev (tlačítko *Transform*)
- Vytvoření nového podlaží s nastavenými parametry obsahující importované stěny (tlačítko *Import*)



Tabulka Výkresových Vrstev

- *Layers* – Jména všech výkresových vrstev obsažených v DXF souboru.
- *on/off* – Parametr vrstvy (neovlivňuje import).
- *Freeze* – Parametr vrstvy (neovlivňuje import).
- *Accept* – Indikuje zda je příslušná výkresová vrstva vybrána k importu.
- *Light, Heavy, Def. 1, Def. 2* – Typy stěn užívané v Multi-Wall Modelu programu I-Prop. Výběr typu stěn se provede double klikem na příslušné políčko.
- *Entities* – Počet entit typu "LINE" v této vrstvě, které budou importovány jako stěny.
- *Xmin, Xmax, Ymin, Ymax, Zmin, Zmax* – Rozsah výkresové vrstvy.

Tabulka Rozsahů (*Drawing Extents*)

- *Drawing Extents* – Celkový rozsah výkresu uvedený v DXF souboru
- *Accepted Layers Extents* – Celkový rozsah výkresu zpočtený z rozsahů vybraných výkresových vrstev.
- *Accepted Entities* – Celkové množství entit typu "LINE" (stěn) ve vybraných výkresových vrstvách.

Hlášení o Stavu Transformace

- Hlášení generované importovací procedurou spuštěnou tlačítkem *Transform*. Hlášení také ukazují celkový počet degenerovaných (*degenerated*) a zanedbatelných (*negligible*) stěn (stěn kratších než 10 mm).

Parametry Vytvářeného Podlaží (*Output Floor Settings*)

- *Floor Number* – Číslo vytvářeného podlaží.
- *Floor Height* - Výška vytvářeného podlaží. Číslo v sousedním šedém rámečku je navrhovaná výška podlaží vypočtená z rozsahů vybraných výkresových vrstev v ose Z (double klik na tento šedý rámeček přenesse navrženou výšku podlaží)
- *Transform* – Spustí transformaci vybraných výkresových vrstev. Toto tlačítko je dostupný jen pokud celkový počet akceptovaných stěn je větší jak nula.

- *Created Walls* – Celkové množství stěn, které budou vytvořeny v novém podlaží.

Import

- Vytvoří nové podlaží s importovanými stěnami. Pokud podlaží se stejným číslem již existuje, bude společně se všemy existujícími podlažími s vyšším číslem posunuto nahoru.

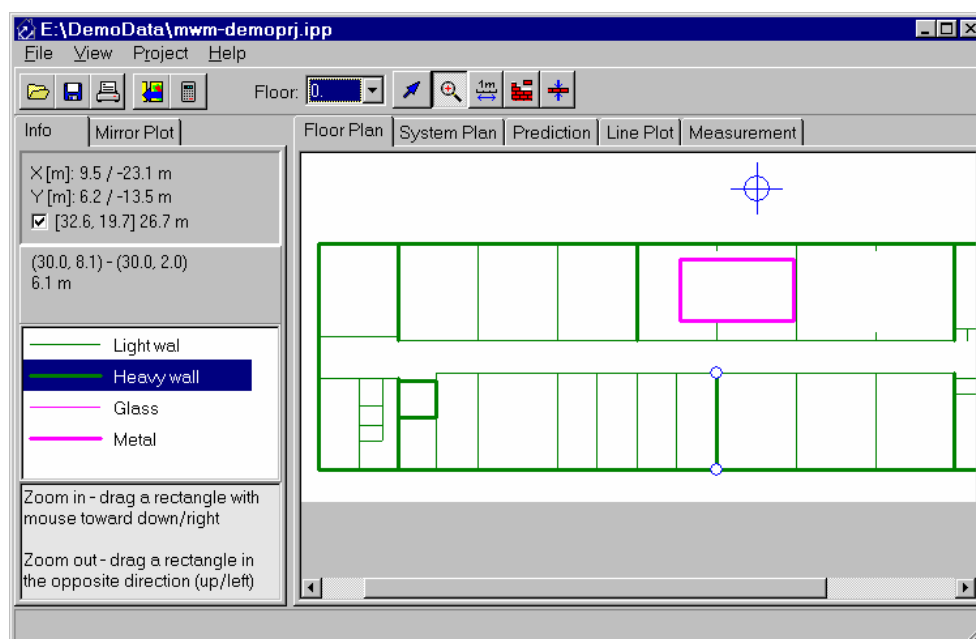
Tipy

- Vyber pouze výkresové vrstvy, které chceš importovat a přiřaď jim požadovaný typ stěn.
- Rozsahy v DXF souboru jsou předpokládány v milimetrech. Pokud tomu tak není, užij pro úpravu měřítka importovaného podlaží funkci *Rescale* dostupnou tlačítkem umístěným na pracovní liště hlavního okna (kap. 5.2).

5 Pracovní režim

Floor Plan

Tento pracovní režim programu I-Prop je určen k zobrazení a editaci plánu podlaží, tj. především k definici stěn, změně měřítka atd.



