



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland

# IEEE 802.3az Energie Efficiënt Ethernet

*In opdracht van het ministerie van Economische Zaken*

>> *Duurzaam, Agrarisch, Innovatief  
en Internationaal Ondernemen*

**IEEE 802.3az Energie Efficiënt Ethernet**

Door D.H.Harryvan, Certios B.V.

In opdracht van de RVO

Referentie: PEB23012

versie   status	V09   feedback Aliter / Wouter
Classificatie	open
auteur	Dr. D.H. Harryvan (Certios B.V.)

VERSIE	WIJZIGINGEN	DATUM	AUTEUR
0.9	Opgeleverd voor feedback TT en WvN	31-07-2024	Dirk Harryvan
1.0	Opgeleverd aan RVO	05-08-2024	

**dankwoord**

het doen van het voorliggende onderzoek is niet mogelijk zonder de medewerking van verschillende instanties en personen.

RVO; Het inzicht dat niet alleen de ontwikkeling van een technologie maar ook het stimuleren en/of reguleren van het gebruik daarvan noodzakelijk is, maakt dit onderzoek mogelijk.

Tim Teenstra en legor Trieshchov van Aliter networks. Aliter networks levert refurbished netwerkapparatuur en heeft de voor dit onderzoek noodzakelijke apparatuur uitgeleend en Tim's tijd en expertise geïnvesteerd.

De studenten van klas DU3A van de Hogeschool Utrecht, zij hebben inzicht verschaft in de instellingen van een groot aantal netwerk apparaten bij de bedrijven waar zij werkzaam zijn. In het bijzonder Wouter van Neerijnen, werkzaam bij Delorentz en Partners. Wouter heeft het EEE in een productie omgeving getest en, hoewel alleen bevestigd werd dat op de switch aangesloten apparatuur ook EEE enabled moeten zijn, heeft hiermee het onderwerp wel bij de betreffende klant onder de aandacht gebracht.

## INHOUDSOPGAVE

1	<u>SAMENVATTING</u> .....	3
2	<u>ACHTERGROND</u> .....	4
3	<u>ENERGIE EFFICIËNT ETHERNET</u> .....	6
3.1	<u>LABORATORIUM ONDERZOEK NAAR EEE ENERGIEBESPARING</u> .....	7
3.1.1	<u>Sternetwerk, minimalistische uitvoering</u> .....	7
3.1.1	<u>Point to point, multi poort, geen dataverkeer</u> .....	8
3.1.1	<u>Testen met netwerkverkeer</u> .....	9
4	<u>RELATIE MET DE PRAKTIJK</u> .....	11
5	<u>CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN</u> .....	13

# 1 SAMENVATTING

Het hier voorliggende rapport is tot stand gekomen naar aanleiding van de opdracht, bekend onder nummer PEB23012, van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Doel van de opdracht was om inzicht te geven in de bijdrage die EEE (Energy Efficiënt Ethernet) kan bieden bij datacenters om energie te besparen, met name de energie gebruikt door netwerkapparatuur. EEE is een al geruime tijd bestaande techniek en is gestandaardiseerd als IEEE 802.3az. De afgeleide doelstelling van het onderzoek is om te beoordelen of het gebruik van EEE moet worden opgenomen in de erkende maatregelen lijst, zoals gepubliceerd met de omgevingsregeling.

Het onderzoek is uitgevoerd onder leiding van Dr. D.H.Harry van de Firma Certios bv. Meerdere partijen hebben, door het verschaffen van inzicht in de instellingen op netwerk apparatuur en het verrichten van metingen, bijgedragen aan het onderzoek.

Metingen in een laboratorium omgeving zijn uitgevoerd bij de firma Aliter Networks. Deze metingen zijn in dit document beschreven en geven aan dat de techniek inderdaad resulteert in energiebesparingen. Deze metingen bevestigen eerder onderzoek maar waren noodzakelijk uit oogpunt van de snelle ontwikkelingen in de ICT sector.

Navraag door Certios bij marktpartijen uit de ICT dienstverleningssector hebben aangetoond dat alle gecontroleerde apparatuur de optie heeft om IEEE 802.3az (EEE) te gebruiken, maar ook dat deze functionaliteit bij alle betrokken partijen staat uitgeschakeld. Deze observatie heeft twee hoofdoorzaken:

- 1) EEE staat bij levering door de fabrikant op de meeste apparaten standaard uitgeschakeld
- 2) Bij geen van de partijen was over de EEE functionaliteit kennis aanwezig, ook bij hoogopgeleide netwerk specialisten ontbrak deze kennis.

Door het kennisgebrek wordt de standaard instelling niet aangepast en daardoor kan veilig worden aangenomen dat de huidige adoptie van de EEE techniek nihil is.

Voor de inschatting van het huidige energiegebruik voor netwerken is onvoldoende detail informatie voorhanden. In dit document worden daarom hiervoor schattingen gehanteerd. In combinatie met de meest recente gegevens over het datacenter energieverbruik volgt een energieverbruik voor netwerken in Nederlandse datacentra van 370 miljoen kWh/jaar.

Uit zowel de literatuur als door de testen die met netwerk apparatuur zijn uitgevoerd blijkt dat EEE op eenvoudige wijze een energiebesparing realiseert. De hoogte van de besparing is sterk afhankelijk van het aantal aangesloten netwerkpoorten en de daarop aanwezige belasting.

