


Signál jednotného času GPS v aplikacích inteligentních budov

Petr Pátík

Bakalářská práce
2006

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav aplikované informatiky

akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr PÁTÍK**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Rozbor možností vysílání a přijímání signálu
jednotného času v rámci GPS s použitím v aplikacích
řízení inteligentních budov**

Zásady pro vypracování:

V některých západních zemích EU je vysílán jednotný čas. V ČR není.

Úkolem je na základě rozboru problematiky vysílání jednotného času a možnosti využití v aplikacích řízení inteligentních budov, provést návrh řešení zabezpečení signálu jednotného času a návrh v aplikaci v řízení systému inteligentních budov.

Postup vypracování:

- rozbor požadavků na inteligentní budovy;**
- hardwarové a softwarové aspekty řídicích a informačních systémů v inteligentních budovách;**
- prvky informačních a řídicích systémů pracujících s jednotným časem;**
- principy vysílání a příjmu jednotného času;**
- existující vysílače jednotného času a příjem signálu;**
- návrh zabezpečení příjmu a případně vysílání jednotného času v ČR.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- EN 50090 Home and building electronic systém
- ISO 16484 Building Automation and Control Systems
- PrEN 14908 Control Networks Protocol
- ISO/IEC 15045-1: Information technology - Home electronic systém (HES) gateways
- Project Engineering for EIB Installations. Basic Principles, 4th (revised) edition, EIBA, 2005
- Project Engineering for EIB Installations. Application, 1st edition, EIBA, 1998
- Sauter, T., Dietmar, D., Kastner, W., EIB Installation Bus System Publicis Kommunikations Agentur GmbH, Munich, 2001
- Open system Design Guide. Designing Open Building Control Systems Based on LONWORKS Technology. Version 2.0. ECHELON CORPORATION
- Open system Specification Framework. A Framework Systems with LONWORKS Technology. Version 4.0. ECHELON CORPORATION
- Investigating open System. Comparing LONWORKS and BACnet. White paper. STRATA RESOURCE INC, 2004
- Kell, A., Colebrook, P. Open Systems for Homes and Buildings. Comparing LonWorks and KNX. iñi limited, 2004
- Baich, T., A perspective on Open Systems In Building Controls. Eurotex, 2005
- Jansen, H., Rotter, H.: Informační a telekomunikační technika.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Martin Zálešák, CSc.

Ústav automatizace a řídicí techniky

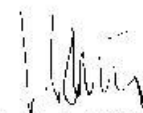
Datum zadání bakalářské práce:

14. února 2006

Termín odevzdání bakalářské práce:

16. června 2006

Ve Zlíně dne 14. února 2006


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
pověřený děkan




doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou propojení systému jednotného času se systémem inteligentních budov.

Nejprve je v práci popsán systém inteligentní budovy. Důraz je kladen na komunikativní formu standardních protokolů EIB, LonWorks a Bacnet.

Dále je v práci popsán systém jednotného času. Klíčové body této části tvoří systém DCF 77, GPS a propojení jednotného času s EIB/KONNEX.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with problems of connection of synchronous time's method with applied systems of intelligent buildings.

The work starts with the description of modern systems of intelligent buildings. The accent is put on the form of standardized communication systems - EIB, LonWorks and Bacnet. The method of synchronous time description follows. The key objectives of this part are the system DCF 77 and GPS and their connection to the communication system of EIB/KONNEX.

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce
Ing. Martinovi Zálešákovi Csc. za čas, který mi věnoval a za cenné připomínky a rady,
které vedly k vylepšení této práce.

OBSAH

ÚVOD	6
I TEORETICKÁ ČÁST	7
1 INTELIGENTNÍ BUDOVY	8
1.1 POPIS INTELIGENTNÍ BUDOVY	8
1.2 ROZBOR POŽADAVKŮ NA INTELIGENTNÍ BUDOVY	9
1.3 HARDWAROVÉ A SOFTWAREVÉ ASPEKTY ŘÍDICÍCH A INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ V INTELIGENTNÍCH BUDOVÁCH	11
1.3.1 Společná správa informací na jednom operátorském pracovišti	11
1.3.2 Nezávislost na konkrétním dodavateli	12
1.3.3 Energetický management budovy	13
1.3.4 Využití informací při správě a údržbě budovy	14
1.4 DATOVÉ SÍTĚ PRO ROZVODY SIGNÁLŮ V INTELIGENTNÍCH BUDOVÁCH	18
1.4.1 Systémy s řídicí centrálou	18
1.4.2 Decentralizované systémy	20
1.4.2.1 KNX	20
1.4.2.2 Sběrnice LON	49
1.4.2.3 Protokol BACnet	51
1.4.2.4 Další sběrnice pro automatizaci budov	52
1.4.2.5 Srovnání jednotlivých sběrnic	53
II PRAKTICKÁ ČÁST	54
2 JEDNOTNÝ ČAS	55
2.1 ČAS FYZICKY	55
2.2 SYSTÉM JEDNOTNÉHO ČASU	56
2.2.1 DCF 77	56
2.2.2 GPS	62
2.2.3 Galio	65
3 JEDNOTNÝ ČAS V INTELIGENTNÍCH BUDOVÁCH	67
3.1 PRVKY INFORMAČNÍCH A ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ PRACUJÍCÍCH S JEDNOTNÝM ČASEM	67
3.1.1 Čas a datum pro sběrnici EIB	67
3.1.2 Hodiny s příjmem jednotného času pro sběrnici LON	72
4 MOŽNOSTI PŘÍJMU A PŘÍPADNĚ VYSÍLÁNÍ JEDNOTNÉHO ČASU V ČR	74
5 ZÁVĚR	75
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	79
SEZNAM OBRÁZKŮ	81

ÚVOD

V dnešní době elektronika, automatizace a počítačová technika stále více zasahují do běžného života. Automatické stroje nenahrazují jen lidskou práci ve výrobní sféře, ale i v obyčejné domácnosti. V každé domácnosti se setkáme s nějakým elektrickým zařízením, které nahrazuje lidskou práci a zvyšuje pohodlí v budově. V moderních budovách se neobjevují jen jednotlivá automatická zařízení, ale celé skupiny automatických systémů. Těmito systémy mohou být zabezpečovací systémy, protipožární systémy, systémy měření a regulace, systémy vytápění a klimatizace, automatické zavlažovací systémy, systémy osvětlení a podobně. V posledních letech je snaha, funkce těchto systémů spojovat a vytvářet z nich podsystémy jednoho velkého systému. Budova, která takový velký systém obsahuje, se nazývá inteligentní budova.

Jednou z nejdůležitějších veličin v inteligentních budovách je čas. Jednotlivé funkce, jednotlivých podsystémů se spouští v určitý časový okamžik. Dříve se v inteligentních budovách používal ručně nastavovaný čas. Požadavky na inteligentní budovy rostou neuvěřitelnou rychlostí a moderní snahou je i automatizovat nastavování a seřizování přesného času. Automaticky nastavitelný a seřizovatelný čas se nazývá jednotný čas.

Rozmach jednotného času v posledních letech je obrovský. V běžných obchodech jsou k dostání zařízení (např. i obyčejné budíky) seřizované jednotným časem. Tato zařízení přijímají radiový signál (u nás na frekvenci 77,5 MHz), pomocí něhož si nemůžeme naladit svoji oblíbenou hudební nebo zpravodajskou radiovou stanici, ale můžeme naladit stanici, která v určitém kódu vysílá signál na seřizování přesného času.

Přesný čas se dá také nastavovat pomocí družic GPS. Tento způsob nastavování jednotného času je však komplikovanější, a proto není tak rozšířený.

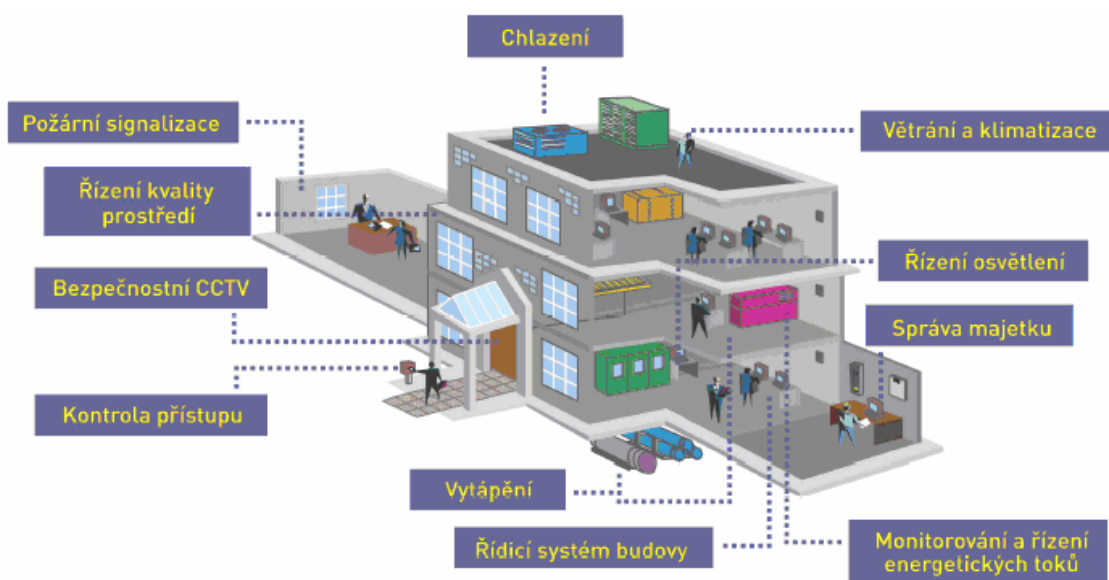
Účelem této bakalářské práce je popsat příjem a využívání jednotného času v inteligentních budovách.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 INTELIGENTNÍ BUDOVY

1.1 Popis inteligentní budovy

Pojem „inteligentní budova“ se poprvé objevil v USA na přelomu 80. a 90.let minulého století, vyjadřoval budovu s nadstandardním komfortem. Nadstandardním komfortem bylo myšleno především pohodlí uživatele budovy. V nadcházejících letech se k pohodlí přidaly další důležité rysy inteligentní budovy. V dnešní době se klade hlavní důraz v inteligentních budovách na pohodlí, bezpečnost, ekonomiku a ekologii. Na obrázku 1 je uveden profil inteligentní budovy.



obr. 1. Profil inteligentní budovy

Po celém světě se zrodila celá řada definic pojmu „inteligentní budova“, více či méně odlišných podle toho, na co kladl jejich autor hlavní důraz.

Pojem „inteligentní budova“ [1] lze výstižným způsobem popsat následující formulací: Inteligentní budovy jsou objekty s integrovaným managementem, tj. se sjednocenými systémy řízení (technika prostředí, komunikace, energetika), zabezpečení (kontrola přístupu, požární ochrana, bezpečnostní systém) a správy budovy (plánování, pronájem, leasing, inventář). Optimalizací těchto složek a vzájemných vazeb mezi nimi je zabezpečeno produktivní a nákladově efektivní prostředí. Inteligentní budova pomáhá vlastníkovvi, správci i uživateli realizovat jejich vlastní cíle v oblasti nákladů, komfortu prostředí, bezpečnosti,

dlouhodobé flexibility a prodejnosti. Inteligentní budova uspokojuje současné potřeby vlastníka a nájemce budovy a může být jednoduše přizpůsobena jejich rostoucím nárokům v budoucnosti, umožňuje úspory pořizovacích i provozních nákladů.

Inteligentní budova [2] – to je koncepce přístupu k řešení. Zatímco jednotlivé výrobky a technologie bývají rychle překonány modernějšími, koncepce vycházející z trvalých potřeb uživatelů i vlastníků zůstává. Na realizaci „inteligentní budovy“ se proto musí v tomto duchu podílet všichni účastníci – investor, architekt, inženýři projekčního týmu, případně i budoucí uživatel, a to již od samého počátku projektu.

1.2 Rozbor požadavků na inteligentní budovy

K základním požadavkům vlastníků inteligentních patří především:

- **Maximální pohodlí uživatele**

Dnešní bydlení se stále více liší od starých rodinných domů. Stále více lidí si přeje mít ve svém domě např. saunu, bazén, zimní zahradu a další vymoženosti. Kdyby se měl majitel domu o všechny tyto vymoženosti sám starat, stal by se brzy „otrokem“ svého domu.

Proto se do inteligentních budov montují systémy řízení různých funkcí, potřebných pro zajištění provozu budovy. Tyto systémy pak řídí osvětlení, udržují požadovanou teplotu v budově, řídí žaluzie, starají se o čistotu v bazénu a podobně. Řízení probíhá pomocí podnětů snímačů osvětlení, teploty a různých dalších fyzikálních veličin nebo podle časových programů.

- **Minimální ekonomické náklady**

Mezi minimální ekonomické náklady [3] patří minimální náklady na energii, minimální provozní náklady, minimalizace nákladů na opravy a rekonstrukce.

-minimální náklady na energii

Společným programovým řízením žaluzií, osvětlování, topení i chlazení lze efektivně využívat sluneční energii a tím snižovat potřebu energie nakupované.

Systém inteligentních budov reguluje tepelnou pohodu v jednotlivých místnostech a předává řídicí jednotce tepelného zdroje informace o okamžitých podmínkách. Řídicí jednotka pak připravuje jen potřebné množství tepla. V závislosti na způsobu provozu místností jsou

časovými programy přepínány režimy činnosti – komfortní režim – útlumový režim – noční pokles. V kancelářských, školských a podobných budovách je výhodnou i vazba na přítomnost osob – při delší nepřítomnosti, bez ohledu na časové programování, je vytápění místnosti převedeno do útlumového režimu. Obdobně je řízen i systém chlazení (klimatizace).

-minimální provozní náklady, minimalizace nákladů na opravy a rekonstrukce

V inteligentních budovách se používá místo klasické elektroinstalace takzvaná komunikační sběrnice. Hlavním důvodem, proč používat komunikační sběrnici, je její hospodárnost. U klasické elektroinstalace [4] potřebuje každá funkce vlastní silové vedení a každý řídicí systém svou oddělenou síť. Naproti tomu je možné s pomocí společné instalační sběrnice řídit, kontrolovat a signalizovat všechny provozně-technické funkce a procesy jedním společným vedením. Proto se může vést přívod energie bez oklik přímo k spotřebiči. Instalace v jedné budově je možno podstatně jednodušeji realizovat, později bezproblémově rozšířit a pozměnit. Při změně účelu použití nebo při jiném rozdělení prostoru se rychle a bezproblémově přizpůsobí systém komunikační sběrnice pomocí jednoduchého nového uspořádání sběrnice účastníků (změnou parametrů), aniž by se muselo nově pokládat vedení. Tato změna parametrů se provádí pomocí počítače, připojeného k systému.

- **Minimální zatěžování ekologie**

Minimální zatěžování ekologie úzce souvisí s minimálními náklady na energii, neboť optimálním využitím a tedy úsporami energie se šetří přírodní zdroje.

V inteligentních budovách je navíc možno v důsledku aplikace efektivních regulačních prostředků účelně využívat obnovitelných a alternativních zdrojů energie (solární panely, tepelná čerpadla), což vede k dalšímu šetření přírodních zdrojů.

- **Maximální bezpečnost.**

Pro funkci budovy [2] jako celku je nutný přenos informací mezi jednotlivými systémy, např. při požárním poplachu se spustí požární ventilace, vypne se ostatní vzduchotechnika, uvedou se do požárního režimu výtahy, osvětlí se evakuační trasy a odblokují únikové východy.

Propojení mezi jednotlivými systémy se provádí i při nevíтанé návštěvě. Jakmile senzory pohybu zaregistrují pohyb, spustí se alarm, rozvítlí se osvětlení, vytáhnou se žaluzie, majitelé objektu i policii se odešle varovná SMS .

1.3 Hardwarové a softwarové aspekty řídicích a informačních systémů v inteligentních budovách

Hardwarové a softwarové aspekty v inteligentních budovách.[5] úzce souvisí s požadavky na inteligentní budovy.

1.3.1 Společná správa informací na jednom operátorském pracovišti

Všechna získaná data jsou pro obsluhu zpřístupněna v jednotném grafickém prostředí se stejným komfortem zobrazení, s využitím multimediálních technologií spojujících datovou, hlasovou a video komunikaci. Způsob prezentace informací může být na vyšší úrovni než zpravidla nabízejí centrální jednotky dílčích systémů. Kromě běžného grafického zobrazování formou animovaných dynamických nákrusů se používají i nové metody názorné vizualizace velkého množství snímaných nebo zaznamenaných dat z řízené technologie, které umožňují operátorům rychle reagovat na krizové situace, odhalovat tendence řídicích procesů a pohotově vyhledávat odchylky od normálu ještě dříve, než nastane alarmový stav. Aplikace moderních způsobů monitorování stavu zařízení zvyšuje efektivitu práce řídicího personálu, informace o aktuálních stavech zařízení je organizována tak, aby obsluha nebyla zbytečně zatěžována množstvím rutinních hlášení, ale přitom byla včas varována při vybočení parametrů z normálního stavu. Obsluha na velínu budovy nemusí přecházet mezi různými programy instalovanými navíc zpravidla na několika PC, což usnadňuje práci zvláště při řešení nestandardních situací. U rozsáhlejších objektů je možné instalovat více operátorských pracovních stanic rozmístěných dle provozní potřeby, na kterých bude ovládání a monitorování jednotlivých oblastí rozděleno podle kompetencí příslušných operátorů. Provozovateli budovy je tak dán nástroj k efektivnímu, pružnému a přehlednému řízení celého objektu.

Využívání dat získaných v jednom ze systémů pro činnost ostatních systémů

Na základě informace získané v některém ze systémů budovy lze prostřednictvím integrace přímo vyvolat odpovídající akci v systému jiném. Příkladem může být ovládání osvětlení nebo klimatizace jednotlivých prostorů podle stavu jejich obsazenosti, který je vyhodnocen

přístupovým systémem. Stejně tak lze na základě informace ze zabezpečovacího systému EZS při narušení objektu přepnout na kamerový systém CCTV snímající danou zónu, ovládat polohovací hlavice kamer nebo sepnout odpovídající režim videorekordéru, případně zapnout osvětlení daného prostoru.

Vazba mezi systémy může být v omezeném rozsahu realizována diskrétními signály přenášenými mezi vstupním a výstupním zařízením jednotlivých systémů. Tyto signály nesou konkrétní informace, jejich význam je předem definován již v projektu, počet takto přenášených informací je fyzicky omezen počtem vstupních a výstupních kanálů, které mají jednotlivé systémy k dispozici. Pozdější rozšíření počtu signálů bývá obtížné vzhledem k dodatečným zásahům do přístrojového vybavení systémů, včetně nutnosti nových kabelových propojení. Koncepce inteligentní budovy proto důsledně využívá k propojení systémů jejich komunikačních kanálů.

1.3.2 Nezávislost na konkrétním dodavateli

Integrace umožňuje též propojení s řídicími systémy jiných výrobců, což se s výhodou uplatní při rekonstrukcích či rozšiřování stávajících objektů, kdy není bezpodmínečně nutné nahradit starší a ještě funkční části řídicího systému novými. Propojení se uskutečňuje buď na bázi standardního komunikačního protokolu aplikovaného v obou propojovaných systémech či prostřednictvím specializovaného rozhraní (integrátoru) v nadřazeném řídicím systému, které připojení cizího systému umožní.

Celá řada výrobců technických zařízení budov (kotle, blokové chladicí jednotky, klimatické jednotky, měřiče spotřeby tepla, frekvenční měniče, výtahy apod.) vybavuje svá zařízení vlastním autonomně pracujícím řízením. Výrobce zná nejlépe požadavky na funkci a řídicí algoritmy dodávaného zařízení, a proto využití jím dodávaného kontroléru je z funkčního a zpravidla i cenového hlediska optimálním řešením. Integrace kontroléru do centrálního řídicího systému umožní získání všech informací o ovládaném zařízení, jejichž rozsah je větší než u běžně využívaných diskrétních signálů o chodu a sumární poruše zařízení. Nadřazený řídicí systém musí být v tomto případě vybaven příslušným rozhraním (integrátorem) pro komunikaci s daným typem zařízení cizího výrobce. Do některých zařízení jako jsou frekvenční měniče, měřiče spotřeby nebo regulovaná čerpadla, implementují jejich výrobci přímo rozhraní s komunikačním protokolem některého předního dodavatele

řídících systémů budov, takže připojení takového zařízení je možné již přímo na sběrnici řídicího systému bez dalších podpůrných zařízení.

1.3.3 Energetický management budovy

Není-li provoz systémů zabezpečujících kvalitu prostředí v moderních budovách optimalizovaný z hlediska spotřeby energií, může být výsledkem značné zvýšení provozních nákladů. Zdánlivě je regulace spotřeby energie problémem ryze ekonomickým a organizačním. Určité úspory lze skutečně dosáhnout vhodnou organizací práce a časovým rozvrhem aktivity pracovišť a doby provozu energeticky náročných spotřebičů. K efektivnímu řešení této problematiky je však nezbytná technická podpora integrovaného řídicího systému budovy. K dosažení úspor energie u jednotlivých technologických zařízení budovy je možné využívat například těchto funkcí řídicího systému:

- vzájemné vazby v řízení vytápění a chlazení, které zabezpečují součinnost těchto systémů (systémy nepracují "proti sobě");
- řízení výkonu zdrojů tepla a chladu podle okamžitého odběru, rozložení celkového výkonu zdrojů tepla a chladu do více výkonových stupňů, aby bylo možné respektovat časově proměnné požadavky na jejich výkon;
- řízení vnitřního klimatu budovy s ohledem na vnější povětrnostní podmínky;
- využívání systémů s proměnným průtokem vzduchu podle skutečné potřeby ve větraných prostorech ;
- aplikaci časových programů pro řízení osvětlení chodeb a schodišť, automatická regulace osvětlení podle intenzity denního světla;
- vytvoření více světelných okruhů s daném prostoru tak, aby mimo hlavní provozní dobu bylo možné prostřednictvím řídicího systému snížit úroveň osvětlení.

K důležitým funkcím řídicího systému budovy patří sledování hodnoty technického maxima, smluvně dohodnutého s dodavatelem elektrické energie. Systém zabezpečuje dodržování (nepřekročení) této hodnoty. Vzhledem k tomu, že porušení sjednaných podmínek je dodavatelem energie výrazně penalizováno, je tato funkce z hlediska provozních nákladů velmi významná. Systém porovnává ve stanovených časových krocích (řádově desítky

sekund) skutečnou a ideální spotřebu a při překročení přípustné hodnoty odpojí podle předem definované tabulky priorit některý ze spotřebičů.

Regulační algoritmy umožňují odpínání zátěží nejen podle okamžité spotřeby, ale též podle jejího trendu, tj. podle očekávané spotřeby na konci čtvrt hodiny. Priority při odpojování zátěží mohou být trvale definovány nebo může být použito cyklicky se obměňujícího pořadí v jednotlivých časových intervalech, případně mohou být oba způsoby kombinovány. Nezbytnou podmínkou k efektivnímu řízení energetického hospodářství je spolupráce provozovatele objektu, který musí při definování tabulky priorit a ostatních podmínek algoritmů řízení uplatnit vlastní požadavky na funkci jednotlivých technologických zařízení budovy. Snižování technického maxima spotřeby elektrické energie může být tak dosaženo krátkodobým vypínáním energeticky náročného zařízení, jehož vypnutí nemůže ohrozit technologický proces a nenaruší bezpečnost provozu a kvalitu prostředí (především zařízení s akumulací funkcí, klimatizace apod.).

1.3.4 Využití informací při správě a údržbě budovy

Není-li zajištěno pravidelné a včasné ošetřování budovy a jejího technického zařízení, může být provoz sebelépe koncipované budovy, do jejíž realizace vložil investor nemalé prostředky, komplikovaný a nákladný. Proto je potřeba klást velký důraz na zajištění správné údržby, a to již od samého počátku provozování budovy. V koncepci inteligentní budovy by proto by měl být zahrnut i systém pro plánování a organizaci údržby. Tento systém je provázán s řídicím systémem budovy, z kterého získává data potřebná pro svoji činnost. V systému jsou rozlišeny dva typy servisních činností: preventivní pravidelné prohlídky a vyžádané servisní zásahy (neplánované, zpravidla vyvolané poruchou či cizím zaviněním). Systém sestavuje časové plány preventivní údržby (např. na základě doby chodu jednotlivých zařízení), ve kterých specifikuje pracovní postupy, požadavky na profesi a kvalifikaci pracovníka a seznam náhradních dílů vč. případného speciálního nářadí. V případě vyžádaných servisních zásahů sestaví a vytiskne obdobný požadavek na servisní zásah, doplněný o seznam možných příčin dané závady. Systém současně vede evidenci realizované preventivní i vyžádané údržby včetně přehledu nákladů, spravuje skladové hospodářství a databázi subdodavatelů a spolupracujících firem. Umožňuje tak analyzovat četnost jednotlivých poruch a jejich příčin, náklady na materiál a na práci apod. Samozřejmostí jsou funkce rezervující náhradní díly pro naplánované preventivní prohlídky, upozorňující na

snížení počtu daného náhradního dílu na minimální úroveň atd. Pro využití funkcí programového vybavení organizace údržby je třeba, aby již v projektu řídicího systému bylo zajištěno sledování všech signálů, které obsahují informaci o provozu a funkčních stavech řízené technologie.

