

POLITEHNIKA NOVA GORICA

Poslovno-tehniška šola

Diplomska naloga

***ZASNOVA PROJEKTA
RAČUNALNIŠKEGA VODENJA
STAVBE***

Janko Vončina

Mentor: **prof. dr. Juš Kocijan**

Nova Gorica, oktober 2005

ZAHVALA

Zahvala gre predvsem prof. dr. Jušu Kocjanu, ki mi je kot mentor nudil strokovno pomoč, nasvete in ideje v zvezi s tematiko diplomske naloge in za zelo hitre povratne informacije preko elektronske pošte.

Zahvaljujem se tudi podjetju GOAP d. o. o. za izkazano pomoč in nasvete v zvezi z diplomsko nalogo.

IZVLEČEK

Naloga je zasnovana kot nekakšen vzorčni primer, ki nas vodi skozi načrtovanje zasnove projekta računalniškega vodenja stavbe. V uvodnem delu naloge prikažemo, kaj je to »inteligentna stavba« in kakšne prednosti vse zajema takšen tip stavbe. V nadaljevanju se osredotočimo na samo opisovanje obstoječih sistemov, ki jih stavba zajema in določanje ciljev in zahtev, ki naj bi jih izpolnili z računalniškim vodenjem. Sledi izdelava nekaterih ključnih elementov zasnove projekta za izgradnjo sistema za vodenje in nadzor. Tehničnemu delu naloge sledi ekonomski del. V ekonomskem delu smo skušali prikazati, zakaj naj bi se odločili za uvajanje računalniško podprtih sistemov za vodenje stavbe. Delo zaključuje ocena posrednih in neposrednih prihrankov in sam izračun vračilne dobe naložbe.

KLJUČNE BESEDE

CNS sistem, SCADA, inteligentna stavba, inteligentna hiša, računalniško vodenje, posredni prihranki, neposredni prihranki

ABSTRACT

The diploma thesis is schemed as an example that leads through the evaluation of the planning of the computer aided building operation. In the first part it is shown what the »intelligent building« is and what are the advantages of such a building. Then the diploma thesis focuses on the description of the existing systems in the building and the determination of the scopes and requests that are to be achieved with the computer aided operation. After that follows the preparation of some basic elements of the outline scheme for the assembly of the system for operating and monitoring. After the technology description in the diploma thesis follows the economic part. In the economic part it is shown why we should decide for the introduction of the computer aided systems for the operation of a building. And finally follows the estimation of the indirect and the direct savings and the calculation of the time for the restitution of the costs of the investment.

KEY WORDS

CNS system, SCADA, intelligent building, intelligent house, computer aided operation, indirect savings, direct savings

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
2 INTELIGENTNA STAVBA	4
2.1 Kaj je to »inteligentna stavba«?	4
3 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA VZORČNE STAVBE	6
3.1 Sistemi, ki jih stavba zajema	6
3.2 Sistemi, predvideni za računalniško vodenje in njihov obstoječi opis	6
4 SISTEM RAČUNALNIŠKEGA VODENJA	9
4.1 Opredelitev zahtev vodenja	9
4.2 Opredelitev zahtev vodenja za izbrane sisteme	9
4.3 Novo stanje sistemov in potrebni gradniki	11
4.4 Izbira strojne opreme za računalniško vodenje.....	14
4.5 Projektiranje centralno nadzornega sistema	17
5 EKONOMSKO VREDNOTENJE	21
5.1 Naložba	21
5.2 Izračun podatkov za ovrednotenje neposrednih prihrankov	24
5.3 Ekonomska ocena neposrednih prihrankov	27
5.4 Ekonomska ocena posrednih prihrankov	31
5.5 Izračun vračilne dobe naložbe	36
6 SKLEP	41
7 LITERATURA	43
Priloga 1: Shema postavitve naprav po prostoru in njihovo označevanje	b
Priloga 2: Pomen označevanja naprav po prostorih	d

KAZALO SLIK

Slika 1: Načrt stavbe podjetja GOAP d. o. o	2
Slika 2: Priklopna shema LRC-1 sistema	15
Slika 3: Računalniška slika baze podatkov	17
Slika 4: LON mreže	20
Slika 5: Del sheme LON mreže	20
Slika 6: Graf vračanja stroškov za posredne in neposredne prihranke	38

KAZALO TABEL

Tabela 1: Konfiguracijska tabela, ki smo jo uporabili pri konfiguraciji LPC-1 krmilnikov.....	16
Tabela 2: Naložba »inteligentna stavba«.....	22
Tabela 3: Naložba stavbe brez vgrajenega računalniškega vodenja.....	23
Tabela 4: Naložba na kvadratni meter »inteligentna stavba«.....	24
Tabela 5: Povprečna poraba električne energije.....	24
Tabela 6: Poraba plinskega olja po letih.....	25
Tabela 7: Povprečna poraba plinskega olja.....	25
Tabela 8: Poraba električne energije – razsvetljava.....	25
Tabela 9: Poraba električne energije – računalniki.....	26
Tabela 10: Poraba električne energije – ogrevanje (ventilatorski konvektorji).....	26
Tabela 11: Poraba električne energije – hlajenje.....	26
Tabela 12: Skupna poraba električne energije.....	26
Tabela 13: Ogrevanje: 50 % prihranek el. energije /leto.....	27
Tabela 14: Ogrevanje: 25 % prihranek el. energije /leto.....	27
Tabela 15: Ogrevanje: 50 % prihranek kurilnega olja/leto.....	28
Tabela 16: Ogrevanje: 25 % prihranek kurilnega olja/leto.....	28
Tabela 17: Razsvetljava: 25 % prihranek el. energije/leto.....	28
Tabela 18: Razsvetljava: 10 % prihranek el. energije/leto.....	28
Tabela 19: Največji neposredni prihranek [SIT/leto].....	29
Tabela 20: Najmanjši neposredni prihranek [SIT/leto].....	29
Tabela 21: Največji neposredni prihranek na kvadratni meter.....	29
Tabela 22: Najmanjši neposredni prihranek na kvadratni meter.....	29
Tabela 23: Najkrajša vračilna doba naložbe.....	30
Tabela 24: Najdaljša vračilna doba naložbe.....	30
Tabela 25: Največji prihranek pri možnosti daljinskega pregleda.....	32
Tabela 26: Najmanjši prihranek pri možnosti daljinskega pregleda.....	32
Tabela 27: Odprava napak brez sistema CNS.....	33
Tabela 28: Odprava napak s sistemom CNS.....	33
Tabela 29: Največji prihranki z uvedbo nadzora nad prisotnostjo zaposlenih.....	34
Tabela 30: Najmanjši prihranki z uvedbo nadzora nad prisotnostjo zaposlenih.....	34
Tabela 31: Največji strošek vzdrževalnih ur na leto.....	35
Tabela 32: Najmanjši strošek vzdrževalnih ur na leto.....	35

Tabela 33: Najdaljši mrtvi čas zaposlenih	35
Tabela 34: Najkrajši mrtvi čas zaposlenih	35
Tabela 35: Največji posredni prihranek	36
Tabela 36: Najmanjši posredni prihranek	36
Tabela 37: Najdaljša vračilna doba naložbe	36
Tabela 38: Najkrajša vračilna doba naložbe	36
Tabela 39: Izračun ISP	40

1 UVOD

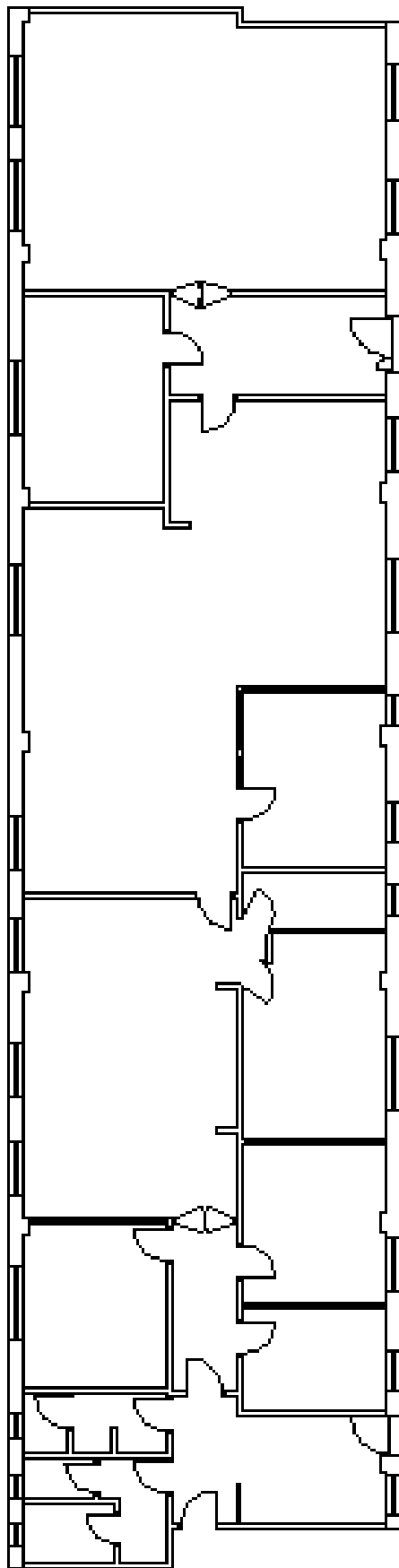
Uvajanje računalniško podprtih sistemov za vodenje in nadzor sistemov, procesov in naprav je eden od bistvenih elementov, ki pripomorejo k enostavnejšemu vodenju ter časovnim in finančnim prihrankom. Izkušnje na tem področju pa kažejo, da gre za precej zahtevno problematiko. Strokovnjaki so si namreč edini, da napačen pristop k razvoju sistemov vodi v povečanje stroškov izgradnje in delovanja, podaljšanje trajanja projekta ali pa celo do popolnoma neustreznega delovanja zgrajenega sistema. Te probleme je mogoče v veliki meri odpraviti, če se pri načrtovanju držimo principa življenjskega cikla sistema ter predvsem pravilno izvedemo začetne faze, ki zajemajo definicijo zahtev s strani naročnika in specifikacije bodočega sistema za vodenje.

Namen naloge je na čimbolj enostaven način prikazati zasnovo projekta računalniškega vodenja stavbe tistemu delu ljudi, ki niso strokovnjaki iz ekonomskega in tehničnega področja. Zasnovana je kot nekakšen vzorčni primer, ki nas vodi skozi vrednotenje načrtovanja računalniškega vodenja zgradbe. Narejena je na konkretnem primeru stavbe podjetja GOAP d. o. o. iz Nove Gorice (slika 1).

Cilj naloge je prikaz zasnove projekta računalniškega vodenja stavbe ter ocena velikosti posrednih in neposrednih prihrankov, ki jih bo prinesla uveljavitev računalniškega vodenja v stavbo.

Da smo prišli do zelenih ciljev, smo morali nalogo razdeliti na dva dela, in sicer na tehnični in ekonomski del. V tehničnem delu bomo prikazali, kaj vse bi potrebovali za takšen projekt. V ekonomskem delu pa bomo ocenili velikost naložbe, velikost prihrankov in vračilno dobo naložbe.

Pri sami nalogi smo upoštevali, da bomo opravljali računalniško vodenje na obstoječem stanju stavbe in na že obstoječih sistemih. Nivo vodenja bo temu primerna, saj smo sisteme opremili z vodenjem le do stopnje, ki so jo dovoljevali vgrajeni sistemi. Kljub tej omejitvi, pa je pristop k vodenju splošen in uporaben splošno.



Slika 1: Načrt stavbe podjetja GOAP d. o. o

Nalogo sestavlja sedem poglavij. V uvodnem poglavju bomo predstavili namen in cilje naloge. V drugem poglavju bomo povzeli, kaj je to »inteligentna stavba«, kaj vse zajema in vzroke, kateri nas pripeljejo do uvedbe računalniškega vodenja.

V tretjem poglavju bomo najprej našli sisteme, ki jih stavba podjetja GOAP zajema. Temu bo sledil izbor sistemov, ki jih bomo računalniško vodili in njihov podrobnejši opis. Navedli bomo tudi obstoječe delovanje sistemov. Četrto poglavje bo prikazovalo opredelitev zahtev vodenja za izbrane sisteme. To je podlaga za definiranje novega stanja sistemov. Sledilo bo podpoglavje, kjer je opisana izbira strojne opreme, ki jo bomo potrebovali za računalniško vodenje ter podpoglavje kjer bo obdelano projektiranje centralno nadzornega sistema.

V petem poglavju se bomo posvetili predvsem ekonomskemu ovrednotenju projekta. Najprej bomo izračunali velikost naložbe. Nato sledi izračun podatkov za ovrednotenje neposrednih prihrankov in sam izračun neposrednih prihrankov. Da dobimo celotno sliko, koliko lahko prihranimo, bomo dodali še ekonomsko oceno posrednih prihrankov. Končni izračun pa bo vračilna doba naložbe, kjer bomo ob upoštevanju različnih tipov prihrankov prišli do različnih velikosti vračilnih dob naložbe.

V zaključku bomo povzeli cilje, ki smo jih dosegli z uvedbo računalniškega vodenja.

2 INTELIGENTNA STAVBA

2.1 Kaj je to »inteligentna stavba«?

V zadnjem času je opazen trend integriranja posameznih delov hišne avtomatike v enovit sistem. Prej ločeni sistemi, kot so ogrevanje, razsvetljava, klimatizacija, požarna varnost, upravljanje žaluzij in senčil, alarmiranje in multimedija, se integrirajo v celosten sistem, za katerega se večkrat uporablja izraz »inteligentna stavba«.

Z uporabo centralno nadzornega sistema (CNS) in orodja za nadzor in vodenje procesov (ang. Supervisory Control and Data Acquisition Systems – SCADA), ki je naloženo na centralno nadzornem računalniku, dobimo možnost, da lahko vse naše sisteme spremljamo ter nadzorujemo iz enega mesta.

Izrazi kot so »inteligenten sistem«, »inteligentna hiša«, »inteligentna stavba« se dandanes pogosto uporabljajo, zato je potrebno poudariti, da izraz »inteligenten« označuje strokovni termin, ki se je uveljavil predvsem na področju računalniškega vodenja objektov. Z izrazom »inteligentna hiša« se torej označuje zgradbo, ki ima povezane manjše podsisteme, in ki vsebuje dodatne funkcije za izboljšanje kvalitete bivanja. Izraz »inteligenten« tako nima nič skupnega z običajno razumljivimi višjimi oblikami inteligence, saj je večina »inteligence« v zgradbah izvedena le programsko, z odločitvenimi stavki in regulatorji. V zadnjem času se za tako zasnovane hiše pojavljajo tudi izrazi kot so pametna hiša, multimedialna hiša, internetna zgradba in podobni.

Vzrokov za računalniško vodenje je več, za uporabnika pa sta najpomembnejši prihranek energije in izboljšanje bivalnega okolja. Iz ekonomskega stališča je najbolj gospodarno, če se taki sistemi vgradijo že ob sami gradnji. Tehnično gre pri vseh sistemih za enote, ki so med seboj povezane z različnimi oblikami komunikacije. Vsaka enota nato upravlja sisteme v določenem prostoru (npr. ena soba) ali pa enega

izmed sistemov (npr. alarmiranje). Možnosti vključevanja naprav v »inteligentni hišni sistem« so praktično neomejene.¹

¹ Pridobljeno iz svetovnega spleta (http://164.8.231.2/izobrazevanje/Svet_elektronike/Persin.pdf) na dan 2. 7. 2004.

3 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA VZORČNE STAVBE

V zasnovi projekta bomo kot vzorec stavbe, ki jo bomo obdelali, uporabili stavbo podjetja GOAP d. o. o (slika 1).

Stavba podjetja GOAP d. o. o. (slika 1) obsega približno 360 kvadratnih metrov, je podolgovate oblike in enoetažna. Razdeljena je na 16 prostorov. Grajena je iz opeke, ima lesena okna z dvojno zasteklitvijo in leseno konstrukcijo strehe. Kot kritina je uporabljena valovitka.

3.1 Sistemi, ki jih stavba zajema

Sisteme smo določili tako, da smo skupaj združili skupine naprav, ki opravljajo enako nalogo.

V stavbi imamo:

- sistem razsvetljave,
- sistem gretja,
- sistem kurilnica,
- sistem hlajenja,
- sistem varnosti (alarm, požarni sistem, sistem prehodov),
- sistem tople vode.

3.2 Sistemi, predvideni za računalniško vodenje in njihov obstoječi opis

Sistem razsvetljave, sistem gretja in sistem kurilnica bodo računalniško vodeni v celoti. Sistem hlajenja in sistem varnosti pa bomo računalniško vodili le, kolikor bo to mogoče.

Za uvedbo računalniškega vodenja pri sistemu tople vode se nismo odločili zaradi prevelikih ekonomskih stroškov, pogojenih s spremembami, ki bi s tem nastale.

Oglejmo si, kako so sestavljeni posamezni sistemi pred vpeljavo računalniškega vodenja.

Sistem razsvetljave

Obstoječe stanje sistema razsvetljave zajema:

- 79 fluorescenčnih luči s podolgovatimi žarnicami modela (ISSIP/DK 4X18W),
- 31 fluorescenčnih luči modela (Basic 4170),
- 39 preklopnih stikal, s katerimi se vklaplja in izklaplja luči v sistemu.

Luči z vzdolžnim rastrom so enakomerno razporejene po prostorih, medtem ko so luči s paraboličnim rastrom namenjene prehodom. Sistem vodenja deluje na dvopoložajnem principu (ON/OFF).

Sistem gretja

Obstoječe stanje sistema gretja zajema:

- 21 ventilatorskih konvektorjev (ang. Fan Coil),
- 21 elektromotornih dvopoložajnih ventilov,
- 12 sobnih termostatov.

V prostoru je, glede na njegovo velikost, sorazmerno nameščeno določeno število konvektorjev in določeno število sobnih termostatov. Sistem deluje tako, da lahko ročno nastavljamo želeno temperaturo po posameznih prostorih. Želeno temperaturo v prostoru nastavimo na sobnem termostatu, ki odpira in zapira elektromotorni ON/OFF ventil na konvektorju.

Sistem kurilnica

Obstoječe stanje sistema kurilnica zajema:

- kotel,
- gorilnik,
- rezervoar goriva,
- dve črpalki,
- temperaturno tipalo vode na odvodu,
- temperaturno tipalo kotla,
- varnostno stikalo,
- termostat.

Sistem deluje tako, da temperaturno tipalo kotla zazna prenizko temperaturo vode v kotlu in nato posreduje signal za vklop gorilnika v kotlu. Temperaturno tipalo vode na odvodu pa daje potrebne signale za vodenje črpalk.

Sistem hlajenja

Obstoječe stanje sistema hlajenja zajema:

- 6 klima naprav.

Sistem deluje lahko povsem samostojno, tako da nastavimo želeno temperaturo. Naprava vsebuje določena temperaturna tipala, ki merijo dejansko temperaturo v prostoru. Ko je ta temperatura enaka nastavljeni, naprava preneha delovati.

Sistem varnosti

Obstoječi sistem varnosti zajema:

- alarmno napravo,
- požarni sistem (gasilne aparate, hidrantne omare).

Naprave v tem sistemu lahko delujejo povsem samostojno.

4 SISTEM RAČUNALNIŠKEGA VODENJA

4.1 Opredelitev zahtev vodenja

Da bi bilo računalniško vodenje stavbe uporabniku prijaznejše in popolnejše, bomo z uporabo centralno nadzornega sistema (CNS) in programskega orodja SCADA prikazovali na nadzornem računalniku delovanje vseh sistemov. CNS in orodje SCADA bosta omogočila tudi nadziranje in nastavljanje delovanja posameznih sistemov iz enega mesta.

4.2 Opredelitev zahtev vodenja za izbrane sisteme

»Za uspešno opravljeno vodenje na določenih sistemih smo najprej določili cilje sistemov, ki jih bomo vodili. V ciljih smo predpostavili, kako naj bi sistem deloval in samo tehnično rešitev vodenja. Ta del je pri projektiranju zelo pomemben, saj le z dobro zastavljenimi cilji lahko pridemo čim hitreje in čim ceneje do najustreznejših ciljev.«²

Sistem razsvetljave

Pri opravljanju pisarniških opravil je zelo pomembna ustrezna osvetljenost prostorov. Zato smo pri računalniškem vodenju sistema izbrali kot cilje delovanja naslednjo možnost: sistem naj bi omogočal konstantno vzdrževanje jakosti osvetlitve z možnostjo, da lahko vsak posameznik v svojem prostoru nastavlja osvetljenost po svoji želji, deloval pa naj bi tudi varčneje.

Sistem gretja

K večjemu udobju zaposlenih pripomore tudi primerna temperatura delovnih prostorov. Zato smo pri računalniškem vodenju sistema izbrali naslednje možnosti delovanj: sistem naj bi omogočal natančno regulacijo ter vzdrževanje najprimernejše temperature v prostorih. Deloval pa naj bi tudi varčno, se pravi delovanje samo ob določenih pogojih: npr. v primeru, ko bo pisarna zasedena, sistem pa bo deloval lahko tudi po urnikih itd.

² Stanko Strmčnik skupaj s 26 soavtorji, *Celostni pristop k računalniškemu vodenju procesov* (Ljubljana: Založba FE in FRI, 1998).

Sistem kurilnica

Delovanje samega sistema naj se ne bi bistveno spremenilo. Sistemu bi dodali samo določena stikala in tipala, ki bi omogočala delovanje samega sistema s čim boljšim izkoristkom in večjim nadzor nad njim.

Sistem hlajenja

Sistem hlajenja deluje kot enota zase, zato bo sistem dodatno opremljen, da bomo lahko nadzirali njegovo delovanje iz nadzornega računalnika.

Sistem varnosti

Cilji sistema so nadziranje stavbe in zaposlenih v njej. Alarmna naprava deluje kot enota zase, zato bomo njeno delovanje samo nadzirali preko nadzornega sistema. Kar se tiče požarnega sistema, pa želimo na nadzornem sistemu nadzirati prisotnost gasilnih aparatov na točno določenih mestih ter stanje vrat hidrantne omare. Sistem naj bi omogočal nadzor vstopa tako v samo stavbo kot tudi na dvorišče pred njo z uporabo kartic. Nezaposleni pa bi imeli dostop do stavbe samo preko domofona.

4.3 Novo stanje sistemov in potrebni gradniki

Za računalniško vodenje določenih sistemov bomo potrebovali določene nove elemente v sami zgradbi sistema. Zato se bodo nekateri gradniki sistema spremenili, nekatere pa bomo samo dodali.

Sistem razsvetljave

Novo stanje sistema razsvetljave zajema:

- 75 fluorescenčnih luči s podolgovatimi žarnicami modela (Intra lighting/Quadro BP 4x18W EB),
- 4 fluorescenčnih luči s podolgovatimi žarnicami modela (ISSIP/DK 4X18W),
- 31 fluorescenčnih luči modela (Intra lighting/Basic 4170),
- 39 tipk,
- 23 analognih senzorjev svetlobe.

Novo stanje sistema razsvetljave zajema nove fluorescenčne luči, ki imajo vgrajeno elektronsko dušilko. Dušilka omogoča nastavljanje jakosti osvetlitve. Samo jakost osvetlitve pa bomo merili z analognimi senzorji osvetljenosti, kateri nam bodo vzdrževali nastavljeno jakost. V novem sistemu bomo namesto navadnih preklopnih stikal uporabljali tipke, s katerimi se vklaplja in izklaplja luči ter nastavlja želeno osvetlitev. Novo delovanje sistema naj bi bilo tudi varčnejše, saj npr. bi nam sistem omogočal, da nebi prišlo do tega, da bi luči gorele ponoči, ko nebi bilo nobenega v stavbi.

Sistem gretja

Novo stanje sistema gretja zajema:

- 21 ventilatorskih konvektorjev (ang. Fan Coil),
- 21 elektromagnetnih ventilov,
- 19 sobnih termostatov ,
- 18 detekcijskih stikal.

Delovanje samega sistema v principu ostane enako, le regulacijo smo izboljšali z večjim številom termostatov ter uporabo detekcijskih stikal, ki so nameščena na oknih (odprtost/zaprta oken). Novo delovanje sistema naj bi bilo tudi varčnejše. To pa bi dosegli tako, da bi imeli urnik, kdaj lahko naprave delujejo v polnem režimu (7–19h) in kdaj v varčnejšem režimu (19–7h). Pogoj za delovanje bi bila tudi zaprta okna, oseba pa naj bi bila na delovnem mestu.

Sistem kurilnica

Novo stanje sistema kurilnica zajema:

- kotel,
- gorilnik,
- rezervoar goriva,
- nivojsko stikalo,
- dve črpalki,
- temperaturno tipalo vode na odvodu,
- temperaturno tipalo vode na dovodu,
- temperaturno tipalo kotla,
- tlačno stikalo,
- varnostno stikalo,
- stikala za preklon ročno/avtomatsko.

Samo delovanje kurilnice bo v osnovi delovanja ostalo enako, s to prednostjo, da bomo lahko na nadzornem sistemu spremljali delovanje posameznih naprav v kurilnici (npr. delovanje črpalk, delovanje kotla, delovanje gorilnika, nivo goriva).

Sistem hlajenja

Sistem hlajenja ostaja popolnoma enak, tudi delovanje se ne bo spremenilo. Kar bomo pri tem sistemu naredili je, da bomo klima naprave nadzirali in opazovali njihovo delovanje na nadzornem sistemu. S tem, ko bomo napravo povezali na nadzorni sistem, bomo lahko vplivali na njeno delovanje (vklop naprave/izklop naprave) To potrebujemo, če želimo npr., da naprave delujejo po urniku. Lahko pa

bomo opazovali njeno delovanje (naprava deluje/naprava v napaki), katero nam bo na nadzornem računalniku signaliziralo alarm.

Sistem varnosti

Novo stanje sistema varnosti zajema:

- alarmno napravo,
- požarni sistem (gasilne aparate, hidrantne omare),
- detekcijska stikala,
- brezkontaktne čitalnike,
- avtomatsko odpiranje vrat na dvorišču,
- domofon,
- avtomatske ključavnice.

S sistemom varnosti smo želeli doseči čim večjo varnost samega objekta in nadzor nad zaposlenimi.

Stranka ne bo mogla priti na dvorišče brez prijave pred vhodnimi vrati, ki vodijo na dvorišče. Ravno tako velja za zaposlene, le da bodo zaposleni imeli kartice, s katerimi bodo preko kartičnega čitalnika potrdili svojo identiteto in tako imeli vstop na dvorišče kot tudi v stavbo.

Kar se tiče požarnega sistema, smo se odločili, da bi bilo razumno nadzirati prisotnost gasilnih aparatov na točno določenih mestih in stanje vrat hidrantnih omar (odprtost/zaprtoost).

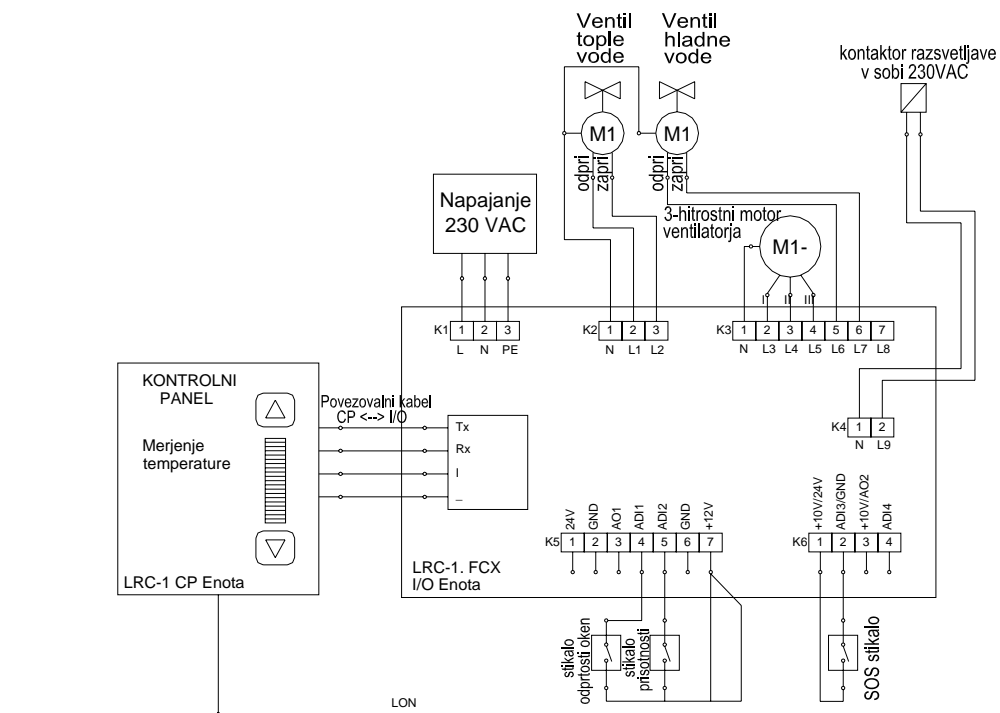
4.4 Izbira strojne opreme za računalniško vodenje

Ker opravljamo računalniško vodenje na primeru stavbe podjetja GOAP d. o. o., in ker ima podjetje svoje krmilnike, smo za izvedbo računalniškega vodenja izbrali njihove krmilnike in sicer LONGO PROGRAMABILNI KRMILNIK in LONGO SOBNI KRMILNIK.

Sistem LONGO PROGRAMABILNI KRMILNIK (ang. Longo programmable controller LPC-1) je prosto programabilni krmilnik. Sestavljen je iz LPC-1 MC1 krmilnika in različnih LPC-1 vhodno/izhodnih modulov. Moduli so lahko digitalni, analogni, komunikacijski ali drugi. Največje število modulov je lahko osem, lahko pa je število modulov tudi manjše, odvisno od tega, katere module uporabimo. Število modulov ter njihov vrstni red je razviden iz postavitvene tabele (ang. Configuration table), (tabela 1). Krmilniki lahko delujejo kot samostojni sistemi, lahko pa so povezani v mrežo in nadzorne sisteme z LONWORKS vodilom (glej LON-Nutzer-Organisation 2002). Modularni koncept omogoča, da je LPC-1 sistem primeren za univerzalno uporabo in omogoča poceni rešitve za katerikoli sistem avtomatizacije. Sistem LPC-1 deluje kot odprt programljivi krmilnik, kot je določeno z aplikacijskim programom in mrežno konfiguracijo.

Sistem LONGO SOBNI KRMILNIK (ang. Longo room controller LRC-1) je namenska enota za vodenje. Sestavljena je iz LRC-1 vhodno/izhodne (I/O) enote, LRC-1 regulacijske (CP) enote in povezovalnega kabla. LRC-1 sistemi lahko delujejo kot samostojna enota ali pa jih lahko povežemo v mrežo na LONWORKS vodilo. LRC-1 sistem je primeren za veliko različnih tipov kabinskih enot ali konvektorjev. Vhodi in izhodi so lahko tako za binarne kot analogne električne signale. Regulacijska enota, ki je montirana na steni, ima različne izvedbe in oblike, odvisno od zahtev in potreb kupca. S temi lastnostmi je LRC-1 sistem prikladen za uporabo v regulaciji grelnih in hladilnih medijev.

Za računalniško vodenje sistema gretja in sistema hlajenja bomo uporabili namenski LRC-1 sistem, ki ima že vnaprej določene vhode in izhode ter program. To pa zelo poenostavi samo izvedbo računalniškega vodenja. Priklopna shema za sistem LRC-1 je razvidna iz spodnje slike (slika 2).



Slika 2: Priklopna shema LRC-1 sistema

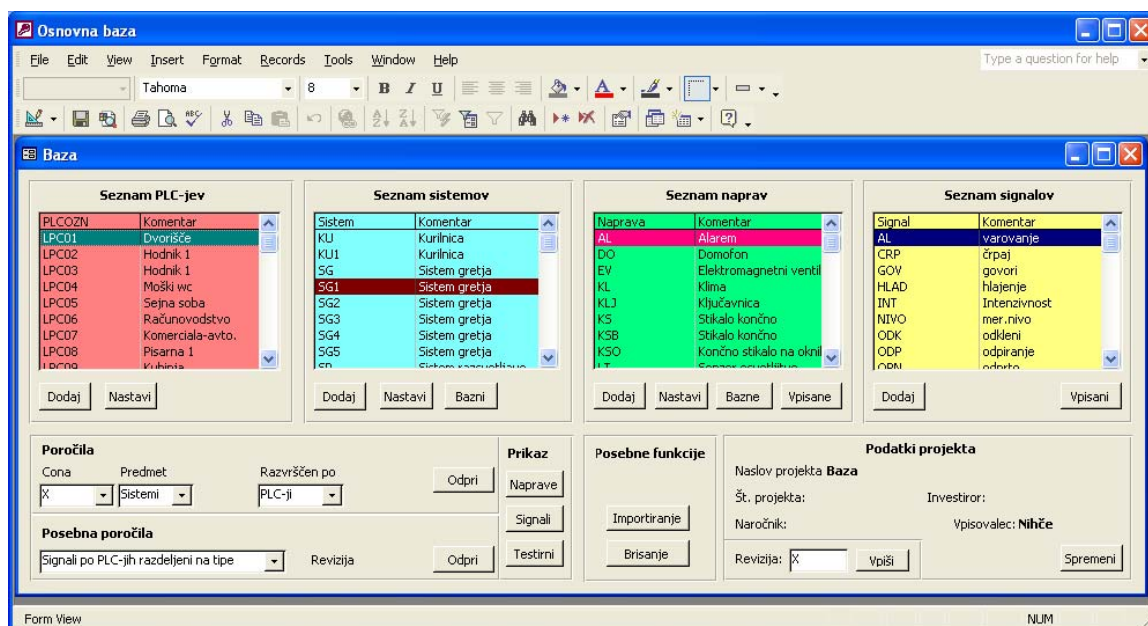
Za računalniško vodenje vseh ostalih sistemov bomo uporabili LPC-1 krmilnik, ki omogoča veliko možnosti pri sami konfiguraciji krmilnikov. Konfiguracija signalov na krmilnik je razvidna iz spodnje tabele (tabela 1).

Tabela 1: Konfiguracijska tabela, ki smo jo uporabili pri konfiguraciji LPC-1 krmilnikov

Input/OutputCards	Module Type	Position 0	Position 1	Position 2	Position 3	Position 4	Position 5	Position 6	Position 7	Position 8
LPC-1.MC1 Controller	3 Module High (Y)	Y								
LPC-1.DI1 Digital input 24VDC	1 Module (X)	Y	X	X	X	X	X	X	X	X
LPC-1.DI2 Digital input 230VAC	1 Module (X)	Y	X	X	X	X	X	X	X	X
LPC-1.DO1 Digital output 24VDC/50mA	1 Module (X)	Y	X	X	X	X	X	X	X	X
LPC-1.DO2 Relax output 230VAC/6A/NO	1 Module (X)	Y	X	X	X	X	X	X	X	X
LPC-1.DO3 Relax output 230VAC/6A/NC	1 Module (X)	Y	X	X	X	X	X	X	X	X
LPC-1.DO4 Triac output 230VAC/6A	1 Module (X)	Y	X	X	X	X	X	X	X	X
LPC-1.AIO Analog I/O 4 x AI & 1 x AO	1 Module (X)	Y	O	O X	O X	O X	X	X	X	X
LPC-1.DSI Digital Serial Int. 12V/50mA	1 Module (●)	Y	●	● O X	● O X	● O X	● X	● X		
LPC-1.232 Comm. card RS232	1 Module ()	Y		O X	O X	O X	X	X	X	X
		Y		●	● O X	● O X	● X	● X		
LPC-1.485 Comm. card RS485	1 Module ()	Y		O X	O X	O X	X	X	X	X
		Y		●	● O X	● O X	● X	● X		

4.5 Projektiranje centralno nadzornega sistema

Vse naprave, ki bodo vključene v računalniško vodenje, morajo dobiti svojo oznako (priloga 2), iz katere bo razvidno, v kateri sistem spada naprava, tip naprave, zaporedno številko naprave v sistemu in pripadajoče signale. Za določitev te oznake smo naprave vpisali v bazo podatkov, kjer smo nastavili določene parametre in nato baza sama določi oznake (slika 3).



Slika 3: Računalniška slika baze podatkov

Zaradi same možnosti, ki jo dajejo LRC-1 krmilniki, je število krmilnikov kar enako številu ventilatorskih konvektorjev ali skupini ventilatorskih konvektorjev (na en krmilnik imamo lahko priključen en ali dva ventilatorska konvektorja, to pa je odvisno od razdalje med konvektorji). Število LPC-1 krmilnikov in število pripadajočih modulov (tabela 1) izračunamo iz števila signalov, ki jih dobimo iz baze podatkov (slika 3). Signali so razdeljeni na štiri osnovne tipe in sicer analogni vhod (ang. analog input AI), analogni izhod (ang. analog output AO), digitalni vhod (ang. digital input DI), digitalni izhod (ang. digital output DO).

Na koncu smo vse krmilnike povezali skupaj na LON mrežo (slika 4, slika 5), ki jo bomo opisali kasneje. Tako smo dobili možnost, da vse naše sisteme lahko spremljamo in nadzorujemo iz enega mesta s programskim orodjem SCADA.

Programsko orodje SCADA

SCADA (glej Stanko Strmčnik skupaj z 26 soavtorji, 1998) je namensko programsko orodje, ki je namenjeno zajemanju in obdelavi podatkov. SCADA je kratica, ki v angleškem jeziku pomeni Supervisory Control and Data Acquisition Systems:

- zajemanje podatkov,
- kontrola podatkov,
- odločanje o obnašanju sistema.

SCADA sistemi so logično nadaljevanje razvoja avtomatizacije, ki teži k vse večji uporabi sodobne računalniške tehnike. Že z uvedbo prosto programljivih enot (PLC-jev) v avtomatizacijo je nastala prava revolucija, z uvajanjem SCADA sistemov pa se ta razvoj nadaljuje.

SCADA sistemi so povezali faze krmiljenja in odločanja v en sistem. Pred temi sistemi so nadzor procesa bazirali izključno na krmilnih enotah. Krmilne enote so zajemale podatke, izvajale odločitve na osnovi teh podatkov ter tako krmilile proces. Vendar pa je ta način imel veliko slabosti:

- zaprtost sistema,
- otežena kombinacija s človekom,
- majhne možnosti vpliva procesa,
- prikaz stanja procesa mogoče samo z indikatorji stanja.

Vse te pomanjkljivosti krmiljenja s PLC enotami so vodile razvijalce k snovanju sistemov, ki bi podrli te ovire. Izkazalo se je, da je uporaba računalnikov, povezanih s krmilnimi enotami zelo dobra kombinacija za uresničitev danih ciljev. Že od samega začetka uvajanja krmilnih enot (PLC-jev) se je programiranje krmilnikov odvijalo na računalnikih. Na računalniku so se z ustrezno programsko opremo obdelovali programi za krmilnike; programi so se vnašali, spreminjali, izvajale so se simulacije programov, itd. Krmilniki in računalniki so komunicirali preko standardnih ali specialnih namenskih vmesnikov. Vendar pa se je prenos podatkov tukaj tudi ustavil.

Med samim delovanjem krmilnika ta komunikacija ni bila uporabna, krmilnik je deloval po programu, ki je bil predhodno prenesen v njega. Osnove za komunikacijo med delovanjem krmilnika so bile torej postavljene. Potrebno je bilo samo definirati protokole za prenos podatkov tudi med delovanjem sistemov in napisati ustrezno programsko opremo. Tako so nastali prvi SCADA sistemi, ki so izpolnjevali želene zahteve.

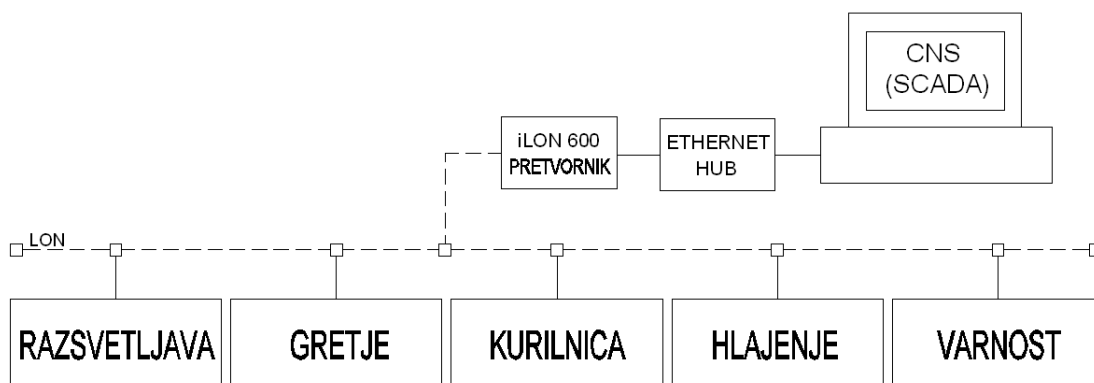
Omrežje LON

Primarna značilnost sistema LON (ang. Local Operating Network) je njegova 'odprtost', kar pomeni medsebojno povezovanje naprav različnih proizvajalcev in s tem odstranjevanje starih in dodajanje novih enot brez spreminjanja obstoječih enot.

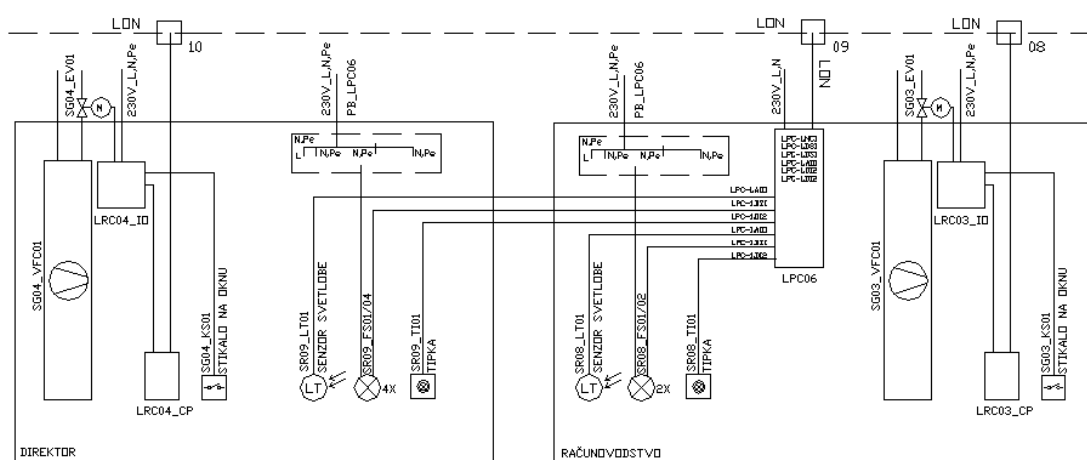
LON sistem je zelo razširjen v inteligentnih zgradbah prav zaradi svoje odprtosti. Npr., senzor prisotnosti lahko komunicira tako s sistemom varnosti kot s sistemom za avtomatsko kontrolo osvetljenosti v prostoru.

Vse LON enote med seboj komunicirajo po kanalu, ki je lahko parica, power line, RF, ipd. Sistem je lahko zgrajen tudi na osnovi različnih kanalov oz. komunikacijskih sistemov. Zavedati se je pa treba, da ima vsak sistem določene omejitve v razdalji in številu priključenih naprav. Npr., tipični sistem na osnovi dodatno zaščitene kabla pred motnjami (zaščitena dvojna parica, ang. shielded twisted pair-STP) lahko povezuje 64 enot. Komunikacijski kanali so lahko med seboj povezani z t. i. računalniškimi usmerjevalniki (ang. ROUTER-ji).

LON omrežje je zasnovano za zelo veliko število enot (vozlov), kar pomeni, da dodajanje oz. odvzemanje posameznih enot povzroča le minimalne ali ničelne spremembe na mreži oziroma na programiranju.



Slika 4: LON mreže



Slika 5: Del sheme LON mreže

Ko zaključimo s projektiranjem, investitor odloči o izvedbi projekta. Če se tako odloči, projekt preide v fazo izvajanja. V tej fazi potekajo dela, kot so nabava in montaža strojne, elektro in programske opreme, izdelava programa za krmilnike ter izdelava sistema SCADA. Fazi izvajanja sledi faza zagona, v kateri poteka zagon vseh naprav in samo preverjanje delovanja vseh sistemov, ki jih bomo računalniško vodili. Kot zadnja faza je analiza delovanja sistemov ter morebitno izboljšanje.

Kot možnost nadgradnje avtomatizacije bi lahko omenili modemsko povezavo v oddaljene kraje preko interneta. Ta povezava omogoča priključitev na tamkajšnji nadzorni računalnik in vodenje z njim z oddaljene lokacije.

5 EKONOMSKO VREDNOTENJE

Projekt je enkraten proces. »Naložbe v projekt proizvodnega sistema imajo namreč cilj, da z realizacijo projekta in eksploatacijo proizvodnega sistema zagotovijo povračilo naložb in dodatno vrednost. Investiramo torej zato, da zagotovimo večje neto učinke od vlaganj, večji prihodek od stroškov projekta in pozitiven poslovni rezultat projekta.«³

Ekonomsko ovrednotenje projekta zanima predvsem investitorja, ki mora projekt finančno izpeljati od začetka do konca. Za lažjo odločitev, ali naj se poda v projektiranje zamišljenega projekta, je zaželen izračun velikosti naložbe, izračun velikosti prihrankov, ki naj bi jih dosegli z uvedbo računalniškega vodenja v stavbo in vračilna doba naložbe. Prihranki, ki jih bomo izračunali in upoštevali pri izračunih, bodo razdeljeni na posredne in neposredne. Velikost vračilne dobe naložbe pa je odvisna od tega, katere prihranke upoštevamo pri izračunu.

5.1 Naložba

Ko smo zaključili s projektiranjem računalniškega vodenja, smo prišli do zaključkov, kaj vse bomo potrebovali za izdelavo projekta (tabela 2). Naredili smo tudi primerjavo, kolikšna bi bila velikost naložbe, če bi projektirali stavbo brez vgrajenega računalniškega vodenja (tabela 3). Namen tega je, da smo prišli do razlike, katera nam pove koliko več mora investitor plačati za naložbo, ko želi imeti stavbo z vgrajenim računalniškim vodenjem.

³ Franc Bizjak, *Tehnološki in projektni management* (Nova Gorica: Grafika soča, 1996), 153.

Tabela 2: Naložba »inteligentna stavba«

Naložba »inteligentna stavba«					
	Proizvajalec	Model	Št. kosov	Cena/ kos	Skupaj SIT
Krmilnik (CP, IO, kabel)	GOAP	LRC-1.FCX	19	62.933,00	1.195.727,00
Krmilnik	GOAP	LPC-1.MC1	23	24.750,00	569.250,00
Krmilnik	GOAP	LPC-1.DI2X	1	11.500,00	11.500,00
Krmilnik	GOAP	LPC-1.DI2	62	11.500,00	713.000,00
Krmilnik	GOAP	LPC-1.DO1	2	11.500,00	23.000,00
Krmilnik	GOAP	LPC-1.DO2	17	11.500,00	195.500,00
Krmilnik	GOAP	LPC-1.DO4	1	11.500,00	11.500,00
Krmilnik	GOAP	LPC-1.AIO	17	9.530,00	162.010,00
Krmilnik	GOAP	LPC-1.485	3	11.500,00	34.500,00
Krmilnik	GOAP	LPC-1.DSI	26	11.500,00	299.000,00
Senzor svetlobe analogni	SERVODAN	43-125	23	16.473,10	378.881,30
Tipka	TEM ČATEŽ	Orbital color 15094	39	1.256,00	48.984,00
Detekcijska stikala			28	1.500,00	42.000,00
EL. mag. ventil	FAR	Art. 1920; 1941; 1640	21	7.130,00	149.730,00
Čitalnik (brezkontaktni)	Unitech	MR 350 Mk2	6	300.000,00	1.800.000,00
Fluorescenčne luči z dušilko	Intra lighting	Quadro BP 4x18W EB	75	22.163,75	1.662.281,25
Ključavnica	Nuova-Feb	16210L/1D	2	10.000,00	20.000,00
Domofon	CONRAD ELECTRONIC	Kat. Šifra 272353	1	30.690,00	30.690,00
Merilnik nivoja	Magnetrol	DISPLACER TYPE	2	10.000,00	20.000,00
Temperaturno tipalo	Elektronike d. o. o.	Pahor CVH 110	3	8.450,00	25.350,00
Merilnik tlaka	esi	GS4000	1	35.000,00	35.000,00
Stikalo			9	2.000,00	18.000,00
Avtomatska vrata z montažo	DEA system	Kit 302	1	230.000,00	230.000,00
Kabel za LON mrežo		UTP cat 5	1	13.980,00	13.980,00
Projektiranje	GOAP		1	447.360,00	447.360,00
Izdelava PLC programa	GOAP		1	775.890,00	775.890,00
Izdelava SCADA-e	GOAP		1	1.548.787,00	1.548.787,00
Nadzorni računalnik	GOAP		1	349.000,00	349.000,00
Sistemska prog. oprema	WONDERVARE	Intouch, Runtime, I/O	1	500.000,00	500.000,00
Montaža in instalacija	GOAP		1	600.000,00	600.000,00
Zagon in testiranje	GOAP		1	1.027.064,00	1.027.064,00
				Skupaj:	12.937.984,55

Tabela 3: Naložba stavbe brez vgrajenega računalniškega vodenja

Naložba stavbe brez vgrajenega računalniškega vodenja					
	Proizvajalec	Model	Št. kosov	Cena/ kos	Skupaj SIT
Termostat temperature	CONRAD ELECTRONIC	Kat. šifra: 610518	19	13.690,00	260.110,00
Navadna stikala	TEM ČATEŽ	Orbital color 15088	41	871,00	35.711,00
EL. mag. ventil	FAR	Art. 1920; 1941; 1640	21	7.130,00	149.730,00
Čitalnik (brezkontaktni)	Unitech	MR 350 Mk2	6	300.000,00	1.800.000,00
Fluorescenčne luči	Intra lighting	Basic 102	75	22.163,75	1.662.281,25
Ključavnica	Nuova-Feb	16210L/1D	2	10.000,00	20.000,00
Domofon	CONRAD ELECTRONIC	Kat. Šifra 272353	1	30.690,00	30.690,00
Merilnik nivoja	Magnetrol	DISPLACER TYPE	2	10.000,00	20.000,00
Temperaturno tipalo	Elektronike d. o. o. Pahor	CVH 110	3	8.450,00	25.350,00
Merilnik tlaka	esi	GS4000	1	35.000,00	35.000,00
Stikalo			9	2.000,00	18.000,00
Avtomatska vrata z montažo	DEA system	Kit 302	1	230.000,00	230.000,00
Projektiranje	GOAP		1	357.888,00	357.888,00
Montaža in instalacija	GOAP		1	350.000,00	350.000,00
Zagon in testiranje	GOAP		1	821.651,20	821.651,20
				Skupaj:	5.815.411,45

Tako pri naložbi »inteligentna stavba« kot pri naložbi »stavbe brez računalniškega vodenja« smo upoštevali le neposredne stroške, ki bi nastali v zvezi z izgradnjo takšnega projekta.

Ko bi v prihodnje želeli oceniti velikost naložbe pri naslednjih projektih računalniškega vodenja v stavbah, bi to lahko zelo enostavno izračunali. Vrednost bi dobili tako, da bi izmerili površino stavbe in jo pomnožili z naložbo na kvadratni meter. Pri tem izračunu moramo biti pazljivi na to, da bo izračunana vrednost naložbe sorazmerna nivoju računalniškega vodenja na primeru stavbe podjetja GOAP d. o. o..

Naložbo na kvadratni meter (tabela 4) pa smo dobili tako, da smo naložbo (tabela 1) delili s površino stavbe GOAP-a (slika 1).

Tabela 4: Naložba na kvadratni meter »inteligentna stavba«

Naložba na kvadratni meter »inteligentna stavba«		
Površina stavbe [m ²]	Velikost naložbe. [SIT]	Naložba [SIT/m ²]
364,00	12.937.984,55	35.543,91

5.2 Izračun podatkov za ovrednotenje neposrednih prihrankov

Da smo lahko izračunali prihranke, smo morali najprej priti do nekaterih osnovnih vrednosti o porabi električne energije in porabi kurilnega olja za določeno obdobje.

Izračun povprečne porabe električne energije [kVAh]

Podatke o porabi električne energije smo dobili iz odrezkov položnic Elektra Primorske. Povprečje smo dobili iz obdobja dveh let. Skupaj smo upoštevali delovno in jalovo energijo tako, da smo dobili celotno porabo izraženo v [kVAh] (tabela 5).

Tabela 5: Povprečna poraba električne energije

Povprečna letna poraba el. energije [kVAh]	30.094,42
Povprečna mesečna poraba el. energije [kVAh]	2.507,87

Izračun povprečne porabe plinskega olja

Podatke smo pridobili iz računov podjetja PETROL. Povprečje temelji na porabi plinskega olja iz obdobja dveh let (tabela 6, tabela 7).

Tabela 6: Poraba plinskega olja po letih

Poraba kurilnega olja [l]	
Leto 2001	4008
Leto 2002	4962

Tabela 7: Povprečna poraba plinskega olja

Povprečna poraba kurilnega olja na leto [l]	4485
--	------

Razdelitev porabe električne energije po posameznih sklopih naprav

Porabo električne energije za razsvetljavo smo pridobili tako, da smo približno ocenili časovno delovanje luči. Iz modela luči smo razbrali njihovo nazivno moč ter tako lahko izračunali porabo električne energije. Vse skupaj smo na koncu pomnožili še s številom vseh luči ter dobili celotno porabo električne energije za razsvetljavo (tabela 8).

Tabela 8: Poraba električne energije – razsvetljava

Poraba električne energije – razsvetljava						
Model luči	Št.	Moč [VA]	Povpr. čas delov./mesec [ur]	Povpr. čas delov./leto [ur]	Skupaj kVAh/mesec	Skupaj kVAh/leto
ISSIP/DK 4X18W	79	72	76	907	430,0	5.160,2
Intra lighting /Basic 4170	32	10	76	907	24,2	290,3
				Skupaj kVAh/mesec/leto	454,2	5.450,5

Električno energijo, ki jo porabijo računalniki, smo dobili na osnovi moči računalnikov, števila računalnikov ter na osnovi ocene časa delovanja (tabela 9).

Tabela 9: Poraba električne energije – računalniki

Poraba električne energije – računalniki							
Tip	Št. rač.	Moč [VA]	Povpr. čas delo./mesec [ur]	Povpr. čas delo./leto [ur]	Skupaj kWh/mesec	Skupaj kWh/leto	
Prenosni rač.	9	140	173	2073,6	217,7	2.612,7	
Navaden rač.	11	500	173	2073,6	950,4	11.404,8	
					Skupaj kWh/mesec/leto	1.168,1	14.017,5

Porabo električne energije, ki jo porabijo konvektorji, smo določili na osnovi ocenitve časa delovanja, števila konvektorjev in njihove moči (tabela 10).

Tabela 10: Poraba električne energije – ogrevanje (ventilatorski konvektorji)

Poraba električne enregije – ogrevanje (ventilatorski konvektorji)			
Št. naprav	Moč el. mo. [VA]	Povpr. čas delo./leto [ur]	Skupaj kWh/leto
21	100	2.282	4792,2

Porabo električne energije, ki jo porabimo za hlajenje, smo dobili na osnovi ocenitve časa delovanja, števila naprav in njihove moči (tabela 11).

Tabela 11: Poraba električne energije – hlajenje

Poraba električne energije – hlajenje						
Znamka	Model	Št. naprav	Moč [kVA]	Povpr. čas delo./leto [ur]	Skupaj kWh/leto	
EMMETI	FM 400 HP	3	3,50	345	3622,5	
EMMETI	FM 300 HP	2	2,60	345	1794	
					Skupaj kWh/leto	5416,5

Z naslednjo tabelo (tabela 12) smo skušali prikazati še tisti del porabe električne energije, ki ga trošijo naprave, ki ne spadajo v nobenega od prejšnjih sistemov.

Tabela 12: Skupna poraba električne energije

Skupna poraba električne energije [kVAh]					
Povpr. poraba el. energ./leto	Razsvetljava	Ogrevanje	Računalniki	Hlajenje	Ostalo
30.094,42	5.450,46	4.792,20	14.017,54	5.416,50	417,72

5.3 Ekonomska ocena neposrednih prihrankov

Pri ekonomski oceni neposrednih prihrankov smo zajeli prihranke, iz katerih izhajajo manjši stroški obratovanja sistemov. Ključna dva vira prihrankov sta prihranek pri električni energiji in prihranek pri količini porabljenega kurilnega olja.

Do ocene velikosti prihrankov pa smo prišli tako, da smo najprej ocenili čas delovanja posameznega sistema za določeno obratovalno obdobje. Nato smo glede na dejansko stanje časa delovanja ocenili, za koliko bi ga sistem CNS zmanjšal.

Na osnovi opazovanja delovanja sistema gretja smo prišli do naslednjih ugotovitev. Kurilna sezona traja 7 mesecev v letu. V povprečju deluje sistem gretja 15 ur na delovni dan v kurilni sezoni, kar znaša na letnem nivoju 2282 ur.

Glede na sedanje obratovanje sistema gretja, smo ocenili, da bi lahko naprave z uvedbo računalniškega vodenja v obdobju enega leta obratovale celo s polovičnim časom, kar nam predstavlja 7,5 ure na delovni dan. Ker pa so to samo ocene, smo se odločili, da naredimo izračun tudi v primeru, ko bi naprave v obdobju enega leta obratovale 25 % manj časa, kar nam predstavlja 11 ur na delovni dan.

Kot je razvidno (tabela 13, tabela 14) lahko na letnem nivoju prihranimo pri ogrevanju na električni energiji do 56.960 SIT.

Tabela 13: Ogrevanje: 50 % prihranek el. energije /leto

Ogrevanje: 50 % prihranek el. energije /leto						
Povpr. poraba/ leto[kVAh]	Prihranek [kWh]	Prihranek [kVArh]	Cena VT [SIT/kWh]	Cena MT [SIT/kWh]	Cena [SIT/kVArh]	Skupaj [SIT]
4.792,20	2.395,80	37,64	29,94	17,61		56.960,25

Tabela 14: Ogrevanje: 25 % prihranek el. energije /leto

Ogrevanje: 25 % prihranek el. energije /leto						
Povpr. poraba/ leto[kVAh]	Prihranek [kWh]	Prihranek [kVArh]	Cena VT [SIT/kWh]	Cena MT [SIT/kWh]	Cena [SIT/kVArh]	Skupaj [SIT]
4.792,20	1.197,90	18,82	29,94	17,61		28.480,12

Sorazmerno z manjšim časom delovanja naprav za ogrevanje bi se zmanjšala tudi količina porabljenega goriva (tabela 15, tabela 16).

Tabela 15: Ogrevanje: 50 % prihranek kurilnega olja/leto

Ogrevanje: 50 % prihranek kurilnega olja/leto			
Povpr. poraba /leto[l]	Prihranek [l]	Cena [SIT/l]	Skupaj [SIT]
4485	2.242,50	100,70	225.819,75

Tabela 16: Ogrevanje: 25 % prihranek kurilnega olja/leto

Ogrevanje: 25 % prihranek kurilnega olja/leto			
Povpr. poraba /leto[l]	Prihranek [l]	Cena [SIT/l]	Skupaj [SIT]
4485	1.121,25	100,70	112.909,88

Na osnovi opazovanja delovanja sistema razsvetljava smo prišli do naslednjih ugotovitev. V povprečju deluje sistem razsvetljave 3, 5 ure na delovni dan, kar znaša na letnem nivoju 907 ur.

Glede na sedanje obratovanje sistema razsvetljava, smo ocenili, da bi lahko naprave z uvedbo računalniškega vodenja v obdobju enega leta obratovale z 25 % manj časa, kar nam predstavlja 2, 5 ure na delovni dan. Ker pa so to samo ocene, smo se odločili, da naredimo izračun tudi v primeru, ko bi naprave v obdobju enega leta obratovale 10 % manj časa, kar nam predstavlja 3 ur na delovni dan.

Kot je razvidno (tabela 17, tabela18) lahko na letnem nivoju prihranimo pri sistemu razsvetljave na električni energiji do 32.392 SIT.

Tabela 17: Razsvetljava: 25 % prihranek el. energije/leto

Razsvetljava: 25 % prihranek el. energije/leto						
Povpr. poraba /leto[kVAh]	Prihranek /[kWh]	Prihranek /[kVArh]	Cena VT [SIT/kWh]	Cena MT [SIT/kWh]	Cena [SIT/kVArh]	Skupaj [SIT]
5.450,46	1.362,45	21,40	29,94	17,61		32.392,6

Tabela 18: Razsvetljava: 10 % prihranek el. energije/leto

Razsvetljava: 10 % prihranek el. energije/leto						
Povpr. poraba /leto[kVAh]	Prihranek /[kWh]	Prihranek /[kVArh]	Cena VT [SIT/kWh]	Cena MT [SIT/kWh]	Cena [SIT/kVArh]	Skupaj [SIT]
5.450,46	544,98	8,56	29,94	17,61		12.956,6

Iz podatkov, ki smo jih dobili iz tabel, smo izračunali, kakšen bi bil največji (tabela 19) in najmanjši neposredni prihranek (tabela 20).

Tabela 19: Največji neposredni prihranek [SIT/leto]

Največji neposredni prihranek [SIT/leto]			
Prihranek pri ogr./el. energ.	Prihranek pri ogrev./kurilno olje	Prihranek pri razs.	Skupni prihranek
56.960,25	225.819,75	32.392,16	315.172,16

Tabela 20: Najmanjši neposredni prihranek [SIT/leto]

Najmanjši neposredni prihranek [SIT/leto]			
Prihranek pri ogr.el. energ.	Prihranek pri ogrev./kurilno olje	Prihranek pri razs.	Skupni prihranek
28.480,12	112.909,88	12.956,86	154.346,86

V primeru, ko bi želeli oceniti prihranke pri naslednjih projektih računalniškega vodenja stavbe, bi to lahko zelo enostavno izračunali tako, da bi izmerili površino stavbe in jo pomnožili z največjim ali najmanjšim neposrednim prihrankom na kvadratni meter. Največji in najmanjši neposredni prihranek smo izračunali tako, da smo največji oz. najmanjši prihranek delili s površino stavbe podjetja GOAP d. o. o. (slika 1), (tabela 21, tabela 22). Vrednost izračuna, ki ga dobimo z izračunom za naslednje projekte računalniško vodenja stavbe, je sorazmerna nivoju računalniškega vodenja, ki je predvideno za stavbo podjetja GOAP.

Tabela 21: Največji neposredni prihranek na kvadratni meter

Največji neposredni prihranek na kvadratni meter		
Prihranek [SIT/leto]	Površina stavbe [m ²]	Prihranek [SIT/m ² /leto]
315.172,16	364,00	865,86

Tabela 22: Najmanjši neposredni prihranek na kvadratni meter

Najmanjši neposredni prihranek na kvadratni meter		
Prihranek [SIT/leto]	Površina stavbe [m ²]	Prihranek [SIT/m ² /leto]
154.346,86	364,00	424,03

Za izračun vračilne dobe naložbe smo kot osnovo vzeli razliko med naložbama »inteligentna stavba« (tabela 1) in stavbe brez vgrajenega računalniškega vodenja (tabela 2). Ker smo izračunali največji in najmanjši neposredni prihranek, imamo tudi izračun najkrajše in najdaljše vračilne dobe naložbe (tabela 23, tabela 24).

Tabela 23: Najkrajša vračilna doba naložbe ob upoštevanju samo neposrednih prihrankov

Najkrajša vračilna doba naložbe ob upoštevanju samo neposrednih prihrankov			
Naložba stavbe brez vgr. rač. vodenja [SIT]	Naložba »inteligentna stavba« [SIT]	Največji neposredni prihranek [SIT/leto]	Čas vračanja [leto]
5.815.411,45	12.937.984,55	315.172,16	22,60

Tabela 24: Najdaljša vračilna doba naložbe ob upoštevanju samo neposrednih prihrankov

Najdaljša vračilna doba naložbe ob upoštevanju samo neposrednih prihrankov			
Naložba stavbe brez vgr. rač. vodenja [SIT]	Naložba »inteligentna stavba« [SIT]	Najmanjši neposredni prihranek [SIT/leto]	Čas vračanja [leto]
5.815.411,45	12.937.984,55	154.346,86	46,15

5.4 Ekonomska ocena posrednih prihrankov

Posredni prihranki izhajajo iz prednosti, ki jih prinaša sistem CNS. Te prednosti vplivajo predvsem na bivalno udobje ljudi v stavbi in zelo poenostavijo vzdrževalna dela na stavbi. Definirali smo jih na osnovi znanja in izkušenj podjetja GOAP d. o. o. iz Nove Gorice.

GOAP d. o. o. je podjetje, ki ima večletne izkušnje s področja sistemov vodenja v zgradbah, bivalnega dela (kabin) na potniških ladjah, avtomatizacije industrijskih procesov in razvoja opreme za vodenje: regulatorjev, krmilnikov in druge opreme za potrebe vodenja procesov. Prisotni so tako na domačem kot na tujem trgu.

Podjetje ima za seboj osem projektov, v katerih so opremili stavbe z sistemom CNS. Uvedba sistema CNS privede do prednosti, ki jih obravnavamo iz dveh vidikov, in sicer iz vidika upravitelja objekta ter iz vidika nadzora nad napravami.

Prednosti iz vidika upraviteljev objekta so:

- možnost daljinskega pregleda pomembnih delov objekta iz katere koli lokacije zunaj objekta preko interneta,
- krajši čas ugotavljanja in odpravljanja napak ter povečanje zadovoljstva zaposlenih,
- nadzor nad prisotnostjo zaposlenih.

Prednosti iz vidika nadzora nad napravami so:

- vodenje statistike napak in s tem optimalna izbira vgrajenih komponent,
- zmanjševanje potrebnih vzdrževalnih ur,
- manjšanje mrtvega časa delavcev zaradi slabih pogojev dela.⁴

GOAP ima tudi podatke, koliko znašajo prihranki iz naštetih prednosti na končnih projektih. Ti projekti pa so večje stavbe (površina stavbe večja od 2000m²), zato teh prihrankov ne moremo uporabiti kar direktno. Zaradi tega smo prihranke, ki bi jih dobili pri tem primeru stavbe ocenili z vodji projektov, na podlagi njihovega znanja

⁴ GOAP (2000-2005), *Interna poročila o izvedenih projektih* (Nova Gorica: GOAP d.o.o.).

in izkušenj. Ker je površina stavbe večja, je vanjo vgrajeno večje število naprav in sistemov. Posledično to pomeni, da bi bil faktor vrednosti prihrankov ob uvedbi sistema CNS v takšno stavbo drugačen, kot pa ga imamo v našem primeru. Npr., iskanje pokvarjene naprave v veliki stavbi je veliko dolgotrajnejše kot pa v manjši, zato ker v enem primeru iščemo okvaro med desetimi napravi, v drugem pa med stotimi napravami, zraven pa lahko prištejemo še čas za iskanje naprave, ki ga izgubimo zaradi velikosti stavbe.

Iz vidika upraviteljev objekta:

Možnost daljinskega pregleda in nadzora pomembnih delov objekta iz katere koli lokacije zunaj objekta preko interneta

Ta možnost omogoča zelo enostaven pregled in nadzor nad napravami oz. sistemi, ki so v stavbi.

Če predpostavimo, da bi moral nekdo v obdobju enega meseca ali obdobju treh mesecev v stavbo in tam preveriti ali nastaviti določeno delovanje naprav/sistemov in bi za to potreboval 2 uri, bi to ekonomsko ovrednoteno znašalo med 24.000 in 72.000 SIT (tabela 25, tabela 26).

Z uvedbo CNS-a pa je ta čas skrajšan oziroma odpade. Imeti pa moramo možnost povezave z internetom, saj se lahko le tako povežemo na tamkajšnji nadzorni računalnik ter upravljamo z njim.

Tabela 25: Največji prihranek pri možnosti daljinskega pregleda

Največji prihranek pri možnosti daljinskega pregleda				
Št. obiskov/leto	Št. ur/obisk	Št. ur/leto	SIT/uro	Skupaj SIT/Leto
12	2	24	3.000,00	72.000,00

Tabela 26: Najmanjši prihranek pri možnosti daljinskega pregleda

Najmanjši prihranek pri možnosti daljinskega pregleda				
Št. obiskov/leto	Št. ur/obisk	Št. ur/leto	SIT/uro	Skupaj SIT/Leto
4	2	8	3.000,00	24.000,00

Krajši čas ugotavljanja in odpravljanja napak ter povečanje zadovoljstva zaposlenih

Z možnostjo nadzora delovanja naprav oz. sistemov pridemo zelo hitro do rešitve problema, saj sistem omogoča točno posredovanje informacije, katera naprava v sistemu ne deluje. To pa pomeni velik prihranek časa pri ugotavljanju napake. S tem pa zelo povečamo zadovoljstvo zaposlenih, saj so napake odpravljene hitreje.

Tabela 27: Odprava napak brez sistema CNS

Odprava napak brez sistema CNS					
Število okvar/leto	Čas ugotavljanja napak [ur]	Čas odpravljanja napak [ur]	Št ur/leto	SIT/uro	Skupaj SIT/Leto
6	2	1	18	3.000,00	54.000,00

Tabela 28: Odprava napak s sistemom CNS

Odprava napak s sistemom CNS					
Število okvar/leto	Čas ugotavljanja napak [ur]	Čas odpravljanja napak [ur]	Št ur/leto	SIT/uro	Skupaj SIT/Leto
6	0,2	1	7,2	3.000,00	21.600,00

Sistem CNS določi lokacijo ter napravo oz. sistem, ki je v okvari, zato porabimo za ugotavljanje napak samo 10 % časa, kot bi ga potrebovali, če bi bili brez omenjenega sistema. Če predpostavimo, da se tak dogodek zgodi enkrat v obdobju dveh mesecev, bi v enem letu prihranili 32.400 SIT (tabela 27, tabela 28).

Nadzor nad prisotnostjo zaposlenih

Z uvedbo registracije delovnega časa bi zelo povečali nadzor nad prisotnostjo zaposlenih. Predpostavimo, da bi vsak zaposlen zaradi uvedbe tega sistema delal še tisti del delovnega časa do polnega delovnega časa, ki je sedaj neizkoriščen. Iz opazovanja navad delavcev predpostavljamo, da bi to znašalo med 1–3 % delovnega časa na dan. Sam sistem bi bil povezan tudi na sistem CNS in bi tako lahko posredoval podatke o zasedenosti pisarn. Ocena velikosti prihrankov pri nadzoru nad prisotnostjo zaposlenih je razvidna iz spodnjih dveh tabel (tabela 29, tabela 30).

Tabela 29: Največji prihranki z uvedbo nadzora nad prisotnostjo zaposlenih

Največji prihranek z uvedbo nadzora nad prisotnostjo zaposlenih								
Število zaposlenih	Št. delovnih dni/leto	Delavnik št. ur	Optimalno št ur/leto	Dejanska št ur/leto	Razlika v delovnem času[%]	Razlika ur/leto	SIT/uro	Prihranek [SIT/leto]
24	250	8	48.000	46.560	3,00%	1.440	1.000,00	1.440.000,00

Tabela 30: Najmanjši prihranki z uvedbo nadzora nad prisotnostjo zaposlenih

Najmanjši prihranek z uvedbo nadzora nad prisotnostjo zaposlenih								
Število zaposlenih	Št. delovnih dni/leto	Delavnik št. ur	Optimalno št ur/leto	Dejanska št ur/leto	Razlika v delovnem času[%]	Razlika ur/leto	SIT/uro	Prihranek [SIT/leto]
24	250	8	48.000	47.520	1,00%	480	1.000,00	480.000,00

Iz vidika nadzora nad napravami:

Vodenje statistike napak in s tem optimalna izbira vgrajenih komponent

S tem, ko sistem omogoča vodenje statistike o napakah, lahko na koncu pridemo do zaključka, iz katerega je razvidno, kateri elementi se največ kvarijo in kdo je proizvajalec teh izdelkov. To pa služi, da se v prihodnje sisteme drugače zasnuje ali pa se izbere ustrežnejše naprave. Rezultat, ki ga pridobimo s to prednostjo, izkoristimo pri naslednji posredni prednosti.

Zmanjševanje potrebnih vzdrževalnih ur

S tem, ko v prejšnji prednosti optimiziramo kvaliteto izdelkov in na kritičnih točkah izberemo boljšo kvaliteto ali naprave kako drugače prilagodimo, se ustrezno temu lahko zmanjša število vzdrževalnih ur. S tem, ko zmanjšamo število ur, lahko prihranimo do 300.000 SIT/leto. Iz spodnjih tabel je razviden največji in najmanjši ocenjeni strošek vzdrževalnih ur na leto.

Tabela 31: Največji strošek vzdrževalnih ur na leto

Največji strošek vzdrževalnih ur na leto				
Št. obiskov/mesec	Št. ur/mesec	Št. ur/leto	SIT/uro	Skupaj SIT/Leto
2	3	72	5.000,00	360.000,00

Tabela 32: Najmanjši strošek vzdrževalnih ur na leto

Najmanjši strošek vzdrževalnih ur na leto				
Št. obiskov/mesec	Št. ur/mesec	Št. ur/leto	SIT/uro	Skupaj SIT/Leto
1	1	12	5.000,00	60.000,00

Iz prejšnjih dveh tabel (tabele 31, tabele 32) smo izračunali, koliko prihranimo na stroških vzdrževalnih ur na leto, če imamo sistem CNS, ki pomaga pri izbiri boljših in primernejših naprav ter lažjemu ugotavljanju in odpravljanju napak.

Zmanjšanje mrtvega časa delavcev zaradi slabših pogojev dela

Z uvedbo sistema CNS imamo tudi manj mrtvega časa, ko delavci ne delajo zaradi slabših pogojev dela. Pri ocenitvi največjega mrtvega časa smo vzeli stavbo brez sistema CNS, pri ocenitvi najmanjšega mrtvega časa pa smo vzeli primer stavbe s sistemom (tabele 33, tabele 34).

Tabela 33: Najdaljši mrtvi čas zaposlenih

Najdaljši mrtvi čas zaposlenih				
Število zaposlenih	Število okvar/leto	Mrtvi čas [ur]	SIT/uro	SIT/Leto
24	6	2	3.500,00	1.008.000,00

Tabela 34: Najkrajši mrtvi čas zaposlenih

Najkrajši mrtvi čas zaposlenih				
Število zaposlenih	Število okvar/leto	Mrtvi čas [ur]	SIT/uro	SIT/Leto
24	6	0,5	3.500,00	252.000,00

Izračun največjega in najmanjšega posrednega prihranka

V spodnjih dveh tabelah smo izračunali velikost največjega in velikost najmanjšega posrednega prihranka (tabela 35, tabela 36).

Tabela 35: Največji posredni prihranek

Največji posredni prihranek					
Prih. mož. dalj. nadzora	Prih. odpravljanje napak s sist. CNS	Prih. nadzora. nad zaposlenimi	Prih. pri št. vzdrževalnih ur	Prih. mrtvi čas	Prihranek/let [SIT]
72.000,00	32.400,00	1.440.000,00	300.000,00	756.000,00	2.600.400,00

Tabela 36: Najmanjši posredni prihranek

Najmanjši posredni prihranek					
Prih. mož. dalj. nadzora	Prih. odpravljanje napak s sist. CNS	Prih. nadzora. nad zaposlenimi	Prih. pri št. vzdrževalnih ur	Prih. mrtvi čas	Prihranek/let [SIT]
24.000,00	0,00	480.000,00	0,00	0,00	504.000,00

5.5 Izračun vračilne dobe naložbe

Za izračun vračilne dobe naložbe smo kot osnovo vzeli razliko med naložbama »inteligentna stavba« (tabela 2) in stavbo brez vgrajenega celotnega računalniškega vodenja (tabela 3). Ker smo izračunali najmanjše in največje posredne in neposredne prihranke, imamo tudi izračun najdaljše in najkrajše vračilne dobe naložbe (tabela 37, tabela 38).

Tabela 37: Najdaljša vračilna doba naložbe

Najdaljša vračilna doba naložbe				
Naložba. stavbe brez vgr. rač. vodenja [SIT]	Naložba. »inteligentna stavba« [SIT]	Najmanjši neposredni prihranek [SIT/let]	Najmanjši posredni prihranek [SIT/let]	Čas vračanja [let]
5.815.411,45	12.937.984,55	154.346,86	504.000,00	10,82

Tabela 38: Najkrajša vračilna doba naložbe

Najkrajša vračilna doba naložbe				
Naložba. stavbe brez vgr. rač. vodenja [SIT]	Naložba. »inteligentna stavba« [SIT]	Največji neposredni prihranek [SIT/let]	Največji posredni prihranek [SIT/let]	Čas vračanja [let]
5.815.411,45	12.937.984,55	315.172,16	2.600.400,00	2,44

V primeru, ko smo upoštevali posredne in neposredne prihranke, je vračilna doba naložbe veliko krajša, kot če upoštevamo samo neposredne prihranke.

V nalogi je uporabljen tečaj tolarja za dan 6. 7. 2004.⁵

Cena goriva je veljavna za dan 5. 7. 2004.⁶

Cena električne energije je veljavna za dan 5. 7. 2004.⁷

V zasnovi projekta smo z računalniškim vodenjem opremili sisteme, ki se jih je ekonomsko splačalo in je bilo vodenje tudi možno tehnično realizirati, saj smo projekt izvajali na obstoječem stanju stavbe. Po ocenah smotrnosti uvedbe računalniškega vodenja smo prišli do naslednjih zaključkov.

Vrednotenje samo neposrednih prihrankov je, čeprav pogosto, zelo pomanjkljivo, in da izobličeno sliko o naložbi izboljšamo, smo ovrednotili še posredne prihranke. Kako vplivajo posredni prihranki na vračanje naložbe je razvidno iz slike 6.

Slika 6 nam prikazuje dva tipa prihrankov (neposredne prihranke in neposredne in posredne prihranke skupaj), ki se delijo še na največje in najmanjše. Iz te delitve sledi, da so na grafu prikazane štiri krivulje ter štiri različni časi vračanja naložbe.

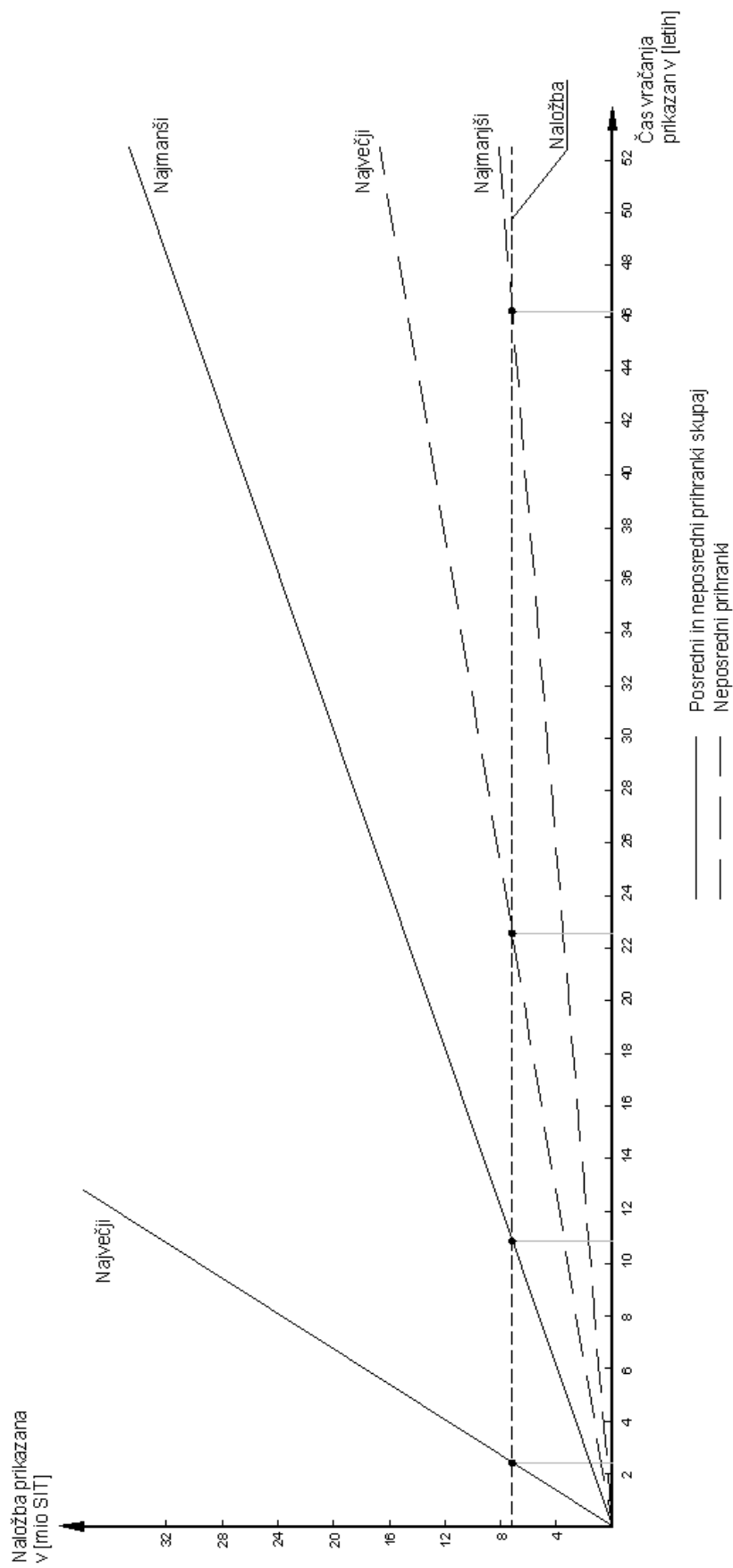
Glede na naklon krivulj, ki prikazujejo neposredne prihranke je razvidno, da so neposredni prihranki le manjši delež prihrankov, ki jih lahko prinese uveljavitev računalniškega vodenja v stavbo. Iz naklona krivulj, ki prikazujejo posredne prihranke pa lahko vidimo, da so posredni prihranki v primerjavi z neposrednimi večji, zato se tudi vračilna doba naložbe zmanjša.

Kot je razvidno iz grafa, je pri računanju vračilne dobe naložbe smiselno upoštevati tudi posredne prihranke, saj tako dobimo pravo sliko, koliko lahko s pomočjo računalniškega vodenja prihranimo.

⁵ Pridobljeno iz svetovnega spleta (http://www.mojdenar.com/BANKE/tecaji.asp?id_banke=1&tip_tecaja=1&datum=6.7.2004) na dan 6. 7. 2004.

⁶ Pridobljeno iz svetovnega spleta (<http://www.petro.si/>) na dan 5. 7. 2004.

⁷ Pridobljeno iz svetovnega spleta (http://www.elektroprimorska.si/tarifni/slo/cen_tarifnih_postavk.htm) na dan 5. 7. 2004.



Slika 6: Graf vračilne dobe naložbe

Eden od podatkov, ki je zelo pomemben pri sprejemu odločitev investitorja, je zagotovo vračilna doba naložbe. Vračilna doba naložbe je statični kazalec. Statični kazalci imajo slabosti predvsem v tem, da ne upoštevajo časa donosov in različnih časovnih razporeditev donosov, različnega trajanja posameznih naložb in merijo učinke samo v enem izbranem časovnem trenutku. Zato se uporablja tudi dinamične kazalce, kateri upoštevajo različne časovne dinamike in različne življenjske dobe naložb ter ocenjujejo učinkovitost v ekonomski dobi in celotni življenjski dobi naložbe.

Pogosto moramo izbrati med projekti, na primer tehnologije za isto proizvodnjo, zato so pogosto donosi isti, razlike pa so v odhodkih in stroških. Odločitev pogojujejo torej odločujoči stroški. Metoda, ki omogoča tako izbiro in temelji na upoštevanju časovnih preferenc, torej dinamičnih vidikov, je metoda interne stopnje prihranka. Po tej metodi iščemo tisto diskontno stopnjo (r), ki izpolnjuje naslednji pogoj:

$$\sum_{i=0}^n \frac{(S_{0j} - S_{0k})i}{(1+r)^i} = 0$$

Pri tem oznake pomenijo:

S_{0j} = skupni odhodki projekta (j),

S_{0k} = skupni odhodki projekta (k),

r = diskontni faktor, ki izpolnjuje navedeni pogoj,

i = - n, časovna obdobja.

Izračun diskontne stopnje (r) je analogen izračunu interne stopnje prihranka. Denarne tokove pri tej metodi oblikujejo torej le za odhodke, to je strošek in naložbe, te tokove pa medsebojno primerja in izračuna kazalec interne stopnje prihranka (ISP).⁸

V tabeli 39 je izračun interne stopnje prihranka, ki znaša ob upoštevanju največjih neposrednih in posrednih prihrankov za tehnologijo, ki jo prinaša naložba »inteligentna stavba« 23,89% glede na obstoječe delovanje sistemov v stavbi.

⁸ Franc Bizjak, *Tehnološki in projektni management* (Nova Gorica: Grafika soča, 1996), 166.

Tabela 39: Izračun ISP

leto			disk stopnja 7%		NSV	disk stopnja 24%	
	stroški pred projektom	stroški po projektu »inteligentna stavba«	stroški naložba brez rač. vodenja	stroški naložba »inteligentna stavba«	kumulativno	stroški naložba brez rač. vodenja	stroški naložba »inteligentna stavba«
1	2	3	4	5	6	7	8
0	3.629.159	13.651.571,07	3.629.158,68	13.651.571,07	-10.022.412,39		
1	3.629.159	713.586,52	3.391.737,09	666.903,29	-7.297.578,59		
2	3.629.159	713.586,52	3.169.847,75	623.274,11	-4.751.004,96		
3	3.629.159	713.586,52	2.962.474,53	582.499,16	-2.371.029,59		
4	3.629.159	713.586,52	2.768.667,78	544.391,74	-146.753,55		
5	3.629.159	713.586,52	2.587.539,99	508.777,33	1.932.009,11		
6	3.629.159	713.586,52	2.418.261,67	475.492,83	3.874.777,94		
7	3.629.159	713.586,52	2.260.057,63	444.385,82	5.690.449,75		
8	3.629.159	713.586,52	2.112.203,40	415.313,85	7.387.339,30		
NSV			25.299.948,52	17.912.609,22		16.045.317,06	16.092.909,15
Δ1NSV	7.387.339,30					Δ2NSV	-47.592,10
Δds							17%
ISP =	23,89%						

6. SKLEP

Cilj diplomske naloge je bil prikaz zasnove projekta računalniškega vodenja stavbe z oceno velikosti posrednih in neposrednih prihrankov, ki jih bo prinesla vpeljava računalniškega vodenja v stavbo.

Da smo prišli do ocene vrednosti naložbe, smo morali najprej narediti projekt računalniškega vodenja za stavbo. Delo je potekalo tako, da smo najprej določili sisteme, ki jih stavba zajema. Po ključu, ki je predstavljen v nalogi, smo se dogovorili, katere sisteme bomo opremili z računalniškim vodenjem. Temu je sledila opredelitev zahtev za vodenje in opis novega stanja sistemov. Končni dejanji v tem poglavju sta bili izbira strojne opreme ter projektiranje centralno nadzornega sistema.

Naslednje poglavje je obravnavalo ekonomsko ovrednotenje projekta računalniškega vodenja stavbe. To poglavje smo začeli z ekonomsko oceno velikosti naložbe, ki je vključevala same stroške strojne opreme, projektiranje, izdelavo programske opreme ter zagon in preizkušanje.

Nadaljevali smo z pridobivanjem podatkov, s katerimi smo ovrednotili velikost neposrednih prihrankov. Da smo dobili celotno sliko, koliko lahko prihranimo z uvedbo računalniškega vodenja, smo ovrednotili še velikost posrednih prihrankov. Kot končni izračun pa je sledil izračun vračilne dobe naložbe z upoštevanjem različnih tipov prihrankov in izračun interne stopnje prihranka.

Ugotovili smo, da je vračilna doba naložbe ob upoštevanju različnih tipov prihrankov različno dolga. Npr. v najboljšem primeru in ob upoštevanju obeh tipov prihrankov je vračilna doba naložbe 2,44 let, ter interna stopnja prihranka, ki nam jo prinaša naložba »inteligentna stavba« 23,89% glede na obstoječe delovanje sistemov v stavbi.

Namen naloge je bil izpolnjen, saj smo prišli do ocene velikosti posrednih in neposrednih prihrankov. Odločitev, ali bo projekt prešel v fazo izvajanja, pa je na strani investitorja projekta.

Kot je razvidno iz same naloge, uvedba računalniškega vodenja prinese več udobja in zelo poenostavi vzdrževanje samih naprav v stavbi. Z uvedbo računalniškega vodenja pridemo tudi do določenih prihrankov, ki v določen obdobju povrnejo naložbo.

Ko uvajamo računalniško vodenje v stavbo, praktično ni meja, kjer bi se lahko ustavil z vodenjem naprav ali sistemov preko računalnika. Zato smo se v nalogi omejili in obdelali le sistem razsvetljave, sistem gretja in sistem kurilnica. Nismo pa obdelali sistem ozvočenja, sistem za odpiranje/zapiranje zaves in žaluzij, sistem televizije, sistem telefonije, multimedijo idr.

7 LITERATURA

Bizjak, F.: *Osnove gospodarjenja in razvoj podjetja*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, oddelek za lesarstvo, 1991.

Bizjak, F.: *Tehnološki in projektni management*. Nova Gorica: Grafika Soča, 1996.

Strmčnik, S. skupaj s 26 soavtorji: *Celostni pristop k računalniškemu vodenju procesov*. Ljubljana: Založba FE in FRI, 1998.

LON-Nutzer-Organisation//LONMARK Interoperability Association: *Lonworks installation handbook: Lonworks in practice for electrical technicians*. Berlin, Offenbach: VDE Verlag, 2002.

Zasnova inteligentne hiše ter primer izvedbe. Pridobljeno 2. 7. 2003 iz svetovnega spleta: http://164.8.231.2/izobrazevanje/Svet_elektronike/Persin.pdf.

Cene električne energije. Pridobljeno 5. 7. 2004 iz svetovnega spleta: http://www.elektro-primorska.si/tarifni/slo/cen_tarifnih_postavk.htm.

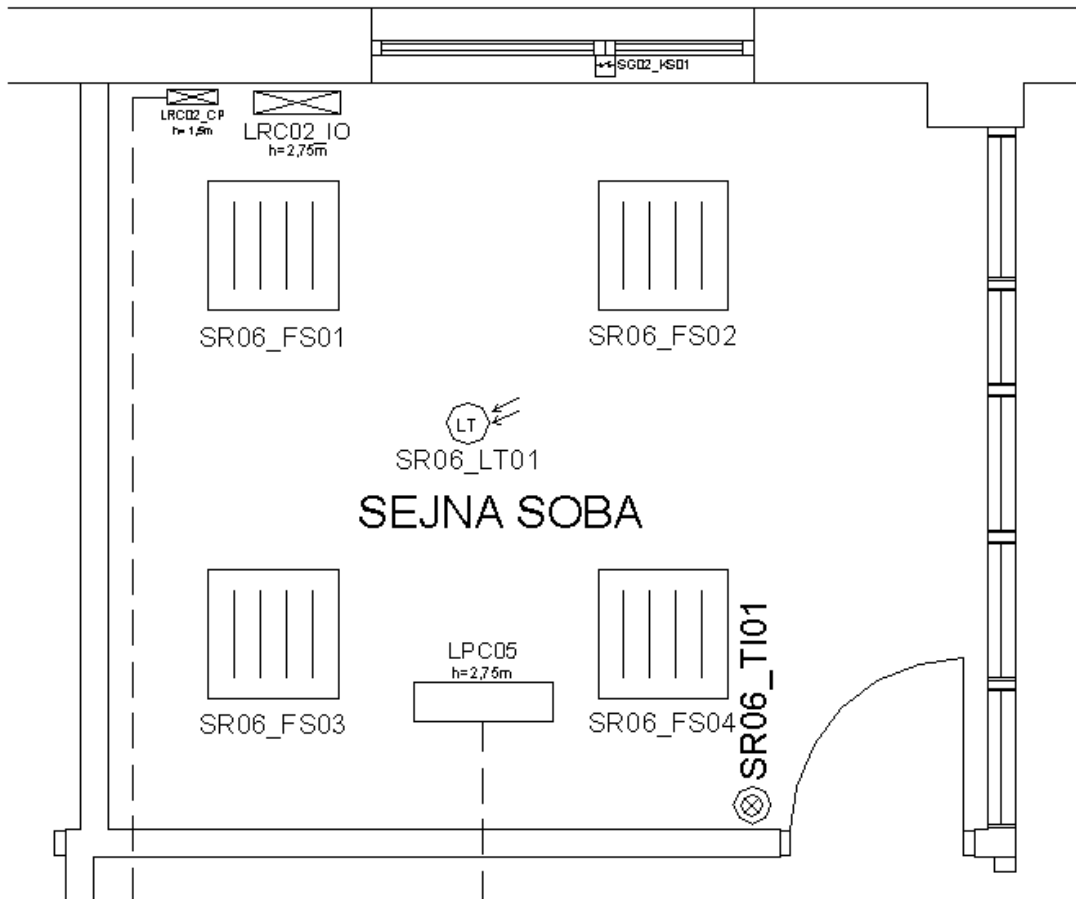
Cena plinskega olja. Pridobljeno 5. 7. 2004 iz svetovnega spleta: <http://www.petrol.si/>.

Tečaj tolarja. Pridobljeno 6. 7. 2004 iz svetovnega spleta http://www.mojdenar.com/BANKE/tecaji.asp?id_banke=1&tip_tecaja=1&datum=6.7.2004.

Goap (2000–2005) *Interna poročila o izvedenih projektih GOAP d. o. o., Nova Gorica*.

**Priloga 1: Shema postavitve naprav po prostoru in njihovo
označevanje**

Shema postavitve naprav po prostoru in njihovo označevanje



Priloga 2: Pomen označevanja naprav po prostorih

Pomen označevanja naprav po prostorih

Pomen oznak: SR10_FS01

SR10_FS02

SR10_FS03

SR10_FS04

SR10_FS05

SR pomeni sistem razsvetljave, številka 10 zaporedno število sistema.
FS pomeni fluorescenčna svetilka, števila 01, 02, 03, 04, 05 pomenijo zaporedno številko luči v sistemu.

SR10_LT01

SR10_LT02

SR pomeni sistem razsvetljave, številka 10 zaporedno število sistema.
LT pomeni light transmitter (analogni senzor svetlobe). Števili 01, 02 pomenita zaporedni števili senzorja v sistemu.

SR10_TI01

SR10_TI02

SR pomeni sistem razsvetljave, številka 10 zaporedno število sistema.
TI pomeni tipka. Števili 01, 02 pomenita zaporedni števili tipke v sistemu.

LPC07 h=2.75 m

LPC07 pomeni LONGO PROGRAMMABLE CONTROLLER z zaporednim številom sedem, h=2.75 m pomeni višina vgradnje krmilnika.

LRC05_IO h=2.75 m

LRC05_CP h=1.5 m

LRC05_IO pomeni LONGO ROOM CONTROLLER z zaporednim številom pet. IO pomeni, da je to I/O enota. h=2.75 m pa pomeni višina vgradnje krmilnika.

LRC05_CP pomeni LONGO ROOM CONTROLLER z zaporednim številom pet. CP pomeni, da je to CP enota. h=1.5 m pa pomeni višina vgradnje enote.

SG05_KS01

SG05 pomeni sistem gretja z zaporednim številom pet. KS01 pa pomeni končno stikalo z zaporednim številom ena.