

Memo

www.tno.nl
marijn.rijken@tno.nl
+31651911610

Aan Marc Streefkerk, Ministerie van Klimaat en
Groene Groei (KGG)

Kopie aan

Van Marijn Rijken, Juan Giraldo Chavarriaga, Omar
Usmani

Onderwerp Project Verschuiven elektriciteitsverbruik uit
piekuren. Rapportage Fase 1: Energieverbruik
per apparaat.

Publicatienummer TNO 2025 M12684

Datum
15 oktober 2025

1. Inleiding

Op 28 april 2025 is het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) de vernieuwde publiekscampagne gestart over omgaan met de drukte op het stroomnet. De campagne “Zet Ook De Knop Om” roept mensen in Nederland op om tussen 16.00 en 21.00 uur om minder stroom te gebruiken zover dat kan¹. De campagne vraagt huishoudens om het gebruik te verplaatsen van zowel net-intensieve apparaten, zoals warmtepompen en laadpalen voor elektrische voertuigen, als witgoed waarvan het energieverbruik minder is maar relatief eenvoudig te verschuiven is. Mede na aanleiding van deze campagne wil KGG een onafhankelijk en betrouwbaar inzicht in hoeveel elektriciteitsverbruik er tijdens de piek wordt voorkomen als huishoudens deze apparaten op een ander moment zouden gebruiken. KGG wil het overzicht gebruiken om consumenten handvatten te bieden om minder stroom te verbruiken tussen 16.00 en 21.00. Daarnaast wil KGG het overzicht gebruiken om het verbruik van witgoed en net-intensieve apparaten naast elkaar te zetten. De onderzoeksvraag luidt: Wat is het elektriciteitsverbruik (in kWh) van een lijst van apparaten als deze tijdens de avondpiek (tussen 16:00 tot 21:00 uur) gebruikt wordt?

In deze beknopte rapportage geven we antwoord op deze vraag. We beschrijven achtereenvolgens de onderzoeksvraag en scope, de gevolgde methodiek, en de resultaten. We sluiten af met mogelijke vervolgstappen.

2. Onderzoeksvraag en scope

De onderzoeksvraag luidt: Wat is het elektriciteitsverbruik (in kWh) van de volgende apparaten als deze tijdens de avondpiek (16:00 tot 21:00 uur) gebruikt worden?

Het gaat hierbij dus om het verbruik in een tijdsperiode van circa 5 uur (dus niet piekverbruik per kwartier of jaarverbruik). Voor een vaatwasser is dat bijvoorbeeld het verbruik van één wasbeurt en voor opladen van de auto is het tijd die kost om deze op te laden (met een max van 5 uur).

Het gaat in ieder geval om de volgende net-intensieve apparaten (**categorie 1**):

- Opladen auto
- Warmtepomp
- Airco
- Opladen thuisbatterij

¹ Zie [Campagne Zet Ook De Knop Om: gebruik minder stroom tussen vier en negen](#)

En de apparaten waar KGG zich ook specifiek op richt in de campagne (en binnen het Landelijk Actieplan Netcongestie) omdat het gebruik ervan relatief eenvoudig te verschuiven is (**categorie 2**):

- Vaatwasser
- Wasmachine
- Droger
- Elektrische fiets

Daarnaast is het wenselijk om, ter illustratie/achtergrond, ook het verbruik te kennen van een aantal apparaten waar we ons niet specifiek op richten (**categorie 3**). Denk aan (een selectie uit):

- LED-lampen
- Telefoon/tablet opladen en zit er verschil in een snel lader en een gewone lader
- Tv
- Koelkast
- Vriezer
- Laptop opladen
- Gameconsole
- Elektrisch koken
- Airfryer
- Waterkoker
- Muziek streamer

2.1. Scope en fasering

In dit project richten we ons alleen op de apparaten zoals in de onderzoeksvraag benoemd. Ook richten we ons alleen op het elektriciteitsverbruik van deze apparaten van één huishouden tussen 16 en 21 uur.

Bij de belasting van het elektriciteitsnet is niet alleen het energieverbruik per apparaat van belang, maar ook hoeveel huishoudens het apparaat gebruiken in een netgebied, het vermogensprofiel (gevraagde vermogen van een apparaat per tijdseenheid) en de gelijktijdigheid van het gebruik. Bij de vraag welk deel van het verbruik verschoven kan worden, spelen vervolgens ook zaken als comfort, (gewoonte)gedrag (prijs)prikkels en technische functionaliteiten een rol. Omdat KGG zo mogelijk nog binnen de looptijd van de campagne, of anders kort daarna, al eerste resultaten wenst, is een gefaseerde aanpak gehanteerd, met een beperkte scope voor Fase 1 (dit project).

