

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

ENERGIEBEHEER
ENERGIEVERANTWOORDELIJKE

LENTE 2023

PLAGE en het IPMVP

Sven WUYTS – Factor4



Sven Wuyts

+32 475 37 03 08
sven.wuyts@factor4.eu
www.factor4.eu

Lange Winkelhaakstraat 26
2060 Antwerp (Belgium)

REVISOREN TEAM

- Kristof Descheemaeker
- Sven Wuyts
- Luc Welfringer
- Ophélie Gemon
- Hervé Delporte
- Jean-Benoit Verbeke





- ▶ U kent de grote lijnen van een PLAGE project
- ▶ U kent de terminologie in verband met Meten en Verifiëren van energiebesparingen
- ▶ U heeft een overzicht op de vereisten op vlak van Meten en Verifiëren voor een PLAGE traject
- ▶ U kunt inschatten welke gegevens, variabelen en factoren relevant zijn en geregistreerd moeten worden



PLAGE

M&V - IPMVP - CMVP – PMVA - PMVE

METHODES VOOR METEN EN VERIFIËREN BIJ PLAGE

VARIABELEN EN FACTOREN

Q&A



Plan voor Lokale Actie voor het Gebruik van Energie

- ▶ Grote gebouwbeheerders
- ▶ Doelstelling voor energiebesparing (Ep)
- ▶ Actie ondernemen
- ▶ Bewijs leveren voor behalen van Objectieven



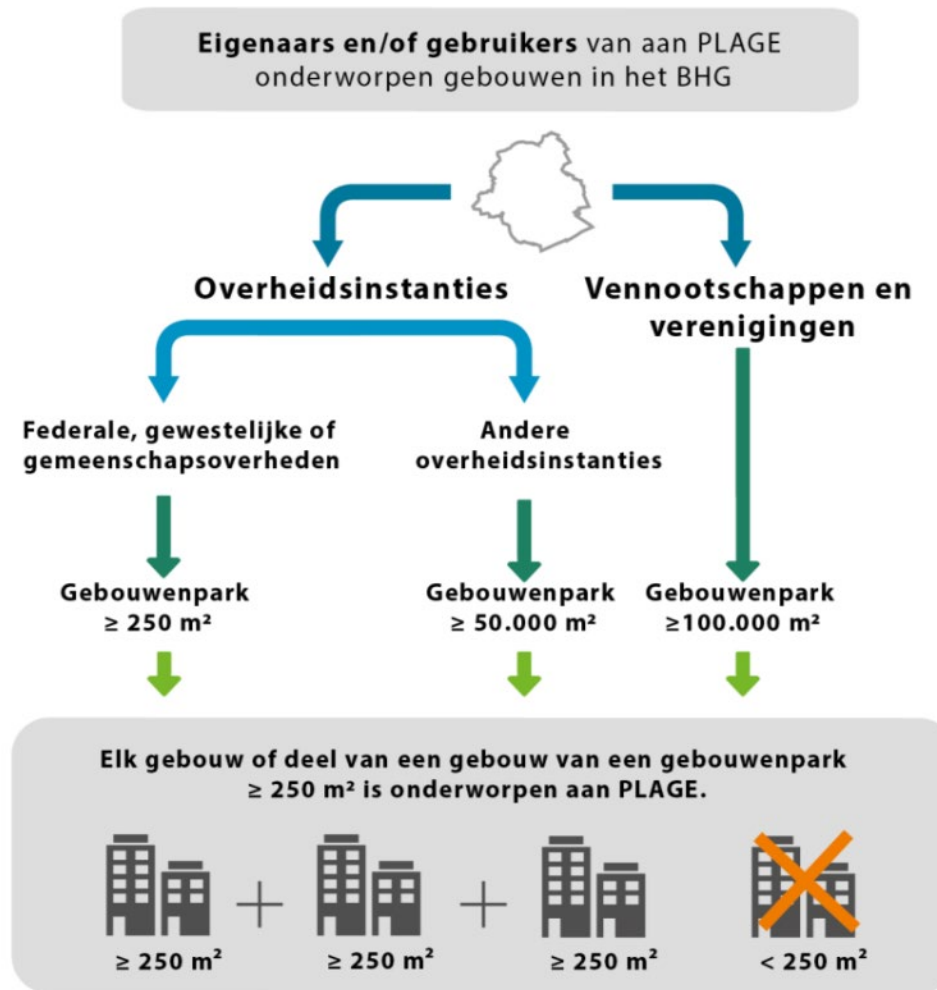
Achtergrondinformatie



- ▶ <https://leefmilieu.brussels/content/plage-reglementering-tools>
- ▶ <https://environnement.brussels/content/reglementation-plage-outils>



GROOT GEBOUWPARK?



Figuur1 – Schema met de drempels die voor het PLAGE gevolgd dienen te worden



Doelstelling is afhankelijk van

- ▶ Type gebouw(zone)
- ▶ Huidig energieverbruik

Globale doelstelling voor je volledige park

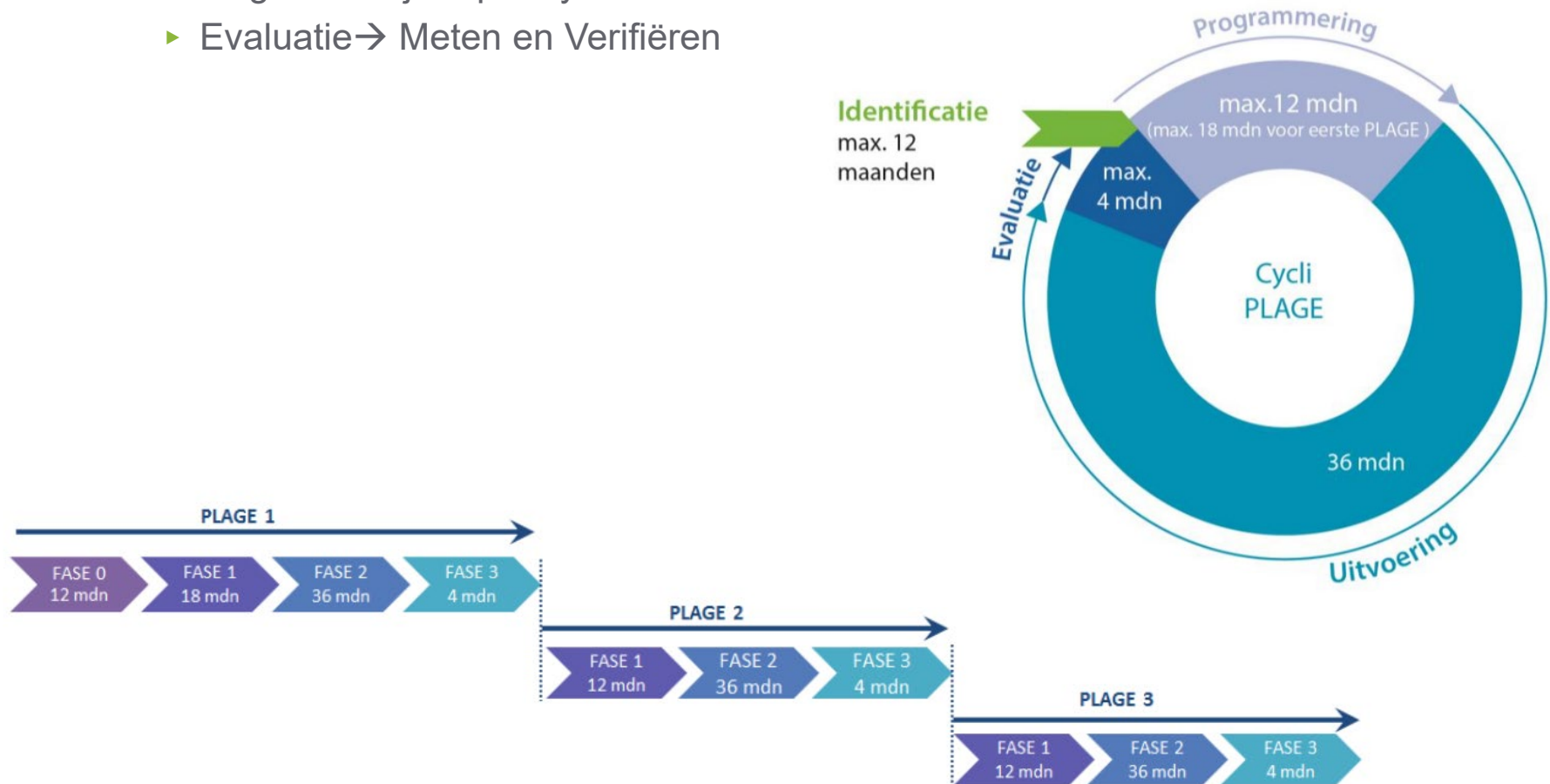
- ▶ Typisch tussen 5 en 15% besparing op Primair Energieverbruik