V hlavním okně je vykreslen plán podlaží. Jako první se zobrazuje podkladová bitmapa (je-li pro dané podlaží definována v dialogu *Edit Building*), na ní potom jednotlivé stěny (jsou-li zadány) či případné prostupy. Pro vykreslení stěn je použita barva a tloušťka čáry podle typu (viz legenda v okně *Info*). Prostupy jsou vykresleny jako červené obdélníky s úhlopříčkou.

Aktuálně vybraná stěna (prostup) má zvýrazněny koncové body.

V menu *View* lze vypnout zobrazování podkladové bitmapy. Zadané stěny a prostupy se však vykreslují vždy, nehlédě na nastavení v menu *View*.

V menu *View* se také zapíná/vypíná zobrazení pomocné mřížky a pomocného počátku souřadnic, pro něž je použita modrá barva.

Bílá barva podkladové mapy je pro ostatní zobrazení v hlavním okně „průhledná“ (včetně barvených plošných analýz v režimu *Prediction*).

V případě použití podkladové bitmapy je tedy vhodné pro přehlednost použít co nejjednodušší obrázek s minimem barev.

5.1 Okno *Info*

Souřadnice kurzoru

Viz kap. 3.2.

Aktuální popis

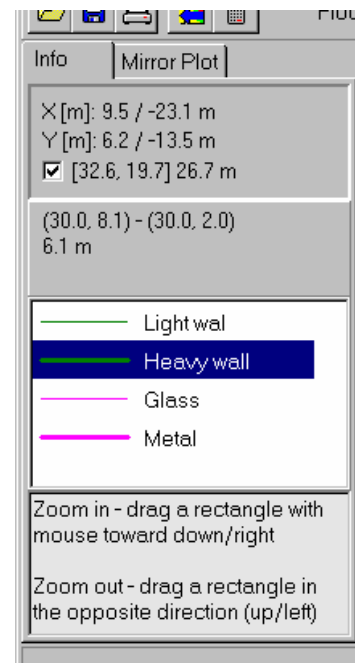
Souřadnice počátečního a koncového bodu aktuálně vybrané stěny a její délka.

Legenda

Legenda k jednotlivým typům stěny. Textový popis je dán parametry Multi-Wall modelu, které lze nastavit v dialogu *Model Parameters*. Zvýrazněn je typ aktuálně vybrané stěny.

Quick Tips

Viz kap. 3.2.



5.2 Pracovní módy



Info

Kliknutím na stěnu (úhlopříčku prostupu) je zvolena aktuálně vybraná stěna (prostup), jejíž vlastnosti se zobrazí v okně *Info*.



Zoom

Tažení myši s přidržením levého tlačítka je zvolen požadovaný výřez pro detailnější zobrazení - *Zoom in*. Maximální možné zvětšení je pro danou velikost okna omezeno. Je-li požadovaný výřez tažen myší směrem nahoru doleva, změní se měřítko zobrazení tak, aby celý plán podlaží pokrýval celé okno - *Zoom out*. Velikost zobrazení plánu podlaží se nastavují v dialogu *Edit Building*.



Rescale

Klik pravého tlačítka nastaví pomocný počátek souřadnic, který slouží především k rozšířenému zobrazování pozice kurzoru v okně *Info*. Jeho zobrazení se vypíná/zapíná z menu *View - View auxiliary [X,Y] origin* nebo zatržením příslušného políčka v okně *Info*.

Změnu měřítka lze dosáhnout tažením úsečky s levým tlačítkem myši s následným zadáním skutečné délky této úsečky v metrech. Poté jsou automaticky přepočteny všechny souřadnice stěn i základnových stanic projektu v daném měřítku.

Přidržení klávesy *Shift* způsobí kreslení pouze horizontální či vertikální úsečky, klávesy *Alt* přiskakování počátečního a koncového bodu k mřížce a přidržení klávesy *Ctrl* způsobí přiskakování koncového bodu k nejbližším koncovým bodům stávajících stěn. Pomocnou mřížku lze nastavit z menu *View - Set grid*, zapnout/vypnout zobrazení pomocí *View - Grid*.



New Wall

Myší lze graficky přidávat nové stěny do plánu podlaží. Význam kláves *Alt*, *Shift* a *Ctrl* při kreslení viz výše. Typ stěny je dán volbou v legendě v okně *Info*.



Edit Wall (Hole)

Klikem je zvolena aktuálně vybraná stěna. V legendě v okně *Info* lze měnit typ této stěny. Myší lze také přemísťovat pozice jejích koncových bodů (význam kláves *Ctrl*, *Alt* a *Shift* při kreslení viz výše).

Podobně jako stěnu lze vybrat a editovat obdélníkový prostup. Manipulace s prostupem je prováděna výhradně pomocí jeho zvýrazněné úhlopříčky.

Klávesa *Delete* odstraní aktuálně vybranou stěnu (prostup).



