

# De monitoringopties in een schoolnetwerk met LibreNMS.

Optionele ondertitel.

---

**Liam Dewinter.**

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van  
Professionele bachelor in de toegepaste informatica

**Promotor:** Bert Van Vreckem

**Co-promotor:** Merlijn Nimmegeers

**Academiejaar:** 2024–2025

**Eerste examenperiode**

**Departement IT en Digitale Innovatie .**

**HO  
GENT**



# Woord vooraf

Tijdens mijn studie in Toegepaste Informatica heb ik altijd een sterke interesse gehad in Monitoring, en deze bachelorproef was hielp om me er verder in te verdiepen. Het onderwerp sprak me aan omdat het een actueel en relevant thema is. Het onderzoek en het schrijven van deze bachelorproef waren dan ook een leerzame en boeiende ervaring.

Dit werk had ik echter niet kunnen voltooien zonder de hulp en steun van verschillende mensen. Allereerst wil ik mijn promotor, Bert Van Vreckem, bedanken voor zijn begeleiding, waardevolle feedback en ondersteuning. Zijn inzichten en adviezen hebben me geholpen om deze bachelorproef grondig en effectief af te ronden.

Daarnaast ben ik ook mijn co-promotors, Ricky Leybaert en Merlijn Nimmegeers, dankbaar voor hun begeleiding en kritische blik. Hun advies en suggesties waren van grote meerwaarde voor het uitwerken van dit onderzoek.

Tot slot wil ik iedereen die, op welke manier dan ook, heeft bijgedragen aan dit werk, van harte bedanken. Hopelijk biedt deze bachelorproef een waardevolle bijdrage aan het vakgebied en is het voor de lezer even boeiend als het voor mij was om eraan te werken.

# Samenvatting

Deze bachelorproef onderzoekt de mogelijkheden van monitoringopties met LibreNMS binnen een schoolnetwerk. Het doel is om een systeem op te zetten dat alerts genereert wanneer switches of andere netwerkapparaten uitvallen. Een goed functionerend monitoring- en waarschuwingssysteem is cruciaal binnen een schoolomgeving, waar een stabiel netwerk essentieel is voor zowel lesgeven als administratieve taken. Mogelijks zijn er dergelijke extra's die toegepast kunnen worden.

De centrale onderzoeksvraag luidt: "Hoe kan LibreNMS optimaal worden ingezet om netwerkstoringen binnen een schoolnetwerk tijdig te detecteren en automatisch alerts te versturen?" De doelstelling is om een betrouwbare en efficiënte monitoringoplossing te ontwikkelen die IT-beheerders snel op de hoogte brengt van problemen, zodat ze sneller kunnen ingrijpen en downtime wordt geminimaliseerd. Dit is op een school zeer belangrijk wegens een bijna constante vraag naar een werkend netwerk.

Om dit te onderzoeken, wordt de volgende methodologie gehanteerd:

Inventarisatie – Eerst wordt de huidige netwerkinfrastructuur in kaart gebracht en worden bestaande monitoringoplossingen geanalyseerd (indien aanwezig). Lokale testomgeving – Vervolgens wordt de LibreNMS geconfigureerd op een eigen computer om verschillende monitoring- en alertfunctionaliteiten uit te testen. Implementatie en validatie – Tot slot wordt LibreNMS op de schoolserver geïmplementeerd en wordt er getest hoe de alertfuncties werken in een realistische netwerkomgeving. Uit de eerste testresultaten blijkt dat LibreNMS uitgebreide monitoringmogelijkheden biedt, inclusief geavanceerde meldingsopties via e-mail, Slack en andere platformen. De configuratie van alerts vereist echter een grondige afstemming op de specifieke noden van het netwerk, zoals drempelwaarden voor waarschuwingen en de keuze van meldingskanalen.

De resultaten van dit onderzoek zijn relevant voor IT-beheerders in het onderwijs, omdat een goed geconfigureerd monitoring- en alertingsysteem bijdraagt aan snellere probleemdetectie en minder downtime. In de conclusie worden er aanbevelingen over de optimale instellingen voor alerts binnen een schoolomgeving geformuleerd.

# Inhoudsopgave

<b>Lijst van figuren</b>	<b>vii</b>
<b>Lijst van tabellen</b>	<b>viii</b>
<b>Lijst van codefragmenten</b>	<b>ix</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Probleemstelling	2
1.2 Onderzoeksvraag	2
1.3 Onderzoeksdoelstelling	2
1.4 Opzet van deze bachelorproef	3
<b>2 Stand van zaken</b>	<b>4</b>
2.1 Inventarisatie van de school	4
2.1.1 Leopoldlaan	4
2.1.2 Go Talent	5
2.1.3 Hoofdgebouw	6
2.2 Monitoringbehoeften in scholen	8
2.3 Huidige softwareoplossingen voor netwerkmonitoring in scholen	8
2.3.1 LibreNMS	8
2.3.2 Prometheus + Grafana	8
2.3.3 PRTG (Paessler Router Traffic Grapher)	8
2.4 Uitdagingen en Open Vragen	9
2.5 Verschil in onderzoek	9
<b>3 Methodologie</b>	<b>10</b>
3.1 Literatuurstudie	10
3.2 Inventarisatie van het schoolnetwerk	10
3.3 Lokale installatie en testfase	11
3.4 Implementatie in het schoolnetwerk	11
<b>4 Conclusie</b>	<b>12</b>
<b>A Onderzoeksvoorstel</b>	<b>13</b>
A.1 Inleiding	13
A.2 Literatuurstudie	14
A.2.1 Netwerkmonitoring en logging	14
A.2.2 Monitoringbehoeften in scholen	14