De globale berekeningsprocedure van de PLAGE-doelstelling van uw organisatie



Verschillende fases in 1 PLAGE cyclus

- ▶ Ongeveer 4 jaar per cyclus
- ▶ Evaluatie → Meten en Verifiëren

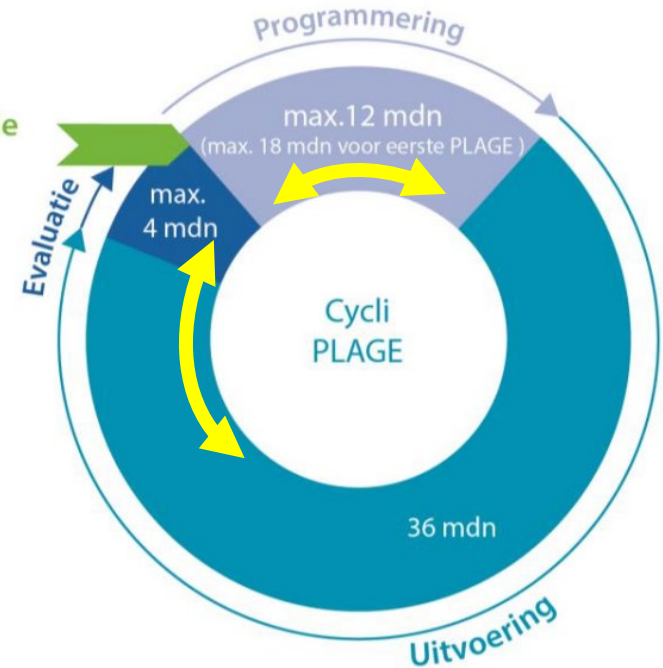


Figuur2 – Opeenvolgende PLAGE-cycli





Identificatie
max. 12
maanden



Veelgebruikte afkortingen

- ▶ M&V
- ▶ IPMVP
- ▶ CMVP
 - PMVA en PMVE

M&V: Proces van meten én verifiëren van energieprestaties

IPMVP: International Performance and Verification Protocol

CMVP: Certified M&V Professional

→ Performance M&V Analyst (new!)

→ Performance M&V Expert (new!)

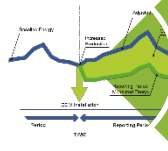
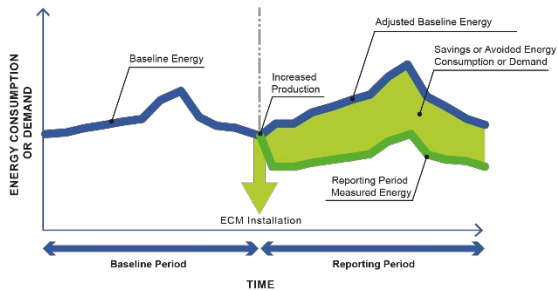
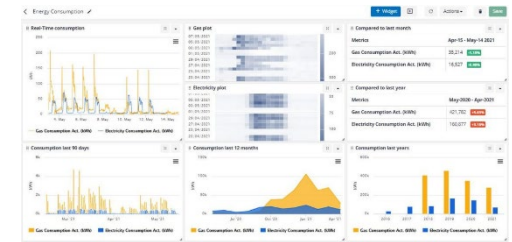




Meten



Monitoren



Verifiëren



Management



International Performance Measurement and Verification Protocol

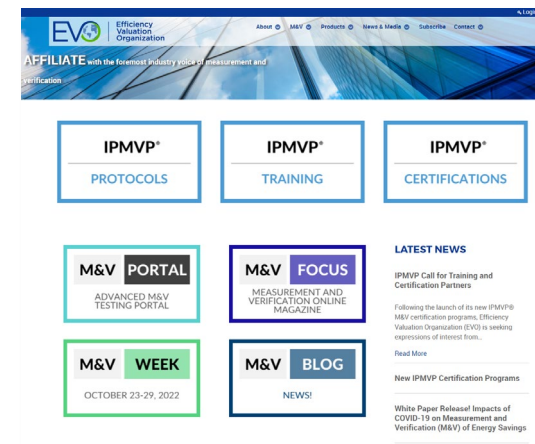
- ▶ Onafhankelijk protocol voor M&V
- ▶ Principes en raamwerk voor goede M&V
- ▶ Terminologie en concepten
- ▶ M&V plannen in overeenstemming met IPMVP



Nauwkeurig, compleet, conservatief, Consistent, Relevant en transparant

CMVP: “Certified M&V Professional”

- ▶ Training door EVO
- ▶ Kent en gebruikt de IPMVP methoden en terminologie



<https://evo-world.org/>



Enkele belangrijke 'Core concepts' van IPMVP

- ▶ M&V plan
- ▶ Meetgrens
- ▶ Optie A, B, C of D
- ▶ Aanpassingen van de Baseline
 - Onafhankelijke variabelen
 - Statische factoren
- ▶ Energiemodellen en nauwkeurigheid

<https://evo-world.org/en/ipmvp-current/ipmvp-core-concepts>



ONDERDELEN VAN EEN M&V PLAN

13 elementen in een IPMVP gevalideerd M&V plan:

- ▶ Wat is de ingreep en de bedoeling ervan?
- ▶ Welke IPMVP 'optie' en waar meten?
- ▶ Referentiemetingen
- ▶ Welke controleperiode?
- ▶ Basis voor de aanpassingen
- ▶ Analysemethode
- ▶ Te hanteren energieprijzen
- ▶ Meetpunten
- ▶ Verantwoordelijkheden
- ▶ De verwachte precisie
- ▶ M&V budget
- ▶ Manier van rapporteren
- ▶ Kwaliteitsbewaking voor M&V

Cu&E
Club des Services d'Efficacité Énergétique - CS2E

Ces documents ont été développés pour le bénéfice des souscripteurs à EVO afin de démontrer comment certains experts en M&V adresse la conception de plan M&V. EVO n'endosse pas le présent document comme adhérent pleinement au concept de PMVR (IPMVP) ou pouvant être utilisé directement dans la conception de plan de M&V.