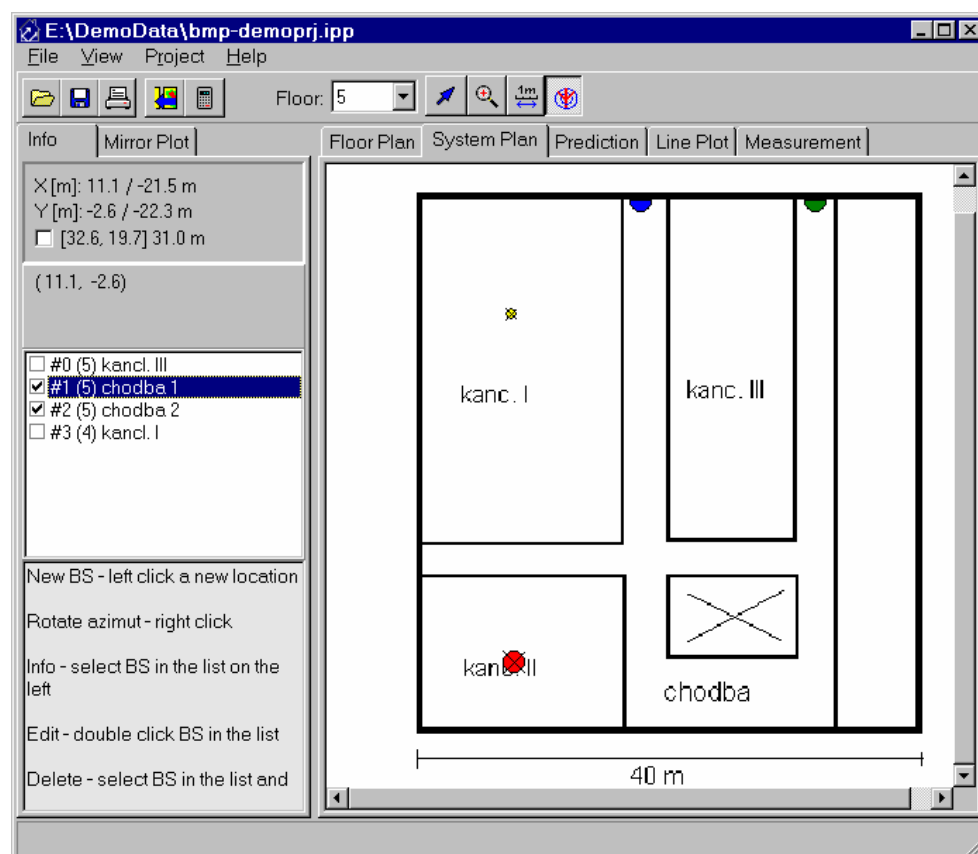
New Hole

Myší lze graficky přidávat prostory do plánu podlaží. Lze tak vytvářet např. ustupující podlaží, atria, foyer, šachty apod. Význam kláves *Alt*, *Shift* a *Ctrl* při kreslení viz výše.

6 Pracovní režim

System Plan

Tento pracovní režim je určen k zobrazení a editaci základnových stanic implementovaného systému pikobuněk.



V hlavním okně jsou na pozadí plánu podlaží vykresleny základnové stanice (BS) projektu. Vypnutí zobrazení bitmapy či definovaných stěn plánu lze nastavit v menu *View*. Podobně lze zapnout zobrazení pomocné mřížky, pomocného počátku souřadnic - viz výše. Všechny typy stěn jsou zobrazeny černou barvou.

Základnová stanice je zobrazena jako plný kruh v případě horizontálně izotropické antény a jako půlkruh v případě horizontálně směrové antény.

Barva výplně je dána indexem BS a lze nastavit v dialogu *Scales* (viz kap. 4.6).

BS mimo aktuální podlaží jsou zobrazeny s menším rozměrem.

Vypnuté BS jsou slabě černě přeškrtnuty.

6.1 Okno Info

Souřadnice kurzoru

Viz kap. 3.2.

Aktuální popis

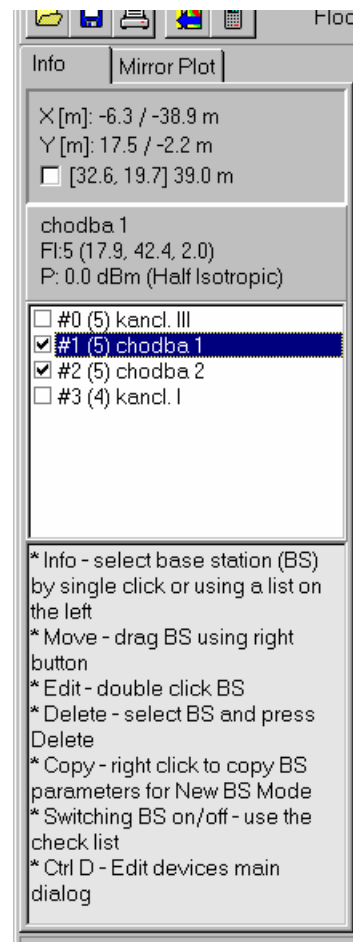
Informace k aktuálně vybrané základnové stanici: název, číslo patra, pozice (X, Y, výška nad podlahou), výkon v dBm, použitá anténa.

Legenda

Seznam všech základnových stanic (BS) projektu: zapnutí/vypnutí, index, číslo patra, název. Zatržením lze přímo v seznamu vypínat/zapínat příslušnou BS. V seznamu je zvýrazněna aktuálně vybraná BS.

Quick Tips

Viz kap. 3.2.