A.2.3	Huidige softwareoplossingen voor netwerkmonitoring in scholen. . . . .	15
A.2.4	Uitdagingen en Open Vragen . . . . .	15
A.2.5	Verschil in onderzoek . . . . .	16
A.3	Methodologie . . . . .	16
A.4	Verwacht resultaat, conclusie . . . . .	16

# Lijst van figuren

2.1 Inventarisatie . . . . .	5
2.2 Inventarisatie . . . . .	6
2.3 Inventarisatie . . . . .	7

# Lijst van tabellen



# Lijst van codefragmenten

# 1

## Inleiding

Netwerkbeheer is een cruciaal aspect binnen IT-infrastructuren, vooral in een schoolomgeving waar een stabiele en betrouwbare netwerkverbinding essentieel is voor zowel lesgeven als administratieve taken. Een veelvoorkomend probleem in scholen is het onverwacht uitvallen van switches of andere netwerkapparaten, wat kan leiden tot storingen, verminderde netwerkprestaties en verstoringen in het onderwijsproces. Ondanks het belang van netwerkmonitoring ontbreekt er vaak een efficiënt waarschuwingssysteem dat IT-beheerders op de hoogte brengt van problemen.

Deze bachelorproef onderzoekt hoe LibreNMS ingezet kan worden om netwerkstoringen binnen een schoolnetwerk proactief te detecteren en beheerders automatisch te waarschuwen. Dit leidt tot de centrale onderzoeksvraag:

"Hoe kan LibreNMS optimaal worden ingezet om netwerkstoringen binnen een schoolnetwerk tijdig te detecteren en automatisch alerts te versturen?"

Om deze vraag te beantwoorden, worden de volgende deelvragen onderzocht:

Welke componenten moeten gemonitord worden om kritieke storingen snel te detecteren? Welke meldingsmethoden zijn het meest geschikt binnen een schoolomgeving? Hoe kan LibreNMS geconfigureerd worden om monitoring en alerts zo efficiënt mogelijk te maken? De onderzoeksdoelstelling is om een werkend proof-of-concept te ontwikkelen waarmee netwerkbeheerders sneller storingen kunnen detecteren en ingrijpen. Door een alertstelsysteem te implementeren, kunnen scholen netwerkproblemen sneller oplossen en downtime minimaliseren.

Dit onderzoek bestaat uit drie hoofdfasen:

Inventarisatie – Een analyse van de huidige netwerkinfrastructuur om vast te stellen welke componenten nodig zijn voor monitoring. Lokale testopstelling – Installatie en configuratie van LibreNMS op een lokale testomgeving, waarin verschillende monitoring- en alertfuncties worden onderzocht. Implementatie en validatie op de schoolserver – Na succesvolle lokale tests wordt LibreNMS op de schoolserver geïm-

stalleerd en geëvalueerd in een realistische omgeving. Door middel van deze aanpak beoogt deze studie een praktische bijdrage te leveren aan efficiënter netwerkbeheer binnen scholen. De resultaten van dit onderzoek kunnen IT-beheerders in scholen helpen bij het implementeren van een robuust monitoring- en alertsysteem.

## **1.1. Probleemstelling**

In een schoolomgeving is een betrouwbaar netwerk nodig voor zowel het lesgeven als administratieve processen. Maar netwerkstoringen, zoals het onverwacht uitvallen van switches of andere netwerkapparatuur, kunnen voor aanzienlijke problemen zorgen. Momenteel ontbreekt in veel scholen een geautomatiseerd systeem dat netwerkbeheerders onmiddellijk waarschuwt bij dergelijke storingen, waardoor de hersteltijd langer is en de impact groter kan zijn.

De doelgroep van dit onderzoek bestaat uit IT-beheerders in het onderwijs, specifiek de netwerkverantwoordelijken binnen scholen die gebruikmaken van LibreNMS of op zoek zijn naar een monitoringoplossing. Dit onderzoek is ook relevant voor scholen met een groeiende IT-infrastructuur die willen investeren in een proactief netwerkbeheer.

## **1.2. Onderzoeksvraag**

De centrale onderzoeksvraag van deze bachelorproef luidt:

"Hoe kan LibreNMS optimaal worden ingezet om netwerkkerrors binnen een schoolnetwerk tijdig te detecteren en automatisch alerts te versturen?"

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden, worden de volgende deelvragen onderzocht:

Welke componenten moeten worden gemonitord om kritieke storingen snel te detecteren? Welke meldingsmethoden zijn het meest geschikt binnen een schoolomgeving? Hoe kan LibreNMS geconfigureerd worden om monitoring en alerts zo efficiënt mogelijk te maken?

## **1.3. Onderzoeksdoelstelling**

Deze bachelorproef heeft als doel een proof-of-concept te ontwikkelen voor een effectief monitoring- en alertingssysteem met LibreNMS. De belangrijkste criteria voor succes zijn:

Een werkende configuratie van LibreNMS die netwerkcomponenten binnen een schoolomgeving monitort. Een betrouwbaar alertsysteem dat IT-beheerders tijdig waarschuwt bij storingen. Documentatie en aanbevelingen over de optimale instellingen voor netwerkmonitoring binnen scholen. Door deze doelstellingen te realiseren, draagt het onderzoek bij aan een verbeterde netwerkstabiliteit binnen scholen en een efficiënter beheer van IT-infrastructuur.