PLAN de MESURE et de VERIFICATION

Formulaire A B C, version 0.2, Novembre 2008

Modèle Option

A

B

C

Date :

Décembre 2008

Version :

v.1

Critères :

Ratio budget PMV / Gains contractuels	32%
Période de suivi	1 an
Niveau de confiance / Précision	90% ± 8%

OBJET : BÂTIMENT TERTIAIRE BUREAUX

Utilité : PARC D'ECLAIRAGE INTERIEUR

MAÎTRE DE L'OUVRAGE / OPERATEUR :

ENTREPRISE DE SERVICES ENERGETIQUES :

INEO

Ce cas d'application ne peut être exploité qu'en référence aux différentes sections détaillées dans l'IPMVP. Il n'est pas destiné à être reproduit, chaque projet de DE étant spécifique. Son but est de matérialiser l'effet de ces procédures sur un cas concret de mise en oeuvre.

PLAN DE M&V
1 / 10



MEETGRENS

Volledig gebouw (site, facility, ...)

Geïsoleerde maatregel

! Interactieve effecten



OPTIES

IPMVP stelt 4 opties voor voor M&V:

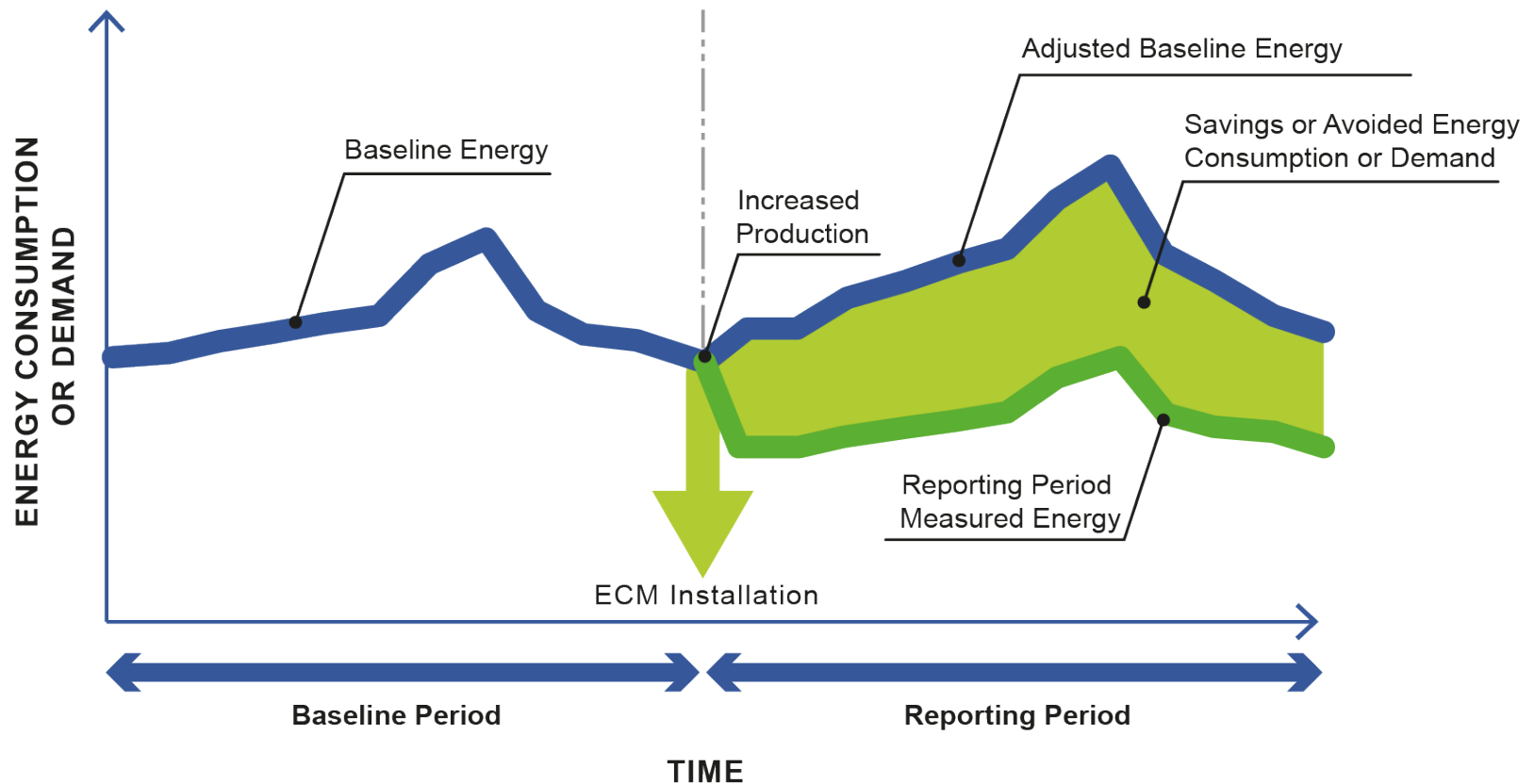
- ▶ Afhankelijk van meetgrens en veronderstellingen
- ▶ Optie A, B, C en D

Bijvoorbeeld: relighting: gloeilampen worden vervangen door LED verlichting

- ▶ **Optie A:** 100 lampen 60W→20W (gemeten), branden ongeveer 7h per dag
besparing= $(100 \times 40 \times 7) = 28\text{kWh}$ per dag
- ▶ **Optie B:** meting van het verbruik van de lichtkring voor en na
besparing=gemeten
- ▶ **Optie C:** opname van de metertellers en vergelijking voor en na, gedurende 1 jaar
besparing=gemeten
- ▶ **Optie D:** bvb bij nieuwbouw, zonder referentiedata.
besparing='Als gewone lampen zouden gebruiken, wat is dan het verschil?'



$$\text{Savings} = (\text{Baseline Period Energy} - \text{Reporting Period Energy}) \pm \text{Adjustments}$$



Routine aanpassingen

- ▶ Onafhankelijke variabelen
 - Weer (Graaddagen, zonlicht, wind, RH, ...)
 - Productievolumes
 - Aantal bezoekers
 - ...