De uitgevoerde testen leverde een brede besparingsband. Bij switches zonder netwerkverkeer was de besparing met slechts 1 netwerkkabel aangesloten 10%, bij volledig bekabelde switches 35%. Onder zware belasting is de besparing, conform de theorie, minder. De testen gaven nog wel een lager energieverbruik, maar deze verlaging is te klein om hier conclusies aan te verbinden. De testen gaven ook duidelijk aan dat naast de besparing in het netwerk, ook bij de gebruikersapparatuur energie wordt bespaard. Deze bevinding maakt de inzet van EEE nog relevanter.

Van belang is dat, in de testen, de switches door het inschakelen van EEE geen bandbreedte verliezen. Alle poorten blijven in staat om de door de fabrikant aangegeven bandbreedte te leveren.

EEE biedt dus zeker energiebesparingspotentieel. Voor een precieze inschatting van het potentieel ontbreekt veel noodzakelijke informatie. In dit document worden daarom schattingen gehanteerd die wijzen op een potentieel van boven de 10 miljoen kWh. De hoogte van de energie besparing is sterk situatie afhankelijk, maar de techniek is in moderne apparatuur standaard aanwezig is daarmee zijn de kosten voor het inschakelen, door een softwarematige activatie, bijzonder laag.

Concluderend kan gesteld worden dat, ondanks dat over het absolute effect van de maatregel "EEE activeren" geen uitspraak kan worden gedaan, de maatregel wel een terugverdientijd van minder dan 5 jaar heeft en daarmee dat de maatregel een kandidaat is voor de EML. Het verdient aanbeveling om niet op basis van alleen dit rapport, de maatregel op te voeren. Ervaring met de invoering van powermanagement bij servers leert dat het verstandiger

is om initieel in te zetten op het aanpassen van de wijze van uitleveren door de fabrikanten. Een groot deel van de besparing zal worden behaald als EEE standaard “enabled” wordt op netwerk apparatuur bij levering, bovendien zal de standaard EEE enabled instelling helpen bij het opbouwen van vertrouwen van gebruikers in deze functionaliteit.

## 2 ACHTERGROND

De Nederlandse economie transformeert continue en op dit moment komen twee van deze transformaties samen. In de eerste plaats is er de digitalisering van de gehele samenleving. Deze digitalisering resulteert in een enorme groei in de vraag naar ICT diensten en een resulterende groei in het aantal datacenters en hun energie verbruik. Op verzoek van de tweede kamer heeft het CBS onderzoek gedaan naar de energie leveranties aan datacenters in de jaren 2017-2021 waaruit duidelijk deze groei blijkt (tabel 1).

	2017	2018	2019	2020	2021
	Geleverde elektriciteit (GWh) / percentage van NL totaal				
Nederland totaal	1.647 1,3%	2.360 2,0%	2.740 2,4%	3.184 2,8%	3.730 3,4%

**Tabel 1 : Levering van elektriciteit via het openbaar net aan datacenters, 2017-2021<sup>1</sup>**

Zoals blijkt uit tabel 1, neemt, met de groeiende rol van ICT in onze samenleving de energievraag van datacenters sterk toe. Hoewel de tabel slechts tot 2021 gaat is nu al wel vast te stellen dat de jaren 2021-2024, door de enorme toename in cloud computing en artificial intelligence (AI) toepassingen, deze groei doorzet.

De verwachtingen voor de komende jaren worden bevestigd door de branchevereniging van datacenters, de Dutch Datacenter Association (DDA), in de publicatie “State of the Dutch Data centers 2024”<sup>2</sup> en door de international energy agency die schat dat wereldwijd, in 2022, 460 TWh door datacenters werd verbruikt en dat dat energieverbruik mogelijk groeit naar 1000 TWh in 2026<sup>3</sup>.

De groei zorgt niet alleen voor krapte op het elektriciteitsnet, maar ook voor een grotere druk op de totale Nederlandse energievoorziening.

Om de groeiende Energievraag van de Nederlandse samenleving te kunnen reguleren is op 1 januari 2024 de omgevingswet in werking getreden. In deze wet is de plicht ter verduurzaming van het energiegebruik (verder: energiebesparingsplicht) opgenomen in:

- Artikel 5.15 Besluit activiteiten leefomgeving (Bal)
- Artikel 3.84 Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl)

In deze artikelen staat dat alle maatregelen ter verduurzaming van het energiegebruik met een terugverdientijd van ten hoogste 5 jaar getroffen moeten worden.

Met de omgevingswet is ook de omgevingsregeling van kracht geworden. De Omgevingsregeling is de ministeriële regeling bij de Omgevingswet. De regeling bouwt voort op de wet en op de 4 algemene maatregelen van bestuur: het Omgevingsbesluit, Bkl, Bal en Bbl. Het gaat vooral om technische en administratieve regels. De Omgevingsregeling geldt voor alle partijen die actief zijn in de fysieke leefomgeving – burgers, bedrijven en overheden.

De omgevingsregeling bevat, in bijlage VII en XIV, een lijst van erkende maatregelen (EML) zoals bedoeld in artikel 5.15 (Bal) en artikel 3.84 (Bbl). Aan de energiebesparingsplicht is in ieder geval voldaan als alle van toepassing zijnde bij ministeriële regeling vastgestelde maatregelen ter verduurzaming van het energiegebruik zijn getroffen.