6.2 Pracovní módy



Info

Kliknutím je zvolena aktuálně vybraná BS.

Pomocí pravého tlačítka lze přetáhnout BS na novou X,Y pozici.

Klik pravým tlačítkem uloží parametry dané BS do paměti. Tyto parametry jsou použity jako výchozí při vytváření nové BS.

Dvojklik levým tlačítkem spustí dialog *Base Station Parameters* (viz níže) příslušné BS.



Zoom

Viz kap. 5.2.



Rescale

Viz kap. 5.2.



New BS

Stiskem levého tlačítka je vytvořena nová BS na zvolené pozici. Je vyvolán editační dialog *Base Station Parameters* (viz níže) dané BS s přednastavenými parametry.

Pravým tlačítkem lze měnit orientaci osy antény (Hemispherical) pro novou BS - do čtyř stran a směrem dolů (montáž na strop). Směr je indikován tvarem kurzoru.

Stisk klávesy *Delete* ve všech módech odstraní aktuálně vybranou BS.

6.3 Dialog *Base Station Parameters*

Base Station Parameters

Description
DECT - chodba A

Location
floor: 6
x [m]: 5.2
y [m]: 9.1
height [m]: 2.5

Antenna
Hemispherical
azimuth [°]: 90
elevation [°]: 0

Power
P [dBm]: 10
☒ ON

Frequency channel
f [MHz]: 1900
channel: 28

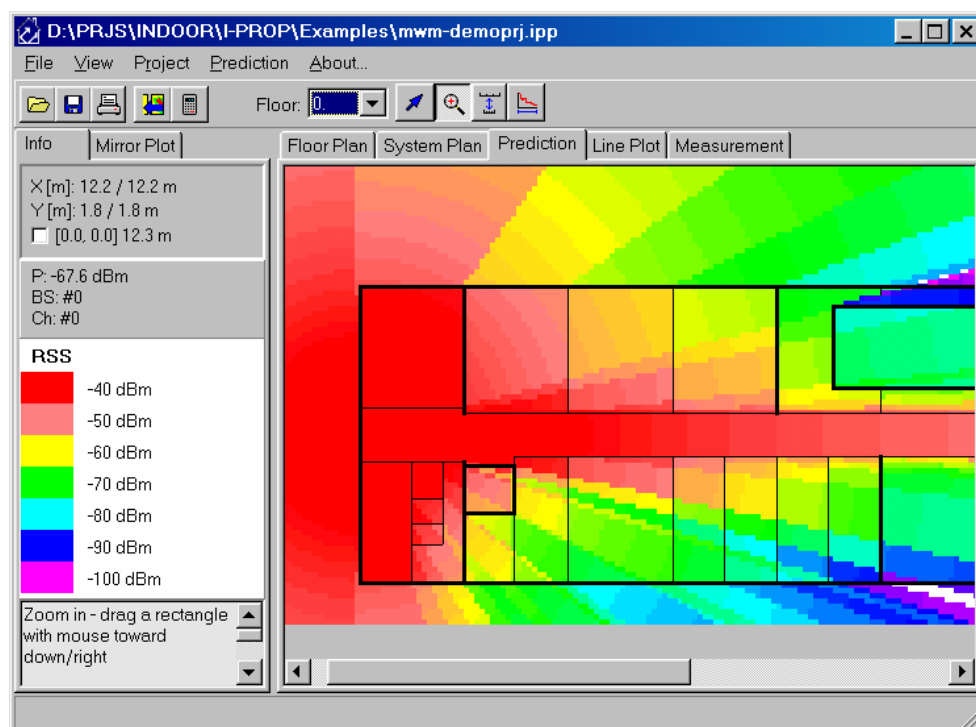
Cancel OK

- Description - textový popis BS.
- Location - podlaží, souřadnice X, Y a výška na podlahou.
- Power - výkon vysílače dodávaný na vstup antény v dBm.
- Antenna - název, azimut a elevace použité antény.
- Frequency channel – frekvenční pásmo a číselné označení použitého kanálu.

7 Pracovní režim

Prediction

V tomto režimu jsou zobrazeny vlastní analýzy pokrytí.



V hlavním okně je na pozadí plánu podlaží vykreslena v barevné stupnici zvolená analýza. Vypnutí zobrazení bitmapy či definovaných stěn plánu lze nastavit v menu *View*. Podobně lze zapnout zobrazení pomocné mřížky či pomocného počátku souřadnic - viz kap. 3.4. Všechny typy stěn plánu jsou v tomto režimu zobrazeny černou barvou.

Barevná stupnice pro danou analýzu je vyobrazena v okně *Info*. Všechny barevné stupnice lze editovat v dialogu, který je vyvolán z menu *View - Scales*.