## **1.4. Opzet van deze bachelorproef**

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomein, op basis van een literatuurstudie over netwerkmonitoring, LibreNMS en relevante implementaties in scholen.

In Hoofdstuk 3 wordt de methodologie toegelicht. Hier worden de verschillende onderzoekstechnieken en stappen besproken die zijn genomen om een antwoord te formuleren op de onderzoeksvragen, waaronder de inventarisatie, lokale testomgeving en implementatie op de schoolserver.

In Hoofdstuk 4, wordt de conclusie geformuleerd en een antwoord gegeven op de onderzoeksvragen. Er worden ook aanbevelingen gedaan voor toekomstige verbeteringen en mogelijke verdere optimalisaties binnen netwerkmonitoring voor scholen.

# 2

## Stand van zaken

### 2.1. Inventarisatie van de school

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de huidige inventarisatie van de school Atheneum Dendermonde. De inventaris omvat alle fysieke en digitale switches, servers andere faciliteiten. Dit overzicht vormt de basis voor verdere analyses en optimalisaties in latere hoofdstukken.

Om te beginnen wordt genoteerd dat Campus Athenea Dendermonde bestaat uit 3 plaatsen. Leopoldlaan, GO Talent en Hoofdgebouw. Elk netwerk is verbonden met de hoofdschicht en watchdog van het Hoofdgebouw. Atheneum Dendermonde krijgt wifi van The Last Mile, die een ISP is.

#### 2.1.1. Leopoldlaan

Hier is een korte beschrijving van de netwerkstructuur de inventarisatie van Leopoldlaan zoals te zien in de figuur 2.1

##### Hoofdschicht (10.0.0.38)

Dit is de centrale switch waar alle andere netwerkcomponenten op aansluiten.

##### Tussenschicht (SW-GOT-L105-01, 10.1.201.1 / 10.0.0.55)

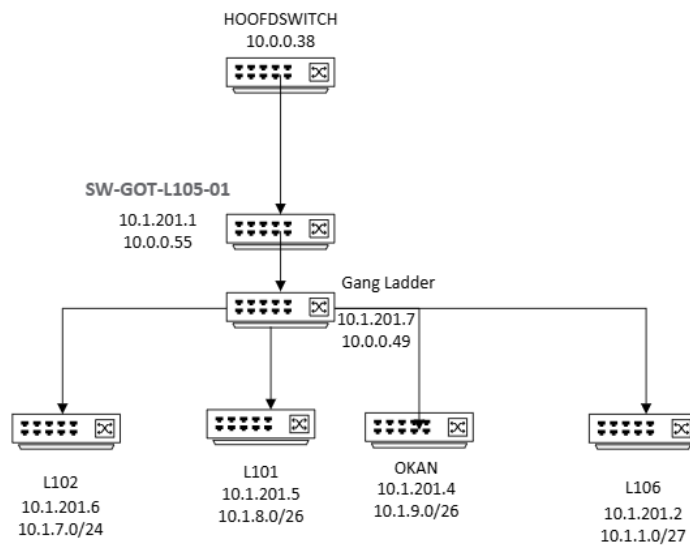
Fungeert als een backbone-switch die de hoofdverbinding beheert tussen de hoofdschicht en andere verdiepingsswitches.

##### Gang Ladder Switch (10.1.221.7 / 10.0.0.49)

Deze switch verdeelt de verbinding naar de verschillende subnetten of afdelingen.

##### Verdiepings- en kamernetwerken

- **L102** (10.1.201.6 / 10.1.7.0/24)
- **L101** (10.1.201.3 / 10.1.80.0/26)



**Figuur 2.1:** Structuur Leopoldlaan

- **OKAN** (10.1.201.5 / 10.1.90.0/26)
- **L106** (10.1.201.2 / 10.1.10.0/27)

Dit toont een hiërarchische netwerkinfrastructuur waarin verschillende afdelingen of ruimtes hun eigen subnet hebben en via switches verbonden zijn met het hoofdnetwerk. Elk heeft natuurlijk ook zijn aantal gebruikers (PC's)

### 2.1.2. Go Talent

Hier is een korte beschrijving van de netwerkstructuur de inventarisatie van GoTalent zoals te zien in de figuur 2.2