K tomu, aby bylo možné plně využít možností vyplývajících ze vzájemné integrace jednotlivých systémů, je nezbytné, aby se jejich propojením zabýval tzv. systémový integrátor, který garantuje komunikaci mezi nimi. Vzhledem k tomu, že dominantní úlohu mezi systémy budovy má zpravidla řídicí systém technologických zařízení (BAS - Building Automation System), řeší se požadavky na integrace ostatních systémů právě zde. Řídicí systém budovy musí poskytovat potřebné technické i programové vybavení pro integrace a jeho dodavatel musí být schopen úlohu systémového integrátora v projektu inteligentní budovy plnit. Integrace systémů vyžadují vždy určité náklady vložené do realizace budovy, tyto prostředky však významně přispívají k efektivnějšímu provozování a správě objektu a mají příznivé ekonomické dopady.

Uživatel - nájemce objektu se však výše uvedenou problematikou nezabývá, ten hodnotí určitou budovu podle kvality pro něho vytvořeného prostředí a poskytovaných služeb. Pracovní prostředí uživatelů budovy je charakterizováno parametry jako jsou teplota, vlhkost a kvalita vzduchu, osvětlení pracovního místa, hluk, přístup k telefonním a datovým službám, vyloučení nebezpečí požáru nebo přítomnosti cizích osob a podobně. Vzhledem k současným trendům a metodám v obchodní činnosti nebo administrativní práci, která se přizpůsobuje prohlubující se mezinárodní spolupráci, se stírají rozdíly mezi jednotlivými časovými pásmy, a tak se zaměstnanci především nadnárodních společností nacházejí na pracovišti prakticky v kteroukoliv denní dobu a během pobytu na svém pracovním místě vyžadují komfortní pracovní prostředí. Úkolem systémů inteligentní budovy je, mimo jiné, vytvořit uživateli komfortní pracovní prostředí ve správný čas na správném místě a spotřebovat přitom jenom nezbytně nutnou energii.

Jedním z klíčových parametrů, které vytvářejí komfortní pracovní prostředí, je i osvětlení. Je samozřejmostí, že osvětlení musí splňovat ergonomické standardy, to však samo o sobě k vytvoření světelné pohody nepostačuje. Úkolem systémů řízení osvětlení moderních budov je proto plnit individuální a proměnlivé požadavky jednotlivých osob na způsob a kvalitu osvětlení jejich pracovního místa. V současné době se začíná v budovách s vyšším standardem uplatňovat komplexní řešení, spojující regulaci osvětlení a ochranu proti osl-

nění v jednotlivých místnostech budovy tak, aby v nich bylo dosaženo optimálního osvětlení pracoviště při maximálním využití denního světla (sdružené osvětlení).

Osvětlení chodeb, schodišť a ostatních komunikací, které bývá rozděleno do okruhů odpovídajících členění budovy, může být automaticky ovládáno řídicím systémem budovy podle definovaných časových programů a s návazností na úroveň denního světla, programy úspory energie nebo funkce zabezpečovacího či přístupového systému.

Systémy osvětlení komfortních budov bývají realizovány jako kompletní funkční celek specializovanými dodavateli a vybaveny vlastním řídicím systémem, který je integrován do řídicího systému budovy.

Hodnocení komfortu prostředí je do značné míry subjektivní záležitostí jednotlivých uživatelů budovy. Velmi účinným opatřením k dosažení spokojenosti je učinit pracovníka částí řízení budovy, tj. umožnit mu podílet se v určitém rozsahu na určování parametrů jeho pracovního prostředí. Běžné jsou dnes již ovladače, umožňující uživateli nastavit požadované hodnoty klimatu či režim osvětlení v jeho kanceláři, v moderních systémech je díky propojení automatizačního systému budovy se systémem automatizace administrativy možná komunikace uživatele s řídicím systémem např. prostřednictvím telefonního přístroje nebo osobního počítače. Volbou určitého číselného kódu v rámci dialogu s hlasovou službou centrály řídicího systému v případě telefonního kontaktu nebo přímo v barevném grafickém prostředí z internetového prohlížeče instalovaného na svém PC může uživatel změnit nastavení parametrů prostředí daného podle svého přání.

Na tomto místě je třeba zdůraznit, že "inteligentní budova" nevzniká aplikací určitého konkrétního produktu - zařízení či systému. Je nutné si uvědomit, že v oblasti řízení budov jsou jednotlivá zařízení i systémy rychle překonávány novými modernějšími výrobky. Projekt inteligentní budovy spočívá proto v přístupu ke koncepci řízení a správy budovy, která je zaměřena na definování vzájemných vztahů a vazeb mezi jednotlivými systémy a která též není omezena jen na některý z instalovaných systémů či některou z realizačních profesí. Výsledkem tohoto procesu má být objekt splňující co nejefektivněji požadavky všech zúčastněných stran na jeho využití i kvalitu poskytovaných služeb, přitom musí být dostatečně variabilní, aby této efektivitě a kvalitě bylo možné dosahovat i v budoucnosti při změnách podmínek využívání budovy.

Stanovení koncepce pro daný projekt inteligentní budovy je proto společnou záležitostí všech účastníků procesu výstavby a pro jeho úspěšný výsledek je nutné, aby se na této koncepci podíleli všichni účastníci procesu realizace - investor, architekt, odborní konzultanti, generální projektant a odborní projektanti jednotlivých profesí, generální dodavatel a jeho subdodavatelé, případně i budoucí uživatel.

Vzájemná spolupráce je nutná i proto, že podmínky pro vytvoření inteligentního systému řízení musí být zohledněny již při návrhu technologického řešení. Ani sebelepší a modernější řídicí systém nemůže tyto podmínky splnit tam, kde v technologii není odpovídající řešení připraveno. V oblasti vytápění se jedná např. o rozdělení topných větví tak, aby bylo možné je samostatně regulovat podle pracovního režimu v jednotlivých částech budovy a dodávku tepla či chladu pro jednotlivé uživatele též měřit pro případné rozúčtování skutečné spotřeby. U vzduchotechniky je nutné uvažovat s možností regulace dodávky venkovního vzduchu do jednotlivých částí budovy podle jejich obsazení např. použitím VAV boxů či osazením uzavíracích klapek na odbočkách ze stoupaček s regulací centrálních jednotek frekvenčními měniči. Stejně tak při požadavku na automatizované řízení osvětlení v jednotlivých místnostech je nutné vybavit jednotlivé okruhy stavební elektroinstalace spínacími prvky s možností jejich dálkového ovládání z řídicího systému, pro integraci řízení výtahů s možností jejich ovládání uživatelskou kartou je třeba dodat k výtahům odpovídající řídicí jednotku a zabezpečit provázání řídicího a přístupového systému a podobně.

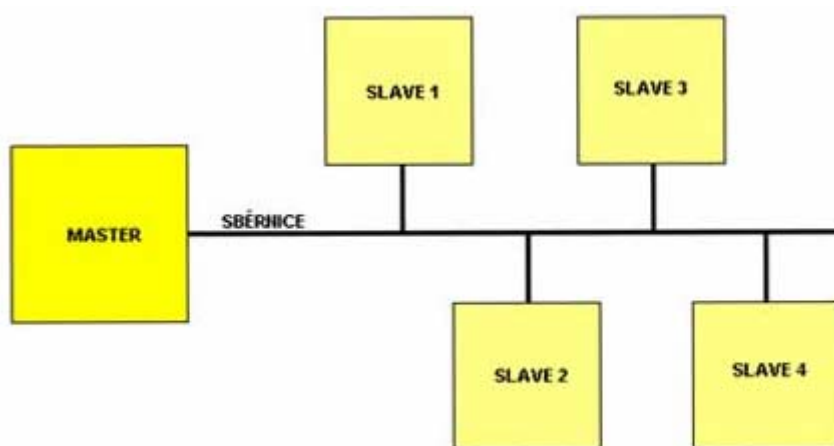
Diskuse o koncepci řízení a správy budovy musí probíhat už od samého počátku projektu, proto je nesmírně důležité, aby se řešitel řídicích, bezpečnostních a informačních systémů mohl podílet na projektu co nejdříve. Při dnes obvyklé hierarchii dodavatelských vztahů však bývá dodavatel řídicích systémů budovy zařazen nejčastěji jako subdodavatel dodavatele elektroinstalace či některé z mechanických částí - vzduchotechniky nebo vytápění či chlazení. To samozřejmě omezuje jeho vliv na tvorbu koncepce a možnost angažování se v dalších systémech. V situaci, kdy tento subjekt vstupuje do projektu až po ukončeném výběrovém řízení na dodavatele technologických zařízení, kdy jsou stanoveny základní parametry budovy a jejích systémů a podle toho nastaveny i odpovídající finanční limity, je realizace koncepce "inteligentní budovy" prakticky nemožná.

1.4 Datové sítě pro rozvody signálů v inteligentních budovách

S rostoucími nároky na elektrické instalace [6,7] se klasické ukládání vnitřních elektrických rozvodů stávalo stále komplikovanějším. Při vysokých požadavcích na úroveň komfortu a na vysoké počty náročných funkcí spojených s řízením provozu místností i celého objektu se navíc začalo narážet na hranice možností klasických elektrických instalací. Proto se již před několika desítkami let začaly vyvíjet různé řídicí systémy, jejichž cílem bylo umožnit co nejefektivnější využívání energií při maximálním komfortu. Výsledkem tohoto snažení jsou různé řídicí systémy využívající centralizovaného nebo decentralizovaného řízení některých nebo i všech funkcí budov.

1.4.1 Systémy s řídicí centrálou

Vybavení jednotlivých účastníků programovatelnými mikroelektronickými obvody přispělo k výraznému zjednodušení silových elektrických instalací. To bylo umožněno adresnou komunikací jednotlivých přístrojů vzájemně mezi sebou. Aby nedocházelo ke konfliktním situacím, v nichž by svoje zprávy současně vysílalo více účastníků, bylo nutné zajistit postupné předávání zpráv. Toto zabezpečila centrální řídicí jednotka [7], přes níž musí probíhat veškeré informace a která také určuje, kdy a který účastník bude vysílat měřené hodnoty či přijímat příkazy. Jednoduchost zapojení takového systému vyplývá z příkladu na obrázku 2.



obr. 2. Možné blokové schéma systémové instalace
s centrální řídicí jednotkou

Struktura sběrnice, k níž jsou připojeni všichni účastníci i řídicí jednotka, musí umožňovat přímou komunikaci mezi touto řídicí jednotkou (např. Master) a kterýmkoliv účastníkem (Slave). Řídicí jednotka přijímá údaje snímačů a po jejich vyhodnocení vysílá odpovídající příkazy akčním členům k vykonání potřebné akce. Výhodou systémů s centrální řídicí jednotkou je bezkonfliktní provoz sběrnice při vysokých přenosových rychlostech. Přesto bývá kapacita takového systému omezena. Využívá se často pro řízení zpravidla jednoho souboru funkcí, např. jen pro regulaci vytápění, nebo jen žaluzií, či pouze osvětlení.

Centralizované řídicí systémy nemusí být navrženy vždy jen pro řízení funkcí ve velkých objektech. Někteří výrobci nabízí i jednoduché, relativně levné anebo levně se tvářící systémy s malými řídicími jednotkami pro ovládání jedné nebo několika málo funkcí (např. osvětlování, chodu žaluzií apod.) a to zpravidla pro limitovaný počet ovládacích prvků i akčních členů. Na první pohled se tyto systémy mohou jevit jako ekonomicky výhodné. Uvědomme si však, že i v malém objektu (např. v obytné vilce) bude nutné použití samostatných řídicích jednotek pro řízení různých funkcí, tedy jedné pro osvětlení, druhé pro žaluzie, třetí pro vytápění, ... A kromě toho, jen ve výjimečných případech bude plně využita celá kapacita. Častější bude např. jen 60% nasazení možného počtu snímačů a akčních členů. Dalším nedostatkem takovýchto centralizovaných systémů bývá nemožnost podávání zpětných hlášení od akčních členů až ke snímačům. Centrální jednotka sice může obdržet hlášení o uskutečnění požadovaného příkazu, ale již je neodešle ke snímači. Ten tedy ani nemůže indikovat vykonání požadované akce. Zpětná kontrola je mnohdy velmi důležitá. U ručně ovládaných přístrojů - snímačů je běžným prvkem optického zobrazování stavu spotřebiče dvoubarevná dioda LED. Jedna barva indikuje zapnutý stav, druhá stav vypnutý. Ke změně barvy ale může dojít teprve po obdržení hlášení o uskutečnění dané akce, nikoliv na základě vyslaného příkazu. Jestliže centrální jednotka nevyšle zpětné hlášení, změna nemůže být signalizována. To je důležité především v těch případech, kdy je ovládaný spotřebič prostorově dislokován tak, že z místa ručně ovládaného snímače (obdobou v klasické elektrické instalaci je domovní spínač) není na spotřebič vidět, anebo charakter spotřebiče je takový, že na pohled nemusí být zřejmý jeho provozní stav (např. elektrické podlahové vytápění).

1.4.2 Decentralizované systémy

Potřeba řízení provozu různých funkcí i s možností zpětných hlášení, vizualizace, protokolování událostí, potřeba systému, který by bylo možné používat v malých i velkých objektech a který by připouštěl stavebnicový, postupný způsob jeho výstavby, vedla k intenzivním pracím na systémově odlišné soustavě. Bylo nutné zcela změnit způsob komunikace mezi jednotlivými účastníky (snímači, akčními členy a dalšími prvky systémové instalace). Zásadním krokem zde bylo opuštění koncepce s centrální řídicí jednotkou. Znamenalo to vybavit každý prvek na sběrnici, který má komunikovat s dalšími prvky na téže sběrnici, malou řídicí jednotkou, schopnou řídit k němu přiřazené snímací elementy nebo silová ovládací zařízení a současně si vyměňovat potřebné informace s dalšími prvky. K tomu bylo nutné vypracovat také software, jehož pomocí se programovaly nejen parametry jednotlivých přístrojů, ale i vzájemná komunikace.

1.4.2.1 KNX

V roce 1999 byl založeno sdružení KNXA (Konnex-Association) [8], které si dalo za úkol vytvoření otevřeného světového standardu pro automatizaci budov a automatizaci domácích spotřebičů včetně jejich síťového spojení. Tato zastřešující organizace sdružuje mezinárodní organizace a firmy, vyrábějící zařízení pro automatizaci budov (zčásti pro různé sběrnice) a spotřebiče pro domácnost. Mezi zakládajícími členy je jak EIBA, tak i firmy se silným postavením na trhu (Siemens, Merten, Hager a další).

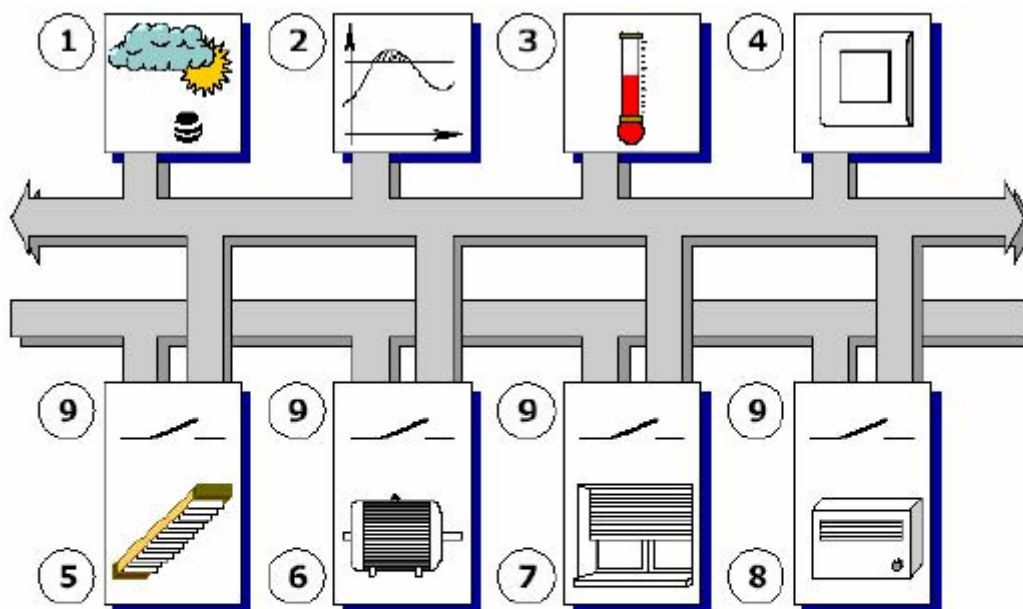
Jako základ pro mezinárodní standard KNX byla zvolena sběrnice EIB pro její technický charakter i úspěch na trhu (bylo již realizováno přes sedmdesát tisíc projektů). Hovořily pro ni v zásadě tři výhody EIB: kompatibilita výrobků různých firem, jasná certifikace a jednotné uvádění do provozu (EIB-Tools).

Veškeré výrobky a zařízení určené pro sběrnici EIB vyhovují automaticky standardu KNX (a často bývají současně označovány oběma ochrannými známkami EIB a KNX).

EIB - European Installation Bus

EIB [9] je standard datové sběrnice systémů řízení budov. Sběrnice EIB vytváří jednotnou platformu pro ovládání systémů a zařízení zajišťujících provoz budov (osvětlení, zastíňovací technika, vytápění, klimatizace, zabezpečovací a přístupové systémy, audio/video systémy...). Systém založený na sběrnici EIB je programovatelný a rozšiřitelný. Jedná se o

decentralizovaný distribuovaný automatizační systém (jednotliví účastníci mají vlastní mikroprocesor a komunikují spolu bez použití centrální jednotky - peer to peer). Páteří zařízení je dvou vodičová datová sběrnice, po níž se přenášejí jednotlivé telegramy. Na obrázku 3 je zobrazena distribuovaná architektura systému EIB.



- | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------------|
| 1 Čidlo jasu | 2 Prahová detekce | 3 Teplotní čidlo |
| 4 Monitorování | 5 Osvětlení | 6 Řízení motoru |
| 7 Žaluzie a rolety | 8 Vytápění | 9 Spínací kontakty 230V |

obr. 3. Distribuovaná architektura systému EIB

Standard EIB je vytvářen nezávislou organizací EIBA se sídlem v Bruselu (1990). Jednotlivé komponenty systému EIB vyrábí desítky výrobců z celé Evropy. Výhodou standardizovaného systému je možnost kombinování komponent různých výrobců (Berker, Gira, Jung, Insta, Merten Siemens). Všichni výrobci organizace EIBA jsou uvedeny na www.konnex.org. Někteří tradiční výrobci elektroinstalačního materiálu vyrábějí široký sortiment tlačítek, spínacích prvků a systémových prvků. Menší firmy naopak dodávají speciální prvky jako LCD ovládací panely, řídicí moduly, moduly pro integraci do jiných systémů a podobně. K těmto výrobcům se postupně přidávají výrobci ostatních zařízení pro budovy, kteří doplňují sortiment o zařízení přímo připojitelná na sběrnici EIB, například žaluzie, pohony ventilů topení atd.

Srovnání běžné elektroinstalace a techniky EIB.

Princip činnosti systému EIB je od běžné elektroinstalace poněkud odlišný. Zatímco u klasického řešení slouží k přenosu informace (zapnuto/vypnuto) silové vedení, u techniky EIB je informační složka od silového napájení oddělena a je přenášena po samostatném dvojvodičovém vedení (datové sběrnici) v podobě určitého kódu. Zadávání informací do systému zprostředkovávají tlačítka či automatické snímače fyzikálních veličin (v řeči techniky EIB jsou to senzory), spínání popř. spojitou regulaci na výstupu zajišťují akční členy (nazývají aktory).

U technologie EIB je použit jeden ovládací pár vodičů (tzv. datová sběrnice) i pro velký systém o několika tisících účastníků, tj. senzorů a aktorů. Po jednom ovládacím vedení se tedy přenášejí všechny ovládací signály v určité kódované formě - tzv. telegramy. Aby na sběrnici nevznikala „informační zácpa“, musí být tyto telegramy co nejkratší a musí být přenášeny dostatečně rychle. Aby na sběrnici nevznikal informační chaos, musí být přesně stanoveno, který telegram komu patří. Proto je zavedena tzv. adresace, která jednoznačně určuje jednotlivé účastníky sběrnice (senzory i aktory).

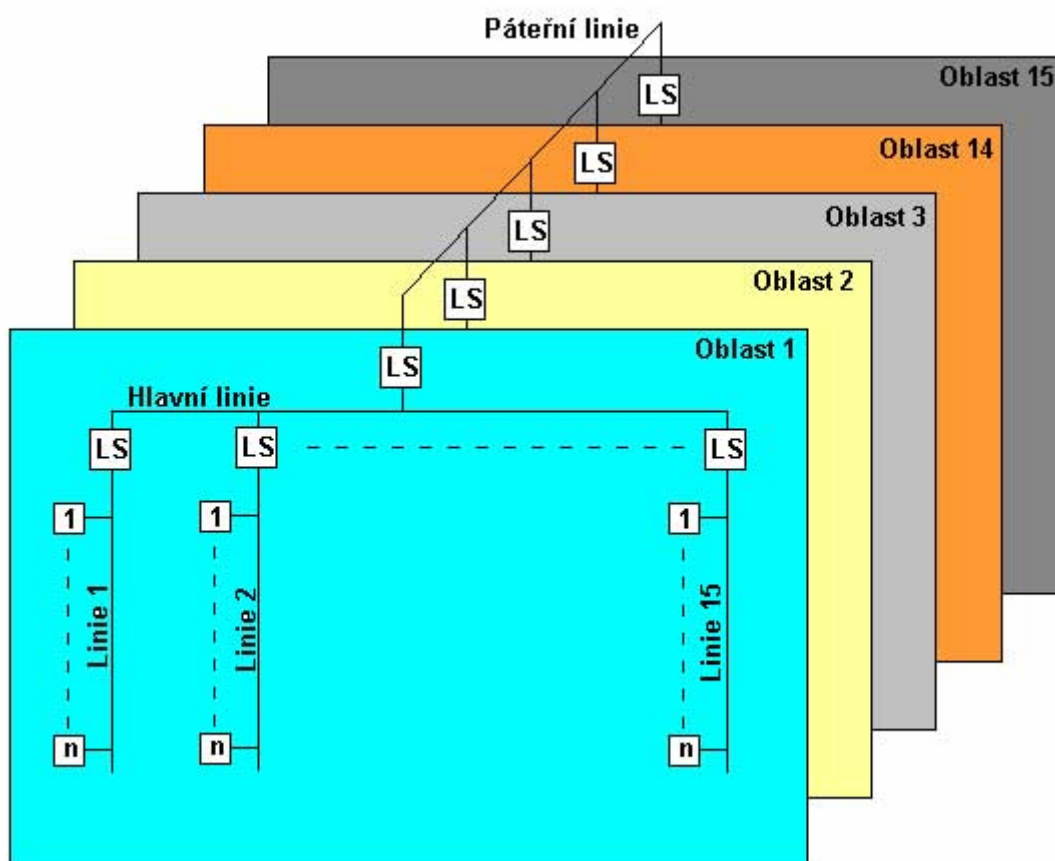
Výměna informací se uskutečňuje po dvojvodičové datové sběrnici, která prochází celou budovou. V rozváděči je kabel nahrazen tzv. datovou lištou - plošným spojem vlepeným do upevňovací lišty DIN pro elektrické přístroje. Všichni účastníci sběrnice jsou připojeni na tutéž sběrnici a vyměňují si navzájem informace prostřednictvím datových telegramů, s nimiž je možné dosáhnout i určitých podmíněných vazeb (např. při otevřeném okně je telegram zapínající topení neúčinný). Systém EIB nemá žádný centrální řídicí počítač a každý jednotlivý senzor nebo aktor je řízen autonomně pomocí vlastního mikroprocesoru. Kromě procesoru obsahují účastnický vazební člen (přípojku) a koncový uživatelský modul (tlačítko, výkonový člen aktoru atd.). Účastnický vazební člen zabezpečuje komunikaci po datové sběrnici. Pro napájení elektronických obvodů v účastnickém vazebním členu je nutné ke sběrnici připojit zdroj stejnosměrného napětí 24 V. Jeden pár vodičů sběrnicevého kabelu potom plní dva základní úkoly:

a) přenáší datové telegramy

b) napájí jednotlivé účastníky stejnosměrným napětím.