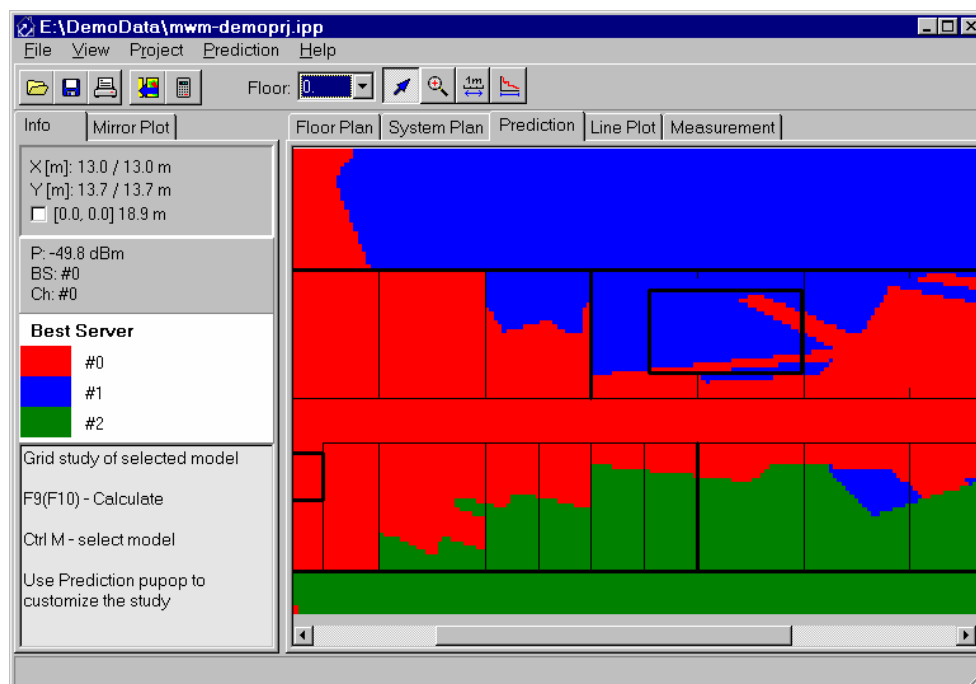
Krok analýzy nastavitelný v dialogu *Model Parameters* určuje velikost čtverce o stejné barvě, tj. i „hrubost“ výsledného obrázku. Barevně zobrazená hodnota odpovídá hodnotě uprostřed čtverce.

Rychlost výpočtu i zobrazení analýzy je přímo dána velikostí kroku analýzy a celkovým rozměrem vyšetřovaného výřezu, tj. počtem

bodů, pro které se provádí výpočet a vykreslení. Podobně je dána i paměťová náročnost programu na prostředky operačního systému.

7.1 Menu *Prediction*

- Run building (F9) - spustí výpočet analýzy pro všechna podlaží budovy
- Run floor (Ctrl F9) - spustí výpočet analýzy pouze pro aktuální patro
- RSS (F4) - zobrazí úroveň přijímaného výkonu (isotropickým zářičem).
- Best Server (F5) - barevně zobrazí index základnové stanice s nejsilnějším signálem v daném místě.
- Freq. Channel (F6) - barevně zobrazí index frekvenčního kanálu, jehož signál je nejsilnější v daném místě.
- Coverage (F8) - přepínač, který způsobí, že místa se signálem nesplňujícím podmínku pokrytí definovanou v dialogu *Model Parameters* (příliš nízká úroveň) jsou zobrazena bíle.
- Export - export plošné analýzy ve formátu naměřených dat - viz kap. 9.1.



7.2 Okno Info

Souřadnice kurzoru

Viz kap. 3.2.

Aktuální popis

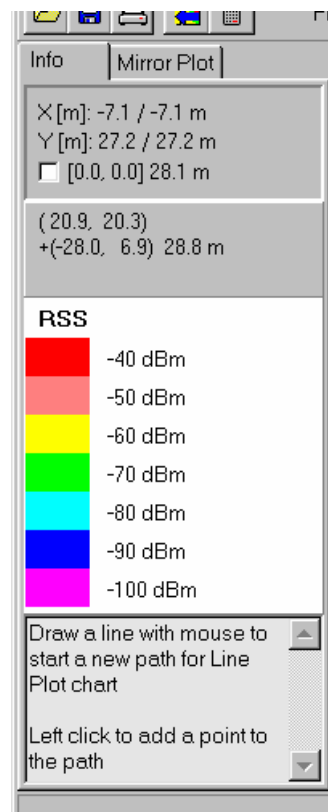
Informace o přijímané výkonové úrovni, nejsilnější BS a nejsilnějším frekvenčním kanálu v místě daném pozicí kurzoru nebo informace pro poslední úsek editované lomené cesty v módu *Set line plot* (viz níže).

Legenda

Barevná stupnice pro danou analýzu, tj. výkonová úroveň, číslo BS nebo číslo frekvenčního kanálu.

Quick Tips

Viz kap. 3.2.



7.3 Pracovní módy



Info

Základní mód - v okně *Info* je zobrazen výsledek analýzy v bodě daném pozicí kurzoru.



Zoom

Viz kap. 5.2.



Rescale

Viz kap. 5.2.