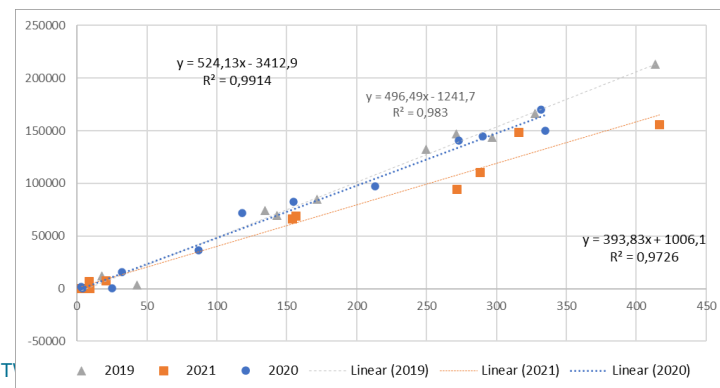
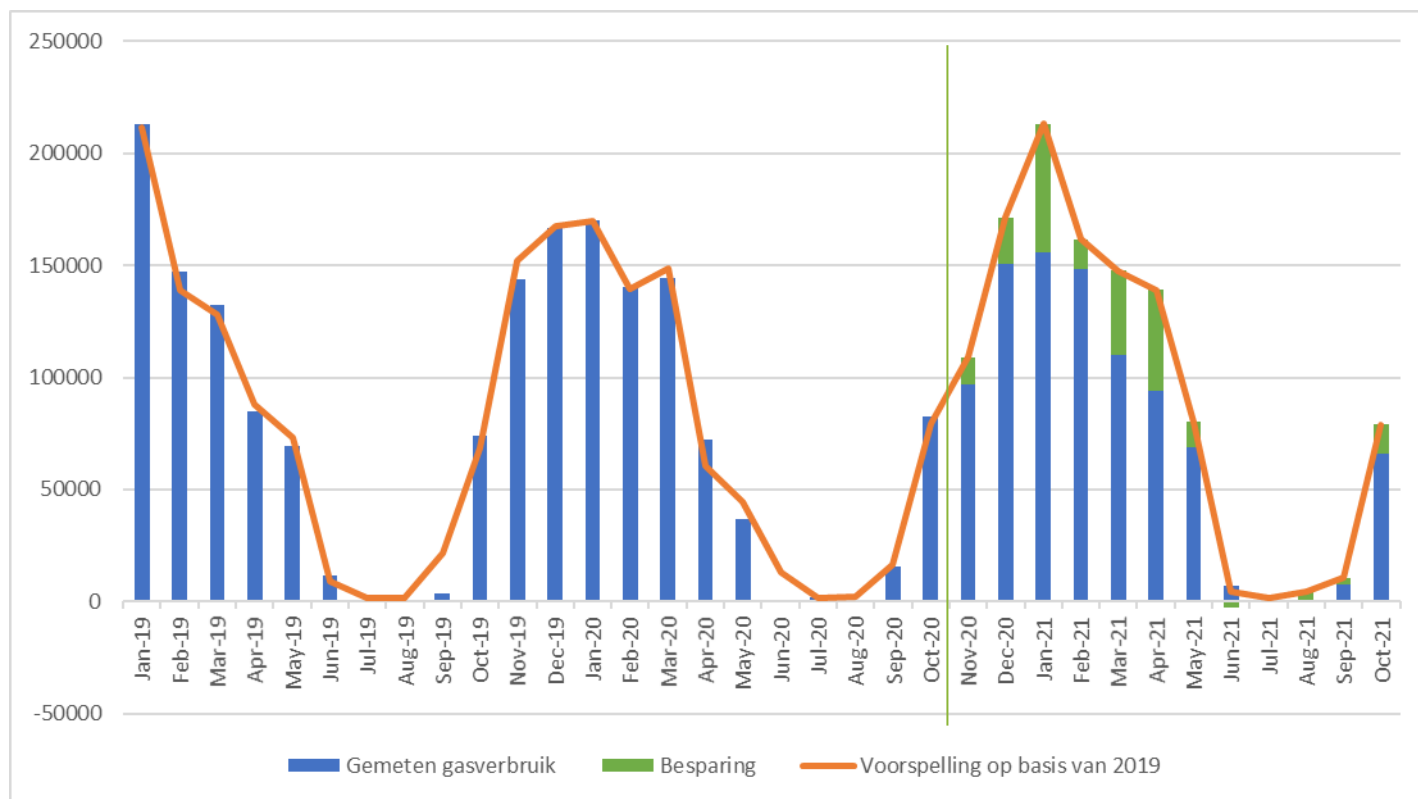
Niet-routine aanpassingen

- ▶ Statische factoren
 - Grootte gebouw (m²)
 - Andere aanpassingen aan het gebouw
 - Gebruik van het gebouw
 - Binnenklimaat
 - ...