Topologie systému EIB

Z hlediska struktury jsou účastníci rozděleni do linií a oddílů. Na jedné linii může být maximálně 64 účastníků. Každá linie má vlastní napájecí zdroj. Liniový vazební člen (LK) zabezpečuje galvanické oddělení linií od ostatních při zachování možnosti vzájemné výměny informací. Liniové vazební členy jsou propojeny hlavní linií. I na ní může být připojeno 64 přístrojů (včetně liniových vazebních členů). Dvanáct linií s linií hlavní tvoří oddíl. Až 15 oddílů může být pomocí oddílových vazebních členů (BK) navzájem spojeno. Linie nad oddílovými vazebními členy se nazývá oddílová nebo výstižněji páteřní (backbone). Rovněž na ni lze umístit maximálně 64 přístrojů, počítaje v to i oddílové vazební členy. Páteřní sběrnice může být pomocí přizpůsobovacího členu (gateway) napojena na jiné systémy a samozřejmě si s nimi může i vyměňovat informace. Na jedné linii může být maximálně 64 účastníků, v jednom oddílu maximálně 12 linií plus hlavní linie a nejvyšší počet oddílů je 15, nejvyšší celkový počet účastníků 12 544. Na obrázku 4 je zobrazena logická struktura EIB.



obr. 4. Logická struktura EIB

Přenosová media.

EIB protokol pro fyzickou vrstvu definuje několik typů médií a podpora dalších je umožněna pomocí tzv. bran (gateways). Specifikace fyzické a linkové vrstvy je optimalizována pro každé médium.

Definovaná média:

- **EIB.TP** [10] - pro přenos informací mezi jednotlivými prvky systémové elektrické instalace a současně pro napájení vstupních elektronických částí (sběrnice spojky), popř. i všech následujících elektronických obvodů některých přístrojů (např. snímačů) slouží sběrnice, tvořená sdělovacím kabelem. Z požadavků na ochranu před možností indukovaní rušivých signálů na vedení sběrnice vyplývá nutnost použití stíněných kabelů. Pro napájení i pro přenos informací slouží jediný pár vodičů. Pro jednoznačné rozlišení vodičů bylo stanoveno i barevné značení obou těchto žil. Červeným pláštěm je opatřen vodič připojený ke kladnému pólu napájecího zdroje, černou barvou je označena izolace vodiče připojeného k zápornému pólu.

I když pro komunikaci i napájení postačuje jeden pár vodičů, je předepsáno používání kabelu se dvěma kroucenými páry vodičů. Druhý pár (jeden vodič s bílou, druhý se žlutou izolací) je určen jako rezerva pro případ poškození některého z vodičů sběrnice. Může být využit i jako připojovací vedení pro některý z pomocných prvků, který má být připojen např. ke vstupním svorkám některého z binárních vstupů. V každém případě ale nesmí dojít ke snížení parametrů soustavy bezpečného malého napětí SELV, jejímž požadavkům musí vyhovovat napájecí zdroje i všechny přístroje připojené ke sběrnici. Příslušnost k soustavě SELV vymezuje také požadavek na velikost zkušební napětí (4 kV) vnějšího pláště kabelu sběrnice. To dovoluje klást sběrnice kabel v souběhu se silovými vedeními, bez omezení délky souběhu. V instalacích, v nichž může často docházet ke změnám technologie provozu, s vynucenými následnými změnami ve vybavení elektrické instalace a tedy i ve způsobu ovládání jednotlivých funkcí, mohou být používány speciální ploché kabely vybavené propojovacími konektory a obsahující jak silové vodiče, tak i dva vodiče pro sběrnici EIB/KNX. Takováto „konfekční“ instalace výrazně snižuje montážní pracnost.

Jednotlivé přístroje systémové instalace se k tomuto sdruženému vedení připojují připojovacími spojkami, opatřenými izolací procházející zařezávacími kontakty.

Příklad konstrukce běžného sběrnicevého kabelu je na obrázku 5. Pro rozlišení od ostatních sdělovacích kabelů je vhodné používat kabely s vnějším pláštěm v zelené barvě.

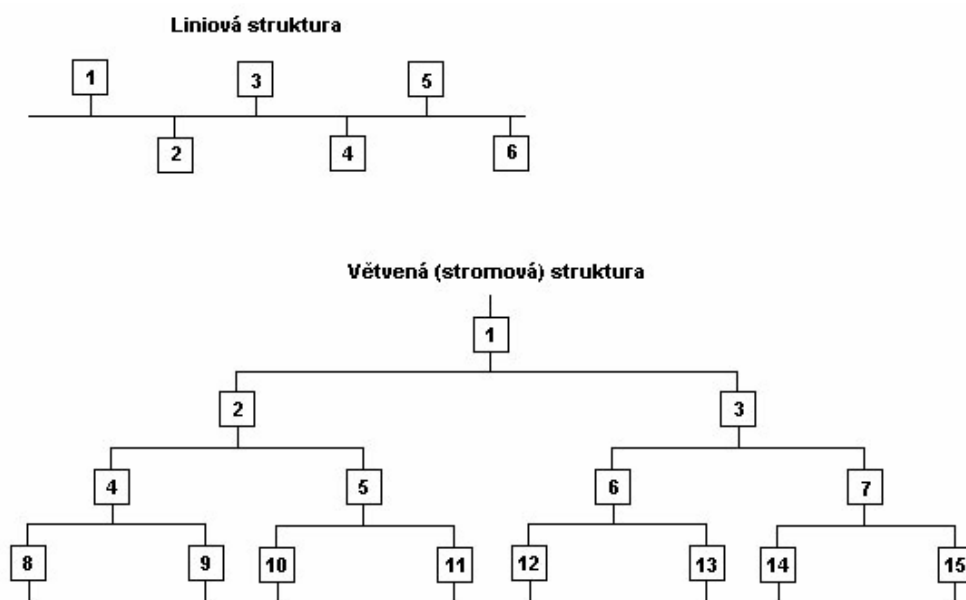


obr. 5. Příklad konstrukce sběrnicevého kabelu

Průměry měděných jader vodičů sběrnicevého kabelu byly stanoveny na 0,8 mm. Vyhovujícími kabely jsou např. YCYM 2x2x0,8 nebo JYSTY 2x2x0,8. Z jednoho napájecího zdroje je možné napájet nejvýše 64 prvků, přičemž při výpočtech byl uvažován odběr každého z nich ve výši 10 mA. Jmenovité napětí naprázdno napájecího zdroje pro EIB/KNX sběrnici je 30 V, přičemž pro spolehlivou činnost nejvzdálenější sběrnicevé spojky na jejích vstupních svorkách musí být napětí alespoň 15 V. Z možných úbytků napětí na vedení sběrnice pak vyplývá, že největší vzdálenost kteréhokoli z přístrojů EIB/KNX smí být 300 m. Pokud jsou přístroje umístěny na dvou větvích sběrnice, napájených z téhož zdroje, je maximální vzdálenost po sběrnici mezi dvěma přístroji systémové instalace 600 m (vždy 300 m na každou stranu od napájecího zdroje). Celková délka vedení sběrnice v jedné společně napájené větvi nemá překročit 1000 m. Pokud je zapotřebí v téže větvi použít dvou napájecích zdrojů, je nutné omezit průchod možných vyrovnávacích proudů dostatečným odporem sběrnicevého vedení – minimální vzdálenost těchto dvou zdrojů bude 200 m.

Při propojování přístrojů v systémové instalaci EIB/KNX je možné vést kabel sběrnice libovolně, bez ohledu na příslušnost použitých prvků k jednotlivým funkcím – vždy co nejkratším směrem. Sběrnice se může podle potřeby větvit. Je tedy možná liniová, pa-prsková nebo stromová struktura anebo jejich kombinace. Zakázanou strukturou je kruhové uspořádání – nikde se nesmí na sběrnici uzavřít smyčka.

Příklady možných struktur sběrnice jsou na obrázku 6.



obr. 6. Příklady uspořádání sběrnice v systémové instalaci EIB/KNX

Při propojování sběrnice se její jednotlivé úseky odizolovávají v co nejkratších úsecích. Pro jejich vzájemné propojování a současně i pro připojování k přístrojům slouží ponejvíce dvou pólové, čtyřnásobné bezšroubové svorkovnice. Na nich je možné rozvětvit sběrnici vždy až do čtyř směrů. Každý z pólů je opatřen otvorem pro nasunutí na připojovací kolík, který je součástí sběrnice spojky.

Stínění jednotlivých úseků sběrnice se vzájemně nepropojuje, ani se nepřipojuje k ochrannému obvodu. Při případných zemních zkratech by se totiž na tomto vodiči mohl zvýšit potenciál, takže rozdíl potenciálů by mohl vzrůst na hodnoty nebezpečné pro elektronické obvody propojované sběrnici.

- **EIB.PL** - silové vedení (**powerline**). Maximální vzdálenost mezi dvěma zařízeními je 600 m. Je použita modulace klíčovaného posunu v rozprostřeném spektru. Přístup k médium je řízen úvodní sekvencí s náhodným rozdělením slotů. Adresní rozdělení zajišťují BAU (Bus Access Unit) vybavené odpovídajícím numericky přizpůsobeným filtrem.

- **EIB.RF** - Rádiové signály ; Jednotlivé linie jsou fyzikálně odděleny různými nosnými frekvencemi. V otevřeném prostoru je dosah vysílání až 300 m.
- **EIB.IR** - Infračervené signály ; Ve vývoji.
- **EIB.net** - Automatizační síť ; Tato specifikace realizuje EIB na všech médiích s linkovou vrstvou odpovídající normě ISO/IEC 802-2, tedy i na Ethernetu a Arcnetu.

Komunikační protokol.

Komunikační protokol [9] EIB je strukturován v souladu se sedmivrstvým ISO/OSI komunikačním modelem. Fyzická a linková vrstva je závislá na typu použitého média. Pro řízení přístupu k médiu je předepsán mechanismus Carrier Sense Multiple Access (CSMA) s optimalizovaným antikolizním přístupem (Collision Avoidance). Příznak cílové adresy (DAF) rozlišuje mezi telegramy orientovanými skupinově a na zařízení. Síťová vrstva řídí přenosy pomocí NPCI řídicí informace (Network Protocol Control Information). Transportní vrstva se stará o logické komunikační vazby, které mohou mít několik forem:

- Jeden pro několik (**one-to-many**), bez spojení (vysílání pro skupinu)
- Jeden všem (**one-to-all**), bez spojení (vysílání)
- Jeden jednomu (**one-to-one**), bez spojení
- Jeden jednomu (**one-to-one**), se spojením

Všechny služby jsou transparentně vedeny napříč relační a prezentační vrstvou. Aplikační vrstva obsahuje aplikační rozhraní pro klient/server správu EIB sítě. Informace vyměňované mezi dvěma zařízeními jsou formovány do paketů. Každý vyslaný paket je pak následován potvrzením, tvořeným znakem a EOF. EIB systém umožňuje přiřadit vysílaným datovým paketům prioritu, což může být výhodné například při zasílání urgentních nebo chybových hlášení. Alarmní zpráva má prioritu vyšší než jakákoli jiná zpráva vyslaná v normálním operačním módu.

Adresování

Jsou rozlišovány dva módy adresování:

- a) fyzická adresace (systémové operace)**
- b) skupinové adresování (normální operace).**

Každé zařízení na síti EIB je identifikováno jedinečnou fyzickou adresou. Fyzická adresa je složena ze tří částí: čísla zóny, linie a vlastního zařízení. Adresa zdroje je vždy uváděna ve tvaru fyzického adresování. Pro cílové zařízení je fyzická adresa používána pouze pro inicializaci programování a diagnostiku (přenosy se spojením). To odpovídá systémovému přístupovému modu.

Příklad: Fyzická adresa 1.4.56 udává, že účastník se nachází v 1 oddílu (z 15 možných), na 4 linii (ze 13 možných) a že jde o 56. přístroj (ze 64 možných). Nejnižší fyzická adresa je 0.0.1 a nejvyšší 15.13.64

Skupinové adresování je používáno při normálním operačním módu. Funkce EIB zařízení patřících do stejné skupiny může být při tomto adresování ovlivněna jedinou zprávou zaslánou zdrojovým zařízením. Jednotlivé funkce zařízení mohou pracovat pod různými skupinami nezávisle. Skupinové adresování tedy umožňuje logické spojení mezi zařízeními na síti EIB a tedy flexibilitu ve smyslu možnosti přidání nového zařízení, pouze jeho připojením na skupinovou adresu.

Příklad:

Rozdělení hlavních skupin:

hlavní skupina 1: Centrální funkce

hlavní skupina 2: Osvětlení

hlavní skupina 3: Žaluzie

hlavní skupina 4: Vytápění Hlavní skupina 2 - Osvětlení může obsahovat tyto podskupiny:

podskupina 0: západní trakt, kancelář 1, světlo 1, ZAP/VYP - celá skup. adresa 2/0

podskupina 1: západní trakt, kancelář 1, světlo 1, stmívat - celá skup. adresa 2/1

podskupina 2: západní trakt, kancelář 1, světlo 2, ZAP/VYP - celá skup. adresa 2/2

podskupina 3: západní trakt, kancelář 1, světlo 2, stmívat - celá skup. adresa 2/3

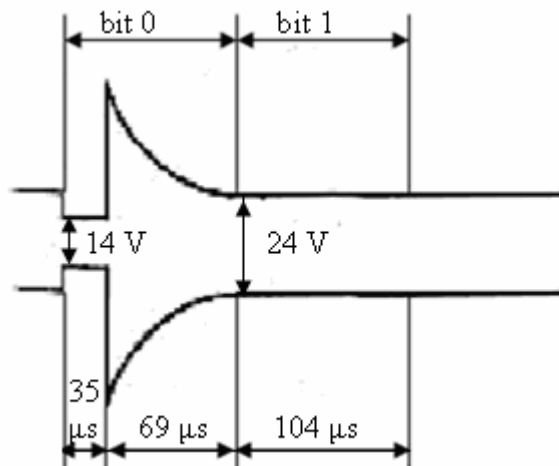
atd.

Přenos signálu.

Výměnu informací mezi jednotlivými účastníky zprostředkovávají datové telegramy. Ty obsahují tyto zakódované údaje:

- vlastní výkonný povel (ZAP/VYP, stmívat, nastavit hodnotu atd.)
- prioritu telegramu (běžná, alarm)
- fyzickou adresu odesílatele
- příslušnou skupinovou adresu
- routingové číslo (pro telegramy přesahující rámec jedné linie nebo oddílu)
- kontrolní pole.

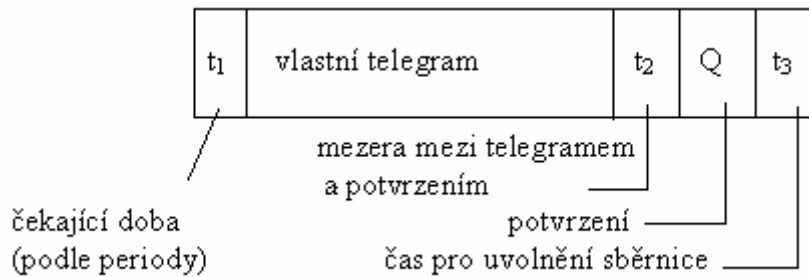
Telegramy jsou sestaveny podle přesně stanoveného kódu na bázi digitálních znaků. Přenosová rychlost je 9 600 bit/s. Pro přenos jednoho bitu (znaku se stavem 1 nebo 0) je tedy zapotřebí $1/9\,600 = 104\mu\text{s}$. Průměrný přenosový čas projeden telegram včetně potvrzení je asi $25\mu\text{s}$. Za dobu 1 s lze tedy přenést 40 standardních telegramů. Po jednom páru vodičů jsou současně přenášeny datový signál a stejnosměrné napájecí napětí 24V. Informace je na napájecí napětí namodulována, přičemž impuls je interpretován jako logická 0, mezera jako logická 1. Průběh sběrnicevého signálu pro jeden bit je zobrazen na obrázku 7.



obr. 7. Průběh sběrnicevého signálu

pro jeden bit.

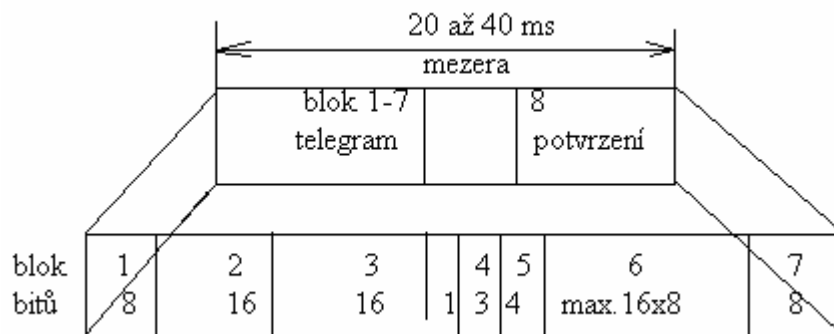
Aby bylo zabráněno kolizím telegramů, nesmí být doba přenosu jednoho znaku delší než 100 μ s . Kompletní informace je na sběrnici vysílána vždy po bitech v podobě datového telegramu. Každý telegram je po určité přestávce potvrzen potvrzovacím polem. Skladba telegramu je zobrazena na obrázku 8.



obr. 8. Skladba telegramu

Výstavba telegramu

V systémech EIB jsou telegramy [9] generovány na základě podnětů; ty jsou vyvolány převážně změnou fyzikální veličiny. Telegram o délce 20 až 40 ms se skládá ze sedmi datových bloků a potvrzovacího pole. Přesný popis výstavby datového telegramu je na obrázku 9.



obr. 9. Výstavba datového telegramu

Jednotlivé bloky mají tento význam:

- blok 1 - kontrolní pole - 8 bitů (1 B) udává prioritu telegramu
- blok 2 - fyzická adresa odesílatele - 16 bitů
- blok 3 - skupinová adresa příjemce - 17 bitů
- blok 4 - routinové číslo - 3 bity

-
- blok 5 - údaj o délce telegramu - 4 bity
 - blok 6 - užitečná informace - max. 16 bajtu
 - blok 7 - zkušební pole - 8 bitů
 - blok 8 - potvrzovací pole - 8 bitů

EIB komponenty

Zařízení na EIB síti jsou rozdělena do tří oblastí [9]:

- Základní komponenty, např. napájecí zdroje a signálové filtry
- Systémové komponenty, podporující základní systémové operace jako je systémová spojovací jednotka (BCU) , liniové spojky a opakovače.
- EIB zařízení určená pro aplikace jako jsou senzory a akční členy, infračervené dekodéry, panely s displeji, atd. Tato zařízení jsou ke sběrnici připojena vazebními

jednotkami nebo podobnými rozhraními. BCU jednotku je možno použít samostatně jako standardní produkt nebo její funkce integrovat do speciálního zařízení. BCU jednotka, je složena z vysílače a komunikačního řadiče (mikroprocesoru). Modul vysílače zajišťuje komunikaci na síti EIB. Mikroprocesorová část zajišťuje mimo distribuovaného operačního systému EIB i lokální klientské aplikace. Pomocí rozhraní PEI (Physical External Interface) a standardizovaného API (External Message Interface) je možné na EIB sběrnici připojit externí hardware jako jsou binární vstupy a výstupy. Celkem je definováno 20 různých typů.

Software pracující se sběrnici EIB

Pro programování a zajištění chodu sběrnice EIB nabízí dnešní době společnost KONNEX [11] tyto softwarové nástroje:

- ETS 3 STARTER
- ETS 3 PROFESSIONAL
- iETS
- OPC SERVER
- FALCON
- EITT

Nejčastěji se pro programování sběrnice EIB používá software ETS 3 STARTER nebo ETS 3 PROFESSIONAL. Ostatní softwarové nástroje nejsou tak časté a slouží především pro propojení EIB sběrnice s internetem a nebo pro testování sběrnice.

POPIS PROGRAMU ETS 3 STARTER

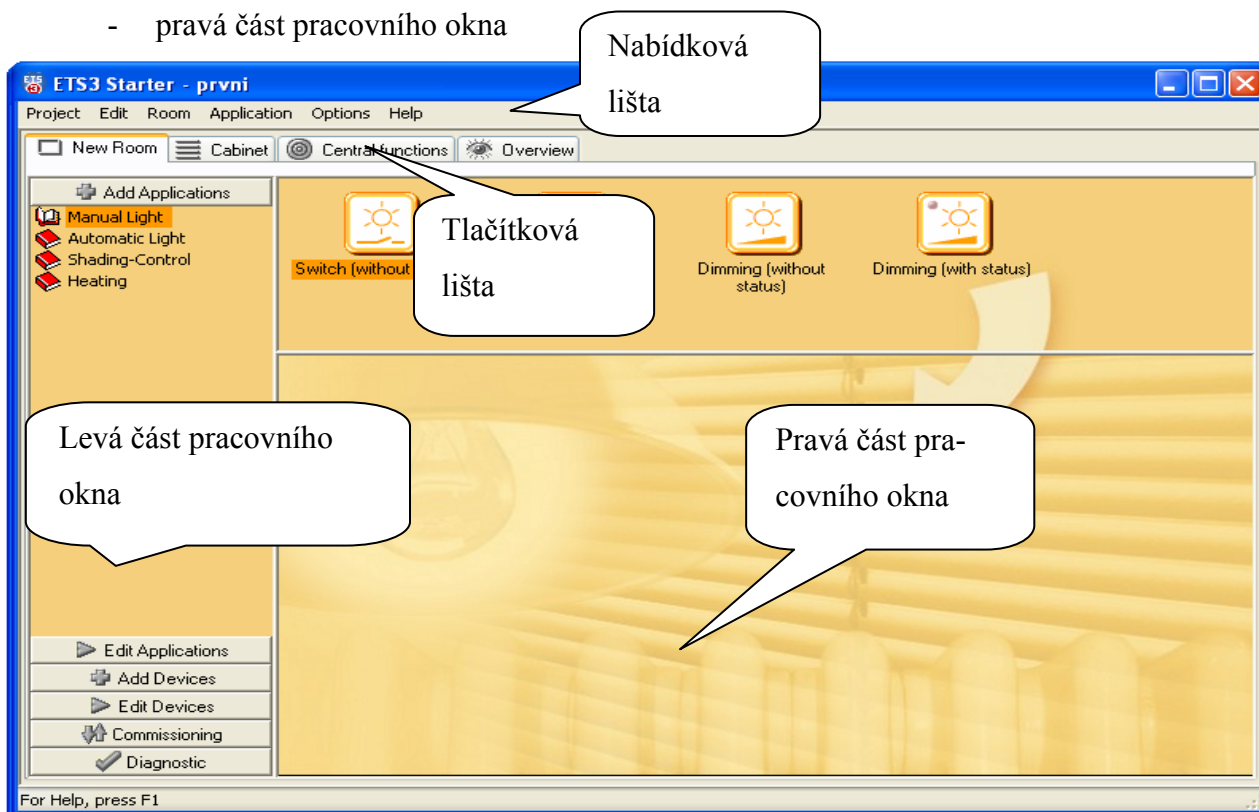
Tento program je určen pro menší budovy typu rodinný domek. Program není složitý a brzy se v něm zorientuje i obyčejný elektroinstalatér. Společnost KONNEX nabízí jako ukázkou tohoto programu program ETS3 TESTER, který je volně na internetu ke stažení.

ETS 3 TESTER je sice zdarma, ale je časově omezený a nejde připojit na sběrnici.

Popis programu ETS STARTER

Uživatelské prostředí programu ETS STARTER tvoří čtyři základní části, které jsou zobrazeny na obrázku 10, patří zde:

- nabídková lišta
- tlačítková lišta
- levá část pracovního okna
- pravá část pracovního okna



obr. 10. Uživatelské prostředí programu ETS STARTER

Nabídková lišta

Nabídková lišta obsahuje šest roletových menu.

- Project (projekt). Má podobnou funkci jako například nabídka Soubor v programu Word.

Pomocí této nabídky můžeme vytvářet nové projekty, otvírat dřívější projekty, mazat aktuální projekt, podívat se a upravovat vlastnosti aktuálního projektu atd.

- Edit (úpravy). Zde se skrývají tlačítka Undo (zpět), Redo (vpřed) a Refresh content
- Room (místnost). Tato nabídka skrývá funkce na vytvoření nové místnosti nebo kabinetu. A na úpravy již vytvořených místností nebo kabinetů.
- Options (volby).
- Help (nápověda)

Nabídková lišta může ještě obsahovat další volby v závislosti na zvolené místnosti a funkci, s kterou právě pracujeme.