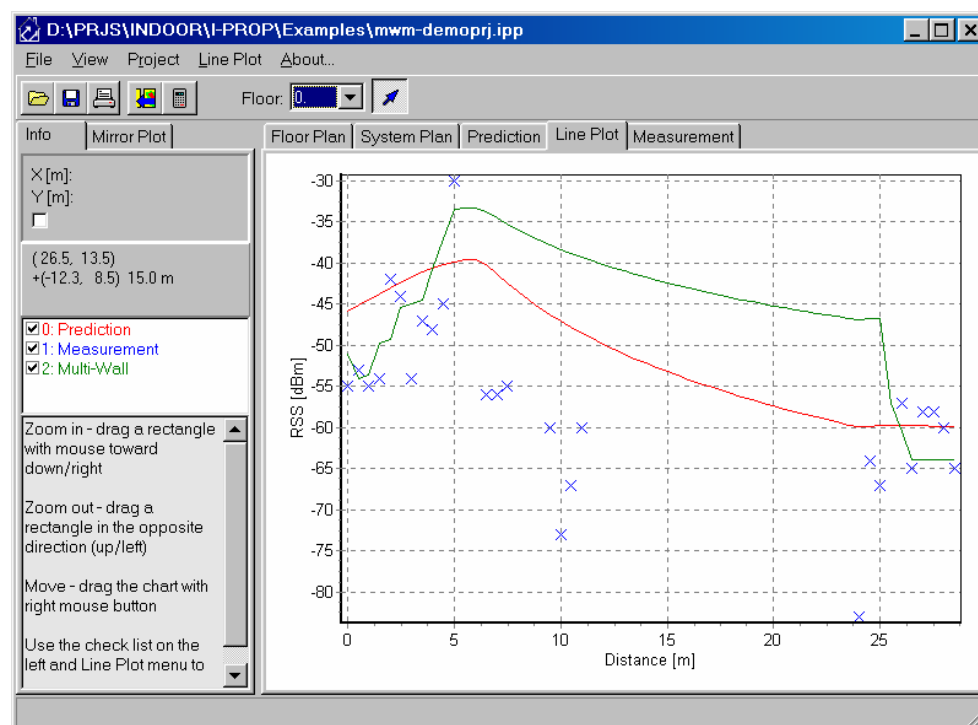
Set line plot

Tažení úsečky se stisknutým levým tlačítkem založí novou lomenou cestu pro pracovní režim *Line Plot*. Klik levým tlačítkem myši prodlouží cestu k danému bodu. Takto lze definovat libovolně dlouhou lomenou cestu. Omezen je pouze počet lomení cesty (16). Informace pro poslední úsek jsou zobrazeny v okně *Info*.

8 Pracovní režim

Line Plot

Režim pro vykreslení a porovnání analýz podél lomených cest.



V hlavním okně se nachází kartézský graf přijímané výkonové úrovně v závislosti na vzdálenosti.. Primárně jsou vždy zobrazeny průběhy *Prediction* a *Measurement* (červená a modrá barva), které odpovídají výkonové úrovni podél aktuálně nastavené lomené cesty v analýzách režimů *Prediction* a *Measurement* (jsou-li k dispozici). Lomená cesta je definována v módu *Set line plot* ve zmiňovaných režimech. Průběh *Measurement* odpovídá naměřeným bodům, proto je použitý graf pouze bodový, zatímco průběh *Prediction* vzniklý výpočtem je spojitý.

Oba základní průběhy jsou automaticky aktualizovány při každé změně aktuální lomené cesty či výpočtu pokrytí. K okamžitému přepočtu dojde i po změně aktuálního podlaží. Ostatní průběhy zůstávají nezměněny.

V jednom grafu je možné zobrazit libovolný počet průběhů, které odpovídají např. různým cestám, podlažím či různým modelům predikce šíření podle konkrétního záměru studie pokrytí.

V grafu je možné provádět zoom podobně jako v hlavním okně v ostatních režimech. Celý obrázek lze také posouvat pomocí pravého tlačítka myši.

8.1 Menu *Line Plot*

- Store prediction plot - překopíruje průběh *Prediction* (1. průběh seznamu) na konec seznamu průběhů s možností definice jeho textového popisu.
- Store measurement plot - překopíruje průběh *Measurement* (2. průběh seznamu) na konec seznamu průběhů s možností definice jeho textového popisu.
- Reset graph - odstraní všechny přidané průběhy z grafu i seznamu.
- Export - export všech průběhů v textovém formátu, který je vhodný pro načtení a další zpracování např. programem MS Excel.

8.2 Okno *Info*

Souřadnice kurzoru

Bez významu.

Aktuální popis

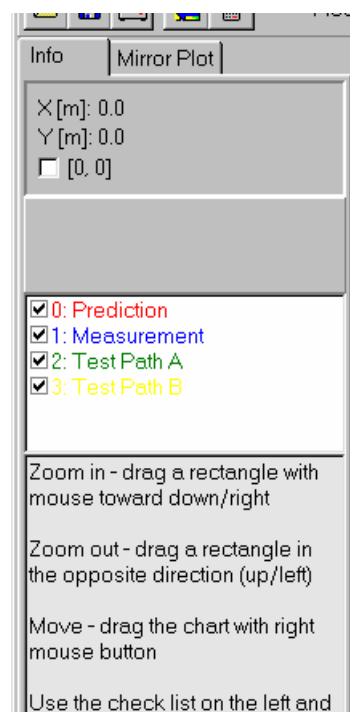
Bez významu.