Vanwege de beperkte omvang van dit project (Fase 1) zullen we de volgende zaken **niet** beschouwen:

- Huidig bezit van genoemde apparaten in huishoudens in Nederland;
- Huidig gebruik van genoemde apparaten in de piekuren;
- Gelijktijdigheid van gebruik door huishoudens;
- Vermogensprofielen van apparaten tijdens een enkele gebruikscyclus;
- Een inschatting van de daadwerkelijke bijdrage van elk apparaat aan de netbelasting in de piekuren, onder meer op basis van bovenstaande informatie.
- Een inschatting van het daadwerkelijk te verplaatsen energiegebruik buiten de piekuren, rekening houdende met zaken als comfort, (gewoonte)gedrag (prijs)prikkels en technische functionaliteiten.

3. Methodiek

3.1. Algemeen

Voor elk van de apparaten bestaan verschillende merken en modellen op de markt, elk met een eigen energieverbruik. Ook hebben we te maken met oudere modellen in huishoudens, waarvan het energieverbruik hoger is dan de modellen die momenteel aangeboden worden op de markt. Met name bij witgoed is dit aan de orde. Ook hangt het energieverbruik af van het gebruik van het apparaat, bijv. het gekozen programma. We kunnen het elektriciteitsverbruik in de piekuren per soort apparaat daarom niet exact berekenen, maar berekenen een inschatting van het typische elektriciteitsverbruik in die uren en geven dat weer met een range met een minimale en maximale waarde in kWh. Deze range geeft een goede indicatie van het elektriciteitsverbruik in de piekuren tussen 16 en 21 uur.

Voor veel van de genoemde huishoudelijke apparaten bestaan Energy Labels en/of Ecodesign regulering, waarin informatie over het energiegebruik opgenomen is. Zie [Product List - European Commission](#). Waar beschikbaar hebben we in deze studie gebruik gemaakt van deze data en het opgegeven elektriciteitsverbruik omgerekend naar verbruik in de piekuren van 16-21 uur. Voor de apparaten vaatwasser, droger, wasmachine en oven komt dat neer op een enkele cyclus. Voor de apparaten airfryer, telefoon opladen, koffiezetapparaat, elektrisch koken, koelkast, TV, stofzuiger, waterkoker, spelconsole, en LED-verlichting die een meer continue verbruik hebben zijn we uitgegaan van een typisch aantal gebruiksuren tijdens de piekuren. Het voordeel van gebruik van de Energy Labels en/of Ecodesign is dat deze data onderling consistent gespecificeerd, betrouwbaar, breed geaccepteerd, en publiek beschikbaar is. We hebben gebruik gemaakt van energy label data van modellen die momenteel nog verkrijgbaar zijn, waarbij het hoogste label de minimale waarde van de gepresenteerde range in elektriciteitsverbruik bepaalt en het laagste label de maximale waarde van de range. Door ook de laagste labels mee te nemen in de getoonde range van energieverbruik representeert de range deels ook oudere en dus minder efficiënte modellen die nog aanwezig zijn in huishoudens.

Voor apparaten die niet onder de Energy Label normering vallen, en/of apparaten waarvan het energiegebruik sterk afhankelijk is van externe factoren, zoals warmtepompen en airco's (afhankelijk van o.a. het weer, de woning en het gedrag van bewoners), het laden van elektrische auto's en fietsen en thuisbatterijen (afhankelijk van gebruik) hebben we gemotiveerde aannames en waar nodig versimpelde modellen en gebruikersprofielen gemaakt en daarbij ook gebruik gemaakt van andere bronnen. De methodiek voor deze apparaten bespreken we hieronder.

3.2. Warmtepompen

Voor warmtepompen hebben we vier woningtypen in beschouwing genomen: vrijstaande woningen met matige isolatie, rijtjeshuizen met matige isolatie, rijtjeshuizen met goede isolatie en appartementen met goede isolatie. Vervolgens gaan we ervan uit dat de vrijstaande woningen en rijtjeswoningen met matige isolatie gebruik maken van hybride warmtepompen (H-HP). Voor de rijtjeshuizen en appartementen met goede isolatie nemen we aan dat deze uit kunnen met een volledig elektrische warmtepomp (E-HP). Om een vergelijking van het elektriciteitsverbruik tussen een H-HP en een E-HP mogelijk te maken hebben we voor de verwarming van een rijtjeshuis met zowel goede als matige isolatie beide type warmtepompen doorgerekend. Ook maken we onderscheid in het gebruik van de warmtepomp om te verwarmen of te koelen. Onderstaande tabel geeft de doorgerekende combinaties weer.