De hieronder beschreven en onderzochte techniek van Energie Efficiënt Ethernet (EEE) gestandaardiseerd als IEEE 802.3az kan mogelijk opgenomen worden in deze lijst van maatregelen. Dat instellingen op ICT apparatuur

<sup>1</sup> Bron: CBS [https://www.cbs.nl/-/media/\\_excel/2022/49/datacenters\\_elektriciteitsleveringen\\_2017\\_2021.xlsx](https://www.cbs.nl/-/media/_excel/2022/49/datacenters_elektriciteitsleveringen_2017_2021.xlsx)

<sup>2</sup> <https://www.dutchdatacenters.nl/publicaties/>

<sup>3</sup> <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/global-data-center-electricity-use-to-double-by-2026-report/>

een plaats kunnen hebben in de EML is o.a aangetoond met de eerder opgenomen maatregel “stel geautomatiseerd energiebeheer in op servers”. In 2019 is deze maatregel al opgenomen in de erkende maatregelenlijst van de toen geldende activiteitenregeling. Deze EML is geactualiseerd en verwerkt in de bijlagen VII en XIV van de omgevingsregeling. De server powermanagement maatregel is nog steeds actueel en te vinden in bijlage VII onder nummer FI2.

Om opgenomen te worden in de EML lijst moet worden aangetoond dat een maatregel:

- a) Geen verstoring van de bedrijfsvoering oplevert
- b) Energie bespaart
- c) Dat de kosten die voortvloeien uit het nemen van de maatregel binnen 5 jaar uit de energiebesparing wordt terugverdiend.

### 3 ENERGIE EFFICIËNT ETHERNET

Energie efficiënt ethernet is de populaire benaming voor een techniek die gestandaardiseerd is door de "Institute of Electrical and Electronics Engineers" (IEEE). De IEEE is de toonaangevende organisatie voor het zetten van standaarden in de netwerkwereld en is verantwoordelijk voor IEEE 802.x, een hele serie netwerkprotocollen en specificaties volgens het OSI-model, waaronder ook de in 2010 gepubliceerde IEEE 802.3az voor energie efficiënt ethernet.

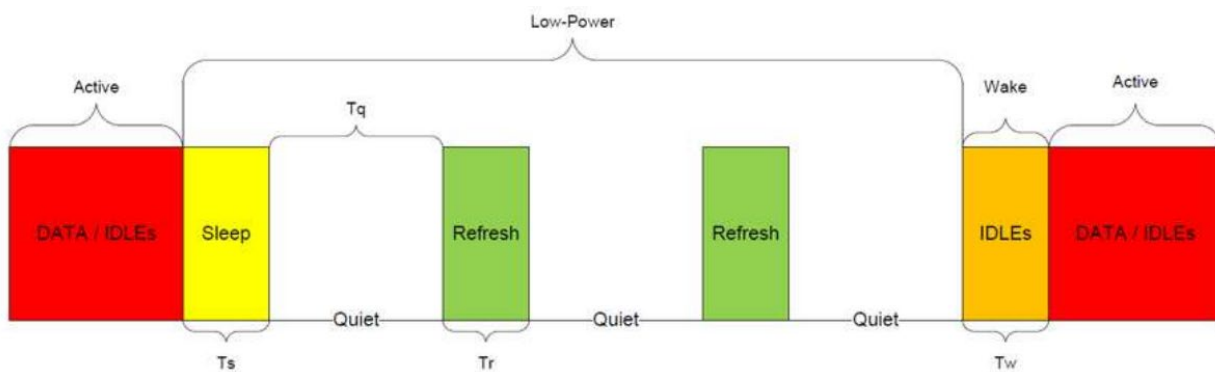
Voor bedrade connecties, dwz zeggen niet geen Wifi of andere draadloze verbinding, geldt dat voor het onderhouden van de verbindingen er continue een signaal wordt verstuurd tussen de beide aansluitpunten. Als er geen data over een netwerkverbinding wordt verstuurd, dan vullen de netwerk adapters de band door continue zogenaamde "idle packets" te versturen. Hiermee blijft de electronica aan beide zijde van de verbinding actief wat tot een aanzienlijk energieverbruik leidt.

De IEEE 802.3az specificatie voorziet o.a in de creatie van een "low power idle" LPI staat. Door LPI wordt energie bespaart als over een netwerklink even geen data wordt verstuurd. Als zodanig vertoont de techniek gelijkenis met de power management techniek in servers welke al succesvol in Nederlandse datacenters wordt toegepast.

Onderstaande figuur 1 uit het Texas instrument Application Report SNLA328–October 2019 <sup>4</sup> , toont schematisch hoe dit in het werk gaat:

EEE – Principles of Operation

www.ti.com



figuur 1: schematische weergave van low power idle

In figuur 1 worden de volgende symbolen gebruikt (tabel 2):

LINE STATE	SYMBOL	TIMING PARAMETER (TRANSMIT)	TIMING PARAMETER (RECEIVE)
SLEEP	Ts	200 µs – 220 µs	240 µs - 260 µs
QUIET	Tq	20 ms – 22 ms	24 ms – 26 ms
REFRESH	Tr	200 µs – 220 µs	240 µs - 260 µs
WAKE	Tw	30 µs – 36 µs	30 µs – 36 µs

Tabel 2: symbolen en tijd behorende bij figuur 1

Active: In een actieve status worden data pakketten verstuurd, opgevuld met idle pakketten om kortstondige gaten te vullen. Alle electronica is actief en er wordt spanning gehouden op de transmissielijnen.