#### Hoofdschicht (10.0.0.3)

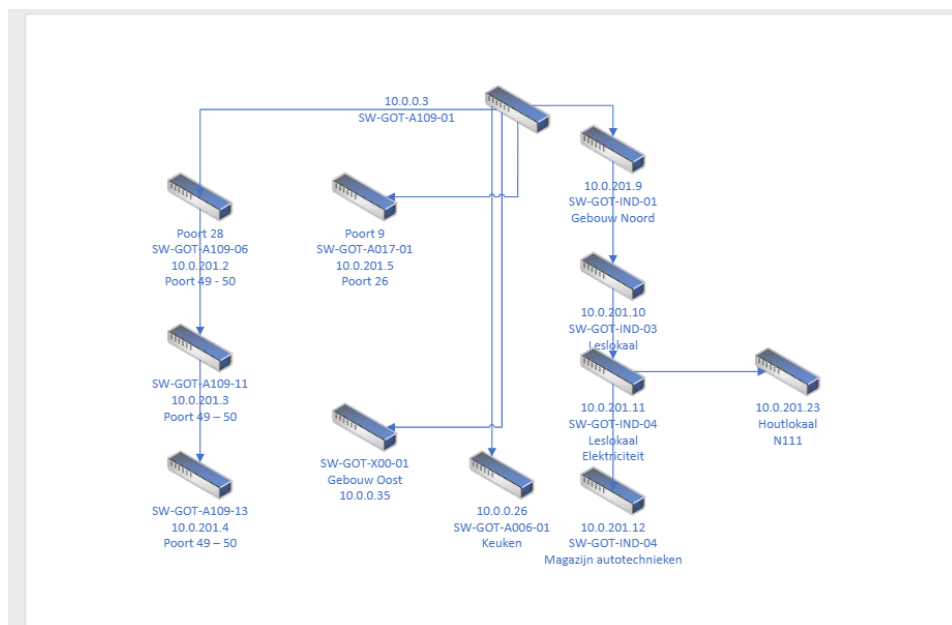
Dit is de centrale switch waar alle andere netwerkcomponenten op aansluiten.

#### Tussenliggende switch (SW-GOT-A109-01, 10.0.0.3)

Fungeert als een backbone-switch die de hoofdverbinding beheert tussen de hoofdschicht en andere verdiepingsswitches.

#### Netwerkvertakkingen per sectie

- **A109-netwerk**
  - SW-GOT-A109-06 (10.0.201.2) - Poorten 49-50
  - SW-GOT-A109-11 (10.0.201.3) - Poorten 49-50
  - SW-GOT-A109-13 (10.0.201.4) - Poorten 49-50



**Figuur 2.2:** Structuur Go Talent

- **A017-netwerk**

- SW-GOT-A017-01 (10.0.201.5) - Poort 26

- **Oost- en keukenverbindingen**

- SW-GOT-X00-01 (10.0.0.35) - Gebouw Oost
- SW-GOT-A006-01 (10.0.0.26) - Keuken

- **Noord-netwerk en leslokalen**

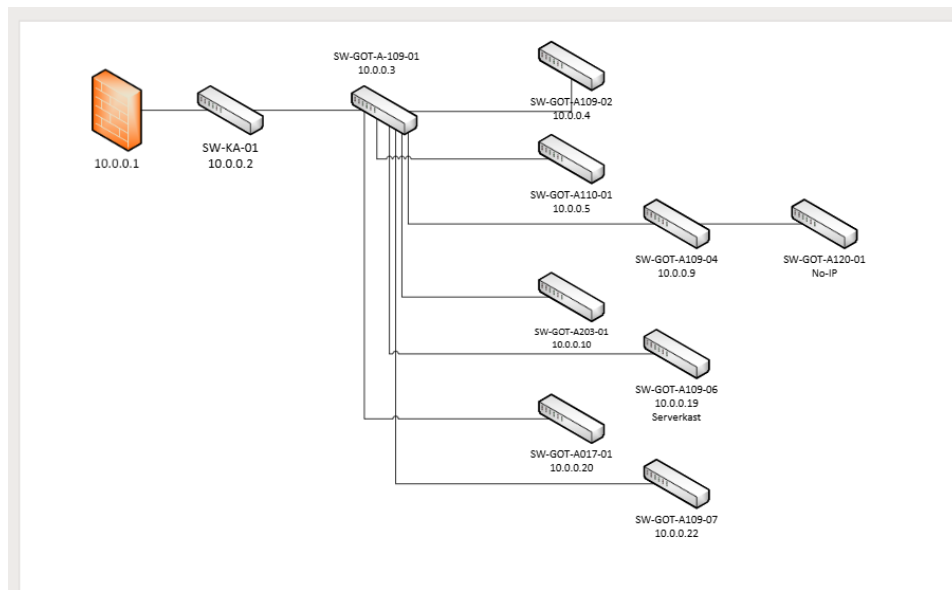
- SW-GOT-IND-01 (10.0.201.9) - Gebouw Noord
- SW-GOT-IND-03 (10.0.201.10) - Leslokaal
- SW-GOT-IND-04 (10.0.201.11) - Leslokaal Elektriciteit
- SW-GOT-IND-04 (10.0.201.12) - Magazijn Autotechnieken
- Houtlokaal N111 (10.0.201.23)

### 2.1.3. Hoofdgebouw

Hier is een korte beschrijving van de netwerkstructuur de inventarisatie van Hoofdgebouw zoals te zien in de figuur 2.3

#### WatchGuard Firewall (10.0.0.1)

De WatchGuard firewall fungeert als de beveiligingspoort voor het netwerk en regelt inkomend en uitgaand verkeer.



**Figuur 2.3:** Structuur Hoofdgebouw

### Hoofdswitch Hoofdgebouw (SW-KA-01, 10.0.0.2)

Dit is de centrale switch in het hoofdgebouw, die het verkeer tussen de firewall en de rest van het netwerk beheert.

### Hoofdswitch GoTalent (SW-GOT-A109-01, 10.0.0.3)

De primaire switch van het GoTalent-netwerk, verantwoordelijk voor de verdeling van netwerkverkeer naar de onderliggende switches.