Tlačítková lišta

Obsahuje seznam vytvořených místností, rozvaděčů, centrálních funkcí a tlačítko Overview (celkový přehled).

Levá část pracovního okna

Pomocí této části pracovního okna si můžeme vybrat aplikace a zařízení, které chceme do zvolené místnosti vložit. Při výběru zařízení můžeme vybírat z katalogů různých dostupných firem.

Pravá část pracovního okna

Pravá část pracovního okna je rozdělena na další dvě okna vrchní a spodní. Vrchní část okna mění svůj obsah v závislosti na výběru v levé části pracovního okna. Jsou zde zobrazeny aplikace a zařízení zvoleného typu. Konkrétní aplikace nebo zařízení, které si vybereme, přetáhneme pomocí myši do spodní části pracovního okna.

Barvy v ETS3 STARTER

Pro zpřehlednění práce v ETS 3 STARTER se mění barva pozadí pracovních oken. Jestliže uživatel pracuje s aplikacemi, pozadí má oranžověžlutou barvu. Při práci se zařízením se barva změní na modrou.

Popis postupu při programování v ETS STARTER

Programování v ESS3 STARTER má základní tři kroky:

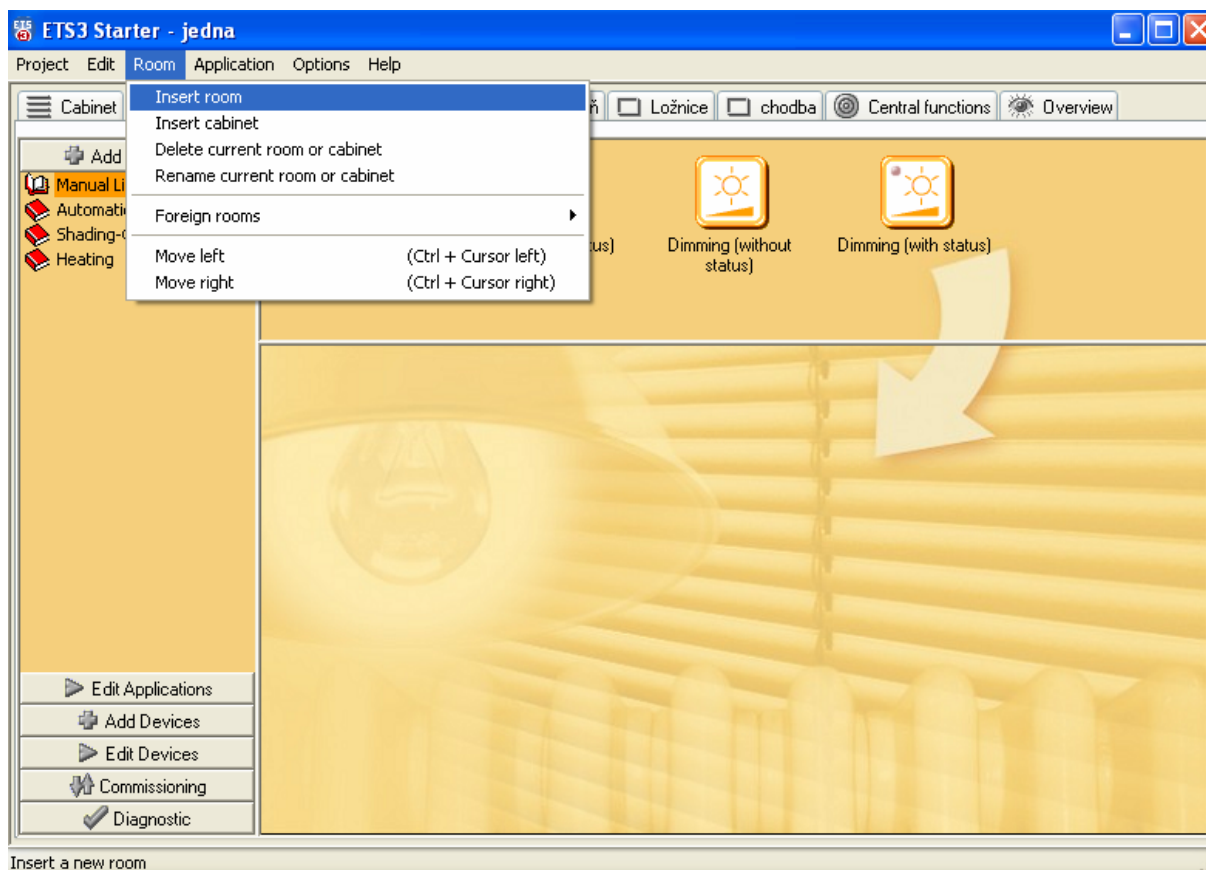
1. Vytvoření místností a kabinetu v budově
2. Vložení aplikací do jednotlivých místností
3. Editace aplikací
4. Vložení reálných zařízení
5. Editace vložených zařízení
6. Editace rozvaděče
7. Kontrola projektování
8. Odeslání vytvořeného projektu na sběrnici

Ukázkový projekt v ETS3 STARTER

1. Vytvoření místností a rozvaděčů v budově

Na začátku každého projektu musíme do projektu vložit místnosti, které daná budova obsahuje. Seznam místností je zobrazen v tlačítkové liště.

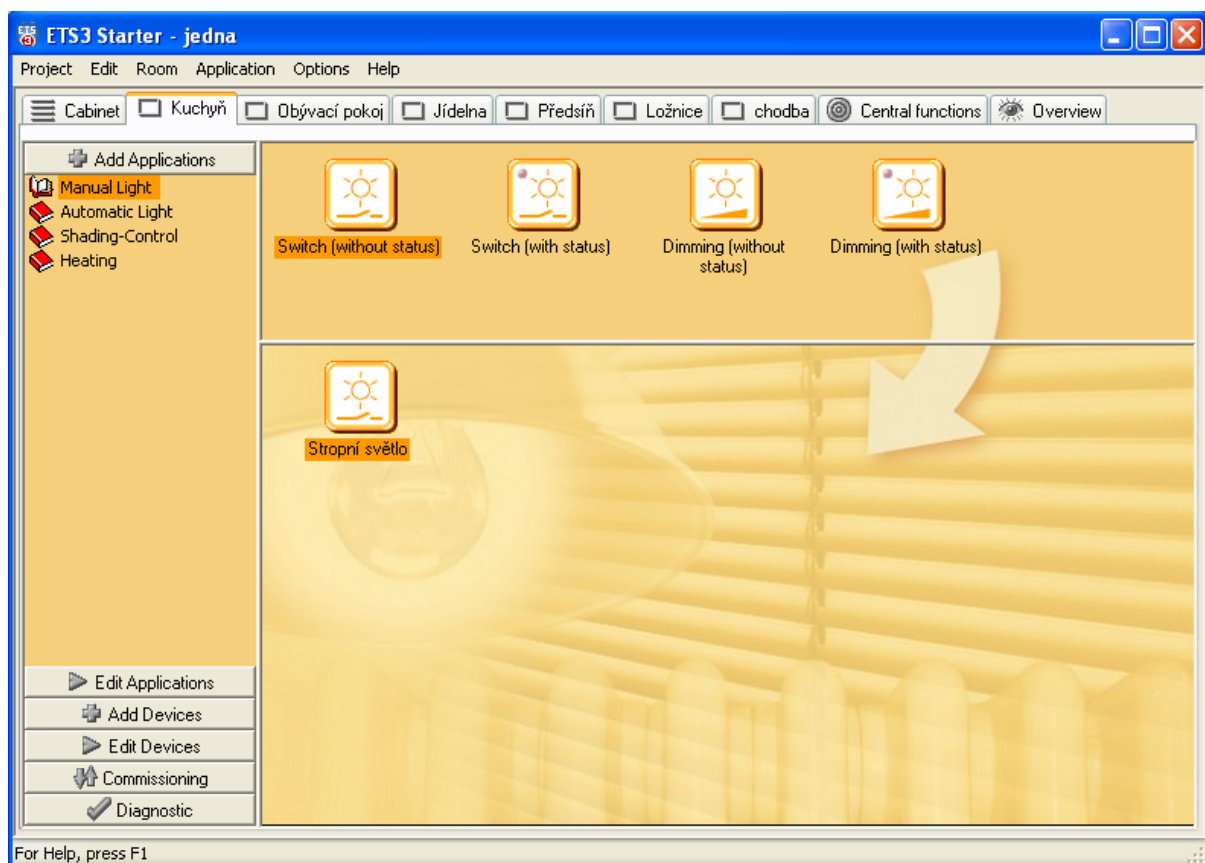
V novém projektu je automaticky vytvořena jedna místnost s názvem „New room“ a rozvaděč (Cabinet). Název automaticky vytvořené místnosti můžeme změnit pomocí dvojkliku levého tlačítka myši na název místnosti. Nové místnosti se vkládají pomocí volby *Room/Insert room* v nabídkové liště. Pořadí jednotlivých místností v tlačítkové liště můžeme měnit pomocí volby *Room/Move left-Move right*. Začátek programování v programu ETS STARTER je znázorněno na obrázku 11.



obr. 11. Začátek programování v programu ETS STARTER

2. Vložení aplikací do jednotlivých místností

V tomto kroku musíme do jednotlivých místností vložit aplikace. Takovou aplikací může být například světlo v kuchyni, které se zapíná a vypíná obyčejným manuálním vypínačem. Pro vložení aplikací do jednotlivých místností musíme klikem pravého tlačítka myši nejprve zvolit místnost, do které má být aplikace vložena. V levé části pracovní okna zvolíme Add Applications a vybereme jednu ze čtyř možností, například Manual Light. V pravé části pracovního okna se nám zobrazí možnosti aplikací, které spadají pod aplikaci Manual Light. Vybereme si jednu z nich a pomocí držení myši jí přetáhneme do spodní části pravého pracovního okna a pojmenujeme ji. Náhled pro vložení aplikací do programu ETS STARTER je zobrazen na obrázku 12.



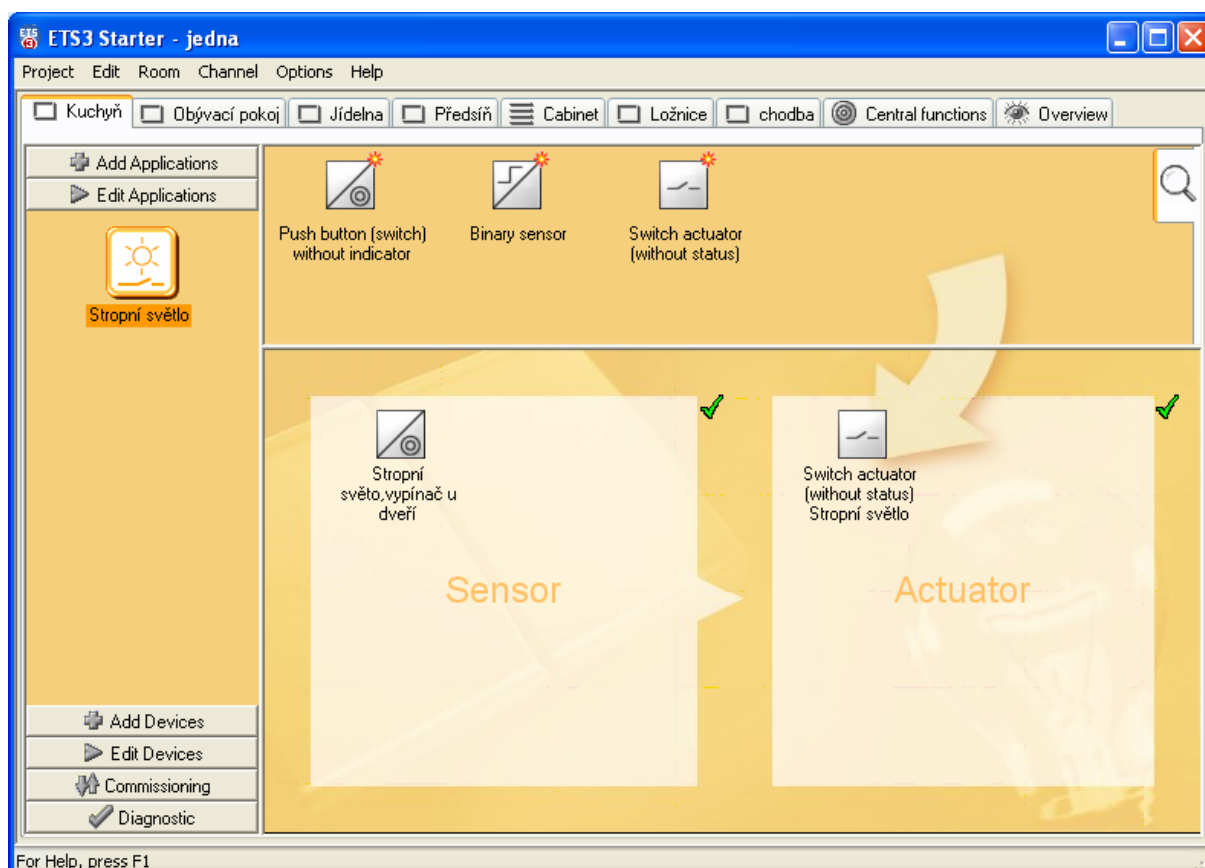
obr. 12. Vložení aplikací do programu ETS STARTER

3. Editace aplikací

Vybrané aplikace z minulého kroku musíme editovat. To znamená přesně určit kanál senzoru a akčního členu. Například u obyčejného světla s manuálním vypínačem vybereme, jestli má být vypínač obyčejný nebo schodišťový.

V levé části pracovního okna zvolíme Edit Applications, v horní části se nám objeví jednotlivé aplikace a ve spodní části okénka s nápisem Sensor a Actuator. Jestliže přiložíme myš na jednotlivé aplikace, označí se nám jedno z okének v dolní části, podle typu aplikace.

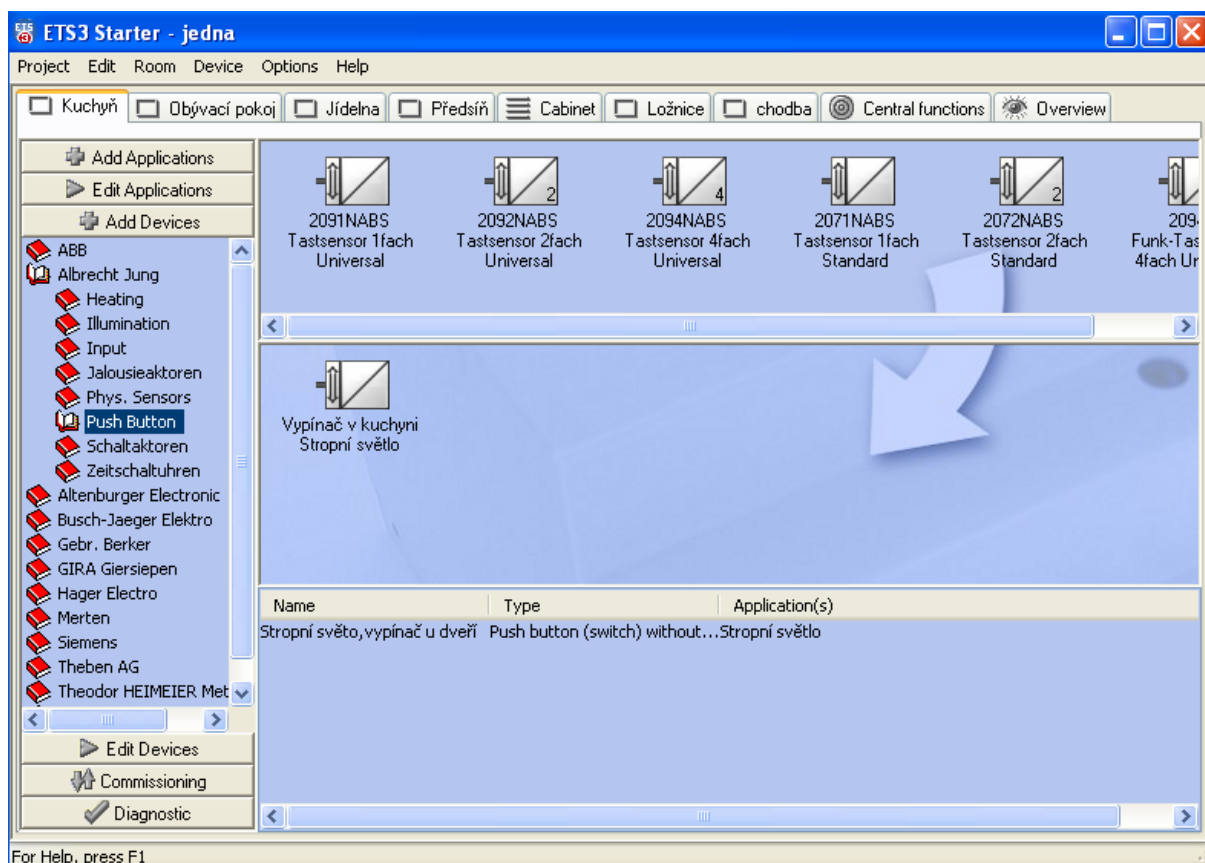
Aplikaci senzoru přetáhneme pomocí myši do okénka Sensor a akční člen přetáhneme do políčka Actuator. Editované aplikace přejmenujeme. Náhled pro editaci aplikací v programu ETS STARTER je na obrázku 13.



obr. 13. Editace aplikací v programu ETS STARTER

4. Vložení reálných zařízení

Nyní již máme v projektu vytvořené místnosti a aplikace, které se mají v jednotlivých místnostech vykonávat. Dalším krokem projektování je přiřazení jednotlivým aplikacím reálná zařízení. Nejprve tedy v levé části pracovního okna zvolíme položku Add Device. Barva pozadí se pro lepší orientaci změnit na modrou a v levé části se nám zobrazí seznam firem vyrábějících zařízení pro sběrnici EIB. Po kliku na vybranou firmu se nám zobrazí skupiny výrobků, které daná firma vyrábí. Podle aplikace, kterou jsme si vytvořili v minulém kroku, zvolíme skupinu výrobků. Jednotlivé výrobky se nám zobrazí v horní polovině pravého pracovního okna. Vybrané zařízení přetáhneme pomocí myši do spodní části pravého pracovního okna a přejmenujeme. Náhled pro vožení zařízení do programu ETS STARTER je na obrázku 14.

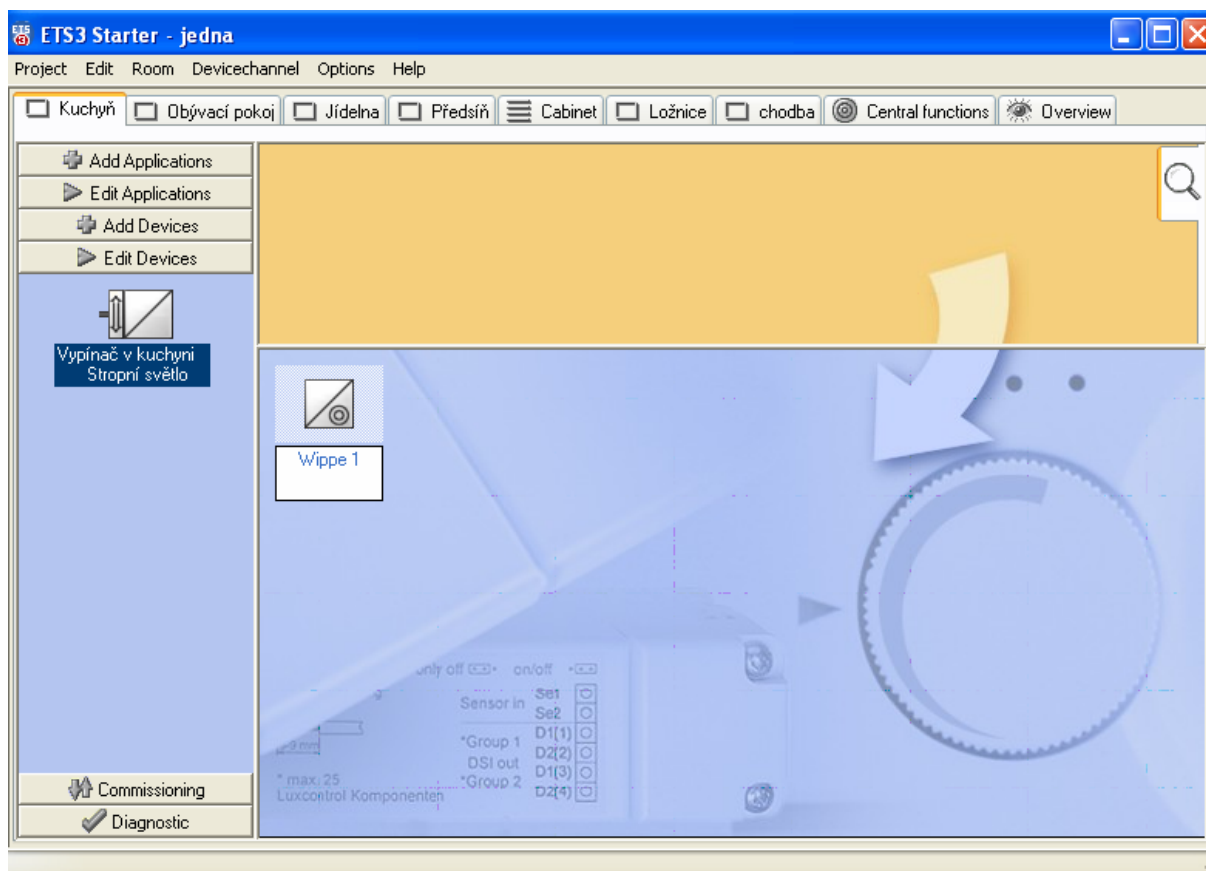


obr. 14. Vožení zařízení do programu ETS STARTER

5. Editace vložených zařízení

Jakmile klikneme v levé části pracovního okna na položku Edit Devices, zobrazí se nám v levé části vybrané zařízení a pravá část pracovního okna změní barvy.

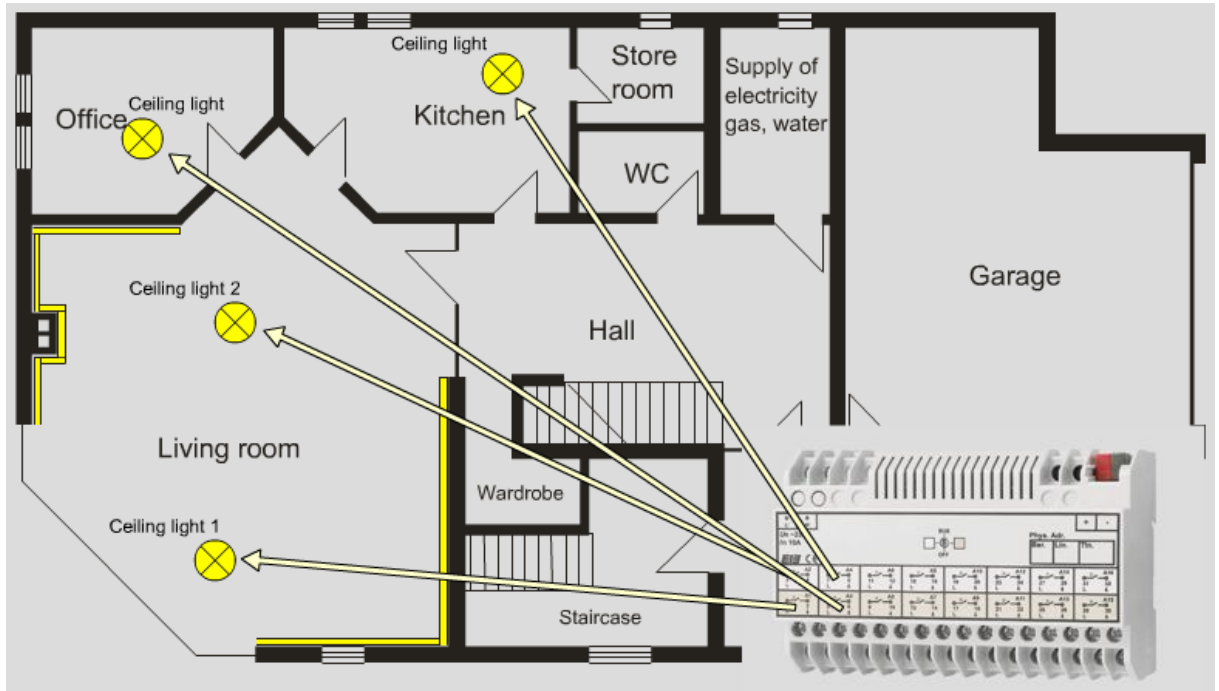
V horní části bude barva aplikace (oranžová) a dolní část barva zařízení (modrá). V tomto kroku spojujeme aplikaci (funkční kanál) a zařízení. Funkční kanál tedy přetáhneme pomocí myši na tlačítko zařízení. Náhled pro editaci zařízení v programu ETS STARTER je na obrázku 15.