Sleep: Als de databuffers van de zender leeg zijn wordt een sleep request gedaan. De netwerkpoorten gaan aan beide zijden in sleep mode.

<sup>4</sup> <https://www.ti.com/lit/an/snla328/snla328.pdf?ts=1722307723715>

Quiet: omtrent 90% van het energieverbruik van de netwerk electronica wordt bespaart omdat de electronica grotendeel inactief is. Om de integriteit van de netwerklink in stand te houden wordt op gezette tijden een refresh packet verstuurd.

Wake: Indien een zendbuffer gevuld wordt zal de zender een wakeup signaal afgeven. De Electronica bij zowel zender als ontvanger wordt geactiveerd en de netwerklink werkt daarna weer als normaal (Active)

Uit deze uitleg volgen een aantal observaties:

- Ten eerste dat EEE een vertraging bij het versturen van een eerste pakket introduceert, bij de getoonde netwerkadapter is dit maximaal 22 ms (0,022 s). Deze vertraging is alleen bij het eerste pakket van een grote datastroom en vertragingen van deze orde grootte zijn niet ongebruikelijk in netwerken.
- Het tweede cruciale punt dat gemaakt moet worden, is dat EEE alleen werkt als op beide zijden van de verbinding EEE enabled is. Als een van beide zijden niet de correcte respons geeft op een EEE request dan blijft een link volledig in de Active staat.
- Gekoppeld aan het tweede punt is de observatie dat EEE ook energie bespaart in de aan het netwerk gekoppelde apparatuur. De energiebesparing is niet alleen in de netwerkapparatuur (Switches/routers) maar ook in de gekoppelde computers (Servers/desktops/laptops etc.)

### 3.1 LABORATORIUM ONDERZOEK NAAR EEE ENERGIEBESPARING

In de literatuur is al meermaals aangegeven dat EEE wel energie bespaart, maar dat dit sterk afhankelijk is van de situatie.<sup>5</sup> Om deze reden zijn bij de Firma Aliter Networks<sup>6</sup>, testen uitgevoerd waarin verschillende situaties zijn nagebootst.

#### 3.1.1 Sternetwerk, minimalistische uitvoering



figuur 2: foto van de test situatie "sternetwerk", alle getoonde apparatuur sluit aan op de, rood omcirkelde centrale 24 poorts switch (WS-C2960L-24TS-LL).

#### Materiaal lijst:

- 1x **WS-C2960L-24TS-LL** is connected to 4 switches.
- 1x **WS-C2960L-8PS-LL** connected to **WS-C2960L-24TS-LL** (sn:FCW2323B0UR)
- 1x **C1000-16P-E-2G-L** connected to **WS-C2960L-24TS-LL** (sn:FCW2323B0UR)
- 2x **WS-C2960XR-48TD-I** connected to **WS-C2960L-24TS-LL** (sn:FCW2323B0UR)
- 2x **Trotec BX50 MID** power meters,

#### Lab configuratie:

- Alle **gigabit-ethernet** interfaces zitten in één broadcast domein,
- **RSTP** spanning-tree protocol **is enabled** op alle interfaces.
- **CDP** (Cisco Discovery Protocol) **is enabled** op alle interfaces.
- **WS-C2960L-8PS-LL** en **C1000-16P-E-2G-L** zijn verbonden met **WS-C2960L-24TS-LL** met beide gigabit-ethernet interfaces in **LACP** ether-channel dmv CAT5e ethernet kabels.

<sup>5</sup> Improving the Energy Efficiency of IEEE 802.3az EEE and Periodically Paused Switched Ethernet, Mehrgan Mostowfi, University of South Florida <https://digitalcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4826&context=etd>

<sup>6</sup> <https://www.aliternetworks.com/>



- beide **WS-C2960XR-48TD-I** zijn verbonden met **WS-C2960L-24TS-LL** met gigabit-ethernet interface dmv CAT5e kabel.
- Energieverbruik van **WS-C2960L-24TS-LL** en **WS-C2960L-8PS-LL** worden gemeten met **Trotec BX50 MID** power meters.

De switches hebben in deze configuratie een zeer laag energieverbruik, om deze reden is de energie meting gedaan over een periode van 63 uur en 45 minuten (weekend) met de volgende resultaten

	EEE enabled	EEE disabled
<b>WS-C2960L-24TS-LL</b>	1 kWh	1,12 kWh
<b>WS-C2960L-8PS-LL</b>	0,75 kWh	0,8 kWh

**Tabel 3: energie verbruik switches in het sternetwerk**

Het effect van EEE in deze minimalistische situatie is beperkt. De 24 poorts switch geeft een besparing van 11%, de 8 poort switch vertoont een besparing van 6%. Dat kleine apparatuur minder sterk reageert is een direct gevolg van het feit dat er slechts weinig elektronica in dergelijke apparatuur aanwezig is.

