



Simo Partio

# Lentosääjärjestelmän automaattisen monitoroinnin kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

Insinöörityö

29.5.2023

# Tiivistelmä

Tekijä:	Simo Partio
Otsikko:	Lentosääjärjestelmän automaattisen monitoroinnin kehittäminen
Sivumäärä:	36 sivua
Aika:	29.5.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Tieto- ja viestintätekniikka
Ammatillinen pääaine:	Ohjelmistotuotanto
Ohjaajat:	Lehtori Simo Silander Ryhmäpäällikkö Aapeli Turkki

---

Tässä opinnäytetyössä painopiste on lentosään seurannan ja ennustamisen kehittämisessä automaation kautta. Työ nostaa esiin tarpeen tehokkaampien ja luotettavampien sääennusteiden kehittämiseksi lentoliikenteelle, mikä on olennaisen tärkeää lentoturvallisuudelle.

Työn tarkoituksena oli parantaa ja uudistaa jo olemassa olevaa monitorointi-infrastruktuuria. Monitorointi-infrastruktuurilla valvotaan kaikkia lentosääjärjestelmän osia mahdollisten vikatilanteiden havaitsemiseksi ja korjaamiseksi. Käytössä ollut monitorointijärjestelmä oli puutteellinen, virheellisesti määritetty eikä se täyttänyt nykyisiä vaatimuksia monitoroinnin tehokkuudelle. Lisäksi nykyinen järjestelmä ei monitoroi kaikkia kriittisiä palvelimia ja palveluita, mikä lisää virhetilanteiden riskiä ja niiden vaikutuksia.

Opinnäytetyön lopputulos on uudistunut monitorointi-infrastruktuuri, joka on tehokkaampi, selkeämpi ja kattavampi kuin aiempi järjestelmä. Työssä on korjattu aiemmin havaittuja pullonkauloja ja otettu uusia kriittisiä palveluita mukaan monitoroinnin piiriin.

Avainsanat: Checkmk, METAR, AWOS

## Abstract

Author: Simo Partio  
Title: Development of Automatic Monitoring of Aviation Weather Services  
Number of Pages: 36 pages  
Date: 29 May 2023

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Information and Communication Technology  
Professional Major: Software Engineering  
Supervisors: Simo Silander, Senior Lecturer  
Apeli Turkki, Head of Group

---

The topic of the thesis is developing the monitoring and forecasting of aviation weather through automation. The study highlights the need for more efficient and reliable weather forecasts for aviation, which is vitally important for flight safety.

The aim was to improve and renew the existing monitoring infrastructure. The monitoring infrastructure oversees all parts of the aviation weather system to detect and correct possible malfunction situations. The monitoring system in use was deficient, incorrectly configured, and did not meet the current requirements for monitoring efficiency. In addition, the current system does not monitor all critical servers and services, increasing the risk and impact of error situations.

The result of the study is a renewed monitoring infrastructure, which is clearer, more efficient, and more comprehensive than the previous system. Previously identified bottlenecks were fixed, and new critical services were included in the monitoring scope.

Keywords: Checkmk, METAR, AWOS

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lentosään tarkkailu	1
2.1	Automaattinen Avimet-lentosääjärjestelmä (AWOS)	3
2.2	Lentosanommat	4
2.2.1	METAR ja sen muoto	5
2.2.2	TAF ja sen muoto	7
2.3	Checkmk	8
2.4	Lentosäähavaintojärjestelmä	10
3	Checkmk:n kehittäminen	11
3.1	Checkmk-näkymät	13
3.2	Checkmk-virheiden siivoaminen	15
3.2.1	Väärä agentti	15
3.2.2	Agentti vai SNMP	16
3.2.3	iDRAC-etähallinta-alustan konfiguraatit	17
4	Slack-integraatio	18
4.1	Slackin konfigurointi	19
4.2	Slackin proxy-asetukset	22
5	NagVis-karttapalvelu	23
6	METAR-sanomien monitorointi	26
7	Tietokantojen monitoroinnin lisääminen	28
7.1	Viestipalvelimen tietokanta	29
7.2	Ilmailutietokanta	30
8	Yhteenveto ja jatkoparannukset	31
	Lähteet	34

## Lyhenteet

- AWOS: Automated Weather Observing System. Automaattinen säähavaintojärjestelmä.
- ICAO: International Civil Aviation Organization. Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö.
- METAR: Meteorological Airport Report. Määräaikainen lentosääsanoma.
- NIL: Ei mitään. Ei mitään viestitettävää.
- QNH: Ilmanpaine (muutettuna MSL-tasolle).
- SNMP: Simple Network Management Protocol. Verkkoliikenteessä käytetty tietoliikenneprotokolla.
- TAF: Terminal Area Forecast. Lentopaikkaennuste.
- WMO: World Meteorological Organization. Maailman ilmatieteen järjestö.

## 1 Johdanto

Ilmailuala on jatkuvassa muutoksessa ja kehityksessä, ja sen turvallisuus on ensisijainen huolenaihe sekä matkustajille että lentoyhtiöille. Lentosääjärjestelmien tarkkuus ja jatkuva seuranta ovat keskeisiä osatekijöitä, jotka mahdollistavat turvallisten ja aikataulunmukaisten lentojen toteutumisen. Sään äkilliset muutokset voivat aiheuttaa haasteita lentoreittien suunnittelulle ja aiheuttaa viivästyksiä, peruutuksia ja jopa onnettomuuksia. Tästä syystä on tärkeää, että lentosääjärjestelmät ovat paitsi tarkkoja, myös jatkuvasti seurattuja ja päivitettyjä. Perinteiset lentosääjärjestelmät ovat kuitenkin usein riippuvaisia manuaalisesta seurannasta ja päivittämisestä, mikä voi viedä aikaa ja altistaa inhimillisille virheille. (1.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja kehittää lentosääjärjestelmän automaattista monitorointijärjestelmää. Järjestelmä perustuu Checkmk-monitorointityökaluun, jonka graafisen käyttöliittymän avulla voidaan nopeasti havaita poikkeavaisuuksia ja virhetilanteita lentosääennusteissa, mikä mahdollistaa nopeamman reagoinnin muuttuviin sääolosuhteisiin ja parantaa siten lentoliikenteen turvallisuutta ja tehokkuutta.

Opinnäytetyössä tutkitaan kolmea keskeistä kysymystä ja kehitetään niiden pohjalta monitorointijärjestelmää: Kuinka Checkmk-monitorointijärjestelmää voidaan hyödyntää lentosääjärjestelmän valvonnassa, kuinka keskitetty viestintä- ja palvelin tukee tiedonvälitystä lentosääjärjestelmän eri osien välillä ja mahdollistaa reaaliaikaisen tiedon saannin sekä lähetyksen kansainväliseen jakeluun, ja kuinka ilmailutietokannan eheyden tarkistus takaa tiedon luotettavuuden ja ajantasaisuuden lentosääjärjestelmän monitoroinnissa.

## 2 Lentosään tarkkailu

Sää vaikuttaa merkittävästi ilmailuun. Sään osuus ilmailussa on monipuolinen, ja se voi vaikuttaa niin lentoturvallisuuteen, lentoreittien suunnitteluun sekä lentokoneiden huoltoonkin.

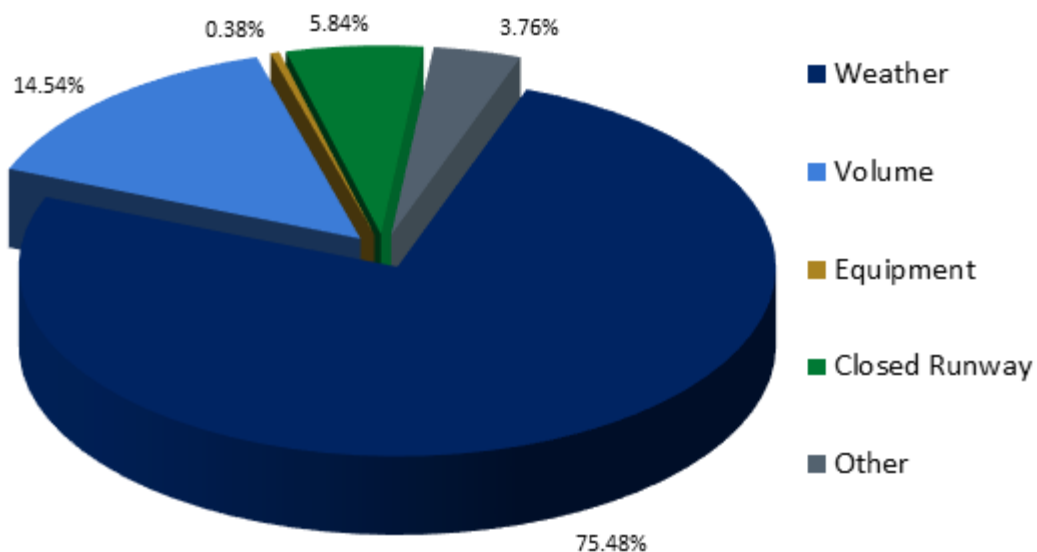
Huonot sääolosuhteet, kuten voimakas tuuli, sade, sumu, jäätävä tihku, lumisade ja ukkonen, voivat aiheuttaa haasteita lentäjille ja lentokoneille. Ne voivat vaikeuttaa näkyvyyttä, heikentää lentokoneen aerodynamiikkaa ja vaikuttaa moottorin toimintaan.

Lentoyhtiöiden on suunniteltava reittejään ja aikataulujaan, kun otetaan huomioon sääolosuhteet. Esimerkiksi huono sää voi vaatia lentoyhtiöitä muuttamaan reittejä, kun kierretään vaaralliset sääilmiöt, kuten myrskyt tai voimakkaat tuulet. Tämä voi puolestaan johtaa pitempiin lentoihin ja lisätä polttoainekulutusta.

Sääolosuhteen vaikuttavat myös lentokenttien toimintaan. Esimerkiksi voimakas lumisade tai jäätävä tihku voi johtaa kiitoratojen sulkemiseen ja viivästyksiin, kun taas sumu voi hidastaa lentoliikennettä heikon näkyvyyden vuoksi.

Näiden syiden vuoksi ilmailualan ammattilaiset seuraavat tarkasti sääennusteita ja -varoituksia, jotta he voivat tehdä tarvittavia muutoksia lentosuunnitelmiin ja varmistaa turvalliset ja tehokkaat lennot. Myös sääpalveluja tarjoavien järjestelmien teknologiat ovat kehittyneet eksponentiaalisesti viimeisen vuosikymmenen aikana, jotka mahdollistavat erittäin tarkat ja hetkelliset sääennusteet. (2.)

Sään vaikutukset ilmailuun ovat siis taloudellisia ja turvallisuuteen liittyviä. Yhdysvalloissa vuosina 2017–2022 sään osuus viivästyksenaiheuttajina oli 75 % (kuva 1).



Kuva 1. Lentoliikenteen viivästymisen syy vuosina 2015–2022 (1).