COVID-19

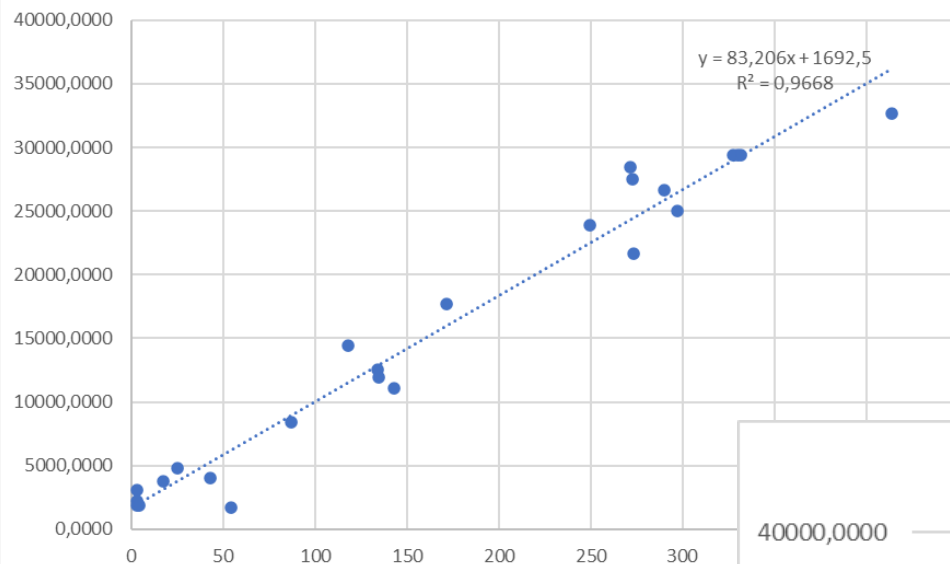
COVID-19



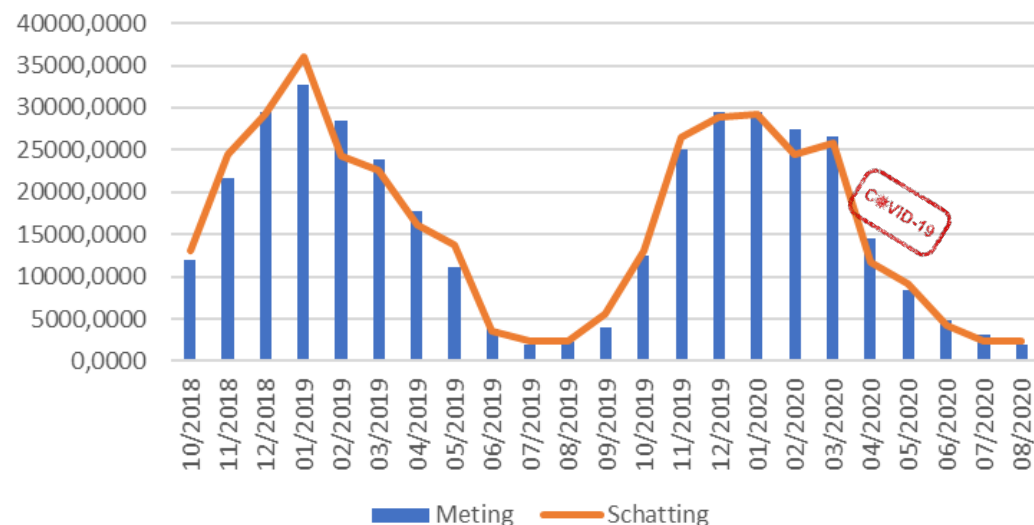


EEN MODEL MAKEN: VOORBEELD

Energie vs GRD

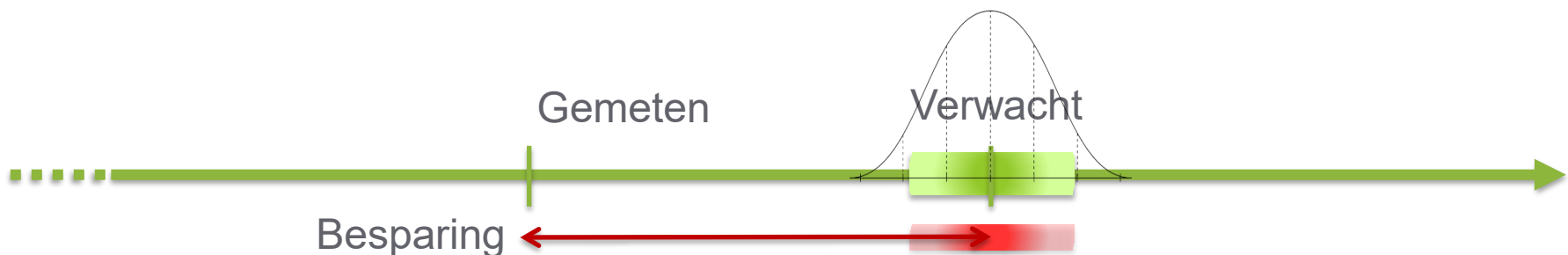


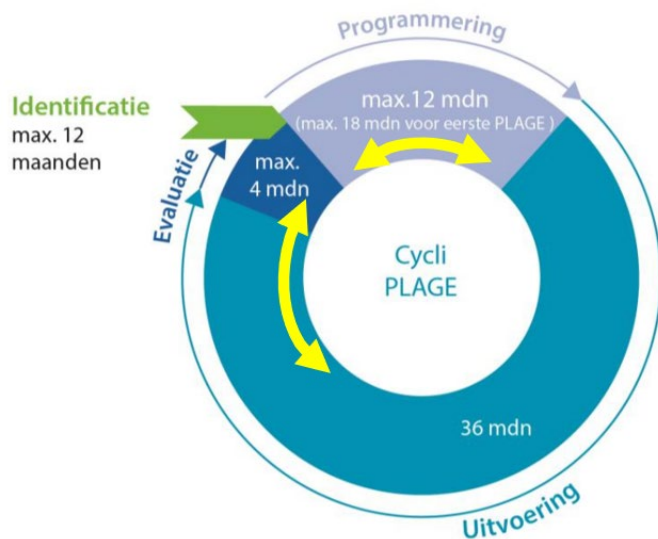
Meting vs schatting



Nauwkeurigheid van een Energiemodel

- ▶ Standaardfout (RMSE) van de voorspelling van het baseline verbruik
- ▶ Betrouwbaarheidsniveau (kies bvb 90%)
- ▶ Betrouwbaarheidsinterval (bvb 5%)
- ▶ Bijvoorbeeld:
 - Verwachte energieverbruik wordt geschat op 200.000kWh
 - “We zijn 90% zeker dat de waarde tussen 190.000kWh en 210.000kWh ligt.”
 - Gemeten energieverbruik is 150.000kWh
 - Besparing = verwacht energieverbruik – werkelijk gemeten energieverbruik
 - “We zijn 90% zeker dat de besparing tussen 40.000kWh en 60.000kWh ligt.”





Standaardmethode

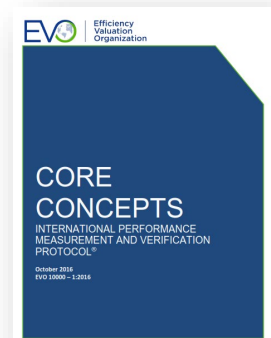
- Gebaseerd op IPMVP
- Vereenvoudigde methode
- Rekentool op het PLAGE platform



Keuze per gebouw

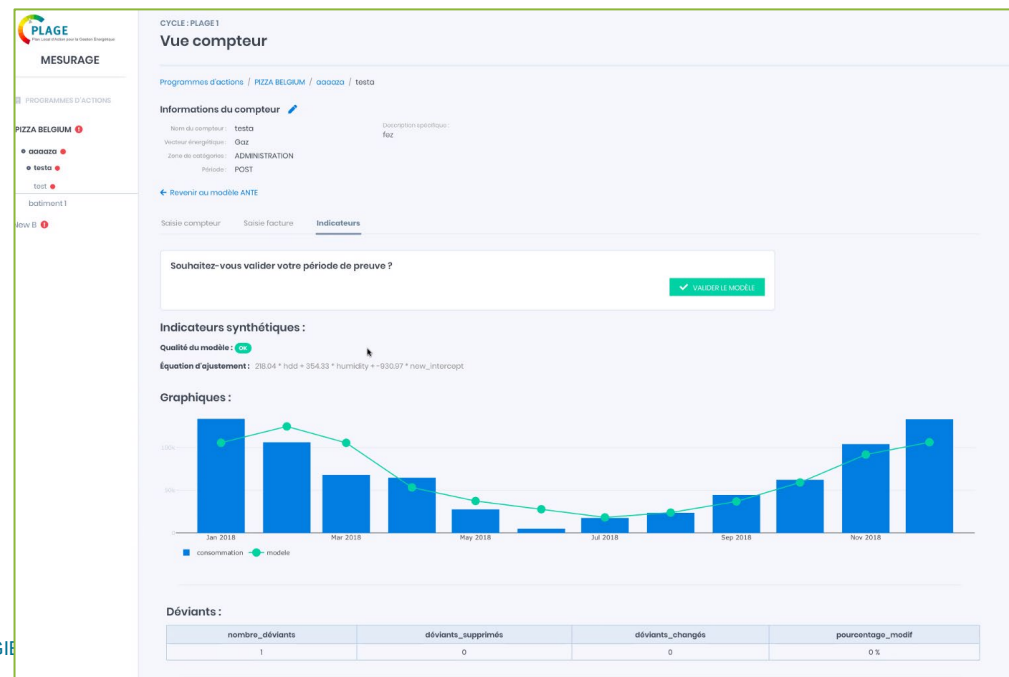
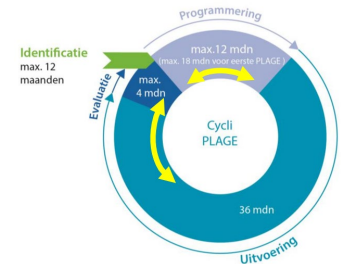
Methode IPMVP