Dat de besparing relatief klein is, is niet onverwacht. De switches van deze generatie detecteren de aanwezigheid van netwerkverbindingen, de niet aangesloten poorten worden dus niet op spanning gebracht en achterliggende elektronica is uitgeschakeld. .

Een tweede observatie was de stabiliteit van de vermogensvraag in beide gevallen (EEE enabled en disabled). Omdat de elektrische vermogensvraag zeer stabiel was is besloten om volgende testen uit te voeren met de vermogensvraag in Watt in plaats van de Energie in kWh. Deze beslissing maakte dat testen sneller konden worden uitgevoerd.

### 3.1.2 Point to point, multi poort, geen dataverkeer

De invloed van het aantal aangesloten poorten wordt duidelijk door op twee grotere switches een zo groot mogelijk aantal poorten te verbinden. Een dergelijke test is niet triviaal vanwege de intelligentie van de switches, de switches minimaliseren hun energieverbruik door in te grijpen wanneer meerdere poorten aan een en hetzelfde netwerk zijn verbonden. Door het opzetten van een groot aantal vLANs wordt deze issue omzeild, het geen leidt tot devolgende configuratie:

#### Materiaal lijst:

- **2x WS-C2960XR-48TD-I** met **PWR-C2-250WAC** powersupply
- **2x Trotec BX50 MID** power meters,

#### Configuratie :

- 6x 8 **gigabit-ethernet** interfaces in 6x LACP 8 port ether-channels.
- 6x 8 interfaces op beide switches in separate VLAN(één vlan per ether-channel).
- **PVST** spanning-tree protocol **is enabled** op ieder VLAN op beide switches.
- **CDP** protocol is enabled op beide switches.

**Alle 48x Gigabit ethernet interfaces up op beide switches:**



figuur 3: twee 48 poort switches volledig bekabeld

De test is uitgevoerd met de volgende resultaten

	EEE enabled	EEE disabled
WS-C2960XR-48TD-I	27,5 Watt	42,5W

Tabel 4: test resultaat switch to switch verbindingen, zonder dataverkeer

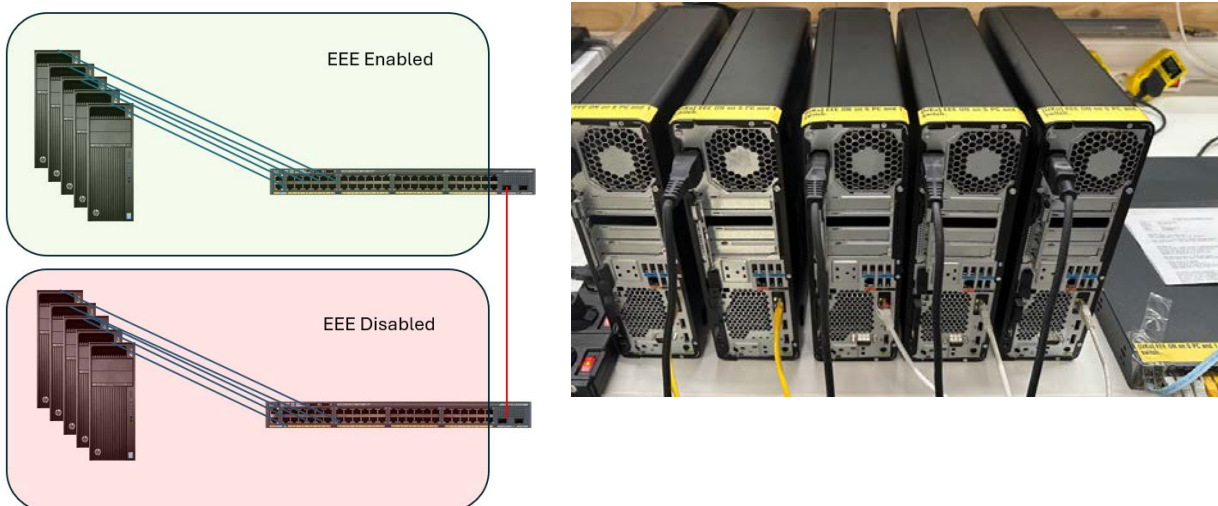
In deze test is de besparing 15 Watt op een maximum va 42,5 Watt. Dus 35%.

Het effect van EEE in deze situatie is veel uitgesprokener. Deze test situatie komt ook meer in de buurt van het normaal gebruik van een switch waarbij de meeste poorten bezet zijn.

Wat in deze situatie nog sterk afwijkt van een productie situatie is het netwerkverkeer, dat in deze test geheel afwezig is en dat alle poorten switch naar switch zijn. Hoewel in de praktijk er veel switch naar switch verbindingen in een netwerk aanwezig zijn zullen er uiteindelijk ook eindpunten aan het netwerk verbonden zijn.