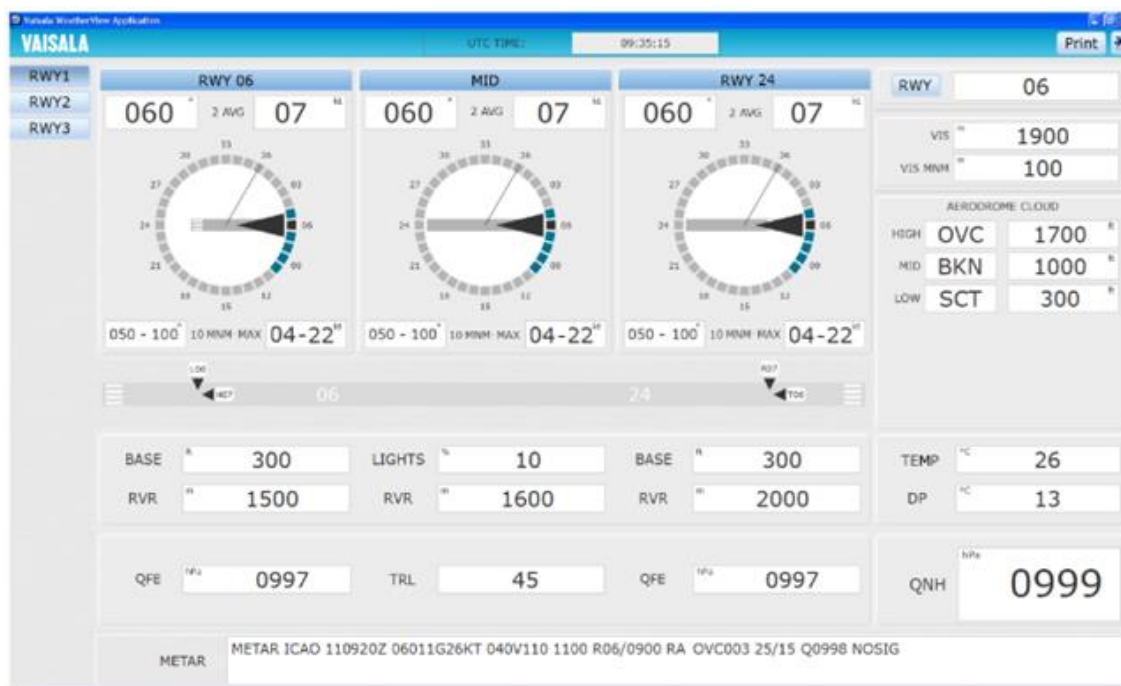
Säästä johtuvat onnettomuuden ovat jatkaneet laskuaan. Onnettomuusaste on vähentynyt 65 % viimeisen vuosikymmenen aikana ja 41 % viimeisen viiden vuoden aikana. Tähän trendiin ovat vaikuttaneet pääosin sääpalvelujen saata- vuudet ja parantuneet sääennusteet. (3.)

## 2.1 Automaattinen Avimet-lentosääjärjestelmä (AWOS)

AWOS (Automated Weather Observing System) on tarkoitettu säätietojen ke- räämiseen ja raportointiin ilmailun, meteorologian ja muiden sääriippuvaisten toimialojen käyttöön. AWOS-järjestelmät on asennettu yleensä lentokentille ja muille tärkeille paikoille, joissa tarkat ja ajantasaiset sää tiedot ovat kriittisiä toi- mintojen sujuvuuden kannalta.

AWOS-järjestelmä koostuu useista antureista ja laitteista, jotka mittaavat ja tal- lentavat tietoja erilaisista sääparametreistä, kuten lämpötilasta, kosteudesta, tuulen nopeudesta ja suunnasta, näkyvyydestä, pilvikorkeudesta ja ilmanpai- neesta. Nämä tiedot lähetetään automaattisesti järjestelmän tietokoneelle, joka analysoi ja tuottaa niistä sääraportteja (kuva 2). Raportit välitetään sitten

lentoliikenteen hallintaan, lentäjille ja muille käyttäjille reaaliajassa tai tallennettuina tietoina.



Kuva 2. Vaisalan AviMet®-säänäyttö (4).

AWOS-järjestelmät ovat erittäin tärkeitä lentoturvallisuuden kannalta, koska ne tarjoavat ajantasaiset ja tarkat säätiedot, jotka auttavat lentäjiä ja lentoliikenteen valvoja tekemään oikeita päätöksiä erilaisissa sääolosuhteissa. (4.)

## 2.2 Lentosanomat

Lentosanommat tarkoittavat ilmailutiedotteita, jotka on tarkoitettu lentäjille ja muille ilmailualan ammattilaisille tiedottamaan heille ajankohtaisista olosuhteista ja tapahtumista, jotka voivat vaikeuttaa lentotoimintaa. Lentosanomat sisältävät yleensä tietoja sääolosuhteista, lentokenttien toiminnasta ja lentoliikenteen hallinnasta sekä erilaisista lentoturvallisuuteen liittyvistä asioista. (5.)

Ilmailutiedotteita on useita eri tyyppisiä, ja ne on suunniteltu eri tarkoituksiin ja käyttäjille. Joitakin yleisimpiä lentosanomatyyppisiä ovat:

1. METAR (Meteorological Aerodrome Report): Lyhyt ja ytimekäs sää tiedote, joka sisältää tietoja lentokentän sääolosuhteista, kuten tuulen suunnasta ja nopeudesta, näkyvyydestä, pilvikorkeudesta, lämpötilasta ja ilmanpaineesta (6).
2. TAF (Terminal Aerodrome Forecast): Ennuste lentokentän sääolosuhteista, joka luodaan seuraavaksi 24 tai 30 tunniksi ja päivitetään neljä kertaa vuorokaudessa (7).
3. NOTAM (Notice to Airmen): Tiedote, joka kertoo lentäjille ja muille ilmailualan ammattilaisille erityisistä tapahtumista tai olosuhteista, jotka voivat vaikuttaa lentotoimintaan, kuten lentokentän kiitoradan sulkeminen, esteiden rakentaminen lentokentän läheisyyteen tai väliaikaiset lentokieltoalueet (8).
4. SIGMET (Significant Meteorological Information): Tärkeä sää tiedote, joka varoittaa lentäjiä vaarallisista sää ilmiöistä, kuten voimakkaista ukkosmyrskyistä, tuulista, tai jäätymisestä (9).

Lentosanomamat ovat kriittisen tärkeitä lentoturvallisuuden kannalta, ja niitä päivitetään säännöllisesti, jotta lentäjät ja muut ilmailualan ammattilaiset saavat aina ajantasaiset tiedot, joiden perusteella he voivat toimia turvallisesti.

### 2.2.1 METAR ja sen muoto

Lentosanomasta METAR on tärkein ja useimmin tuotettu ja lähetetty lentosanoma. Se on kansainvälinen standardi, jota käytetään maailmanlaajuisesti lentokenttien ja lentäjien välisessä sääntarkkailussa. METAR-raportit julkaistaan yleensä tunnin välein, mutta erityistilanteissa niitä voidaan päivittää useammin.

Esimerkki havainnontekijän tekemästä METAR-sanomasta:

**METAR EFHK 070650Z 0000KT 9999 -SHRA FEW035 FEW070CB BKN085  
18/12 Q1019 NOSIG=**

*Tämä Helsinki-Vantaan METAR on tehty kuukauden 7. päivänä klo 6:50 UTC. Havaintoon käytetyn tuulimittarin kohdalla on ollut tyyntä ja vallitseva näkyvyshavainnontekijän arvion mukaan vähintään 10 km. 10-minuuttisen havaintohetken kuluessa kentällä on tullut yksi tai useampi heikko sadekuuro. Alimpien pilvien alaraja on 3500 jalan korkeudella kentän tasoon nähden. Niiden määrä on vähäinen, 1–2/8 (käytännössä yksittäisiä kumpupilviä). Toisessa pilvikerroksessa on muutamia CB-pilviä, joiden alaraja on 7000 jalan korkeudella. Kolmas laaja-alainen (5–7/8) pilvikerros sijaitsee 8500 jalan korkeudella. Anturin kohdalla lämpötilaksi on mitattu 18 astetta ja kastepisteeksi 12 astetta, QNH 1019hPa. Muista Suomen kentistä poiketen Helsinki-Vantaalle tehdään laskeutumisenennuste, TREND. Sen perusteella meteorologi on ennustanut, että lähimmän kahden tunnin aikana säässä ei tapahdu operatiivisesti merkittäviä muutoksia. (5.)*

Esimerkki automaattisesti tuotetusta METAR-sanomasta:

**METAR EFTP 070650Z AUTO 19005KT 170V240 CAVOK 19/15 Q1019=**

*Samalla havaintohetkellä Tampere-Pirkkalassa on tuotettu automaattihavaintoihin perustuva METAR, mikä ilmenee AUTO-sanasta. Tuulimittarin kohdalla keskituuleksi on mitattu etelänpuoleista tuulta, joka on voimakkuudeltaan 5 solmua. Koska 10 minuutin keskiarvoistamisaikana tuulen hetkellinen suunta on vaihdellut vähintään 60 asteella, keskituulta kuvaavan ryhmän perässä on vaihteluväli (170-240 astetta). Näkyvyys, mahdollinen vallitsevan sään ryhmä sekä pilvitetieto on korvattu sanalla CAVOK. Siten automaattimittaukseen perustuva näkyvyys on ollut vähintään 10 km, vallitsevaa säätä arvioiva anturi ei ole havainnut merkittäviä sääilmiöitä ja pilvimittaukseen käytetty ceilometri ei ole joko havainnut lainkaan pilviä tai vaihtoehtoisesti alin pilvikerros on ollut vähintään 5000 jalan korkeudella, eikä järjestelmä ole havainnut CB-pilviä. Lämpötila oli 19 astetta ja kastepiste 15 astetta, QNH 1019 hPa. (5.)*

METAR-raportit ovat koodattuja tiiviiseen muotoon, ja ne voivat vaatia jonkin verran totuttelua ja opettelua, jotta niitä osaa lukea ja ymmärtää oikein.

Kuitenkin lentäjille ja muille ilmailualan ammattilaisille METAR on tärkeä työkalu sääolosuhteiden seuraamisessa ja lentoturvallisuuden varmistamisessa.

### 2.2.2 TAF ja sen muoto

TAF-raportit laaditaan sääasemien toimesta, ja ne tarjoavat lentäjille tietoa tulevasta sääolosuhteista. Kuten METAR-raportit, myös TAF-raportit ovat koodattuja tiiviiseen muotoon, ja niiden lukeminen ja ymmärtäminen vaatii jonkin verran opettelua.

TAF-sanomien teossa pyritään noudattamaan seuraavia periaatteita:

- TAFin tulee olla mahdollisimman lyhyt.
- Vaihtelevassa säätyypissä ennusteessa keskitytään ennustejakson alkupäähän, erityisesti pitkien TAFien tapauksessa.
- TAFissa pyritään ennustamaan todennäköisin sää, 10–20 %:n todennäköisyydellä esiintyviä ilmiöitä ei huomioida. (5.)