### Netwerkvertakkingen per sectie

#### • A109-netwerk

- SW-GOT-A109-02 (10.0.0.4)
- SW-GOT-A109-04 (10.0.0.9)
- SW-GOT-A109-06 (10.0.0.19) - Serverkast
- SW-GOT-A109-07 (10.0.0.22)

#### • A110-netwerk

- SW-GOT-A110-01 (10.0.0.5)

#### • A203-netwerk

- SW-GOT-A203-01 (10.0.0.10)

#### • A017-netwerk

- SW-GOT-A017-01 (10.0.0.20)

#### • Externe netwerkkoppeling

- SW-GOT-A120-01 - Geen IP toegekend



## 2.2. Monitoringbehoefte in scholen

Beheer van draadloze netwerken: Scholen hebben vaak draadloze netwerken die veel apparaten ondersteunen, van laptops tot tablets en smartphones van leerlingen, docenten en medewerkers. **(Ruckus2025)** Beveiliging: Scholen hebben te maken met gevoelige gegevens, zoals studentinformatie en onderzoeksdata, die goed moeten worden beschermd tegen inbreuken of misbruik. Gebruik van cloudgebaseerde applicaties: Veel onderwijsinstellingen maken gebruik van cloudgebaseerde tools en platforms voor onderwijs, zoals Google Classroom, Microsoft Teams, en Office 365. Monitoring moet zich dus niet alleen richten op de lokale infrastructuur, maar ook op cloudgebaseerde toepassingen. **(PeerJCS2020)** Toegang tot netwerken tijdens piekmomenten: Het netwerk moet omgaan met grote hoeveelheden gebruikers die gelijktijdig toegang willen krijgen, bijvoorbeeld bij het starten van lesuren of tijdens pauzes. **(Aquion2018)**

## 2.3. Huidige softwareoplossingen voor netwerkmonitoring in scholen

### 2.3.1. LibreNMS

LibreNMS is een netwerkanalysetool waarmee netwerkverkeer kan worden gedetecteerd en geanalyseerd. Het biedt uitgebreide functionaliteit voor netwerkmonitoring en is vooral geschikt voor het monitoren van virtuele netwerken. LibreNMS ondersteunt het automatisch ontdekken van netwerkapparaten, het verzamelen van prestatiegegevens en het instellen van waarschuwingen bij ongebruikelijke netwerkactiviteit. Dit maakt het een nuttige tool voor het uitvoeren van diepgaande analyses van netwerkgedrag, vooral tijdens piekmomenten waar de belasting op virtuele netwerken kan toenemen. **(LibreNMS2025)**

### 2.3.2. Prometheus + Grafana

Vaak gebruikt in combinatie voor real-time monitoring van netwerkprestaties. Prometheus verzamelt gegevens over netwerkverkeer, terwijl Grafana deze gegevens visualiseert. **(Pragathi2024)**

### 2.3.3. PRTG (Paessler Router Traffic Grapher)

PRTG is een platform voor netwerkmonitoring en data-analyse dat specifiek is ontworpen om netwerkverkeer in gedetailleerd formaat te verzamelen en te visualiseren. Het biedt tools voor het monitoren van zowel fysieke als virtuele netwerken en kan helpen bij het identificeren van verkeersopstoppingen, performanceproblemen en hardwarestoringen. PRTG biedt uitgebreide loggingmogelijkheden en kan waarschuwingen genereren bij ongebruikelijke activiteit, zoals netwerkcongestie of verhoogde latency. Dit maakt het bijzonder nuttig in virtuele netwerken, waar

verkeer soms snel kan variëren en invloed kan hebben op de netwerkcapaciteit, vooral tijdens piekmomenten. **(PRTGManual2025)**

Er zijn dus verscheidene tools om aan monitoring en logging te doen in een virtueel netwerk. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar logging en monitoring in een schoolomgeving. Maar idealiter wordt er LibreNMS gebruikt voor het monitoren van netwerkcomponenten.

## **2.4. Uitdagingen en Open Vragen**

Schaalbaarheid van oplossingen: Scholen kunnen te maken krijgen met pieken in het aantal apparaten dat verbinding maakt met het netwerk, vooral tijdens het begin van schooldagen of leswissels. Is er een tool die goed inspeelt op een netwerk met Virtual SmartZone om piekmomenten te monitoren en loggen? **(BashirEtAl2022)**

Integratie met cloud-applicaties: Met de opkomst van cloudgebaseerde onderwijsplatformen, zoals Google Classroom of Microsoft Teams, wordt het moeilijker om netwerkprestaties te meten, vooral wanneer het netwerkverkeer zowel lokaal als in de cloud plaatsvindt. Hoe kunnen tools deze dynamiek effectief monitoren? **(CommScope2025)**

Kosten en middelen: Veel geavanceerde netwerkmonitoringtools, zoals PRTG, kunnen kostbaar zijn voor kleinere scholen met beperkte middelen. Is er een kosteneffectief alternatief die dezelfde mate van controle en inzicht bieden? **(Ruckus2025)**

## **2.5. Verschil in onderzoek**

Op onderwijsinstellingen is er overmatig gebruik gemaakt van tools die netwerken monitoren en loggen zonder een Ruckus Virtual SmartZone. Dit onderzoek implementeert dit wel. **(PeerJCS2020)**

# 3

## Methodologie

Dit onderzoek volgt een systematische aanpak om de implementatie van LibreNMS in een schoolnetwerk te analyseren. De werkwijze is onderverdeeld in vier fasen: literatuurstudie, netwerkinventarisatie, lokale installatie en testfase, en ten slotte de implementatie binnen het schoolnetwerk.

### 3.1. Literatuurstudie

De eerste fase bestaat uit een grondige verkenning van LibreNMS en de bijbehorende functionaliteiten. Er wordt onderzocht:

- Wat LibreNMS is en hoe het zich verhoudt tot andere netwerkmonitoringtools.
- Welke protocollen en technieken LibreNMS ondersteunt (SNMP, syslog, API-integraties).
- De systeemeisen en mogelijke implementatiescenario's.
- Extra functies zoals alerts implementeren

Deze fase biedt een fundament voor de verdere stappen en helpt bij het bepalen van de geschiktheid van LibreNMS voor het schoolnetwerk.

### 3.2. Inventarisatie van het schoolnetwerk

Voor een succesvolle implementatie is een grondige netwerkinventarisatie noodzakelijk. Hierbij worden:

- De netwerkcomponenten en hun IP-adressen in kaart gebracht.
- De bestaande monitoringmethodes geanalyseerd.
- Toegangsrechten en beveiligingsmaatregelen in rekening gebracht.

Deze stap biedt inzicht in welke apparaten en segmenten van het netwerk geschikt zijn om te monitoren met LibreNMS.

### **3.3. Lokale installatie en testfase**

Om de functionaliteiten van LibreNMS te verkennen, wordt een testomgeving opgezet op een lokale machine. In deze fase wordt:

- De installatieprocedure en configuratie van LibreNMS doorlopen.
- De verschillende methodes van netwerkdetectie en monitoring getest.
- Eventuele foutmeldingen en beperkingen ondervinden.

Deze testfase dient als voorbereiding op de implementatie in het schoolnetwerk en maakt het mogelijk om knelpunten vroegtijdig te identificeren.

### **3.4. Implementatie in het schoolnetwerk**

Na de succesvolle testfase volgt de implementatie van LibreNMS in het schoolnetwerk. Dit omvat:

- Het configureren van SNMP (nodig voor LibreNMS) op de netwerkapparaten.
- Het koppelen van LibreNMS aan de relevante netwerksegmenten.
- Het instellen van meldingen en dashboards voor effectieve monitoring.
- Het uitvoeren van prestatietests en het valideren van de verzamelde data.

Door deze stapsgewijze aanpak wordt inzicht verkregen in de integratie van LibreNMS in een bestaande infrastructuur en worden optimalisaties doorgevoerd waar nodig.

Met deze methodologie wordt een gestructureerde en onderbouwde analyse van de inzetbaarheid van LibreNMS in een schoolomgeving gerealiseerd.

# 4

## Conclusie

Deze studie had als doel de implementatie en bruikbaarheid van LibreNMS binnen het schoolnetwerk te onderzoeken. Door middel van een gestructureerde aanpak, bestaande uit literatuuronderzoek, netwerkinventarisatie en praktische experimenten, werd een diepgaand inzicht verkregen in de mogelijkheden en beperkingen van dit monitoringsysteem.

Uit het literatuuronderzoek bleek dat LibreNMS een uitgebreide en flexibele oplossing biedt voor netwerkmonitoring, met ondersteuning voor een brede schaal aan protocollen en apparatuur. Vervolgens werd een gedetailleerde inventarisatie van het schoolnetwerk gemaakt om een duidelijk beeld te krijgen van de infrastructuur en de benodigde monitoringfuncties.

Door LibreNMS lokaal te installeren en te testen, werd de functionaliteit geëvalueerd en werd inzicht verkregen in de configuratievereisten. Dit leidde tot de implementatie binnen het schoolnetwerk, waar de effectiviteit van LibreNMS in een realistische omgeving werd getest.

De resultaten tonen aan dat LibreNMS een waardevolle tool is voor netwerkbeheer, met uitgebreide visualisatie- en meldingsopties. Bepaalde beperkingen zoals de initiële configuratiecomplexiteit en mogelijke compatibiliteitsproblemen met specifieke hardware zijn er wel.

Deze studie draagt bij aan het vakgebied door een praktijkgericht perspectief te bieden op de inzet van LibreNMS in een educatieve omgeving. Het onderzoek roept tevens nieuwe vragen op, zoals de integratie met andere monitoringtools en de mogelijkheden voor verdere automatisering binnen netwerkbeheer. Verdere studies kunnen zich richten op deze aspecten om de efficiëntie van netwerkmonitoring verder te optimaliseren.



# Onderzoeksvoorstel

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een onderzoeksvoorstel dat vooraf werd beoordeeld door de promotor. Dat voorstel is opgenomen in deze bijlage.

## A.1. Inleiding

Netwerkbeheer is een broodnodig aspect binnen IT-infrastructuren, waarbij het garanderen van een stabiele en efficiënte werking van netwerken een uitdaging vormt. Binnen scholen doen zich regelmatig prestatieproblemen voor tijdens piekmomenten. Deze piekmomenten kunnen leiden tot vertragingen, verbindingsproblemen en verminderde efficiëntie. Er ontbreekt vaak een gestructureerde methode om deze data effectief te analyseren en te gebruiken voor probleemoplossing. (**Nwakeze2023**) Dit onderzoek richt zich specifiek op IT-beheerders en netwerkadministrators die verantwoordelijk zijn voor het beheer van Virtual SmartZone-omgevingen binnen bedrijven en organisaties. Zij ondervinden moeilijkheden bij het detecteren, monitoren en analyseren van terugkerende netwerkproblemen tijdens piekmomenten en willen problemen sneller identificeren. De centrale probleemstelling is dat er onvoldoende inzicht is in de oorzaken van prestatieproblemen binnen een netwerk met een Virtual SmartZone tijdens piekmomenten, doordat logs en meldingen niet optimaal worden benut. (**CommScope2025**) Daarom is dit de centrale onderzoeksvraag van deze bachelorproef: "Hoe kunnen meldingen en logs van piekmomenten in de Virtual SmartZone effectief worden bijgehouden en geanalyseerd om veelvoorkomende problemen te identificeren en te verminderen?" De doelstelling van dit onderzoek is het ontwikkelen van een methode voor het verwerken van logs en meldingen in Virtual SmartZone, waardoor IT-beheerders beter inzicht krijgen in de oorzaken van prestatieproblemen. Om deze doelstelling te bereiken, wordt een toegepaste onderzoeksmethode ge-

bruikt. Eerst wordt een literatuurstudie uitgevoerd naar netwerkmonitoring en loganalyse. Vervolgens wordt een praktijkgerichte case study opgezet binnen het atheneum Dendermonde waar Virtual SmartZone wordt gebruikt. Hierin worden bestaande logs en meldingen geanalyseerd om problemen te identificeren. Op basis van deze analyse wordt een proof-of-concept dashboard ontwikkeld waarmee netwerkbeheerders op een efficiënte manier piekmomenten kunnen monitoren en problemen proactief kunnen aanpakken. **(YinEtAl2011)** Dit onderzoek biedt een meerwaarde voor IT-beheerders en organisaties die afhankelijk zijn van een goed functionerend netwerk.

## **A.2. Literatuurstudie**

Monitoring en logging zijn cruciale aspecten van netwerkbeheer, vooral in omgevingen waar veel netwerkverkeer plaatsvindt, zoals in het onderwijs. **(Aquion2018)** De Virtual SmartZone, een cloud-gebaseerd platform voor netwerkbeheer, wordt vaak gebruikt voor het beheren van draadloze netwerken. Het biedt mogelijkheden voor efficiënte toegangspuntenbeheer, apparatenbeheer en het monitoren van netwerkverkeer in real-time. Bij piekmomenten, zoals begin- en eindtijden van schooldagen of tijdens drukke lesuren, kunnen netwerken enorm belast worden, wat de noodzaak voor goed geconfigureerde monitoring en logging nog belangrijker maakt. **(BashirEtAl2022)**

### **A.2.1. Netwerkmonitoring en logging**

Netwerkmonitoring omvat het consistent controleren van de status en prestaties van een netwerk. Het doel is om problemen te identificeren, zoals congestie, onregelmatigheden in het verkeer of netwerkstoringen. Logging is het vastleggen van netwerkgebeurtenissen en prestaties in logbestanden, zodat netwerkbeheerders patronen kunnen analyseren en storingen kunnen terugleiden naar specifieke gebeurtenissen. Monitoring- en loggingtools kunnen worden gebruikt om de prestaties te meten, toegang te controleren en waarschuwingen te genereren bij afwijkingen. **(PeerJCS2020)**

### **A.2.2. Monitoringbehoeften in scholen**

Beheer van draadloze netwerken: Scholen hebben vaak draadloze netwerken die veel apparaten ondersteunen, van laptops tot tablets en smartphones van leerlingen, docenten en medewerkers. **(Ruckus2025)** Beveiliging: Scholen hebben te maken met gevoelige gegevens, zoals studentinformatie en onderzoeksdata, die goed moeten worden beschermd tegen inbreuken of misbruik. Gebruik van cloud-gebaseerde applicaties: Veel onderwijsinstellingen maken gebruik van cloudgebaseerde tools en platforms voor onderwijs, zoals Google Classroom, Microsoft Teams, en Office 365. Monitoring moet zich dus niet alleen richten op de lokale infrastructuur, maar ook op cloudgebaseerde toepassingen. **(PeerJCS2020)** Toegang tot net-

werken tijdens piekmomenten: Het netwerk moet omgaan met grote hoeveelheden gebruikers die gelijktijdig toegang willen krijgen, bijvoorbeeld bij het starten van lessen of tijdens pauzes. (Aquino2018)

### **A.2.3. Huidige softwareoplossingen voor netwerkmonitoring in scholen**

#### **LibreNMS**

LibreNMS is een netwerkanalysetool waarmee netwerkverkeer kan worden gedetecteerd en geanalyseerd. Het biedt uitgebreide functionaliteit voor netwerkmonitoring en is vooral geschikt voor het monitoren van virtuele netwerken. LibreNMS ondersteunt het automatisch ontdekken van netwerkapparaten, het verzamelen van prestatiegegevens en het instellen van waarschuwingen bij ongebruikelijke netwerkactiviteit. Dit maakt het een nuttige tool voor het uitvoeren van diepgaande analyses van netwerkgedrag, vooral tijdens piekmomenten waar de belasting op virtuele netwerken kan toenemen. (LibreNMS2025)

#### **Prometheus + Grafana**

Vaak gebruikt in combinatie voor real-time monitoring van netwerkprestaties. Prometheus verzamelt gegevens over netwerkverkeer, terwijl Grafana deze gegevens visualiseert. (Pragathi2024)

#### **PRTG (Paessler Router Traffic Grapher)**

PRTG is een platform voor netwerkmonitoring en data-analyse dat specifiek is ontworpen om netwerkverkeer in gedetailleerd formaat te verzamelen en te visualiseren. Het biedt tools voor het monitoren van zowel fysieke als virtuele netwerken en kan helpen bij het identificeren van verkeersopstoppen, performanceproblemen en hardwarestoringen. PRTG biedt uitgebreide loggingmogelijkheden en kan waarschuwingen genereren bij ongebruikelijke activiteit, zoals netwerkcongestie of verhoogde latency. Dit maakt het bijzonder nuttig in virtuele netwerken, waar verkeer soms snel kan variëren en invloed kan hebben op de netwerkcapaciteit, vooral tijdens piekmomenten. (PRTGManual2025)

Er zijn dus verscheidene tools om aan monitoring en logging te doen in een virtueel netwerk. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar logging en monitoring in een schoolomgeving met Ruckus Virtual SmartZone.

### **A.2.4. Uitdagingen en Open Vragen**

Schaalbaarheid van oplossingen: Scholen kunnen te maken krijgen met pieken in het aantal apparaten dat verbinding maakt met het netwerk, vooral tijdens het begin van schooldagen of lesswissels. Is er een tool die goed inspeelt op een netwerk met Virtual SmartZone om piekmomenten te monitoren en loggen? (BashirEtAl2022)

Integratie met cloud-applicaties: Met de opkomst van cloudgebaseerde onderwijsplatformen, zoals Google Classroom of Microsoft Teams, wordt het moeilijker om



netwerkprestaties te meten, vooral wanneer het netwerkverkeer zowel lokaal als in de cloud plaatsvindt. Hoe kunnen tools deze dynamiek effectief monitoren? **(CommScope2025)**

Kosten en middelen: Veel geavanceerde netwerkmonitoringtools, zoals PRTG, kunnen kostbaar zijn voor kleinere scholen met beperkte middelen. Is er een kosteneffectief alternatief die dezelfde mate van controle en inzicht bieden? **(Ruckus2025)**

#### **A.2.5. Verschil in onderzoek**

Op onderwijsinstellingen is er overmatig gebruik gemaakt van tools die netwerken monitoren en loggen zonder een Ruckus Virtual SmartZone. Dit onderzoek implementeert dit wel. **(PeerJCS2020)**

### **A.3. Methodologie**

Dit is een Proof of Concept (PoC) studie waarin de effectiviteit van de Ruckus Virtual SmartZone wordt getoetst in een schoolomgeving. Er zal niet alleen configuratie en werking van de hardware en software getest worden, maar ook hoe goed de Virtual SmartZone omgaat met realistische omstandigheden (zoals piekmomenten) in het netwerk van atheneum dendermonde.

Eerst wordt er een duidelijke literatuurstudie gedaan. Het doel is het begrijpen van de huidige stand van zaken in netwerkmonitoring binnen scholen, met nadruk op piekmomenten en virtuele netwerken. De literatuurstudie omvat het lezen van artikelen en whitepapers over netwerkmonitoring, tools zoals Ruckus Virtual SmartZone, en het gebruik ervan in scholen.

Dan zal testomgeving worden opgezet met de Ruckus Virtual SmartZone en mogelijks andere tools als Ruckus Virtualzone Smartzone alleen niet goed genoeg blijkt te zijn. Hardware wordt geïnstalleerd en software geconfigureerd. Daarna wordt piekbelasting gesimuleerd door gebruik te maken van de scholieren die op piekmomenten gebruik maken van het netwerk. Monitoringtools registreren het verkeer en logs.

Vervolgens zullen verzamelde logbestanden worden geanalyseerd om de effectiviteit van de tools te beoordelen.

Op basis van de resultaten wordt een eindrapport geschreven met conclusies en aanbevelingen voor scholen over netwerkmonitoringtools. Het bestaat dus uit 5 fasen waarbij fase 1, 2 en 3 het meeste tijd zal innemen.

#### **A.4. Verwacht resultaat, conclusie**

Er wordt verwacht gedetailleerde inzichten in de prestaties van netwerkmonitoringtools zoals Ruckus Virtual SmartZone, LibreNMS... tijdens piekmomenten. De belangrijkste data omvatten netwerkbelasting (Mbps), responstijd voor waarschuwingen, en de gedetailleerdheid van logs. Grafieken zullen netwerkverkeer en res-

ponstijden in real-time tonen, wat de effectiviteit van de tool bij piekbelasting laat zien.

Het onderzoek zal ervoor zorgen dat er een goede monitoring- en loggingoplossing is voor scholen voor het identificeren op basis van prestaties tijdens piekmomenten, met focus op snelheid, nauwkeurigheid van waarschuwingen en loggedetail. De Ruckus Virtual SmartZone zal goed presteren, maar andere tools kunnen mogelijk betere loganalyse bieden.

Dit onderzoek biedt school-IT-beheerders concrete aanbevelingen voor netwerkmonitoring tijdens drukke periodes, wat zorgt voor stabiele netwerken en betere prestaties in het onderwijs.