- Volledig conform IPMVP
- Uitgebreide methode
- Eigen M&V plan en model



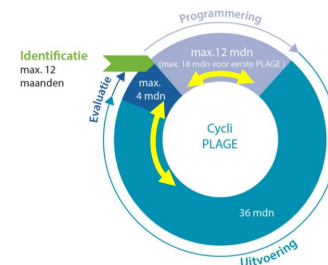
Fase “programmatie”

- ▶ Verbruiksgegevens invoeren op het PLAGE Platform
- ▶ Eventueel eigen variabelen toevoegen
 - Bezetting, gebruik
 - Andere?
- ▶ Rekenmodule geeft
 - Nauwkeurigheid van je model
 - OK/NOK om Standaardmethode te gebruiken
- ▶ Indien NOK?
 - Revisor contacteren
 - Evt. toch toegelaten...
 - Anders IPMVP methode



Fase “Evaluatie”

- ▶ ‘Nieuw’ verbruik invoeren op het PLAGE Platform
- ▶ Rekenmodule geeft
 - Berekening van de besparing
 - Vergelijking met je doelstellingen



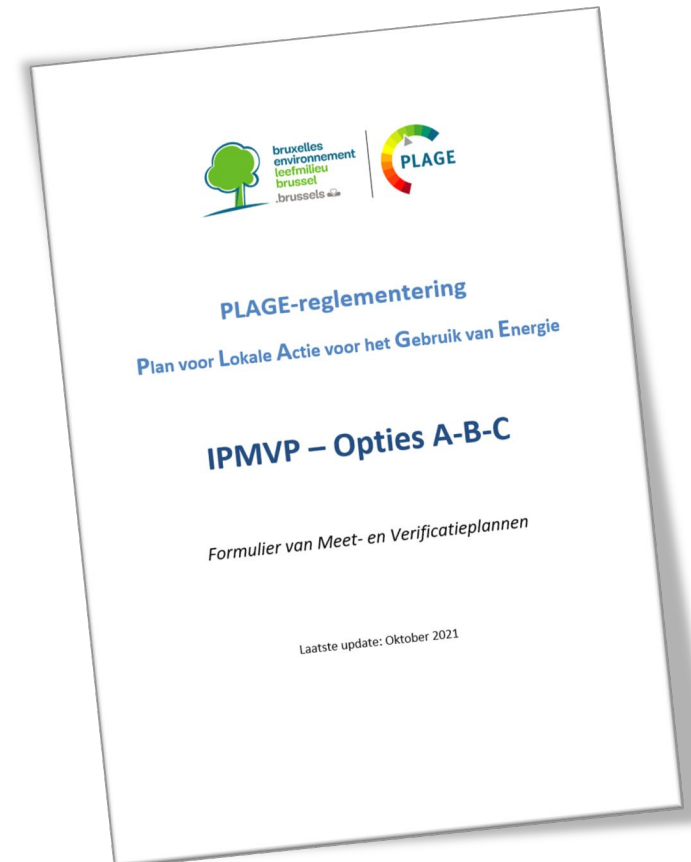
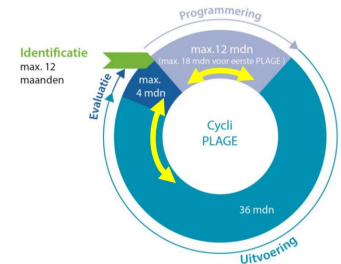
The screenshot shows the PLAGE platform interface. The left sidebar contains the PLAGE logo and navigation links: 'MESURAGE', 'PROGRAMMES D'ACTIONS', 'PIZZA BELGIUM', and 'New B'. The main content area is titled 'CYCLE : PLAGE 1' and 'Vue programme d'actions'. It displays two progress bars for 'Période de programmation' and 'Période de preuve'. Both show 'Bâtiments en cours de saisie' at 1/4 and 'Bâtiments complétés' at 1/4. A warning icon indicates that it is recommended to have 1 meter(s) reviewed by your PLAGE advisor. Below this, there is a table of buildings with buttons to 'ACCÉDER' to each one. On the right, a 'Bilan énergie' bar chart shows the energy balance, with a blue bar representing 'Économie (exprimée en énergie primaire)' and a dashed orange line representing 'Objectifs PLAGE'. A legend on the right explains the symbols: 'Économie (exprimée en énergie primaire)', 'Objectifs PLAGE', and 'Engagement indicatif (issu du programme d'action)'.

Fase “programmatie”

- ▶ M&V plan conform IPMVP
- ▶ Template beschikbaar(*)
- ▶ Keuzes maken & verantwoorden
 - Optie A, B, C, D)
 - Meetgrens
 - Onafhankelijke Variabelen
 - Statische factoren COVID-19
 - Energiemodellen
- ▶ Basisinformatie invoeren in PLAGE Platform

Fase “Evaluatie”

- ▶ M&V rapport opmaken conform M&V plan
- ▶ Resultaten invoeren in PLAGE Platform



(*) <https://leefmilieu.brussels/content/plage-reglementering-tools>

(*) <https://environnement.brussels/content/reglementation-plage-outils>



Baseline periode kiezen (12 maanden)

- ▶ 2018-2019: ok
- ▶ 2020-...: alleen als geen impact van Corona maatregelen
- ▶ 'Representatief' jaar

Energieverbruiken opzoeken of registreren

- ▶ Gas/brandstof: minimaal maandelijkse gegevens
- ▶ Elektriciteit: kwartuurdta

Onafhankelijke variabelen bepalen

- ▶ Basis voor energiemodellen
- ▶ Soms eenvoudig op te zoeken, moeten meestal niet gemeten worden
- ▶ Soms zelf te registreren

Statische factoren identificeren

- ▶ 'Non routine Events'
- ▶ Eénmalige aanpassingen indien nodig



Independent Variable

Parameter that is expected to change routinely and have a measurable impact on *Energy Consumption* and/or *Demand* of a system or facility.

Klimaat

- ▶ Graaddagen (koelen en verwarmen)
- ▶ Relatieve Vochtigheid
- ▶ Zoninstraling, wind
- ▶ ...

Gebruik van het gebouw

- ▶ Aantal bezoekers per maand
- ▶ Gemiddeld aantal medewerkers aanwezig
- ▶ Aantal maaltijden in de keuken
- ▶ ...