Seuraava on esimerkki TAF-sanomasta:

**TAF EFHK 291130Z 2912/3012 05015KT 9000-SN FEW012 BKN020 BECMG  
2917/2920 05020G32KT BECMG 3000/3002 2000 SN TEMPO 3002/3010  
1000 VV008 BECMG 3010/3012 3000-SN BKN014=**

*Helsinki-Vantaan lentopaikkaennuste, julkaisuaika kuukauden 29. päivä 11:30 UTC, voimassaoloaika 2912/3012 (24h). Keskituulen suunta 50 astetta ja nopeus 15 solmua, näkyvyys 9000 metriä, perussäänä heikkoa lumisadetta (joka aiheuttaa hieman heikentyneen näkyvyyden). Pilvet 1-2/8 1200 jalassa ja 5-7/8 2000 jalassa. Illalla tuuli voimistuu 2917/2920 välillä 20 solmuun, puuskien voimistuessa 32 solmuun. Yöllä 3000/3002 alkaa kohtalainen lumisade, jonka seurauksena näkyvyyden oletetaan heikkenevän 2000 metriin, laskien ajoittaan 3002/3010 välillä 1000 metriin. Samalla pilvet häviävät ajoittaan näkyvistä,*

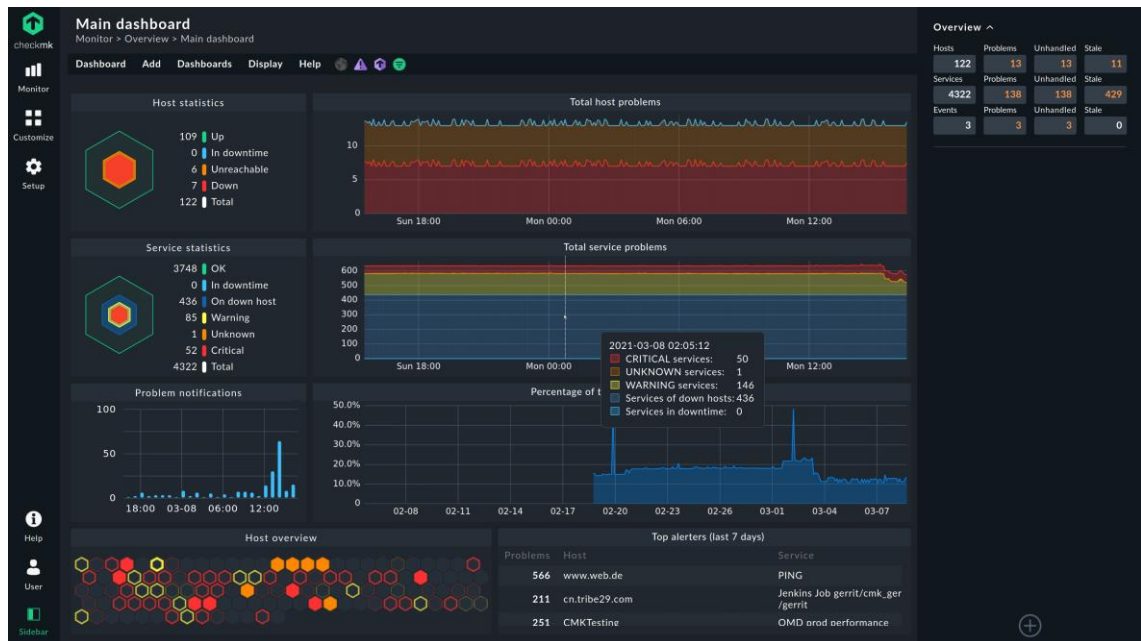
*jolloin vertikaalinäkyvydeksi oletetaan muodostuvan 800 jalkaa. Ennusteen lopussa olosuhteiden oletetaan paranevan 3010/3012 välillä siten, että näkyvyys paranee 3000 metriin, lumisade muuttuu jälleen heikoksi ja pilvet asettuvat 1400 jalkaan.*

### 2.3 Checkmk

Checkmk on avoimen lähdekoodin verkkoseuranta- ja valvontatyökalu, joka tarjoaa automatisoituja ja joustavia ratkaisuja IT-infrastruktuurin seurantaan ja hallintaan. Checkmk:n avulla voidaan seurata ja valvoa palvelimia, sovelluksia, verkkoja, pilvipalveluja, kontteja ja muita laitteita.

Checkmk perustuu Nagios-nimiseen valvontajärjestelmään, mutta se sisältää useita parannuksia ja lisäominaisuuksia. Se on suunniteltu auttamaan käyttäjiä skriptien ja asetusten hallinnassa, automaattisessa palvelujen tunnistuksessa ja valvonnan laajentamisessa. (10.)

Checkmk:ta käytetään Ilmatieteen laitoksella erittäin kattavasti valvontaan, sillä se tarjoaa helppokäyttöisen graafisen käyttöliittymän, josta näkyy palvelimien ja järjestelmien hälytykset (kuva 3).



Kuva 3. Esimerkki Checkmk:n etusivusta, josta näkyy palvelimien ja palveluiden tila (10).

Checkmk:n tärkeimmät ominaisuudet ovat:

1. Automaattinen palvelujen tunnistus: Checkmk voi tunnistaa ja valvoa automaattisesti uusia laitteita ja palveluja, mikä vähentää manuaalista työtä ja virheiden mahdollisuutta.
2. Skaalautuvuus: Checkmk on suunniteltu toimimaan suurissa ympäristöissä ja tukee tuhansien solmujen monitorointia.
3. Joustavat ilmoituksen: Checkmk tarjoaa erilaisia ilmoitustapoja, kuten sähköposti, tekstiviesti ja mobiilisovellukset. Ilmoitukset voidaan mukauttaa käyttäjän tarpeisiin.
4. Graafinen käyttöliittymä: Checkmk tarjoaa selkeän ja informatiivisen graafisen käyttöliittymän (GUI), jonka avulla käyttäjät voivat helposti tarkastella ja hallita monitorointitietoja.

5. Laajennettavuus: Checkmk tukee laajennuksia ja lisäosia, joiden avulla voidaan lisätä uusia ominaisuuksia ja integroida järjestelmän muita työkaluja.

## 2.4 Lentosäähavaintojärjestelmä

Ilmatieteen laitoksen kehittämä lentosäähavaintojärjestelmä tarjoaa monipuoliset paikalliset säätiedot ilmailualalle ja tuottaa samalla runsaasti korkealaa-  
tuista, yleiskäyttöistä säähavaintotietoa osana Suomen kansallista säähavainto-  
verkostoa. Lentosäähavaintojärjestelmä laajentaa huomattavasti lentoasemien  
havaintolaitteiden valikoimaa, mikä mahdollistaa lämpötila-, kosteus-, ilman-  
paine-, tuuli-, näkyvyys- ja pilvitietojen saamisen ainakin kahdelta havaintolait-  
teelta (11). Tämä kahdennus vähentää palvelukatkoja ja parantaa toiminta-  
varmuutta sekä palvelun saatavuutta.

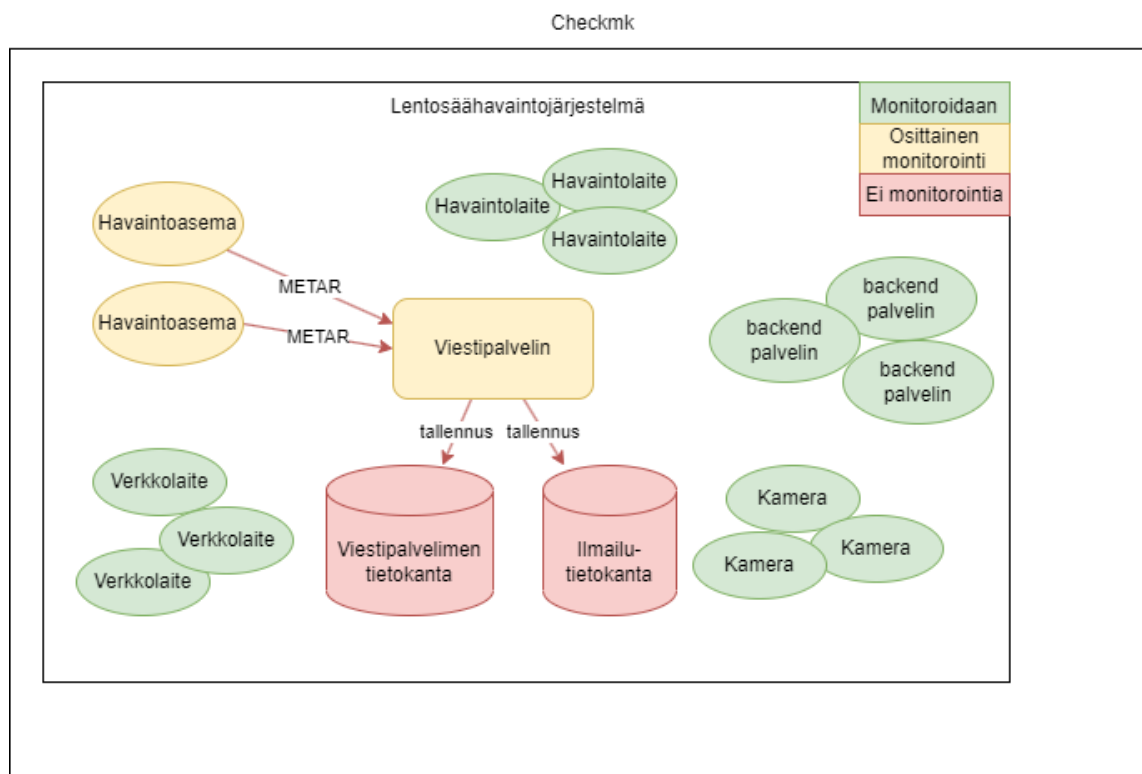
Lentosäähavaintojärjestelmä tuottaa uutena lentosäämittarina RVR-tietoja  
(Runway Visual Range eli kiitotiennäkyvyys), joita tarvitaan lentokentillä turvalli-  
sen toiminnan varmistamiseksi erityisesti silloin, kun näkyvyys heikkenee esi-  
merkiksi sumun tai lumisateen vuoksi. Järjestelmä hyödyntää Ilmatieteen laitok-  
sen kehittämää säätutkapohjaista ukkospilvien tunnistamisen menetelmää ja sala-  
manpaikannusjärjestelmän tietoja, joiden avulla saadaan tarkkaa tietoa ukkos-  
pilvien sijainnista ja mahdollisista salamoista lentoaseman läheisyydessä. (12.)

Lentosäähavaintojärjestelmän tuottaman ilmailualan havaintotiedon lisäksi se  
luo runsaasti yleiskäyttöistä säähavaintodataa tutkijoille, Ilmatieteen laitoksen  
verkkosivuille, avoimen datan käyttäjille sekä muiden laitoksen asiakkaiden tar-  
peisiin. Uuden lentosäähavaintojärjestelmän käyttöönottoa koskeva projekti  
käynnistyi vuonna 2013, ja siinä hyödynnettiin laajasti Ilmatieteen laitoksen  
luonnontieteellistä ja teknistä asiantuntemusta yhdessä useiden yhteistyökump-  
paneiden kanssa. Ensimmäinen lentosäähavaintojärjestelmän tuottama lento-  
säähavaintosanoma METAR lähetettiin Ivalon ilmailun viestiverkkoon 29.5.2018

klo 13.20 Suomen aikaa. Järjestelmä otettiin käyttöön Kittilässä 4.6.2018 ja Kuusamossa 6.6.2018. (11.)

