

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS  
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS  
ELEKTRONIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

Tomas Rickus

PASTATŲ AUTOMATIZAVIMO TINKLAI KLIMATO  
KONTROLEI  
Magistro darbas

**Vadovas**  
prof. dr. V. Lauruška

ŠIAULIAI, 2005

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS  
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS  
ELEKTRONIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

**TVIRTINU**

Katedros vedėjas

doc. dr. G. Daunys

2005 06

PASTATŲ AUTOMATIZAVIMO TINKLAI KLIMATO  
KONTROLEI  
Magistro darbas

**Recenzentas**

ŠU Technologijos fakulteto  
Elektronikos inžinerijos katedros  
(parašas) doc. dr. G. Daunys  
2004 06

**Vadovas**

(parašas)  
2005 06

prof. dr. V.Lauruška

**Atliko**

(parašas)  
2005 06 04

RM3 gr. stud.  
T.Rickus

ŠIAULIAI, 2005

## SANTRAUKA

Darbe pateiktas „Intelektualaus pastato“ modelis skirtas pastatų klimato kontrolės valdymo automatizavimui. O taip pat šio modelio kūrimo procesas, veikimo metodai, algoritmai, žmogaus ir kompiuterio sąsajos bei alternatyvios valdymo sistemos struktūrinė realizacija.

Apžvelgti rinkoje esančių ventiliacijos produktai, jų veikimo principai, privalumai ir trūkumai. Atlikta detali tinklo topologijų, tinklo terpių ir jų užvaldos metodų analizė, bei šiuo metu populiariausių tinklo protokolų analizė.

Atsižvelgiant į gautus analizių metu rezultatus suprojektuotas alternatyvus automatizuotas tinklas pastatų klimato kontrolės valdymui.

Šiame darbe taikyta sisteminės mokslinės literatūros analizė, lyginimo ir apibendrinimo metodai, duomenų sisteminimas. Duomenys apdoroti remiantis struktūriniu grupavimu, naudojant duomenų lenteles ir grafinį modeliavimą.

## SUMMARY

This master's final paper is a project of „Home and Building control system“ model where all attention was rallied to Heating Ventilation and Air Conditioning system automation. It analyzes and systemizes theoretical and practical research into automated network design process. It also presents methods of acting , algorithms, human and computer interfaces and alternative control system of automation of HVAC realization.

In this final master's paper overviews the most popular simply designed and complex designet products for HVAC in the market. Analyzes working priciples, advantages and disadvantages of HVAC products. Contains performed analyzes of network topology, communication buslines and the most popular communication protocols.

Depending on resuts of all done assays there offered alternative structure of automated network for HVAC systems.

In this master's final paper were applied research library, compareing and analyzing mothods. Data sistemization was realized in structural analysis, using data tables and grafical design.

**TURINYS**

LENTELĖS .....	6
PAVEIKSLĖLIAI .....	7
ĮVADAS .....	8
1. Šildymas vėdinimas ir oro kondicionavimas.....	10
1.1 Šviežio oro privalumai ir jo atnaujinimas .....	10
1.2 Kas priverčia ventiliuoti patalpoms?.....	10
1.3 Ventiliacijai skirtų įrengimų apžvalga.....	11
2. Automatizuoto namo sistema .....	14
2.1. Automatizuoto namo sistemos struktūra .....	14
2.2. Pastato automatizavimo sistema.....	15
2.3. Ventiliacijos sistemų instaliacija pastatuose.....	15
3. Pastato automatizavimo sistema klimato kontrolei .....	17
3.1. Galimi pastatų automatizavimo tinklų struktūrų tipai .....	17
3.2. Pastato automatizavimo sistemos struktūros tipo parinkimas .....	18
3.3. Tinklo topologijų analizė.....	19
3.3.1. Linijinė topologija .....	19
3.3.2. Žvaigždės topologija .....	20
3.3.3. Žiedinė topologija.....	21
3.3.4. Kombinuotos topologijos .....	22
3.3.5. Topologijos parinkimas .....	22
4. Tinklo duomenų perdavimo terpių analizė.....	25
4.1. Laidinės terpės.....	26
4.1.1. Koaksialinis kabelis.....	26
4.1.2. Vytos poros kabeliai .....	27
4.1.3. Optiniai kabeliai ir jų sandara.....	28
4.1.4. Laidinių terpių analizė.....	29
4.2. Bevielės terpės.....	30
4.2.1. IR terpė .....	31
4.2.2. Radijo bangų terpė.....	31
4.2.3. Mikrobangų ir ultragarso terpės .....	32
4.3. Loginės terpės.....	32
4.3.1. Elektros maitinimo tinklas ir telefono linijos .....	32

4.4. Tinklo terpės parinkimas .....	33
5. Tinklo terpės užvaldos metodai .....	34
5.1. Master/Slave metodas .....	34
5.2. Token Ring metodas .....	35
5.3. Token Passing metodas .....	36
5.4. CSMA metodas .....	37
5.5. Tinklo terpės užvaldos metodo parinkimas .....	38
6. Pastato automatizavimo protokolų analizė .....	39
6.1. X-10 ir CEBus protokolai .....	39
6.2. Lon Talk protokolas .....	40
6.3. Bati Bus protokolas .....	41
6.4. EIB protokolas .....	41
6.5. EHS protokolas .....	41
6.6. Konnex (EIB, Bati Bus, EHS) protokolas .....	42
6.6.1. KNX idėja, pritaikymas, reikalavimai .....	42
6.6.2. Pastato tinklo protokolo parinkimas .....	43
7. KNX tinklo valdymo metodai .....	44
7.1. KNX tinklo įrenginiai .....	45
7.2. Loginė topologija, individuali adresacinė erdvė ir KNX žinučių formatas .....	45
8. Pastatų automatizavimo tinklo, klimato kontrolei, organizavimas .....	48
8.1. Komunikacijos modulių parinkimas .....	48
8.2. Programinė komunikacijos modulio dalis .....	48
8.3. Schemotechninė komunikacijos modulio dalis .....	49
8.4. Ekonominė komunikacijos modulio dalis .....	50
8.5. Vartotojo interfeisas valdymo moduliui .....	51
9. Struktūrinis KNX tinklo, pastatų klimato kontrolės automatizavimo sistemai, modelis .....	54
9.1. Ekonominis KNX tinklo įdiegimo įvertinimas .....	55
Išvados .....	56
Literatūra .....	57
Priedai .....	58

## LENTELĖS

4.1 lentelė. Pagrindinių perdavimo terpių charakteristikos .....	25
4.2 lentelė. Kabelių charakteristikos.....	29
8.1 lentelė. Apytikslė modulio naudojama galia .....	50
8.2 lentelė. Modulio kainos skaičiavimas.....	50

## PAVEIKSLĖLIAI

1.1 pav. Oro tiekimo įrenginys OTA .....	11
1.2 pav. OTA struktūra .....	11
1.3 pav. Rekuperatorius .....	12
1.4 pav. Rekuperatoriaus struktūra .....	12
2.1 pav. Automatizuotą pastatą sudarančios sistemos .....	14
2.2 pav. Tradicinė ventiliacijos sistemos instaliacija .....	15
2.3 pav. Automatizuota ventiliacijos sistemos instaliacija .....	16
3.1 pav. Centralizuotas pastato automatizavimo tipas .....	17
3.2 pav. Decentralizuotas pastato automatizavimo tipas .....	18
3.3 pav. Reikalinga pastato automatizavimo sistemos struktūra .....	18
3.4 pav. Linijinė topologija .....	20
3.5 pav. Žvaigždinė topologija .....	21
3.6 pav. Žiedo topologija .....	21
4.1 pav. Vytos poros kabelių sandara .....	28
4.2 pav. Optinio pluošto kabelio sandara .....	29
4.3 pav. IR veikimo schema .....	31
5.1 pav. Master/Slave algoritmas .....	34
5.2 pav. Token Ring metodas .....	35
5.3 pav. Token Passing metodas .....	36
6.1 pav. X-10 standartinė instaliacija .....	39
7.1 pav. Automatizuotos sistemos valdymo mechanizmas .....	44
7.2 pav. BCU tinklo modulis .....	45
7.3 pav. BIM tinklo modulis .....	45
7.4 pav. Tinklo modulio struktūra .....	45
7.5 pav. Loginė KNX topologija .....	46
7.6 pav. KNX Protocol Data Unit kadro struktūra .....	46
8.1 pav. Modulio valdymo interfeisas .....	51
8.3 pav. Įspėjamasis langas .....	51
8.4 pav. Rezultatų failas .....	52
8.5 pav. RMU ir RMH moduliai .....	52
9.1 pav. Automatizuoto tinklo KNX struktūra .....	5

## ĮVADAS

Dabartiniame informacijos ir inžinerinių technologijų amžiuje vis didesnis dėmesys skiriamas žmogaus komforto krūrimui ir patogesniai gyvenimo būdai, realizuojant šias technologijas.

Atrodo, kad artimiausiu laiku nereikės lankyti švietimo įstaigų. Bendrauti su mokytojais ir dėstojais galima ir neišeinant iš namų. Virtuali biblioteka, virtuali mokykla, virtuali mokesčių mokejimo sistema, gydytojo konsultacija – ir visa tai tinkle.

Šiandien visas šias sritis apjungia „protingo“ – „intelektualaus“ pastato (angl. „Smart house“) koncepcija. Intelektualus pastatas – tai vientisas kompleksas organizacinių, inžinerijos technikos ir programinių priemonių, kuriomis siekiama sukurti labai veiksmingą komplekso aptarnavimo ekonominę infrastruktūrą, maksimaliai atitinkančią šio pastato naudotojų ir savininkų poreikius, arba gyvenamoji ir darbinė aplinka su integruota technologija, leidžianti automatiškai valdyti prietaisus ir sistemas. Intelektualaus pastato koncepcija atsirado 1980 metų pradžioje JAV, tačiau populiariu projektu ji tapo tik pastaraisiais metais. Šio projekto pagrindinis tikslas buvo ne vien tik automatizuoti bute vandens, elektros, šilumos energijos tiekimą, patalpų kondicionavimą, vėdinimą, bet ir sukurti vieningą gyvybingos veiklos aprūpinimo pastate sistemų valdymą, parenkant optimaliausius darbo režimus. Įvairūs davikliai ir vykdomieji elementai aprūpinami mikroprocesoriais, įgalinančiais įrenginius keisti informacija ir vykdyti užduotis priklausomai nuo kitų, tinkle esančių prietaisų būsenos. Automatizuota pastato sistema leidžia pastato įrangai komunikuoti tarpusavyje vykdyti užduotis atitinkamai reaguoti į gautus rezultatus ir išorinius poveikius su mažiausiu žmogaus įsikišimu.

Tokios sistemos privalumas – sutaupomas laikas, kai automatizuotas pastatas pats atlieka jam „pavestą - užprogramuotą“ valdymą ir kontrolę. O taip pat visos sistemos veikimo planą, ką ir kokiomis sąlygomis turi vykdyti kiekvienas automatizuotas pastato elementas, nustato pats žmogus ir tai gali atlikti per atstumą, t.y. internetu ar mobiliojo ryšio pagalba.

Įdiegus efektyvią automatizavimo sistemą, sumažėja būsto eksploatacinių išlaidos, nes kontroliuojamas vandens, šilumos, elektros energijos vartojimas. Tokia kontrolė gerokai sumažina avarijų tikimybę, o net ir avarijos atveju pati sistema atitinkamai reaguoja į situaciją. Racionaliai naudojant energiją, sutaupoma daug lėšų. Daugelyje užsieninių automatizuoto pastato projektų numatyta 30 procentų elektros ir 50 procentų šilumos ekonomija.

Nors tokia automatizuoto pastato sistema turi tiek privalumų, ji daugiau palitusi komercinių-industrinių pastatų automatizavimui, o ne eilinių vartotojų tarpe.



Tą paaiškinti galima taip:

1. Automatizavimo įranga gana brangi.
2. Pigūs tradiciniai energijos šaltiniai ir abejingumas vėlesnių kartų interesams bei nerūpestingas požiūris į aplinką verčia jos netausoti.
3. Vartotojai nepasirengę daug daugiau mokėti už gyvenamosios aplinkos komfortą ir kokybę, turint galvoje, kad ši sąvoka apima šiuolaikinių techninių valdymo priemonių, kontrolės ir ryšių (pastato gyvybinės veiklos ir valdymo sistemos) kompleksą.
4. Dar nesukurtas mokslas apie patalpų mikroklimatą ir jo turinys "neužvaldė plačiųjų vartotojų masių", bet yra tik specialistų rūpestis.

**Darbo tikslas** – išanalizuoti pastatų automatizavimo tinklus klimato kontrolei.

**Darbo uždaviniai:**

- sukaupti ir apibendrinti informaciją apie kompiuterinius tinklus, kurie skirti pastatų klimato kontrolės valdymui;
- sukurti intelektualaus pastato struktūrą, ypatingą dėmesį skiriant klimato kontrolės automatizavimo sistemai;
- realizuoti alternatyvią komunikacijos ir valdymo sistemą;
- įvertinti valdymo sistemą ekonominiu požiūriu.

**Darbo metodai:** tiriant pastatų automatizavimo tinklus klimato kontrolei, taikyta sisteminės mokslinės literatūros analizė, lyginimo ir apibendrinimo metodai, duomenų sisteminimas. Duomenys apdoroti remiantis struktūriniu grupavimu, naudojant duomenų lenteles ir grafinį modeliavimą.

Darbe remtasi moksline technine literatūra, periodika, informacija iš interneto.

## 1. ŠILDYMAS, VĒDINIMAS IR ORO KONDICIONAVIMAS

Pagrindinė šildymo, ventiliacijos ir oro vėdinimo (HVAC - Heating Ventilation and Air Conditioning) sistemos užduotis padaryti patogią, sveiką aplinką joje esantiems žmonėms ir gerai suprojektuotos ir įmontuotos tokios sistemos, padaro tai su mažiausiomis sąnaudomis, bei mažiausiu gamtos teršimu.

### 1.1. Šviežio oro privalumai ir jo atnaujinimas

Kam reikalinga patalpų ventiliacija, ar ji būtina?

Oras, esantis gyvenamosiose ir biuro patalpose, sunaudojamas veikiant įvairiems faktoriams priklausomai nuo patalpų paskirties. Oro drėgnumas kyla dėl gyventojų kvėpavimo, maisto ruošimo, skalbinių džiovavimo, dušo naudojimo. Anglies dvideginio koncentracija didėja dėl gyventojų kvėpavimo, dujų ir kito kuro deginimo. Lakios medžiagos, garuojančios nuo grindų dangos (kilimų, parketo ir t.), dažų, lakų ir kitų sintetinių gaminių paviršiaus, gali būti kenksmingos ir net nuodingos. Ore gali būti radioaktyvių izotopų, pvz. radono dujų, kurios prasiskverbia iš dirvos per namo pamato nesandarumus arba išsiskiria iš statybinių medžiagų. Vartotas oras praranda gryno oro privalumus, tampa kenksmingas ar net pavojingas gyventojams, net pastatų konstrukcijai ir jo įrangai. Per didelis oro drėgnumas skatina sunkiai pašalinamų grybelių augimą, be to grybeliai išskiria sveikatai kenksmingas medžiagas. Vandens absorbcija į pastato konstrukcijos elementus gali įtakoti jų savybių kitimą, greitą nusidėvėjimą. Degant dujoms ar kitam kurui ore, kuriame mažai deguonies, susidaro labai nuodingas anglies monoksidas. Todėl reikia užtikrinti pastovų oro cirkuliavimą.

### 1.2. Kas priverčia ventiliuotis patalpoms?

Ventiliacijos principas - pašalinti iš patalpų sunaudotą orą ir į jo vietą tiekti gryną. Tam, kad vyktų kaita, reikalingos varomosios jėgos. Gravitacinėje sistemoje jos susidaro dėl šalto ir šilto oro tankio skirtumų. Šiltam orui pasišalinant ventiliacijos kanalais, šaltas patenka per pastato konstrukcijos nesandarumus. Dirbtinėje ventiliacijoje varomosios jėgos susidaro elektrinių ventiliatorių dėka. Egzistuoja tiekiančiosios ir tiekiančiosios - šalinančios ventiliacijos sistemos. Oro cirkuliacinėse sistemose HVAC ventiliacija vyksta tokiu principu: orinės krosnies ventiliatorius

paduoda gryną orą į patalpas, kai tuo tarpu suvartotas oras pasišalina ventiliaciniais kanalais. Lietuvoje gyvenamųjų pastatų statyboje populiariausia yra gravitacinė ventiliacija, nes reikalauja minimalių sąnaudų. Tačiau dabar ventiliacijų sistemų gamintojai siūlo labai efektyvius produktus klimato kontrolei.

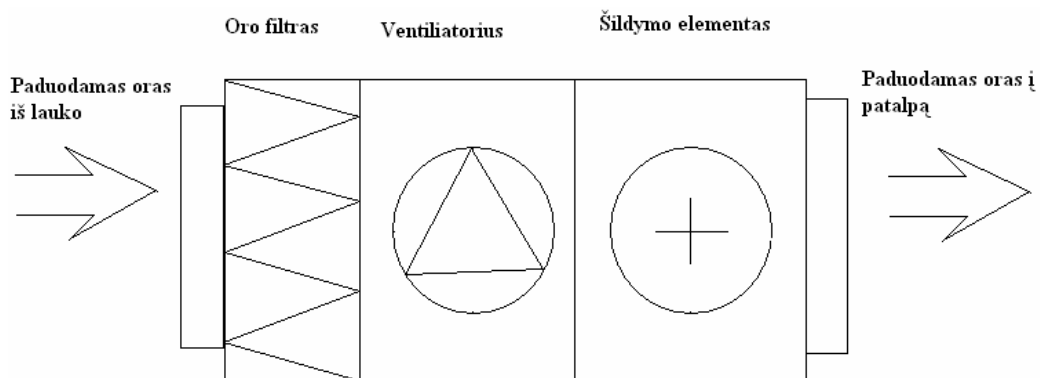
### 1.3. Ventiliacijai skirtų įrengimų apžvalga

Vieni iš didžiausių ventiliacijos įrengimų gamintojų Lietuvoje kompanijų tai Barono TŪB „SALDA“ ir UAB „AMALVA“. Jos siūlo visą spektrą įrengimų skirtų ventiliacijai pagal kiekvieno varototojo poreikius t.y. individualioms, verslo, industrinės paskirties patalpoms ir už kiekvienam prienamą kainą. Pats paprasčiausias šviežio oro tiekimo įrenginys pateiktas paveikslėlyje 1.1.



1.1 pav. Oro tiekimo įrenginys OTA. Gamintojas „SALDA“.

Šio įrenginio struktūra (pav. 1.2) labai paprasta.



1.2 pav. OTA struktūra.

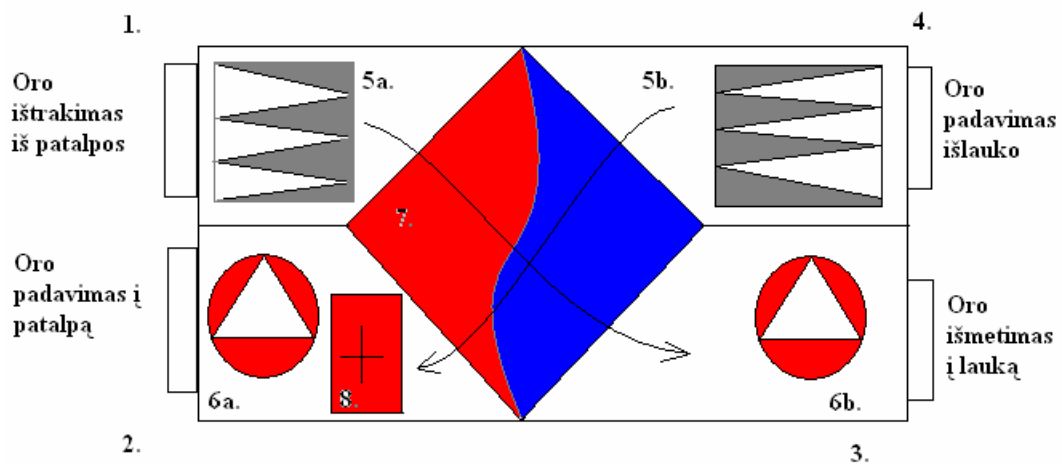
Oras iš lauko ventiliatoriaus pagalba traukiamas į patalpą, prieš tai jį sušildant iki reikiamos temperatūros šildymo elementu. Temperatūra gali būti nustatinėjama patalpoje įmontuotu termostatu. Tačiau tai nėra pats efektyviausias sprendimas, nes iš patalpos ištraukiamas oras kitu patalpoje įmontuotu ventiliatorium išmetamas tokios pat temperatūros kaip ir patalpos temperatūra. Čia iškyla neefektyvaus šilumos panaudojimo problema. Šios problemos sprendimui, buvo sukurtas unikalus

įrenginys – rekuperatorius (pav. 1.3), kuris savaime sutaupo nuo 60% iki 80% išmetamo oro šilumos energijos ir apie 50% procentų elektros energijos sąnaudų sunaudojamų oro pašildymui.



1.3 pav. Rekuperatorius.

Šio įrenginio struktūra ir veikimo principas (pav. 1.4) truputį sudėtingesnis, tačiau rezultato efektyvumas akivaizdus.



1.4 pav. Rekuperatoriaus struktūra.

Rekuperatorių sudaro:

- 4 Oro įsiurbimo ir išmetimo ortakiai (oro tiekimo kanalai) 1,2,3,4.
- 2 oro filtrai, vienas iš lauko paduodamam orui, kitas iš patalpos išmetamam 5a ir 5b.
- 2 ventiliatoriai. 6a oro įsiurbimui ir 6b oro išmetimui.
- Oro šildytuvas 8, kuris nebūtinai turi būti elektrinis. Jis gali būti ir vandeninis, t.y. jis veikia kaip vandeninis radiatorius įsiurbiamo oro pašildymui.
- Plokštelinis šilumokaitis 7. Pats pavadinimas jau nusako šio įrengimo paskirtį ir atliekamas funkcijas. Iš patalpos išmetamas oras keliauja per šilumokaičio plokšteles, jas įšildo taip atiduodamas nuo 60% iki 80% savo šilumos. Tada į patalpą siurbiamas šviežias oras taip pat keliauja per jau šiltas plokšteles, ir iš jų pasiima šilumą.

Rekuperatoriaus privalumas tas, kad sutaupoma didelė šilumos energijos dalis, kuri paprastose ventiliacijos sistemose išekvojama. Esant tokiam šilumos apsikeitimui, lygiagrečiai sumažėja ir

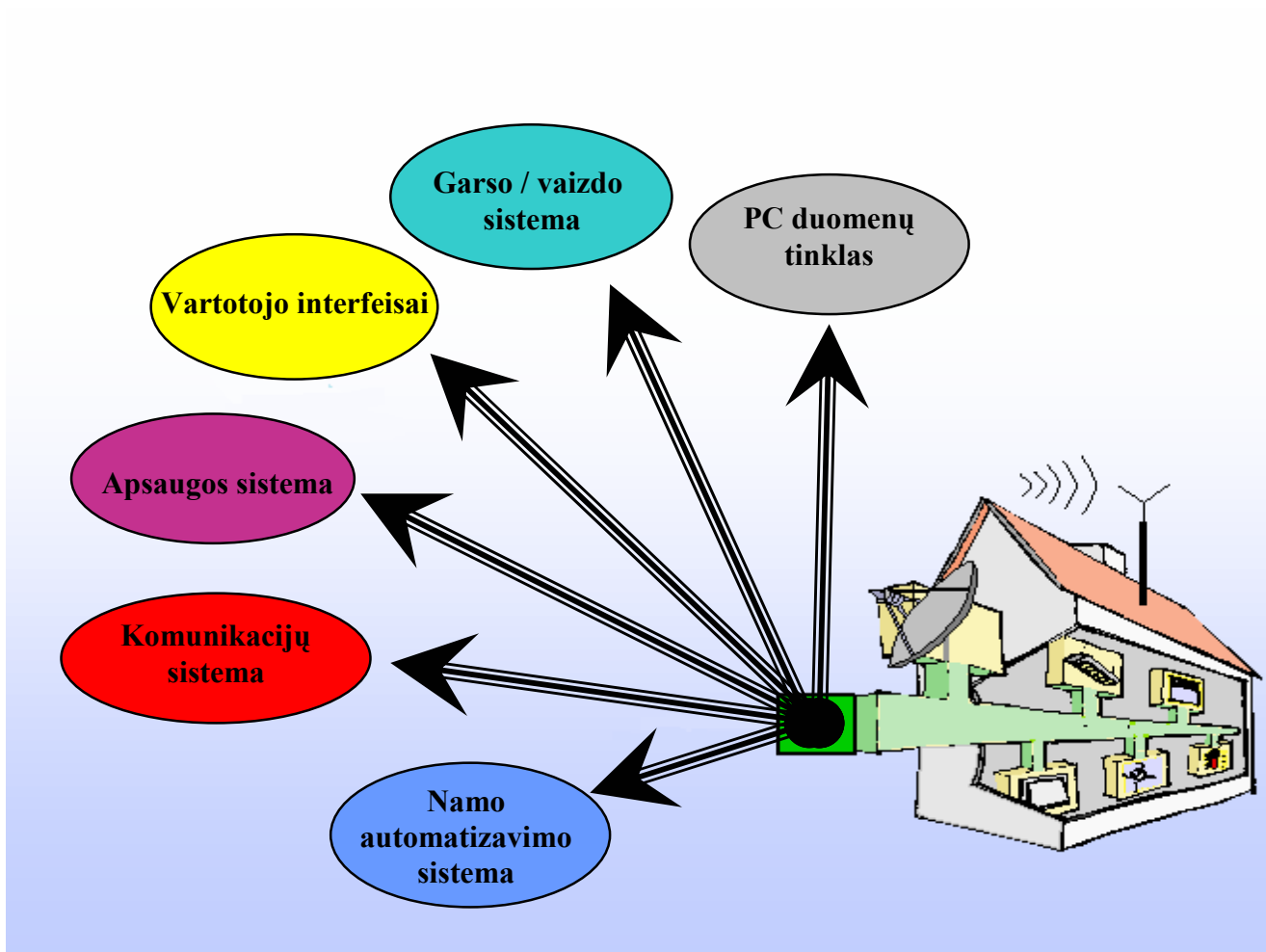
elektros energijos sąnaudos, nes iš šilumokaičio išeinantis oras jau yra pašildytas, todėl šildymo elementui nebereikia dirbti visu pajėgumu ir naudoti daugiau elektro energijos.

Paprastai tokia sistemos valdymas gana paprastas. Temperatūra reguliuojama patalpoje įmontuotais termostatais ir temperatūros jutikliais. Ventiliatorių greitis reguliuojamas autotransformatoriniais arba simistoriniais greičio reguliatoriais. Filtrų užterštumas reguliuojamas oro slėgio rėlėmis ir t.t. Iš to seka kad tokiai sistemai reikia gana daug reguliatorių ir valdiklių.

Optimaliausias ir efektyviausias šios sistemos išpildymas būtų tuo atveju, jei šią sistemą prijungtumėm prie bendro pastato automatizavimo sistemos tinklo. Kas leistų kontroliuoti ne vien tik HVAC sistemos darbą, prijungti ar atjungti papildomus klimato kontrolės įrenginius (oro kondicionieriai, mobilūs šildytuvai, oro užuolaidos ir t.t.), o taip ir susieti šią sistemą su kitomis pastate esančiomis sistemomis. Parinktas tinklas turi įgalinti panaudoti keletą tinklo terpių, lankstesniam tinklo organizavimui. Reikalingas toks automatizuotos sistemos valdymo tinklas, kuris leistų tinklo segmentams ne tik komunikuoti tam pačiam tinkle, bet ir su kitais tinklais kaip Ethernet, Internet ir t.t. Šio tikslo įgyvendinimui reikia atlikti pastatų automatizavimo tinklų analizę.

## 2. AUTOMATIZUOTO NAMO SISITEMA

### 2.1. Automatizuoto namo sistemos struktūra



2.1 pav. Automatizuotą pastatą sudarančios sistemos

2.1 paveikslėlyje pavaizduotos automatizuotą pastatą sudarančios sistemos:

1. PC duomenų tinklas – tai vietinis duomenų tinklas pastate, leidžiantis naudotis pastate esančiais kompiuteriais ir jų resursais.

2. Garso/vaizdo sistema – tai sistema apjungianti visus video or audio įrenginius esančius pastate. Taip pat ši sistema glaudžiai susijusi su apsaugos sistema, kadangi apsaugos sistemoje naudojama tiek audio tiek video aparatūra (vaizdo kameros, pasikalbėjimo įrenginiai, monitoriai ir t.t.).

3. Apsaugos sistema – sistema skirta ne vien tik apsaugai nuo įsilaužimo, bet taip pat ir nuo gaisro, vandentiekio ir dujotiekio avarijos.

4. Komunikacijų sistema – apjungia tokias sritis kaip telefoniją, internetą, pastate idiegtą vidinį ryšį (intercom), kurios skirtos ryšiui ne tik pastato viduje bet tai pat ir išoriniam ryšiui su kitais tinklais, žmonėmis.

5. Vartotojo interfeisai – visų pastate esančių įrenginių interfeisai pritaikyti konkrečiam vartotojui ar vartotojų grupei, suteikiantys galimybę namų automatizavimo sistemai keistis duomeimis su kitomis intelektualų namų sudarančiomis sistemomis.

6. Namų automatizavimo sistema – tai sistema apjungianti visų įrenginių esančių pastate valdymą, kontrolę ir darbą.

## 2.2. Pastato automatizavimo sistema

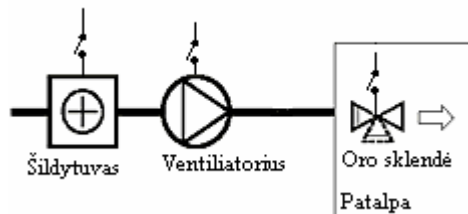
Namų automatizavimo sistemą sudaro 3 pagrindinės posistemės:

- Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas.
- Apšvietimas.
- Kitų prietaisų valdymas.

Šiomis dienomis daugiausia dėmesio skiriama elektros ir šilumos sistemų automatizavimui siekiant padidinti elektros ir šilumos energijos efektyvų panaudojimą, bei ekonomiškumą.

## 2.3. Ventiliacijos sistemų instaliacija pastatuose

Dažniausiai pastatuose sutinkama pati paprasčiausia ventiliacijos sistema, kartais savo veikimo principu ir efektyvumu prilyginama orlaidei pav. 2.2:



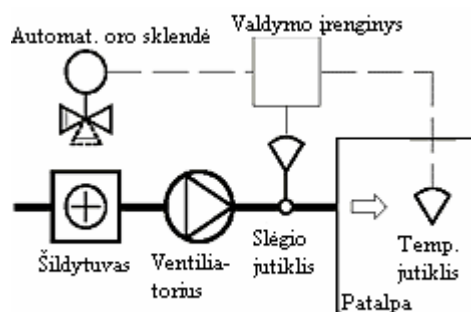
2.2 pav. Tradicinė ventiliacijos sistemos instaliacija

Tokias sistemas sudaro tarpusavyje sujungti valdymo elementai ir vykdomieji elementai. Valdymo elementų grupei priskiriami: jungikliai, temperatūros jutikliai, termostatai, slėgio rėlės. Vykdomųjų elementų spektrą sudaro tokie įrenginiai kaip: ventiliatoriai, oro kondicionieriai, šildymo elementai ir kt.

Tokios sistemos instaliacija nereikalauja didelių išlaidų pradedant ją instaliuoti. Gedimo atveju, nefunkcionuoja tik sugedusi grandinė, o kitų grandinių darbas nesustoja, nes jos valdomos nepriklausomai viena nuo kitos. Tačiau tradicinio tipo ventiliacijos sistemos turi gana daug trūkumų:

1. Kiekviena tokia sistema yra atskirta nuo bendro pastato tinklo t.y. šiai sistemai patiesti laidai ir kabeliai yra skirti būtent šiai sistemai, ir bet koks tos sistemos modifikavimas, ar nauju elementų pajungimas reikalauja papildomų kabelių ar kitų elementų.
2. Kiekvienas vykdančysis elementas valdomas atskiru valdikliu kas reikalauja papildomų laidų ir kabelių, ir kiekvienas įrenginys valdomas atskirai, o ir atskiros grandinės darba galima kontroliuoti tik lokaliai ją apžiūrint. Jei norima, kad kažkuris valdiklis būtų sujungiamas su keliais vykdančiaisiais elementais, tai jis turi turėti papildomus portus – jungtis. Tokio valdiklio kaina iš kart padidintų bendrą visos sistemos kainą.
3. Tokią sistemą nesunku reorganizuoti į automatizuotą sistemą.

Automatizuota sistema (2.3 pav.) pranašesnė tuo, kad kiekvienam įrenginiui suteikiamas „protas“ mikroprocesorių pagalba. Mikroprocesoriniai kontroleriai gali būti įmontuoti įrenginio viduje jo gaminimo metu arba gali būti išpdyti kaip savarankiški įrenginiai, kurie jungiami prie duomenų tinklo, kas leidžia centralizuotai valdyti vykdančiuosius įrenginius. Tokioje sistemoje lengva integruoti naujus įrenginius kurių nebuvo pradiniam instaliacijos etape. Į bendrą tinklą sujungus daviklius, jungiklius ir įrenginius galima išvengti aukščiau paminėtų trūkumų, būdingų tradicinei ventiliacijos sistemai.



2.3 pav. Automatizuota ventiliacijos sistemos instaliacija



### 3. PASTATO AUTOMATIZAVIMO SISTEMA KLIMATO KONTROLEI

Norint suskurti pastato automatizavimo sistemą klimato kontrolei reikia parinkti:

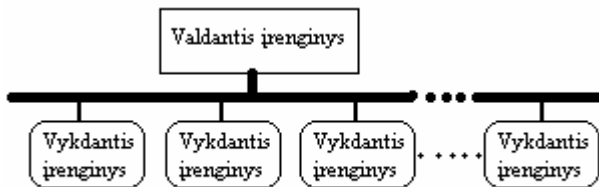
1. Tinklo organizavimo topologiją (struktūrą).
2. Parinkti tinklo duomenų perdavimo terpę.
3. Parinkti tinklo terpės užvaldos metodą.
4. Parinkti veikimo protokolą.

#### 3.1. Galimi pastatų automatizavimo tinklų struktūrų tipai

Bet koks automatizavimo tinklas – tai techninių, programinių ir organizacinių priemonių visuma, užtikrinanti keitimąsi informacija ir bendrą resursų išnaudojimą kiekvienam vartotojui realiaame laike. Visi tiek kompiuterių tiek kitų įrenginių tinklai turi bendrų komponentų su analogiškėmis funkcijomis ir charakteristikomis. Gerai suprojektuotas tinklas nebrangus, patogus eksploatuoti, turi geras plėtros galimybes ir aukštą konkurencingumo lygį.

Pastatų automatizavimo tinklų tipai skirstomi į tris grupes:

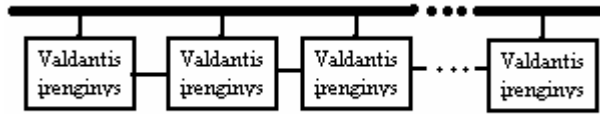
- *Centralizuoti.* Juose sistemos „protas“ yra vienas centrinis įrenginys, kuris valdo visą tinklo įrangą (3.1 pav.). Kai įrenginių skaičius vienodo rango tinkle viršija 10, tokio tipo tinklas jau gali nebesusidoroti su jam keliamais tikslais. Todėl dauguma tinklų turi kitą konfigūraciją – veikia su skirtiniu valdančiu įrenginiu. Šis įrenginys vadinamas skirtiniu todėl, kad jis yra optimizuotas sparčiam tinklo klientų užklausų vykdymui bei turi pagerintą informacijos saugumą. Plėtojant tokius tinklus ir didėjant apkrovoms, kartais reikia didinti valdančių įrenginių skaičių. Užduočių paskirstymas keliems valdantiems įrenginiams garantuoja efektyviausią kiekvieno uždavinio sprendimą.



3.1 pav. Centralizuotas pastato automatizavimo tipas

- *Decentralizuoti.* Juose „protas“ paskirstytas tarp įrenginių. Šis tipas pranašesnis tuo, kad gedimo atveju viename įrenginyje, kiti įrenginiai išlieka veiksmingi (3.2 pav.). Vienodo rango tinkle visi

įrenginiai turi vienodas teises. Čia nėra skirtinio (dedicated) įrenginio bei nėra hierarchijos tarp visų įrenginių. Kiekvienas tinklo mazgas veikia ir kaip valdiklis, ir kaip duomenų perdavimo tiltas. Kitaip tariant, vienodo rango tinkle nėra atskiro įrenginio, atsakingo už viso ar dalies tinklo funkcionavimą.

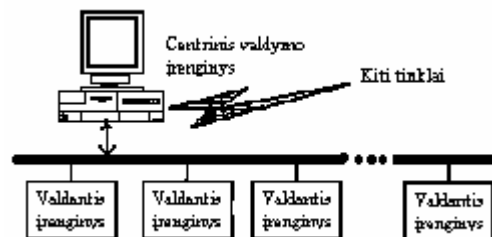


3.2 pav. Decentralizuotas pastato automatizavimo tipas

- Kombinuoti. Šie tinklai apjungia aukščiau minėtus tinklų tipus. Pagrindą sudaro decentralizuoto tinklo struktūra prie kurios yra prijungiamas centrinis valdiklis kaip atskiras įrenginys, kuris gali būti panaudotas kaip pasyvus tinklo darbo stebėtojas, kaip aktyvus tinklo vartotojas, kuriuo galima valdyti kitus įrenginius, arba kaip jungiančią grandinę tarp tinklo įrenginių, arba tarp vietinio ir išorinių tinklų.

### 3.2. Pastato automatizavimo sistemos struktūros tipo parinkimas

Apibendrinant automatizavimo sistemos struktūras ir tinklo klimato kontrolei keliamus reikalavimus seka išvada, kad tinkamiausia yra kombinuota automatizavimo sistemos struktūra (3.3 pav.). Tokios struktūros privalumai – daugiafunkciškumas, galimybė prisijungti prie kelių skirtingų tiek vidinių tiek išorinių tinklų, galimybė valdyti ir stebėti visos sistemos darbą vieno įrenginio pagalba.



3.3 pav. Reikalinga automatizavimo sistemos struktūra

### 3.3. Tinklo topologijų analizė

Įrenginių sujungimui ir signalo perdavimui tarp jų šiuo metu plačiausiai naudojami kabeliai (bevielės sujungimas bus aptartas atskirai). Tačiau nepakanka kabeliu sujungti tinklo įrangą. Skirtingi įrenginiai, įvairūs kabeliai ir kiti komponentai bei skirtinga sąveika tarp įrenginių reikalauja savitų tinklo realizavimo metodų.

Terminas topologija (*topology*) arba tinklo topologija reiškia fizinį įrenginių, kabelių ir kitų tinklinių komponentų išdėstymą. Tai standartinis terminas, apibūdinantis fizinį tinklo komponavimą vietoje terminų: tinklo fizinis išdėstymas, tinklo komponavimas, tinklo schema ir pan. Tinklo charakteristikos priklauso nuo pasirinktos topologijos. Kitaip sakant, pasirinktoji tinklo topologija apsprendžia tinklo įrangos sudėtį, galimybes, plėtrą, tinklo administravimo būdą.

Projektuojant tinklus iškyla tiek programinės, tiek techninės įrangos suderinamumo problemos. Skirtingos topologijos tinkluose naudojamos skirtingos duomenų keitimosi tarp darbo stočių procedūros - perdavimo protokolai. Natūralu, kad skirtingi įrangos gamintojai taiko skirtingas projektavimo ir gamybos technologijas, signalų kodavimo, siuntimo ir priėmimo sistemas. Tačiau be savitarpio veiksmų koordinavimo sunku realizuoti skirtingų tinklų ryšius. Išspręsti šiuos klausimus padeda vieninga standartų sistema. Tarptautinis Elektrotechnikos ir Elektronikos inžinierių institutas (*IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers*) išanalizavęs įvairių gamintojų produktus sukūrė duomenų perdavimo vietiniuose tinkluose metodus ir protokolų standartus (IEEE802 specifikacijas).

Visi tinklai projektuojami trijų bazinių topologijų pagrindu:

- linijinės arba šinos (bus, linear bus), kai visi tinklo įrenginiai sujungti išilgai vieno kabelio;
- žvaigždės (star), kai įrenginiai jungiantys kabelio segmentai išeina iš vieno taško;
- žiedo (ring), kai įrenginius jungiantis kabelis yra uždaro žiedo pavidalo.

Nors bazinės topologijos yra paprastos, tačiau praktikoje dažniausiai pasitaiko gana sudėtingos jų kombinacijos, talpinančios savyje kelių bazinių topologijų savybes ir charakteristikas.

#### 3.3.1. Linijinė (šinos) topologija (Ethernet)

Linijinė arba šinos topologija IEEE802.3 (*Ethernet*) yra pati paprasčiausia (3.4. pav.) Tai firmos Xerox metodas, sukurtas dar 1975 metais. Jai realizuoti naudojamas vienas kabelis, vadinamas segmentu arba magistrale (backbone, trunk), prie kurio jungtimis arba šakotuvais prijungiami tinklo

įrenginiai. Kiekvienu laiko momentu siūsti informaciją elektrinių signalų pavidalu gali tik vienas tinklo įrenginys. Elektriniai signalai sklinda magistrale ir patenka į visus tinklo įrenginius, tačiau signaluose užšifruotą informaciją priima tik tas įrenginys, kuriam ji yra adresuota. Kadangi vienu laiko momentu duomenis perdavinėti gali tik vienas įrenginys, tai kiti įrenginiai tuo metu laukia savo eilės. Visi tinklo įrenginiai seka magistralės nešamąjį dažnį ir, aptikę kažkurio išsiųstą signalą, pagal jame užkoduotą adresą, atsirenka savo duomenis. Kadangi Ethernet yra daugybinio priėjimo metodas, todėl įmanomas atvejis, kai signalą vienu metu mėgina išsiųsti du (ar daugiau) įrenginiai. Toks konfliktas vadinama kolizija. Ethernet naudoja kolizijų sprendimo technologiją CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). Jos esmę sudaro siuntimo pristabdymas tam tikram laiko tarpui, kuris kiekvienam tinklo kompiuteriui yra skirtingas. Dideliame tinkle kolizijos sulėtina jo greitaveiką, todėl linijinio tinklo našumas priklauso nuo bendro įrenginių skaičiaus – kuo daugiau įrenginių, tuo lėtesnis tinklas. Tačiau čia nėra tiesinės priklausomybės, nes tinklo našumui ir greitaveikai dar turi įtakos:

- tinklo įrenginių procesorių spartumas;
- dažnis, kuriuo įrenginiai perduoda duomenis;
- kabelio tipas;
- atstumas tarp komunikuojančių įrenginių.

Linijinė topologija yra pasyvi topologija. Tai reiškia, kad įrenginiai tikrai priiminėja tinkle cirkuliuojančius duomenis, bet neatlieka jokių signalų regeneravimo, keitimo ar persiuntimo operacijų. Antra vertus, atsijungus arba sugedus bet kuriam pasyvios topologijos tinklo įrenginiui, tai nesutrikdys viso tinklo veikimo.



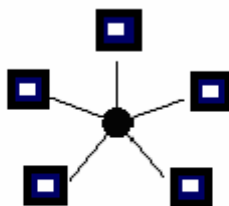
3.4 pav. Linijinė topologija

### 3.3.2. Žvaigždės topologija

Žvaigždės topologijoje (3.5 pav.) visi tinklo įrenginiai prijungiami prie centrinio komponento – koncentratoriaus (hub) arba gali būti kompiuteris. Naudojami dviejų tipų koncentratoriai:

1. kai perduodami vienu mazgų siunčiami signalai kitiems mazgams. Tie signalai gali būti sustiprinami ir atstatoma jų forma (tada koncentratorius vadinamas aktyviu), o gali būti ir nestiprinti ir su neatstatyta jų forma (tada koncentratorius – pasyvus).
2. koncentratorius – komutuojanti stotis, kuriai pavedamos visos komunikacijos proceso valdymo funkcijos.

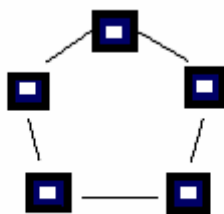
Signalas iš jį pasiuntusio įrenginio per koncentratorių perduodamas visiems likusiems tinklo įrenginiams. Kuriam jis skirtas, tas ir pasiima. Šiai schemai realizuoti reikia daug kabelio, be to, sugedus koncentratoriui, nebeveiks visas tinklas. Antra vertus, sugedus ar atsijungus bet kuriam įrenginiui, kitiems tai neturės įtakos. Šioje topologijoje dėl naudojamų ryšio linijų ypatybių beveik neturi įtakos signalo atspindžiai ir nereikalingos aklės. Tinklo mazgai gali napriklausomai vienas nuo kito prieiti prie tinklo terpės, tada yra dalinamasi tik centrinio įrenginio greitos veikos resursais.



3.5 pav. Žvaigždinė topologija

### 3.3.3. Žiedinė topologija

Žiedinėje topologijoje (3.6 pav.) nebūna nė vieno laisvo kabelio galo, kur būtų reikalinga uždėti aklė. Duomenų signalai perduodami viena kryptimi ir praeina visus žiedo mazgus. Fiziniam žiede kiekvienas įrenginys turi kartotuvo funkciją. Todėl vienam įrenginiui sugedus, visas tinklas nustoja veikti. Šiuolaikiniuose žiediniuose tinkluose ši topologija paprastai realizuojama koncentratoriuje, todėl fizinės jungtys iš išorės mažai skiriasi nuo žvaigždės topologijos.



3.6 pav. Žiedinė topologija

Vienas iš duomenų perdavimo būdų žiediniame tinkle yra perdavimas su markeriu (IEEE802.5, *Token Ring*). Markeris (token) perduodamas ratu iš vieno įrenginio kitam, kol kuris nors įrenginys pasiruošia siųsti duomenis. Siunčiantysis įrenginys prie markerio “prisega” duomenis bei kito mazgo gavėjo adresą ir tą paketą perduoda į tinklą. Paketas eina per visus mazgus, kol sėkmingai gavęs duomenis mazgas praneš apie tai siuntėjui. Tada siuntėjas suformuoja naują markerį ir grąžina jį į tinklą. Čia gali susidaryti klaidingas išpūdis, kad šis procesas vyksta lėtokai. Iš tiesų, markerio perdavimo greitis

žiedu artimas šviesos greičiui. Pavyzdžiui, 200 m skersmens žiedu markeris cirkuliuoja apie 10000 kartų per sekundę. Metodas skirtas žiedinei arba žvaigždės-žiedo topologijai. Token Ring trūkumas – neilgi kabeliai tarp koncentratorių ir kitų aktyvių tinklo elementų.

### 3.3.4. Kombinuotos topologijos

Tai vis dažniau šio metu sutinkamos topologijos. Paprastai jos susiformuoja atskirais tinklų plėtros etapais, sujungiant mažesnius tinklus į vieną didesnę.

#### Žvaigždė-šina

(*star-bus*), kai keletas žvaigždės topologiją turinčių tinklų sujungiami linijiniu magistraliniu kabeliu. Sugedus atskiram įrenginiui tinklas funkcionuoja toliau, o sugedus vienam iš koncentratorių, nustoja veikti tik tai ta tinklo dalis, kuri prijungta ir šakojasi iš to koncentratoriaus.

#### Žvaigždė-žiedas

(*star-ring*) išoriškai labai panašus į praeitą. Skiriasi tuo, kad čia visi koncentratoriai žvaigžde prijungti prie centrinio koncentratoriaus, kuriame organizuojamas duomenų perdavimo žiedas. Kai kuriuose tinkluose taip pat atrodo ir taip vadinamoji medžio topologija (firmos Apple tinkluose).

#### Žvaigždė– narvelis (mesh)

Narvelio (mesh) topologija yra labai patikima, nes poromis (gardelėmis) sujungiami visi tinklo kompiuteriai, tačiau brangiai kainuoja kabelinė įranga. Dažniau naudojama hibridinė topologija žvaigždė – narvelis, kai į gardeles sujungiami tik svarbiausi tinklo kompiuteriai, o likę prijungiami žvaigžde nuo narvelio perimetro.

### 3.3.5. Topologijos parinkimas

Egzistuoja daug faktorių, nulemiančių konkretaus tinklo topologijos pasirinkimą. Dažniausiai tai būna organizaciniai ar finansiniai motyvai:

#### Linijinė

##### *Privalumai:*

1. Taupiai naudojamas kabelis
2. Paprasta ir nesudėtinga naudoti perdavimo terpė
3. Lengvai plėtojama, prijungiant papildomus segmentus leistino magistralės ilgio ribose

##### *Trūkumai:*

1. Esant dideliame tinklo apkrovimui, krenta jo našumas
2. Sunku lokalizuoti problemas

3. Kabelio gedimas išveda tinklą iš rikiuotės

### **Žiedinė**

*Privalumai:*

1. Visi kompiuteriai turi lygias teises
2. Vartotojų skaičius neturi žymesnės įtakos tinklo našumui

*Trūkumai:*

1. Vieno kompiuterio gedimas gali išvesti iš rikiuotės visą tinklą
2. Sunku lokalizuoti problemas
3. Norint pakeisti tinklo konfigūraciją, reikia išjungti visą tinklą

### **Žvaigždinė**

*Privalumai:*

1. Tinklą lengva plėtoti, prijungiant naujus vartotojus
2. Centralizuotas valdymas ir kontrolė
3. Vartotojų prijungimas ar atjungimas nekeičia tinklo darbo našumo

*Trūkumas*

Centrinio mazgo gedimas išveda iš rikiuotės visą tinklą

### **Narvelinė**

*Privalumas*

Didelis patikimumas ir tinklo gyvybingumas

*Trūkumas*

Brangi tinklo terpės įranga, reikia daug kabelio

Pastato automatizavimo sistemai labiausiai tinka mišri topologija dėl šių priežasčių:

1. lengviausiai ir geriausiai pritaikyti fizinę terpę konkretaus pastato automatizavimo sistemai.
2. naudojant šią topologiją, racionaliai suskirsčius valdymo sistemą į posistemas ir naudjant struktūrinį valdymą, galima sumažinti tinklo apkrovimą, padidinti duomenų apsikeitimo spartą ir komandų įvykdymo laikus.
3. galima panaudoti įvairias perdavimo terpes tinkle, kas leidžia sumažinti instaliavimo išlaidas ir gauti reikiamą patikimumą.
4. ši topologija pranašesnė tuo, kad prie tinklo gali būti jungiami įrenginiai pritaikyti bet kokiai topologijos rušiai, ko pasekoje žymiai prasiplečia pasirinkimų spektras.

Nepriklausomai nuo to, kad mišri topologija suteikiūa galimybę prie tinklo jungti įrenginius kurie yra pritaikyti skirtingoms topologijoms, dėl racionalaus daumenų perdavimo terpės parinkimo,

tikslinga yra atlikti duomenų perdavimo terpės analizę. Atlikus šią analizę bus aišku kokioje aplikacijoje kokią perdavimo terpę geriausiai panaudoti, siekiant efektyviausio rezultato.



#### 4. TINKLO DUOMENŲ PERDAVIMO TERPIŲ ANALIZĖ

Bet kokio duomenų mainų tinklo pagrindas yra perdavimo terpė. Tai pagrindinė ryšio kanalo dalis jungianti visus tinklo mazgus. Parinkta duomenų perdavimo terpė turi atitikti visus keliamus reikalavimus ir galimybes projektuojamam tinklui, o taip pat didelę itaką turi terpės kaina, informacijos saugumo užtikrinimas. Projektuojant pastato automatizavimo sistemą, geriausia naudoti kelias duomenų perdavimo terpes. Tokiam perdavimo terpės perinkimui tikslingiausia atlikti perdavimo terpių analizę, kas leis geriau realizuoti vartotojo poreikius, bei atlikti suderinimą tarp skirtingų sistemų.

Šiuo metu naudojamos trys pagrindinės duomenų perdavimo terpių grupės, tai:

1. Laidinės kurioms yra priskiriami kabeliai:

- a) vytos poros
- b) koaksialinis
- c) optinis

2. Bevielės:

- a) radijo bangos
- b) mikrobangos
- c) IR spinduliai

3. Loginės:

- a) elektros maitinimo tinklas
- b) telefono linijos

Pagrindinių perdavimo terpių charakteristikos pateiktos 4.1 lentelėje.

4.1 lentelė

#### Pagrindinių perdavimo terpių charakteristikos

Terpė	Dažnis	Taikymas	Atstumas be kartotuvo	Sparta	Privalumai	Trūkumai
Vyotos poros kabelis	<500KHz	LAN, kiti jungimai	2-10km	10Mbps, 100Mbps	Maža kaina	Didelis slopinimas
Koaksialinis kabelis	<400MHz	LAN, televizija – radijas	1-10km	10-800Mbps	Didelė sparta	Didelė kaina
Optinis kabelis	<1000GHz	Didelės spartos tinklams	10-100km	200Mbps-2Gbps	Didžiausia perdavimo sparta, tinka informacijos perdavimui dideliais atstumais	Labai didelė kaina
Radijo bangos	902MHz-5,82GHz	Duomenims	30-250m	2Mbps	Nereikia licenzijos, sunku perimti duomenis	Labai plati dažnių juosta.
Mikro bangos ir ultra garsas	18,8-19,2GHz	Duomenims	10-50m	15Mbps	Didelė sparta	Maži atstumai.
IR	300-300000GHz	Nuotolinis valdymas	<30m	5-19Mbps	Nereikia licenzijos	Trumpas veikimo nuotolis

#### 4.1 lentelės tęsinys

Terpė	Dažnis	Taikymas	Atstumas be kartotuvo	Sparta	Privalumai	Trūkumai
Elektros maitinimo tinklas	<550kHz	Spartos nereikalaujantys duomenų perdavimai	<500m	0,05-50kbps	Standartinė pastato instaliacija	Blogas atsparumas trugdžiams
Telefono linijos	1,7-30MHz	Komunikacijos, telefonija	<500m	1-7Mbps	Standartinė pastato instaliacija	Blogas atsparumas trugdžiams

#### 4.1. Laidinės terpės

Tinklą įmanoma realizuoti tikrai fizinėje perdavimo terpėje. Šiuo metu populiariausia fizinė perdavimo terpė – kabelis. Ir šioje srityje rinktis reikia pagal poreikius, bet būtina atsižvelgti ir į jau anksčiau padarytus sprendimus, antraip gali atsirasti nesuderinamumo problemų. Dabar gaminamų kabelių asortimentas siekia 2200 tipų, tačiau praktiškai naudojamos trys pagrindinės kabelių grupės:

- koaksialinis (coaxial cable) kabelis;
- vytos poros (twisted pair) kabelis;
- optinio pluošto (fiber optic) kabelis.

##### 4.1.1. Koaksialinis kabelis

Koaksialinis kabelis sudarytas iš: varinės gyslos; geromis dielektrinėmis savybėmis pasižyminčio vidinio izoliacinio sluoksnio; laidžios pynės; polivinilchlorido apvalkalo.

Kai kurie kabeliai gali turėti papildomą metalinės folijos gaubtą arba ekraną, pagerinantį apsaugines kabelio savybes. Tokie kabeliai vadinami dvigubo ekranavimo kabeliai. Jie daug geriau apsaugo gyslą nuo elektrinių triukšmų ir kryžminių trikdžių. Ypač stiprių trikdžių zonoms gaminami ir keturgubo ekranavimo kabeliai.

Kuo storesnis kabelis ir kuo geresnis jo ekranavimas, tuo mažiau slopinamas juo perduodamas signalas. Kabeliai su mažesniu slopinimu geriau dirba dideliais perdavimo greičiais su neaukštos klasės aparatūra, o esant vienodoms sąlygoms, gali perduoti signalą didesniu atstumu.

Yra du koaksialinių kabelių tipai:

1. Storas (thicknet) kabelis yra 10 – 13 mm skersmens ir gana atsparus mechaniškai. Jo centrinė gysla pagaminta iš storo varinio laido, todėl signalas tokiu kabeliu gali būti perduotas didesniu nuotoliu (iki 500 m.) su nedideliais nuostoliais. Antra vertus, storą kabelį sunku montuoti, jis nelankstus, sunkus, be to - brangesnis. Tokio tipo kabelis būna

vadinamas standartinis Ethernet ir naudojamas kaip magistralinis (backbone) kabelis tarp nedidelių vietinių tinklų, išvedžiotų plonuojų kabeliu.

2. Plonas (thinnet) kabelis yra apie 5 – 6 mm storio. Tai lankstus, patogus montuoti, tinkantis beveik visiems tinklams kabelis. Signalas be didesnių iškraipymų perduodamas iki 185 m.

Tose patalpose, kuriose yra tam tikras gaisro pavojus, klojamas plenum tipo kabelis.

Jeigu reikia sukurti garso, vaizdo ar dvejetainių duomenų perdavimo terpę dideliais atstumais, naudojant pakankamai paprastą ir patikimą technologiją, tinklui realizuoti patartina rinktis koaksialinį kabelį 75Ω, RG-59 tipo. Koaksialinis kabelis nelabai tinkamas panaudoti jį kaip pagrindinę terpę pastato automatizavime, nes jo kaina gana didelė, jame yra tik vienas fizinis kanalas duomenų perdavimui, todėl pažeidus kabelį, reikia keisti visą jo atkarpą.

#### 4.1.2. Vytos poros kabeliai

Pati paprasčiausia vyta pora – tai tarpusavyje susukti du variniai laideliai. Yra du vytos poros kabelio tipai (4.1 pav.):

- neekranuota (UTP - unshielded) vyta pora;
- ekranuota (STP - shielded) vyta pora.

Galiojantys vytos poros kabelių standartai skirstomi į 5 kategorijas:

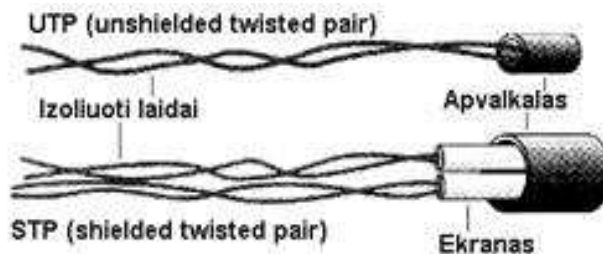
- Kategorija 1 ( Category 1). Žemo dažnio signalams. Nėra jokių kriterijų.
- Kategorija 2 ( Category 2). Nustatytas 1 MHz dažnis, naudojamas telefono linijoms ir duomenų perdavimui iki 4 Mbit /s
- Kategorija 3 ( Category 3). Nustatytas 16 MHz dažnis naudojamas *10BaseT* ir duomenų perdavimui iki 10 Mbit /s.
- Kategorija 4 ( Category 4). Nustatytas 20 MHz dažnis naudojamas *Token Ring* , *10BaseT* ir duomenų perdavimui iki 16 Mbit /s.
- Kategorija 5 ( Category 5). Nustatytas 100 MHz dažnis naudojamas *100BaseT* , *10BaseT* ir duomenų perdavimui iki 100 Mbit /s.

Kuriami standartai

- Kategorija 5e ( Category 5e, raidė e reiškia enhanced - išplėstas) pagal Telecommunications Industry Association's ( TIA ) / Class D pagal International Standards Organization (ISO) ). Ne mažiau 100 MHz naudojamas kaip ir 5 kategorijos, bet tinka ir *1000BaseT* .

- Kategorija 6 ( Category 6 ( TIA )/ Class E (ISO)). 200 MHz dažnis (testuojama 250 MHz dažniu) naudojamas *1000BaseT*.
- Kategorija 7 ( Category 7 ( TIA )/ Class F (ISO)). 600 MHz dažnis. 7 kategorijos kabelis skiriasi nuo kitų kategorijų, nes turi būti pilnai ekranuotas, “ fully shielded ”, todėl yra storesnis ir mažiau lankstus, naudojami specialūs geros kokybės antgaliai

Visi, nuo antros kategorijos, kabeliai yra sudaryti iš 4 vytų porų (9 vijos vienam ilgio metrui). Šiuo metu praktikoje dažniausiai sutinkamas 5-tos kategorijos kabelis.



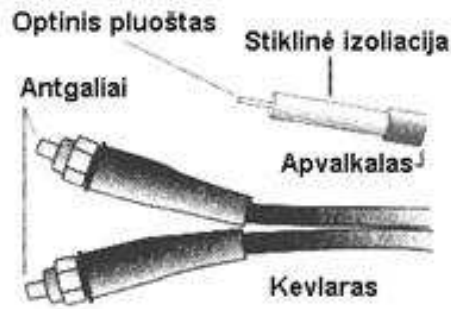
4.1 pav. Vytos poros kabelių sandara.

Neekranuotos vytos poros linijos labai jautrios įvairiausiems elektriniams trikdžiams, todėl atsakinguose tinkluose naudojamas ekranuotas vytos poros kabelis STP. Šis kabelis turi vario laidelių ekranuojančią pynę ir papildomai apvyniojamas aliuminio folijos sluoksniu. Tokia izoliacija patikimai saugo kabelį nuo trikdžių ir leidžia perduoti signalą gerokai toliau.

Jeigu reikia sukurti pigią ir lengvai sumontuojamą duomenų perdavimo terpę nedideliu atstumu, patartina rinktis vytos poros kabelį.

#### 4.1.3. Optiniai kabeliai ir jų sandara

Optiniai, teisingiau sakyti, optinio pluošto kabeliai (4.2 pav.), naudojami saugiam didelių duomenų srautų perdavimui dideliu greičiu. Duomenys perduodami moduluotais šviesos bangų impulsais, kurie sklinda praktiškai nesilpnėdami specialaus stiklo gysla. Kadangi stiklinė kabelio gysla gali perdavinėti duomenis tik viena kryptimi, tai dvipusiam ryšiui sukurti kiekvienas kabelis sudarytas iš dviejų gyslų, izoliuotų viena nuo kitos skirtingo lūžio koeficiento stiklo danga ir sustiprintų kevlaro pluoštu. Iš išorės kabelis apvilktas plastiko danga. Kadangi prie tokio kabelio prisijungti reikalingi specialūs antgaliai, tai perduodamų duomenų saugumas labai didelis.



4.2 pav. Optinio pluošto kabelio sandara.

Optinio pluošto kabeliu duomenys gali būti perduodami sparčiau nei 1 Gbit/s, tačiau šiuo metu praktikuojami ir mažesni greičiai, pvz., 100 Mbit/s.

Optinio pluošto kabelis ir jo įranga yra brangi, todėl ją geriausia naudoti tada, kai tinklo įrenginiai išdėstyti labai toli vienas nuo kito ir reikalinga didelė greیتaveika. Antra vertus, pluoštinė optika vis pinga, o varinis kabelis – atvirkščiai.

#### 4.1.4. Laidinių terpių analizė

Projektuojant tinklą ir norint optimaliai parinkti kabelį, reikia atsakyti į šiuos prieštarigus klausimus:

- koks planuojamo tinklo duomenų srauto intensyvumas;
- kokie duomenų saugumo reikalavimai;
- koku maksimaliu atstumu reikia nutiesti kabelį;
- kokios turi būti kabelio savybės;
- kiek lėšų skirta projektui?

Projektuojant tinklą optimaliai parinkti tinklo kabelį gali padėti lentelė 4.2.

4.2 lentelė

#### Kabelių charakteristikos

Kabelio charakteristika	Plonas (10Base2)	Storas (10Base5)	Vyta pora (10BaseT)	Optinio pluošto
Kaina	--	---	-	----
Efektyvus ilgis	++	+++	+	++++
Greitaveika	+	+	++	+++
Lankstumas	+++	++	++++	+
Montažo paprastumas	+++	++	++++	+

				<b>4.2 lentelės tęsinys</b>
<b>Kabelio charakteristika</b>	Plonas (10Base2)	Storas (10Base5)	Vyta pora (10BaseT)	Optinio pluošto
Atsparumas trikdžiams	++	+++	+	++++
Elektroninės įrangos kaina	–	–	--	---

Kiekviena organizacija nusprendžia kurie kriterijai jai yra svarbūs ir pagal tai išsirenka sau tinkamą kabelį. Aišku atsižvelgdama ir į pasirinktą architektūrą topologiją ir taip toliau.

#### **4.2. Bevielės terpės**

Sąvoką bevielę terpę nereikia suprasti pažodžiui. Bevielė tokios terpės komponentai – tai nešiojami kompiuteriai, darbo stotys ar jų valdymo įtaisai, sujungti bevielėmis technologijomis su didesniais kabeliniais tinklais. Iš esmės tai yra hibridinis tinklas. Toks tinklas labai patogus žmonėms be pastovios darbo vietos, pavyzdžiui, ligoninės personalui, patalpose, kuriose dažnai keičiamas įrangos išdėstymas, izoliuotose patalpose arba vietose, kur draudžiama vedžioti kabelius. Bevielės terpės organizavimas automatizuojant pastatą yra naudingas tokiu atveju, kai reikia instaliuoti naujus prietaisus pastate ir siekiama nekeisti bei nepažeisti interjero, kai norima tuo pačiu valdikliu valdyti keletą įrenginių.

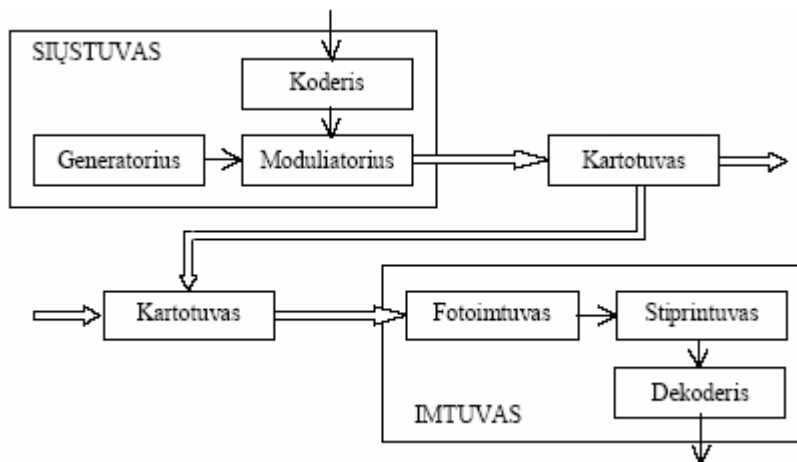
Tačiau organizuojant tokias terpes iškyla tokios problemos kaip:

1. maži atstumai tarp valdiklio ir valdomojo įrenginio
2. lėtas duomenų perdavimo greitis
3. esant keletui tokią terpę naudojančių įrenginių, galimas trugdymas ir duomenų mašymasis

Pagrindinis tinklų naudojančių bevielę terpę skiriamasis bruožas – perdavimo parametrai, kurie priklauso nuo naudojamos ryšio technologijos. Vienu atveju tinkluose sumontuojami individualūs transiveriai (siųstuvai – imtuvai), o pavyzdžiui mobiliems kompiuteriams perdavimo terpe tarnauja viešo naudojimo ryšiai, telefonija ir Internetas.

#### 4.2.1. IR (infra red) terpė

Tai viena iš geriausiai tinkančių terpių pastatų automatizavime. Taip yra todėl kad dauguma dabar gaminamos buitinės įrangos yra valdoma panaudojant būtent šią terpę (audio/video technika, oro kondicionieriai, oro užuolaidos ir t.t.). Pagrindinis šios terpės trūkumas yra tas, kad sunku užtikrinti ryšį su didesniu nuotoliu, paprastai iki 30 metrų. Šią problemą galima išspręsti karotuvų pagalba kaip parodyta paveikslėlyje 4.3. Norint turėti gerą IR ryšį reikia užtikrinti tiesioginį matomumą tarp komunikuojančių įrenginių.



4.3 pav. IR veikimo schema

#### 4.2.2. Radijo bangų terpė

Radijo bangų terpė taip pat yra viena iš tinkamiausių terpių automatizuojant pastatus ir pranašesnė už IR terpę tuo, kad nereikia užtikrinti tiesioginio matomumo tarp komunikuojančių įrenginių. Beveilių radio bangų terpių charakteristikos labai priklauso nuo naudojamo dažnių diapazono. Šiai terpei organizuoti naudojami didelio dažnio ir mažo galingumo siųstuvai, todėl jų veikimo nuotolis būna tik keli šimtai metrų. Mažos perdavimo galios naudojimas maksimaliai sumažina trukdžių išorinėms sistemoms galimybę.

Organizuojant bevielį tinklą ir pasirenkant radijo bangų terpę ryšys gali būti palaikomas dviem būdais:

1. Siaurajuosčiu radijo ryšiu. Tai vienadažnis, palyginti lėtas (iki 5 Mbit/s) ryšys, kurio maksimalus veikimo spindulys iki 120 m. Radijo signalas neįveikia gelžbetoninių ir metalinių sienų, jos "veikia" kaip apsauginis ekranas.

2. Plačiau juosčiu radijo ryšiu. Ryšys palaikomas keliais kanalais, sinchroniškai juos perjunginėjant pagal nustatytą algoritmą (nežinant algoritmo neįmanoma įsijungti į tinklą, be to, papildomai naudojamas duomenų kodavimas). Duomenų perdavimo sparta nėra didelė, tik 250 Kbit /s. Pastaruoju laiku sukurti šio tipo tinklai, kurių greitaveika iki 2 Mbit /s 3,2 km atstumu. Ši technologija leidžia sukurti tikrą bevielį tinklą.

Atsižvelgiant į radijo bangų terpės privalumus negalime teigti, kad ši terpė gali būti pagrindinė automatizuoto pastato tinklo dalis, dėl didelės jai skirtų įrenginių kainos. Tačiau ją pilnai galima naudoti kaip sudedamąją tinklo dalį atskiriems įrenginiams valdyti.

#### **4.2.3. Mikrobangų ir ultragarso terpės**

Mikro bangų ir ultragarso terpės naudojamos labai retai, dėl pasenusios ir neperspektyvios technologijos. Tai du kraštutiniai pagal skvarbą ir sklidimo nuotolį atvejai. Mikrobangos ypač jautrios fiziniams kliūtimis signalo sklidimo kelyje. Tačiau dėl aukšto perdavimo dažnio leidžia pasiekti didelius komunikacijos greičius (iki 15Mbps). Tuo tarpu ultragarsas nejautrus kliūtimis tačiau informacijos perdavimo sparta žymiai mažesnė. Mikrobangų terpė gali būti kaip alternatyva ar papildymas greitaeigiai laidinei linijai. Kitiems tikslams šią terpę naudoti yra per brangu.

### **4.3. Loginės terpės**

#### **4.3.1. Elektros maitinimo tinklas ir telefono linijos**

Inžinieriai jau senokai pamatė, kad atsiras koks nors gudrus būdas, leisiantis nesuskaičiuojamiems vario linijų kilometrams, išsivysčiusiose šalyse pasiekiantiems praktiškai kiekvieną kambarį, atrasti papildomą pritaikymą. Išties, pirmas JAV patentas, skirtas elektros tiekimo linijų panaudojimui ryšiuose, buvo išduotas dar 1899 metais. Tačiau dauguma pirmųjų bandymų susidūrė su neįveikiamomis kliūtimis. Po keleto labai nuviliančių nesėkmių, patirtų gerai žinomų firmų - Nortel Networks ar Siemens AG - kelios Europos šalių energijos tiekimo įmonės galų gale pradėjo tiekti telefono ir Interneto ryšio paslaugas elektros tiekimo linijomis. Tuo pat metu pasirodė ir kitos technologijos, galinčios prijungti pastate esančius prietaisus be papildomų kabelių tiesimo kiaurai sienų. Kita vertus, elektros tinklo lizdai yra visur. Be to, praktiškai kiekvienam prietaisui, kurį jūs norite prijungti prie tinklo, šiaip ar taip, reikia elektros maitinimo. Kadangi elektros tinklus naudojančiai ryšio įrangai nereikia radijo siųstuvų, ji būtų ir ne tokia brangi.



Nepaisant visų šių privalumų, sistema labai efektyviai perduoda elektros energiją, bet tais pačiais laidais perduoti ryšio signalus labia sudėtinga. Bėda tame, kad oro džiovintuvų, šviesos jungtuku, dulkių siurblių ir likusių įvairių namų apyvokos prietaisų sukeliama trukdžiai, dėl kurių laidais ten ir atgal sklinda daugybė statinių elektros įkrovų. Be to, namuose esantys laidai patys išskirtinai filtruoja tam tikrus dažnius, todėl signalas neatpažįstamai pasikeičia. Duomenų srautai rikošetuoja nuo nenaudojamų lizdų ir kitų vietų, kur laidų varža staiga pakinta, dėl ko atsiranda stovinčios bangos ir rezonansinis grįžtamasis ryšys. Išraizgyti elektros laidai veikia kaip antenos: jie priima gausybę įvairių radijo signalų, galinčių sąveikauti su duomenų signalu. Bet kai siekiant pergalėti triukšmus duomenų signalai būna labai sustiprinami, laidai pradeda patys siųsti radijo signalus.

Tačiau nežiūrint į šiuos trukumus, panaudojant daugiau kaip 4MHz dažnius, toje dažnių srityje elektrotechnikos prietaisai generuoja kur kas mažesnę triukšmą ir galima sukurti kur kas patikimesnę informacijos perdavimą.

Dar viena populiariausia ir dažniausiai jau suinstaliuota pastatuose – telefono linija. Kaip ir elektros maitinimo tinklas, telefono linijos gali būti papildomai naudojamos vidiniam ryšiui pastate duomenų bei automatizuotos sistemos signalams perdavinėti. Dažniausiai jos naudojamos lokaliai kompiuterių tinklui organizuoti. Joms galioja beveik tie patys privalumai (keletas prieigos taškas, dažniausiai jau suinstaliuota sistema ir t.t.). Vidinės komunikacijų sistemos dirbančios šioje terpėje, yra žymiai saugesnė (mažiau trukdžių) nei maitinimo tinklo atveju. Valdymo sistemų šiai terpei nėra sukurta, todėl ji nelabai tinka pastatų vidinei automatizavimo sistemai. Ji gali būti panaudota tik tuo atveju kai yra poreikis ryšiui su išorine aplinka arba automatizuoto pastato valdymui iš išorės.

#### **4.4. Tinklo terpės parinkimas**

Išanalizavus visas tinklo terpes, seka išvada, kad tikslingiausia naudoti terpių derinius siekiant efektyviausio rezultato. Priklausomai nuo to kokiam pastate (naujai statomam ar jau pastatytam) gali skirtis terpiu panaudojimas.

Atskirų sistemų įrenginių sistemų sujungimas naudojant vieną ar kitą terpę bus aprašytas toliau.

## 5. TINKLO TERPĖS UŽVALDOS METODAI

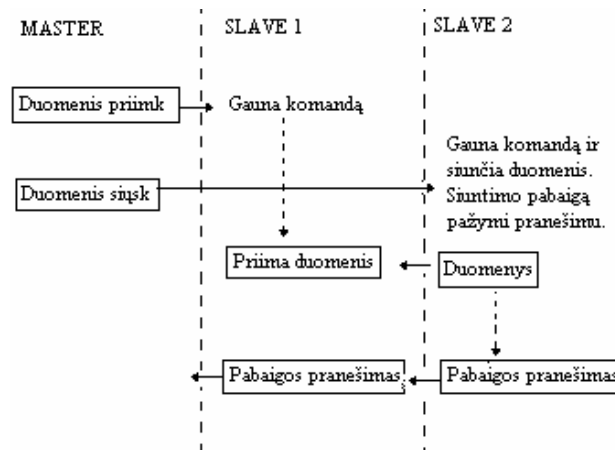
Vieninga terpė turi jungti visus tinklo įrenginius. Norint, kad įrenginiai keisdami duomenimis tai darytų pagal kažkokią nustatytą tvarką, ir kad duomenų manai vyktų be jokių trukdžių, reikia nustatyti terpės priegos metodus kurie bus realizuoti automatizuojant pastatą.

Šiuo metu plačiausiai naudojami šie terpės užvaldos metodai:

1. Mater/Slave metodas
2. Token Ring metodas
3. Token passing metodas
4. CSMA (Carrier Sense Multiple Access) metodas.

### 5.1. Master/Slave metodas

Šis metodas yra populiariausias kompiuterių architektūros kūrime, tačiau tokį pat metodą pilnai galime realizuoti ir pastato automatizavimo architektūroje. Master/Slave metodo veikimas pagrįstas tuo, kad Master (valdantysis) įrenginys valdo Slave (vykdančiųjų įrenginių darbą. Dažniausiai Master cikliškai apklausia visus tinkle esančius Slave'us, todėl jame nuolat atnaujinami valdomojo proceso parametrai. Šiam metode valdantysis įrenginys vykdo visų komunikacijų kontrolę tinkle, klaidų kontrolę, bei vykdančiųjų įrenginių dabą bei būsenas, gedimus ir t.t. Tuo pačiu atsiranda vienas iš didžiausių šio metodo trūkumų, kad Mater veikia kaip tiltas tarp visų tinkle esančių Slave, tai labai sumažina duomenų perdavimo spartą, priklausomai nuo Slave skaičiaus. Norint maksimaliai sumažinti komunikacijų ciklo trukmę siūloma pritaikyti 5.1. paveikslėlyje pavaizduotą Master/Slave metodo algoritmą norint išpildyti efektyvų metodo darbą tinkle.



5.1. pav. Master/Slave algoritmas

Master/Slave metodas patogus tuo, kad lengva integruoti ir adaptuoti naujus vykdančiuosius įrenginius į tinklą be papildomų didelių išlaidų, bet iš to išplaukia didžiausias šio metodo trūkumas – sugedus pagrindiniam įrenginiui Master sustoja viso tinklo darbas.

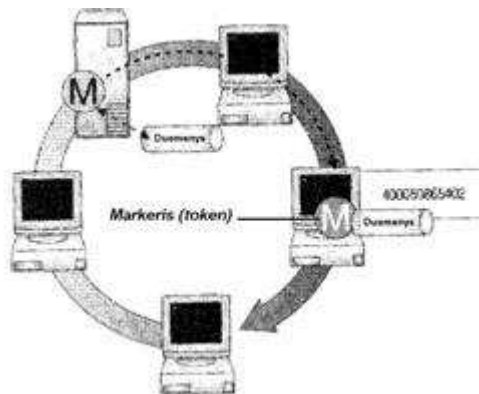
## 5.2. Token Ring metodas

Pirmoji Token Ring versija buvo pristatyta IBM 1984 m, norint sujungti IBM PC, vidutines ir didžiausias ESM labai paprasta terpe – vytos poros kabeliu. Terpės montażas vykdomas centralizuotai iki sieninės rozetės nesudėtingam įrenginio prisijungimui. 1985 m IBM Token Ring tapo ANSI/IEEE standartu (802.5).

Svarbiausios Token Ring charakteristikos:

- Topologija – žvaigždė-žiedas;
- darbo metodas – su markerio perdavimu;
- kabelinė sistema – UTP ir STP (IBM 1, 2, 3 tipo);
- greitaveika – 4 ir 16 Mbit/s;
- perdavimo būdas – nemoduliuotas signalas;
- perdavimo specifikacija – IEEE 802.5

Tipiška Token Ring topologija – loginis markerio perdavimo žiedas, kuris realizuojamas centriniame (arba vedančiąjame) koncentratoriuje. Vartotojai prie vedančiojo koncentratoriaus prijungiami individualiais kabelio segmentais. Kitaip sakant, Token Ring tinklas fizine prasme atrodo kaip žvaigždė, tačiau logine prasme - žiedas. Token ring metodas pavaizduotas grafiškai paveikslėlyje 5.2.



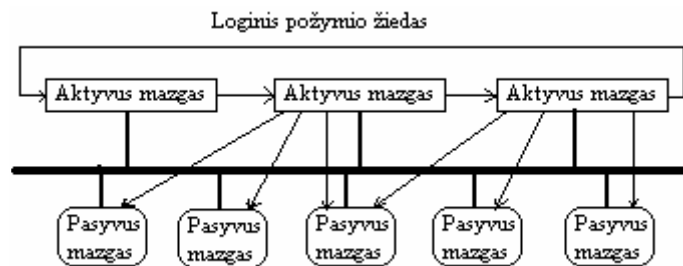
5.2. pav. Token Ring metodas

Stotys pasiekia Token Ring tinklą gaudamos leidimą siųsti duomenis. Leidimas yra gaunamas, kai stotis gauna specialią žinutę markerį (angl. token). Stotis priima šią žinutę, pakeičia ją į kadra į jo duomenų lauką įkomponuoja duomenis ir jį išsiunčia. Kitos stotys gauna duomenis, jei šis kadras adresuotas joms. Visos stotys, įskaitant tas kurioms skirtas kadras pertransliuoja freimą žiedu, taip jis grįžta į pradinę stotį. Pradinė stotis išvalo duomenis iš kadro ir sukuria naują tuščią žinutę (token), bei perduoda ją sekančiai stočiai žiede, kuri laukia savo eilės išsiųsti duomenis. Naudojantis šiuo protokolu visos stotys tvarkingai dalijasi priėjimu prie tinklo, taip maksimizuojamas tinklo panaudojimas.

Tam tikrais atvejais, stotims reikia išsiųsti skubią informaciją. Tokiu atveju ta stotis sukuria aukšto prioriteto rezervaciją. Kai token yra sukuriamas su rezervacijos užklausa, jis tampa pirmumo token. Pirmumo token gali naudoti tik stotys su pirmumo užklausomis. Kitos stotys turės palaukti, kol bus sukurtas normalus token. Stotis su skubiu poreikiu greičiau gauna priėjimą prie token, ir informacija persiunčiama greičiau.

### 5.3. Token Passing metodas

Šis metodas vadinamas hibridiniu tarpės užvaldos metodu, todėl kad jis apjungia Master/Slave ir Token Ring metodus. Šioje struktūroje yra aktyvių tinklo mazgų, kurie gali perimti komunikacijų valdymą, tačiau yra ir pasyvių mazgų, kuriems yra nesuteikta teisė patiems inicijuoti duomenų manus, t.y. užvaldyti magistralę. Token (požymis) siunčiamas žiedu tik tarp aktyvių tinklo mazgų. Požymį gavęs tinklo mazgas gali komunikuoti su pasyviais mazgais Master/Slave metodu, o su aktyviais Token Ring metodu kaip parodyta 5.3.paveikslėlyje.



5.3. pav. Token Passing metodas

## 5.4. CSMA metodas

Sutrumpinimas CSMA (Carrier Sense Multiple Access) reiškia daugybinių perėjimą su perdavimo kontrole. Duomenis siūsti norintis tinklo mazgas stebi magistralės būseną ir, jei ji laisva siunčia duomenis. Jei tuo metu magistralę užėmęs kitas mazgas, duomenų siuntimo reikalavimas atidedamas ir po kiek laiko vėl pakartojamas. Po nepavykusio bandymo užvaldyti magistralę pakartotinus bandymus atliekama dviem būdais:

1. Po nepavykusio bandymo mazgas atideda reikalavimą užvaldyti magistralę atsitiktiniam laikui, o po to vėl bando. Jei bandymas vėl nepavyko, pakartotinis bandymas jau atidedamas ilgesniam laikui.
2. Siūsti norintis mazgas nuolat stebi magistralę ir baigus vykstantį duomenų perdavimą, magistralę užvaldo.

Jei du tinklo mazgai nustato, kad magistralė laisva ir beveik vienu metu pradeda duomenų perdavimą, įvyksta duomenų perdavimo susidūrimai (kolizijos). Siekiant sumažinti kolizijų itaką, naudojami du metodai:

1. Kolizijos aptikimo metodai (CSMA/CD – CSMA with Collision Detection). Šiuo atveju siuntimo mazgai priiiminėja magistralės signalus. Jei siunčiami ir priimami duomenys skiriasi, nustatoma duomenų perdavimo kolizija ir perdavimas nutraukiamas. Nustatęs perdavimo kolizija, siūstuvus perduoda trumpą trikdžio signalą. Visi norintys siūsti mazgai atšaukia savo siuntimo reikalavimus atsitiktiniam laikui ir po to vėl bando užvaldyti magistralę.
2. Kolizijų vengiantis metodas (CSMA/CA). Šiuo atveju norinti siūsti duomenis mazgas, stebi magistralę ir pradeda siuntimą, kai tik baigiamas anksčiau pradėtas perdavimas. Jei pradedami du perdavimai vienu metu, prioritėtų mechanizmas sąlygoja tai, kad mazgas su žemesniu prioritetu priima nebe savo perdavimą ir sustabdo savo siuntimą.

Kadangi mazgas užvaldo magistralę tik tada, kai nori siūsti duomenis, negalima iš anksto nustatyti, kuris mazgas ir kad siunčia duomenis. Todėl tai atsitiktinis magistralės užvaldos metodas. Siekinat jį panaudoti realaus laiko sistemose, reikia:

1. Apriboti vieno pranešimo perdavimo laiką. To reikia siekiant išvengti situacijos, kada mazgas su aukščiausiu prioritetu dėl kurių nors priežasčių visą laiką perdavinės duomenis, o tuo tarpu kiti tinklo mazgai neturės teisės duomenų perdavimui.
2. Suteikti mazgams prioritetu taip, kad mazgas su mažiausiu adresu turėtų didžiausią prioritetą.

3. Duomenis perdavusiam mazgui tam tikrą laiką neleisti siųsti. Tas laikas būtų panaudotas mazgų su mažesniu prioritetu priėjimui prie magistralės.

Šioje sistemoje realiu laiku komunikuojančių mazgų skaičius tiesiogiai priklauso nuo perduoti uždraustojo laiko dydžio.

CSMA metode kiekvieno įrenginio galimybė perdavinėti duomenis priklauso tik nuo jo paties (kai jis nori vykdyti siuntimą) ir nuo to, ar perdavimo terpė laisva. Kadangi įrenginių terpė centrlizuotai nevaldoma jokio kito įrenginio, tai CSMA metodas yra patikimiausias atskiro įrenginio gedimo poveikio visos sistemos darbui požiūriu. Tačiau būtina imtis aukščiau išvardintų priemonių, kad ši sistema dirbtų kaip realaus laiko sistema.

### **5.5. Tinklo terpės užvaldos metodo parinkimas**

Tinklo terpės parinkimą pastatų automatizavimo sistemai sąlygoja tokie veiksniai kaip:

1. Organizuojamo tinklo dydis (įrenginių skaičius).
2. Kokie įranginiai bus panaudoti tame tinkle.
3. Vartotojo poreikiai.
4. Valdymo ir procesų vykdymo sąlygos.
5. Avariniai sprendimai, gedimų šalinimas tinkle.
6. Parinktas terpės užvaldos metodas turi būti realaus laiko.
7. ir t.t.

Iš visų aptartų tinklo terpės užvaldos metodų labiausia keliamus reikalavimus atitiktų CSMA užvaldos metodas. Bet atskiru atveju reiktų organizuoti mišraus tipo užvaldos metodą tokį kaip Token Passing arba net apjungti kelių tipų metodus.

## 6. PASTATO AUTOMATIZAVIMO PROTOKOLŲ ANALIZĖ

Norint parinkti tinkamiausią protokola kuriant pastatų automatizavimo sistemą reikia atlikti pagrindinių, dažniausiai pasaulyje naudojamų protokolų ir juos apibrėžiančių standartų analizę. Šiuo metu pasaulyje labiausiai paplitę šie protokolai:

1. EIB/KNX (Europos valstybės)
2. Bati Bus (Europos valstybės)
3. EHS (European Home Systems)
4. Lon Talk (JAV)
5. CEBus (JAV)
6. X-10 (JAV)

Vieni iš paminėtų protokolų skirti tik vienai perdavimo terpei, tuo tarpu kiti yra universalūs, kurie leidžia panaudoti kelias perdavimo terpes.

### 6.1. X-10 ir CEBus protokolai

X-10 Powerline Carrier protokolas buvo sukurtas apie 70-uosius metus ir tebėra vienas iš plačiausiai naudojamų standartų distanciniam apšvietimo ir elektrinių įtaisų sistemų valdymui JAV. Šio protokolo veikimo principas pagrįstas komandos „on/off“ siuntimu naudojant X-10 modulius per pastatuose įrengtus elektros maitinimo tinklus. Nešantysis yra elektros tinklo srovės dažnis. Imtuvai ir siųstuvai sinchronizuojami tais laiko momentais, kai tinklo kintamos srovės signalas kerta 0V tašką (angl. Zero crossing point). Iškart po to laiko momento siųstuvai perduoda informaciją, o imtuvai laukia jiems adresuoto paketo. Instaliuojant X-10 įrenginius, kiekvienam iš jų suteikiamas grupės kodas kuris žymimas raide nuo A iki P, ir prietaiso numeris grupėje skaičiais 1, 2, 3,...ir t.t. Šie du parametrai sudaro įrenginio adresą tinkle. Norint bet kurią elektrinį įrenginį, esantį pastate, valdyti, jį būtinai reikia prijungti prie X-10 modulio, kuriam yra priskirtas adresas. Iš to seka, kad nors ir nebrangūs yra X-10 moduliai, kiekvienai valdomai lemputei jis yra reikalingas, ir tai padidina bendrą automatizavimo sistemos kainą. Standartinės X-10 instaliacijos pavidys pateiktas paveikslėlyje 6.1.



6.1 pav. X-10 standartinė instaliacija

Apie 90-tuosius metus buvo sukurtas specialus valdymo kompiuteriu paketas Active Home, bet tai nesupaprastino visos sistemos idėjos ir veikimo principo, tik atsirado galimybė valdymą vykdyti iš vienos valdymo stoties t.y. kompiuterio pagalba.

Net ir tai, kad buvo įgyvendinta valdimo iš stoties idėja šis protokolas turi gana daug trūkumų:

1. Jis yra suprojektuotas tik vienai elektros maitinimo tinklo terpei, ir neleidžia panaudoti kitos terpės ar terpių derinio komunikacijai.
2. Paplitęs JAV, todėl įrenginių grupė skirta 120V 60Hz maitinimo tinklo terpei.
3. Ribotas komandų skaičius t.y. viena komanda „on/off“.
4. Labai lėtas duomenų perdavimo greitis.

Tuo tarpu CEBus yra vienas iš naujesnių protokolų kuris leidžia valdyti įrenginius objektinio programavimo būdu, bei numatant informacijos apsikeitimo tarp įvairių įrenginių principus. CEBus pranašesnis už X-10 tuo, kad gali veikti bet kokioje terpėje, ir perdavinėti visus duomenis toje pačioje terpėje. Taip pat CEBus turi žymiai didesnę duomenų perdavimo greitį, bei leidžia perduoti garso ir vaizdo informaciją. Šis protokolas daugiausia taikomas industriniuose objektuose dėl didelės jo įrenginių kainos. CEBus taip pat kaip ir X-10 paplitęs JAV, todėl įrenginių grupė skirta 120V 60Hz maitinimo tinklo terpei ir tai apriboja galimybes realizuoti šį protokolą kitose šalyse.

## 6.2. Lon Talk protokolas

Tai dar vienas iš JAV ir tik kai kuriose Europos šalyse naudojamų protokolų. Šį protokolą sukūrė Echelon kompanija greitoms ir sudėtingoms komunikacijoms tarp automatizavimo komponentų Lonworks tinkluose užtikrinti. Šis protokolas palaiko keletą terpių, tik tuo atveju jei joms yra sukurti specialūs valdikliai. Tokie valdikliai sukurti maitinimo tinklo, radijo bangų ir vytos poros laidų terpėms. Duomenų perdavimo greitis svyruoja nuo 4Kbps (maitinimo tinklo terpei) iki 1,25Mbps (vytos poros laidų fiksuoto ilgio segmentams). ANSI (American National Standards Institute) suteikė Lon Talk protokolui oficialaus standarto ANSI/EIA 709,1-A-1999 statusą. Motorola, Semiconductor ir Toshiba kompanijos gamina Neuron Chips mikrokontrolerių seriją, kuriuose minėtas standartas išpildytas aparatiškai. Teigiama, kad pasaulyje jau yra įdiegta apie 8,5 milijono prietaisų, turinčių šiuos unikalius mikrokontrolerius. Echelon jau seniai diegia automatizavimo sistemas pramonėje, tačiau tarp eilinių žmonių šis produktas nėra populiarus dėl didelės įrenginių kainos, ir dėl nedidelės tų įrenginių pasiūlos.



### **6.3. Bati Bus protokolas**

Bati bus protokolą sukūrė Merlin Gerin, Airelec, EDF su Landis & Gyr kompanijos. Ši protokolą galima realizuoti bet kokios topologijos tinkluose. Bati Bus protokolas aprašytas ISO/IEC JTC 1SC25 standarte. Dabar Bati Bus asociacija turi daugiau nei 100 kompanijų – partnerių, kurie sėkmingai realizuoja savo projektus ir yra jau idiege apie 1,5 milijono Bati Bus mazgų. Bati Bus asociacija prisijungusi prie Konnex asociacijos sėkmingai realizuoja vieningo standarto Europos ir viso pasaulio, namų ir pastatų automatizavimo sistemos, projektus.

### **6.4. EIB protokolas**

EIB tinklo kūrėjai yra EIBA (European Installation Bus Association). Ši asociacija buvo įkurta 1990 metais siekiant sudaryti bendrą pastatų automatizavimo sistemų standartą. Šiandien EIBA grupei priklauso daugiau kaip 100 kompanijų ir parduota daugiau kaip 10000 licenzijų sertifikuotos įrangos gamybai. Šis tinklas gali būti realizuotas bet koku topologijos metodu, kas leidžia lengviau integruoti naujus ar pakeisti senus įrenginius.

EIB palaiko daug terpių tinklo organizavimui: vytos poros kabelio (duomenų perdavimo greitis 9,6Kbps), elektros maitinimo tinklo (greitis nuo 1,2 iki 2,4 Kbps), radijo bangų (38,4Kbps) ir t.t.

Kaip ir Bati Bus asociacija taip pat ir EIBA dalyvauja Konnex asociacijos projekte siekiant bendro standarto „Home and House automation“ koncepcijai.

### **6.5. EHS protokolas**

1984 metais European Commission sukūrė EHS protokolą kuris buvo orientuotas į pirmuosius pastatų automatizavimo projektus. Nemažai elektros prietaisų gamintojų buvo pakviesti dalyvauti bendrai kuriamam projekte, tam tikslui kad skirtingų gamintojų įrengimai galėtų veikti ir komunikuoti tarpusavyje vienam tinkle.

EHS gali būti realizuotas tik keliose terpėse: vytos poros kabelio, elektro maitinimo tinklo, radio bangų, IR. Būtent EHS tinkle pirmą kartą buvo reliazuota „Plug & Play“ koncepcija, kas įgalino keisti ir instaliuoti įrenginius nenutraukiant kitų tinkle esančių įrenginių darbo.

## 6.6. Konnex (EIB, Bati Bus, EHS) protokolas

Šis protokolas apjungia visus tris popoliariausius Eoropoje naudojamų protokolų modelius tai EIB, Bati Bus ir EHS. KNX protokolas buvo sukurtas remiantis EIB protokolo baze, ir praplėstos jo realizavimo ir funkcionavimo galimybės remiantis Bati Bus ir EHS protokolų valdymo ir panaudojimo režimais. Ši žinių ir patirties koncentracija, leido sukurti vieningą ir unikalų standartą, skirtą pastatų automatizavimo sistemų realizavimui.

### 6.6.1. KNX idėja, pritaikymas, reikalavimai

KNX technology: pasaulyje pirmajantis visiems prieinamas ir nepriklausomas standartas, sukurtas namų ir pastatų ( angl. Home and Building) automatizavimo sistemų valdymui. Tai nauja serija Europos normų, namų ir pastatų elektronikai, kitaip tariant norma su labai dideliom galimybėm ir perspektyvom tapti pasauliniu (ISO) standartu pastatų automatizavimo srityje.

KNX technology buvo patvirtintas CELENEC ir CEN organizacijų remiantis EN50090 direktyva ir normomis, yra tinkamiausias pastatų autommatizavimo sistemų organizavimui dėl šių privalumų:

- Skirtingų funkcijų ir aplikacijų realizavimui namų ir pastatų automatizavimui.
- Skirtingų komunikacijų vykdymui, tiek naujai statomuose pastatuose tiek jau pastatytuose.
- KNX suteikia daugiau galimybių surasti tiek paprastų tiek kompleksinių sprendimų pastatų automatizavimo srityje, priklausomai nuo kuriamų projektų funkcinių poreikių.
- Lankstus funkcijų ir įrenginių pakeitimui tiek pastatų statymo metu, tiek jau naudojamuose pastatuose.
- Lengvai integruojama skirtinga techninė įranga, bei suteikiama galimybė skirtingos įrangos gamintojams laisvai kurti techninę įrangą, panaudojant (Konnex) ETS programinę įrangą, pagal savo poreikius, laikantis EN50090 standarto, kas pilnai užtikrina kad skirtingų gamintojų įrenginiai laisvai komunikuos tarpusavyje.
- KNX techniniai ir funkciniai parametrai pilnai atitinka Bati Bus, EIB ir EHS parametrus.

Nepaisant to, kad įrenginių, pastatų automatizavimo tinklams, gamintojai, gali laisvai kurti produktus pagal savo ir rinkos poreikius Konnex Association išskėlė keletą pagrindinių reikalavimų:

1. Aukštas produkto ir kokybės lygis, turi būti išlaikytas per visą įrenginio tarnavimo laiką.

2. Kiekvienas gamintojas turi pateikti sertifikatą, kad jo gaminama produkcija atitinka kokybės standarto ISO 9001 normas.
3. Tik atitinkantis Home and Building Electronic Systems standartą EN 50090-2-2 gaminys yra sertifikuojamas Konnex Association ir leidžiamas realizuoti.

KNX gale veikti keliose tinklo terpėse:

1. TP-0 (vyta pora, tipas 0). Duomenų perdavimo greitis 4,8Kbps. Tai buvo perimta iš Bati Bus. KNX TP0 sertifikuoti įrenginiai gali veikti tam pačiam tinkle kaip ir Bati Bus komponentai bei komunikuoti tarpusavyje.

2. TP-1 (vyta pora, tipas 1) Duomenų perdavimo greitis 9,6Kbps. Tai buvo paimta iš EIB. EIB ir KNX TP1 komponentai gali operuoti ir komunikuoti tame pačiame tinkle.

3. PL (maitinimo grandinė) Duomenų perdavimo greitis nuo 1,2Kbps iki 2,4Kbps priklausomai nuo dažnio. EIB ir KNX PL gali veikti tam pačiam tinkle tik nevisada gali keistis informacija. Norint, kad įrenginiai keistūsi informacija reikalingi priskyrimo protokolo keitikliai.

4. RF (radio bangos 868MHz). Duomenų keitimosi sparta 38,4Kbps. Ši terpė buvo pasirinkta kaip KNX standartas ir nepasisavintas iš kitų kurėjų.

5. IR (infra red). Galimybė valdyti didžiąją dalį buitinės technikos esančios namuose.

5. Ethernet (KNX-overIP). Leidžia komunikuoti su kitais tinklais.

### **6.6.2. Pastato automatizavimo tinklo protokolo parinkimas**

Išnagrinėjus plačiausiai naudojamų pastatų automatizavimo tinklų protokolus, savo darbo pagrindu pasirinkau KNX protokolą dėl sekančių priežasčių:

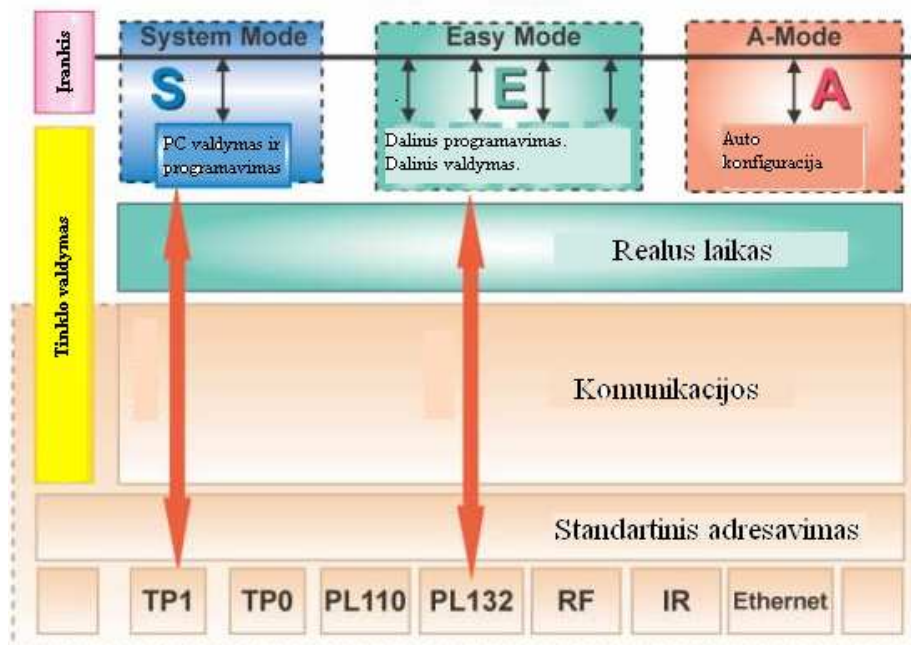
- KNX apjungia didžiausius ir Europoje plačiausiai naudojamus tinklus (EIB, Bati Bus, EHS), kas suteikia galimybę komunikuoti ir su jais.
- Šiam tinklui galima sukurti savo įrenginį pagal specialius techninius parametrus bei vartotojo poreikius arba parinti kito gamintojo siūlomą alternatyvą.
- Galima prisijungti prie kitų tinklų (Ethernet ir Internet).
- Galimybė realizuoti tinklą keliose terpėse, kas leidžia organizuoti žymiai lankstesnį tinklą, atitinkantį vartotojų poreikius.
- Didelė dalis KNX įrenginių skirta HVAC sistemos valdymui.

## 7. KNX TINKLO VALDYMO METODAI

KNX standartas apima tris pastatų automatikos valdymo tipus:

1. „S-mode“ (System mode). Šis valdymo mechanizmas skirtas gerai apmokytam vartotojui, kuris gali realizuoti sudėtingas pastato automatizavimo valdymo funkcijas. Visiems „S-mode“ komponentams yra suteikiamas adresas ETS programinės įrangos pagalba, priklausomai nuo įrenginio techninių duomenų bazės, kuria sudaro ir idiegia gamintojas. Su ETS kiekvienas tinklo mazgas gali būti užprogramuotas tiksliai pagal specialius poreikius. „S-mode“ suteikia aukščiausią lankstumo laipsnį ir funkciname valdymo išpildyme ir komunikacijų sąsajose.
2. „E-mode“ (Easy mode). Tai valdymo mechanizmas skirtas pagrindinį „BASIC“ apmokymą turinčiam vartotojui, kuris gali vykdyti dalinį sistemos programavimą ir valdymą. Šiai sistemai pritaikyti įrenginiai jau yra dalinai užprogramuoti t.y turi užprogramuotą pradinę informacijos ir valdymo paketą, o vartotojas turi teisę keisti tik keletą parametrų ir duomenų perdavimo sąsajas.
3. „A-mode (Automatic mode). Tai pats paprasčiausias valdymo mechanizmas skirtas visai neapmokytam vartotojui. Visi tinklo įrenginiai yra pinlai užprogramuoti standartiniu veikimo ir funkcijų paketu, ir vartotojas negai nieko keisti. Valdymas vykdomas be kompiuterio pagalbos.

Visų trijų valdymo mechanizmų veikimas pavaizduotas grafiškai paveikslėlyje 7.1.



7.1 pav. Automatizuotos sistemos valdymo mechanizmai.

## 7.1. KNX tinklo įrenginiai

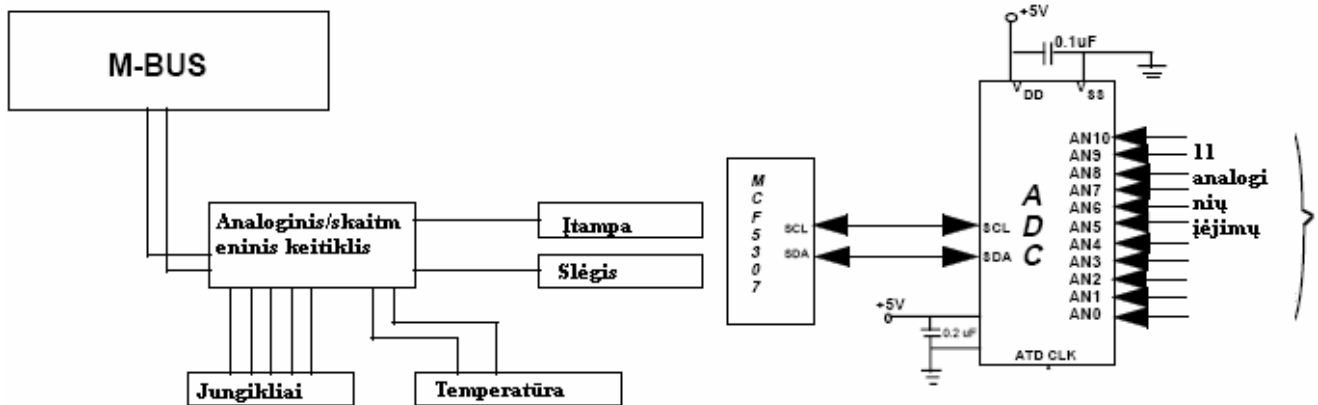
Remdamiesi šukiu „vienas dydis tinka visiems“ KNX kūrėjai atsisakė nuo idėjos kurti specialią mikroprocesorinę platformą ar architektūrą KNX tinklo įrenginiams. Buvo nuspręsta suprojektuoti nepriklausomą sistemą, prie kurios galėtų jungtis bet kokio gamintojo įrenginys. Priklausomai nuo gamintojo pasirinkto profilio, jis gali pasirinkti industrinius-standartinius mikrokontrolerius (modulius prisijungimui prie tinklo) tinkančius KNX OEM sprendimams, tokius kaip Bus Coupling Unit (BCU pav. 7.2), Bus Interface Module (BIM pav. 7.3) ar kitus mikrokontrolerių paketus. Šie mikrokontroleriai yra gana populiariūs todėl nėra problemos jų įsigyjimui. Juos gamina Siemens, Eurodis, Elka, Motorola ir.t.t.



7.2 pav. BCU tinklo modulis



7.3 pav. BIM tinlo modulis



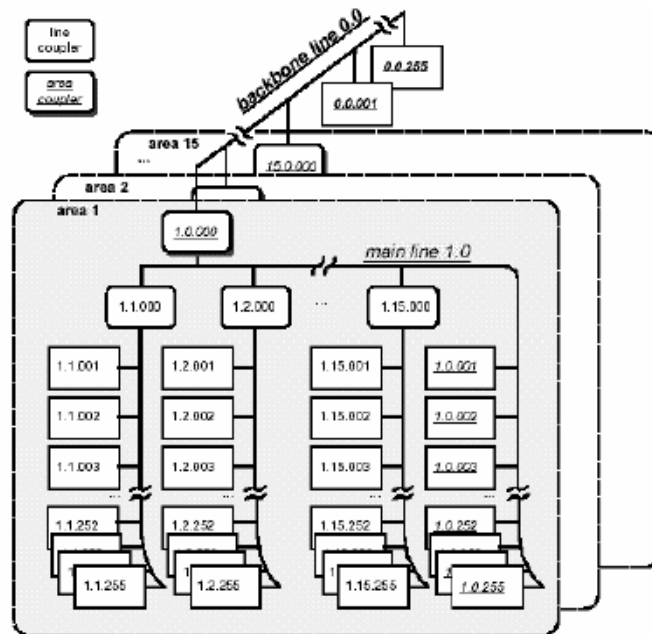
7.4 pav. Tinklo modulio struktūra

7.4 paveikslėlyje pateikta tinklo modulio struktūra. Tinklo modulį sudaro analoginis skaitmeninis keitiklis ADC ir mikrokontroleris šiuo atveju MCF5307 (bet gali būti ir kitas) realizuojantis KNX komunikacijos protokolą.

## 7.2. Loginė topologija, individuali adresacinė erdvė ir KNX žinučių formatas

KNX yra pilnai išskirstytas tinklas, kuris gali aptarnauti iki 65536 įrenginių su 16 bitų individualiu adresu. Loginė topologija, arba kitaip dar vadinama *sub-network* leidžia sujungti 256 įrenginius į vieną liniją. Kaip parodyta paveikslėlyje 7.5 linijos gali būti sugrupuotos pagrindinės

linijos *main line* į vieną zoną *area*, o visa sritis suformuota iš 15 zonų sujungtų pagrindinės magistralės *backbone line*.



7.5 pav. Loginė KNX topologija.

Paveikslėlyje 7.5 ši loginė topologija pagrįsta individualių adresų numeravimo struktūra, kas leidžia identifikuoti kiekvieną sistemos mazgą. Ant pagrindinės linijos esančios zonos logiškai atskirtos viena nuo kitos joms suteiktu 16 bitų adresu.

Taigi be adresų rezervuotų prie tinklo prisijungimo moduliams,  $(255 \times 16) \times 15 + 255 = 61455$  galutiniai įrenginiai gali būti prijungti į KNX tinklą.

*Coupler*'iai (BCU) sujungia linijas arba tinklo segmentus vytos poros kabeliu arba kita terpe, ir funkcionaliai jie gali tarnauti kaip kartotuvai, tiltai, routeriai ar net kaip filtrai duomenų kolozijoms.

7.6 paveikslėlyje pateikta žinutės, kuri siunčiama magistrale, formato kodavimas:

octet 0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	N - 1	N ≤ 22
Control Field	Source Address		Destination Address		Address Type; NPCI; length	TP CI	AP CI	data / AP CI	data		Frame Check

7.6 KNX Protocol Data Unit kadro struktūra

Visų pirma *Control field* - valdymo laukas siunčiamo duomenų paketo prioritetus ir atskiria standartinio tipo ir išplėsto tipo PDU. Bet kuriuo atveju PDU turi tiek *Source Address* (šaltinio adresą) tiek *Destination Address* (paskirties adresą). *TPCI* (*Transport Layer Protocol Control Information*)

kontroliuoja perdavimo terpę. *APCI (Application Layer Protocol Information)* kontroliuoja įvedimo/išvedimo duomenis (Rašyti, Skaityti, Atsakyti, Reaguoti...). *Frame Check* – užtikrina informacijos tikrumą ir patikimą duomenų perdavimą.

## 8. PASTATŲ AUTOMATIZAVIMO TINKLO, KLIMATO KONTROLEI, ORGANIZAVIMAS

### 8.1. Komunikacijos modulių parinkimas

Kaip buvo paminėta 6.6.1. skyriuje galima surojektuoti ir savo duomenų perdavimo įrenginį. Tam įgyvendinti reikia sudaryti to modulio ir valdymo interfeiso veikimo algoritmą. Algoritmas pateiktas 1 priede.

Realizuoti tokio įrenginio funkcionavimą galima panaudojus mikrokontrolerį su atitinkamomis prievadinėmis mikroschemomis, tuomet gaunamus duomenis galima pavaizduoti šviesos diodų matricoje arba kompiuterio monitoriaus ekrane, o funkcijas atskirais šviesos diodais. Įvesti, redaguoti duomenis pakanka užduodant reikiamus parametrus kompiuteriu.

### 8.2. Programinė komunikacijos modulio dalis

Mikrokontrolerio resursų skaičiuoklė:

Operativinės atminties (RAM) skaičiuotė.

- Laikrodis: savaitės diena (1-7)-3bitai, valandos(0-24)-5bitai, minutės (0-60)-6bitai, sekundės (0-60)-6bitai, papildomas skaitliukas (256)-8bitai / 8bitai = **4baitai**.
- Savaitinis laikmatis: savaitės diena (1-7)-3bitai, valandos(0-24)-5bitai, minutes (0-60)-6bitai, režimų rodiklis (4)-2bitai x (8įvykiai x 7dienes + 1įvikiro rodiklis)/ 8bitai = **114baitai**.
- Darbo režimai: ventiliatoriaus greičiai (3)-3bitai, temperatūra(0-30)-5bitai, (4darbo režimai + 1einamasis režimas + laikinas režimas) / 8bitai = **8baitai**
- 12 sisteminių registrų: 8bitų = **12baitų**
- 10 menu hierarhijos registrų: 8bitų = **10baitų**
- 16 papildomų registrų: 8bitų = **16baitų**

Viso operativines atminties:

**>= 164baitų**

Programinės (pastovios) atminties (ROM) skaičiuotė.

- Sisteminės logikos paprogramė: = **256baitai**
- Pertraukimo aptarnavimo paprogramės: = **128baitai**
- Laikrodžio paprogramė: = **128baitai**
- Menu logikos paprogramės: = **1024baitai**



• Duomenų pavaizdavimo paprogramės:	= 256baitai
• Duomenų mainų paprogramės:	= 256baitai
• Darbo režimų paprogramės:	= 256baitai
• Duomenų lentelių paprogramės:	= 256baitai
Viso programinės atminties:	>= 2,5Kbaitų

Prievadinės mikrokontrolerio bazės skaičiuotė.

• Šviesos diodų matricos ir diodų valdymas: 8segmentai + 6kanalai	= 14išvadų
• Ventiliatoriaus greičio valdymas: 3greičiai	= 3išvadai
• Temperatūros nustatymas: analoginės įtampos arba impulso pločio moduliavimo	= 1išvadas
• Įėjimo signalų nuskaitymas: 4 įėjimo signalai	= 4išvadai
• Duomenų mainų prievadas: I2C, USART, USB prievadas	= 2išvadai
• Įėjimo signalų išvadus galima suderinti su 8segmentų išvadais	= 8išvadai
Viso prievadinių išvadų:	>= 20išvadų

### 8.3. Schemotechninė komunikacijos modulio dalis

Šiuos reikalavimus tenkintų šie Microchip Inc., mikrokontroleriai: PIC16C63, PIC16C66, PIC16C73  
Įėjimo signalų įtampos lygių suderinimui tarp mikrokontrolerio ir valdymo plokštės naudotinas HEF4000 serijos prievadas.

Ventiliatoriaus greičio valdymo signalų įtampos lygių suderinimui tarp mikrokontrolerio ir valdymo plokštės naudotinas HEF4100 serijos prievadas.

Temperatūros lygio įtampai suformuoti naudotinas glotinantis filtras su vienpoliu operaciniu stiprintuvu.

Duomenų pavaizdavimui tiktu 8 segmentų 4 skilčių šviesos diodų matrica.

Funkcijų veikimo pavaizdavimui galima panaudoti 10-16 papildomų šviesos diodų.

Avarijos signalą galima indikuoti garso signalu tam panaudojus piezo elementą.

Šviesos diodų skilčių valdyma galima organizuoti panaudojus 74237 serijos demultipleksorių ir UDN2982 serijos valdiklį.

Šviesos diodų segmentų valdymui naudotinas ULN2800 serijos valdiklis.

Valdiklio, HEF4000, HEF4100 įėjimo pakopos, 74237, ir operacinio stiprintuvo.

maitinimo įtampą +5V galima suformuoti panaudojus 7805 serijos įtampos stabilizatorių.

Valdiklio nepertraukiamam darbui užtikrinti reikalingas didelės talpos kondensatorius arba mažų gabaritų akumuliatorius.

Šviesos diodų maitinimo įtampą +8V galima suformuoti panaudojus 7808 serijos įtampos stabilizatorių.

HEF4100 išėjimo pakopos maitinimo įtampą +12V galima suformuoti panaudojus 7812 serijos įtampos stabilizatorių

Visus signalus pageidautina išvesti ir įvesti per 10 kontaktų jungtį.

8.1 lentelė

#### Apytikslė modulio naudojama galia

Komponento pavadinimas	Įtampa, V	Srovė, mA	Galia, mW
PIC16CXX	5	15	75
HEF4000	5	10	50
HEF4100	5	10	50
LED matrica	3,5	80	280
74237	5	10	50
OS	5	10	50
7805	5	2	10
7808	8	2	16
7812	12	2	24

VISO: 605 mW

Visą įrenginį užmaitinti galima būtų iš valdymo plokštės arba iš atskiro 2W transformatoriaus.

#### 8.4. Ekonominė komunikacijos modulio dalis

Lentelėje 8.2 pateikta apytikslė šio modulio realizavimo kaina.

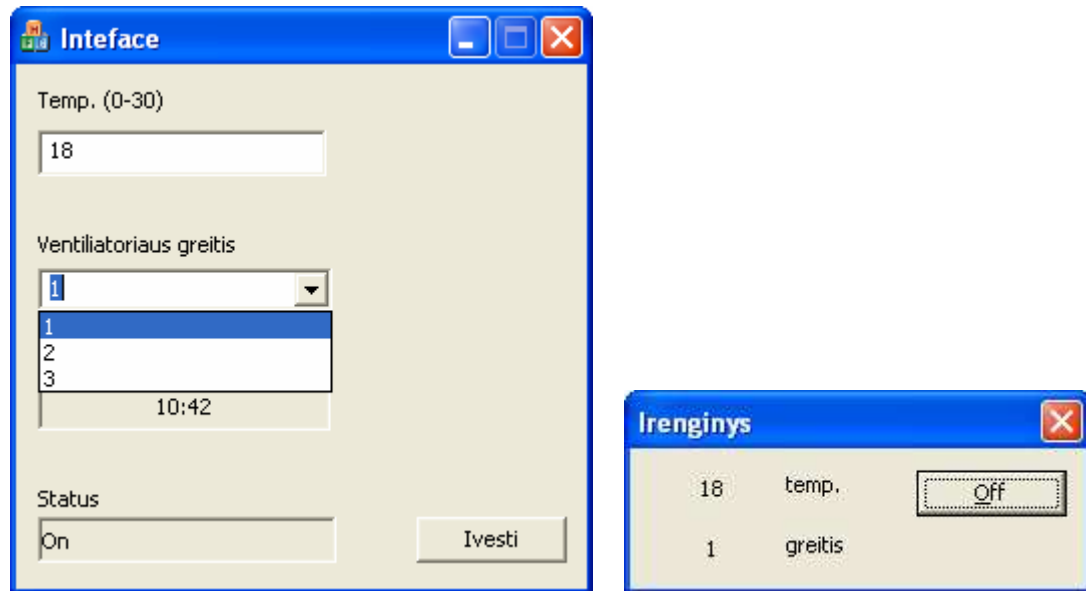
8.2 lentelė

#### Modulio kainos skaičiavimas

Komponento pavadinimas	Kaina, LT/vnt	Kiekis	Kaina, LT
PIC16CXX	25	1	25
HEF4000	5	1	5
HEF4100	5	1	5
LED matrica	10	1	10
74237	5	1	5
OS	5	1	5
7805	2	1	2
7808	2	1	2
7812	4	1	4
UDN2982	10	1	10
ULN2800	5	1	5
Papildomi komponentai	50	1	50

## 8.5. Vartotojo interfeisas valdymo moduliui

Šio modulio valdymui galima sukurti ir panaudoti patį paprasčiausią interfeisą pav.8.1.



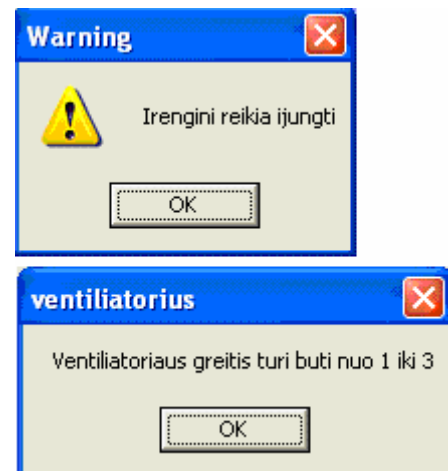
8.1 Modulio valdymo interfeisas

Šis interfeisas leidžia nustatyti keletą pagrindinių ventiliacijos sistemos parametrų: temperatūros nustatymas, vantiliatorių greičių nustatymas, programų vykdymą laike. Po to šią informaciją modulis perduoda į vykdančiuosius įrenginius.

Įvedus duomenis, atsidaro posistemės langas su išspėjimu apie duomenų užsagojimą pav. 8.2, o jei įvedant duomenis buvo suklysta, ar valdomas įrenginys buvo neįjungtas, atsidaro išspėjamasis langas su pasiūlymu išspersti šią problemą pav. 8.3.

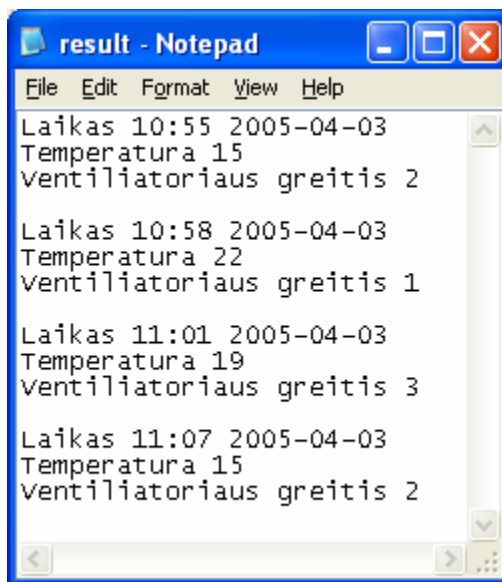


8.2 pav. Duomenų išsagojimo langas



8.3 Išspėjamasis langas

Įvestiniai duomenys yra išsagomi atskirame faile (pav. 8.4), jei yra poreikis stabėti sistemos rezultatus.



8.4 pav. Rezultatų failas

Atsižvelgiant į tai kad tokio įrenginio realizavimas nėra labai brangus, jį galėtų panaudoti tik labai primityvios ventiliacijos sistemos valdymui vietiniame tinkle. Be to šio įrenginio kaina dar išaugtų norint jį realiai išpildyti KNX tinkle, nes šį įrenginį reiktų licenzijuoti kaip reikalauja Konnex Association. Todėl geriausia alternatyva yra pasirinkti vieną iš Siemens valdymo modulių RMU ir RMH (pav.8.5) serijos, kurie skirti būtent klimato kontrolės valdymui ir atitinka visus sudėtingų (daug mazgų apjungiančių) ventiliacijos sistemos valdymo reikalavimų, o taip pat juose jau integruoti BCU ir BIM moduliai, bei galimybė komunikuoti su kitais tinklais.



8.5 pav. RMU ir RMH moduliai

RMH serijos moduliai skirti pastatų šildymo įrangos valdymui. Šie moduliai turi 30 įėjimų ir 17 išėjimų signalų portų. Naudojamas šildymo grandinių valdymui. RMH yra integruotas laikmatis,

kuris laidžia vartotojui užprogramuoti reikiamą programų ciklą, pasirenkant laiko tarpą nuo kelių sekundžių iki kelių metų. Kiekvienai valdomai grandinei galima suteikti skirtingus darbo režimus:

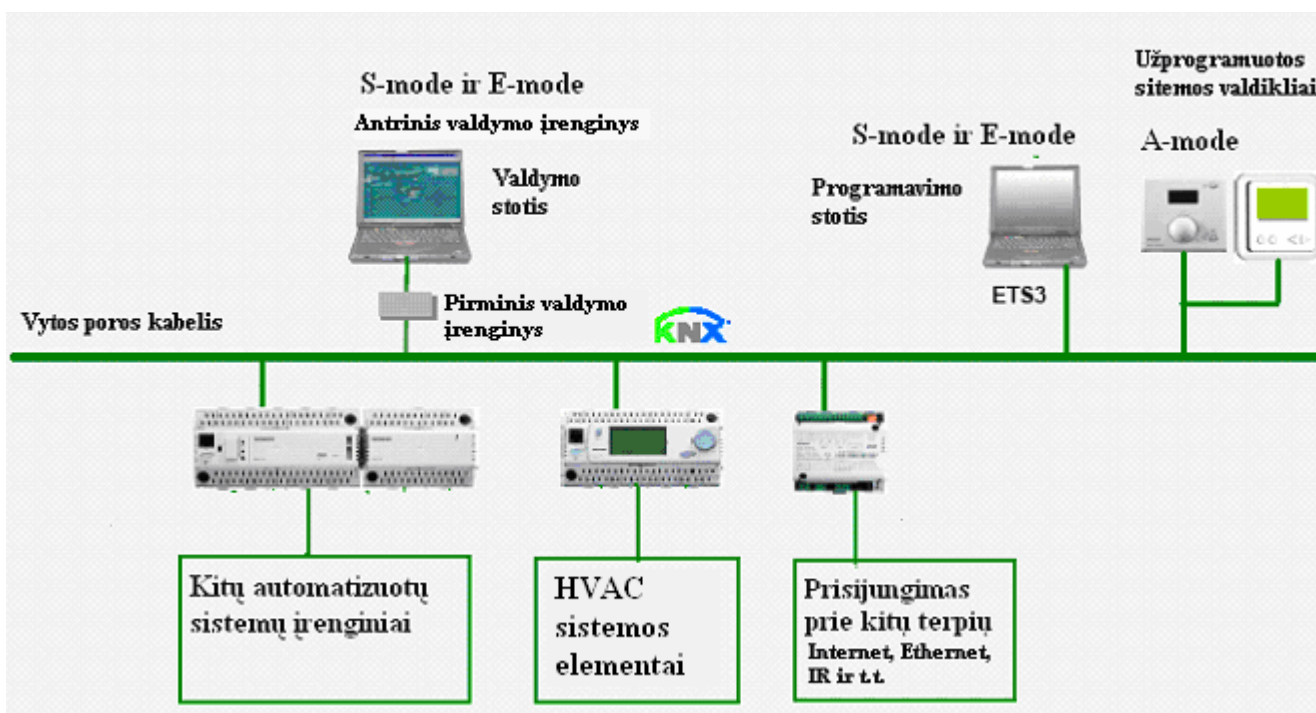
- *Auto* - kai pats kontrolieris valdo sistemos darbą priklausomai nuo standartinio programų vykdymo paketo ideigtame pačiam RMH.
- *Comfort* – kai vykdomi vartotojo nustatymai.
- *Precomfor(stand by)* – laukimo (budintis) režimas, iki vartotojas pakeis režimą.
- *Economy* – kai priklausomai nuo visų tinkle veikiančių įrenginių būsenos ir taupumo programos paketo idiegtame pačiam RMH.
- *Protection* – apsaugos, kai tinkle atsiranda gedimų.

RMU – universalus modulis pritaikytas tiek absoliučiai visam pastato (HVAC) klimato kontrolės valdymui tiek kitų įrenginių valdymui.

Jis turi 18 signalų įėjimo ir 7 signalų išėjimo portus.

## 9. STRUKTŪRINIS KNX TINKLO, PASTATŲ KLIMATO KONTROLĖS AUTOMATIZAVIMO SISTEMAI, MODELIS

Išanalizavęs automatizavimo tinklo klimato kontrolei keliamus reikalavimus, galimas tinklo topologijas, tinklo terpes, jų užvaldos metodus, efektyviausią tinklo protokolą KNX, sudariau alternatyvią automatizuoto tinklo struktūrinę schemą remiantis visais trim KNX tinklo valdymo mechanizmais ir anksčiau atliktais topologijų, tinklo užvaldos metodų ir terpių analizių rezultatais (pav. 9.1).



9.1 pav. Automatizuoto tinklo KNX struktūra.

Sistemos pagrindine terpe pasirinkau TP vytos poros kabelį. TP atitinka visus reikalavimus šio tinklo organizavimui. Visi tinklo įrenginiai taip pat prie sistemos prijungti vytos poros kabeliu, nes šios terpės techninių parametru pilnai užtenka (žr. 4.4.1 skyrių).

Tinkle turėtų būti realizuoti du valdymo įrenginiai, pirminis ir antrinis. Toks sprendimas buvo priimtas siekiant užtikrinti neperstojamą sistemos darbą sugedus vienam iš įrenginių.

Tinklas gali būti valdomas visais trim 7 skyriuje aprašytais metodais („S-mode“ pilnas vartotojo apmokymas, „E-mode“ dalinis vartotojo apmokymas, „A-mode“ visi įrenginiai užprogramuoti ir vartotojo apmokymas nereikalingas). Tiesa, iš ekonominės pusės žiūrint, valdymo

stotį ir programavimo stotį pilnai galima realizuoti viename įrenginyje. Valdymas ir programavimas vykdomas ETS3 programine įranga, kuri skirta visoms Windows operacinėms sistemoms.

Šiame tinkle turi būti nemažiau nei du duomenų komunikacijos moduliai, kuriuose įrengta BCU arba BIM (prisijungimo prie tinklo moduliai). Vienas iš jų turi būti panaudotas tinklo komunikacijai su kitais tinklais, kas duoda galimybę pastato sistemą valdyti per atstumą, antrasis – pastate esančių įrenginių valdymui.

Panaudojant IR terpę galima valdyti kitus pastate esančius prietaisus, oro kondicionierius, oro užuolaidas, mobilius šildytuvus ir kt.

### **9.1. Ekonominis KNX tinklo idiegimo įvertinimas**

Standartiniame 2-jų kambarių 50 kvadratinį metrų bute norint pilnai ideigti parastą klimato kontrolės sistemą reikia:

1. Ventiliacijos sistemos mazgo (OTA žr. 1.3 skyrių) kurio kaina 1950Lt;
2. Fasoninių sistemos dalių (ortakių, alkūnių, ir kt.) benrda kaina 400Lt;
3. Valdiklių (neskaitant kompiuterio) ir tinklo prieigos modulių kaina 2500Lt;
4. Vytos poros kabelis 1metro kaina 0,98 Lt reiktų apie 30metrų 300Lt;
5. Instaliavimas ir sistemos suderinimas 1200Lt;
6. Papildomos išlaidos 200Lt;

Viso: 6550Lt.

Tokiam pat bute įrengti klimato kontrolės sistemą su šilumos atidavimu t.y. instaliuojant rekuperatorių reikia:

1. Ventiliacijos sistemos mazgo (RIS260 žr. 1.3 skyrių) kurio kaina 2480Lt;
2. Fasoninių sistemos dalių (ortakių, alkūnių, ir kt.) benrda kaina 800Lt;
3. Valdiklių (neskaitant kompiuterio) ir tinklo prieigos modulių kaina 2800Lt;
4. Vytos poros kabelis 1metro kaina 0,98 Lt reiktų apie 30metrų 300Lt;
5. Instaliavimas ir sistemos suderinimas 1200Lt;
6. Papildomos išlaidos 200Lt;

Viso: 7780Lt.

Taigi iš gautų paskaičiavimų galime spręsti, kad idiegti klimato kontrolės automatizuotai sistemai reikia skirti nuo 150 iki 200 litų vienam kvadratiniam metrui.

## IŠVADOS

Pastatų automatizavimo tinklų analizės metu nustatyta, kad pastatų automatizavimo sistemų kūrimas ir tobulinimas darosi vis populiariesne inžinerijos šaka. Alternatyvios šių sistemų tobulinimo kryptys skiriasi priklausomai nuo kintančių vartotojų poreikių.

Geriausiai šiam projektui tiktų kombinuota tinklo topologija, kuri suteikia galimybę suprojektuoti daug lankstesnį automatizavimo tinklą.

Atliktos tinklo terpių analizės metu nustatyta, kad pastatų automatizavime tinkamiausia naudojimui yra vytos poros terpė, bet tam pačiam tinkle galima realizuoti ir kitas terpes priklausomai nuo projekto keliamų reikalavimų.

Atliktos tinklo terpės užvaldos metodų analizės metu nustatyta, kad geriausiai pagal keliamus reikalavimus tinka CSMA terpės užvaldos metodas, kuriame veikiantys įrenginiai turi galimybę perdavinėti duomenis, priklausomai nuo jų pačių „noro“ ir nuo to, ar perdavimo terpė yra laisva. Tai yra patikimiausias atskiro įrenginio gedimo poveikio visos sistemos darbui požiūriu metodas.

Populiariausių šiandienai protokolų analizės metu nustatyta, kad efektyviausias yra KNX tinklas, klimato kontrolės tinklų valdymo realizavimui. Jis pilnai realizuojamas su anksčiau minėtų analizių rezultatais.

Sukurtas klimato valdymo sistemos algoritmas, atlikti skaičiavimai šio algoritmo, kaip įrenginio, realizavimui bei sukurtas interfeisas paprastos klimato valdymo sistemos kontrolei.

Darbe aptarti, išanalizuoti ir pasiūlyti pritaikymui rinkoje populiarių įrenginių, skirtų pastatų automatizavimui, modeliai. Sukurtas struktūrinis KNX tinklo, pastatų klimato kontrolės automatizavimo sistemai, modelis. Atlikti bendri ekonominiai skaičiavimai paprastos ir sudėtingos ventiliacijos sistemų automatizavimui ir gauta išvada, kad norint automatizuoti klimato kontrolę bute, reikia papildomai investuoti nuo 150 iki 200Lt kiekvienam būsto kvadratiniam metrui.



## LITERATŪRA

1. 1. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – Питер, 2000. – 672 с.
2. Eidukas D., Valinevičius A., Kilius Š., Žilys M. Nuotolinis pastato sistemų valdymas // Elektronika ir elektrotechnika. ISSN 1392 – 1215. –Kaunas: Technologija, 2003. – Nr.6(48). – P38 – 41.
3. Ethernet Networks: Design, Implementation, Operation, Management. Gilbert Held , 2003. John Wiley & Sons, Ltd.
4. Stamper D. *Local area networks*, Prentice-Hall, 2000
5. <http://www.echelon.com>
6. <http://www.batibus.com>
7. <http://www.eiba.org>
8. <http://www.elektronika.lt>
9. <http://www.casadomo.com>
10. <http://www.eweek.com>
11. <http://www.domotics.com>
12. <http://www.eci.siemens.com>
13. <http://www.freescale.com>
14. <http://www.hometoys.com>
15. <http://networking.ittoolbox.com/rd.asp>
16. <http://www.ik.ku.lt/lt-lessons.php>
17. <http://www.konnex.org>
18. [http://www.practicallynetworked.com/networking/mmr\\_netwk\\_setup.htm](http://www.practicallynetworked.com/networking/mmr_netwk_setup.htm)
19. <http://www.salda.lt>
20. <http://simplythebest.net/info/netwinf.html>
21. <http://www.x-10.org>

1 Priedas

Komunikacijos modulio algoritmas