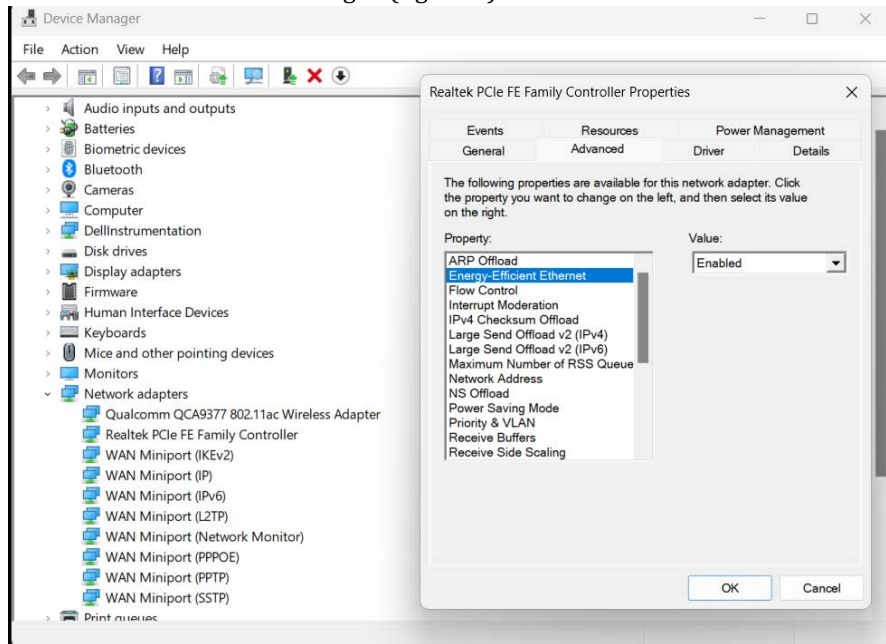
### 3.1.3 Testen met netwerkverkeer

Om het effect van EEE te kunnen beoordelen in de aanwezigheid van dataverkeer worden, in de volgende testen, een tiental PC's aangesloten. De Pc's zijn per 5 aangesloten op een 2960XR switch waarvan een EEE enabled heeft en een disabled (zie figuur 4).



figuur 4: opzet van het netwerk inclusief client 2 maal 5 PC's

De PC's in bovenstaande schema zijn HP Z2 SFF G5 - i5-10500, 3.10Ghz, 8GB RAM. met Windows 10 PRO 64bit , default windows installatie. De PC's zijn per 5 aangesloten op de bemeterde electriciteits voorziening. De Pc's zijn geleaden met iPerf3 for Windows voor het uitvoeren van de loadtesten. opmerkelijk is, dat een standaard windows client EEE enabled heeft. Dit is eenvoudig op de werkplek te controleren met de windows device manager (figuur 5)



figuur 5: Windows device manager, FE controller

Aan de standaard instelling is voor de testen niets veranderd. De netwerkpoorten van de PC's reageren op de instelling van de switch waarop ze zijn aangesloten. Door op de switch EEE disabled in te stellen volgt dat ook op de aangesloten Pc's EEE niet wordt geactiveerd.

Onderstaande tabel 5 geeft de resultaten van alle testen die zijn gedaan in bovenstaande setup:

apparatuur	Test#3; geen dataverkeer	Test#4 10Mbps full duplex load test	Test#5 1000Mbps full duplex load test
PC's EEE enabled 5 maal HP Z2 SFF G5	43 Watt	45 Watt	126 Watt
PC's EEE Disabled 5 maal HP Z2 SFF G5	50 Watt	53 Watt	135 Watt
WS-C2960XR-48TD-I EEE enabled	26 Watt	(not recorded)	29 Watt
WS-C2960XR-48TD-I EEE enabled	28 Watt	(not recorded)	30 Watt

Tabel 5: resultaten van testen met aangesloten PC's

Van belang is dat de testen aantonen dat er met EEE niet alleen energie wordt bespaart op de netwerk apparatuur, maar ook een substantiele besparing levert op de aangesloten IT apparatuur. Deze laatste besparing wordt echter alleen gerealiseerd als de netwerkkapparatuur EEE enabled is.

Minstens zo belangrijk als de gerealiseerde energiebesparing is de observatie dat de techniek geen negatieve invloed heeft op de beschikbare bandbreedte. Latency testen zijn niet uitgevoerd, maar uit de theorie kan worden afgeleid dat daar wel een beperkt negatieve invloed kan worden verwacht. Hoe groot die invloed is, is zeer afhankelijk van het patroon in het verkeer. Bij grote datastromen is de verwachting dat erg geen effect waarneembaar zal zijn, maar bij zeer kleine pakketten met grote tussenpozen zal het effect meetbaar worden.

## 4 RELATIE MET DE PRAKTIJK

In het voorgaande hoofdstuk is aangetoond dat energie efficiënt ethernet (EEE) potentieel een forse besparing in het IT energieverbruik kan opleveren op zowel de netwerkkapparatuur zelf als op de aangesloten gebruikersapparatuur. In dat licht is het een enorme opsteker om te constateren dat op de gebruikersapparatuur EEE standaard op enabled staat. Door een aanpassing van de instelling in het netwerk wordt dus direct op meerdere plaatsen energie bespaart.

Een aanpassing van die instellingen op switches is noodzakelijk, want; Een rondgang bij een twintigtal Duaal ICT studenten aan de Hogeschool Utrecht, HBO-ICT studenten die al een baan in de IT sector hebben, leerde twee zaken;

- Geen van de studenten was bekend met EEE
- Op alle gecontroleerde netwerkkapparatuur, bij alle verschillende werkgevers, staat EEE DISABLED. Ongeacht het merk en model van de betreffende netwerkkapparatuur.

We kunnen daaruit concluderen dat EEE standaard dus vrijwel altijd disabled staat in de netwerkkapparatuur.