		Appartement - goede isolatie	Rijthuis - goede isolatie	Rijthuis - matige isolatie	Vrijstaand huis - matige isolatie
H-HP	Koelen			X	X
	Verwarmen		X	X	X
E-HP	Koelen	X	X		
	Verwarmen	X	X	X	

De gebouwenmerken van de woning (bouwjaar, thermische isolatie, etc.) zijn overgenomen uit het [TNO-rapport over warmtepompen in woonwijken](#). Voor de berekening van de warmtevraag en koudevraag is uitgegaan van een genormaliseerde winter- en zomerdag, gebaseerd op [KNMI-weergegevens](#) van de laatste 10 jaar. Voor het totale verwarmingssysteem is een maximumcapaciteit van 15 kWth aangenomen (hybride warmtepomp), waarbij we aannemen dat het elektrische deel van de warmtepomp 5 kWth is in appartementen en rijtjeshuizen en 8 kWth in vrijstaande woningen. De COP (Coefficient of Performance) voor verwarmen varieerde tussen 2,5 en 3,5 en de SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) voor koelen tussen 5,5 en 7,5, wat overeenkomt met historische gegevens van CBS [Hernieuwbare koude volgens Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie](#) en [Ecodesign gegevens voor ruimteverwarmers](#) voor single-split en multisplit units². Deze variatie in COP en SEER waarden bepaalde de range van het getoonde energieverbruik.

De uurwarmtevraag is berekend met behulp van een vereenvoudigd thermisch weerstand-capaciteitsmodel (RC-model), waarin weersgegevens, binnentemperatuurinstellingen met nachtverlaging, interne warmtelasten, ventilatieverliezen en dynamische warmteopslag in massa zijn opgenomen. De transmissieverliescoëfficiënten zijn berekend op basis van de U-waarden van bouwschilcomponenten, zoals weergegeven in de [Warmteprofielengenerator](#). We hebben een optimalisatiemodel geschreven in Python om de energiekosten per uur te minimaliseren door het optimale gebruik van elektriciteit en gas voor de hybride warmtepomp te bepalen, met inachtneming van efficiëntie- en capaciteitsbeperkingen. Hierbij zijn elektriciteits- en gasprijzen aangenomen van respectievelijk € 0,32/kWh en € 0,17/kWh, gebaseerd op gegevens van het CBS. Volledig elektrische warmtepompen beschikken niet over een gasketel, waardoor de warmtevraag volledig met elektriciteit is gedekt. Tenslotte is het elektrische verbruik tijdens de piekuren van 16-21u bij elkaar opgeteld.

3.3. Elektrische voertuigen

Voor elektrische voertuigen (personenauto's en fietsen) komt de vraag in de piekuren direct vanuit het dagelijks aantal kilometers dat met de auto of fiets wordt gereden. De vraag is gelijk aan het product van het aantal kilometers en de hoeveelheid elektrische energie dat een voertuig laadt uit het net per gereden kilometer. Het aantal kilometers per dag komt uit de CBS-statistiek. Voor personenauto's definiëren we twee groepen mensen: mensen die veel rijden en mensen die weinig rijden. Voor de groep mensen die veel rijden gaan we qua aantal kilometers uit van de huidige gebruikers van volledig elektrische voertuigen, die rijden gemiddeld 18.242 kilometer per jaar volgens het CBS, oftewel gemiddeld 50 kilometer per dag. Voor mensen die weinig rijden zijn we uit te gaan van gebruikers van benzineauto's, die rijden gemiddeld 11.116 kilometer per jaar, oftewel gemiddeld 30 kilometer per dag. Wat betreft de hoeveelheid energie die een auto laadt per gereden kilometer, delen we de consumptie van het voertuig (omvang van 15-20 kWh per 100 kilometer op basis van [typische consumpties van EVs](#) (zie ook: [Hoeveel stroom verbruikt een elektrische auto? | ANWB](#)) door een efficiëntie factor van 88% (op

² De COP- en SEER-waarden komen overeen met de buitentemperaturen gedurende de betreffende periode (16-21 uur).