Legenda

Seznam průběhů v grafu, který umožňuje zapnout/vypnout jejich vykreslování.

Quick Tips

Viz kap. 3.2.



9 Modely šíření

Implementované modely šíření v zásadě vycházejí z doporučení ITU-R P.1238-1, závěrečné zprávy projektu COST 231 a dalších publikovaných vědeckých prací. V této kapitole jsou pouze uživatelským přístupem popsány možnosti jejich nastavení.

Šíření elektromagnetické vlny (signálu) uvnitř budov je velmi komplikovaná záležitost. Existuje řada způsobů predikce šíření různou přesností a s menšími či většími nároky na přesnost a komplexnost vstupních dat popisujících konkrétní interiér. Je třeba si uvědomit, že ve skutečnosti šíření signálu ovlivní každý kus nábytku, pohybující se osoby či např. i prosté otevření dveří. Signál se mezi patry šíří i odrazy od okolních budov, výtahovými šachtami a podobnými mechanismy, které lze jen obtížně zahrnout do vstupních dat modelů. Výsledky jakéhokoliv modelu je tedy třeba chápat jako více či méně přesný odhad střední hodnoty úrovně signálu v daném místě..

Použité empirické modely programu I-Prop dokáží velmi efektivně a s velmi malými nároky na vstupní data predikovat pokrytí v interiérech, typicky s rozptylem do cca 10 dB. Po optimalizaci jejich parametrů na základě testovacích měření v konkrétním případě lze dosáhnout rozptylu (průměrné chyby) až jen jednotek dB. Přesnost predikce empirických modelů (především One-Slope modelu) však významně klesá v případě nepravidelně členitých interiérů, v případě nevhodné volby typu interiéru a parametrů modelu či v případě výskytu dalších výše zmíněných anomálních situací. Na tyto skutečnosti je nutné pamatovat při interpretaci výsledků predikcí pokrytí při návrhu pikobuňkového systému.

Doporučené parametry modelů pro jednotlivé frekvenční pásma a základní obecné typy interiérů jsou umístěny v podadresáři *Models*.

K optimalizaci parametrů popsaných modelů je určen samostatný pomocný program, který provede automatickou kalibraci modelů na základě naměřených dat. Přesnost predikce se významně zvýší.

9.1 One Slope Model

Empirický model, který nepracuje s konkrétními stěnami plánu podlaží, nýbrž pouze s typem interiéru. Je vhodný pro rychlou orientační analýzu pokrytí, kdy pro vizualizaci postačí jednoduchá bitmapa na pozadí či náčrt struktury plánu podlaží pomocí stěn.

Model Parameters

Model One-Slope Multi-Wall

Environment

#	Environment	L0	n	FAF 1	FAF 2	FAF m
0.	Office I.	31.5	3.9	9	19	4
1.	Office II.	31.5	3	9	19	4
2.	Commercial	31.5	2	9	19	4
3.	Corridor	31.5	1.4	9	19	4
4.	User defined	31.5	2	9	19	4
5.	User defined	31.5	2	9	19	4
6.	User defined	31.5	2	9	19	4

Default environment: #0

Offset [dB]: 0

OK Cancel

Environment

- Environment - popis typu interiéru. V přednastavených doporučených parametrech mají jednotlivá označení tento význam:
 - Office I. - silně tlumící interiér - administrativní budova, interiér zaplněný nábytkem či mnoha zděnými příčkami s velkým útlumem
 - Office II. - středně tlumící interiér - administrativní budova s obvyklým type interiéru
 - Commercial - slabě tlumící interiér - rozlehlé a prostorné interiéry (haly, velké a prázdné místnosti, rozlehlé kancelářské prostory apod.)
 - Corridor - chodba bez větších překážek s přímou viditelností základnové stanice (uplatňuje se vlnovodný efekt).
- L0 1 - referenční útlum v dB pro vzdálenost 1 m.
- n - index udávající rychlost poklesu úrovně signálu se vzdáleností.
- FAF 1 - (*Floor Attenuation Factor*) činitel útlumu v dB při průchodu signálu mezi sousedními podlažími (1 podlaha).

- FAF 2 - činitel útlumu v dB pro průchod přes dvě podlaží (2x podlaha).
- FAF m - násobný činitel útlumu v dB pro průchod jedním podlažím, který je použit pro výpočet průchodu signálu třemi a více podlažími podle vztahu $FAF = „FAF\ 2“ + (n - 2) „FAF\ m“$, kde n je počet podlaží mezi vysílačem a přijímačem ($n > 2$).

Default environment

- uživatelem nastavitelný typ interiéru (jeho index z tabulky) pro aktuální výpočet.

Offset

- aditivní přídavný útlum/zisk v dB - hodnota, která se přičte k výsledku predikce v každém bodě.

9.2 Multi - Wall Model

Semi-empirický model, který vyžaduje definici jednotlivých stěn. Oproti empirickému modelu dokáže přesněji predikovat pokrytí i v místě členitých interiérů. Přesnost klesá zvláště v případě dlouhých zahnutých chodeb, kdy model není schopen postihnout jev vlnovodného šíření.

Type	Attn.[dB]	Description
0.	3.4	Light wall
1.	6.9	Heavy wall
2.	0	User defined
3.	0	User defined

Loss at 1m [dB]: 38

Propagation index: 2

Offset [dB]: 0

Adjacent floors loss [dB]: 18.3

Multi-floor param. 'b': 0.46

Loss of walls

- hodnota činitele útlumu v dB a textový popis čtyř základních typů stěn.

Loss at 1m

- hodnota referenčního útlumu v dB pro vzdálenost 1 m.

Propagation index

- index pro útlum šířením („slope”).

Offset

- aditivní přídavný útlum/zisk v dB - hodnota, která se přičte k výsledku predikce v každém bodě.

Adjacent floor loss

- „mezipodlažní“ útlum.

Multi-floor param 'b'

- konstanta nelinearity útlumu při šíření přes více pater.

10 Příklad vytvoření nového projektu

Kapitola popisuje stručný příklad postupu vytvoření projektu pro analýzu pokrytí výšepodlažní budovy při použití pouze podkladové bitmapy a One-Slope modelu šíření.

Vyděme z předpokladu, že úkolem je rychlá rozvaha možností implementace bezdrátového pikobuňového systému v pátém a šestém patře výškové budovy. K dispozici je pouze rámcová struktura interiéru. Pro snadnou orientaci je výhodné použít bitmapu na pozadí. Ze vstupních podkladů našeho zadání lze během několika minut načrtnout jednoduchý plán podlaží v libovolném grafickém editoru, případně použít naskenovaný plán:



Vytvoření podlaží

- Spustíme I-Prop, případně zvolíme položku *New* z menu *File*.
- Zvolíme *Building...* z menu *Project* (Ctrl-B). Otevře se dialog pro základní editaci jednotlivých podlaží budovy.
- Stiskneme *New* v levé části dialogu a zadáme požadované označení našeho patra - 5. V seznamu podlaží se zobrazí 5. patro.
- V pravé části okna jsou zobrazeny parametry aktuálního patra. Začneme načtením bitmapy na pozadí - stiskneme *Browse* v sekci *Background bitmap* a vybereme soubor s naší bitmapou.

- Protože nás zajímá i pokrytí, resp. možnost rušení i v přilehlém 4. a 6. patře, pomocí *New* přidáme do seznamu další podlaží. Jejich parametry zatím nenastavujeme.

Nastavení měřítka

- Stiskneme OK a vrátíme se do hlavního okna - do režimu *Floor Plan*. Přejdeme do 5. patra, pro které jsme definovali bitmapu.
- Zvolíme mód *Rescale*. Myší (levé tlačítko) táhneme úsečku nad měřítkem v bitmapě (pomocí klávesy *Shift* můžeme vytvořit čistě horizontální čáru). Poté zadáme skutečnou délku úsečky, tj. 10 m. Měřítka zobrazení je automaticky změněno.
- Nyní pomocí pravého tlačítka umístíme pomocný počátek souřadnic do požadovaného místa bitmapy, např. levý dolní roh plánu. Pomocný počátek souřadnic lze v obrázku zobrazit pomocí položky *View auxiliary [X,Y] origin* v menu *View* (nebo zatržením příslušného políčka v okně *Info*).
- Znovu otevřeme dialog editace budovy (*Project - Building...*) a v seznamu vybereme 5. patro.
- V sekci *Background bitmap* tlačítkem *Auto [0,0]* docílíme požadovaného posunu zobrazení bitmapy v souřadnicích X,Y. Tlačítkem *To all* přeneseme bitmapu s nastavením i do všech ostatních podlaží.
- V sekci *View* pomocí tlačítka *Auto* nastavíme výřez pro zobrazení i analýzu podle velikosti bitmapy. Tlačítkem *To all* přeneseme toto nastavení i do všech ostatních podlaží.
- V sekci *Height* nastavíme výšku podlaží včetně tloušťky stropu - např. 4,5 m. Tlačítkem *To all* opět přeneseme toto nastavení do zbývajících podlaží.

Vložení základnových stanic

- Vrátime se do hlavního okna, přejdeme do režimu *System Plan* a módu *New BS*.
- Na podlaží rozmístíme požadované základnové stanice a nastavíme jejich parametry.

Analýza pokrytí

- V příslušném dialogu (menu *Project - Model parameters...*, Ctrl-M) nastavíme parametry modelu One-Slope a zatrhneme *Multi-floor propagation*. (Jelikož jsme nedefinovali jednotlivé stěny a příčky, nelze použít Multi-Wall model.)
- Nyní přejdeme do režimu *Prediction*, spustíme výpočet a dle potřeby zobrazujeme jednotlivé typy analýz pro daná podlaží. Též můžeme využít zobrazení intenzity signálu podél lomené cesty atd.

Zpřesňování návrhu

- Podle konkrétních potřeb je teď samozřejmě žádoucí dále zpřesňovat výsledky analýz definováním jednotlivých stěn a použitím Multi-Wall modelu.
- Je-li možné provést kontrolní měření (podle doporučené metodiky), lze optimalizovat parametry Multi-Wall modelu i celého návrhu pikobuňkové sítě.

Příklady projektů jsou umístěny v adresáři Examples.