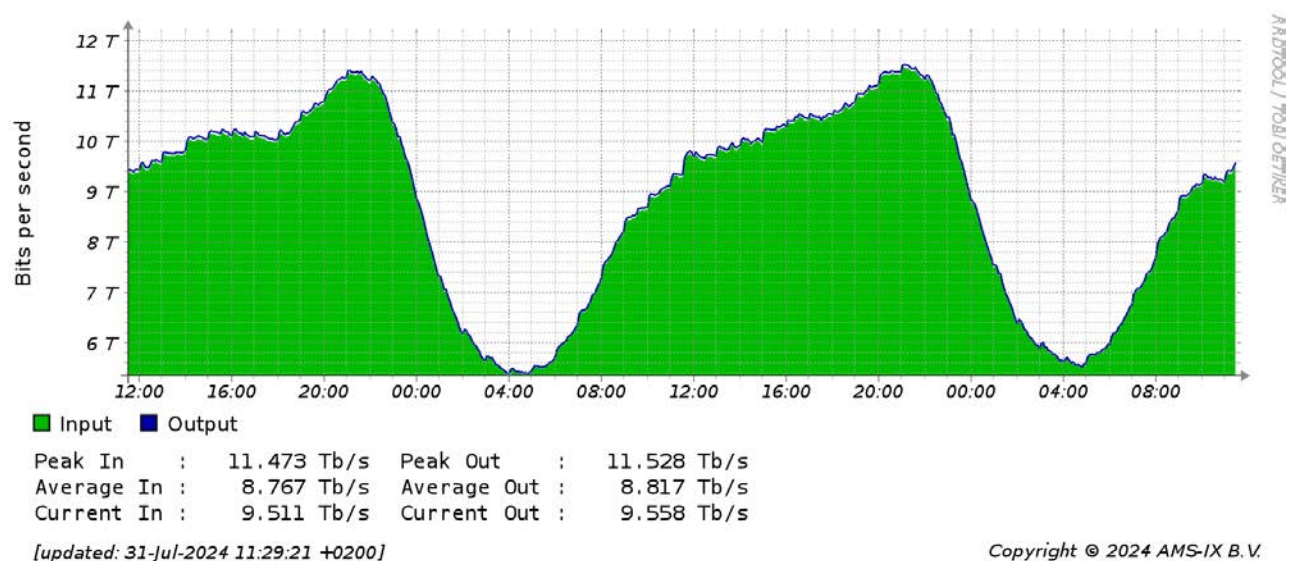
Een tweede parameter in het bepalen of het besparingspotentieel in de praktijk gerealiseerd kan worden is het patroon van het netwerkverkeer. Energiebesparing met EEE wordt gerealiseerd door "low power idle", dwz dat er idle perioden moeten zijn. Voor kantoor en thuis situaties zijn deze perioden evident. Niet alleen worden op deze locaties de netwerken maar een klein deel van de tijd gebruikt, ook het gemiddelde bandbreedte gebruik tijdens actieve perioden is in de regel veel lager dan de beschikbare piek bandbreedte.

In de kantoor en thuis situatie is een zeer ruwe schatting van tenminste 80% idle in het netwerk redelijk. Uit de resultaten van de testen blijkt niet zozeer een procentuele, maar eerder een absolute besparing van ongeveer 1,5 Watt per netwerkpoort.

Het aantal bekabelde netwerkpoorten dat actief is in Nederland is onbekend, het CBS geeft aan dat 34% van de Nederlanders een PC thuis heeft<sup>7</sup>. Daarnaast zal een ongeveer gelijkaantal PC's op kantoren aanwezig zijn. Tel hierbij allerhande andere apparatuur zoals IP-telefoons, TV apparatuur etc. dan zijn er vele 10-tallen miljoenen apparaten die mogelijk bekabeld aan een netwerk verbonden zijn.

*Het besparingspotentieel dat hieruit volgt bedraagt meerdere miljoenen kWh.*

Het gebruikspatroon is minder evident in datacenter situaties, maar ook hier is er sprake van een structureel lager gemiddeld gebruik van het netwerk dan de beschikbare piek capaciteit van de verbindingen. Dat dit zo moet zijn wordt duidelijk geïllustreerd met de door de Amsterdam internet Exchange (AMS-iX) gepubliceerde getallen<sup>8</sup> :



figuur 6: datastream door de AMS-IX in Tb/s

<sup>7</sup> <https://longreads.cbs.nl/ict-kennis-en-economie-2023/ict-gebruik-bij-personen/>

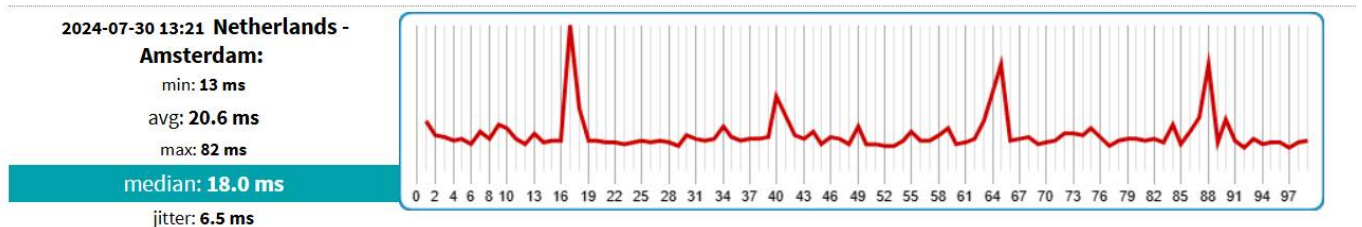
<sup>8</sup> <https://stats.ams-ix.net/index.html> .