### 3 Checkmk:n kehittäminen

Lentosäähavaintojärjestelmän Checkmk-käyttöliittymä oli alun perin melko hankala ja käytännössä tarpeeton opinnäytetyön aloitettaessa. Checkmk generoi liian monta kriittistä hälytystä eri palveluista, mikä johti siihen, että koko Checkmk-näkymä peittyi punaiseksi (kuva 5). Checkmk-järjestelmän valvojat eivät kyenneet havaitsemaan uusia hälytyksiä reaaliajassa, olivatpa ne perusteltuja tai perusteettomia. Tämän seurauksena valvontakokonaisuuden tarkoitus jäi saavuttamatta.



Kuva 4. Lentosäähavaintojärjestelmän laitteita yleisellä tasolla värikoodattuna.

Kuva 4 osoittaa, että koko lentosäähavaintojärjestelmä on yksi Checkmk:n monitoroitavista järjestelmistä. Suuri osa laitteista on jo asennettu ja asetettu

monitoroitaviksi, kun taas muutamaa kriittistä järjestelmän osaa ei monitoroida tai monitoroidaan osittain.

Tavoitteena on muuttaa tämä järjestelmä käyttökelpoisemmaksi: poistetaan perusteettomat hälytykset, ilmoitetaan tehokkaammin valvontaan, jos uusi väliintuloa vaativa hälytys ilmenee, ja tarjotaan kattava ja helppokäyttöinen monitorointinäköymä.

Checkmk-järjestelmää halutaan myös muokata entistä diagnosoivammaksi, mikä parantaa kehitystyötä ja virheilmoitusten käsittelyä. Selkeyden ja yksinkertaisuuden lisäksi tavoitteenamme on siis tehdä Checkmk-järjestelmästä tehokkaampi työkalu.



Kuva 5. Checkmk-päänäkymä projektin alkaessa.

Kuvasta 5 näkyy, kuinka sekava Checkmk:n monitorointisivu on. Monitoroinnin on tarkoitus olla lyhyttä ja ytimekästä, jotta uudet hälytykset ja varoitukset havainnollistetaan tehokkaammin monitorointityökalusta. Varoituksia ja hälytyksiä

on aivan liian monta, ja tämän vuoksi ihminen turtuu nopeasti tämän seuraamiseen, mikä taas johtaa kriittisten epävikojen huomaamatta jäämiseen.

### 3.1 Checkmk-näkymät

Checkmk:n käyttäjänäkymät ovat hyvin mukautettavissa. Ne voivat vaihdella järjestelmänvalvojasta työntekijään, joka tarvitsee vain tiettyjä tietoja. Tämä mahdollistaa joustavan ja tehokkaan järjestelmänvalvonnan, joka vastaa käyttäjän tarpeita.

Järjestelmänvalvojilla on yleensä pääsy kaikkiin näkymiin, mutta he voivat rajoittaa tiettyjen näkymien saatavuutta muille käyttäjille tarpeen mukaan. Käyttäjäkohtaisia näkymiä voidaan räätälöidä eri tavoin.

Dashboard: Jokainen käyttäjä voi mukauttaa omaa dashboardiaan lisäämällä tai poistamalla widgettejä. Esimerkiksi, järjestelmänvalvoja voi haluta nähdä yleiskatsauksen kaikista isännistä ja palveluista, kun taas tiettyjen sovellusten parissa työskentelevä käyttäjä voi haluta nähdä vain nämä sovellukset. Oman näkymän hienojakoisempi räätälöiminen on myös mahdollista seuraavien palveluiden avulla:

- **Hosts & Services:** Käyttäjänäkymät voidaan rajoittaa näyttämään vain ne isännät ja palvelut, jotka ovat merkityksellisiä kyseiselle käyttäjälle. Esimerkiksi verkonvalvoja voi haluta nähdä vain reitittimet ja kytkimet, kun taas palvelinvalvoja voi haluta nähdä vain palvelimet.
- **Events & Notifications:** Käyttäjille voidaan antaa pääsy vain niihin tapahtumiin ja ilmoituksiin, jotka liittyvät heidän vastuualueisiinsa. Esimerkiksi käyttäjä, joka on vastuussa tietystä sovelluksesta, voi saada ilmoituksia vain tämän sovelluksen virheistä.
- **Reporting & Analytics:** Käyttäjät voivat saada pääsyn vain niihin raportteihin ja analytiikkoihin, jotka ovat merkityksellisiä heidän tehtävilleen. Esimerkiksi liiketoiminta-analytiikko voi haluta nähdä suorituskykytrendit ja

ennusteet, kun taas tekninen tukihenkilö voi haluta nähdä yksityiskohtaiset vianmäärittystiedot. (13.)

Checkmk:n käyttäjät jakautuvat Ilmatieteen laitoksella karkeasti kahteen ryhmään, kehittäjiin ja valvojiin. Kehittäjien tehtävä on kehittää Ilmatieteen laitoksen monia järjestelmiä ja palveluja, kun taas valvojat vain monitoroivat järjestelmien toimivuutta ja vikatilanteiden ilmentyessä ottavat yhteyttä kehittäjiin ja ylläpitäjiin. Tällöin kehittäjät voivat keskittyä omaan tekemiseensä ja jättää järjestelmien monitoroimisen valvojille. Tämä myös mahdollistaa kaikkien järjestelmien ja palveluiden 24/7-valvonnan.

Palveluiden valvonnan kannalta paras vaihtoehto on luoda oma "valvonta"-näkyminen, jossa näkyy vain kriittiset palvelut ja palvelimet. Täten näkyminen ei paisu varoituksista ja hälytyksistä, joihin ei tarvitse reagoida.

Nagioksen käyttäjänäkymän luominen toteutetaan muutamassa vaiheessa.

1. Kirjaututaan Nagioksen hallintapaneeliin järjestelmänvalvojana tai muuna käyttäjänä, jolla on tarvittavat oikeudet.
2. Luodaan uusi yhteiskäyttöinen valvontakäyttötunnus.
3. Siirrytään "Views"-osioon: Valitaan "Manage"-valikosta "Views". Tämä avaa näkymien hallintapaneelin.
4. Luodaan uusi näkyminen: Klikataan "Create new view"-painiketta. Tämä avaa uuden näkymän luomislomakkeen.
5. Täytetään lomake: Annetaan uudelle näkymälle nimi ja määritetään sen asetukset. Voidaan esimerkiksi valita, mitkä isännät ja palvelut näkyvät näkymässä, ja määritetään erilaisia suodattimia ja sääntöjä. Määritellään myös, ketkä käyttäjät voivat nähdä näkymän.

6. Tallennetaan näkymä: Kun asetukset ovat oikein, klikataan "Save"-painiketta. Uusi näkymä luodaan, ja se on nyt saatavilla valituille käyttäjille.

Tämän jälkeen pitää määritellä, mitkä palvelimet ja mitkä varoitukset näkyvät kyseiselle valvontanäkymälle. Tämä on parempi tehdä sallimalla kaikki palvelimet ja varoitukset ja sitten kieltämällä tietty osajoukko. Lisätään uusi sääntö Nagioksen sivupaneelista, jossa kielletään uuden valvontatunnuksen näkyvyys palvelimiin ja palveluihin käyttäen regexiä.

Lopputuloksena, kun 24/7-valvoja kirjautuu uudelle valvontatunnukselle, näkee hän vain tietyn osajoukon haluttavista valvottavista palvelimista ja palveluista, jotka ovat tuotannon kannalta kriittisiä.

## 3.2 Checkmk-virheiden siivoaminen

Checkmk:ssa oli myös suuri määrä väärin konfiguroituja sääntöjä ja asetuksia, joiden takia varoituksia oli etusivulla huomattavasti ylimääräisiä. Oikeat hälytykset uppoutuvat niiden sekaan, eikä niiden ilmentyessä huomata niitä sujuvasti.

### 3.2.1 Väärä agentti

Osalla palvelimista oli väärän Checkmk-version agentti asennettuna, minkä vuoksi agentti ei saanut annettua monitorointitietoja tai antoi virheellisiä tietoja itse Checkmk-instanssille. Uusin Checkmk-agentti on lisättyä virtuaalipalvelinten sapluunassa (template), jolloin uudet virtuaalipalvelimet saavat oikean agentin oikeineen konfiguroineen automaattisesti.

Vanhoille palvelimille tai fyysisille palvelimille päivitetyn agentin asentaminen onnistuu helposti käyttämällä Ansible-ohjelmistotyökalua.

### 3.2.2 Agentti vai SNMP

Checkmk-agentti on mahdollista asentaa vain Linux- ja Windows-palvelimille, jotka toimivat normaalin palvelimen tapaan. Tämän vuoksi agenttia ei voi asentaa verkkolaitteille, kuten kytkimille tai reitittimille, vaan näitä laitteita pitää monitoroida käyttäen SNMP:tä.

Jokaisen palvelimen asetuksista voidaan valita, millä metodilla kyseistä palvelinta monitoroidaan. Vaihtoehtoina ovat

1. Checkmk-agentti, vaatii asentamisen sekä palomuurisäännön, joka sallii yhteydet Checkmk-instanssilta.
2. SNMP, vaatii SNMP-community salasanan asettamisen sekä sallia yhteyden Checkmk-instanssiin.
3. Checkmk-agentti sekä SNMP samanaikaisesti.
4. Ei kumpikaan, jolloin palvelimelta tarkistetaan vain, vastaako palvelin ICMP-pingiin.

▼ DATA SOURCES

Check_MK Agent .....	<input checked="" type="checkbox"/>	No agent ▼
SNMP .....	<input checked="" type="checkbox"/>	SNMP v2 or v3 ▼
SNMP credentials .....	<input checked="" type="checkbox"/>	SNMP community (SNMP Versions 1 and 2c) ▼ .....
Piggyback .....	<input type="checkbox"/>	Use piggyback data from other hosts if present (Default value)

Kuva 6. Palvelimen Data Sources -asetukset

Kuvassa 6 on esimerkkikonfiguraatio laitteesta, jota monitoroidaan SNMP:tä käyttäen, eikä Checkmk agenttia ole asennettu. Laitteessa pitää olla vastaava SNMP community -salasana, jotta Checkmk voi autentikoida laitteeseen.

### 3.2.3 iDRAC-etähallinta-alustan konfiguraatiot

Osalla fyysisistä palvelimista on iDRAC-hallinta-alusta asennettuna. iDRAC-etähallintaratkaisu, joka on suunniteltu auttamaan IT-henkilöstöä ylläpitämään ja valvomaan Dellin palvelimia. iDRACin avulla ylläpitäjät voivat valvoa, päivittää, suorittaa vianmäärityksiä ja korjata palvelimia etänä. Se toimii riippumatta siitä, onko käyttöjärjestelmä päällä vai pois päältä, ja se voi tarjota arvokkaita tietoja palvelimen tilasta ja suorituskyvystä.