basis van [Hoeveel stroom verbruikt een elektrische auto? | ANWB](#) voor efficiëntie en [Nationaal laadonderzoek](#) voor de splitsing tussen types laders). Zo krijgen we de energie die uit het net wordt gehaald. Omdat we een gemiddelde in de piekuren zoeken, delen we het aantal kilometers per jaar door het aantal dagen in het jaar. Tevens nemen we aan dat het laden volledig in de piekuren plaatsvindt, omdat veel mensen tussen 17 en 18 uur thuiskomen en de laadsessie dan over het algemeen voor 21 uur voltooid is. De hoogste waarde voor de dagelijkse energievraag in onze berekening (11,4 kWh) wordt geleverd in een laadsessie van twee uur (met een lader van 5,5 kW). De aanname dat het laden volledig in de piekuren plaats vindt is een bovengrens (mensen kunnen tijdens de dag op andere plekken laden en/of thuisladen uitstellen), maar het geeft een goed beeld van de netbelasting als er geen prikkel is om het laden naar andere uren op de dag te verplaatsen.

Voor fietsen gebruiken we een vergelijkbare aanpak. We rekenen met een gemiddeld aantal kilometers per dag dat wordt gefietst. Daarbij houden we rekening met het aantal kilometers per dag per leeftijdsgroep volgens het [CBS](#). Het verbruik van een typisch e-fiets is 0.6 kWh per 100 km, met een laadverlies van 25%, volgens [de ANWB](#).

3.4. Thuisbatterijen

Voor thuisbatterijen is het verhaal ingewikkelder, omdat een thuisbatterij op verschillende manieren kan worden ingezet voor verschillende doeleinden. Over het algemeen wordt de laadstrategie bepaald door de aanbieder van de batterij en deze strategie is niet altijd transparant voor de gebruiker. In deze studie maken we daarom een eigen versimpeld model. We definiëren twee groepen gebruikers elk met een eigen laadstrategie: een groep gebruikers die de batterij inzet voor de reductie van eigen energiekosten en een groep gebruikers die via aggregatie handelt op de onbalansmarkt met als doel daar inkomsten mee te genereren. In de praktijk kunnen ook combinaties tussen deze twee toepassingen voorkomen. Bij reductie van eigen kosten laden gebruikers met dynamische energietarieven allereerst hun batterij op met ongebruikte elektriciteit afkomstig van eigen zonnepanelen, en vervolgens vanuit het net op voordelige momenten, om die energie vervolgens op duurdere momenten zelf te gebruiken. In de zomer zal de productie van zonnepanelen groter zijn dan de capaciteit van de batterij, maar in de winter zal de productie maar heel beperkt zijn. We nemen aan dat, over het jaar heen, dagelijks gemiddeld 30% van de batterijcapaciteit gevuld wordt vanuit zonnepanelen en de resterende 70% van de capaciteit vanuit het net. Het bepalen van hoeveel energie die in de piekuren wordt geladen is als volgt: we kijken welke uren in een dag het voordeligst zijn om 70% van de batterij te laden (inclusief een 85% laadefficiëntie) door het kijken naar de gemiddelde Day-Ahead uursprijzen verspreid over een dag. Deze uursprijzen komen van [ENTSOE](#) (binnengehaald met behulp van de [Python-cliënt voor de ENTSOE API \(broncode\)](#)). Voor elke dag in een jaar kijken we of de meest voordelige momenten in de piekuren vallen en maken we een jaarlijkse gemiddelde.

Bij de tweede groep wordt de thuisbatterij ingezet op de onbalansmarkt om inkomsten te genereren. De batterij laadt op wanneer de regulatieconditie op de onbalansmarkt “DOWN” is (deelnemers krijgen een beloning als ze stroom afnemen) en ontladen wanneer de regulatieconditie “UP” is (deelnemers krijgen een beloning als ze stroom aan het net leveren). We nemen aan dat gebruikers hun batterij helemaal voor dit doel, en dat het ontladen net zoals het laden 85% efficiënt is. Gebruikers kunnen alleen laden tot aan de capaciteit van de batterij en het ontladen stopt wanneer de batterij leeg is. Dit betekent dat gebruikers niet altijd laden of ontladen, ook als ze hiervoor een beloning zouden krijgen. Net zoals de eerste groep, kijken we of de laadmomenten in de piekuren plaatsvinden (op basis van historische gegevens over de onbalansmarkt vanuit [TenneT](#)) en maken we een gemiddelde om een waarde voor de piekuren te vinden. Ontladen van de batterij houden we buiten beschouwing gelet op de scope van deze studie (netcongestie op de afname).

Voor beide groepen is de omvang van onze inschatting gegeven door de grootte van de thuisbatterij ([tussen 5 en 10 kWh](#)) en met corresponderende laad-/ontlaad- vermogens van 2,5-5,0 kW. We merken op dat thuisbatterijen nog relatief nieuw zijn en dat het daadwerkelijk gedrag van de batterijen nog relatief onbekend is en in de toekomst zou kunnen veranderen (bijvoorbeeld door ontwikkelingen in prijsvorming op de onbalansmarkt, nieuwe beleidsmaatregelen, commerciële producten, of gedrag/kennis van gebruikers). Hierdoor zouden de resultaten van deze studie kunnen veranderen.

4. Resultaten

Onderstaande tabel en grafiek tonen de verkregen resultaten. De apparaten zijn ingedeeld in drie categorieën: categorie 1 net-intensieve apparaten, categorie 2 lager verbruik maar makkelijker te verplaatsen, en categorie 3 overige apparaten ter vergelijking, zoals door KGG gedefinieerd. Het typische elektriciteitsverbruik tussen 16-21 uur per apparaat geven we aan met een range met een minimale en maximale kWh waarde. De tabel geeft daarnaast de belangrijkste aannames weer over het typische gebruik tussen 16-21 uur. Voor overige aannames en berekeningen verwijzen we naar **de spreadsheet TNO Memo Verschuiven elektriciteitsverbruik uit piekuren - Bijlage met berekeningen.xlsx** die als bijlage is bijgevoegd. In de tabel zijn de apparaten gesorteerd per categorie. In de grafiek zijn de apparaten gesorteerd van laag verbruik (boven) naar hoog verbruik (onder). We bespreken het verbruik van de apparaten beginnende met de grootste verbruikers.

Duidelijk is dat het laden van elektrische auto's en warmtepompen de grootste verbruikers zijn. Afhankelijk van het dagelijks gebruik van de auto schatten we het elektriciteitsverbruik voor mensen die minder rijden in op 5,2 tot 6,9 kWh en 8,5 tot 11,4 kWh voor mensen die meer rijden. Omdat de accu van een elektrische auto binnen enkele uren vol is, is het laden van elektrische auto's in verreweg de meeste gevallen zonder problemen uit te stellen tot na de piekuren. Wat betreft de warmtepompen gebruikt een matig geïsoleerd vrijstaand huis met een hybride warmtepomp het meest om te verwarmen, namelijk 6,2 tot 8,7 kWh, gevolgd door 3,5-4,9 kWh voor een hybride warmtepomp in een matig geïsoleerde rijtjeswoning. Een hybride warmtepomp schakelt tijdens zeer koude dagen over op gas. Een volledig elektrische warmtepomp kan dat niet en zou daarom in dezelfde woning zou nog meer gebruiken (4,2-5,9 kWh), maar dat lijkt geen geschikte combinatie en is puur ter vergelijking opgenomen. Een volledig elektrische warmtepomp lijkt wel geschikt voor een goed geïsoleerde rijtjeswoning en gebruikt dan 2,8 – 3,9 kWh, net iets meer dan de 2,7 – 3,7 kWh wanneer hier een hybride warmtepomp zou worden toegepast. Het verbruik van volledig elektrische warmtepompen in goed geïsoleerde appartementen is met 1,5-2,1 kWh een stuk lager. Het verwarmen van het huis kan op de meeste dagen (behalve op zeer koude dagen) waarschijnlijk ook grotendeels buiten de piekuren gebeuren, door de woning voor 16 uur wat verder op te warmen dan de gewenste temperatuur. Een bijkomend voordeel is dat er dan meer gebruik gemaakt wordt van energie opgewekt door lokale (of zelfs eigen) zonnepanelen. Wel vraagt dit een “slimme” aansturing van warmtepompen, wat bij huidige warmtepompen nog niet altijd mogelijk is. Met “slim” worden warmtepompen bedoeld die (automatisch) kunnen reageren op een extern signaal (zoals een ander nettarief).

Ook vermeldingswaardig onder de grote verbruikers zijn de airco's. Wanneer ze gebruik worden om te verwarmen verbruiken ze 2,3 – 5,0 kWh in de piekuren. Bij koelen verbruiken ze met 1,7 – 4,0 kWh iets minder. Wanneer een hybride warmtepomp in een matig geïsoleerde vrijstaande woning wordt gebruikt om te koelen, dan is het elektriciteitsverbruik met 2,7 – 3,7 kWh ook nog vrij fors. Voor de overige combinaties van warmtepompen en woningtypen valt het verbruik bij koelen mee en zit dit rond de 1 kWh. Ook hier geldt dat het gebruik van airco's en warmtepompen om te koelen relatief gemakkelijk verschoven zou kunnen worden naar buiten de piekuren, door al ruim voor 16u te beginnen met koelen. Ook dan wordt er beter gebruik gemaakt van lokaal opgewekte zonne-energie.

De thuisbatterij kan ook een fors verbruik hebben van 2,4 – 4,9 kWh in de piekuren wanneer deze wordt ingezet om te handelen op de onbalansmarkt. Wanneer de batterij slechts wordt ingezet voor eigen gebruik door te laden met eigen zonnepanelen en wanneer de dynamische tarieven laag zijn is het verbruik tijdens de piekuren met 0,1 kWh minimaal, omdat dan de prijzen hoger zijn en de batterij dus niet zal opladen.

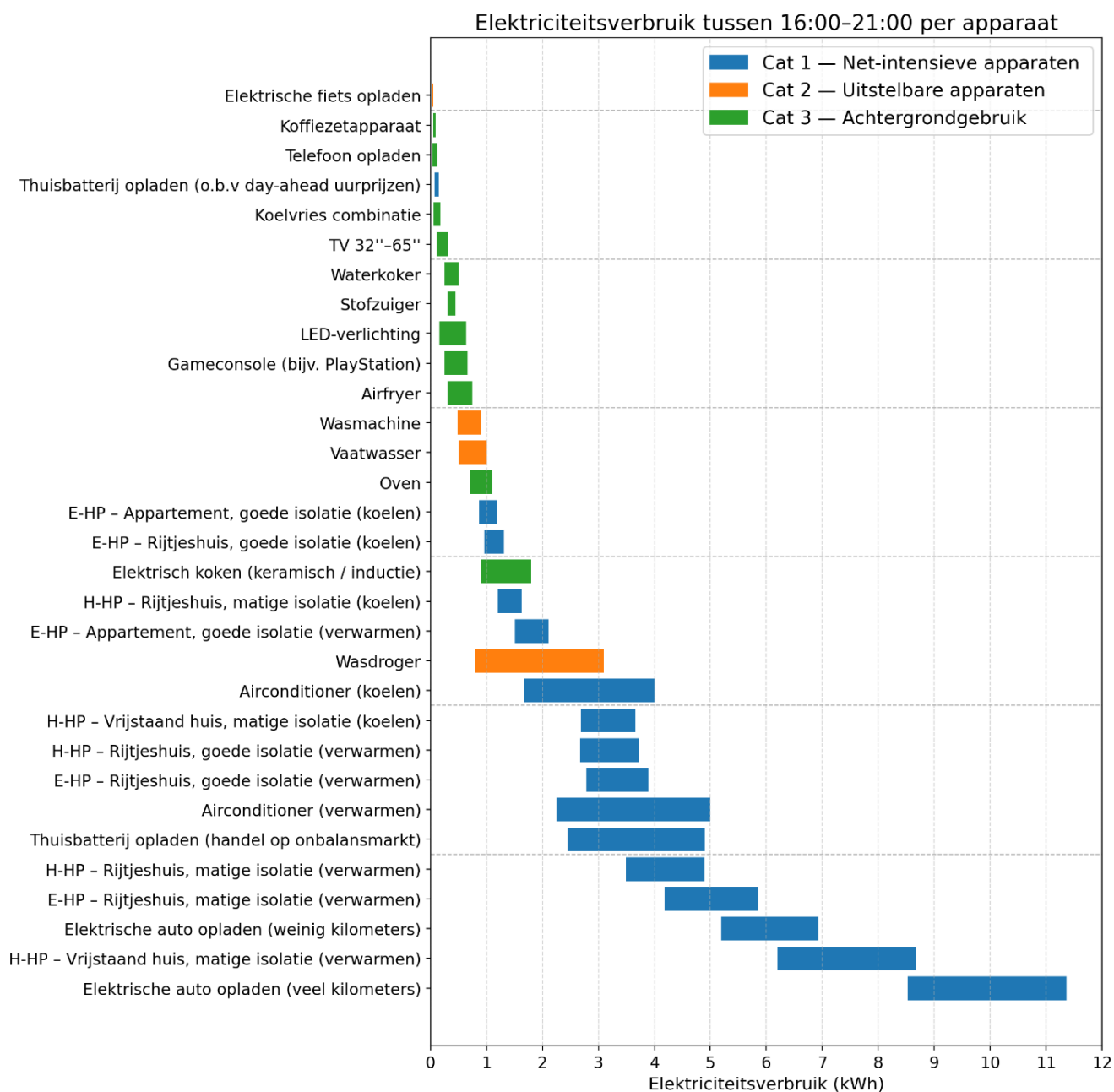
Wat betreft witgoed springt vooral het verbruik van de wasdroger eruit. Afhankelijk van type en leeftijd van de droger kan het gebruik oplopen van 0,8 – 3,1 kWh per droogcyclus. Warmtepompdrogers zijn het zuinigst, gevolgd door condensdrogers. Oudere luchtafvoerdrogers kunnen zelfs nog meer verbruiken. De wasdroger is interessant omdat het gebruik ervan makkelijker uit te stellen dan het gebruik van andere apparaten zoals keukenapparatuur. Het verbruik van wasmachines en vaatwassers is ook makkelijker uit te stellen maar ligt met respectievelijk 0,5-0,9 en 0,5-1,0 kWh een stuk lager dan de droger. Qua keukenapparatuur voert elektrisch koken met een verbruik van 0,9 – 1,8 kWh de lijst aan, gevolgd door de oven met 0,7-1,1 kWh. Buiten scope van deze studie, maar wel relevant te vermelden is dat de aanwezigheid van dergelijke witgoed apparaten in Nederlandse huishoudens veel hoger ligt dan de aanwezigheid van warmtepompen, laadpalen en thuisbatterijen. Als het gaat om netcongestie en de mogelijkheden het verbruik in de piekuren in een wijk te verminderen dient die hogere aanwezigheid van apparaten natuurlijk wel in beschouwing genomen te worden.

Het verbruik van overige apparaten zoals de airfryer, waterkoker, stofzuiger, game console, koelkast, TV, verlichting en laden van de elektrische fiets ligt allemaal (ver) onder de 1kWh en, op het laden van de fiets na, is het gebruik ervan meestal niet gemakkelijk uit te stellen.

Tabel 1 Inschatting van elektriciteitsverbruik van apparaten tijdens die piekuren van 16-21u.

Cat.	Appliance	Voornaamste aannames over gebruik	Min kWh	Max kWh
1	Airconditioner (koelen)	Koelen gedurende 3–5 uren. SEER 4.5-8.5 (A+++/A++).	1,7	4,0
1	Airconditioner (verwarmen)	Verwarmen gedurende 3–5 uren. COP 3.0-4.0.	2,3	5,0
1	Elektrische auto opladen (weinig kilometers)	Gemiddelde dagelijkse rijafstand van 30km met een effectief verbruik van 0,17-0,23 kWh/km (incl. laadefficiëntie).	5,2	6,9
1	Elektrische auto opladen (veel kilometers)	Gemiddelde dagelijkse rijafstand van 50km met een effectief verbruik van 0,17-0,23 kWh/km (incl. laadefficiëntie).	8,5	11,4
1	Thuisbatterij opladen (o.b.v day-ahead uurprijzen)	De batterij (5-10 kWh) wordt geladen met zonnepanelen en vanuit het net op de goedkoopste uren op basis van de day-ahead uurprijzen (data uit 2024).	0,07	0,15
1	Thuisbatterij opladen (handel op onbalansmarkt)	De batterij (5-10 kWh) wordt volledig ingezet om te handelen op de onbalansmarkt (marktdata uit 2024 gebruikt).	2,4	4,9
1	E-HP – Appartement, goede isolatie (koelen)	Simulatie gebaseerd op verschillende data, zie H3.2. SEER ~5.5 - 7.5.	0,9	1,2
1	E-HP – Appartement, goede isolatie (verwarmen)	Simulatie gebaseerd op verschillende data, zie H3.2. COP ~2.5 - 3.5.	1,5	2,1
1	E-HP – Rijtjeshuis, goede isolatie (koelen)	Simulatie gebaseerd op verschillende data, zie H3.2. SEER ~5.5 - 7.5.	1,0	1,3
1	E-HP – Rijtjeshuis, goede isolatie (verwarmen)	Simulatie gebaseerd op verschillende data, zie H3.2. COP ~2.5 - 3.5.	2,8	3,9
1	E-HP – Rijtjeshuis, matige isolatie (verwarmen)	Simulatie gebaseerd op verschillende data, zie H3.2. COP ~2.5 - 3.5.	4,2	5,9

Cat.	Appliance	Voornaamste aannames over gebruik	Min kWh	Max kWh
1	H-HP – Rijtjeshuis, goede isolatie (verwarmen)	Simulatie gebaseerd op verschillende data, zie H3.2. COP ~2.5 - 3.5.	2,7	3,7
1	H-HP – Rijtjeshuis, matige isolatie (koelen)	Simulatie gebaseerd op verschillende data, zie H3.2. SEER ~5.5 - 7.5.	1,2	1,6
1	H-HP – Rijtjeshuis, matige isolatie (verwarmen)	Simulatie gebaseerd op verschillende data, zie H3.2. COP ~2.5 - 3.5.	3,5	4,9
1	H-HP – Vrijstaand huis, matige isolatie (koelen)	Simulatie gebaseerd op verschillende data, zie H3.2. SEER ~5.5 - 7.5.	2,7	3,7
1	H-HP – Vrijstaand huis, matige isolatie (verwarmen)	Simulatie gebaseerd op verschillende data, zie H3.2. COP ~2.5 - 3.5.	6,2	8,7
2	Elektrische fiets opladen	Gemiddelde dagelijkse rijafstand van 3-6 km met een effectieve verbruik van 7,5% Wh/km (incl. laad efficiëntie).	0,02	0,05
2	Vaatwasser	1 volledige cyclus (3-6 uur), label A-E.	0,5	1,0
2	Wasdroger	1 volledige cyclus (~3 uur), label A-G.	0,8	3,1
2	Wasmachine	1 volledige cyclus (~3 uur), label A-E.	0,5	0,9
3	Airfryer	1,2-1,5 kW, 15-30 min	0,3	0,8
3	Telefoon opladen	1-2 telefoons van 20 W, 2-3 uur laden	0,0	0,1
3	Koffiezetapparaat	1-2 korte cycli elk van 2 minuten, 1,3 kW	0,0	0,1
3	Elektrisch koken (keramisch / inductie)	30-60 min koken, op 2 zones, 3 kW in totaal	0,9	1,8
3	Waterkoker	1-2 kookcycli (~5 min cyclus) 3 kW	0,3	0,5
3	Gameconsole (bijv. PlayStation)	2-3 uur, 125-220 W	0,3	0,7
3	LED-verlichting	4 uur, 10-20 lampen van 4-8 W per lamp	0,2	0,6
3	Oven	1 cyclus (55 minutes) 2- 3 kW	0,7	1,1
3	Koelvriescombinatie	Continu gebruik, 100-300 kWh per jaar	0,1	0,2
3	TV 32"-65"	3 uur, energy label D-G.	0,1	0,3
3	Stofzuiger	1 stofzuigessie (~30 min) 600-900 W	0,3	0,5



Figuur 1 Inschatting van elektriciteitsverbruik van apparaten tijdens die piekuren van 16-21u.

5. Mogelijke vervolgstappen

De in deze memo gepresenteerde resultaten geven een indicatie van het typische elektriciteitsverbruik tussen 16-21 uur per apparaat per woning, aannemende dat het apparaat aanwezig is en ook gebruikt wordt tijdens de piekuren. Dit zegt nog maar beperkt iets over de daadwerkelijke bijdrage van het apparaat aan de netbelasting in de piekuren. Hiervoor is het nodig om ook het volgende te onderzoeken:

- huidig bezit van genoemde apparaten in huishoudens in Nederland;
- huidig gebruik van genoemde apparaten in de piekuren;
- gelijktijdigheid van gebruik door huishoudens;
- vermogensprofielen van apparaten tijdens een enkele gebruikscyclus.

Dit zouden we kunnen onderzoeken in **Fase 2 Netbelasting** als vervolg op het huidige onderzoek.

In een daar op volgende **Fase 3 Verschuivingspotentieel** zouden we een inschatting van het daadwerkelijk te verplaatsen energiegebruik naar buiten de piekuren kunnen maken, rekening houdende met zaken als comfort, (gewoonte)gedrag, (prijs)prikkels en technische functionaliteiten.

Met deze inzichten kunnen toekomstige publiekscampagnes en overige maatregelen binnen het Landelijk Actieplan Netcongestie beter onderbouwd en gericht worden.

Bijlage: Berekeningen

De spreadsheet “[TNO Memo Verschuiven elektriciteitsverbruik uit piekuren - Bijlage met berekeningen.xlsx](#)” bevat de berekeningen inclusief de verdere aannames en gebruikte bronnen.