Obr. 15. Editace zařízení v programu ETS STARTER

6. Editace rozvaděče

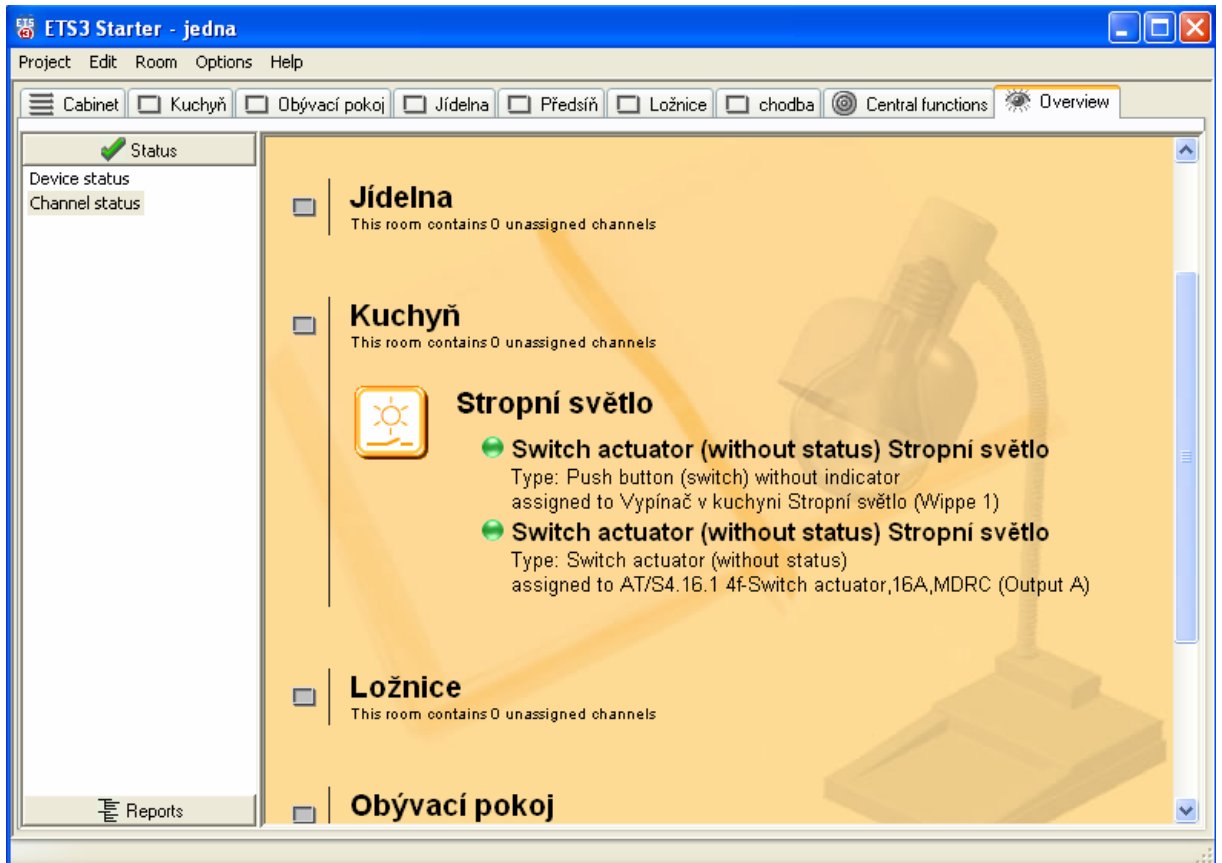
Kanál akčního členu propojíme s rozvaděčem, který je umístěn v kterékoliv místnosti. Proto se musíme vrátit do položky Edit Applications a kliknout pravým tlačítkem myši na aplikaci v políčku Actuator a zvolit v Change mounting location volbu Cabinet. V tlačítkové liště vybereme Cabinet a přidělíme aplikaci zařízení, stejně jako v dříve popsané části. Propojení jednotlivých kanálů akčních členů s rozvaděčem je znázorněno na obrázku 16.



Obr. 16. Rozvaděč v programu ETS STARTER

7. Kontrola projektování

Celý projekt si můžeme zkontrolovat pomocí volby Overview (celkový přehled) v tlačítkové liště programu. Správné projektování celého objektu nám potvrdí zelené puntíky u každé aplikace. Kontrolu programování zobrazuje obrázek 17.



Obr. 17. Kontrola programování v programu ETS STARTER

8. Odeslání vytvořeného projektu na sběrnici

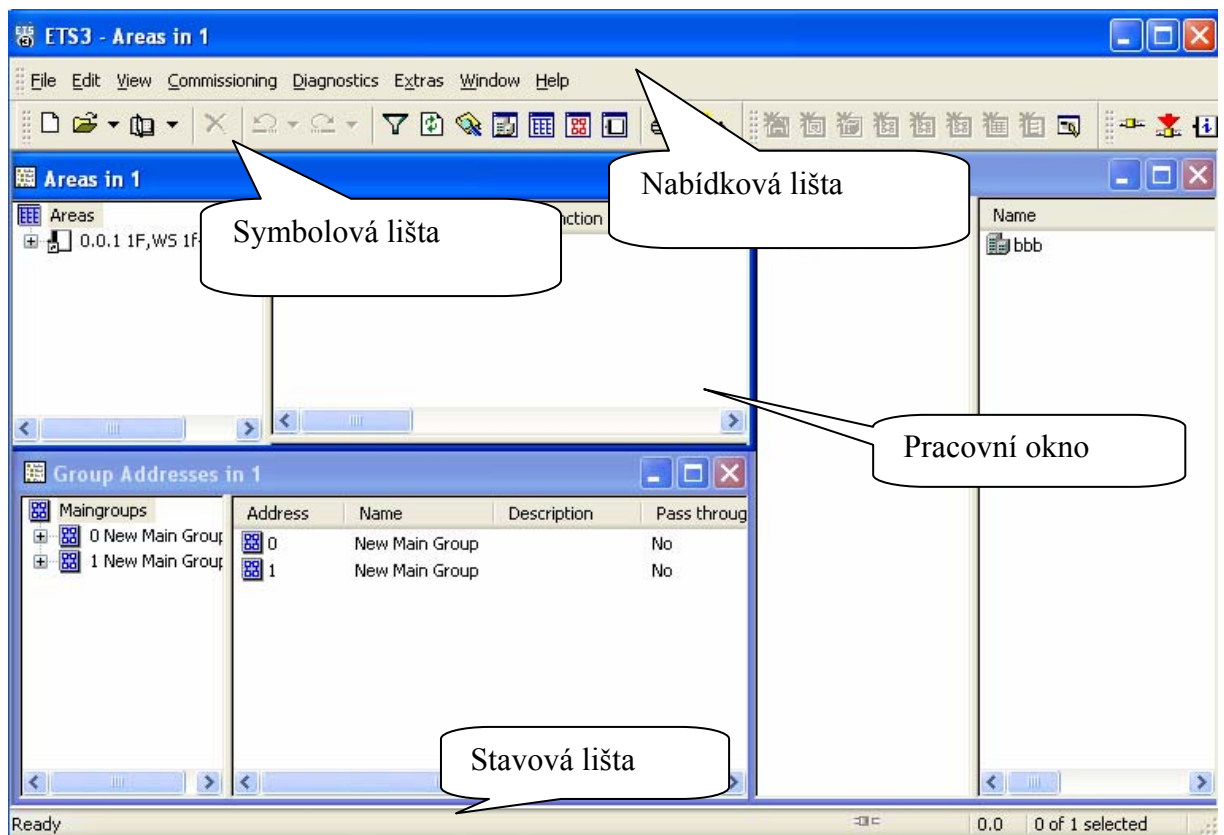
Pro odeslání programu na sběrnici použijeme volbu Commissioning v levé část pracovního okna. Celý projekt odešleme pomocí funkce Program devices.

ETS 3 PROFESSIONAL

Popis ETS 3 Professional

Základní prostředí ETS 3 Professional, zobrazené na obrázku 18, tvoří:

- Nabídková lišta.
- Symbolová lišta, ikony v této liště umožňují přímé řízení programových funkcí.
- Pracovní okno, představuje náhled projektu.
- Stavová lišta, zobrazuje aktuální informace o stavu ETS 3 Profesional.



Obr. 18. Základní prostředí ETS 3 Professional

Náhledy v projektování

Projekty jsou zobrazeny v ET 3 Professional různými pracovními okny [23]. Ty mohou být používány současně.

Pracovní okna mohou být sestavena podle příslušného zpracování.

ETS 3 Profesionál nabízí následující náhledy:

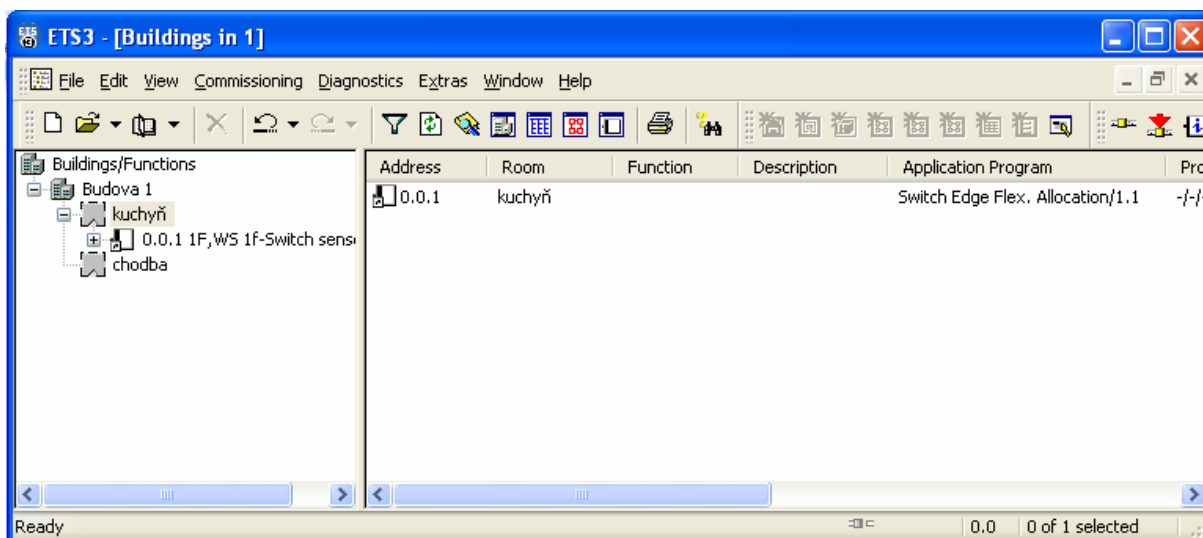
- Náhled objektu a funkcí
- Náhled topologie
- Náhled skupinových adres
- Náhled přístrojů

Tato pracovní okna mohou být otevřena buď kliknutím na odpovídající spínací plochu v symbolové liště, nebo kliknutím na žádaný náhled v menu *Náhled/Projekt-Náhledy*.

Kromě toho existují ještě speciální náhledy, které mohou podpořit uvedení do provozu v průběhu projektování.

Náhled budovy

Náhled budovy je centrální náhled v ETS 3 Professional. Náhled objektu bývá používán ke strukturování KNX projektů odpovídajícím reálným strukturám objektu a ke vkládání KNX přístrojů do místnosti objektu. Přístroje mohou být vkládány do místností nebo do rozvaděčů podle obrázku 19..



Obr. 19. Náhled budovy ETS 3 v Professional

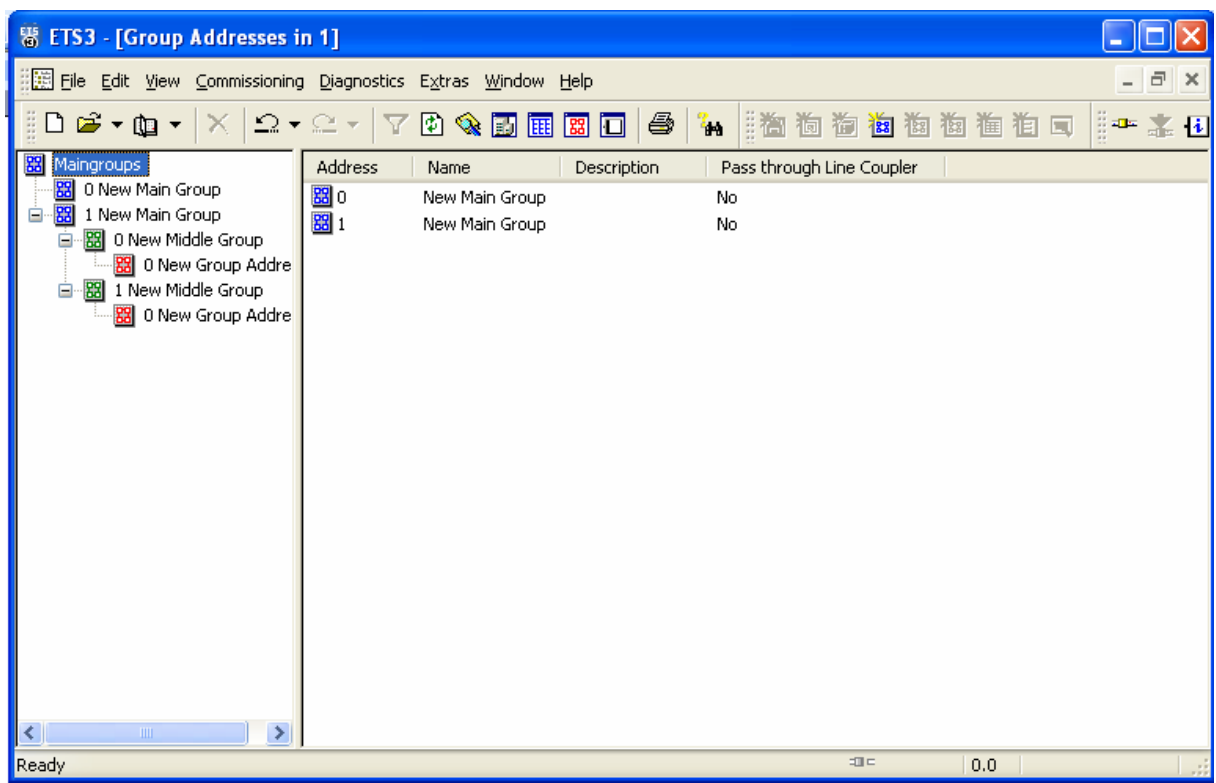
Náhled skupinových adres

Náhled skupinových adres slouží k vytvoření a definici skupinových adres. Tento náhled je zapotřebí společně s náhledem objektu ke spojení komunikačních objektů s odpovídajícími skupinovými adresami.

Skupinové adresy jsou zobrazeny v okně skupinových adres, v závislosti na přednastavení, v 2.- nebo 3.-úrovňové struktuře.

Zobrazení skupinových adres v různých úrovních nemá žádné funkční následky. Slouží jenom k přehlednosti.

Pokud si zvolíme podskupinu, potom v pravé části náhledu je ukázáno, které komunikační objekty byly skupinové adrese přiděleny. Náhled struktury (levá strana) ukazuje existující skupinové adresy. Náhled skupinových adres je zobrazen na obrázku 20.

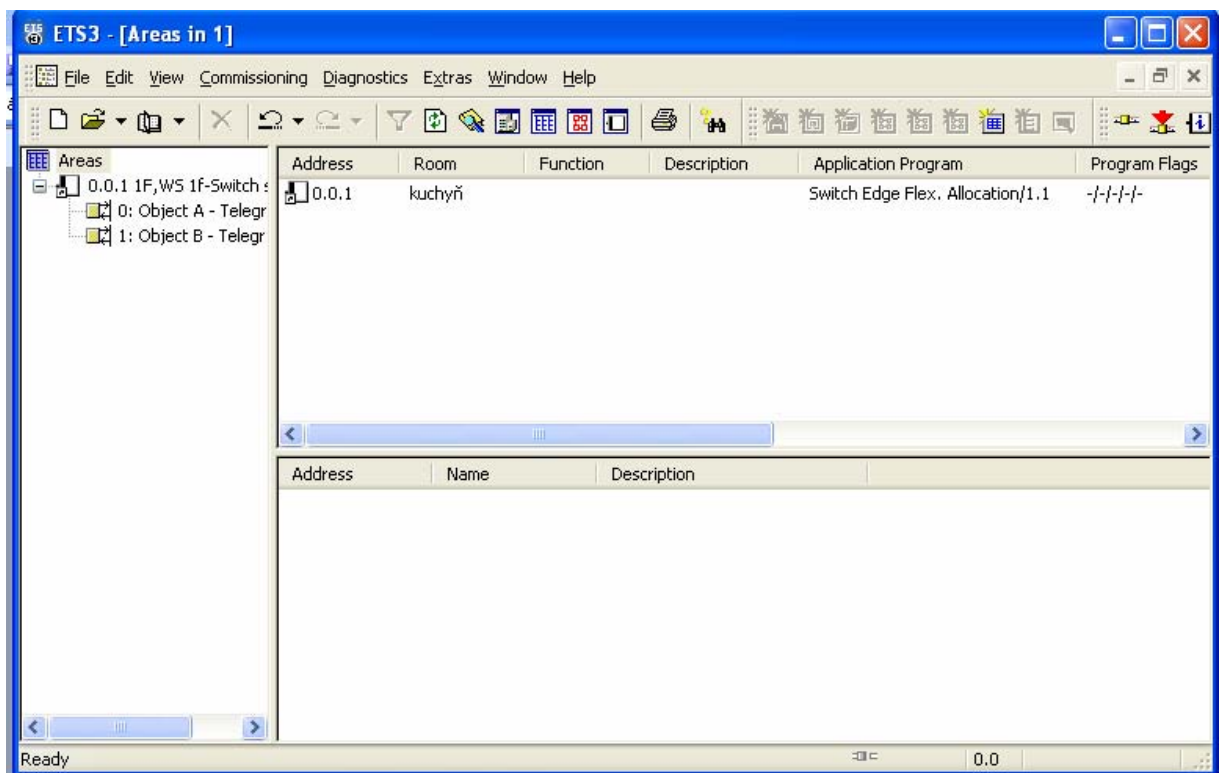


Obr. 20. Náhled skupinových adres v ETS 3 Professional

Topologický náhled


Topologický náhled slouží ke stanovení skutečné sběrnice struktury a přidělení fyzických adres přístrojům. Tento náhled může být použit současně s ostatními náhledy. Ukazuje projekt KNX s ohledem na strukturu sběrnice. Lze tak rozšířit přístroje, které jsou přiřazeny k různým liniím.

Struktura náhled (levá strana) ukazuje existující sběrnice topologii projektu KNX a na pravé straně se nachází náhled se seznamem v levém okně označených objektů. Topologický náhled programu ETS3 Professional je na obrázku 21.

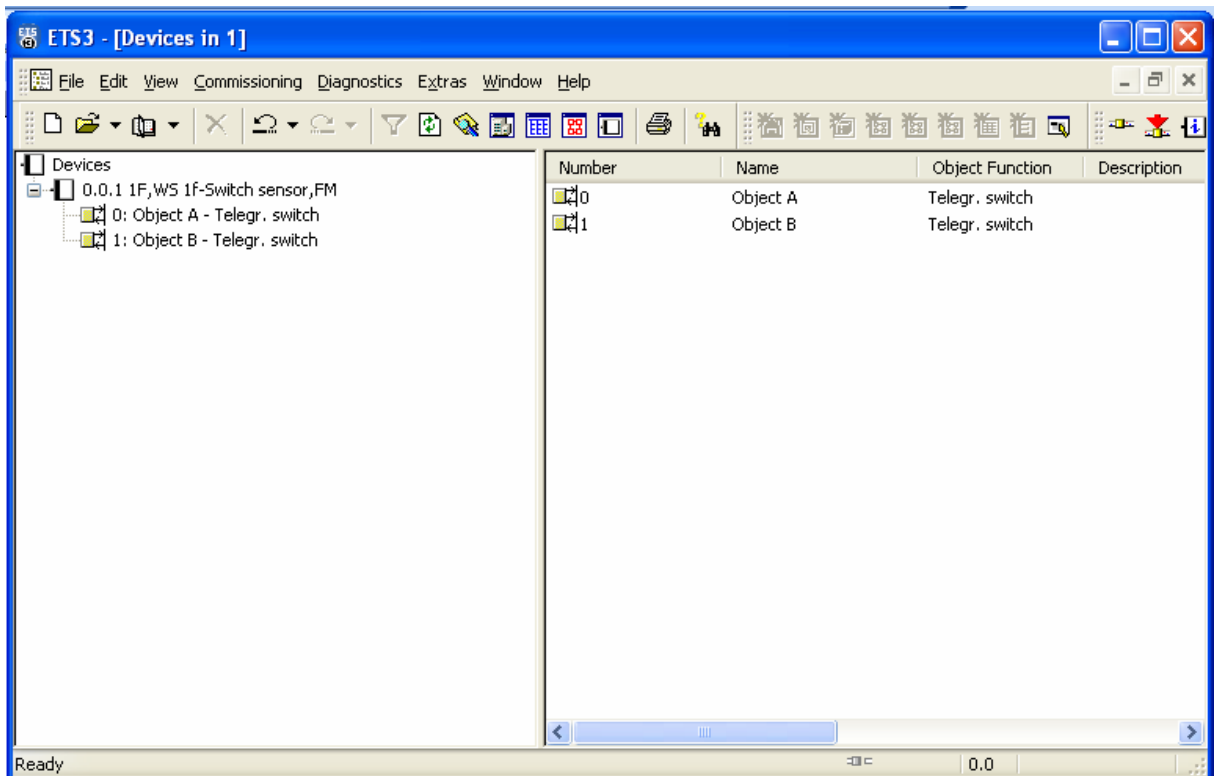


Obr. 21. Topologický náhled v ETS 3 Professional

Náhled přístrojů

Do pracovního okna *Všechny přístroje* lze vstoupit prostřednictvím symbolu  ze symbolové lišty nebo z lišty nabídkové *Náhled/Náhledy projektů/všechny přístroje*.

V okně *Všechny přístroje* jsou ukázány všechny přístroje aktuálního projektu, včetně těch, které ještě nejsou přiřazeny k žádné oblasti, funkci nebo linii. Díky tomu je možné získat často dobrý přehled o projektu, např. o tom, zdali existují přístroje bez přiřazených fyzických adres. Náhled přístrojů v ETS 3 Professional je na obrázku 22.



Obr. 22. Náhled přístrojů v ETS 3 Professional

Princip projektování v ETS 3 Professional

Následující kroky představují principiální postup pro projektování a ETS3 Professional.

- Nejdříve je nutné nastavit ETS 3 Professional
- Načíst příp. konvertovat databázi produktů
- Založit projekt s potřebnými údaji
- Vytvořit strukturu projektu
(Struktura budovy/topologie sběrnice)
- Produkty KNX (přístroje s příslušnou aplikací) vložit do struktury budovy
- Nastavit parametry produktů KNX v souladu s příslušnými požadavky
- Vytvořit skupinové adresy
- Propojit komunikační objekty produktů KNX se skupinovými adresami
- Přiřadit projektované produkty KNX k topologii sběrnice (konečné stanovení fyzické adresy)
- Přiřadit projektované produkty KNX k vytvořeným funkcím
- Přejednat projekt
- Vytisknout dokumentaci
- Uložit projekt

Od tohoto postupu se můžete v jednotlivých případech odchýlit. U malých projektů se případně mohou některé kroky přeskočit. Ve velkých (týmových) projektech jsou nutné další kroky.

1.4.2.2 Sběrnice LON

Standard LON (Local Operating Network)[8] byl vyvinut počátkem 90. let americkou firmou Echelon jako univerzální a levné komunikační spojení pro všechna možná technická použití na nejnižší automatizační úrovni. Cílem byla výroba čipu s názvem neuron, obsahujícího všechny potřebné funkce. Použitý protokol se nazývá LonTalk a celá technika se označuje souborně jako LonWorks. Topologie je odvozena z počítačových sítí.

LON je decentralizovaný sběrniceový systém řízený událostmi a napodobující nervový systém. Sestává z uzlů, které si mohou vyměňovat mezi sebou informace. K tomu potřebné mikrokontroléry jsou nazývány „neurony“. Každý uzel se skládá z elektronického zařízení (senzoru nebo akčního členu), univerzálního čipu – neuronu a připojení na sběrnici. Neuronový čip obsahuje tři osmibitové procesory, paměti, časovací jednotku, vstupní/výstupní část a komunikační sběrnici. Vyrábějí je firmy Toshiba a Cypress Semiconductors (dceřiná společnost Motoroly).

Digitální signál sběrnice LON je přenášen sériově ve tvaru zpráv (telegramů) na různých přenosových médiích: kroucené páry vodičů, elektrorozvodná síť, vysokofrekvenční rádiové vlny, infračervené spojení, koaxiální kabel a skleněná vlákna. Přenosová rychlost se pohybuje mezi 600 b/s a 1,25 Mb/s podle použitého média a délky spojení. U kroucených párů vodičů se na vzdálenost 2 700 m dosahuje rychlosti 10 kb/s, zatímco na vzdálenost 1 500 m až 78 kb/s a na 130 m již 1 250 kb/s.

Nejvyšším stupněm hierarchie LON je doména, složená z 255 podsítí po 127 uzlech, takže celkový maximální počet uzlů v doméně je 32 385. Účastníci mají modifikovaný (předvídající) náhodný přístup ke sběrnici p-CSMA/CA, kde p značí predictive. K připojení na sběrnici slouží kombinovaný vysílač a přijímač (transceiver), jehož typ závisí na přenosovém médiu. Použitý transceiver ovlivňuje i topologii vytvořených sítí. Transceiver s volně volitelnou topologií FTT-10 (Free Topology Transceiver) dovoluje u kroucených vodičů jak liniové zapojení s jediným zakončovacím odporem T (Terminator), tak i hvězdicové nebo kruhové spojení účastníků .

Stejnoseměrné napájecí napětí je přiváděno k uzlům buď zvláštním vedením, v němž mají kabely čtyři obsazené vodiče, nebo současně s informacemi dvouvodičovým vedením (LinkPower) jako u EIB. Přenos informací po silnoproudé síti dovoluje transceiver typu PLT-22 (PowerLine Transceiver) rychlostí 9,6 kb/s. Signál je modulován na nosný kmito-

čet v oblasti pod dlouhými vlnami, aby nebyl rušen rozhlasový příjem. Vysílá se na dvou kmitočtech v pásmu C .

V systému LON použitý protokol LonTalk je částí firemního programu (firmware) a je dnes již otevřený (standardizován v EIA-709), takže jej lze implementovat i mikroprocesory nezávislými na čipu Neuron.

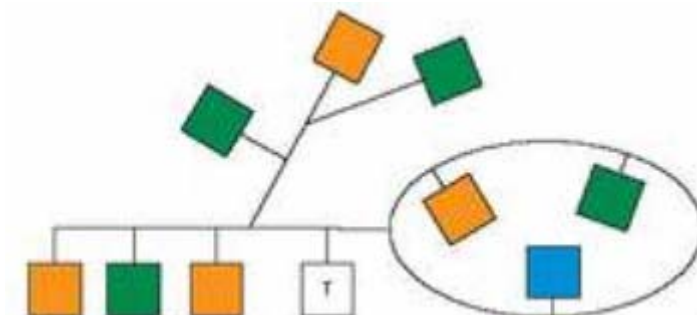
Jako jediný protokol ze sběrnic používaných v automatizaci budov na nejnižší úrovni využívá LON všech sedmi vrstev referenčního modelu OSI (Open System Interconnection), což mu umožňuje proniknout až do nejvyšší operátorské úrovně automatizace, zejména jsou-li nové prvky vybaveny 32bitovými mikroprocesory. Naskytá se oprávněná otázka, zda jsou pro celou automatizaci budov potřebné další protokoly, když lze část automatizační úrovně a celou operátorskou úroveň simulovat a zobrazit programem na dnešních výkonných počítačích.

V rozsáhlých sítích je nutné stále indikovat případné poruchy, a proto byly vyvinuty speciální testery, dohlížející na provozuschopnost celé instalace.

Pravidla pro vývoj kompatibilních zařízení techniky LonWorks se nazývají LonMark a na jejich dodržování dohlíží v roce 1994 založená organizace LonMark Interoperability Association (www.lonmark.org). Byla založena také organizace uživatelů LON – Lon Nutzer Organisation (www.lno.de) a evropský portál uživatelských organizací (European Lon Users Web Portal – www.lonusers.info). Základní informace lze získat na www.echelon.com.

K velkým projektům LON z poslední doby patří frankfurtský Westhafen Tower (www.westhafentower.de) a budova bratislavské Národní banky Slovenska. Pro menší instalace jsou vyráběny různými firmami jednoduché obslužné displeje.

Propojení jednotlivých topologií zobrazuje obrázek 23. Na obrázku 24 je zkušební přístroj NetCheck pro sběrnici LON norimberské firmy GWD Konsult.



Obr. 23. Smíšená topologie LON: linie, hvězda



Obr. 24. Zkušební přístroj NetCheck
pro sběrnici LON norimberské firmy GWD Konsult

1.4.2.3 Protokol BACnet

BACnet [8] je komunikační protokol pro automatizační a operátorskou úroveň automatizace budov. Základní myšlenkou protokolu BACnet je formulace univerzálního popisu všech možných funkcí zařízení. K tomu slouží popisy funkcí a rozsahu objektů jednotlivých zařízení v protokolech PICS a BIBB, rozdělených do kategorií.

System BACnet je celosvětovou normou, výkonným standardem automatizace budov. Používá se bez licenčních poplatků. Dosud bylo realizováno již více než 10 000 projektů.

Evropské a americké skupiny pracují na možnosti certifikace zařízení BACnet, aby byla zaručena zaměnitelnost produktů různých výrobců. Mimo organizaci BACnet (www.bacnet.org), existuje v roce 1998 založené evropské zájmové sdružení BIG – BAC-

net Interest Group – European Union (www.big-eu.org), severoamerické sdružení BIG (www.big-na.org) a sdružení výrobců BMA – BACnet Manufacturers Association (www.bacnetassociation.org).

1.4.2.4 Další sběrnice pro automatizaci budov

Použití standardizovaných sběrnic se prodražuje placením licenčních poplatků, a proto se snaží některé firmy řešit automatizaci zejména menších objektů vlastními, proprietárními a nestandardizovanými sběrnici.

Příkladem firemního řešení je sběrnice PHC [8], která je používána v centralizovaném instalačním systému firmy PEHA, založeném na programovatelných automatech. Síť má vždy jednu až čtyři jednotky, na něž lze napojit maximálně 640 informačních bodů. Sběrnice dosahuje přenosové rychlosti 19,2 kb/s na vzdálenost až 1 km a používají se šestivodičový kabel a rozhraní RS-485. Programování je prováděno počítačem se speciálním programem PHC. Sběrnice umožňuje komfortní ovládání světel a žaluzií, bezpečnostní zajištění a jednoduché řízení vytápění a větrání. Mezi další funkce patří otevírání garážových vrat a domovních dveří, regulace získávání teplé vody elektrickým ohřevem nebo v kombinaci se solárními kolektory, lze připojit kameru s centrální obsluhou pro školy a hotely.

Firma Moeller používá sběrnici Nikobus, která vytváří inteligentní, částečně decentralizované instalační systémy pro rodinné domy, menší administrativní budovy, hotely apod. [8]. Sběrnici jsou spojeny zejména senzory, předávající signál do funkčních jednotek (spínací, stmívací a žaluziová). K jedné řídicí jednotce lze na vzdálenost až 350 m připojit až 256 senzorů, např. spínače osvětlení, soumrakové spínače, dveřní a okenní spínače, detektory pohybu, spínací hodiny, spínače centrálního dálkového ovládání, snímače teploty, apod. Maximální délka sběrnice je 1 km

V síti liniové, hvězdicové nebo stromové topologie jsou pro rozvod používány kroucené páry vodičů. Přenosový protokol nebyl zveřejněn. Sběrnice s napájením 9 V DC umožňuje ovládání jak infračerveným světlem, tak i rádiovým signálem.

Jednoduchá instalační sběrnice LCN firmy Issendorff používá pro datový přenos čtvrtý vodič silnoproudého kabelu. Sběrnice dosahuje přenosové rychlosti 19,2 kb/s při maximální vzdálenosti 1 km (při použití skleněného vlákna až 2 až 5 km a u vlákna z umělé hmoty 100 m). Síť dvouúrovňové liniové topologie se skládá z maximálně 120 segmentů po 250 modulech. To znamená, že síť může mít celkem 30 000 modulů s více než 60 000 přípoji

na senzory nebo akční členy, přičemž moduly jsou napájeny přímo ze sítě. Programování se provádí speciálním programem LCN-P (pro DOS i Windows). Sběrnice umožňuje bezdrátové ovládání a uplatní se pro domovní osvětlení ovládané podle venkovního světla. V systému může být zahrnuto automatické ovládání schodišťových spínačů a žaluzií nebo postupné zapínání a vypínání světel apod.

1.4.2.5 Srovnání jednotlivých sběrnic

V automatizaci budov se v současné době prosazují u větších projektů většinou poměrně nákladné sběrnice EIB a LON, v případě potřeby koordinované se systémem BACnet. U menších objektů se používají levnější firemní řešení. Sběrnice EIB je typicky evropská, důsledně německy uspořádaná, s přehlednou topologií pochopitelnou i pro zaškoleného elektroinstalatéra; sběrnice LON naproti tomu americky počítačově hravá, neučesaná a zkomolená, v níž se stěží vyzná i specialista [8].

V současné době je patrná snaha různých organizací důslednou normalizací zabránit „válce“ sběrnic a systémů, která v minulých letech propukla mezi průmyslovými komunikačními sběrnici.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2 JEDNOTNÝ ČAS

2.1 Čas fyzicky

Čas je pochopitelně abstraktní veličina, jejíž jednotkou je 1 sekunda (=1 s), která patří mezi základní jednotky soustavy SI. Na základě mezinárodních dohod je sekunda jako jednotka času definována následovně [13]:

Sekunda je 9 192 631 770 násobek doby periody záření, která odpovídá době přechodu mezi dvěma úrovněmi hyperjemné struktury základního stavu atomu nuklidu cesia-133.

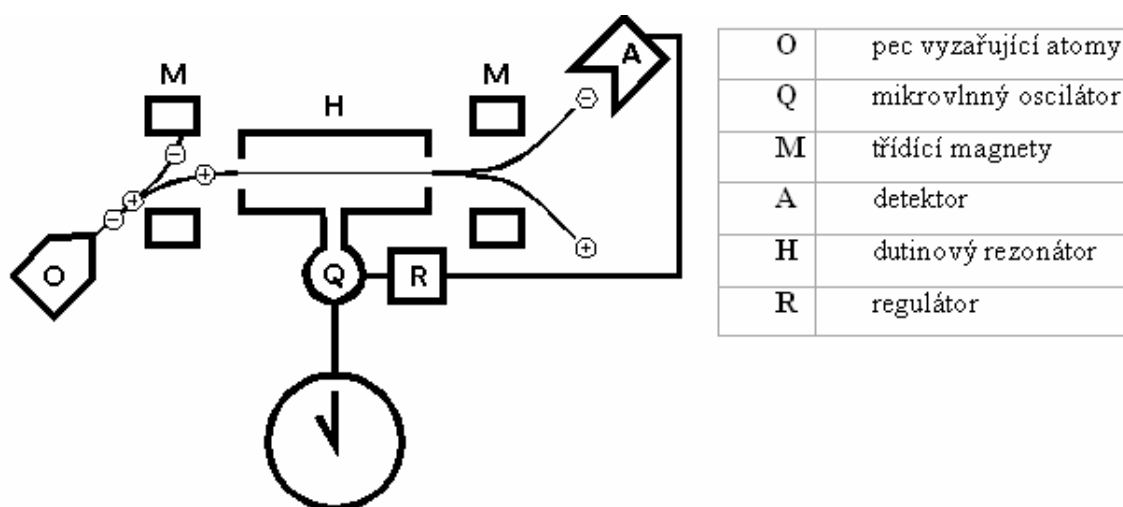
Realizace jednotky času je podle této definice provedena pomocí césiových atomových hodin, které jsou zhotoveny průmyslově nebo jsou sestrojeny a provozovány pro největší nároky na přesnost ve výzkumných laboratořích. Na světě existuje jen asi deset exemplářů těch posledně zmíněných.

Atomové hodiny

Atomové hodiny [13] pracují podle následujícího principu: Ve vytápěné peci se atomy ^{133}Cs dostávají do dvou různých energetických stavů E_1 a E_2 , z nichž jeden označíme symbolem (+) a druhý stav symbolem (-). Přechod atomu ze stavu (+) do stavu (-) může být vynucen, přičemž je tento přechod spojen s vysláním elektromagnetického záření charakteristické frekvence. Podle zákonů atomové fyziky je f_{Cs} rovna rozdílu energií stavů (+) a (-) dělené Planckovou konstantou h . V případě atomu cesia má tato frekvence f_{Cs} hodnotu 9 192 631 770 Hz. U atomu cesia je f_{Cs} daleko lépe časově konstantní (10^{-14}) než např. doba kmitu kyvadla (10^{-5}), doba periody oběhu Země (10^{-8}), nebo frekvence kmitu krystalu křemene (10^{-11}). Čas se tak stal veličinou, kterou umíme změřit s největší dosažitelnou přesností. V blízké budoucnosti se podaří tuto přesnost alespoň o dva řády zvětšit.

Ve vakuové komoře atomových hodin se vypařují atomy cesia. Magnet, který se nachází za pecí, vychyluje atomy tak, že se do komory dutinového rezonátoru dostanou jen atomy se stavem (+). Tady jsou atomy nuceny prostřednictvím ozáření magnetickým mikrovlnným polem přejít do stavu (-). Druhým magnetem jsou pak atomy, které zažily změnu stavu z (+) do (-), vedeny na detektor (wolframový drát). Počet atomů na detektoru je největší, pokud je frekvence magnetického mikrovlnného oscilátoru Q držena na frekvenci f_{Cs} . Zpětnovazební smyčka tak udržuje mikrovlnný oscilátor Q na frekvenci f_{Cs} .

Napočítáním $9\,192\,631\,770$ period je získán ze signálu oscilátoru časový interval o jedné sekundě. Schéma atomových hodin je zobrazeno na obrázku 25.



Obr. 25. Schéma atomových hodin

2.2 Systém jednotného času

Základním prvkem každého systému jednotného času jsou hlavní hodiny (u rozsáhlých soustav hodinová ústředna), kde jsou generovány minutové impulsy. Tyto impulsy jsou vedeny linkami k jednotlivým podružným hodinám a dalším přístrojům. Hlavní hodiny jsou řízené radiovým signálem z vysílače německé stanice DCF nebo pomocí družicového navigačního systému GPS. To umožňuje plně automatické nastavení aktuálního času, včetně změny zimního/letního času. Připojené podružné hodiny se automaticky nastaví na jednotný čas - není je tedy nutno seřizovat.

2.2.1 DCF 77

Základní informace o vysílání jednotného času pomocí signálu DC 77 [13]:

Stanoviště

Rádiová vysílací stanice Mainflingen ($50^{\circ} 01'$ severní šířky, $09^{\circ} 00'$ východní délky), asi 25 km jihovýchodně od Frankfurtu nad Mohanem. Provoz zajišťují společně Spolková pošta Telekom, která provozuje vlastní vysílač a antény, a Spolkový fyzikálně-technický ústav PTB Braunschweig, který odpovídá za řídicí signál odvozovaný od atomových hodin. Stanice začala vysílat v září roku 1970.

Nosná frekvence

- normálová frekvence 77,5 kHz
- relativní odchylka frekvence nosné od nominální střední hodnoty za 1 den $< 1 * 10^{-12}$, za 100 dní $< 2 * 10^{-13}$

Fáze času DCF77 je řízena tak, že zůstává na vysílacím místě přibližně $\pm 0,3 \mu\text{s}$ v souladu s UTC(PTB). Větší fáze, popř. frekvenční kolísání pozorované na přijímacím místě, jsou vyvolány skládáním prostorových a přízemních vln.

Výkon

- Výkon vysílače: 50 kW
- Odhadovaný vyzářený výkon (ERP) asi: 30 kW

Anténa

150 m (v případě vysílání rezervní anténou 200 m) vysoká vertikální všesměrová paprsková anténa s kapacitním nástavcem.

Dosah vysílače

Dle údajů PTB je vzdálenost dosahu vysílače přibližně 2000 km. Dále je uveden seznam vzdálených míst, kde byl vysílač DCF77 přijímán.

- Danzig (Gdansk, Polsko) 800 km
- Lodz (Lodz, Polsko) 800 km
- Stockholm (Švédsko) 1200 km
- Mallorca (Španělsko) 1200 km
- Trondheim (Norsko) 1400 km
- Teneriffa (Španělsko) cca. 2500 km, ovšem pouze v noci a s velmi dobrým přijímačem
- Jedda, Riath (Jemen) cca. 5500 km, pouze v noci, 3 až 4 hodiny s radio hodinami Junghans

Vysílací čas

24h trvající provoz. Krátká přerušení (několik minut) jsou možná, pokud musí být přepnuto na rezervní vysílač nebo rezervní anténu při rušení nebo při údržbových pracích. Zabuřek mohou přicházet v úvahu i delší výpadky.

Identifikace vysílače

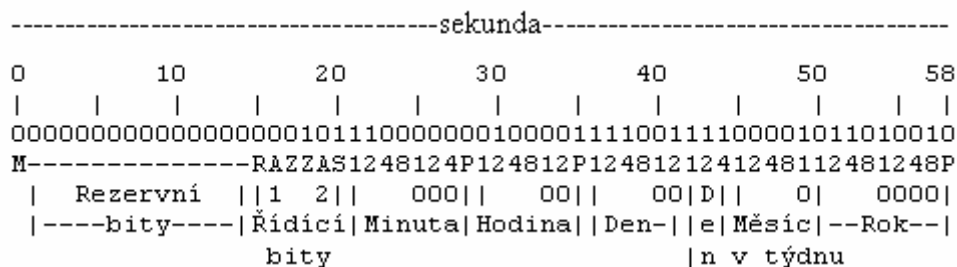
Volací značka vysílače je přenášena třikrát v hodině v 19., 39. a 59. minutě každé hodiny tónovou modulací nosné 250 Hz znaky morseovy abecedy bez přerušení vysílání časových značek.

Časové signály

Nosná je modulována amplitudově sekundovými znaky. Na začátku každé sekundy (s výjimkou 59. sekundy každé minuty) je amplituda nosné snížena na dobu 0,1 s nebo 0,2 s asi o 25%. Začátek snížení nosné je přesný začátek sekundy (dříve to byl okamžik dosažení 70% plné amplitudy). Nesnížení 59. sekundy oznamuje následující minutový znak. Sekundové znaky jsou fázově synchronní s nosnou. Přenosem je nejistota, se kterou mohou být časové body sekundových znaků přijímány větší než u řízených atomových hodin. Příčinou toho je nepatrná šířka pásma vysílací antény, vlivy prostorových vln a možné interference. Přesto jsou při příjmu sekundových znaků ve vzdálenosti několika stovek kilometrů od vysílacího místa dosažitelné nejistoty přijímaných časových bodů nižší než 0,1 ms.

Časový kód

Během každé minuty jsou přenášena čísla minuty, hodiny, dne, dne v týdnu, měsíce a roku impulsovou modulací sekundových znaků v kódu BCD. Tento telegram platí vždy pro následující minutu. Přitom odpovídají sekundové znaky o délce 0,1 s binární nule a o délce 0,2 s binární jedničce. Přiřazení jednotlivých sekundových znaků k přenášené časové informaci ukazuje kódovací schéma. Tři kontrolní bity P1, P2 a P3 doplňují vždy předcházející informační slova (7 bitů pro minutu, 6 bitů pro hodiny a 22 bitů pro datum, včetně čísla dne v týdnu) právě na sudý počet jedniček (sudá parita). Kódovací schéma DCF je na obrázku 26.



Obr. 26. Kódovací schéma DCF

Časové znaky Z1 a Z2 (č. 17 a 18) ukazují, na který časový systém se vztahuje vysílaná časová informace. Při vysílání SEČ jsou sekundové znaky Z1, Z2 = 01b, při vysílání SELČ jsou Z1, Z2 = 10b, ostatní kombinace 00b a 11b nejsou prozatím využívány.

Před přechodem z SEČ na SELČ, nebo naopak, se vysílá kromě toho vždy po celou jednu hodinu před změnou sekundový znak A1 (č. 16) = 1b. Toto prodloužení začíná při přechodu z SEČ na SELČ (z SELČ na SEČ) v 01:00:16 hodin SEČ (2:00:16 hodin SELČ) a končí v 01:59:16 hodin SEČ (02:59:16 hodin SELČ)

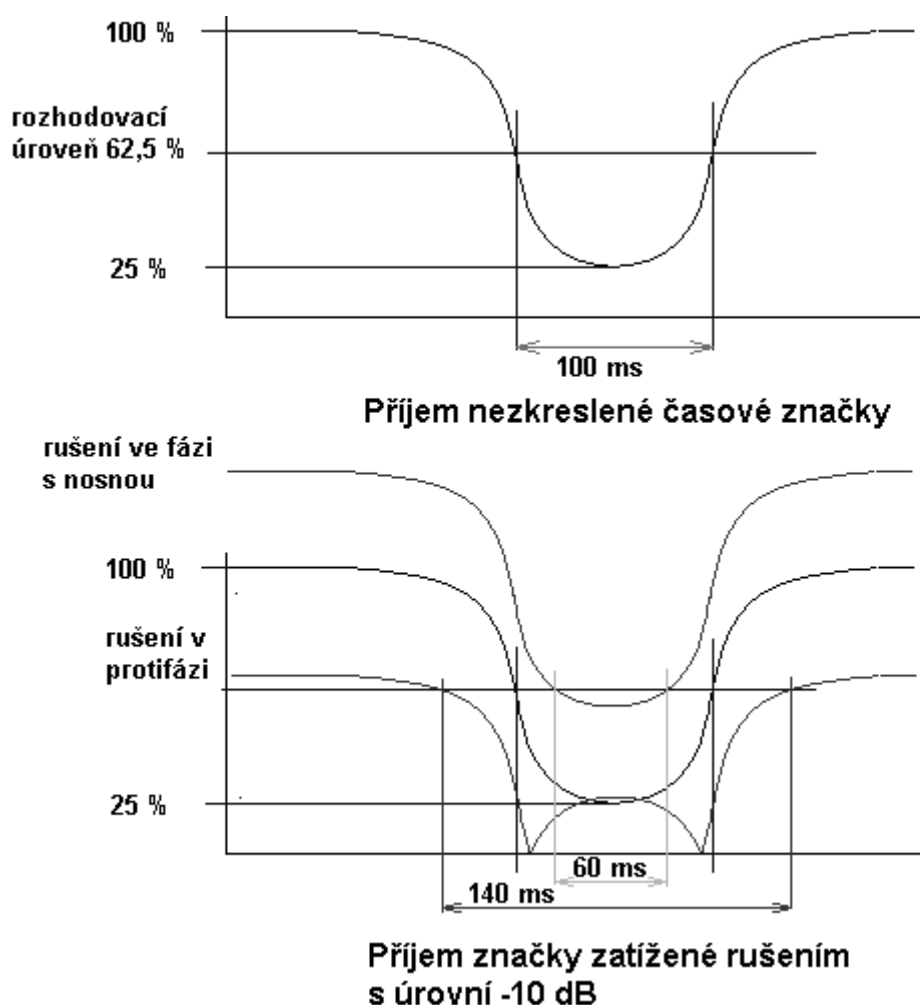
Sekundový znak A2 (č. 19) oznamuje vložení přestupné sekundy. Vysílá se rovněž po jednu hodinu před zavedením přestupné sekundy jako A2 = 1b. Přestupné sekundy se zavádí na světě ke stejnému časovému okamžiku do koordinované světové časové stupnice UTC, přednostně na konci poslední hodiny 31. prosince nebo 30. června. To znamená, že přestupné sekundy jsou v SRN vsunuty do zákonného času sekundu před 1 hodinou SEČ 1. ledna nebo před 2 hodinou SELČ 1. července. Při zavedení přestupné sekundy 1. ledna (1. července) začíná signalizace sekundovým znakem A2 v 00:00:19 hodin SEČ (01:00:19 hodin SELČ) a končí v 00:59:19 hodin SEČ (01:59:19 hodin SELČ).

Při zavedení přestupné sekundy trvá příslušná minuta 61 sekund, značka před 01:00:00 hodin SEČ (02:00:00 hodin SELČ) (59. sekundový znak) vysílána snižená po 0,1 sekundu (0b) a příslušný znak vložené 60. sekundy je vynechán (minutová značka).

Odolnost proti rušení

Nevýhodou dobrého šíření je též šíření rušivých signálů [14], např. od vzdálených bouřek, nebo od průmyslové činnosti. Převážná část rušení má však místní charakter. Krátkodobé rušení lze eliminovat použitím vhodného software v přijímači. Vliv trvalého rušení však lze potlačit jen částečně, a to použitím kvalitního přijímače.

Časové značky jsou vysílány s poměrně strmými hranami, které lze detekovat s přesností lepší, než 0,1 ms. To však předpokládá použití přijímače s šířkou filtru alespoň 5 KHz. Ve většině případů se taková přesnost nevyžaduje a stačí, když filtrem projde značka široká 100 ms. Úměrně k snížení šířky pásma se sníží i šumový výkon a rušení na vstupu přijímače. Pro přenos 100 ms značek stačí šířka filtru pouze 12 až 15 Hz, což je přibližně 1000x méně, než má běžný rozhlasový přijímač. Vysílač s výkonem 100 kW má potom přibližně stejný dosah, jako by měl rozhlasový vysílač s výkonem 100 MW. Postup při detekci signálu je zobrazen na obrázku 27.



Obr. 27. Detekce signálu

Při detekci AM signálu nastává vlivem rušení posuv rozhodovací úrovně detektoru v závislosti na tom, zda je rušivý signál ve fázi, nebo v protifázi s nosnou přijímaného signálu. Maximální úroveň rušivého signálu, kdy je ještě značka přečtena, je teoreticky polovina

rozdílu mezi úrovní jedničky a nuly, tedy 37,5 % úrovně nosné. Prakticky při tom dochází již k neúnosné změně délky značky na výstupu detektoru.

Předpokládejme u přijímače s filtrem vyššího řádu, že tvar 100 ms značky za filtrem se bude podobat části sinusovky s kmitočtem 5 Hz a že pro správné vyhodnocení může být délka značky v rozmezí 60 až 140 ms. Potom je maximální úroveň rušivého signálu pro zachování čitelnosti jen 30 %, tedy cca -10 dB.

Pokud záleží více na parametrech než na ceně přijímače, je výhodné použít přijímač se synchronním detektorem. Zatímco na běžném diodovém detektoru se posčítají všechna napětí, synchrodetektor potlačí složky kolmé na fázi nosné přijímaného signálu. Tím klesne šumový výkon na polovinu a citlivost přijímače vzroste až o 3 dB. Další výhodou synchrodetektoru je, že na jeho výstupu jsou pouze produkty směřované a rušivý signál s rozdílným kmitočtem se již neprojeví stejným posuvem napětí, ale pouze rozdílným kmitočtem. Dolní propust zařazená na výstup synchrodetektoru má stejný efekt, jako zvyšování počtu rezonátorů před detektorem.

Dekódování signálu

Možností, jak signál z přijímače dekodovat, je celá řada. Nejjednodušší programy uváděné kdysi v příručkách o programování jednočipů čekají na náběžnou hranu značky, změří její délku a po jejím skončení a odčasování pauzy 0,8 sec čekají na další značku. Pokud je značka v rozmezí 60 až 140 ms, bere se jako 0 a při délce 160 až 240 ms je to 1. Zásadní nevýhodou takového programu je závislost posunu dekodovaného času na chybě při vyhodnocení náběžné hrany té značky, po které se přepisuje autonomní čas dekodovaným časem z přijímače. Mnohem lepší výsledky dává dekodér, který průměruje náběžné hrany sekundových značek pomocí PLL. Mimo podstatně přesnější synchronizace času se zmenší rozptyl délek vyhodnocovaných časových značek na polovinu (vadí jen rozptyl sestupné hrany, náběžná je definována přesně) a přijímač je odolnější proti rušení. Jako jednu z kontrol platného signálu lze využít i test, zda náběžná hrana přišla v požadované toleranci.

Vyhodnocení pokračuje dekodováním jednotlivých časových údajů. V signálu je vysílána parita (jednobitový kontrolní součet) pro minutu, hodinu a datum. Pomocí parity je možné detekovat všechny jednoduché chyby a polovinu vícenásobných chyb. Pro další kontrolu lze využít kontrolu definičního oboru čísla. Vysílaná čísla jsou dekadická a nesmí být překročena jejich maximální velikost. Touto kontrolou lze dále snížit počet nedetekovaných

chyb přibližně na polovinu. Některé dekodéry též na základě kontroly minimální a maximální délky značky vyřazují nevyhovující data jako neplatná dříve, než se začnou provádět další kontroly.

Největšího zabezpečení časové informace lze dosáhnout porovnáváním několika následujících časových informací. Už při třech čteních je možné získat věrohodnou časovou informaci. Je též výhodné při inicializaci počet ověřování snížit. Počet ověřování se volí podle požadovaného stupně zabezpečení dat a též s ohledem na sílu ostatních kontrol použitých při dekódování.

Vyhodnocovat celý časový kód najednou je sice jednodušší, ale z hlediska spolehlivosti nevýhodné. Při jedné chybě během minuty se všechna čtená data označí za neplatná, zatímco při čtení rozděleném na minuty, hodiny a datum jsou dílčí datové bloky podstatně kratší a tím i odolnější proti chybám. Při skládání časové informace lze použít části zachycené v různých minutách.

2.2.2 GPS

Globální polohový systém GPS [15] je družicový pasivní radiový systém sloužící k určení polohy, rychlosti a času v reálném čase na kterémkoli místě na Zemi. Pro určování polohy uživatele využívá pasivní dálkoměrnou metodu. Vzdálenosti uživatele od jednotlivých družic jsou určovány pomocí doby potřebné k absolvování této dráhy radiovým signálem vysílaným družicemi. K určení rychlosti pohybu uživatele se využívá Dopplerova jevu.

Obecně by se pojmem GPS dala označovat každá technologie nebo systém pro družicovou navigaci. Ovšem v dnešní době je tento pojem výhradně brán jako synonymum pro americký systém NAVSTAR.

Kosmický segment GPS se skládá z 32 družic. Z toho je 24 operačních, 3 záložní ve vesmíru a 5 záložních na Zemi, které jsou připraveny k vynesení na oběžnou dráhu během 24 hodin. Družice jsou umístěny ve výšce 20180 km nad Zemí na šesti téměř kruhových oběžných drahách se sklonem k rovníku 55°. Doba oběhu družice kolem Země je 11 hodin 58 minut. Družice jsou vybaveny pohonným zařízením, které v případě potřeby umožňují změnu poloh.

Životnost jedné družice je přibližně 7 až 10 let. Každá družice je vybavena přijímačem, vysílačem, atomovými hodinami a řadou přístrojů, které slouží proavigaci nebo jiné speciální úkoly.

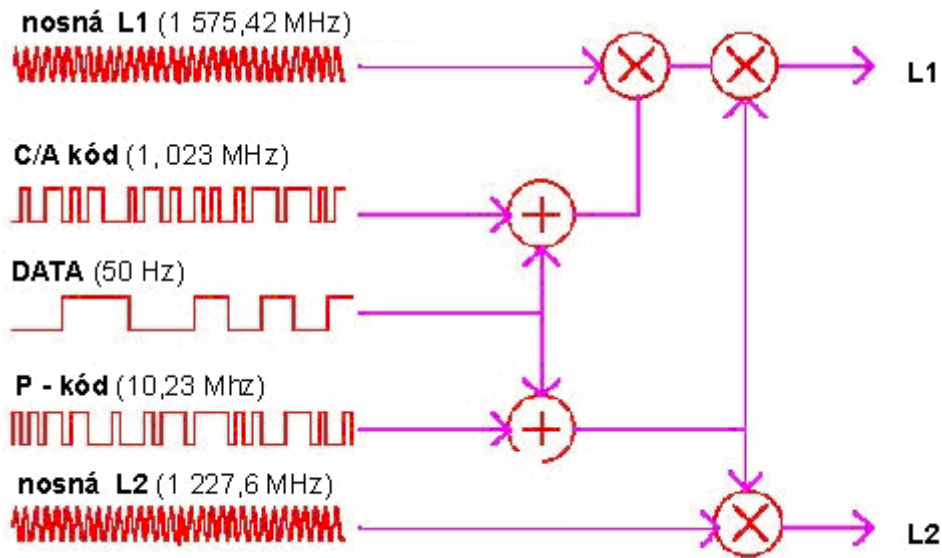
Základem GPS je přesný čas, proto je každá družice vybavena čtyřmi atomovými hodinami.

Jedny hodiny jsou základní a další tři jsou záložní. Srdcem atomových hodin je měřící zařízení sledující kmitání atomů cesia a rubidia. U těchto hodin můžeme počítat s přesností zpoždění nebo předejití o jednu sekundu za 30 tisíc let! Všechny hodiny ve všech satelitech na oběžné dráze jsou nařizeny na časový standart. GPS je plně funkční od roku 1995.

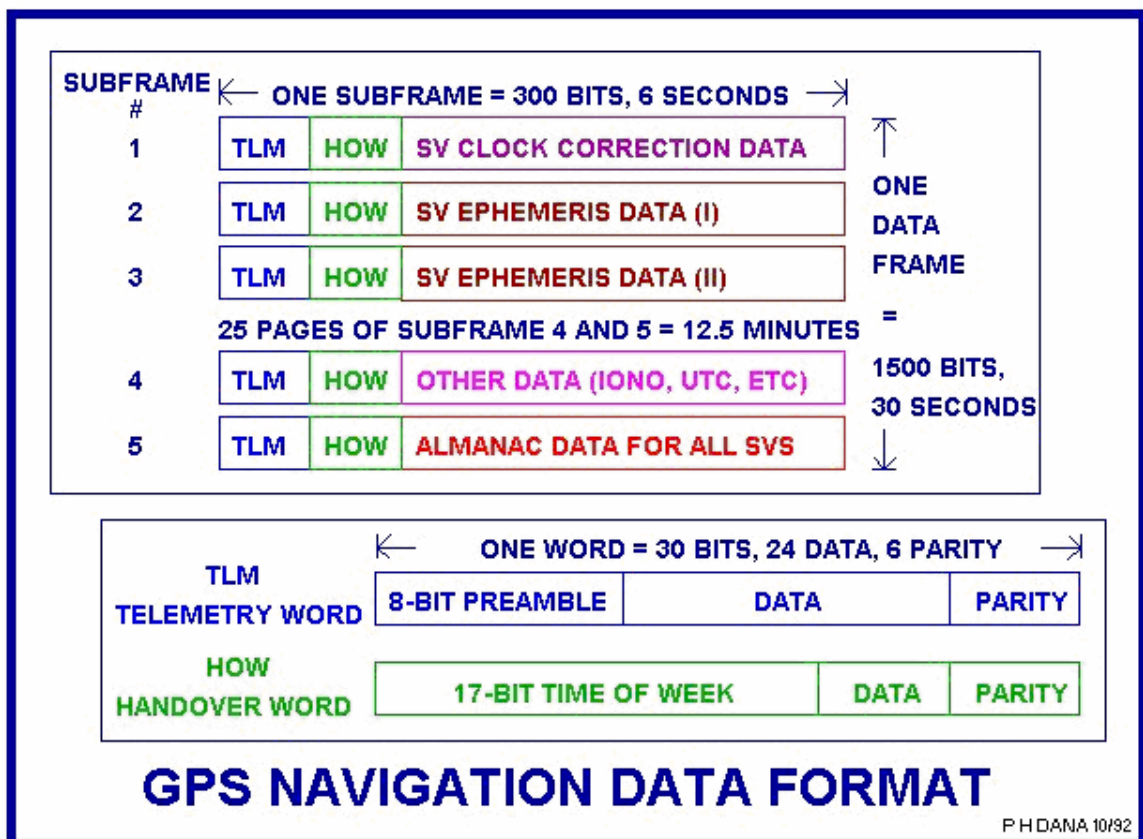
Signál GPS

System GPS [16] pracuje pouze jednosměrně, tedy družice vysílají a pozemské stanice přijímají. Pro přenos signálů družic jsou vyhrazeny dva kmitočty: první s hodnotou 1575,42 MHz a s označením L1 a druhý pak na 1227,60 MHz s označením L2. Signál je modulován kódovou posloupností, podle níž přijímač jednotlivé satelity dokáže rozlišit. Na kanálu L1 se používá kód C/A (Coarse Acquisition) a současně i kód P. Kódová posloupnost P-code se používá pro vojenské účely a pomocí ní je také zakódován kanál L2. Každá z družic vysílá současně na obou kanálech, ale běžné přijímače pracují pouze s kanálem L1. Druhý kanál L2 se používá současně s L1 pro velmi přesná měření.

Jak vzniká signál pro oba kanály GPS je naznačeno na následujícím obrázku. Kódová posloupnost C/A popř. P datový signál nejprve rozprostře a takto upravený signál se pak modulací posune na nosnou vlnu o patřičné frekvenci. Na obrázku vedle je pak naznačeno, jaká data a v jakých časových intervalech se v systému GPS vysílají. Jedna zpráva se dělí do 25 rámců o celkovém trvání 12,5 min. Rámec o celkové délce 1 500 bitů (30 sekund) se skládá z pěti subrámců délky 300 bitů. Data se vysílají rychlostí 50 Hz. Hodiny seřizované pomocí GPS mají velmi citlivý přijímač signálu v pásmu 1,5 GHz. Vznik signálu je na obrázku 28 a rozvržení datového rámce GPS je zobrazeno na obrázku 29.



Obr. 28. Vznik signálu GPS



Obr. 29. Datové rámce GPS

Dvojit relativistický účinek

Při „nařizování“ satelitních hodin je nutno vzít v úvahu jak obecnou, tak i speciální teorii relativity [17]. Účinky obou těchto teorií se sice navzájem částečně ruší - ale nikoli úplně. Podle obecné teorie relativity se frekvence světelného paprsku procházejícího gravitačním polem směrem „dolů“ zvyšuje (modrý posuv). Frekvence paprsku pronikajícího z gravitačního pole směrem ven se naopak snižuje (červený posuv). Čas satelitních hodin je dán frekvencí kmitání atomů. Poněvadž gravitace ve výši 20 000 kilometrů představuje jen asi čtvrtinu pozemské tíže, na zemském povrchu přijmeme vyšší frekvenci: hodiny jdou tím rychleji, čím menší je gravitace - tedy čím více jsou vzdáleny od Země. Na palubě satelitu GPS se čas jeví zkrácený o 53 miliardtin procenta. Satelitní hodiny by se za rok předběhly o 17 tisícín sekundy. Tato hodnota se ovšem trochu snižuje díky speciální teorii relativity. Poněvadž se žádné těleso nemůže pohybovat rychleji než světlo, čas v pohybujícím se souřadném systému ubíhá pomaleji. Frekvence světelného paprsku se snižuje, je-li vysílán pohybujícím se vysílačem a přijímán statickým přijímačem. V důsledku tzv. dilatace času jdou hodiny v satelitu kroužícím kolem Země rychlostí cca 4 km/s pomaleji. Zpozdily by se tak asi o osm miliardtin procenta, tedy zhruba o tři tisíciny sekundy za rok. Aby byly eliminovány oba relativistické vlivy, je nutno palubní hodiny GPS satelitů zpomalit o 45 miliardtin procenta. V porovnání s Einsteinovými teoriemi je to docela jednoduché: satelitní hodiny nenastavíme přesně na frekvenci 10,23 MHz, ale jen na 10,229999995326 MHz. Bez této korektury by určování vzdáleností zatěžovala chyba 480 metrů za každou hodinu.

2.2.3 Galio

Dne 28. prosince 2005 v 6 hodin 19 minut středoevropského času odstartovala z kosmodromu Bajkonur ruská raketa Sojuz, která na oběžnou dráhu vynesla první zkušební družici GIOVE-A (Galileo In-Orbit Validation Element, Ověřovací součást systému Galileo) [18] evropského navigačního systému Galileo. Otevírá se tak úvodní kapitola projektu, který by měl mimo jiné odstranit dosavadní závislost Evropy na systému GPS, jež provozují Spojené státy. Oproti GPS slibují tvůrci Galilea kromě vyšší přesnosti zaměření objektu i výrazně lepší pokrytí v městské zástavbě (95 %; GPS údajně jen okolo 50 %).

Kompletní systém Galileo by měl být zprovozněn po roce 2010, přičemž se bude skládat ze třiceti družic (27 operačních plus tři záložní přímo na oběžné dráze – přitom i záložní budou aktivní, takže dále zvýší přesnost systému) na třech oběžných drahách.

3 JEDNOTNÝ ČAS V INTELIGENTNÍCH BUDOVÁCH

3.1 Prvky informačních a řídicích systémů pracujících s jednotným časem

3.1.1 Čas a datum pro sběrnici EIB

Čas a datum pro sběrnici EIB je přenášen pomocí standardizovaného datového typu [1], který je umístěn v užitečné informaci telegramu [11]. Přesné datové typy sběrnice EIB pro čas a datum jsou na obrázku 30 a 31.

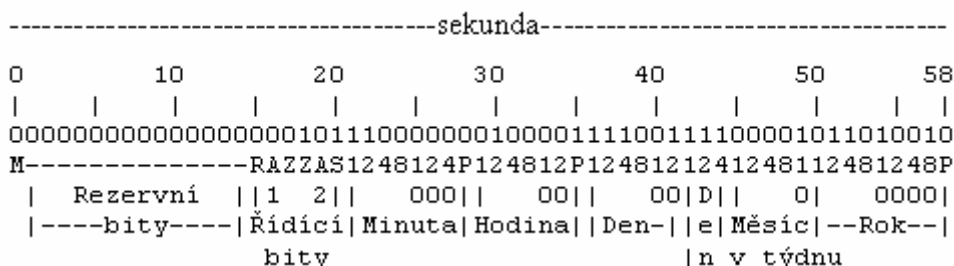
<u>Format:</u>	3 octet					
	3 MSB		2	1 LSB		
	ddd hhhhh	00 mmmmmm	00 ssssss			
<u>Encoding:</u>	See below					
<u>Range:</u>	See below					
<u>Unit:</u>	See below					
Datapoint Types						
<u>ID:</u>	<u>Name:</u>		<u>Encoding:</u>	<u>Range:</u>	<u>Unit:</u>	<u>Usage:</u>
10.001	DPT_TimeOfDay	d	1 = Monday ... 7 = Sunday 0 = no day	[0...7]	-	General
		h	binary encoded	[0...23]	hours	
		m	Binary encoded	[0...59]	minutes	
		s	Binary encoded	[0...59]	seconds	

Obr. 30. Datový typ EIB, čas

<u>Format:</u>	3 octet				
	3 MSB	2	1	LSB	
	000 DDDDD	0000 MMMM	0	YYYYYYYY	
<u>Encoding:</u>	Binary encoded				
<u>Range:</u>	See below				
<u>Unit:</u>	See below				
Datapoint Types					
<u>ID:</u>	<u>Name:</u>		<u>Range:</u>	<u>Unit:</u>	<u>Usage:</u>
11.001	DPT_Date	D	[1...31]	Day of month	General
		M	[1...12]	Month	
		Y	[0...99]	Year	

Obr. 31. Datový typ EIB, datum

Jestliže srovnáme standardizovaný datový typ pro čas a datum na sběrnici EIB a telegram signálu DCF 77, vidíme dosti velkou podobnost ,a proto převod signálu DCF 77 na standardizovaný datový typ pro čas a datum na sběrnici EIB není složitý. Kódovací schéma DCF je uvedeno na obrázku 32.



Obr. 32. Kódovací schéma DCF

Naopak převod C/A kódu, který je vysílán z družic GPS, na telegram pro sběrnice EIB je velmi složitý. C/A kód je dlouhý 1023 bitů a obsahuje kromě údajů o přesném čase další údaje, které slouží k navigaci. Tyto údaje jsou ale pro inteligentní budovy zbytečné. Údaj o přesném čase zabírá v C/A kódu 300 bitů.

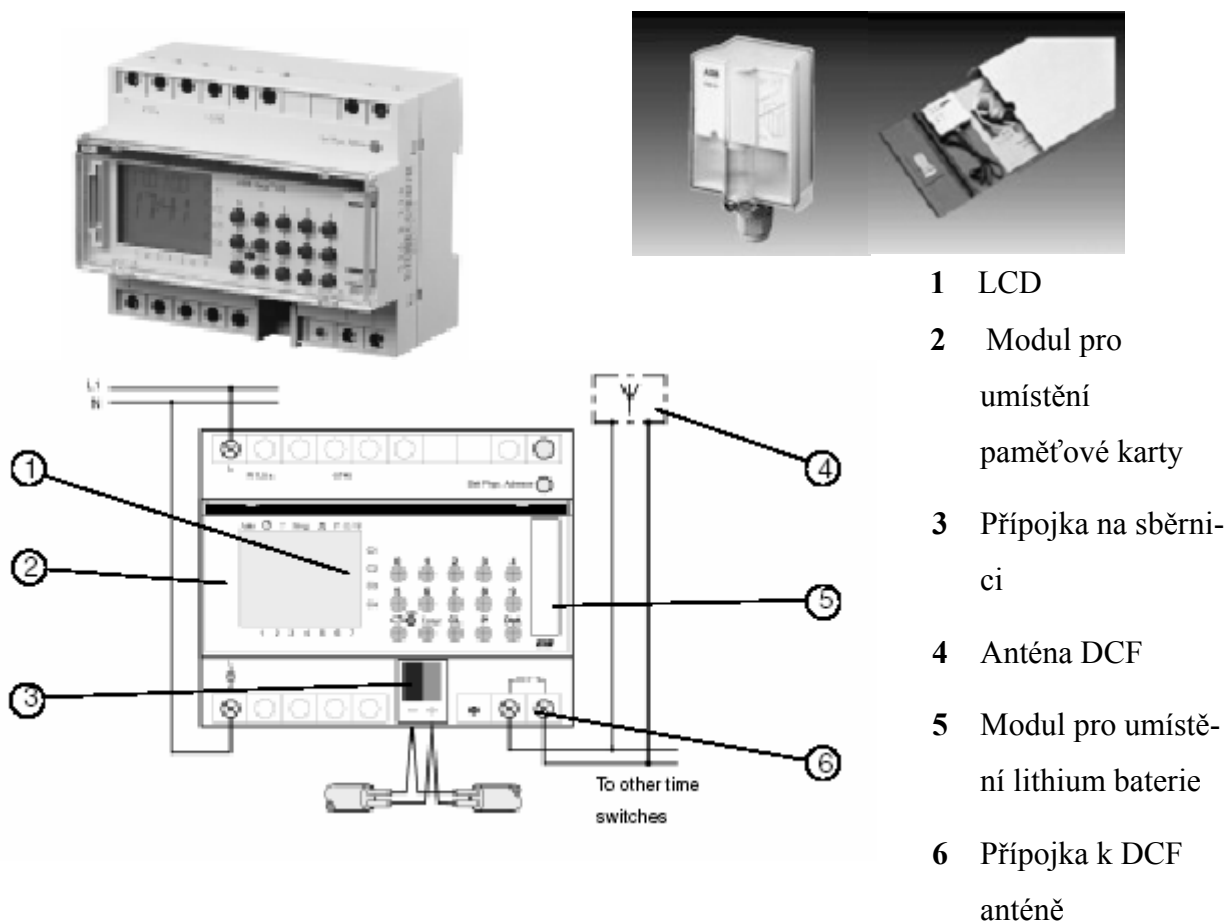
Spínací hodiny pro sběrnici EIB

Na trhu se nyní objevují nejčastěji 4kanálové spínací hodiny firmy ABB, Merten a Theben, můžeme se setkat i s 16kanálovými spínacími hodinami od firmy Siemens. Spínací

hodiny od jednotlivých firem jsou si funkcemi, vzhledem i ovládním velmi podobné, liší se jen počtem kanálů a počtem ovládaných skupin akčních členů.

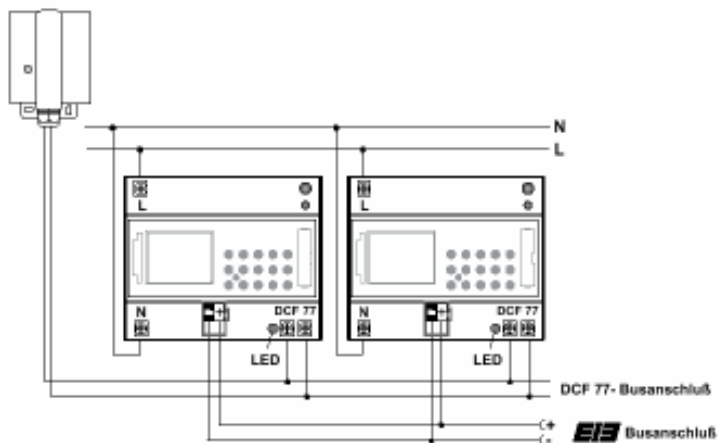
4kanálové roční spínací hodiny od firmy ABB

4kanálové roční spínací hodiny ABB i-bus® EIB 6144/10-101 [19] s denním, týdenním a ročním programem slouží k časově závislému spínání až 4 skupin akčních členů EIB. Programování se provádí pomocí tlačítek přímo na hodinách, nebo pomocí PC a programovací sady 6149/11101 (PS/E 1.1). Spínací program hodin může být načten i nahrán na paměťovou kartu 6149/12 (PK/E 1.1). K tomuto účelu se paměťová karta zasune do hodin. Zde uložený spínací program může být prostřednictvím této karty přenášen z jedné hodiny do dalších anebo do PC. Přesný čas se nastavuje ručně, nebo pomocí radiového signálu DCF77. Pro příjem radiového signálu DCF77 je potřeba anténa FA/A 2.1. Na jednu tuto anténu lze připojit až deset spínacích hodin. Jednotlivé výrobky firmy ABB jsou na obrázku 33.



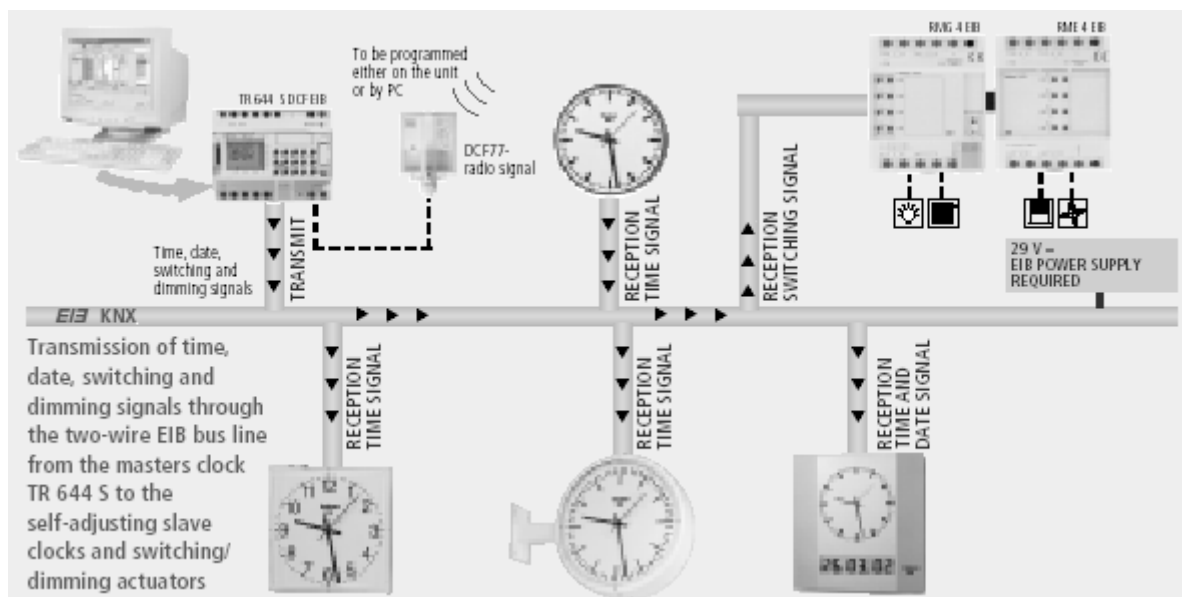
Obr. 33. Spínací hodiny ABB, příslušenství a přesný popis spínacích hodin

Spínací hodiny od jiných firem [20,21] , jak je uvedeno výše, mají podobné funkce jako spínací hodiny ABB , proto nemá cenu je znovu popisovat. Na obrázku 34 je zobrazeno zapojení více hodin, značky Siemens, do jedné antény pro příjem DCF signálu. Zapojení spínacích hodin od firmy Theben je na obrázku 35.



Obr. 34. Zapojení jedné antény DCF

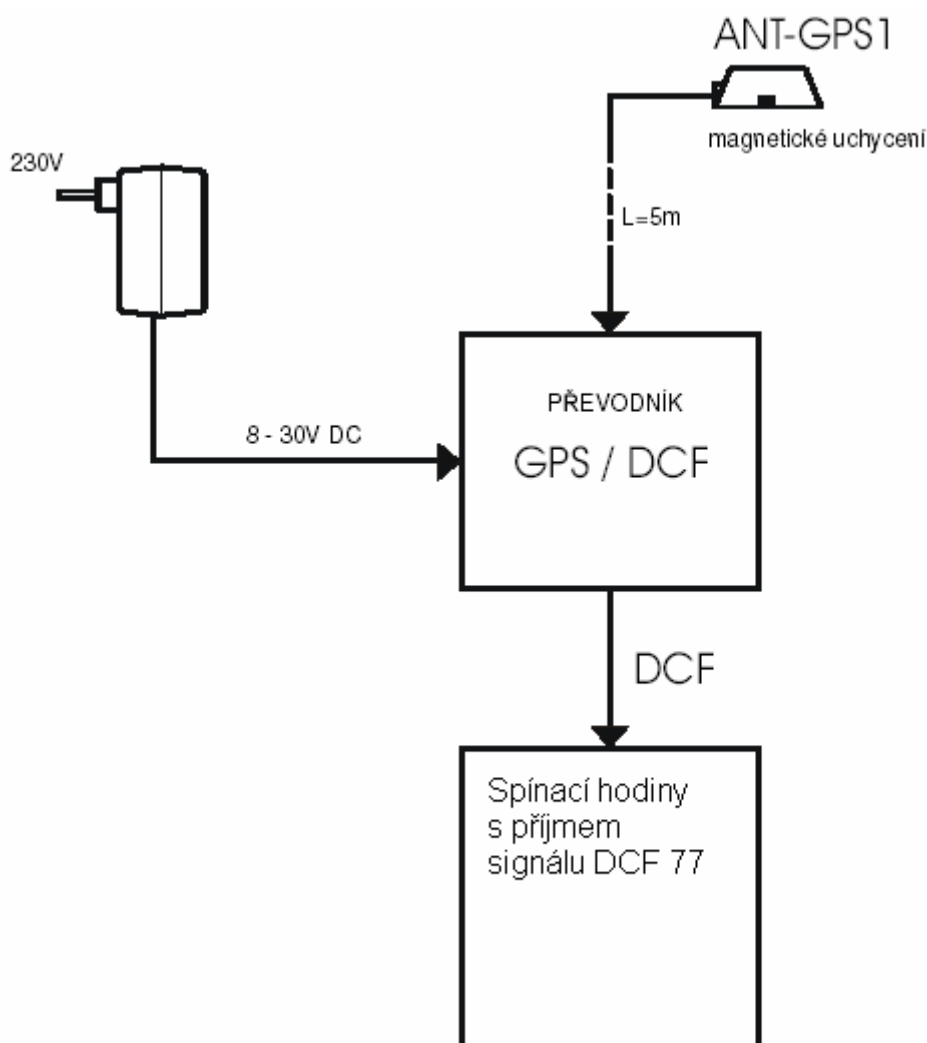
do více spínacích hodin REG 373 od firmy Siemens



Obr. 35. Zapojení spínacích hodin TR 644 S od firmy Theben na sběrnici EIB

Velkou nevýhodou spínacích hodin pro sběrnici EIB je jejich závislost na radiovém signálu DCF77. Žádný přední výrobce společnosti EIBA zatím nevedl na trh spínací hodiny pro sběrnici EIB s příjmem signálu GPS. Signál ze stanice DCF77 má sice v parametrech

uvedeno, že je dostupný až 2000 km od Frankfurtu nad Mohanem, což by znamenalo pokrytí velké části EU, ale není to pravda. Signál DCF je dosti závislý na počasí a neporadí si i s přírodními překážkami. Například v údolích Rakouska je signál velmi slabý, i když vzdálenost od Frankfurtu nad Mohanem není velká. To ale neznamená, že v zemích se slabým příjmem signálu DCF 77 není možnost řídit inteligentní budovu se sběrníci EIB jednotným časem. Na trhu nabízejí různé firmy převodníky telegramu z GPS na telegram DCF77. Díky tomuto převodníku se však dosti zvedne cena zařízení. Anténa pro příjem signálu DCF 77 totiž stojí kolem 2000 Kč a anténa pro příjem družicového signálu GPS se zabudovaným převodníkem telegramu GPS/DCF 77 stojí kolem 10000 Kč. Na obrázku 36 je zobrazeno zapojení převodníku pro převod GPS kódu na telegram DCF.



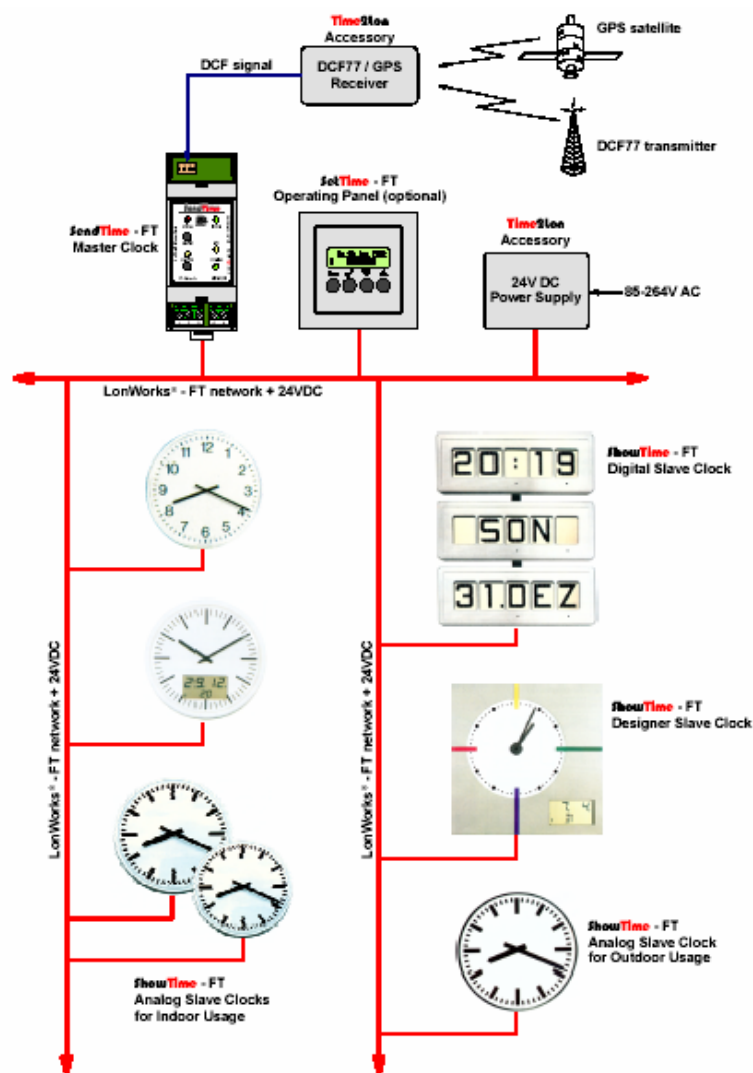
Obr. 36. Zapojení převodníku GPS/DCF

3.1.2 Hodiny s příjmem jednotného času pro sběrnici LON

Skupina přístrojů pro řízení a rozvod jednotného času po sběrnici LonWorks se označuje názvem Time2Lon [22]. Skupina přístrojů Time2Lon se dále dělí na několik základních podskupin:

- SendTime - Hlavní řídicí hodiny, které jsou napojeny na DCF77, nebo GPS přijímač.
- SetTime - Operační a kontrolní panel.
- ShowTime - Podřízené digitální nebo analogové hodiny.
- Ostatní zařízení skupiny Time2Lon (přijímače DCF77/GPS, napájení, atd.)

Zapojení jednotlivých zařízení skupiny Time2Lon je na obrázku 37.



Obr. 37. Zapojení jednotlivých přístrojů Time2Lon

Velkou výhodou spínacích hodin pro sběrnici LON oproti spínacím hodinám pro sběrnice EIB, je možnost seřizování času pomocí signálu GPS bez použití převodníku od jiné firmy. Kód GPS je převáděn na DCF77 signál přímo v GPS přijímači.

4 MOŽNOSTI PŘÍJMU A PŘÍPADNĚ VYSÍLÁNÍ JEDNOTNÉHO ČASU V ČR

V České republice je možnost přijímat jednotný čas z radiového signálu DCF77 i ze signálu družic GPS. Signál DCF77 pokrývá téměř celou republiku. Místa ze slabým signálem DCF77 tvoří jen údolí ve vysokých horách. Tyto místa jsou v České republice však spíše výjimečná.

Signál GPS lze přijímat ve všech místech ČR, jedinou podmínkou je umístění antény na místě s výhledem na oblohu.

V ČR je výhodnější pro inteligentní budovy přijímat jednotný čas ze signálu DCF77, kód DCF77 lze snadno převést na kód, který se dá použít v užitečné informaci telegramů sběrnice pro inteligentní budovy. Kód signálu GPS je na rozdíl od kódu DCF77 dosti složitý a k převodu na použitelný kód pro sběrnice inteligentních budov se musí použít převodníky.

Díky dobrému pokrytí obou výše popsaných signálů je zbytečné vysílat jednotný čas z ČR.

5 ZÁVĚR

V bakalářské práci bylo popsáno využívání a přijímání jednotného času v inteligentních budovách. Požadavkem inteligentní budovy není jen větší pohodlí uživatele, ale i bezpečí a ekonomická i ekologická úspora. Z rozšiřováním funkcí jednotlivých podsystémů systému inteligentní budovy vzrůstají požadavky na elektrickou instalaci. Proto je stále více nahrazována klasická elektroinstalace takzvanou inteligentní systémovou elektroinstalací. Důležitost inteligentní systémové elektroinstalace je v inteligentních budovách značná, proto jí je věnována velká část této práce. V automatizaci budov se v současné době prosazují u větších projektů nejčastěji sběrnice EIB nebo LonWorks, v případě potřeby koordinované se systémem BACnet. V menších inteligentních budovách se můžeme setkat i s jinými inteligentními systémy elektroinstalace, jako je například elektroinstalace NikoBus nebo PHC. Tyto sběrnice jsou však spíše výjimečné.

V bakalářské práci je nejvíce popsána inteligentní systémová elektroinstalace EIB. Elektroinstalace EIB je čistě evropská sběrnice, nejvíce propagovaná německými firmami, sběrnice LonWorks má svůj původ v Americe.

Velkou roli v inteligentních budovách hraje jednotný čas. Hodiny patří společně se snímači pohybu, teploměry a přístroji na měření světelnosti k základním sensorům každé inteligentní budovy. V poslední době se přesný čas na hodinách v inteligentních budovách seřizuje pomocí jednotného času. Ve střední Evropě se používají převážně spínací hodiny s příjmem signálu DCF77. Signál DCF77 je vysílán z rádiové stanice Mainflingen, vzdálené asi 25 km jihovýchodně od Frankfurtu nad Mohanem. Tento vysílač pokryje signálem velkou část Evropy a je přijímán i 2000 km od Frankfurtu nad Mohanem. Další vysílač, který vysílá přesný čas pomocí rádiové stanice se nachází v Anglii. Tyto dvě rádiové stanice by měli teoreticky pokrýt signálem celou Evropskou Unii. Signál DCF je ale dosti závislý na počasí, neporadí si ani s přírodními překážkami. Například v údolích Rakouska je signál velmi slabý, i když vzdálenost od Frankfurtu nad Mohanem není velká.

Vedle rádiového signálu lze hodiny seřizovat i signálem z družic GPS, kód družic GPS je však na rozdíl od kódu DCF77 velmi složitý na převod na kód použitelný v inteligentních budovách. Proto se kód GPS nejprve převádí na kód DCF77, ze kterého se následně vytváří užitečná informace telegramu. Firmy vyrábějící přístroje pro sběrnici EIB, převodník kódu GPS na DCF77 nenabízí. Je možnost použít převodník signálu od jiné firmy. Tato možnost není ale vyzkoušena, proto nemůže být zaručena funkčnost takového spojení. Pro

sběrnici LonWorks jsou tyto převodníky nabízeny autorizovanými prodejci této sběrnice, proto by přijímání jednotného času z družic GPS mělo být bezproblémové.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Pivoňková, A.: *Optimalizační algoritmy řídicích systému inteligentních budov*. Diplomová práce ČVUT Praha, fakulta elektronická, katedra řídicí techniky, 2005.
- [2] Johnson Controls International, Inc.: *Inteligentní budova- Řídící, bezpečnostní a informační systémy moderních budov*. [online]. [cit. 2006-3-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.johnsoncontrols.com/cz/downloads/iqbudova.pdf>>.
- [3] ABB.: *Inteligentní systém elektrických instalací*. ABB i-bus®EIB/KNX, [CD 04/2005]
- [4] Siemens.: *Systémová technika budov instabus EIB*. katalog Siemens 2001/2002
- [5] Bojanovský, J.: *Inteligentní budovy*. [online]. [cit. 2006-3-21]. Dostupný z WWW : <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2271&h=277>>.
- [6] Kunc, J.: *Systémové instalace*. elektrika.cz, ABB EPJ ,2005-9, [online]. [cit.2006-3-22]. Dostupný z WWW:< <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-09-27.4934824657> >.
- [7] Kunc,J.: *Systémové instalace(2.)*. ABB EPJ, [online]. [cit. 2006-3-22]. Dostupný z WWW :< <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-09-27.1550125621/view>>.
- [8] Hájek, J.: *Komunikační sběrnice používané v automatizaci budov*. [online]. [cit. 2006-3-25]. Dostupný z WWW:< <http://www.automatizace.cz/article.php?a=384>>.
- [9] Lacko, B., Holý, M.: *.Skripta VUT: Integrovaná nevýrobní automatizace*. Brno 2003, s.43-50
- [10] Kunc,J.: *O systému EIB (1.)*. ABB EPJ, [online]. [cit. 2006-3-25]. Dostupný z WWW:< <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-09-28.0616279544/view> >.
- [11] *Knx associatin. Knx Tools* . [online]. [cit. 2006-3-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.konnex.org/tools/>>.
- [12] Häberle, H.: *Průmyslová elektronika a informační technologie*. 1. vyd. Praha: Euro-ropa-Sobotáles cz. Sro.,2003. ISBN 80-867006-04-4.
- [13] Poupa, M.: *Vše o čase*. [online]. [cit. 2006-4-7]. Dostupný z WWW: <<http://home.zcu.cz/~poupa/cas.html> >.

[14] Hájek, M.: *Hodiny řízené DCF signálem*. [online]. [cit. 2006-4-10]. Dostupný z WWW: <http://66.249.93.104/search?q=cache:klrhfvx2moYJ:www.hajek.net/michal/dcf/dokumentace_dcf.pdf+Michal+H%C3%A1jek+DCF&hl=en&ct=clnk&cd=1>.

[15] Pechanec, V.: *Globální polohové systémy pro každého*. Katedra geoinformatiky, Př F, Univerzita Palackého v Olomouci, [online]. [cit. 2006-4-10]. Dostupný z WWW : <<http://gynome.nmm.cz/konference/files/2006/sbornik/pechanec02.pdf>>.

[16] Snášel, J.: *Už vím, jak pracuje navigační systém GPS*. [online]. [cit. 2006-4-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.mobilmania.cz/Profi/AR.asp?ARI=111127> >.

[17] Memo: *Na oběžné dráze tikají hodiny jinak aneb korektury Galileo/GPS* [online]. [cit. 2006-4-15]. Dostupný z WWW: <<http://portal.aquagroup.cz/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=538&mode=thread&order=0&thold=0> >.

[18] Computerworld: *Základ Galilea tvoří speciální hodiny*, [online]. [cit. 2006-4-18]. Dostupný z WWW: <http://www.computerworld.cz/cw.nsf/site_a_komunikace/61719369AC9EDE02C1257106003104A7?OpenDocument&cast=1>.

[19] ABB s.r.o., *Elektro-Praga.: Katalog 2006*, [online]. [cit. 2006-4-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.abb-epj.cz/index.asp?thema=2688&category=>>>.

[20] Siemens.: *Time switch REG 373 16-Channel*, [online]. [cit. 2006-4-31]. Dostupný z WWW: <http://www2.automation.siemens.com/et/html_76/search/ftp/tpi/3735ey01_tpi_e.pdf>.

[21] Theben: *4 Channel yearly time switch*, [online]. [cit. 2006-4-31]. Dostupný z WWW: <http://www.theben.de/english/prod/daten/DAT50_TR644S-EIB_GB.pdf >.

[22] LonWorks. *Time2Lon*, [online]. [cit. 2006-5-8]. Dostupný z WWW: <http://www.who-ing.de/who_en/products/time2lon.html>.

[23] ABB: *Školení o systému EIB-ABB*, Jablonec nad Nisou, únor 2006.

[24] Kadlec: *Přijímač GPS* [online]. [cit. 2006-5-19]. Dostupný z WWW: <http://www.kadlecelektro.cz/news_gps.html >.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BAS	Building Automation System (Systém automatizace budov)
BK	Oddílový vazební člen
C/A	Coarse Acquisition (Kód pro hrubé měření)
CCTV	Close circuit television (uzavřený televizní okruh)
CSMA	Carrier Sense Multiple Access (Přístupová metoda k médiu)
EIB	European Installation Bus (Evropská systémová sběrnice)
EIB.IR	Infračervené signály
EIB.net	Automatizační síť
EIB.PL	silové vedení (powerline).
EIB.RF	Rádiové signály
EIB.TP	Vedení po dvou kroucených párech vodičů
EIBA	European Installation Bus-Association
ETS	EIB Tools Software
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
FTT	Free Topology Transceiver (Volná topologie)
GPS	Globální polohový systém
ISO/OSI	International Standards Organization / Open System Interconnection Mezinárodní organizace pro normalizaci / propojení otevřených systémů
KNX	Konnex
KNXA	Konnex-Association
LK	Liniový vazební člen
LON	Local Operating Network(Lokální ovládací síť)
NPCI	Network Protocol Kontrol Information (Síťový protokol řídicí informace)
PLT	PowerLine Transceiver

PTB	Fyzikální a technický spolkový úřad se sídlem v Braunschweigu
SEČ	Středoevropský čas
SELČ	Středoevropský letní čas
SELV	Soustavy bezpečného malého napětí
T	Transceiver (Kombinovaný vysílač a přijímač)
UTC	Universal Time Coordinated (Koordinovaný světový čas)
VZT	Vzduchotechnického zařízení
VAV	(Variable Air Volume) Zařízení s proměnlivým průtokem čerstvého vzduchu

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>obr. 1. Profil inteligentní budovy</i>	8
<i>obr. 2. Možné blokové schéma systémové instalace</i>	18
<i>obr. 3. Distribuovaná architektura systému EIB</i>	21
<i>obr. 4. Logická struktura EIB</i>	23
<i>obr. 5. Příklad konstrukce sběrnice kabelu</i>	25
<i>obr. 6. Příklady uspořádání sběrnice v systémové instalaci EIB/KNX</i>	26
<i>obr. 7. Průběh sběrnice signálu</i>	29
<i>obr. 8. Skladba telegramu</i>	30
<i>obr. 9. Výstavba datového telegramu</i>	30
<i>obr. 10. Uživatelské prostředí programu ETS STARTER</i>	33
<i>obr. 11. Začátek programování v programu ETS STARTER</i>	36
<i>obr. 12. Vložení aplikací do programu ETS STARTER</i>	37
<i>obr. 13. Editace aplikací v programu ETS STARTER</i>	38
<i>obr. 14. Vožení zařízení do programu ETS STARTER</i>	39
<i>Obr. 15. Editace zařízení v programu ETS STARTER</i>	40
<i>Obr. 16. Rozvaděč v programu ETS STARTER</i>	41
<i>Obr. 17. Editace aplikací v programu ETS STARTER</i>	42
<i>Obr. 18. Základní prostředí ETS 3 Professional</i>	43
<i>Obr. 19. Náhled budovy ETS 3 v Professional</i>	44
<i>Obr. 20. Náhled skupinových adres v ETS 3 Professional</i>	45
<i>Obr. 21. Topologický náhled v ETS 3 Professional</i>	46
<i>Obr. 22. Náhled přístrojů v ETS 3 Professional</i>	47
<i>Obr. 23. Smíšená topologie LON: linie, hvězda</i>	51
<i>Obr. 24. Zkušební přístroj NetCheck</i>	51
<i>Obr. 25. Schéma atomových hodin</i>	56
<i>Obr. 26. Kódovací schéma DCF</i>	59
<i>Obr. 27. Detekce signálu</i>	60
<i>Obr. 28. Vznik signálu GPS</i>	64
<i>Obr. 29. Datové rámce GPS</i>	64
<i>Obr. 30. Datový typ EIB, čas</i>	67
<i>Obr. 31. Datový typ EIB, datum</i>	68

<i>Obr. 32. Kódovací schéma DCF.....</i>	<i>68</i>
<i>Obr. 33. Spínací hodiny ABB, příslušenství a přesný popis spínacích hodin.....</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 34. Zapojení jedné antény DCF</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 35. Zapojení spínacích hodin TR 644 S od firmy Theben na sběrnici EIB</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 36. Zapojení převodníku GPS/DCF</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 37. Zapojení jednotlivých přístrojů Time2Lon.....</i>	<i>72</i>