Opinnäytetyön alussa iDRAC:it olivat väärin konfiguroitu monitoroitavaksi Nagioksessa. iDRAC-alustat olivat luotu omiksi palvelimikseen, jonka vuoksi alusta ei saanut kaikkia monitorointitietoja palvelimesta, johon se oli kytketty. Lisäksi Checkmk on laskutettu sen sisältämien palvelimien lukumäärän mukaan, jolloin ylimääräiset palvelimet tuovat lisämaksua.

Checkmk tarjoaa mahdollisuuden liittää iDRAC-hallinta-alusta suoraan itse palvelimeen. Jokaisen palvelimen asetuksissa on Management Board -osio, johon pitää syöttää iDRAC-palvelimen IP-osoite (kuva 7).

▼ MANAGEMENT BOARD

Address .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="1.2.3.4"/>
Protocol .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="SNMP"/>
SNMP credentials .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="SNMP community (SNMP Versions 1 and 2c)"/> <input type="password" value="*****"/>
IPMI credentials .....	<input type="checkbox"/>	empty (Default value)

Kuva 7. Palvelimen Management Board -asetukset.

Kun palvelimeen liitetään Management Board -konfiguraatio, siirtyvät kaikki iDRAC:in monitoroivat resurssit suoraan itse palvelimen alaisuuteen. Tällöin palvelin ja sen iDRAC toimivat yhtenä palvelimena monitoroinnissa.

## 4 Slack-integraatio

Slack on kanavapohjainen viestintäalusta, joka on suunniteltu helpottamaan työryhmien välistä yhteistyötä, tehostamaan työprosesseja ja vähentämään sähköpostin tarvetta. Se tarjoaa organisaatiolle keskitetyn paikan viestintään, tiedostojen jakamiseen ja yhteistyöhön.

Slackissa työntekijät voivat luoda kanavia eri aiheiden, projektien, tiimien tai jopa harrastusryhmien ympärille. Nämä kanavat toimivat viestintäalueina, joissa jäsenet voivat lähettää viestejä, jakaa tiedostoja ja jopa käyttää videopuheluita. Kanavien avulla työntekijät voivat pysyä ajan tasalla projektien edistymisestä, ja viestit ovat kaikkien kanavan jäsenten nähtävissä, mikä lisää läpinäkyvyyttä.

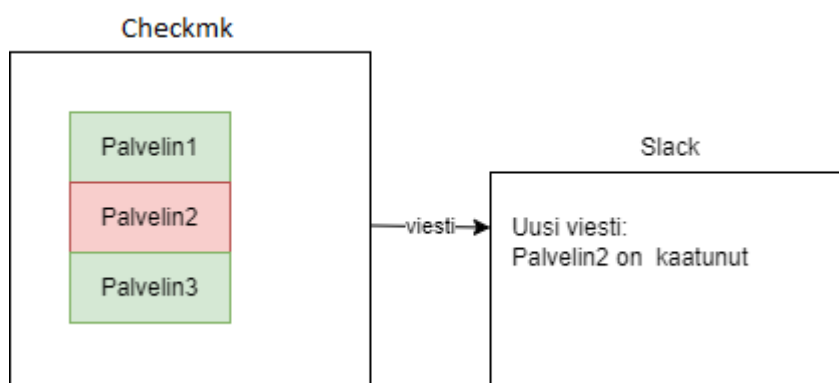
(14.)

Ilmatieteen laitoksella Slackia käytetään usein sekä sisäiseen että ulkoiseen viestintään. Sisäisessä viestinnässä se auttaa työntekijöitä pysymään ajan tasalla yrityksen uutisista ja päivityksistä, kun taas ulkoisessa viestinnässä sitä voidaan käyttää yhteistyökumppaneiden, asiakkaiden tai muiden sidosryhmien kanssa.

Slackin avulla yritykset voivat tehostaa viestintäänsä, parantaa tuottavuutta ja vähentää työn keskeytyksiä, jotka usein liittyvät perinteisiin viestintämuotoihin, kuten sähköpostiin.

Ilmatieteen laitoksella Slack-viestintätyökalua käytetään hyvin laajasti viestittelyyn sekä erilaisten jatkuvien integraatioiden ja toimitusten osana. Jos Checkmk:hon tulee uusi hälytys tai varoitus, on sitä usein vaikea havaita. Tämän vuoksi Checkmk-valvontaan halutaan liittää Slack-integraatio, joka

parantaa virhetilanteiden havainnollistamista lähettämällä viestiä asiaankuuluville henkilöille tai ryhmille.



Kuva 8. Esimerkkutilanne, jossa Palvelin2 kaatuu, jolloin Checkmk lähettää viestin kaatuneesta palvelimesta Slackiin.

Kuva 8 havainnollistaa tilannetta, jossa palvelin tai mikä tahansa määritelty palvelu kaatuu. Checkmk lähettää Slackiin informatiivisen ja ytimekkään viestin, jotta kaatunut palvelin tai palvelu voidaan korjata tai palauttaa takaisin kuntoon.

#### 4.1 Slackin konfigurointi

Checkmk:n ja Slackin asettaminen oli suhteellisen suoraviivaista. Ensimmäinen tehtävä on luoda Webhook Slackiin Checkmk:ta varten. Webhook vastaanottaa json-tyyppisiä viestejä ja lähettää automaattisesti json-viestin sisällön Slack-kanavalle tai ryhmälle. Ainoa asetus, joka tässä yhteydessä on määritettävä, on kanava, johon hälytykset lähetetään. Tämän jälkeen Slack tarjoaa Webhook-URL-osoitteen, johon hälytykset toimitetaan. Checkmk on tämän jälkeen konfiguroitava lähettämään valitut hälytykset Slackin Webhook-URL-osoitteeseen. (14.)

### Integration Settings

#### Post to Channel

Messages that are sent to the incoming webhook will be posted here.

simon-testi-kannu
▼

or create a new channel

---

### Webhook URL

Send your JSON payloads to this URL.  
[Show setup instructions](#)

https://hooks.slack.com/services/

Copy URL • Regenerate

---

### Descriptive Label

Use this label to provide extra context in your list of integrations (optional).

Optional description of this integration

---

### Customize Name

Choose the username that this integration will post as.

Check\_mk Notification

---

### Customize Icon

Change the icon that is used for messages from this integration.

↑

Upload an image

or

Choose an emoji

Use default icon

Kuva 9. Slack Webhook -asetukset.

Kuvasta 9 huomataan Slackin antama Webhook URL, joka pitää syöttää Checkmk:n konfiguraatioon, jotta viestin lähettäminen onnistuu. Koska Slack on pilvessä, ei tässä tarvitse määritellä verkko- tai palomuurisääntöjä.

▼ NOTIFICATION METHOD

Notification Method Slack (Proxy) ▼

Webhook-URL

Webhook URL
▼

URL prefix for links to Check\_MK

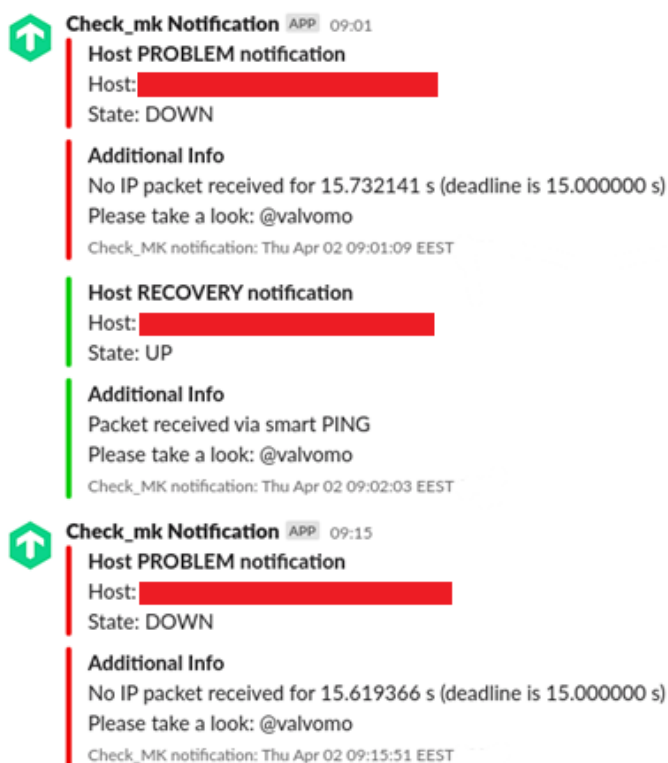
Automatic HTTP
▼

Notification Bulking

Kuva 10. Checkmk Webhook -asetukset.

Checkmk:hon pitää myös asettaa ilmoitusasetukset oikein, jotta viestit kulkevat haluttua kanavaa pitkin oikeaan osoitteeseen. Ilmoitusmetodien asetukset on helpointa määrittää graafisen käyttöliittymän avulla Notification-välilehdestä. Slackin antama Webhook-url-osoite syötetään Checkmk:n ilmoitusmetodiasetuksiin kuvan 10 osoittamalla tavalla. (15.)

Kun lähetettävä ja vastaanottava pää on konfiguroitu oikein, lähetetään kaikki Checkmk varoitukset ja hälytykset json-objekteina Slackille, jossa viestit puretaan ja muutetaan ihmisen luettavissa olevaan muotoon. Kuvasta 11 voidaan todeta, että ilmoitusviestit toimivat.



Kuva 11. Esimerkki saapuvista Slack-viesteistä.

Jos Checkmk-instanssi on ajossa verkossa, jossa vaaditaan http-proxyjen käyttöä, pitää ne määritellä Checkmk:hon.

## 4.2 Slackin proxy-asetukset

Checkmk:n Slack plugin asentuu automaattisesti Checkmk:n asennuksen yhteydessä. Koska Checkmk:n Enterprise-versio ei ole avoimen lähdekoodin ohjelmisto, ei itse lähdekoodia voi tarkastella eikä siten myöskään olla osallisena ohjelmiston kehityksessä.

Slack plugin käyttää http-viestien lähettämiseen Python-kirjastoa. Kirjasto sijaitsee polussa `/omd/sites/awos/lib/python/cmk/notification_plugins/utils.py`. Kyseisestä kirjastosta pitää muuttaa aivan lopussa olevaa `post_request`-funktiota. Funktion parametreihin pitää syöttää `"proxies=None"` ja RESTful post-funktioon pitää kirjoittaa proxyt parametreihin `r = requests.post(url=url, proxies=proxies, json=message_constructor(context))`. Nämä muutokset mahdollistavat proxyjen käytön, jos ne erikseen kirjoitetaan käytettäväksi. Lopuksi annetaan `post_request`-funktioon parametreihin proxy-muuttuja (esimerkkikoodi 1). Jos proxyjä ei anneta, niin funktio toimii aivan kuin niitä ei olisi, eli normaalisti ennen kuin muutokset tehtiin.

```
def post_request(message_constructor, success_code=200, proxies=None):
    context = collect_context()

    url = retrieve_from_passwordstore(context.get("PARAMETER_WEBHOOK_URL"))

    r = requests.post(url=url, proxies=proxies, json=message_constructor(context))

    if r.status_code == success_code:
        sys.exit(0)
    else:
        sys.stderr.write("Failed to send notification. Status: %i, Response: %s\n" %
                        (r.status_code, r.text))
        sys.exit(2)
```

Esimerkkikoodi 1. `/omd/sites/awos/lib/python/cmk/notification_plugins/utils.py` Python-kirjaston `post_request`-funktio.