De grafiek in figuur 6 toont duidelijk dat het gemiddelde bandbreedte gebruik altijd lager is dan de beschikbare bandbreedte, er zijn dus idle cycles waarop bespaart kan worden. De hoeveelheid idle wordt in figuur 6 weergegeven door het wit in de grafiek, de activiteit door het groen gekleurde deel. In een Spaanse studie uit 2012<sup>9</sup>; is het besparings potentieel van een webhosting datacenter geanalyseerd. De studie is gebaseerd op de analyse van het netwerk verkeer en niet op een daadwerkelijke aanpassing van de instellingen. Uit de analyse blijkt dat de netwerken 40% van de tijd idle zijn en dat in die periode dus energie bespaart kan worden.

*Uitgaande van een zeer conservatieve inschatting van 40% idle en 10% energiebesparing gedurende deze cycles kan binnen de datacenters dus ongeveer 4% op het netwerk energieverbruik worden bespaart. De schatting voor netwerk energie in datacentra is 370 miljoen kWh, daaruit volgt een besparings potentieel van ongeveer 15 miljoen kWh*

Het laatste punt van aandacht is de introductie van latency aan de start van een data transport. Deze latency komt voort uit het feit dat de netwerkpoort weer in actieve toestand moet worden gebracht. In het slechtste geval komt dit verzoek direct na een "refresh pakket" in het geval het ongeveer 20 ms duurt voordat de link weer op volle bandbreedte is. Gemiddeld zal dit echter op ongeveer 10 ms uitkomen en alleen als vertraging voor een datastroom die wordt gestart na een idle periode.

Omdat voor de meeste lezers dergelijke getallen weinig zeggend zullen zijn is als referentie onderstaande korte test uitgevoerd. In deze test wordt de reactie tijd tussen 2 computers (Apeldoorn en Amsterdam) gemeten doormiddel van een zogenaamde "ping".



figuur 7: ping test Apeldoorn-Amsterdam

Het resultaat is dat ook zonder EEE latency rond de 20 ms al gebruikelijk is. Dergelijke vertragingen zijn voor een gebruiker niet detecteerbaar.

<sup>9</sup> "On IEEE 802.3az Energy Efficiency in Web Hosting Centers", Vincenzo Mancuso and Angelos Chatzipapas, IEEE communications letters, 2012

## 5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Het in dit document beschreven onderzoek geeft duidelijk aan dat Energie Efficiënt Ethernet (EEE) energiebesparingspotentieel heeft, de beargumenteerde schattingen in het document stellen dat het potentieel voor de Nederlandse samenleving groter is dan 10 miljoen kWh per jaar .

De inzet van de technologie is op dit moment minimaal, maar verandering hiervan is relatief eenvoudig omdat het hier een instelling betreft die op zeer veel apparatuur standaard aanwezig is.

Het aanwezige potentieel gecombineerd met de lage kosten van een aanpassing maken dat de techniek een goede kandidaat is om te worden opgenomen in de erkende maatregelen lijsten van de omgevingsregeling.

Het onderzoek toont namelijk aan dat de maatregel:

- a) Geen verstoring van de bedrijfsvoering oplevert
- b) Energie bespaart
- c) Dat de kosten die voortvloeien uit het nemen van de maatregel binnen 5 jaar uit de energiebesparing kunnen worden terugverdiend.

Het verdient echter de aanbeveling om niet met directe ingang een maatregel “activeer EEE op alle netwerkapparatuur” in de EML op te nemen. De verwachting, gebaseerd op de ervaring met “geautomatiseerd energiebeheer op servers” is dat veel gebruikers eerst overtuigd moeten worden van de stabiliteit van deze functionaliteit.

Het vertrouwen in de techniek zal sterk worden bevordert met een wijziging in de levering van de apparatuur.

Indien leveranciers van netwerkapparatuur deze standaard gaan uitleveren met “EEE enabled” worden twee effecten gerealiseerd:

- Veel netwerk engineers zullen een standaard instelling niet aanpassen, er wordt daardoor direct een groot deel van het besparingspotentieel gerealiseerd.
- Door een directe toename in het gebruik van de technologie, groeit de ervaring met en het vertrouwen in deze technologie.

Om bovenstaande wijziging door te voeren zal overleg met producenten noodzakelijk zijn, het aantal producenten met een significant markt aandeel is in Nederland zeer beperkt, Cisco en HPE/Aruba vertegenwoordigen samen ongeveer 90% van de markt en de aanbeveling is dan ook om met deze partijen om tafel te gaan om op korte termijn te starten met de realisatie van het energiebesparingspotentieel.

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland  
Prinses Beatrixlaan 2 | 2595 AL Den Haag  
Postbus 93144 | 2509 AC Den Haag  
T +31 (0) 88 042 42 42  
[Contact](#)  
[www.rvo.nl](http://www.rvo.nl)

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het het ministerie van Economische Zaken.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | augustus 2024  
Publicatienummer: RVO-158-2024/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken.