



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

TTÜ Tartu kolledž

KAASAEGSE KASUTAJALIIDESE DISAINIMINE HOONEHALDUSTARKVARA NÄITEL

DESIGNING A MODERN USER INTERFACE BASED ON THE EXAMPLE OF
BUILDING MANAGEMENT SOFTWARE

RAKENDUSKÕRGHARIDUSETÖÖ

Üliõpilane: Adelheid Kiriland

Üliõpilaskood: 154616NDFR

Juhendaja: Helle Hallik, lektor

Tartu 2019

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” 201.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201.....

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

TTÜ Tartu Kolledž
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Adelheid Kiriland, 154616NDFR

Õppekava, peeriala: NDFR14/15, küberfüüsikaline süsteemitehnika

Juhendaja(d): lektor, Helle Hallik, 620 4808

Konsultandid: Karl Erik Kalmus, osanik, arendusdirektor
Tarkvent OÜ, +372 5300 1608, karl@smartvent.ee

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Kaasaegse kasutajaliidese disainimine hoonehaldustarkvara näitel.

(inglise keeles) Designing a modern user interface based on the example of building management software.

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Analüüsida olemasolevate hoonehaldustarkvarade kasutajaliideseid
2. Analüüsi tulemusena koostada sarnase funktsiooni lahendamiseks sobivad ning parema kasutajakogemusega kasutajaliidese disaininäidised

Lõputöö etapid ja ajakava:

| Nr | Ülesande kirjeldus | Tähtaeg |
|----|----------------------|---------|
| 1. | Lõputöö eelkaitsmine | 08.05 |
| 2. | Lõputöö esitamine | 27.05 |
| 3. | Lõputöö kaitsmine | 05.06 |

Töö keel: Eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: "....."201....a

Üliõpilane: "....."201....a

/alkiri/

Juhendaja: "....."201....a

/alkiri

Konsultant:

"....."201....a

/alkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

| | |
|----------------------------------|---|
| SISUKORD | 4 |
| EESSÕNA | 6 |
| 1 | SISSEJUHATUS |
| | 7 |
| 2 | KASUTAJALIIDES JA KASUTAJAKOGEMUS |
| | 9 |
| 2.1 | Hea kasutajaliidese ja kasutajakogemuse omadused..... 9 |
| 2.2 | Hea kasutajaliidese olulisus..... 11 |
| 3 | HOONEHALDUSTARKVARA |
| | 12 |
| 3.1 | Hoonehaldustarkvara kasutajaliidese eesmärgid..... 12 |
| 3.1.1 | Jälgimine ja juhtimine..... 12 |
| 3.1.2 | Siseõhu kvaliteedi tagamine..... 13 |
| 3.1.3 | Energiatarbe optimeerimine..... 13 |
| 3.2 | Hoonehaldustarkvarade probleemide põhjused..... 14 |
| 4 | HOONEHALDUSTARKVARADE FUNKTSIOONIDE ANALÜÜS NING |
| VASTAVAD DISAINILAHENDUSED | 15 |
| 4.1 | Hoonehaldustarkvara tagasiside kasutajale..... 15 |
| 4.2 | Kasutaja toetamine..... 17 |
| 4.3 | Veateated..... 18 |
| 4.3.1 | Funktsiooni kirjeldus..... 18 |
| 4.3.2 | Näite analüüs..... 19 |
| 4.3.3 | Lahendusettepanek..... 21 |
| 4.4 | Hoonete ülevaade..... 22 |
| 4.4.1 | Funktsiooni kirjeldus..... 22 |
| 4.4.2 | Näite analüüs..... 23 |
| 4.4.3 | Lahendusettepanek..... 24 |
| 4.5 | Ventilatsiooniagregaadi ajaprogrammid..... 25 |
| 4.5.1 | Funktsiooni kirjeldus..... 25 |
| 4.5.2 | Näite analüüs..... 26 |
| 4.5.3 | Lahendusettepanek..... 27 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.6 | Energiatarbe jälgimine | 30 |
| 4.6.1 | Funktsiooni kirjeldus | 30 |
| 4.6.2 | Näite analüüs | 31 |
| 4.6.3 | Lahendusettepanek | 33 |
| 4.7 | Ventilatsiooniagregaadi töö jälgimine | 35 |
| 4.7.1 | Funktsiooni kirjeldus | 35 |
| 4.7.2 | Näite analüüs | 35 |
| 4.7.3 | Lahendusettepanek | 36 |
| 4.8 | Üürnike tagasiside | 37 |
| 4.8.1 | Funktsiooni kirjeldus | 37 |
| 4.8.2 | Lahendusettepanek | 38 |
| 5 | KOKKUVÕTE | |
| | | 40 |
| 6 | SUMMARY | |
| | | 41 |
| 7 | KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU | |
| | | 42 |
| LISAD | | 45 |
| | Lisa 1 – Google otsingumootori kasutajaliidese näide | 46 |
| | Lisa 2 – Luukere vaate kasutamise näited | 47 |
| | Lisa 3 – Vigade ennetamiste kasutajaliideste näited | 48 |
| | Lisa 4 – Hoonehaldustarkvara seos hoone tehnosüsteemidega | 49 |
| | Lisa 5 – Sisekliima ja energiatarbe andmete kuvamise näited | 50 |
| | Lisa 6 – Tarkvent OÜ kliendiuringu tulemused | 51 |

EESSÕNA

Käesolev töö on koostatud koostöös Tarkvent OÜ-ga, kus töö autor viibis nii eriala- kui tööpraktikate käigus. Töö teema sõnastati koostöös töö juhendaja Helle Halliku ja töö autoriga. Töö käigus koostatud hoonehaldustarkvara kasutajaliidese disaininäidised on Tarkvent OÜ intellektuaalne omand ja töö autor on saanud ettevõtte käest loa neid akadeemilisel eesmärgil kasutada.

Töö analüüsi osas viidatud informatsioon pärineb Tarkvent OÜ poolset kontaktilt Karl Erik Kalmuselt, kes võimaldas töö autoril ligipääsu Tarkvent OÜ ja firma klientide vahelisele e-kirja ja muus vormis suhtlusele, turu-uuringutele ning pakkus vajadusest lähtuvalt töö autorile konsultatsioone.

Töö autor soovib tänada oma juhendajat Helle Hallikut, kelle nõuanded, järjepidev suhtlus, edasiviiv tagasiside ning hea koostöövaim aitasid oluliselt kaasa töö valmimisele. Samuti soovib töö autor tänada Virpi Sirel-Kirilandi ja Urmas Kirilandi, kes aitasid töö autoril analüüsida oma tööd erialaga mitteseotud kõrvalseisja perspektiivist ning juhtisid tähelepanu keelelistele kitsaskohtadele.

Lühikokkuvõte

Käesoleva töö eesmärgiks on hoonehaldustarkvara kasutajaliidese kaasaegsete disaininäidiste välja töötamine tarkvaras vajamineva funktsiooni lahendamiseks, sealjuures pakkudes paremat kasutajakogemust. Valminud kasutajaliidese disainid tuginevad töös tehtud analüüsile, mis hõlmab endas üldisemat kasutajaliideste analüüsi, hoonehaldustarkvarades esinevate probleemide analüüsi ning hoonehaldustarkvarade kasutajaliidestega esinevate probleemide analüüsi.

Kasutajaliides, kaasaegne, disain, hoonehaldustarkvara, rakenduskõrgharidustöö

1 SISSEJUHATUS

Paljude üldkasutatavate hoonete hoonehaldustarkvarade kasutajaliidesed on vananenud disainiga ja/või halva kasutajakogemusega. See aga põhjustab hoonehaldurite töös mitmeid kitsaskohti, mis teevad kogu hoonehaldusprotsessi ebaefektiivseks. Sellel on ökoloogilis-majanduslikud negatiivsed tagajärjed. [1] [2] [3] [4]

Hoonehaldustarkvara kasutajaliidese ebaoptimaalsuse tõttu ei jää hoonehalduril aega tegeleda energiatarbe optimeerimisega. Seetõttu kulub erinevate süsteemi osade töötamisele, teatud olukordades, ebamõistlikult palju energiat (nt ventilatsiooni ebavajalikul ajal käitamine). Liigne energiakulu kahjustab ümbritsevat keskkonda, eriti juhul kui elektrit toodetakse peamiselt taastumatutest energiaallikatest. Samuti kulutatakse liigselt rahalist ressursi, mida muidu oleks saanud suunata näiteks hoone tehnosüsteemide arendusse. Teine negatiivne tulem on hoone siseõhukvaliteedi langus, mis mõjutab kõiki hoones viibivaid inimesi, tekitades nii lühi- kui ka pikaajalisemaid terviseprobleeme. [3] [2] [1] [5]

Käesoleva töö eesmärgiks on koostada olemasolevaid hoonehaldustarkvarade kasutajaliideseid analüüsides sarnase funktsiooniga kasutajaliidese disaininäidised. Väljatootatud disaininäidiste eesmärk on tarkvara funktsiooni paremini lahendada ja pakkuda seeläbi paremat kasutajakogemust.

Lõputöö teema valikut inspireeris autori praktika sisekliima automaatika jälgimise ja juhtimisega tegelevas ettevõttes Tarkvent OÜ. Töö autori ülesandeks antud praktika käigus oli klienditagasisidest lähtuvalt välja töötada kasutajaliidese disainid. Selle töö käigus tekkis töö autoril sügavam huvi hoonehaldustarkvarade ja nendega seotud probleemide vastu, mis tulenevad kasutajaliidese ülesehitusest. Kuna hoonetesse paigaldatud ja paigaldatava automaatika keerukus kasvab pidevalt, muutub nimetatud automaatika haldamine järjest keerulisemaks ülesandeks. Oluline on leida viis, kuidas informatsiooni kasutajale mõistlikul viisil esitada.

Töö koostamisel on kasutatud internetist leitavaid teemakohased allikaid. Suuresti on analüüsis toetatud Tarkvent OÜ kliendikohtumistele ning e-kirja vahetusest saadud informatsioonile. Samuti Tarkvent OÜ klientide hulgas läbiviidud küsitlustele ja turu-uuringule. Disaininäidiste koostamiseks on kasutatud tarkvara Adobe XD tasuta litsentsi.

Peatükis "**Kasutajaliides ja kasutajakogemus**" selgitab töö autor, mida mõistetakse eelnimetatud mõistete all. Samuti tuuakse välja, mida on vaja silmas pidada kasutajaliidese disainimisel, et tagada hea kasutajakogemus. Lisaks sellele seletatakse põgusalt, miks on hea kasutajaliides ja kasutajakogemus üldises kontekstis oluline.

Peatükis "**Hoonehaldustarkvara**" selgitatakse, mis on hoonehaldustarkvara ning kuidas on tarkvara seotud hoones asuvate tehnosüsteemidega. Samuti millised on hoonehaldustarkvaraga saavutatavad eesmärgid ning milliste probleemide tõttu on eesmärkide täitmine raskendatud.

Peatükis "**Hoonehaldustarkvarade funktsioonide analüüs ning vastavad disainilahendused**" analüüsitakse erinevaid hoonehaldustarkvara funktsioone. Iga alamseksioon koosneb esmalt funktsiooni kirjeldusest. Järgmisena konkreetse olemasoleva tarkvara näite analüüsimisest kasutajaliidese, kasutajakogemuse ja funktsiooni kontekstis. Kõigele eelnevale tuginedes koostab autor disaininäidised ning analüüsib, kuidas selliselt lahendatud kasutajaliides tarkvara kasutajakogemuse paremaks muudab.

Lisades on välja toodud erinevad visuaalsed kasutajaliidese näidised, mis ilmekustavad töös toodud näiteid. Samuti on lisades välja toodud Tarkvent OÜ kliendiuringu tulemus.

2 KASUTAJALIIDES JA KASUTAJAKOGEMUS

Kasutajaliides on väljund, mille abil annab elektrooniline seade edasi kasutaja jaoks olulist infot ning sooritab kasutaja poolt tulevast sisendist sõltuvalt soovitud protseduure. Kasutajaliidesed on suures enamuses graafilised, kuid eksisteerib ka teisi liike (heliline, puuteline). [6] Käesoleva töö eesmärgist lähtuvalt analüüsitakse ainult graafilise väljundiga kasutajaliideseid.

Kasutajaliidesega käib käsikäes teinegi mõiste - kasutajakogemus. Kui tarkvara vaadeldaks kui restorani, siis kasutajaliidese moodustab restoranis olevad toolid, laud ja nõud. Kasutajakogemus hõlmab endast kogu elamust: parkimine, teenindus, toit, valgustus jne. [7] Seega saab öelda, et kasutajakogemus on tervik erinevatest tarkvara omadustest. Kasutajakogemust analüüsesid vaadeldakse nii toote kasutusmugavust, arusaadavust kui ka tarkvara tootja suhtlust kliendiga sh. klienditoe kvaliteetset pakkumist jpm. [8] Käesolevas töös uuritakse eelkõige otseselt tarkvaraga seotud kasutajakogemust ehk kuidas kasutajaliidese omadused mõjutavad kasutajakogemust.

2.1 Hea kasutajaliidese ja kasutajakogemuse omadused

Üldjuhul saame väita, et hästi läbimõeldud kasutajaliides kätkeb endas head kasutajakogemust. Hea kasutajakogemuse jaoks on kõige olulisem, et toodet disainides oleks arvestatud reaalse lõppkasutaja (mitte alati tellija) vajaduste ja käitumismustritega. Tarkvara tootja peab enne arendamist väga selgelt määratlema, kes toodet kasutama hakkab ning analüüsima, kas planeeritava tootega saavutatakse soovitud eesmärk. [9] Selle jaoks, et toode vastaks tellija poolt soovitud eesmärgile, tehakse suuremahulisi kliendiuuringuid [10], mille tulemusena püütakse jõuda tulemuseni, kas tarkvaratootja arusaam sellest, mida klient tahab ja vajab, ühtib tegelikkusega.

Võttes näiteks Google otsingumootori, siis selle toote jaoks on oluline olla oma kasutajale võimalikult kiire infoallikas. Google saavutab oma eesmärgi võimalikult minimalistliku disainiga, et kasutaja otsitud informatsioon oleks esikohal ning tarkvara on optimeeritud nii, et kõik päringud võtaksid minimaalse võimaliku aja. Kui Google oleks teinud keerukama disaini, mille hulgast kasutaja informatsiooni koheselt ei leia või üks otsing võtaks kasutaja jaoks tuntavalt liiga palju aega, siis ei saavutaks see seatud eesmärki - kiiret infootsingut. [7] Lisa 1

Leitakse, et hea kasutajakogemuse tunnuseks on see, et kasutaja ei tunne niivõrd seda, et ta suhtleb arvuti või programmiga, kui seda, et programm on tema jaoks tööriist mingi eesmärgi saavutamisel [6] [7]. Selleks, et tarkvara oleks lihtsasti mõistetav ja kasutatav on olulised mitmed eri aspektid. Üks nendest on toote ülesehituse järjepidevus. Kui enamikus turul olevatest tarkvaradest käitub

mingi kasutajaliidese osa ühtviisi (näiteks nupud, sisestusväljad, rippmenüüd jne), kuid mõnes tootes teistmoodi, tekitab see kasutajas ebamugavust. Kasutajad on harjunud, et mingid kasutajaliidese komponendid käituvad kindla üldtunnustatud malli järgi. [11] [6]

Tarkvara funktsioonide ülesehitus ning nendevaheline navigatsioon peab olema hierarhiliselt loogiline. Primaarne funktsioon peab olema kiiremini ligipääsetav kui sekundaarne st. kasutajal peaks enamike funktsioonide kasutamiseks ning seeläbi eesmärkide täideviimiseks kuluma võimalikult vähe toiminguid. Samuti on oluline, et tootes esinevad vaated oleksid võimalikult lihtsad. Kõigil lehel olevatel elementidel peab olema mõte ja eesmärk. [12] Kasutajaliidese elementide üleküllus ajab kasutaja segadusse ning tihtipeale ei taha kasutaja tootesse süveneda, kui see juba esmapilgul keeruline tundub. [13]

Toode peab olema kasutaja suhtes sõbralik ning abistav. Elemendid, mille funktsioon erineb tavapärasest ning mis ei ole iseenesestmõistetavad, tuleks varustada vastava abitekstiga. Näiteks on heaks tavaks, et kui lehe sisu laetakse, siis näidatakse kasutajale nõ "luukere vaadet" (ingl *skeleton screen*). Selline eelvaade kuvab kasutajale ekraanil animeeritud halle kaste, mis lehe laadides asendatakse informatsiooniga. Taoline meetod on hea tava, sest esiteks tundub kasutajale, et leht laeb kiiremini kui lihtsalt traditsioonilist ringikujulist laadimisanimatsiooni näidates. Teiseks valmistab see kasutaja ette sisse asendatavaks informatsiooniks. Kasutaja oskab sellise eelvaate abil alateadlikult ette aimata, kuhu tulevad vaates pildid, kuhu lühemad ja pikemad tekstid. See omakorda võimaldab info laadides hakata toodet kiiremini kasutama, sest mõtteline eeltöö on juba tehtud. [14] [15] [16] Lisa 2

Hea kasutajakogemuse puhul on miinimumini viidud tarkvara kasutusel tekkiv veamäär (nt eksikombel vale parameetri muutmine, muudatuste salvestamata jätmine, sest liides ei andnud piisavalt tagasisidet jne). Selle tagamiseks peaks kasutaja saama osade (määrava tähtsusega) toimingute järel tarkvaralt tagasisidet. Selle jaoks tuleb tarkvara disainides arvestada, et kasutajad teevad vigu. Selleks, et kasutajakogemus oleks meeldiv, tuleb tarkvaral inimeste tehtud vigu andestada ja ka ennetada. Kui kasutaja mingit parameetrit muudab, tuleks lisada infokast, mis küsib kasutajalt kinnitust valitud tegevuse jätkamiseks. Samuti ei tohiks ükski tegevus olla lõplik. Kasutajale tuleb anda peale käsu andmist võimalus see tagasi võtta nagu näha Lisas 3. See väldib seda, et kasutaja muretsseb selle pärast, et iga tarkvara kasutamisel tehtud viga võib ta tehtud töö tühiseks muuta. [17]

Viimaseks oluliseks osaks kasutajakogemusest on toote visuaalne välimus. Lisaks eeltoodud sisulistele omadustele on oluline, et kasutajaliides oleks visuaalselt kena. Tootes kasutatava värvi ning tüpograafia valik peaks olema selline, et kasutajal oleks mugav toodet kasutada st. kõikide elementide teksti kontrastsus ning kirjasuurus on valitud selliselt, et tekst oleks mugavalt loetav ka kehvapoolsema eraldusvõimega ekraanidelt. Valitud värvigamma ei tohiks olla kasutajat väsitavates äärmustes. On positiivne kui elemendid asetsevad omavahel sümmeetriliselt. Samuti peab elementide järjestus ning esitusviis olema hierarhiliselt loogiline (pealkirjad suuremad, primaarfunktsiooni omavad nupud esile tõstetud jne). Arvestades üldist trendi, peaks enamik tarkvarasid olema kättesaadavad ning mugavalt kasutatavad ka nutiseadmetest. [18] [19]

2.2 Hea kasutajaliidese olulisus

Hästi läbimõeldud kasutajaliidese tarkvara on oluline kõigile toote elutsüklis osalevatele osapooltele. Tarkvara tootjale on oluline, et inimesed kasutaksid toodet järjepidevalt ning seeläbi tooks firmale sisse püsivat kasumit. Tootetellijale on oluline, et firmas esinev probleem saaks antud tarkvaraga lahendatud võimalikult efektiivselt. Tootekasutajale on oluline, et tal oleks toodet meeldiv kasutada. Kui kasutaja ei ürita halva kasutajakogemuse tõttu tarkvara kasutusaega miinimumini viia, siis saavutatakse eesmärgid tulemuslikumalt. Hea kasutajakogemus tagab töötajate rahulolu ning nii finantsilise kui ajalise ressursi kokkuhoiu. [20]

3 HOONEHALDUSTARKVARA

Hoonehaldustarkvara (ingl *Building management software*) on tarkvara, mille abil saavad huvitatud osapooled hoonesse (selle töö kontekstis on mõeldud üldkasutatavaid hooneid) paigaldatud tehniliste süsteemide kohta infot ning võimaluse süsteemi parameetreid juhtida (nt küttesüsteemi seadepunkt, ventilatsiooni õhuvoolu hulk jne). [4] Hoonehaldustarkvara on kas lokaalselt või üle laivõrgu liigipääsetav ning paigaldatakse hoonesse koos automaatikasüsteemiga. [1] Hoonehaldustarkvara seoseid hoone tehnosüsteemiga selgitab Lisa 4.

3.1 Hoonehaldustarkvara kasutajaliidese eesmärgid

Hoonehaldustarkvara kasutajaks on hoonehaldur. Hoonehaldur kasutab hoonehaldustarkvara eesmärgiga tagada hoonetes viibivate inimeste mugavustunne, sealjuures optimeerides suure energiatarbega süsteemide tööd, et kulusid kokku hoida. Samuti on eesmärgiks saada võimalikult hea ülevaade hoone tehnosüsteemide seisundist ning korrasolekust. [4] On oluline, et hoonehaldur saab teha oma tööd mugavalt ning tulemuslikult. Kui hoonehaldustarkvara on kasutajasõbralik, siis saab hoonehaldur tööaega rakendada seatud eesmärkide täitmiseks. [1]

3.1.1 Jälgimine ja juhtimine

Hoonehaldustarkvara abil jälgitakse ning juhitakse põhiliselt suure energiatarbega süsteeme. Näiteks sisekliima süsteemi, mis sisaldab ventilatsiooniagregaate, küttekihi, küttesõlme, kliimaseadmeid jne. Samuti jälgitakse tüüpilise hoonehaldustarkvaraga ka näiteks valgustuse ja turvasüsteemide sh. ATS (automaatne tulekahjusignalisatsioon) tööd. Üha enam lisatakse juurde ka energiatarbe jälgimis- ning analüüsivõimekust. [21] [1]

Tarkvaras on kuvatud erinevate automaatikaseadmete (sisekliimasüsteemid, alarmsüsteem, energiaarvestid (Lisa 5), sisekliimasensorid (Lisa 5) jne) praegune olek sealhulgas erinevad häired (riistvara veaseisund, seadmete kommunikatsiooniprobleemid, õhukvaliteedi järsk langus jne). [22] Andmete esitusviisist sõltub suuresti see kui efektiivselt on võimalik neid analüüsida. Lähtudes hea kasutajaliidese omadustest, siis kui andmeid on ühes vaates liialt palju, jääb oluline märkamata ning tarkvara üldmulje on kasutaja jaoks keeruline ja ebameeldiv. [2] [3]

3.1.2 Siseõhu kvaliteedi tagamine

Hoones viibivate inimeste mugavustunnet mõjutab otseselt siseõhu kvaliteet. [1] Selleks, et hoonehalduril oleks võimalik tagada optimaalne siseõhu kvaliteet, on oluline jälgida sisekliima kvaliteeti iseloomustavaid parameetreid. Põhilised neist, mida mõõdetakse on CO₂ ppm ehk *parts per million*, ehk CO₂ osakesi miljoni mingi teise õhus leiduvate gaaside kohta [23], relatiivne niiskus ja temperatuur. Üha enam mõõdetakse ka VOC-e (ingl k *volatile organic compound*) ehk lenduvad orgaanilised ühendid. [5]

Tüüpilise hoonehaldustarkvara abil on võimalik hoonehalduril saada ülevaade oma hoone siseõhu praegusest seisundist. Kui mõni eelpoolnimetatud parameetritest ületab mugavuspiiri (CO₂ > 1000ppm [24], temperatuur 20-22 °C [25] jne), siis on hoonehalduril võimalik süsteemi parameetreid muuta (nt suurendada sissepuhutava õhuhulga seadepunkti), et siseõhu kvaliteet normaliseeruks.

Samuti saab sisekliima parameetreid jälgides tuvastada süsteemis tekkivaid vigu. Kui arvutused ja/või katsed on näidanud, et antud hoone ventilatsiooniagregaadi õhuvoolust peaks piisama, et tagada kõikides tsoonides piisav õhukvaliteet, kuid ootamatult on mõne tsooni õhukvaliteet (peamiselt kasutatakse hindamiseks CO₂ taset) ebanormaalselt palju üle lubatud piirmäära, saab hoonehaldur sellest teha järelduse, et mingi osa süsteemist ei tööta nii nagu vaja. [2] [1]

3.1.3 Energiatarbe optimeerimine

Energiatarbe optimeerimine hoones on oluline eelkõige keskkonna aspektist. Hooned tarbivad 40% kogu maailmas tarbitavast energiast. [26] Sisekliimasüsteemi energiatarbe optimeerimisega on võimalik kokku hoida 36% hoones tarbitavast energiast. [27] Energiasäästu saavutamiseks hoonehaldustarkvara abil on oluline omada võimalust energiatarvet jälgida. Energiatarbe analüüsimise põhjalikkus sõltub andmepunktide rohkusest ehk mida täpsem on informatsioon seda paremini on võimalik aru saada, millised süsteemi osad hoones kui palju energiat tarbivad. Energiatarbe analüüsimisega on võimalik leida süsteemi töös vigu. Näiteks juhul, kus mingi süsteemi osa tarbib ootamatult palju energiat võib eeldada, et see ei käitu tavapärasel viisil. Samuti saab avastada ebaefektiivselt töötavat riistvara. Näiteks kui ventilatsiooniagregaadi energiatarve on liialt suur, saab proovida vähendada selle töövõimsust, eeldusel et õhukvaliteet ei lange alla normatiivi. [3] [2]

3.2 Hoonehaldustarkvarade probleemide põhjused

Eeltoodud eesmärkide saavutamist takistavad mitmed probleemid praeguste hoonehaldustarkvaradega.

Mõned firmad müüvad hoonehaldustarkvarasid eeldusega, et see on väike toetav osa kogu pakkumisest ning seeläbi ka kasumist. See aga tähendab, et automaatikalahendust pakkuval firmal ei ole motivatsiooni välja arendada toimiv toode, kuna selle kasumlik osakaal, võrreldes ülejäänud pakkumisega, on firma jaoks sedavõrd marginaalne. Samuti ei ole enamikel hoonehaldustarkvarasid pakkuvatel firmadel võimekust ning teadmisi, kuidas tarkvara toota, seega ei läbita korrektseid tarkvaraarendusprotsesse. [28] [29] [1] [3]

Samuti on probleemiks see, et tarkvara on aegunud. Kui hoonehaldustarkvara on vanem kui 10 aastat, siis on see praeguste automaatikavõrkude juures kasutu. [4] Täna ärihoonetes kasutusel olevad automaatikasüsteemid on oluliselt keerukamad kui tüüpilise hoonehaldustarkvara väljatöötamise aegsed. Vajadusest tulenevalt on süsteemi liidetud uut riistvara, mis olemasoleva hoonehaldustarkvaraga ei liidestu ning millest puudub ülevaade või on see esindatud eraldiseisvas tarkvaras. [1] [2]

On prognoositud, et aastaks 2020 kasutavad asjade interneti lahendusi 65% kõigist firmadest. [30] Hoonetesse paigaldatud ja paigaldatava automaatika keerukus kasvab pidevalt. Praegu kasutusel olevad sensorid suudavad analüüsida keskkonda tasemel, mis mõne aasta eest polnud veel võimalik. Ometi ei ole tüüpiline hoonehaldustarkvara sellele keerukusele järele jõudnud. Sageli juhib hoones igat tehnosüsteemi individuaalne tarkvara, kuid need tarkvarad ei moodusta ühte tervikut. [2] [3] [1]

Paraku on aga olemasoleva süsteemi välja vahetamine alati väga kulukas protsess, mida tahetakse vältida. Kui võtta kasutusele uus tarkvara, siis peab see integreerima kõigi või vähemalt enamike hoones olevate ja tulevate automaatikaseadmetega. Juhul, kui olemasolev automaatikasüsteem töötab kinnisel protokollil, nõuab tarkvara välja vahetamine terve riistvara välja vahetamist, mis on ebamõistlik nii rahalisest kui keskkonna aspektist. [1] [31]

4 HOONEHALDUSTARKVARADE FUNKTSIOONIDE ANALÜÜS NING VASTAVAD DISAINILAHENDUSED

Töökesekkonnapraktika jooksul ettevõttes Tarkvent OÜ tegeles autor sisekliima automaatika jälgimis-, analüüsimis- ja juhtimistarkvarade kasutajaliidese disaini ning funktsiooni analüüsiga. Samuti viis autor läbi küsitluse Tarkvent OÜ klientide hulgas, et saada aimu, kas Tarkvent OÜ klientide eelistused langevad kokku teistest allikatest leitudga.

Töökesekkonna praktika käigus avastas autor, et paljudel praegu Baltikumis kasutusel olevates hoonehaldustarkvarades on erinevad probleemid, mis tulenevad sellest, et tarkvara kasutajaliides on vananenud ning ei paku hoones olevate automaatikasüsteemidele vastavuses olevat funktsionaalsust ja keerukust. [1] [2]

Tuginedes eelnevale kasutajaliidese ning kasutajakogemuse omaduste analüüsile nii üldises kui hoonehaldustarkvara võtmes, kajastab allolev osa hoonehaldustarkvara näidiste analüüsi konkreetsete funktsioonide raames. Autor pakub välja lahendused hoonehaldustarkvara kasutajaliidese optimaalsemaks lahendamiseks ning seeläbi parema kasutajakogemuse pakkumiseks. Allolev osa kajastab ka põgusalt tehnilise lahenduse poolseid soovitusi, et kasutajaliidese parendusettepanekud sellises variandis töötaksid ning kasutajale väärtust pakuksid.

4.1 Hoonehaldustarkvara tagasiside kasutajale

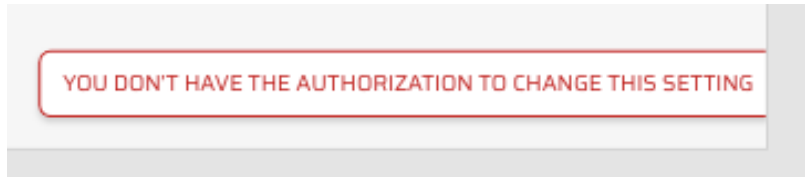
Antud lisandväärtus aitab hoonehalduril saavutada oma eesmärged kiiremini ning vähemate vigadega.

Hoonehaldustarkvara peab pakkuma oma kasutajatele küllaldast tagasisidet. Kui hoonehaldur ei saa tagasisidet selle kohta, kas muudetud parameeter tõepoolest salvestus või salvestamine lühtus (Näited: Joonis 4.1.1 Joonis 4.1.2), siis tekitab see hoonehalduril kahtluse, kas muudatus rakendus. [2] Näiteks kui üürnik helistas hoonehaldurile palvega oma töökohas temperatuuri langetada, kuid hoonehaldur ei saanud seda muutes teada, et seade ei rakendunud, siis probleem ei lahenenud.

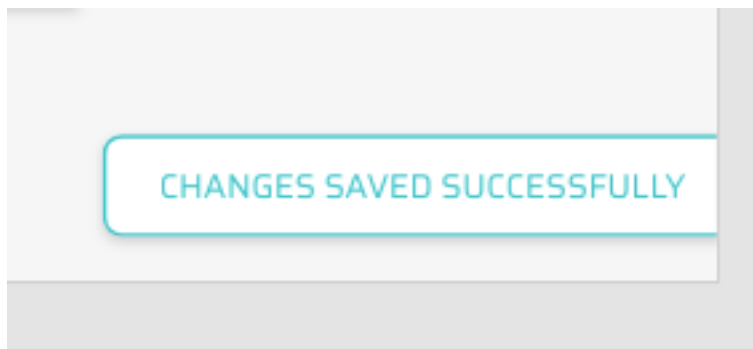
Samuti on probleemne see, kui sisendväljad lubavad süsteemi normaalsest toimimisest väljaspool olevaid väärtusi. [2] Kui näiteks ventilatsiooniagregaat lubab tootjapoolselt maksimaalseks õhuvoolukiiruseks x , kuid kasutajaliides ei anna kasutaja sisendi $x + n$ kohta tagasisidet, et taoline

väärtus ei sobi, võib agregaat minna häireseisundisse või häirekindlamate süsteemide korral soovitud muutus lihtsalt ei rakendu.

Seda probleemi lahendab iga muudatuse salvestamise korral saadav teade, mis annab infot salvestamise õnnestumise (Joonis 4.1.2) või ebaõnnestumise (Joonis 4.1.1) kohta. Salvestamise käigus andmete valideerimisega saab anda kasutajale tagasisidet, kas sisestatud väärtused jäävad automaatikaseadme tehnilises dokumentatsioonis lubatud piiridesse (Joonis 4.1.3).



Joonis 4.1.1 Näited ebaeduka salvestamise korral ilmuvast infotekstist



Joonis 4.1.2. Näide eduka salvestamise korral ilmuvast infotekstist



Joonis 4.1.3 Näide tarkvara poolt antavast tagasisidest, kus kasutaja on üritanud õhuvooluklapi maksimaalset seadepunkti lubatust kõrgemale seadistada.

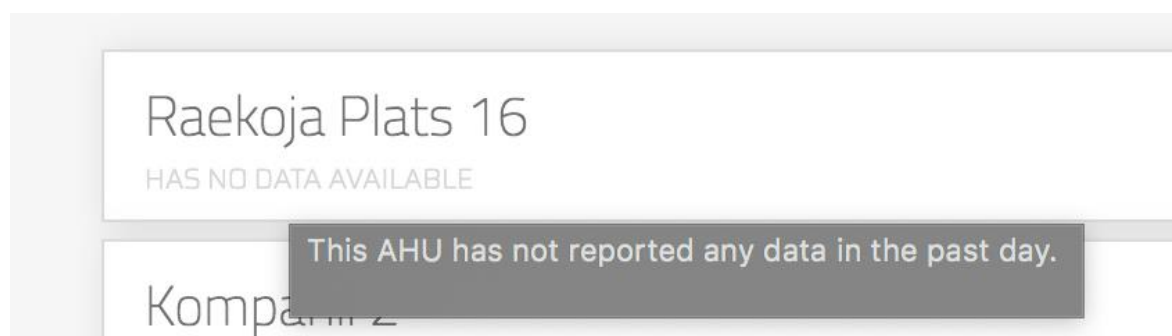
4.2 Kasutaja toetamine

Antud lisandväärtus aitab hoonehalduril saavutada oma eesmärged kiiremini ning vähemate vigadega.

Lisaks sellele aitab hoonehaldustarkvara kasutusmugavusele kaasa ka kasutajaliidese omaduste analüüsis väljatoodud infotekstide näitamine veaohlike kohtade juures või elementide kõrval, mille funktsioon pole ilmselge.



Joonis 4.2.1. Näide infotekstist funktsiooni juures, kus on vaja edasi anda palju infot.



Joonis 4.2.2. Näide infotekstist juhul, kui edasi on vaja anda väike kogus informatsiooni.

4.3 Veateated

4.3.1 Funktsiooni kirjeldus

Antud funktsioon aitab saavutada jälgimise ja juhtimise ning üürnike mugavustunde tagamise eesmärki.

Üheks hoonehaldustarkvara väärtuseks on hooneautomaatikasüsteemi veateadete jälgimine ja hoonehalduri õigeaegne teavitamine. Mõiste „veateade“ asemel kasutatakse veel: häired, häireteated, alarmid, alarmteated. [2]

Veateadete funktsiooni optimaalseks kasutamiseks on oluline võimalus neid prioritseerida. Veateadete prioriteet määrab ära kiiruse, mille jooksul tuleb veaolukorrale reageerida. Näiteks peaks ventilatsiooniagregaadi ülekuumenemine olema kõrgema prioriteediga kui olukord, kus mõne tsooni sisekliima sensor ei ole viimased paar tundi andmeid edastanud. Rääkides üksnes ventilatsiooniagregaadist, siis on tootja ise juba tihtipeale häirete prioritseerimise ära teinud. [1] Prioritseerimise vajadus taandub samale info ligipääsetavuse punktile: olulised asjad peavad olema esile tõstetud. [2]

Samuti on oluline, et kasutajal oleks võimalik häireid kinnitada otse hoonehaldustarkvarast, mitte ainult füüsilise seadme juures. [3] Häirete kinnitamisel märgitakse häire nii hoonehaldustarkvaras kui jälgitavas juhtseadmes kinnitatuks. Selle funktsionaalsuse teostamiseks on vajalik juhtseadme integratsioon hoonehaldustarkvaraga, mis sellist kinnitamist võimaldab. Kui sama häiret ettenähtud ajaperioodi vältel (näiteks 2 tundi) uuesti ei teki, siis häire kustutatakse seadme mälust. [2] Et muuta tüüpilise hoonehaldustarkvara häiresüsteemi kasutajasõbralikumaks, võib tarkvara võimaldada ka ebaolulisemaid häireid edasi lükata, et hoonehaldur saaks endale sobival ajal häireid analüüsida (näiteks liigne energiatarve mingis alas). [1]

Hoonehaldustarkvara puhul võib häiretest teada saamisega ebamõistlikult kaua aega minna, eriti juhul, kus tarkvara ei teavita kasutajat veateate tekkimisest. See võib süvenedes omakorda põhjustada majas tuleohtliku olukorra või tekitada hoone haldajale lisakulusid õigel ajal tegemata jäänud hooldus- või parandustööde tõttu. [32]

Lisandväärtust pakub lisaks kasutajaliideses väljatoodud veateadetele ka muu teavitusviis. Kui tegu on küllalt prioriteetse alarmiga (mille olulisust saab kasutaja ise seadistada), saadetakse

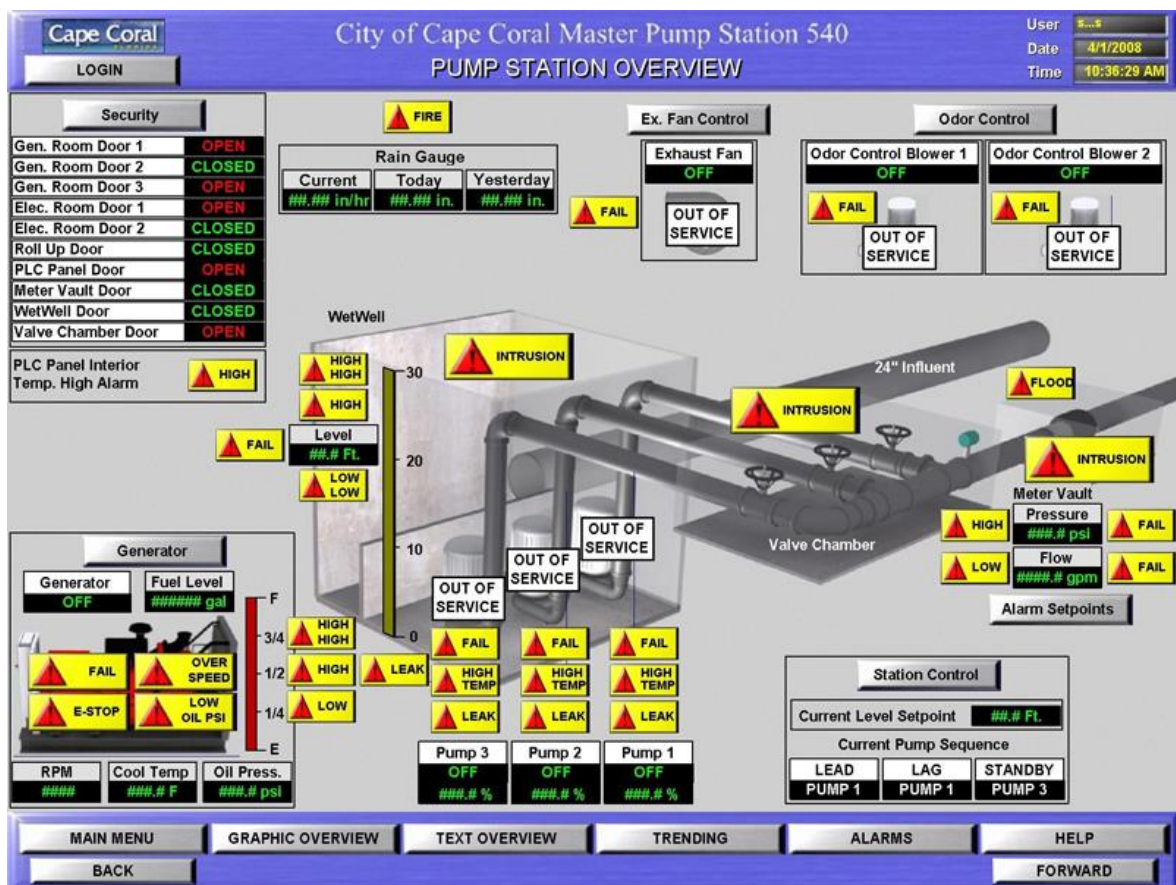
hoonehaldurile vastavalt eelistusele kas SMS või e-kiri. [2] Taoline lähenemine tagab, et ükski veateade, mille eiramine võib ohtu seada majas olevad inimesed ning tehnosüsteemide korrektse töötamise, ei jää märkamata.

Hoonehaldustarkvara üks võimalikest lisandväärtusest on ka kogutud andmete analüüsimise põhjal ennetavate alarmide saatmine. Sel juhul analüüsitakse mingi algoritmi alusel erinevaid hoone parameetreid ja selle põhjal osatakse teha ennustusi, kus häire võib tekkida. Selleks võib olla ka näiteks riistvara veateadete ennustamine (ingl *predictive maintenance*), riistvara vananemise ennustamine. [1]

Kõik kliendiküsitluses (toodud Lisas 6) osalenud hoonehaldurid leidsid, et nende töös on veateated olulised.

4.3.2 Näite analüüs

Allpool vaadeldakse kaht eri näidet, kus veateadete esitus on erinevalt lahendatud.



Joonis 4.3.1. Näide veateadete kuvamisest kasutajaliideses

Allikas: <http://www.commercecontrols.com/scada.html>

Esimesel juhul (Joonis 4.3.1) on näha nõ graafilisemat lahendust, kus veateated on kuvatud skeemile. Sellisel lahenduse positiivseks küljeks on visuaalselt tekkiv arusaam, mille puhul saab hoonehaldur mõnedel juhtudel paremini aru, mis osa süsteemist täpselt häires on. Elemente millele oma tähelepanu pöörata on korruga palju ning sellest tekib info üleküllus. Selline esitlusviis sobib pigem lisandväärtusena, kuna ülevaate saamine ei ole nii kiire kui nimekirjavaates (Joonis 4.3.2).

Disain on sedavõrd kirju, et olulised parameetrid kipuvad silmale ära kaduma. Ei esine hierarhiat, ehk siis näiteks olulisemad veateated võiksid olla vähemoluliste hulgast välja toodud. Lisaks sellele põhjustab elementide üleküllus selle, et kasutajaliidesest on raske olulist infot märgata.

| Site | Name | Code | Alarm time | End time | Counter | Acknowledged | Global ID | Description |
|-----------|----------------|------|---------------------|---------------------|---------|------------------|------------|-------------|
| Station 1 | Ny eventkod 8 | 8 | 2010-06-21 23:36:45 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 318294176 | |
| Station 2 | Gas leak | 3 | 2010-06-21 23:37:28 | 2010-06-21 23:37:28 | 0 | Not acknowledged | 1889906187 | |
| Station 2 | Break-in | 2 | 2010-06-21 23:38:49 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 389471723 | |
| Station 2 | Ny eventkod 9 | 9 | 2010-06-21 23:43:28 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 1022944771 | |
| Station 2 | Temp-low | 4 | 2010-06-21 23:50:20 | 2010-06-21 23:50:20 | 0 | Not acknowledged | 17391223 | |
| Station 1 | Temp-high | 5 | 2010-06-21 23:54:47 | 2010-06-21 23:54:47 | 0 | Not acknowledged | 1262334435 | |
| Station 1 | RFU | 20 | 2010-06-21 23:57:56 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 420783825 | |
| Station 2 | Fire | 1 | 2010-06-21 23:59:26 | 2010-06-21 23:59:26 | 0 | Not acknowledged | 2021638874 | |
| Station 2 | Break-in | 2 | 2010-06-22 00:09:12 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 206337568 | |
| Station 2 | Ny eventkod 10 | 10 | 2010-06-22 00:12:35 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 529371477 | |
| Station 1 | Ny eventkod 7 | 7 | 2010-06-22 00:21:06 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 1088056026 | |
| Station 1 | Break-in | 2 | 2010-06-22 00:25:31 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 1960364366 | |
| Station 1 | RFU alias | 20 | 2010-06-22 00:27:44 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 603791718 | |
| Station 1 | Ny eventkod 8 | 8 | 2010-06-22 00:30:15 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 1543639475 | |
| Station 2 | RFU | 20 | 2010-06-22 00:35:22 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 4259426047 | |
| Station 2 | Break-in | 2 | 2010-06-22 00:35:28 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 431565104 | |
| Station 2 | Ny eventkod 7 | 7 | 2010-06-22 00:38:50 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 1169766469 | |
| Station 1 | Gas leak | 3 | 2010-06-22 00:39:08 | 2010-06-22 00:39:08 | 0 | Not acknowledged | 409392601 | |
| Station 1 | Gas leak | 3 | 2010-06-22 00:39:08 | 2010-06-22 00:39:08 | 0 | Not acknowledged | 1279470802 | |
| Station 1 | RFU | 20 | 2010-06-22 00:44:56 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 1408050648 | |
| Station 2 | unknown_1 | 6 | 2010-06-22 00:49:03 | Not ended | 0 | Not acknowledged | 1443227350 | |

Joonis 4.3.2. Näide veateadete kuvamisest kasutajaliideses.

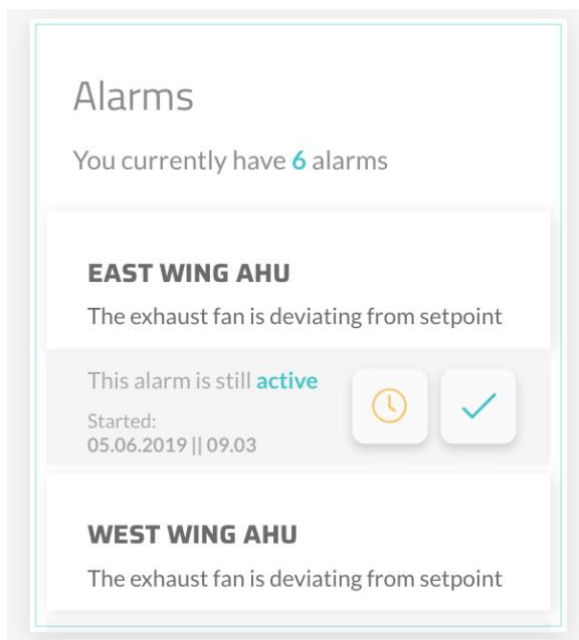
Allikas: <http://www.rscada.se/ralarm.php?lang=en>

Selle (Joonis 4.3.2) näite puhul on olukord oluliselt parem. Nimekirjavaatest tuleb selgelt ja kiirelt välja, millised süsteemi osad on häires ning värviskeemi alusel ka see, kui kõrge prioriteediga häirega on tegemist. Lisaks sellele võimaldab antud kasutajaliides veateateid filtreerida erinevate tulpade kaupa ning neid otse liidesest ka kinnitada. Üheks selle kasutajaliidese positiivseks aspektiks on, et kõik toimingunupud on ühes sektsioonis ja neid ei ole liialt. Nii tekib kasutajal kiirelt ja mugavalt ülevaade, mis toiminguid tal võimalik tekkinud veateadetega teha on. Disain on selles näites parem kui eelmises. Disain iseenesest ei ole paljunõudlik ja laseb vajalikel andmetel esile

tõusta. Ette saab küll heita teksti kontrasti näiteks punasel, rohelisel ja nuppude taustal - tekst on küll loetav aga vaevaliselt.

4.3.3 Lahenduseettepanek

Eeldused. Hoonesse on paigaldatud riistvaraseade, mis on integreeritud hoone tehnosüsteemiga ja suudab seal esinenud veateateid edastada hoonehaldustarkvara andmebaasi. Selle lahenduse juures on oluline märkida, et lahendust on parem kasutada vähese koguse veateadete korral (kuni 10 tk). Tarkvent OÜ klientide näitel ei teki ühes asukohas niivõrd palju veateateid, et see piirang probleemiks osutuks. Kui aga üks asukoht hõlmab endas oluliselt suuremat hulka seadmeid, siis on tulemuslikum kasutada kontsentreeritumat nimekirja vaadet (Joonis 4.3.2). [2] [3]



Joonis 4.3.3 Veateadete kuvamise disaininäidis

Ülalpool toodud lahenduse puhul on ülevalt alla lugedes esimesena näha, kui palju antud asukohas veateateid on, mis peaks andma juba esmase indikatsiooni sellest, mis seisus süsteem on. Sealt edasi on iga veateade eraldi üksus, kus on välja toodud olulisuse järjekorras, mis seade veateates on (nt East Wing AHU), mis on veateate olemus ning kas veateade on hetkel aktiivne, vaigistatud või lõppenud. Veateadete lõppemine on eelkõige teemakohane näiteks energiatarbe või sisekliima piirnormi ületamise korral tekkinud veateadete korral. Viimasena on näha aeg, millal veateade algas (ja lõppes).

4.4 Hoonete ülevaade

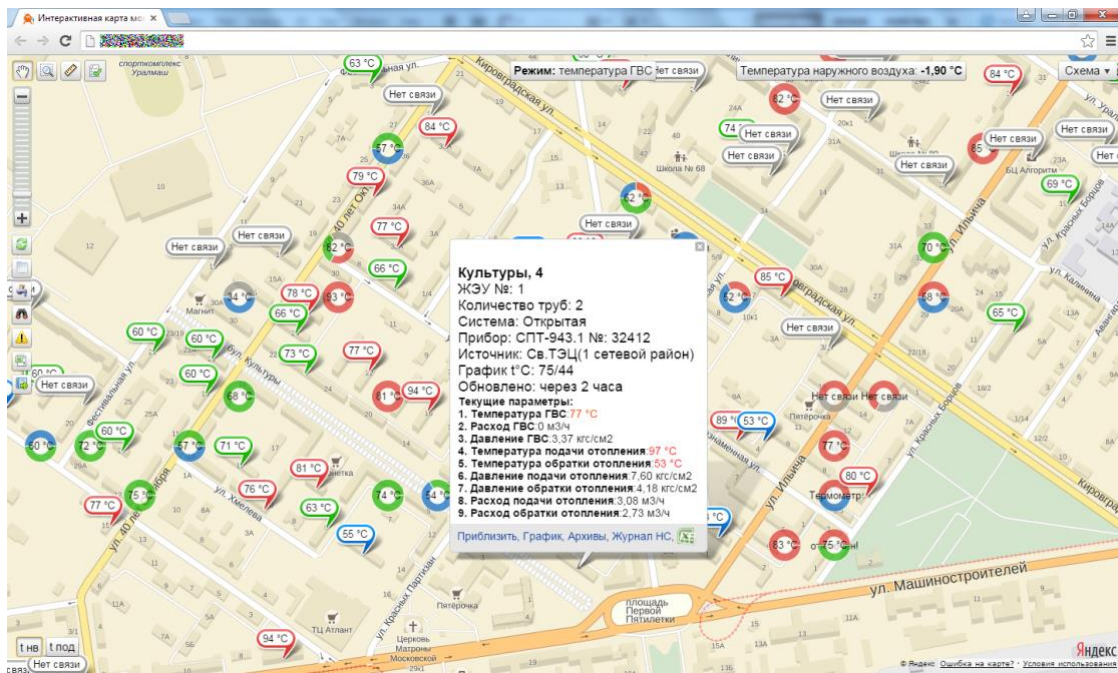
4.4.1 Funktsiooni kirjeldus

Antud funktsioon aitab saavutada jälgimise ja juhtimise ning üürnike mugavustunde tagamise eesmärki.

Kui ühel hoonehalduril on hallata mitu hoonet, siis on oluline, et võimalusel oleks kõikide hallatavate hoonete tarkvara pakkujaks üks firma. Sealjuures on eriti oluline, et eri hoonetes kasutatavad tarkvarad on järjepidevad st eelistatult sama pakkuja poolt ning samasuguse visuaalse ja sisulise ülesehitusega. [22] Kõikidest hoonetest ühtse ülevaate saamine keerukas, kuid oluline ülesanne. [2]

Eelnimetatud järjepidevuse probleemi lahendab ühtne, selge ning lakooniline ülevaade kõigist asukohtadest. Hoonehalduri töö peaks kulgema „puustruktuuri“ mööda ehk hierarhiliselt. Hoonehaldustarkvara avades saab kasutaja ülevaate kõikidest hallatavatest hoonetest ja nende kõige missioonikriitilisematest parameetritest (nt süsteemi häireseisundid).

Hoonetes toimuva analüüsimiseks piisab ühest „puu tipust“ ja sealt edasi saab kasutaja liikuda kindlat ja loogilist struktuuri pidi, kus üheski sammus ei ole infot liiga palju ning see ei summuta oma üleküllasusega ära tegelikke probleeme. Sel viisil on võimalik jõuda seda „puud“ pidi tegeliku mureküsimuseni. Võtmeks on hästi tasakaalustatud ülevaade, mida hoonete koondülevaade peaks kasutajale pakkuma. [2]



Joonis 4.4.1 Näide hoonete ülevaate kuvamisest kasutajaliideses. Allikas: <https://rapidscada.org/projects/>

4.4.2 Näite analüüs

Eeltoodud näidises (Joonis 4.4.1) näeme, kuidas traditsioonilise (roheline ja punane) värvigammaga on esindatud jälgitavate asukohtade hetkeseis, kuid info on jaotatud hajali kaardile, mistõttu ei teki niivõrd head ülevaadet kui seda tekib nimekirjavaates, kus informatsioon on struktuurselt ning kompaktselt esitatud. Igast asukohast täiendava info saamiseks peab läbi käima mitu erinevat hüpikakent, kus on esimese kiire analüüsi teostamiseks liiga palju ebavajalikku infot. Värvikontrast on jutumullide sümbolites hea, kuid ringsümbolites halvasti loetav.

Kindlasti annab mingites kasutusjuhtudes väärtust juurde kaardivaade, kuid kui hooned ei paikne geograafiliselt üksteisele lähedal, on taolist vaadet väga raske hästi realiseerida ning enamikel juhtudel ei paku see lisandväärtust. [2]

Kujutame ette olukorda, kus ühel hoonehalduril on Tartus 3 hoonet, Tallinnas 6 ja Pärnus 2. Eesti puhul ehk võib-olla pigem konteksti andmiseks tehtud näide, kuid Euroopa suuremate haldusfirmade juures täiesti reaalne olukord. [1] Hoonehaldur soovib saada kiiret ülevaadet kõigist oma hoonetest. Kõigepealt avab kasutaja vaate ning suurendab kaardivaate fookusesse soovitud linna. See aga võib võtta olenevalt kasutatava arvuti võimsustest ebamõistlikult pika aja, kuna lisaks andmetele tuleb laadida ka kaart ise. Seejärel tuleb liikuda teise linna peale ja sealt edasi. See aga ei paku kasutajale head kasutajakogemust, sest liigne ootamine ja liiga palju toiminguid

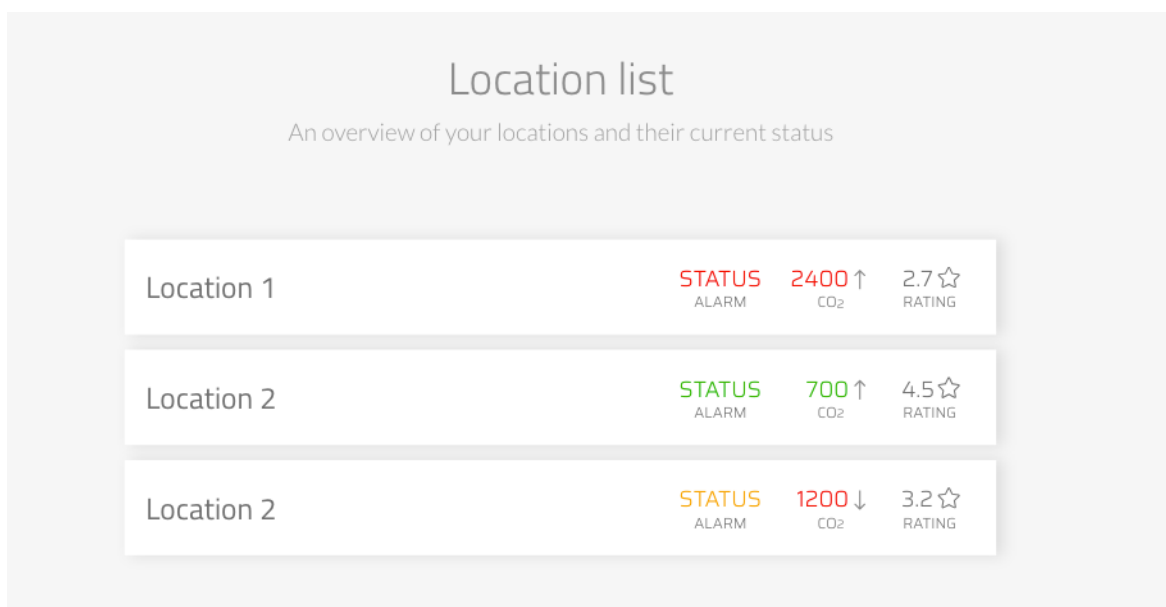
probleemide avastamiseks või nende sisuni jõudmiseks muudab taolise vaate igapäevase kasutamise tüliliks ja aeganõudvaks.

4.4.3 Lahendusettepanek

Eeldused

Kõikidesse hoonetesse on paigaldatud riistvaraseade, mis on integreeritud majadesse paigaldatud automaatikaga ja suudab saata andmeid hoonehaldustarkvara andmebaasi. Kontrollid suudab kõikides asukohtades lugeda tähtsamaid, veakriitilisemaid häireid ning igas asukohas on mingi soovituslik arv CO₂ sensoreid, mis samuti kontrolliga ühilduvad.

Viimaseks eelduseks on kasutajate tagasiside olemasolu ning aktiivne kasutus (vt täpsemalt alajaotuses kasutajate tagasiside). Kõikides asukohtades ei pruugi olla võimalik või vajalik kõiki neid andmeid kuvada, kuid nagu eelpool mainitud, on kõige olulisem, et veateadete olemasolu oleks selgelt ja kohe nähtav.



Joonis 4.4.2 Hoonete ülevaate disaininäidis

Kuvatud on täpselt nii palju infot kui esmaseks analüüsiks vaja on. Kõik hoonehalduri hallatavad hooned on välja toodud ühes kompaktses nimekirjas, sealjuures säilitades loetavust. Kasutatud on lihtsat valget kasti mõningase varjuga, tõstmaks esile, et iga sektsioon (hoone) on eraldi üksus. Vasakul on toodud asukoha nimi, nii nagu hoonehaldur on selle ise tarkvara eelistuste alajaotusest seadistanud. Vasakult paremale lugedes saab kasutaja kiirelt kätte info, mis on esitatud prioriteetsuse järjekorras.

Esimesena on kuvatud, kas asukohas on prioriteetseid veateateid näiteks tõsisemad riistvara häired. Värvikood on järgmine: roheline: pole aktiivseid veateateid, oranž: on veateateid, aga need on vaigistatud (ingl *snooze*), punane: asukohas on aktiivne veateade. Selles vaates saab hoonehaldur teha kiiresti otsuseid ning vajadusel avada hoone täisvaate, et probleemi analüüsida.

Sellest paremal on kogu asukoha keskmine CO₂ tase, mille abil saab hoonehaldur infot, kas antud asukoht on sellele omases õhukvaliteedi piirkonnas, või on tekkinud erind (nt tavaolukorras püsib CO₂ keskmine tase 800ppm juures, kuid hetkel on oluliselt kõrgem), mida tuleb süvitsi uurida. Samuti saab sama ajaperioodiga andmeid omavahel kõrvutades leida praeguse trendi. Ehk siis, kas vaatamise hetkel õhukvaliteet pigem halveneb, kuna koormus (koosolek, oodatust suurem üritus jne) jätkub, või paraneb, kuna koormuse mõju on juba lõppenud.

Viimasena näeb hoonehaldur viimase tööpäeva kasutajate tagasiside keskmise hinnangu viiepalliskaalal, mis aitab eelnenud õhukvaliteedi näidu paremasse konteksti seada. [1] [2]

4.5 Ventilatsiooniagregaadi ajaprogrammid

4.5.1 Funktsiooni kirjeldus

Antud funktsioon aitab saavutada jälgimise ja juhtimise, üürnike mugavustunde tagamise ning energiatarbe optimeerimise eesmärgi.

Ventilatsiooniagregaadi ajaprogrammijärgne juhtimine on üks kõige lihtsamaid viise hoones energia kokkuhoiu saavutamiseks. [33] Kõige levinum lahendus on see, kus hoonehaldur seadistab süsteemi esmakordsel ülesseadmisel ühe nädala graafiku õhuvoolude või kiiruste kontekstis. Ehk siis näiteks, esmaspäevast reedeni ajavahemikus 8:00-17:00 töötab agregaat mingil seadistatud võimsusel, mis peaks projekti järgi ära katma hoone õhuvajaduse. Nädalavahetustel ja aegadel, kui hoone pole hõivatud, agregaat seisab või töötab madalaimatel pööretel, et talvel vältida külmast tekkivaid rikkeid. Ajaprogrammis rakendatakse tüüpiliselt ka riigipühi, mille ajal on agregaat samuti puhkerežiimis.

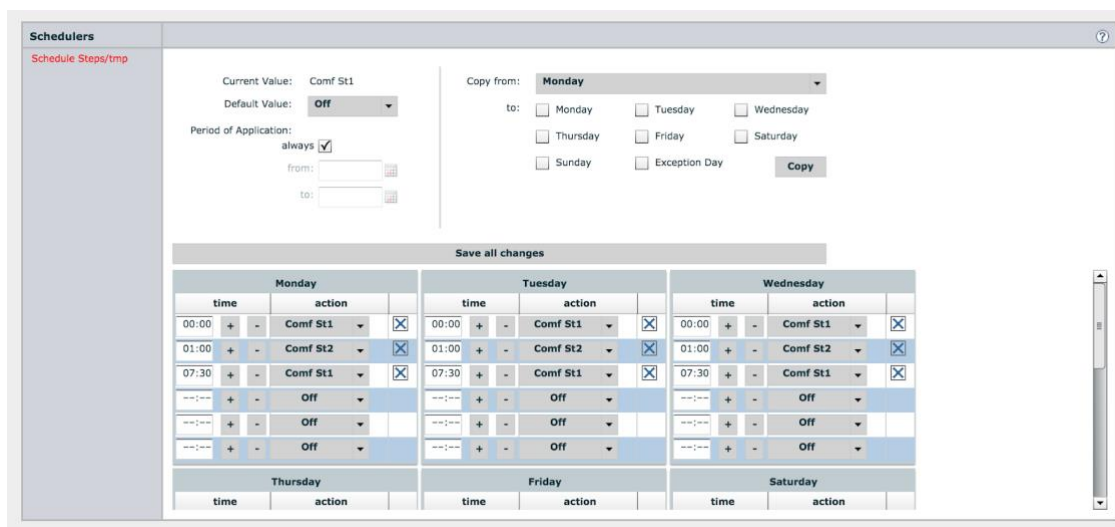
Sellisel lähenemisel on mitu puudust, põhiline neist on paindlikkus. [2] Ajaprogrammijärgne juhtimine seadistatakse tüüpiliselt ühe korra, süsteemi paigaldades, ja seda enamasti rohkem ei

muudeta. Kontorihoones aga ei pruugi tööpäev kulgeda ventilatsiooni ajaprogrammiga kooskõlas. Mõned hoones tegutsevad firmad alustavad tööd kell 08, teised kell 10. Viimasel ajal on populaarseks muutunud koostööalad (ingl *co-working spaces*), kus inimesed kõikidelt elualadelt saavad endale töökoha üürida, mistõttu toimub töö teinekord kaootilise graafiku järgi. [1] [2] Selline korrapäratus hoone kasutuses vajab paindlikumat lähenemist kui seda pakub tavapärase ajaprogrammijärgne juhtimine.

Kui kliimaseadmeid juhitakse ainult kas „sees“ või „väljas“ loogika järgi, halvendab see oluliselt sisekliima kvaliteeti. Ruumid või tsoonid, mis ei ole antud ajahetkel kasutuses, on siiski ventileeritud sama koormusega kui hõivatud alad. Sellel on kaks peamist puudust. Esiteks on see ilmselge energia raiskamine, kuna energiat kulutakse ruumi ventileerimiseks, kui selleks tegelik vajadus puudub. Teiseks on õhukvaliteedi langus. Igal ventilatsiooniagregaadil on oma teatud võimekus ja summaarne õhuvooluhulk, mida agregaat suudab majja suunata. Tühjade ruumide arvelt saaks hõivatud ruumides tagada oluliselt parema õhukvaliteedi. [2] [1] [3]

Järjest enam on võetud kasutusele mudel, kus süsteemi lisatakse õhuvooluklapid, mis jagavad hoone juhitavateks aladeks. Nendesse tsoonidesse paigaldatakse piisavalt sisekliima sensoreid, et saada vajalik hulk lugemeid, mille alusel sisekliimat juhtida. Kui majanduslikel põhjustel pole võimalik uut riistvara soetada, saab sama olukorra lahendada ka parem kasutajaliides, mis võimaldab graafikuid lihtsamini seadistada. [1]

4.5.2 Näite analüüs



Joonis 4.5.1 Näide ventilatsiooniagregaadi ajaprogrammi sätestamises kasutajaliideses. Allikas: Tarkvent OÜ, FläktWoods

Joonis 4.1.1 on näide ventilatsiooniagregaadi ajaprogrammi seadistamisest. Vaate laadimiseks kulub tunnetuslikult üle 10 sekundi, mis on ebamõistlikult pikk aeg. Soovituslik on 2 sekundit ja vähem. [34] Antud vaates peab iga päeva, sh "erandpäeva" (nt riigipühad), eraldi seadistama. Valida erinevate õhuvoolu tasemete vahel (Comf St1, Comf St2 ...) mida saab soovitud kellaaegadeks seadistada. Aegadel, kuhu pole väärtust valitud, rakendub standardne (ingl *default*) väärtus. Seadistamist saab kiirendada väärtuse kopeerimisega sobivast päevast ning seejärel rakendades teistele sama graafiku järgi töötavatele päevadele.

Puhtalt kasutajaliidese koha pealt on vaade küll aegunud disainiga, kuid muidu hea. Kõik väärtused on hea kontrastiga ning kergelt loetavad. Kõik elemendid käituvad ettearvatavalt ning valitud tekstisuurus on loetav. Salvestusnupp võiks teistest erineda värvilahenduse poolest, sest see tõstaks seda rohkem esile, nagu tavaks on. Hinnanguliselt on taoline vaade tavalise ehk haldustarkvaradega igapäevaselt mitte kokku puutuva inimese jaoks esmapilgul hirmutav ning keeruline. Samuti on selle lahenduse puhul vaja süsteemi optimaalseks töötamiseks teha väga täpne seadistus ning seda siis vastavalt vajadusele muuta, et tagada vajalikul tasemel õhukvaliteet.

4.5.3 Lahendusettepanek

Eeldused. Süsteemi integreerituse eeldused on samad nagu eelmistes punktis. Pakutud lisandväärtuse jaoks on oluline, et süsteem saab tagasisidet lisaks õhuvoolule ka praeguse ruumide hõivatuse osas. Selleks on mitmeid lahendusi. Lihtsaim, kuid ka kulukaim viis on paigaldada tsoonidesse kas CO₂ sensorid või kohaloleku sensorid, kuigi viimased ei pruugi alati piisavalt täpsed olla. [1]

Lahendus. Järgnevalt on toodud disaininäidis samaväärset ülesannet täitvast kasutajaliidese, mis täidab eelnevalt püstitatud hea kasutajaliidese tingimusi.

Esiteks tuleb kasutajal ventilatsiooniagregaadi seadetest valida, selle seadme jaoks lubatud töömahud, mis tulenevad tootjapoolselt riistvarale seatud piiritlest. (Joonis 4.5.2)

Change AHU parameters

Change the parameters of the chosen Ahu

NAME

Kompanii 2

MIN SETPOINT l/s

200

MAX SETPOINT l/s

2000

Joonis 4.5.2 Ventilatsiooniagregaadi seadepunktide muutmise kasutajaliideses

Samuti valib kasutaja, kas puhkeolekus agregaat seisab täiesti või töötab minimaalsel lubatud kiirusel.

OFF-HOURS

Choose what your AHU should do on off-hours (eg. weekends)

TURN OFF



LOWEST SPEED



Joonis 4.5.3 Puhkeoleku seisundi seadistamine kasutajaliideses

Neid algseid seadeid üldjuhul riistvara eluea kestel muutma ei pea.

Presets

Set the entire schedule according to one of the following presets.

Chosen preset:



Choose a different preset:



VENTILATION LOAD



Joonis 4.5.4 Ventilatsiooniagregaadi ajaprogrammide seadistamise kasutajaliidesese disaininäidis

Edasi on kasutajal võimalik valida ja seadistada kolme režiimi. Kõigi režiimide puhul on defineeritud aktiivne olek, mille puhul on ventilatsiooniagregaadi seadepunkt 70% maksimaalsest õhuvoolu kiirusest ning puhke olek, mille puhul on seadepunkt kas 0% või 10%. [1] Õhuvahetus algab 1-2

tundi enne kasutaja poolt valitud aktiivse aja algust seadepunktiga 50%, et tagada tööpäeva alguseks värske õhk. [2] [1]

Lisandväärtusena pakuks oluliselt suuremat paindlikkust nõudluspõhine lahendus. Kui ühes tsoonis tekib ootamatu koormus (ka näiteks graafikujärgselt puhkeajal), siis seab juhtalgoritm aktiivse oleku seadepunkti kõrgemaks kuni CO₂ tase langeb tagasi normi piiresse. Sama loogikat saab rakendada ka ootamatult madala koormuse korral.

Eelseadistatud režiimid, mille vahel vastavalt olukorrale vahetada on järgmised.

Puhkuse režiim, mil kõik päevad on eelseatud puhkeoleku ehk madalaima kiiruse peale. Puhkuse režiimi saab peale panna manuaalselt ning seejärel sisendvälja sisestada kuupäeva, millal režiim vahetub tagasi regulaarse režiimi peale. Kui vahepeal režiimi vahetatakse, siis lõpukuupäev ei rakendu. Selline eelseade annab ka tehniliste teadmisteta inimestele võimaluse sisekliimat juhtida.

Regulaarne režiim on eelseatud esmaspäevast reedeni ning aktiivne olek on ajavahemikus 09:00-18:00, mida saab vajaduse korral ümber seadistada. Regulaarse graafiku muutmist kiirendab võimalus muuta ühte päeva ning sama seadistus rakendada ka teistele päevadele (ingl *apply to all*).

On **Mondays**, the ventilation is currently active on the following times:

| | | | | | | |
|------------------|-------|----------|--------------|---|---|---|
| FROM | TO | | | | | |
| 09:00 | 18:00 | TURN OFF | APPLY TO ALL | | | |
| VENTILATION LOAD | | | | | | |
| E | T | K | N | R | L | P |

Joonis 4.5.5 Näide seade rakendamisest kõigile päevadele

Ebaregulaarne režiim, mille korral saab iga päeva seadistada individuaalselt. See on mõeldud erandlikele töögraafikutele - näiteks neljapäevane tööädal.

On **Mondays**, the ventilation is currently active on the following times:

FROM TO

08:00 08:00 TURN OFF

VENTILATION LOAD

E T K N R L P

Joonis 4.5.6 Näide individuaalse päeva seadistamisest

Lisaks sellele näeb kasutaja kiirelt, milline eelseade on praegu valitud ning päevade peale klikkides on näha, mis aegadel on ventilatsioon aktiivses olekus.

Chosen preset: Choose a different preset:

CUSTOM

ACTIVE VENTILATION
8:00 - 17:00

VENTILATION LOAD

E T K N R L P

Joonis 4.5.7 Näidis ühe päeva praeguse seade kuvamisest

Klientide tagasisidest lähtuvalt on selline lahendus oluliselt kasutajasõbralikum kui mitmete erinevate seadete kombineerimine (nagu näha esimesest näitest). Kui lisandväärtusena välja toodud juhtalgoritm toimib korrektselt, siis on piirnormides õhukvaliteet tagatud ka erandjuhtumite (sh riigipühad) korral. [2] [3]

4.6 Energiatarbe jälgimine

4.6.1 Funktsiooni kirjeldus

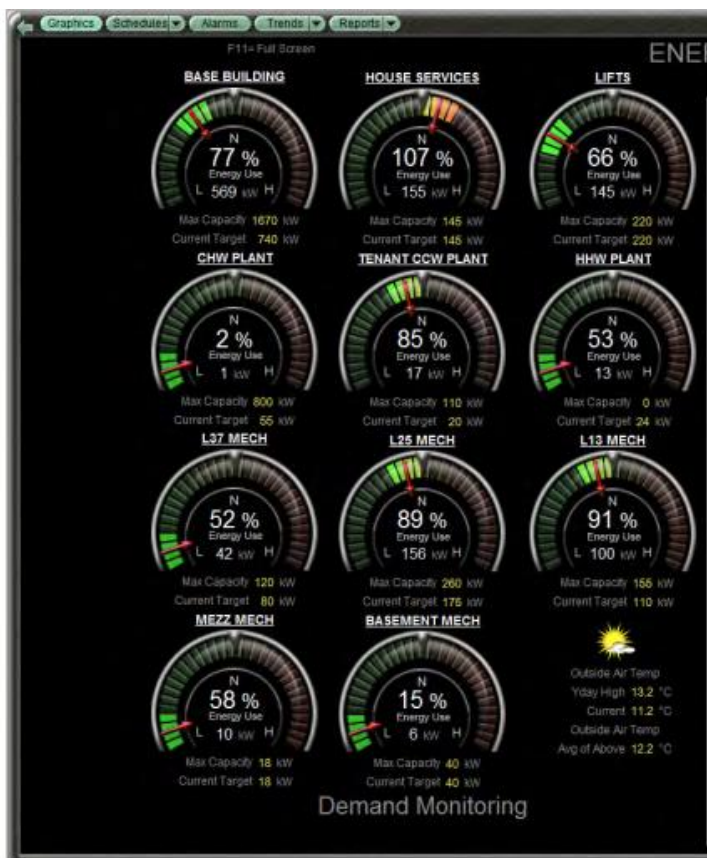
See funktsioon aitab hoonehalduril saavutada jälgimise ja juhtimise eesmärki, sisekliima kvaliteedi tagamise eesmärki ning energiatarbe optimeerimise ja juhtimise eesmärki.

Energiatarbe jälgimise juures on oluline, et hoonehalduril tekiks arusaam, millised süsteemi osad hoonetes energiat tarbivad ja kui palju. Nende andmete analüüsi tulemusena on hoonehalduril võimalik teha otsuseid, mida olemasoleva süsteemi töös parandada. Samuti aitavad energiatarbe

optimeerimisele kaasa veateated, millede korral hoonehaldustarkvara teavitab kasutajat süsteemi energiatarbes tekkinud erinditest. [2] [3] [1]

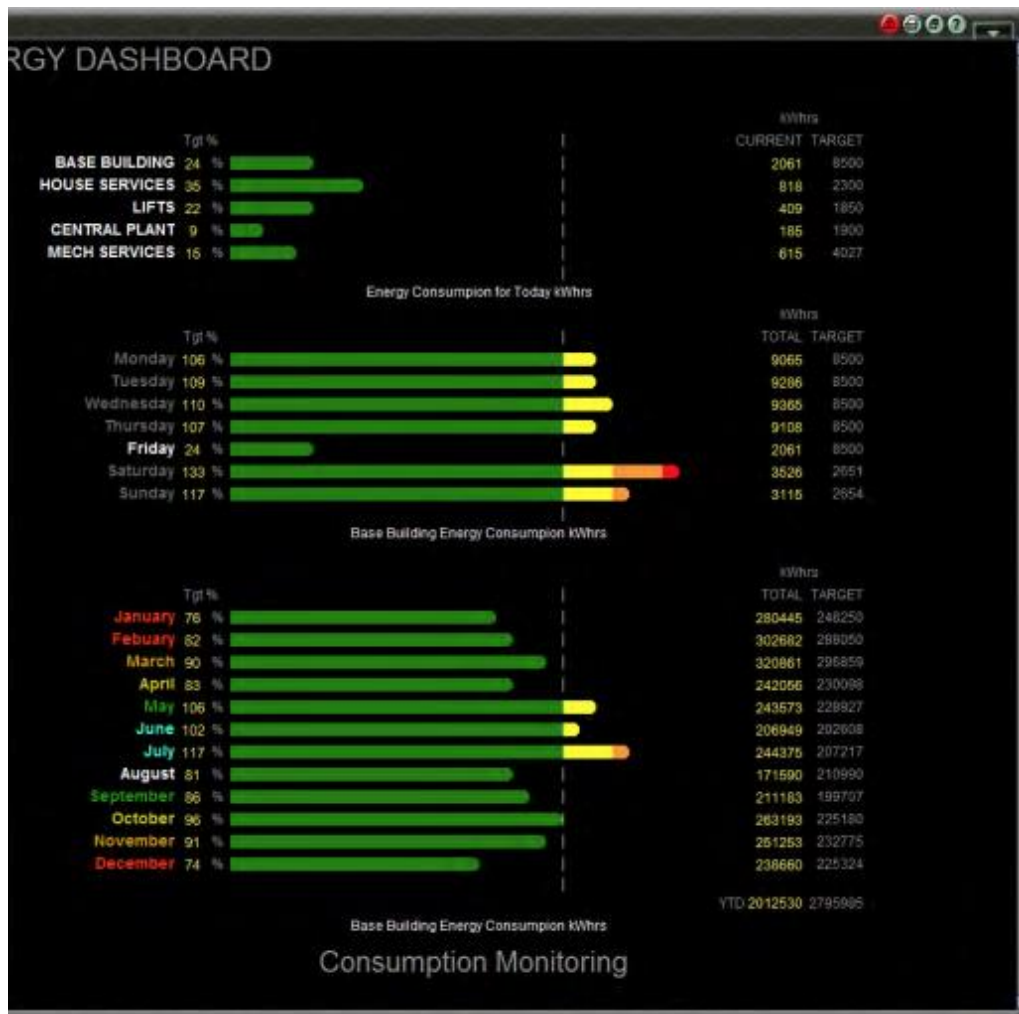
4.6.2 Näite analüüs

Allpool toodud näite (Joonis 4.6.1) osas on probleem sarnane eelmistele – andmetest ei teki head ülevaadet. Info on esitatud hajali ning andmete spidomeetri laadne esitus ei anna lisandväärtust ning võtab sealjuures ebamõistlikult palju ruumi. Teksti kontrast on kohati mitterahuldav ning ka kirjasuuruse valik on liialt väike.



Joonis 4.6.1 Näide energiatarbe kuvamisest kasutajaliideses

Allikas: <https://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/bms-the-basics-explained.pdf>



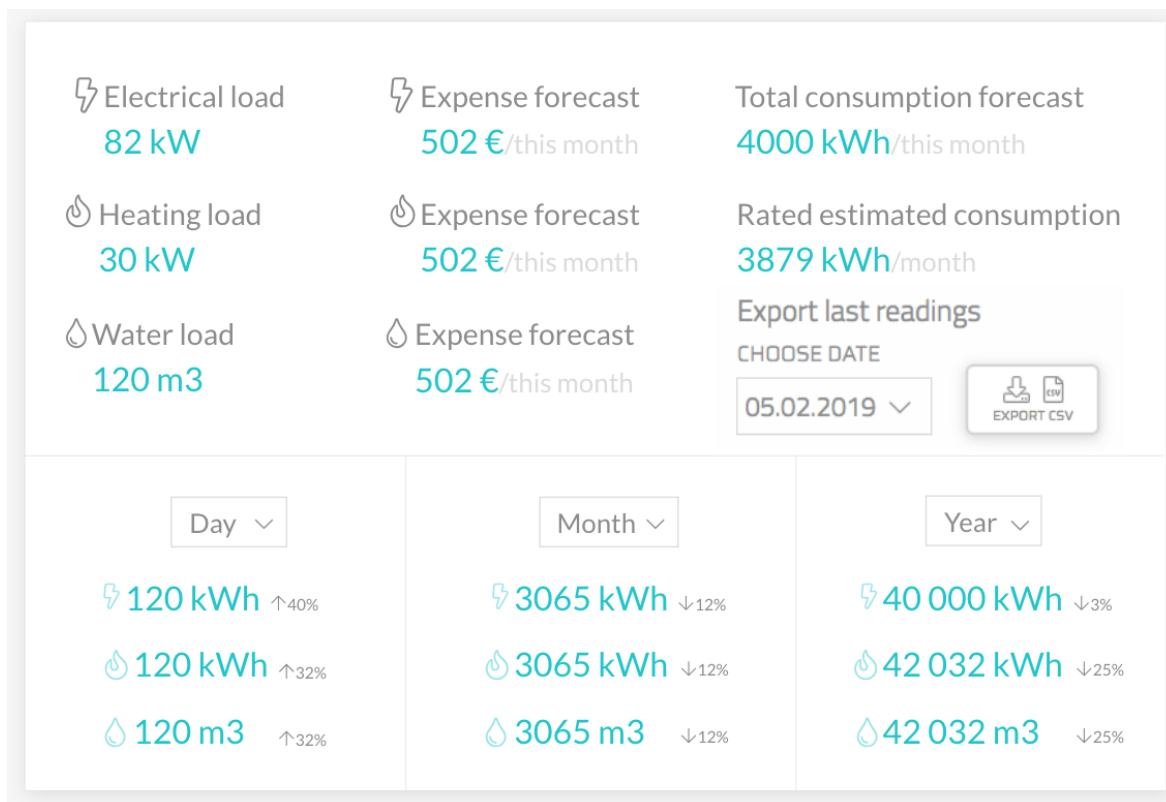
Joonis 4.6.2 Näide energiatarbe kuvamisest kasutajaliideses

Allikas: <https://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/bms-the-basics-explained.pdf>

Vaate teises osas (Joonis 4.6.2) on samuti kontrastiprobleeme, kuid andmete esitus on parem. Kasutajal tekib selge visuaalne ülevaade, millised süsteemiosad kui palju energiat tarbivad, milline on energiatarve päevade ja kuude lõikes. Segadust tekitab kuude energiatarve, kus numbrilisest esitusest näeme, et nt jaanuari ja veebruari tarbitud energia on suurem kui eesmärgiks seatud energiatarve, kuid visuaalne pool seda ei kajasta (tulpdiaagramm ei ole ületanud piiriks seatud halli katkendlikku joont). Samuti tekitab segadust kasutatud värvikood, mille puhul võiks eeldada, et kui kuu nimi on värvuselt punane (või siis vastavalt kollane ja roheline), siis võiks selle energiatarve olla vastavuses tulpdiaagrammis kasutatud värvidele. Joonist lähemalt vaadates on näha, et selline määratlus ei pea paika.

4.6.3 Lahendusettepanek

Eeldused. Süsteemis peavad olema riistvaraseadmega liidestatud energiatarbe arvestid (nt elekter, kütte ja vesi).



Joonis 4.6.3 Energiatarbe kuvamise disaininäidis

Lahendus koosneb kahest osast. Esimene osa, mis kuvatakse vaates esimesena hõlmab endas olulisemaid numbrilisi väärtusi. Vasakpoolsemas tulbas on toodud süsteemi hetkekoormus summaarselt, vastavalt siis kas elektri, kütte või vee osas (kui mõnda liiki arvestit süsteemis pole, siis seda näitu ei kuvata). Keskmeses tulbas on selle kuu energiatarbe põhjal antud hinnang, kui palju selle kuu lõpus kommunaalteenustele võiks kuluda. Ühikuhinna saab sisestada kas kasutaja ise (Joonis 4.6.4) või saab selle informatsiooni pärida avalikust andmebaasist. Viimases tulbas on hoone kuupõhine projektijärgne tarbimine, mis tuleneb samuti kasutaja sisendist, võrdlusena praeguse tarbimise ennustusega selleks kuuks. Viimasena saab kasutaja alla laadida endale sobivas formaadis (nt csv) kõigi arvestite viimased näidud. Sel funktsioonil on eelkõige kasutust juhul, kui hoonehaldur soovib kõigile üürnikele vastavalt tarbele arved esitada. Alumises reas saab hoonehaldur kõrvutada erinevate perioodide summaarseid lugemeid ning näha trende eelmiste perioodidega.

ELECTRICITY PRICE €/KWH

20

HEATING PRICE €/KWH

7

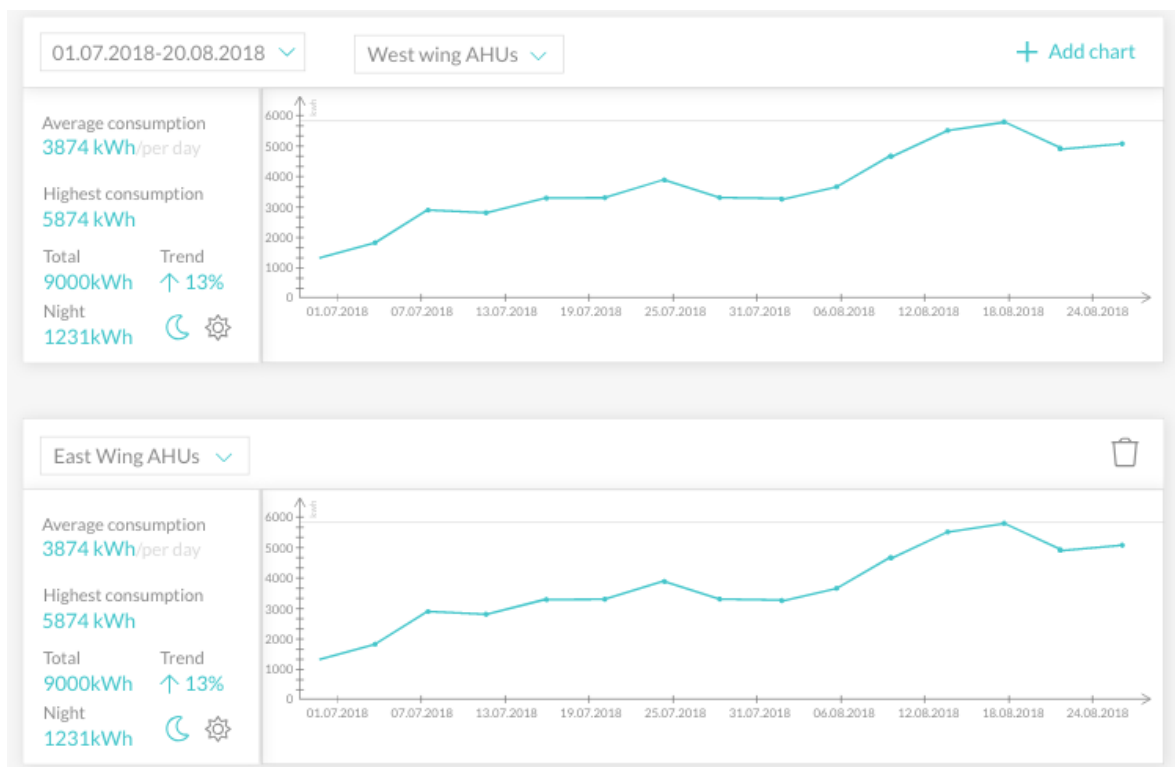
WATER PRICE €/M³

14

RATED CONSUMPTION KWH/MONTH

4512

Joonis 4.6.4 Näide energia ühikuhinna seadistamise sisenditest



Joonis 4.6.5 Energiatarbe kuvamise disaininäidis

Teine jaotus võimaldab arvestipõhist analüüsi koos graafilise esitusega. Esmalt saab kasutaja valida soovitud ajaperioodi, mille kohta andmeid näidatakse. Järgnevalt saab valida arvesti. Selliseid infoelemente saab lisada (kasulik võrdlevas analüüsis) ja kustutada. Vasakul asuvas infokastis saab näha valitud arvesti keskmist tarbimist, kõrgeimat tarbimist, kogutarbimist, trendi ja päeva ja öö tariife vastavaid lugemeid (eeldusel, et arvestid võimaldavad koguda päeva ja öö tariife).

Parempoolses osas näeb kasutaja energiatarbe graafikut, kus igale punktile klikkides on võimalik näha selle täpset väärtust.

4.7 Ventilatsiooniagregaadi töö jälgimine

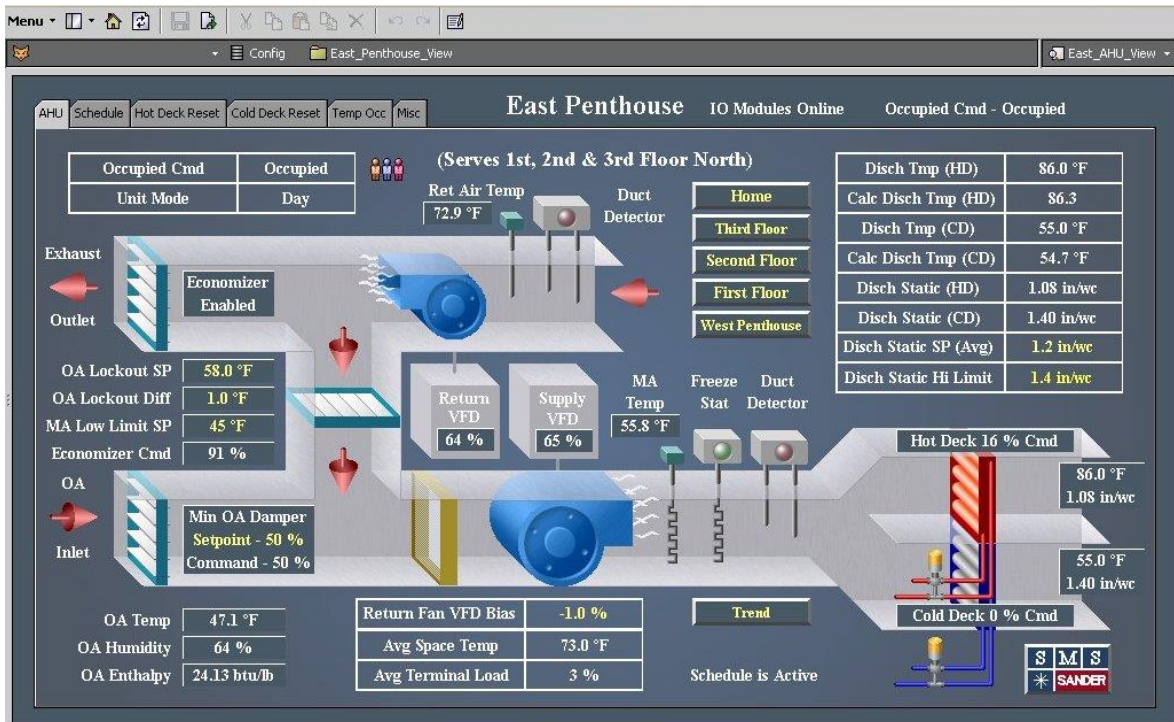
4.7.1 Funktsiooni kirjeldus

Antud funktsioon aitab saavutada jälgimise ja juhtimise ning üürnike mugavustunde tagamise eesmärki.

Tegemist on hoones hinnanguliselt kõige olulisema ning kõige veaohlikuma süsteemiga. Seetõttu on eriti tähtis, et sarnaselt eelnevale, oleks kiirelt kättesaadav esmane ülevaade. Kõige levinum kasutus ventilatsiooniseadme ülevaatele on tekkinud probleemi esmane diagnoosimine. Näiteks olukord, kus hoone kasutajad annavad hoonehaldurile teada, et õhukvaliteet on halb nt kurdavad palavuse, umbuse vms üle. Hoonehaldur avab ülevaate, kus näeb, kas ventilatsiooniagregaat üldse töötab ehk siis kas õhuvool on normi piires. Kui ei siis saab teostada edasist analüüsi: kas on mõni asjassepuutuv veateade, kas seade on tuleohu alarmi tõttu peatunud jne. [2] [3] [1]

4.7.2 Näite analüüs

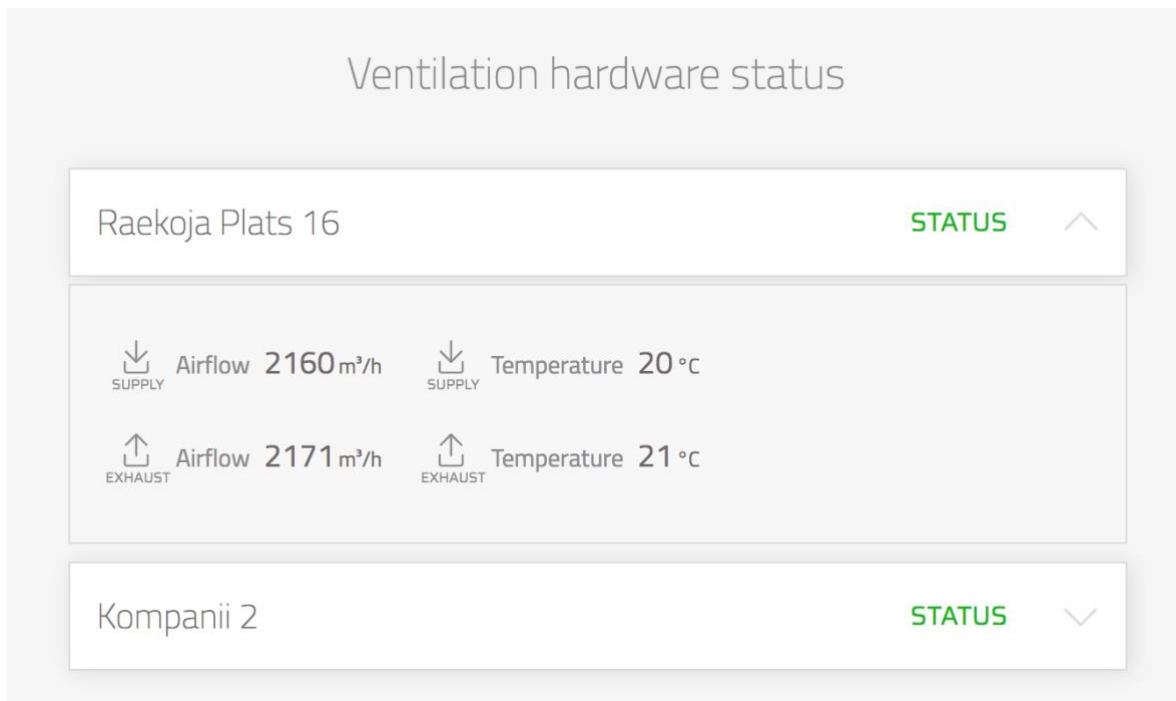
Jätkates eeltoodud hierarhilise ülesehituse mõtet, ei tohi ülevaates olla info üleküllust. Tegelikult on hoonehalduril harva vaja sedavõrd täpset infot nagu allpool toodud näites. Seda infot läheb vaja alles analüüsi järgmistes sammudes, kui kõik eelnevad standardsemad lahenduskaigud on ära proovitud. [2] Selle (Joonis 4.7.1) ja teiste analoogsete kasutajaliideste lahenduse probleemiks on info üleküllus. Selliselt skeemilt on hoonehalduril väga raske eristada olulisemat informatsiooni vähemolulisemast. Kasutajaliidese kontrast on rahuldav, kuid tekst on osades kohtades raskesti loetav. Tekstide vaheline ruum on ebapiisav, mis samuti halvendab loetavust. Skeemil on palju ebavajalikke elemente, mis ei anna kasutajale sedavõrd palju lisandväärtust.



Joonis 4.7.1 Näide ventilatsiooniagregaadi parameetrite kuvamisest kasutajaliideses. Allikas <https://www.forteassetsservices.com.au/building-management-systems-bms/facts-terms/>

4.7.3 Lahendusettepanek

Eeldus. Kehtivad eelnevates näidetes toodud tehnilised eeldused.



Joonis 4.7.2 Ventilatsiooniagregaadi parameetrite kuvamise disaininäidis

Pakutud lahenduse juures on kõik vaadeldava asukoha ventilatsiooniagregaadid välja toodud nimekirjavaates, kus sarnaselt eeltoodud mitme hoone ülevaate näitele, saab kasutaja operatiivselt infot selle kohta, kas mõni agregaatidest on häireseisundis. Selle jaoks on standardses valgusfoori värviskeemis toodud agregaadi hetkeseis (ingl *status*), kus roheline tähendab, et agregaadil on aktiivne ühendus juhtseadmega. Oranž värv kuvatakse, kui juhtseade ei ole ventilatsiooniagregaadi ühendust saanud mingi aja vältel ja punane juhul kui agregaat on häireseisundis. Häireikoonile vajutades saab kasutaja avada häireteadete nimekirja, kus on asjakohane häire esile tõstetud. Agregaatide vaadet saab soovi korral avada, et näha agregaadile omaseid parameetreid, mille jaoks kõige tavalisemad on õhuvoolukiirus ja õhutemperatuur nii õhu sissepuhkes kui ka väljatõmbes. [1] [2] [3]

4.8 Üürnike tagasiside

4.8.1 Funktsiooni kirjeldus

Antud funktsioon aitab saavutada üürnike mugavustunde tagamise eesmärki.

Paljudes hoonehaldustarkvarades ei kajastata hoones töötavate inimeste tagasisidet sisekliima kohta. Peamisteks meediumiteks inimeste ning hoonehalduri vahel on e-kirjad, helistamine ning suusõnaline suhtlus. Hoonehalduril ei ole ühtset kohta, kus kasutajate tagasisidet hallata. See probleem halvendab kogu protsessi efektiivsust. Nagu eelnevalt mainitud, peaks hoonehalduri põhifookus olema sisekliima kvaliteedi ning energiatarbe optimeerimine. Ometi kulub suur osa ajast üürnike probleemide haldamisele ning nendega tegelemisele. [3] [2] [1]

Inimeste tagasiside suudab edasi anda palju kasulikku infot. Vahel jõuab info süsihappegaasi kõrge kontsentratsiooni kohta hoonehaldurini alles siis, kui kõigil ruumis viibijatel pea juba valutab. Lugemite õigeaegset jõudmist juhtseadmetesse mõjutavad mitmed aspektid. Näiteks sensorite paigutus ruumis. Kui sensor on paigutatud suures ruumis nurka, siis ei kajasta see piisavalt kiiresti ruumi keskel toimuvat. Sama probleem tekib kui lugemite saatmise intervall on sensori eripärast tulenevalt liiga pika aja tagant. [1]

Hea kasutajaliidese abil võtab selle tagasiside saatmine ning nägemine paar lihtsat toimingut. Inimeste tagasiside abil on võimalik hoonehalduril teinekord teada saada süsteemis tekkivatest

veaolukordadest veel enne, kui andurid sellele “jälile saavad”. Kliendiküsitluse põhjal (Lisa 6) oli inimeste tagasiside hoonehalduritele oluline.

Tagasisidel on ka üks suur miinus ja see on selle ebaregulaarsus. On oluline, et kriitiline mass hoones viibivaid inimesi piisavalt järjepidavalt hoone sisekliimat hindaks. Piisava andmehulga korral on võimalik seda analüüsiks kasutada. [1] Tagasiside saamine inimestel võib aga olla keerukas. Igasugune targa maja funktsiooni pealesurumine inimestele ei tööta. Kasutajatele mõeldud tagasisiderakendus peab olema lihtsasti ligipääsetav, kiire, intuiitivne. Adrian Leaman on öelnud “Tark maja ei pane oma kasutajaid ennast lollina tundma.” [35]

Seega tuleb tagasiside rakenduse disainis palju rõhuda psühholoogiale. Inimesel peab tekkima teatud võimu tunne: „Minul oli halb, mina andsin tagasisidet, midagi muutus.“ Praktika käigus, selgus et kõige olulisem on tavakasutajate jaoks just see tunne, et „midagi muutus“. Muidu on tagasiside andmine inimese jaoks sama ebaoluline nagu veebilehti külastades hüplikaknas avanev teade „hinda meie veebilehte vastates nendele viiele küsimusele“. Inimeste aktiivsuse kasvatamiseks on mitmeid meetodeid. Õige valiku tegemiseks tuleb teha eeltööd, et leida viis, mis antud hoone kontekstis on tulemuslik. [2] [3]

4.8.2 Lahendusettepanek



Joonis 4.8.1 Üürnike tagasiside rakenduse disaininäide

Kasutajaliidese disain saab palju mõjutada seda, et inimesed üldse kaaluksid rakenduse kasutamist. Selle jaoks ei tohi tagasiside andmine võtta liialt aega. Selleks, et saadud tagasiside pakuks hoonehaldurile väärtust, piisab informatsioonist, kas õhukvaliteet on pigem halb või hea ja mis on peamine probleem. [2] [3] Väljapakutud lahenduseks on üürnikele mõeldud mobiilirakendus, kus kasutajat haagib alguses teatud fraas. Näiteks „Kuidas täna õhk tundub?“, „Kontoris palav?“ jms. Kasutaja saab hinnata õhukvaliteeti viiepalliskaalal ning seejärel valida 3 erineva probleemi seast: liiga kuum, külm ja umbne. Rakendus laeb kiirelt ja tagasiside andmine võtab koos kinnitamisega kolm toimingut ning on mugavalt kasutatav nutiseadmest.

Hoonehaldur näeb kogutud andmeid ühest suurest tabelist (Joonis 4.8.2), kus on väljatoodud valitud ajaperioodide keskmised hinded tsoonide õhukvaliteedile ning selle trend ehk keskmise tagasiside võrdlus eelmise sama perioodiga.

| User Feedback | TODAY | LAST WEEK | LAST MONTH |
|-----------------|-------|-----------|------------|
| SW - Workshop | 2.5 ★ | | ↑ 4.2% |
| SW - Women's WC | 2.6 ★ | | ↑ 8.3% |
| SW - Paragräfs | 2.7 ★ | | ↑ 3.8% |
| SW - Novele | 2.5 ★ | | ↓ -16.7% |
| SW - Men's WC | 2.9 ★ | | ↓ -14.7% |
| SW - Lobby | 3.1 ★ | | ↑ 29.2% |

Joonis 4.8.2. Üürnike antud tagasiside koondülevaate disaininäidis

Keskmisele hinnangule vajutades näeb hoonehaldur detailset vaadet kõikidest antud hinnangutest, kust on võimalik näha hinnangu andmise aega, hinnangut ja probleemi.

Üürnike tagasiside on funktsioon, mille kasutamist peaksid kõik hoonehaldurid kaaluma olenevalt oma hoone kasutuse eripäradest. Eelmainitud väljakutsete tõttu tuleks seda võtta kui lisandväärtust, mida saab rakendada siis, kui ülejäänud süsteem töötab ladusalt.

5 KOKKUVÕTE

Töö eesmärgiks oli hoonehaldustarkvara ning selle kasutajaliideste ja funktsioonide analüüsi tulemusena koostada kasutajaliidese disaininäidised, mis hoonehaldustarkvara funktsioone paremini lahendaks ning pakuks seeläbi paremat kasutajakogemust.

Esimeses peatükis analüüsiti, milline peab kasutajaliides olema, et see pakuks kasutajale väärtust ja head kasutajakogemust. Toodi välja põhilised hea kasutajaliidese omadused ja põhjendati, miks hea kasutajaliides oluline on.

Teises peatükis selgitati, mis on hoonehaldustarkvara, millised on sellega saavutavad eesmärgid, kes on hoonehaldustarkvara kasutajaks ja mis on hoonehaldustarkvara kasutajaliidese seotud probleemide peamiseks põhjusteks.

Kolmandas peatükis analüüsiti hoonehaldustarkvara erinevaid funktsioone, arvestades eelnevalt kirjeldatud hea kasutajaliidese omadusi ning lõppkasutaja eesmärke funktsioonide kasutamisel. Arutleti, mis eesmärk nendega saavutatakse ja mida peaks funktsioonid endas hõlmama. Seejärel analüüsiti olemasolevaid lahendusi sellele funktsioonile kasutajaliidese ja kasutajakogemuse aspektist. Pärast seda pakuti välja autori lahendus disaininäidisena, mille puhul põhjendati, miks see lahendus lahendab antud funktsiooni paremini.

Lõputöö tulemuseks on eelneva analüüsi põhjal koostatud disaininäidised, mis pakuvad sarnast funktsiooni, tagades sealjuures oluliselt parema kasutajakogemuse.

Autori hinnangul on lõputöö eesmärk edukalt saavutatud. Valmisid eesmärgiks seatud disaininäidised ning nende paremus on analüüsi tulemusena põhjendatud. Lõputöösse ei mahtunud süvendatud majanduslik analüüs, mis käsitleks kui palju on võimalik parema kasutajaliidese hoonehaldustarkvaraga raha kokku hoida.

6 SUMMARY

The purpose of this paper was to create user interface design examples, that would offer a better solution to the functionalities of building management software. The examples were created by analyzing the functionalities and user interface of existing building management software and proposing new solutions to solve the discovered issues.

In the first section, a good user interface is defined as having great user experience as well as providing value to the end user. The main properties of a good user interface and why it is important were given.

In the second section, the term “building management software” is defined. The main goals, main user and causes of problems with building management software are also listed.

In the third section, the functionalities of building management software are analyzed according to the principles of good user interface and the goals of end users. The goal and the structure of the functionality is discussed. After that real-life are examples are analyzed in the aspect of both the functionality and user experience. Based on all of the above, design examples are proposed to provide equivalent functionality in a way that offers a better user experience.

The outcome of the paper are the design examples, that solve the functionality, while offering a better user experience.

The author assesses that the goal of the paper was completed successfully. The design examples were completed, and their benefit proven by analysis method. Further research should encompass economic research, that would calculate how much money can be saved by optimizing building management software’s user interface.

7 KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Tarkvent OÜ, *Tarkvent OÜ turu-uuringud*, 2017-2019.
- [2] Tarkvent OÜ, *Tarkvent OÜ kliendikohtumiste protokollid*, 2017-2019.
- [3] Tarkvent OÜ, *Tarkvent OÜ e-kirja vahetus klientidega*, 2017-2019.
- [4] Australian Government. Department of Climate Change and Energy Efficiency , „Factsheet. Building Management Systems,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.energy.gov.au/sites/default/files/hvac-factsheet-building-management-systems.pdf>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [5] World Health Organization, „Indoor air quality risks,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.who.int/sustainable-development/housing/health-risks/indoor-air-quality/en/>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [6] Interaction Design Foundation, „User Interface (UI) Design,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ui-design>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [7] UserTesting, „UI vs. UX: What’s the difference between user interface and user experience?,“ 16 October 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.usertesting.com/blog/ui-vs-ux/>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [8] D. Norman ja J. Nielsen, „The Definition of User Experience (UX),“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [9] U.S. Department of Health & Human Services, „User Experience Basics,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.usability.gov/what-and-why/user-experience.html>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [10] M. McCloskey, „What is UX research?,“ 09 August 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.usertesting.com/blog/what-is-ux-research/>. [Kasutatud 19 May 2019].
- [11] M. Memon, „16 Important UX Design Principles for Newcomers,“ 05 February 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.springboard.com/blog/ux-design-principles/>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [12] Interaction Design Foundation, „User Experience (UX) Design,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ux-design>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [13] D. Halarewich, „Reducing Cognitive Overload For A Better User Experience,“ 9 September 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.smashingmagazine.com/2016/09/reducing-cognitive-overload-for-a-better-user-experience/>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [14] B. Chung, „Everything you need to know about skeleton screens,“ 19 October 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://uxdesign.cc/what-you-should-know-about-skeleton-screens-a820c45a571a>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [15] R. Bhosale, „Boost Your UX with Skeleton Pattern,“ 03 February 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <https://medium.com/@rohit971/boost-your-ux-with-skeleton-pattern-b8721929239f>. [Kasutatud 18 May 2019].

- [16 WPEka, „How Using Skeleton Screens Can Help Enhance UX,“ 04 September 2016.
] [Vörgumaterjal]. Available: <https://www.wpeka.com/using-skeleton-screens-help-enhance-ux.html>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [17 D. Fadeyev, „8 Characteristics Of Successful User Interfaces,“ April 2009.
] [Vörgumaterjal]. Available: <http://usabilitypost.com/2009/04/15/8-characteristics-of-successful-user-interfaces/>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [18 Tubik Studio, „Color Matters. 6 Tips on Choosing UI Colors.,“ 08 December 2017.
] [Vörgumaterjal]. Available: <https://uxplanet.org/color-matters-6-tips-on-choosing-ui-colors-260f56197a7b>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [19 S. Anthony, „Improving User Experience with Typography,“ [Vörgumaterjal].
] Available: <https://blog.usejournal.com/improving-ux-design-with-typography-20e16af8ec4d>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [20 A. Rodriguez, „Why UX design is so important in agile software development,“ 02
] July 2018. [Vörgumaterjal]. Available: <https://www.belatrixsf.com/blog/ux-design-important-agile-development/>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [21 J. Sinopoli, „Why we need better building management systems,“ 24 October 2012.
] [Vörgumaterjal]. Available: <https://www.greenbiz.com/news/2012/10/24/why-we-need-better-building-management-systems>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [22 D. Trombley, „The Front End,“ December 2008. [Vörgumaterjal]. Available:
] <http://www.automatedbuildings.com/news/dec08/articles/metroenviro/081125040404metro.htm>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [23 CO2Meter, „CO2 Gas Concentration Defined,“ 20 August 2014. [Vörgumaterjal].
] Available: <https://www.co2meter.com/blogs/news/15164297-co2-gas-concentration-defined>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [24 S. Bonino, „Carbon Dioxide Detection and Indoor Air Quality Control,“ 01 April
] 2016. [Vörgumaterjal]. Available: <https://ohsonline.com/articles/2016/04/01/carbon-dioxide-detection-and-indoor-air-quality-control.aspx?m=1>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [25 ANSI/ASHRAE, *Standard 55-2013, Thermal Environmental Conditions for Human
] Occupancy*, 2013.
- [26 Future Market Insights, „Building Automation Systems Market: Global Industry
] Analysis and Opportunity Assessment 2016-2026,“ July 2019. [Vörgumaterjal]. Available: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/building-automation-systems-market>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [27 Mordor Intelligence, „Building Automation Systems Market Share, Size - Segmented
] by Type (Building Management Software and Environmental Control & Lighting Management), End User (Commercial, Residential, and Government), and Region - Growth, Trends and Forecast (2019 - 2024),“ [Vörgumaterjal]. Available: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/building-automation-system-market>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [28 J. Sinopoli, „How to improve the building management system of the future,“ 12 July
] 2012 . [Vörgumaterjal]. Available: <https://www.greenbiz.com/blog/2012/07/13/how-improve-building-management-system-future>. [Kasutatud 18 May 2019].
- [29 Building Services Research and Information Association, „The problems with smart
] buildings,“ 24 May 2017. [Vörgumaterjal]. Available: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/The_problems_with_smart_buildings. [Kasutatud 18 May 2019].

- [30 O. Miiter, „Uuenduslikud IT lahendused muudavad arusaamu kinnisvarahooldusest /
] New technology trends will reshaping the understanding about real estate
maintenance,“ 28 August 2018. [Võrgumaterjal]. Available:
[https://www.fututec.com/uuenduslikud-it-lahendused-muudavad-arusaamu-
kinnisvarahooldusest/](https://www.fututec.com/uuenduslikud-it-lahendused-muudavad-arusaamu-kinnisvarahooldusest/). [Kasutatud 18 May 2019].
- [31 Elite Fire Protection Ltd, „How Will Open Protocol Systems Benefit Me?,“
] [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.elitefire.co.uk/help-advice/open-protocol-
systems-benefits/](https://www.elitefire.co.uk/help-advice/open-protocol-systems-benefits/). [Kasutatud 24 May 2019].
- [32 B. CHRISTIANSEN, „4 Biggest Building Maintenance Challenges and Solutions,“
] 06 June 2018. [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.buildings.com/news/industry-
news/articleid/21564/title/building-maintenance-challenges-solutions](https://www.buildings.com/news/industry-news/articleid/21564/title/building-maintenance-challenges-solutions). [Kasutatud 18
May 2019].
- [33 ASHRAE, *ASHRAE Handbook - HVAC Systems and Equipment*, ASHRAE Research,
] 2016.
- [34 R. Kwok, „Best Practice #3: Reduce App Load Time to Two seconds to Increase
] Engagement,“ 29 August 2016. [Võrgumaterjal]. Available:
[https://www.apteligent.com/technical-resource/best-practice-3-reduce-app-load-time-
to-two-seconds-to-increase-engagement/](https://www.apteligent.com/technical-resource/best-practice-3-reduce-app-load-time-to-two-seconds-to-increase-engagement/). [Kasutatud 18 May 2019].
- [35 Building Services Research and Information Association, „The problems with smart
] buildings,“ 24 May 2017. [Võrgumaterjal]. Available:
https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/The_problems_with_smart_buildings.
[Kasutatud 18 May 2019].

LISAD

Lisa 1 – Google otsingumootori kasutajaliidese näide

The screenshot shows a Google search for "cyber physical systems". The search bar is at the top with the Google logo on the left and a search icon on the right. Below the search bar are tabs for "All", "Images", "Videos", "Books", "News", "More", "Settings", and "Tools". The search results indicate "About 56,300,000 results (0.46 seconds)".

Scholarly articles for cyber physical systems

- Cyber physical systems: Design challenges** - Lee - Cited by 2812
- A cyber-physical systems architecture for industry 4.0- ...** - Lee - Cited by 1483
- Cyber-physical systems: the next computing revolution** - Rajkumar - Cited by 1233

Cyber-physical system - Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Cyber-physical_system

A cyber-physical (also styled cyberphysical) system (CPS) is a mechanism that is controlled or monitored by computer-based algorithms, tightly integrated with the Internet and its users.

Overview · **Mobile cyber-physical ...** · **Examples** · **Design**

You've visited this page 2 times. Last visit: 9/18/16

People also ask

- What is meant by cyber physical systems? ▾
- What is an example of a physical system? ▾
- What are cyber physical attacks? ▾
- What is CPS in IoT? ▾

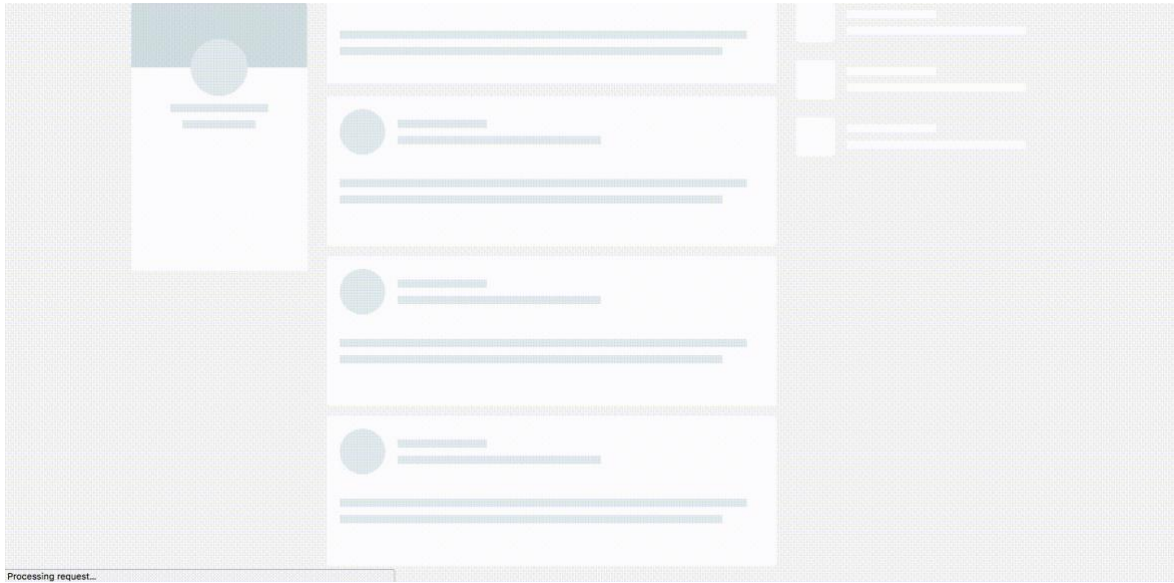
Feedback

Image results: A thumbnail image titled "Ideal Model of the Layers of a Cyber-Physical System" is shown. Below it is a larger image titled "Cyber-physical system" with a "More Images" button. A snippet from Wikipedia is displayed below the image: "A cyber-physical system is a mechanism that is controlled or monitored by computer-based algorithms, tightly integrated with the Internet and its users. Wikipedia".

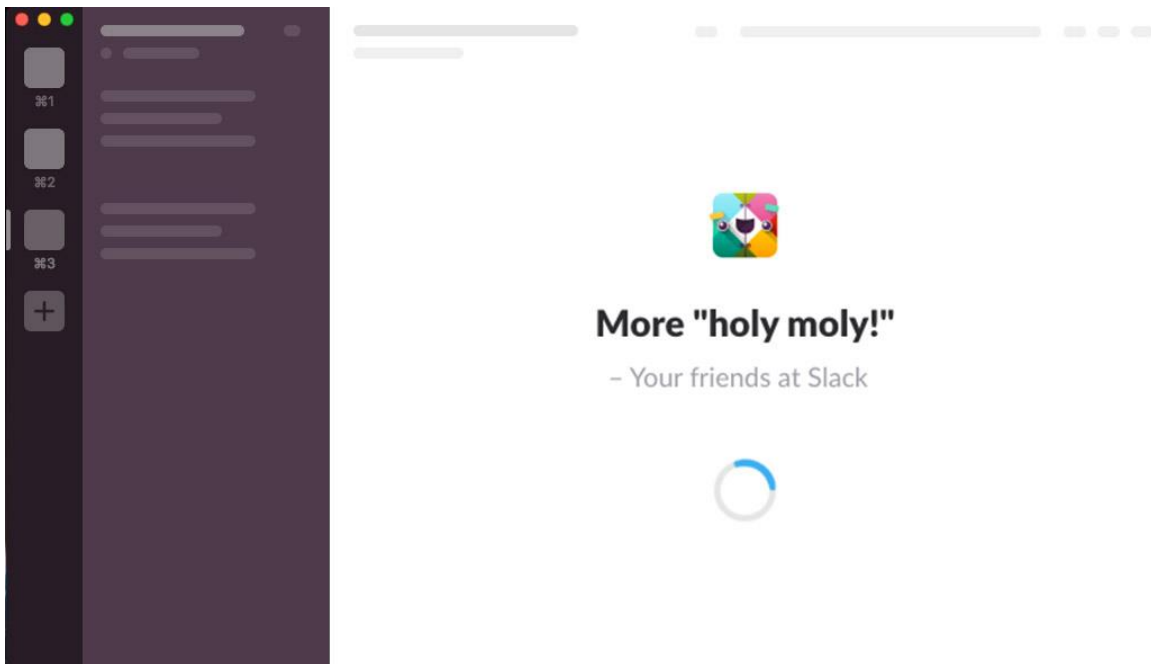
Allikas: Google.com

Eelpool olevas näites on näha Google otsingumootori tulemus. Parempoolsest sektsioonist saab kasutaja kiirelt otsingumootori algoritmi hinnangul kõige olulisema info (nt. Mõiste definitsiooni). Ülejäänud disain on väga lihtne ja lakooniline, tõstes kasutaja otsitud info esikohale.

Lisa 2 – Luukere vaate kasutamise näited

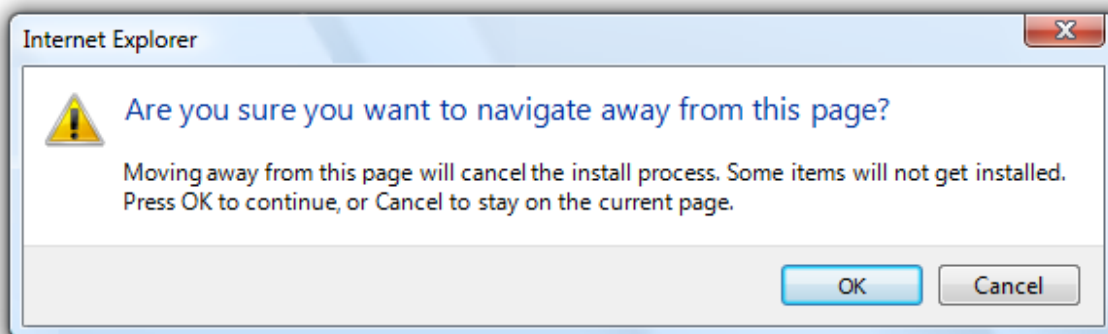


Allikas: <https://codeburst.io/achieve-skeleton-loading-with-react-a12404678030>

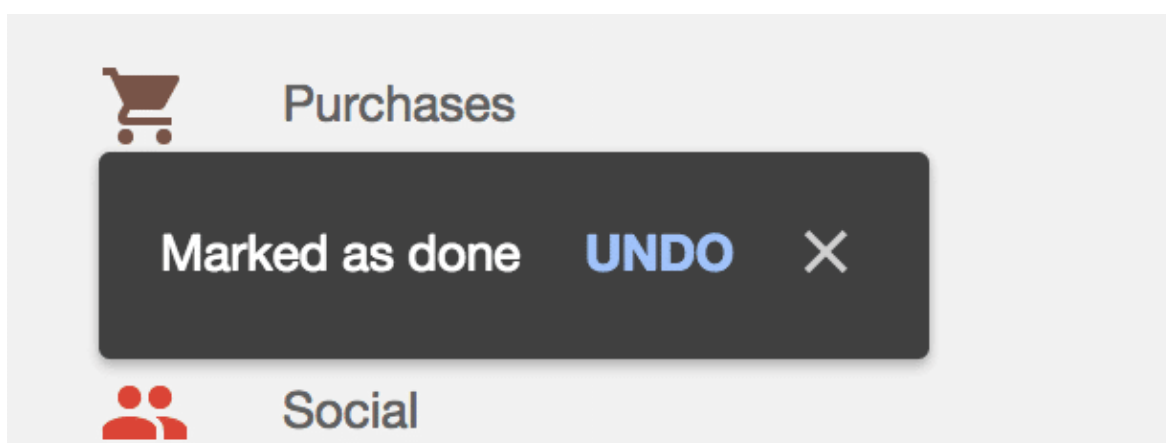


Allikas: <https://css-tricks.com/building-skeleton-screens-css-custom-properties/>

Lisa 3 – Vigade ennetamiste kasutajaliideste näited

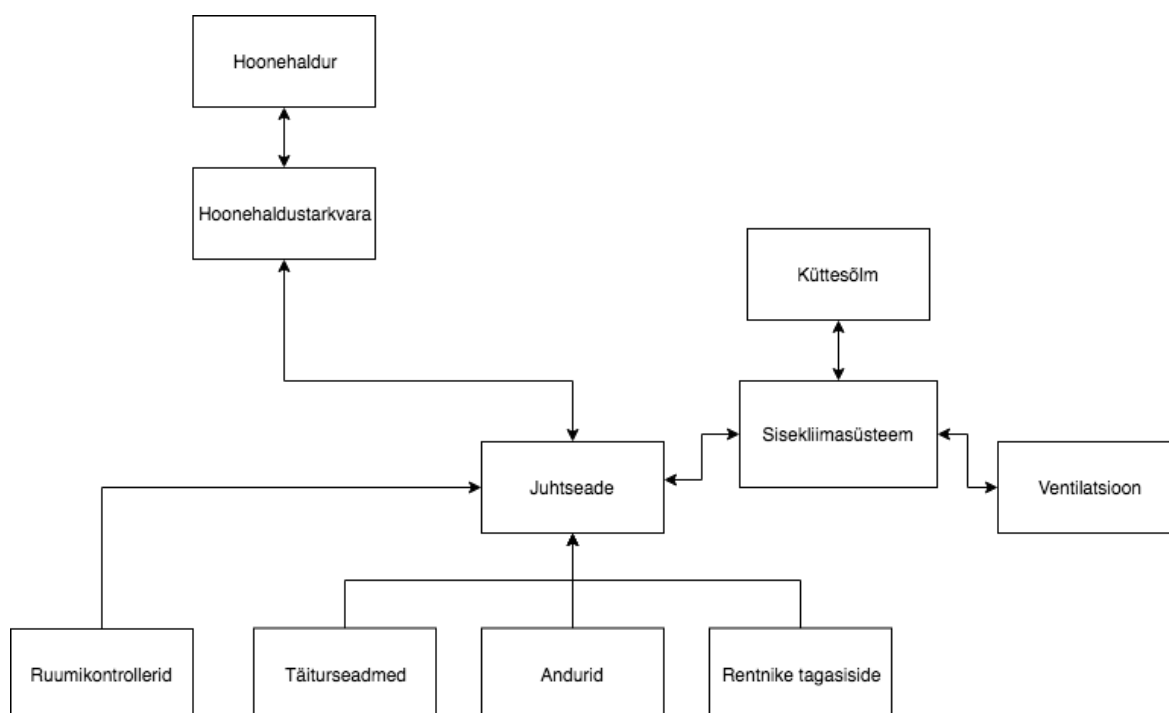


Allikas: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/desktop/uxguide/mess-confirm>



Allikas: <https://buildcreate.com/principles-of-good-user-interface-design-for-websites/screenshot-2017-07-13-at-3-52-27-pm/>
















Lisa 4 – Hoonehaldustarkvara seos hoone tehnosüsteemidega



Lisa 5 – Sisekliima ja energiatarbe andmete kuvamise näited

| | | |
|-----------------|------------|---|
| R16 - 0. korrus | 481 CO2 | ▼ |
| R16 - 4. korrus | 394 CO2 | ▼ |
| K2 - 1. korrus | 399 CO2 | ▼ |

Näide tsoonide CO₂keskmise taseme kuvamisest hoonehaldustarkvaras. Allikas: Tarkvent OÜ

| | | |
|---|---|--|
|  Electrical load 82 kW |  Expense forecast 502 €/this month | Total consumption forecast 4000 kWh /this month |
|  Heating load 30 kW |  Expense forecast 502 €/this month | Rated estimated consumption 3879 kWh /month |
|  Water load 120 m3 |  Expense forecast 502 €/this month | |
| <input type="button" value="Day"/> ▼ | <input type="button" value="Month"/> ▼ | <input type="button" value="Year"/> ▼ |
|  120 kWh ↑40% |  3065 kWh ↓12% |  40 000 kWh ↓3% |
|  120 kWh ↑32% |  3065 kWh ↓12% |  42 032 kWh ↓25% |
|  120 m3 ↑32% |  3065 m3 ↓12% |  42 032 m3 ↓25% |

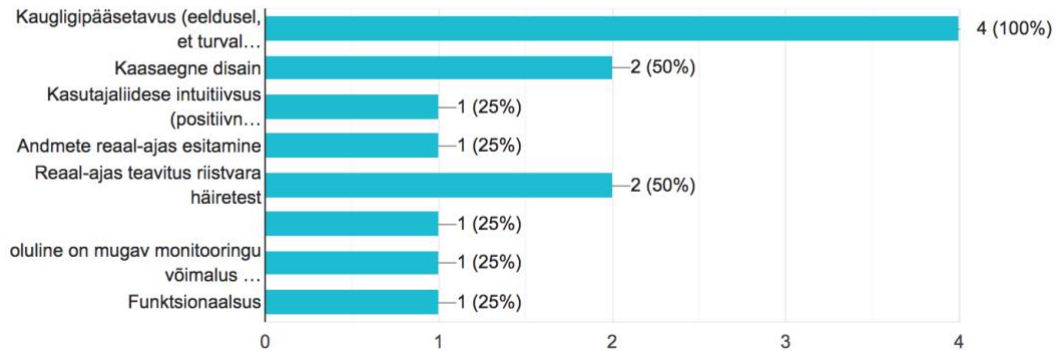
Näide energiatarbe üldisest ülevaatest. Allikas: Tarkvent OÜ

Lisa 6 – Tarkvent OÜ kliendiuuringu tulemused

Mis on teie jaoks hea haldustarkvara 3 peamist olulist omadust?



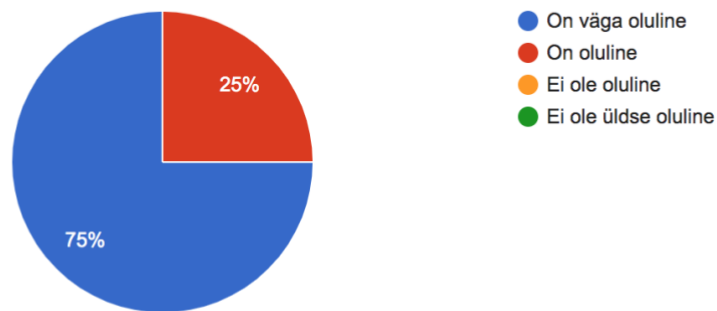
4 responses



Hoonehaldurite jaoks olulisimad tarkvara omadused. Allikas: Tarkvent OÜ

Kui olulised on teie jaoks reaal-ajas alarmteated (masina veateated, siseõhu probleemid, muud automaatikasüsteemi rikketeated)?

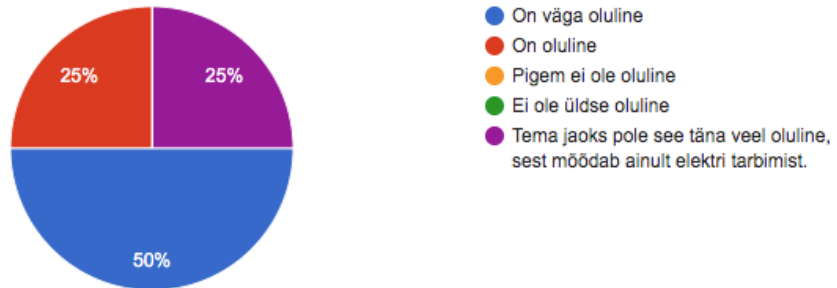
4 responses



Veateadete olulisus hoonehaldurite jaoks. Allikas: Tarkvent OÜ

Kui oluline on teie jaoks hoone rentnike/töötajate tagasiside siseõhu probleemide kohta?

4 responses



Hoone rentnike tagasiside olulisus hoonehaldurite jaoks. Allikas: Tarkvent OÜ