Checkmk ei salli sen asennuksessa valmiiksi tulleiden ilmoitusskriptien muokkaamista, vaan ne pitää kopioida sellaisenaan omaan skriptihakemistoon, josta Checkmk sen hakee. Eli skripti täytyy kopioida osoitteesta

/omd/sites/awos/share/check\_mk/notifications/slack osoitteeseen /omd/sites/awos/local/share/notifications/slack.

```
# Slack (Proxy)
from cmk.notification_plugins.slack import slack_msg
from cmk.notification_plugins.utils import post_request

proxies = {
    "http": "http://proxy.fmi.fi:8080",
    "https": "http://proxy.fmi.fi:8080"
}

if __name__ == "__main__":
    post_request(slack_msg, proxies=proxies)
}
```

Esimerkkikoodi 2. Slack-ilmoituskripti kokonaisuudessaan

Kopioituun skriptiin pitää vain lisätä proxypalvelimet sekä `post_request`-funktiokutsuun parametreihin `proxies=proxies` (esimerkkikoodi 2).

## 5 NagVis-karttapalvelu

NagVis on työkalu, joka integroituu Checkmk-nimiseen IT-infrastruktuurin valvontajärjestelmään. NagVisin avulla voidaan luoda mukautettuja karttoja ja diagrammeja IT-infrastruktuurista, mikä voi auttaa havainnollistamaan ja seuraamaan tärkeitä järjestelmän osia ja niiden tilaa.

Esimerkiksi voidaan luoda kartta verkkolaitteista ja värittää ne eri tavoin riippuen siitä, ovatko ne toiminnassa, ylikuormittuneita tai poissa käytöstä. Tämä voi auttaa ymmärtämään laitteiston ja ohjelmistojen keskinäisiä riippuvuuksia, ja se voi auttaa havaitsemaan ja korjaamaan ongelmia nopeammin.

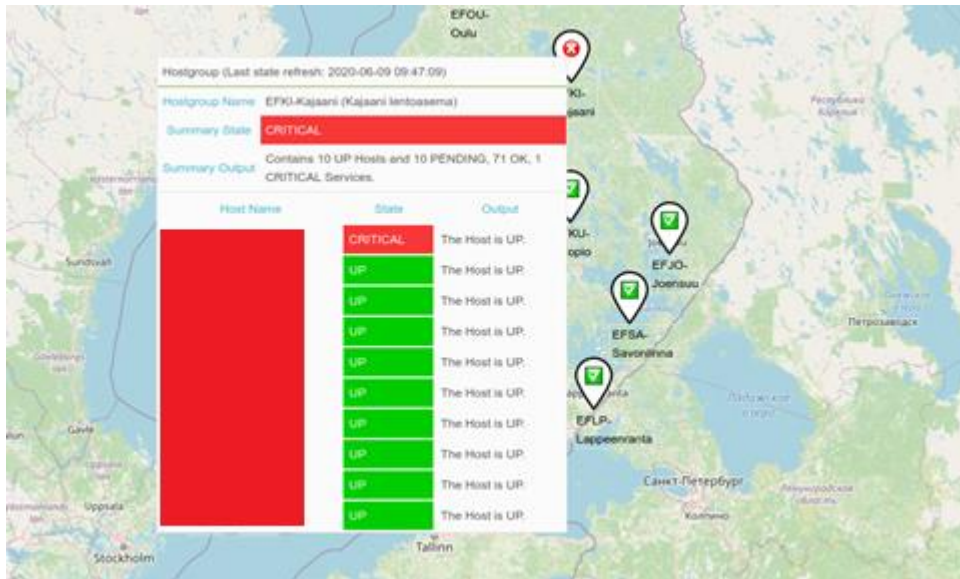
NagVisin avulla voidaan myös luoda kaaviokuvia palvelimista, tietokannoista, verkkolaitteista ja muista infrastruktuurin osista, joiden tilaa halutaan seurata. Kaaviot voivat näyttää esimerkiksi kuormitusta, käytettyä levytilaa tai muita tärkeitä mittareita. Tämä voi auttaa tunnistamaan suorituskyvyn pullonkauloja ja suunnittelemaan resurssien käyttöä paremmin. (16.)



Kuva 12. Ilmatieteenlaitoksen havaintoasemia NagVis-kartalla.

Kuvassa 12 näkyy muutamia havaintoasemia Suomen kartalla. Palvelimet on jaettu palvelinryhmiin paikkakunnan perusteella käyttäen Nagioksen ryhmitys-sääntöä. Jos palvelimen nimi alkaa esimerkiksi "efhk"-merkkijonolla, allokoidaan se Helsinki-Vantaan palvelinryhmään.

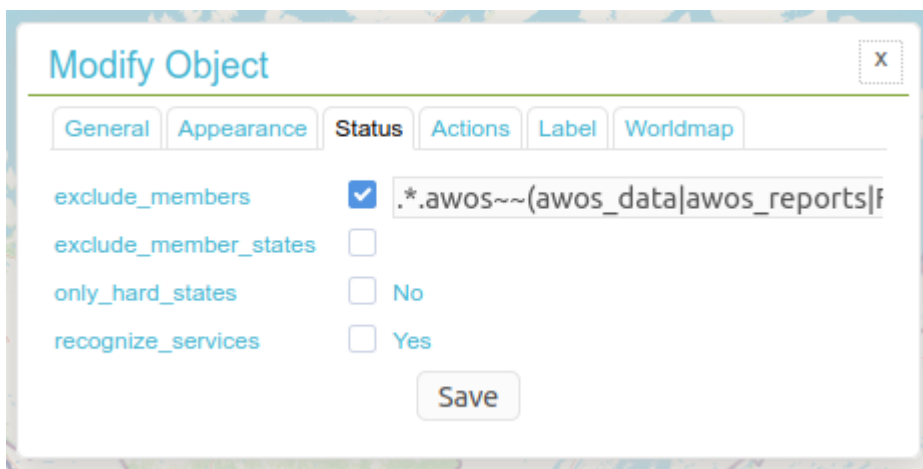
Jokaisen paikkakunnan palvelimien tilanne näkyy viemällä kursorin paikkakunnan nuppineulan päälle (kuva 13).



Kuva 13. Kajaanin havaintoaseman palvelimet tarkemmin näytettynä.

Ongelmaksi muodostui tässä se, että NagVis-kartta lukee kaikki varoitukset karttaan, eikä vain sen käyttäjälle näkyvät varoitukset. Tästä seuraa, että jokainen paikkakunta näytti punaista, sillä jokaisella havaintoasemalla ilmeni jokin varoitus.

Jotta valvomolla saadaan piilotettua hallitusti tiettyjä palvelimien ongelmia, pitää jokaisen paikkakunnan palvelinryhmälle asettaa varoituksia poislukeva regexp-lauseke (kuva 14).



Kuva 14. NagVis-kartan palvelinryhmän objektin asetukset.

Koska jokainen palvelinryhmä on oma kokonaisuutensa, pitää ne asettaa yksitellen. (17.)

## 6 METAR-sanomien monitorointi

METAR-sanomat tuotetaan kaksi kertaa tunnissa jokaiselta havaintoasemalta ja lähetetään Ilmatieteen laitoksen viestipalvelimelle kahta eri kanavaa pitkin.

METAR-sanomat ovat tärkeitä ilmailun turvallisuuden kannalta, joten niitä pitää monitoroida ja niiden laatu pitää tarkistaa. Koska tämä on hyvin spesifinen monitorointikäyttötapaus, niin ei tälle löydy mitään valmista Checkmk-pluginia tai tarkistusskriptiä. (18.)

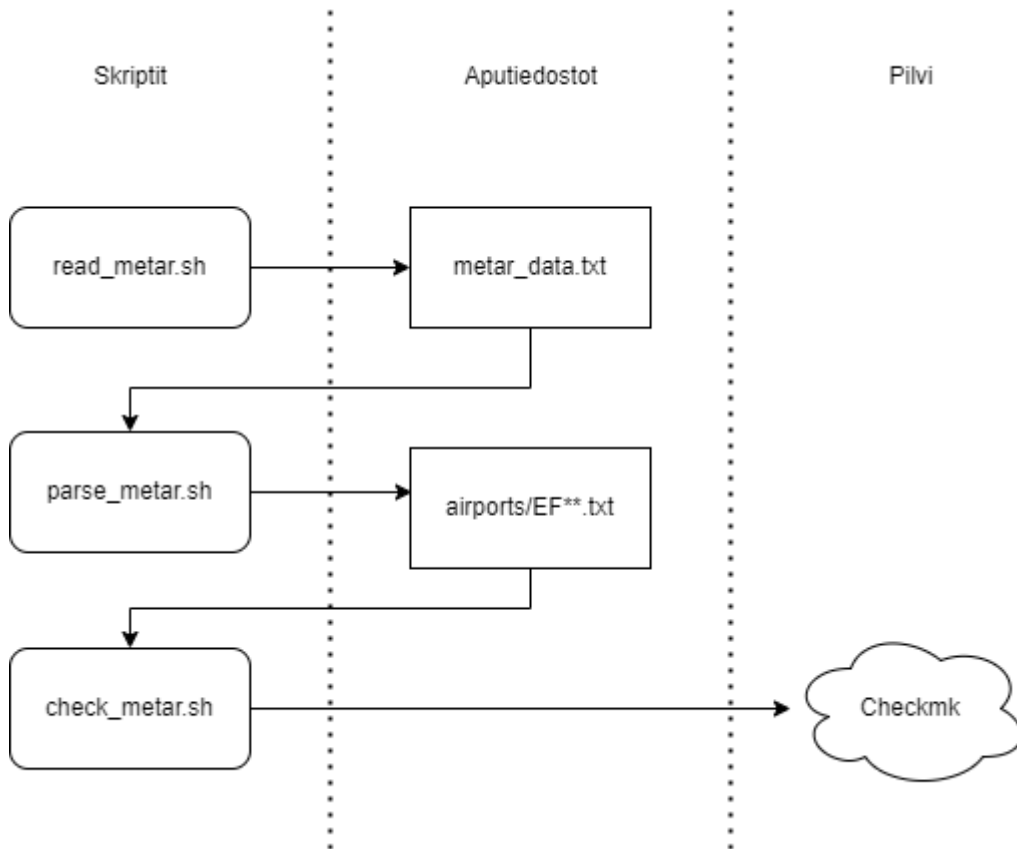
Checkmk:hon voi myös kirjoittaa "custom skriptejä", eli räätälöityä koodia tai skriptejä, jotka on kirjoitettu erityisesti tiettyyn tarkoitukseen tai tehtävään Checkmk:n ympäristössä. Näitä skriptejä voidaan käyttää esimerkiksi tietyn järjestelmän tietojen keräämiseen tai tiettyjen tehtävien automatisoimiseen.

Checkmk tukee useita skriptikieliä, mukaan lukien Bash, Python ja Perl. Nämä skriptit asennetaan yleensä Nagioksen "local checks" -hakemistoon, joka sijaitsee yleensä polussa `/usr/lib/check_mk_agent/local/` Check\_MK-agentilla varustetuissa järjestelmissä.

Näitä räätälöityjä skriptejä voidaan käyttää erilaisiin tarkoituksiin, kuten:

- Tietojen kerääminen laitteista, jotka eivät ole suoraan tuettuja Nagioksen vakioagentilla.
- Tarkistusten tekeminen erityisille järjestelmäkomponenteille, jotka vaativat mukautettua logiikkaa.
- Erityisten toimintojen suorittaminen, kuten järjestelmäpäivitykset tai varmuuskopioinnit, tiettyjen ehtojen täytyessä.

Kun skripti on kirjoitettu ja asennettu oikeaan paikkaan, Checkmk-agentti suorittaa sen automaattisesti seuraavan tarkistuksen yhteydessä ja palauttaa tulokset Checkmk-palvelimelle. (19.)



Kuva 15. METAR-monitorointiskriptin kokonaisuuden kulkukaavio.

Skriptikokonaisuuden toiminta on havainnollistettu kuvassa 15.

1. Read\_metar.sh-skripti kirjoittaa viimeisen tunnin aikana tulleiden SAFI-sanomien message\_id:n, saapuneen aikaleiman, kanavan sekä sisällön ensimmäisen rivin ja tulostaa ne metar\_data.txt-tiedostoon (kuva 16).

```

message_id| saapunut aika      |kanava|sisällön ensimmäinen rivi
226452023|2020-04-02 12:18:19| 115 |SAFI31 EFTP 021220
226451623|2020-04-02 12:16:46| 110 |SAFI32 EFKU 021220
226451612|2020-04-02 12:16:29| 120 |SAFI32 EFUT 021220
  
```

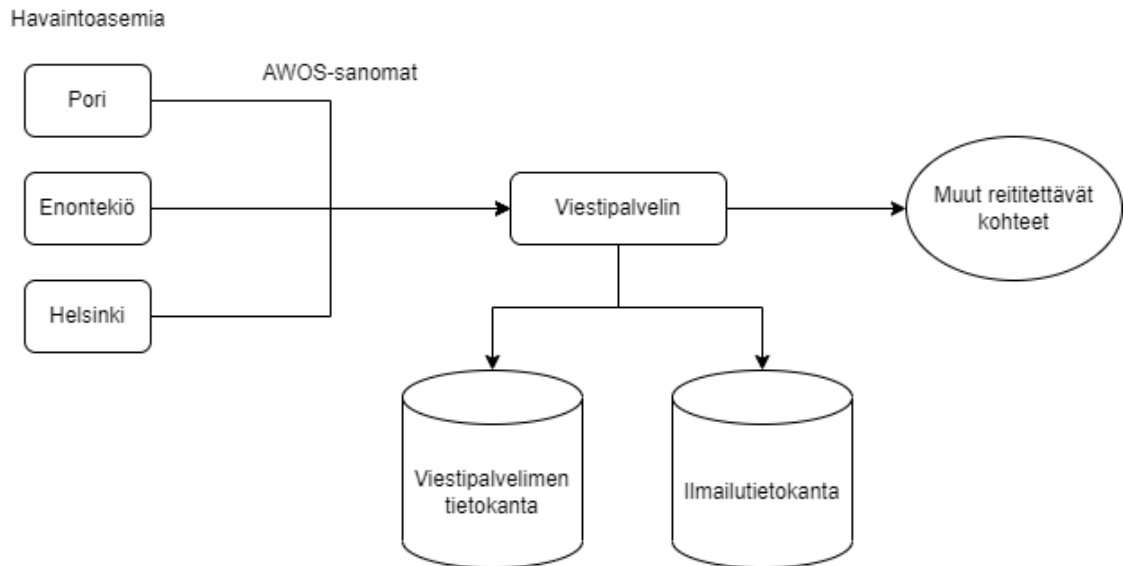
Kuva 16. SAFI-viestin formaatti metar\_data.txt-tiedostossa.

Read\_metar.sh-skripti ylikirjoittaa metar\_data.txt:n joka ajon jälkeen.

2. Parse\_metar.sh-skripti lukee metar\_data.txt:n sisällön listaan, ja käy joka rivin läpi. Jos rivin message\_id löytyy sitä vastaavalta airports/EF\*\*-tiedostosta ei tehdä mitään ja poistutaan skriptistä. Jos kanavalta tulleen rivin message\_id:tä ei löydy sitä vastaavasta airports/EF\*\*-tiedostosta, tallennetaan se sinne.
3. Check\_metar.sh lukee jokaisen havaintoaseman aputiedostot ja laukaistaa varoituksen, jos pääkanavalta tai varakanavalta ei ole tullut METAR-sanomaa viimeiseltä 30 minuutilta. Jos kummaltakaan kanavalta ei ole tullut viestiä, laukaistaan hälytys. Jos molemmilta kanavilta on tullut viesti, niin kaikki on hyvin.

## **7 Tietokantojen monitoroinnin lisääminen**

Jokainen METAR-sanoma lähetään keskitetylle viestienhallinta palvelimelle (viestipalvelin), josta se sitten lähetään eteenpäin eri tahoille ja kansainväliseen jakeluun. Jokaisesta viestipalvelimelle saapuvasta METAR-sanomasta tallennetaan leimaus tietokantaan. Leimausten avulla voidaan tarkastella koko järjestelmän yleistä toimivuutta ja virhetilanteissa leimoja voidaan käyttää vianetsimiseen. METAR-sanoma lähetetään viestipalvelimelta ensin viestipalvelimen omaan PostgreSQL-tietokantaan. METAR-sanomat myös duplikoidaan ilmailu-tietokantaan, jonne METAR-sanomat varastoidaan eri tietokantaskeeman mukaan.



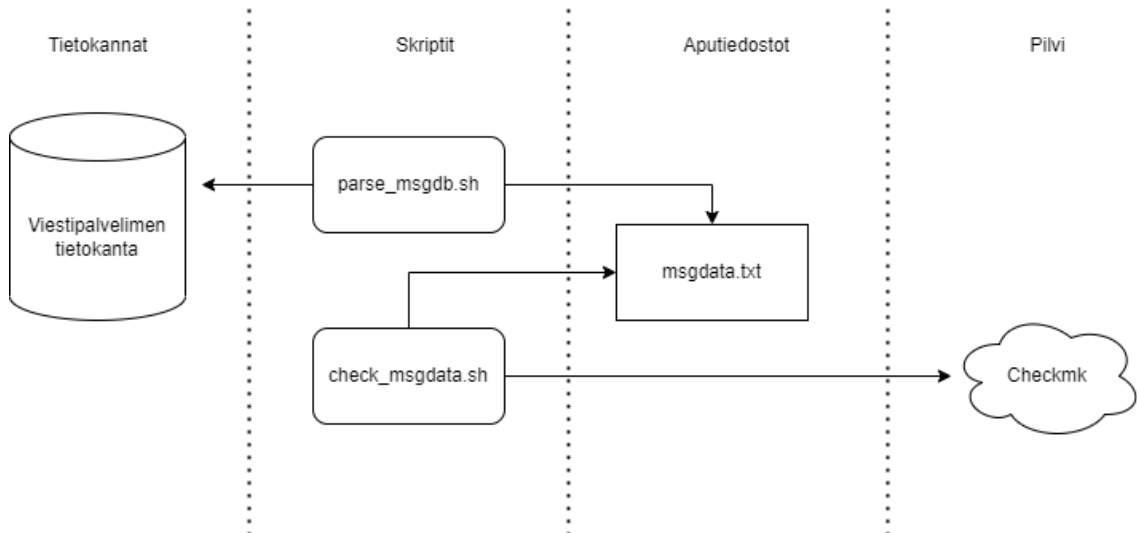
Kuva 17. Viestipalvelimen toiminta karkeasti.

Kuvassa 17 näkyy keskeisenä osana viestienhallintapalvelin, joka vastaanottaa viestejä lukuisista eri kohteista ja ohjaa ne eteenpäin määriteltyjä kanavia pitkin. Olennaista on, että sanomat tallennetaan tietokantoihin, joista niiden oikeellisuus ja oikea-aikaisuus pitää tarkistaa.

### 7.1 Viestipalvelimen tietokanta

Viestipalvelimen tietokannasta pitää tarkistaa, että METAR-sanomien sisältö on paikkansapitäviä, täyttävät saatavuuden ehdot ja ovat oikea-aikaisia.

Viestipalvelimen kantaan tallennetaan sekä pää- ja varakanavalta tulleet METAR-sanomat, joiden vuoksi kanavien liikennettä ja yhteyttä voidaan monitoroida.



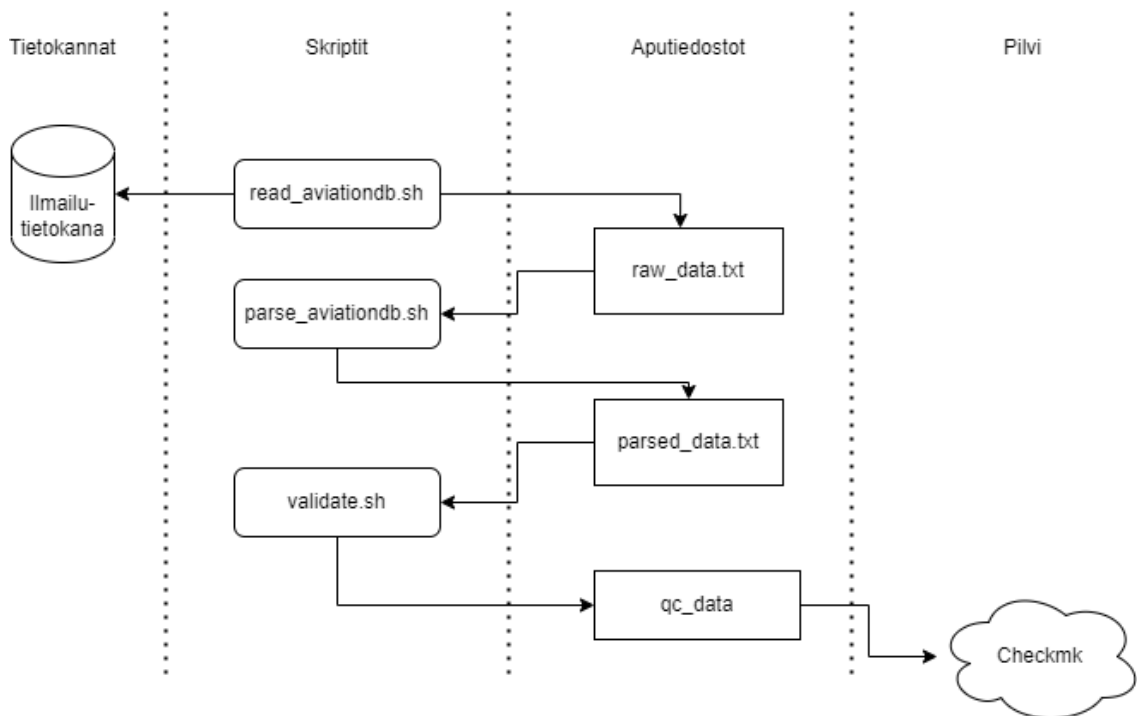
Kuva 18. Viestipalvelimen tietokannan monitorointi.

Kuva 18 kertoo skriptin kulku lyhyesti:

1. Parse\_msgdb.sh lukee viestipalvelimen tietokannasta uusimpien METAR-sanomien rivit, parsii ja kirjoittaa ne msgdata.txt-aputiedostoon.
2. Check\_msgdata.sh lukee msgdata.txt-aputiedoston rivit ja laukaisee varoituksen, jos toiselta viestikanaavalla ei ole tullut viestiä ja hälytyksen, jos kummaltakaan viestikanaavalla ei ole tullut sanomaa.

## 7.2 Ilmailutietokanta

Ilmailutietokanta eroaa viestipalvelimen tietokannasta siten, että ilmailutietokantaan ei tallenneta METAR-sanomien duplikaatteja. Tämän vuoksi METAR-sanomien pää- ja varakanavan monitorointi on hankalaa tai jopa mahdotonta. Tallennettu METAR-sanoma on kuitenkin rikkaampi kuin viestipalvelimen omassa tietokannassa oleva tallenne sanoman metatiedoista.



Kuva 19. Ilmailutietokannan monitorointiskriptin kulkukaavio.

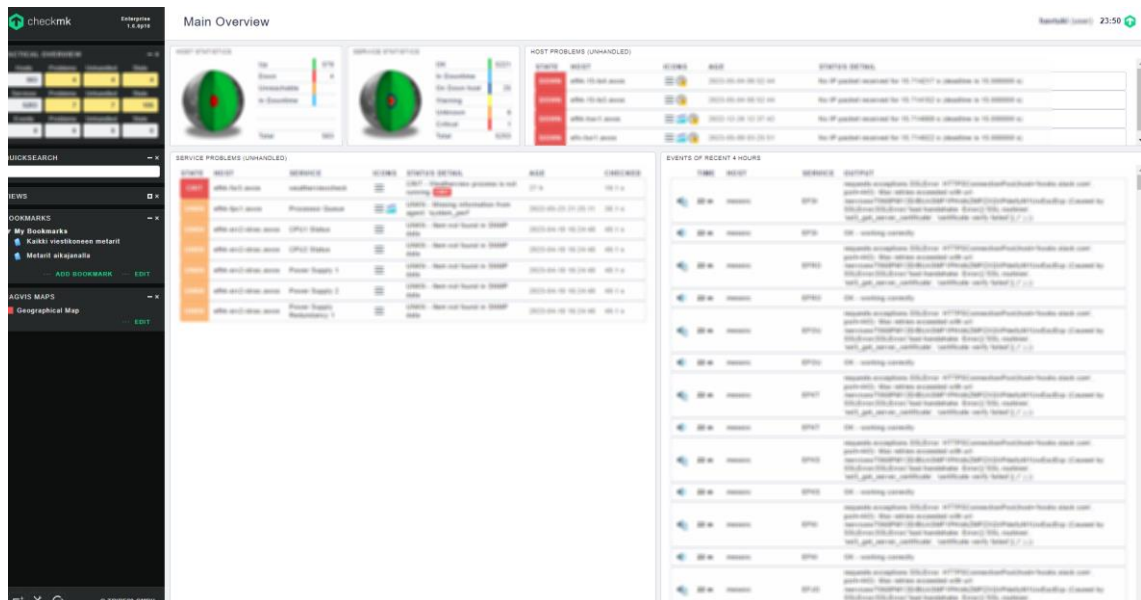
Ilmailutietokannan monitorointiskripti seuraa samaa kaavaa kuin viestipalvelimen skriptiratkaisu. Ensin luetaan ilmailutietokannasta viimeisin data, jonka jälkeen se tallennetaan aputiedostoon `raw_data.txt`. Tästä aputiedostosta data parsitaan uuteen aputiedostoon paikkansapitävät rivit. Verrattuna aikaisempiin skriptiratkaisuihin (ks. kuva 15 ja 18) on ilmailutietokannan skriptikokonaisuudessa parsitun datan laaduntarkistus ennen kuin tulokset päätyvät Checkmk-instanssille.

## 8 Yhteenveto ja jatkoparannukset

Tämän opinnäytetyön puitteissa olemme syventyneet lentosääjärjestelmän automaattisen monitoroinnin kehittämiseen. Olemme tarkastelleet järjestelmän nykyistä tilaa, tunnistanee sen heikkoudet ja tehneet ehdotuksia parannuksiksi.

Tutkimuksen aikana olemme nähneet, että automaattisen monitoroinnin lisääminen voi merkittävästi parantaa lentosääjärjestelmän tehokkuutta ja luotettavuutta. Tämä ei ainoastaan vähennä inhimillisten virheiden mahdollisuutta, vaan se myös vapauttaa henkilöstöresursseja muihin tehtäviin, jotka vaativat ihmisen harkintakykyä ja erityisosaamista.

On tärkeää muistaa, että vaikka teknologia tarjoaa meille tehokkaita työkaluja, sen kehittäminen ja käyttöönotto vaatii jatkuvaa tarkastelua ja arviointia. Tässä työssä esitetyt ehdotukset ovat vasta ensimmäinen askel kohti lentosääjärjestelmän automaattisen monitoroinnin parantamista. Jatkotutkimus ja -kehitys ovat välttämättömiä, jotta voidaan varmistaa, että uudet menetelmät ja teknologiat ovat sekä turvallisia että tehokkaita.



Kuva 20. Checkmk-näkymä opinnäytetyön loppuessa.

Opinnäytetyön lopputuloksen voi nähdä visuaalisena kuvasta 20. Jos verrataan kuvaa 20 kuvaan 5, huomataan merkittävä muutos Checkmk-näkymän selvydessä ja luettavuudessa. Lisäksi uutta monitorointijärjestelmää on kehitetty lisäämällä tietokantojen tarkistuksia poistamalla virheellisiä tarkistuksia, korjaamalla puutteellisia konfiguraatioita sekä lisäämällä METAR-sanomatarkistukset monitoroitaviksi.

Lisäkehittämisen kohteita löytyi opinnäytetyön tekemisen varrella monia. Viestipalvelimelta lähtevän sanoman oikeellisuus tarkistetaan lähetettäessä, mutta vastaanottajan kuittausta ei valvota. Joten on mahdollista, että viestipalvelin lähettää viestit oikein, mutta vastaanottaja ei saa vastaanotettua sanomaa oikein.

## Lähteet

1. Weather Delay. 2022. Verkkoaineisto. Federal Aviation Administration. <https://www.faa.gov/nextgen/programs/weather/faq>. Luettu 21.4.2023.
2. Kulesa, Gloria. 2022. Weather and Aviation: How Does Weather Affect The Safety and Operations of Airports and Aviation, and How Does FAA Work to Manage Weather-related Effects? [https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/kulesa\\_Weather\\_Aviation.pdf](https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/kulesa_Weather_Aviation.pdf). Luettu 12.1.2023.
3. Why Do Aircraft Crash? – Aviation Accident Statistics Revealed. 2023. Verkkoaineisto. PilotInstitute. <https://pilotinstitute.com/aviation-accident-causes/#:~:text=Pilot%20error%20continues%20to%20be,2020%20caused%20by%20pilot%20error>. Luettu 12.1.2023.
4. Automaattinen Avimet-lentosääjärjestelmä (AWOS). 2020. Vaisala. Esite. <https://www.vaisala.com/en/products/systems/avimet-awos>. Luettu 12.1.2023.
5. Lentosääpalvelut Suomessa. 2017. Esite. Ilmatieteen laitos.
6. Meteorological Terminal Air Report (METAR). 2019. Verkkoaineisto. Skybrary. <https://www.skybrary.aero/articles/meteorological-aerodrome-report-metar>. Luettu 12.1.2023.
7. Terminal Area Forecast (TAF). 2022. Verkkoaineisto. Federal Aviation Administration. [https://www.faa.gov/data\\_research/aviation/taf](https://www.faa.gov/data_research/aviation/taf). Luettu 20.1.2023.
8. Notice To Airmen (NOTAM). 2023. Verkkoaineisto. Skybrary. <https://www.skybrary.aero/articles/notice-airmen-notam>. Luettu 20.1.2023.

9. SIGMET. 2023. Verkkoaineisto. <https://www.skybrary.aero/articles/sigmet>. Luettu 20.1.2023.
10. Checkmk- The official Guide. 2020. Verkkoaineisto. Tribe29 GmbH. <https://docs.checkmk.com/latest/en/>. Luettu 5.2.2023.
11. Uusi lentosäähavaintojärjestelmä otettiin käyttöön Pohjois-Suomessa. 2018. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/542316306>. Luettu 19.12.2022.
12. Ilmatieteen laitos on uusinnut lentosäähavaintojärjestelmät kaikilla Suomen lentoasemilla. 2021. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/uutinen/6W8OXaP7NNtmkSGb5b8mEx>. Luettu 19.12.2022.
13. Dashboards. 2023. Verkkoaineisto. Tribe29 GmbH. <https://docs.checkmk.com/latest/en/dashboards.html>. Luettu 5.2.2023.
14. What Is Slack, and Why Do People Love It? 2019. Verkkoaineisto. Howtogeek. <https://www.howtogeek.com/428046/what-is-slack-and-why-do-people-love-it>. Luettu 16.3.2023
15. Generating Incoming Webhook URLs programmatically. 2020. Verkkoaineisto. Slack. <https://api.slack.com/messaging/webhooks>. Luettu 9.3.2023.
16. NagVis Documentation. 2019. Verkkoaineisto. NagVis [http://docs.nagvis.org/1.9/en\\_US/index.html](http://docs.nagvis.org/1.9/en_US/index.html). Luettu 9.3.2023.
17. Map configuration format description. 2019. Verkkoaineisto. NagVis. [http://docs.nagvis.org/1.6/en\\_US/map\\_config\\_format\\_description.html](http://docs.nagvis.org/1.6/en_US/map_config_format_description.html). Luettu 9.3.2023.

18. METAR-sanomat. 2023. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data-metar-sanomat>. Luettu 25.2.2023.

19. Local Checks. 2023. Verkkoaineisto. Tribe29 GmbH. <https://docs.checkmk.com/latest/en/localchecks.html>. Luettu 25.2.2023.