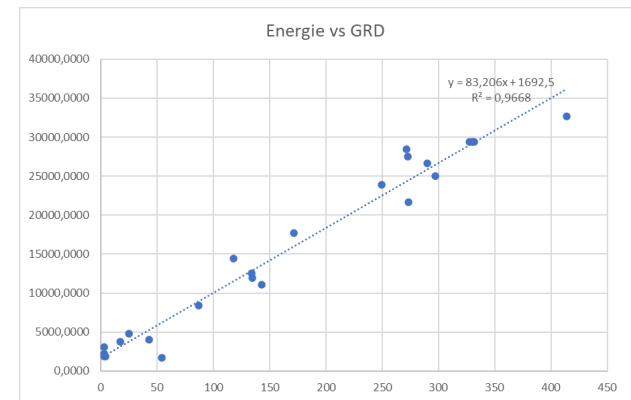
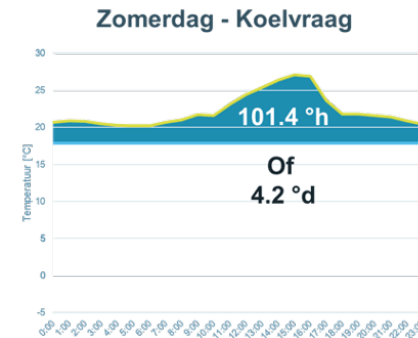
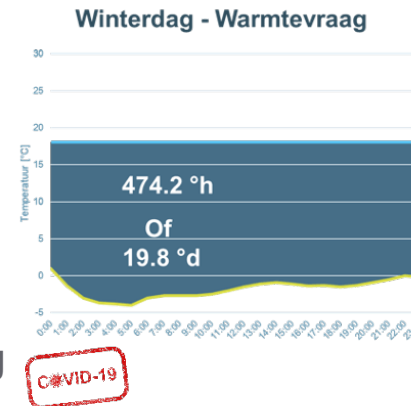
Om een model te kunnen maken



- ▶ Voldoende gegevens
- ▶ Voldoende 'variatie'

Model maken

- ▶ PLAGE rekenmodule → kiest zelf (klimaat)variabelen
- ▶ IPMVP methode → zelf vastleggen en model valideren + ok door revisor



Déviants :

nombre_déviants	déviants_supprimés	déviants_changés	pourcentage_modif
1	0	0	0 %

[Voir les stats exportes](#)

Sélection de l'étape du modèle backward :

step-1

Biais du modèle :

conso.brute_facture	conso.corrigée_prediction	conso.brute_prediction
789555.5945	7.276E-12	0

Statistiques générales du modèle :

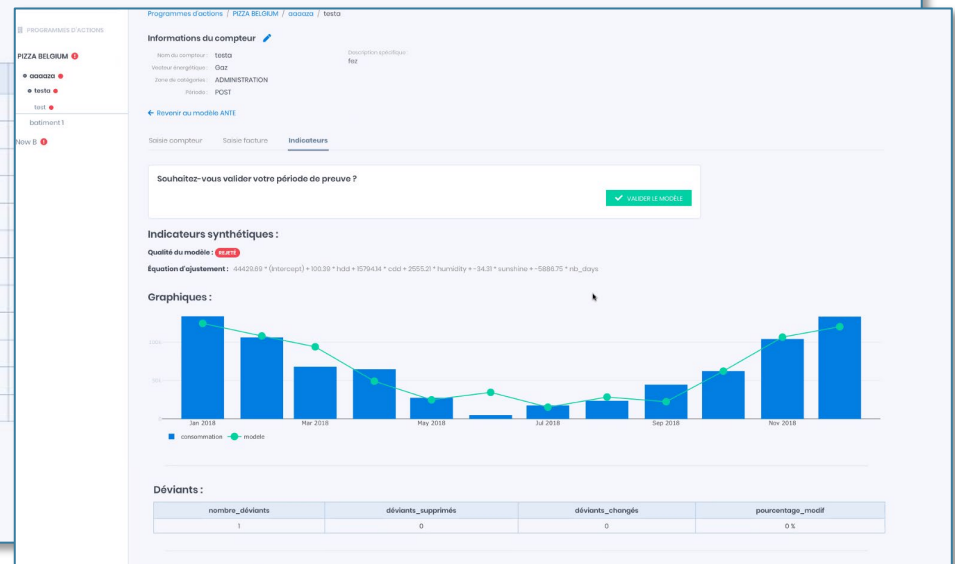
r2	RMSE	CVRMSE	excess_kurtosis	asymetrie	j_b	autocorrelation	press	p_white	current_model	phi	aic	qualite	press_rmse	cv_press_rmse
0.7847	20744.9672	0.3153	0.0356	-0.8574	1.471	-0.263	13549714320.922	0.9161		1.6198	278.2982	Rejeté	33602.711	0.5107

Variables indépendantes (stat-t) :

(Intercept)	hdd	cdd	humidity	sunshine	nb_days
0.1301	1.0872	1.1483	1.2981	-0.2827	-0.5591

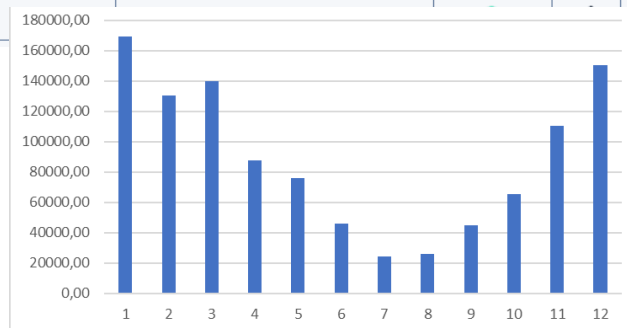
Résidus et assimilés :

date	conso	residus	residus.standardises
2018-01-01	133592.7093	9176.3181	0.5714
2018-02-01	106182.1423	-1851.8689	-0.289
2018-03-01	67937.7416	-25959.687	-2.2332
2018-04-01	64650.6671	15623.2646	0.8333
2018-05-01	27479.2907	2676.4116	0.2267
2018-06-01	4955.3329	-29576.244	-1.9408
2018-07-01	17485.4845	2237.3902	0.2864
2018-08-01	23504.2584	-4881.5787	-0.2864
2018-09-01	44451.3329	22081.9858	1.5121
2018-10-01	62164.7093	-48.5478	-0.0029
2018-11-01	103973.6671	-2573.3998	-0.1515
2018-12-01	133178.2584	13095.9557	0.7618



Période : ANTE

	Date_debut	Date_fin	Consommation_comptel	Deduction_autorisee	Justification_deduction	deviant	TPD	deviant_f
1	01/01/2019	29/01/2019	169362,94			●	✎	●
2	30/01/2019	25/02/2019	130434			●	✎	●
3	26/02/2019	27/03/2019	139555			●	=	●
4	28/03/2019	25/04/2019	87445			●	✎	●
5	26/04/2019	26/05/2019	75755			●	✎	●
6	27/05/2019	27/06/2019	46218			●	✎	●
7	28/06/2019	28/07/2019	24525			●	✎	●
8	29/07/2019	26/08/2019	25882			●	✎	●
9	27/08/2019	24/09/2019	44919			●	✎	●
10	25/09/2019	24/10/2019	65553			●	✎	●
11	25/10/2019	24/11/2019	110200			●	✎	●
12	25/11/2019	01/01/2020	150151			●	✎	●



Verwacht verbruik = 391 x GRD + 37396 kWh

Statistiques de base :

Qualité du modèle : **OK**

Équation d'ajustement : $37396.23 * (\text{Intercept}) + 391.34 * \text{hdd}$

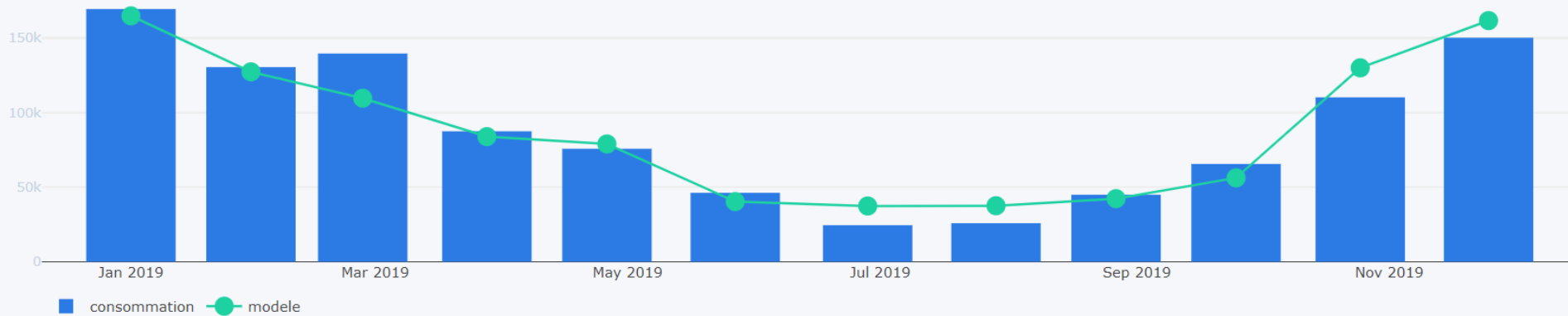
Lapériode de référencesaisie fait un an.

La date de début de lapériode de référencesaisie est conforme avec la date depériode de référencesaisie dans PLAGE.

La date de fin de lapériode de référencesaisie est conforme avec la date depériode de référencesaisie dans PLAGE.

Les données de lapériode de référencesont contigues.

Graphiques :



Koelgraaddagen, Aantal dagen, Zoninstraling, Vochtigheid hebben geen of te weinig significante invloed...

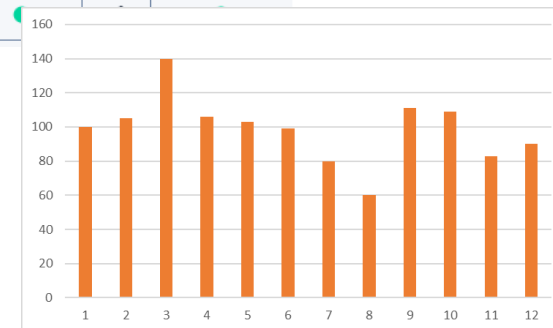
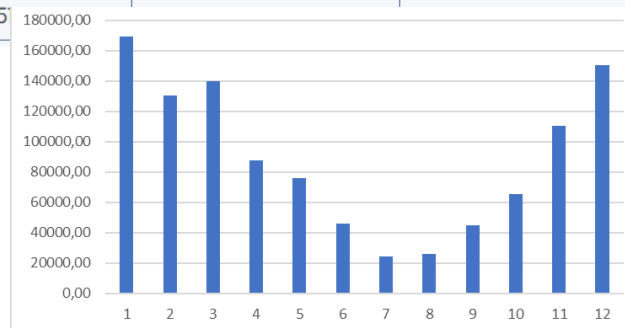
Variables indépendantes (stat-t) :

(Intercept)	hdd	cdd	humidity	sunshine	nb_days
2.8985	6.8545	-1.303	-2.0876	-2.266	-0.8138



Période : ANTE

	Date_debut	Date_fin	Consommation_compteu	Deduction_autorisee	Justification_deduction	deviant	TPD	deviant_f
1	01/01/2019	29/01/2019	169362,94			●	✎	●
2	30/01/2019	25/02/2019	130434			●	✎	●
3	26/02/2019	27/03/2019	139555			●	=	●
4	28/03/2019	25/04/2019	87445			●	✎	●
5	26/04/2019	26/05/2019	75755			●	✎	●
6	27/05/2019	27/06/2019	46218			●	✎	●
7	28/06/2019	28/07/2019	24525			●	✎	●
8	29/07/2019	26/08/2019	25882			●	✎	●
9	27/08/2019	24/09/2019	44919			●	✎	●
10	25/09/2019	24/10/2019	65553			●	✎	●
11	25/10/2019	24/11/2019	110200			●	✎	●
12	25/11/2019	01/01/2020	15015			●	✎	●



Verwacht verbruik = $372 \times \text{GRD} + 410 \times \text{Bezetting} - 718 \text{ kWh}$

Statistiques de base :

Qualité du modèle : OK

Équation d'ajustement : $372.85 * \text{hdd} + 410.39 * \text{Bezetting_Occupation} + -718.84 * \text{new_intercept}$

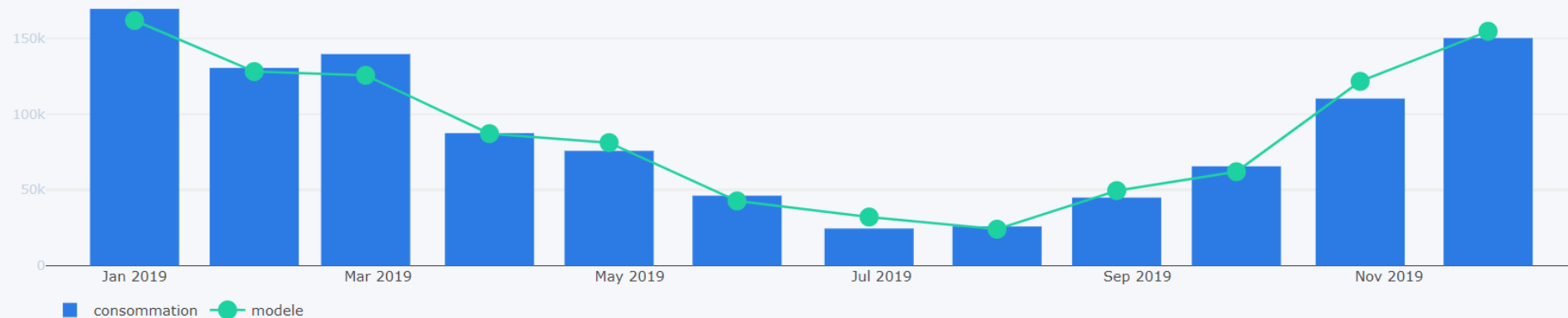
La période de référencesaisie fait un an.

La date de début de lapériode de référencesaisie est conforme avec la date depériode de référencesaisie dans PLAGE.

La date de fin de lapériode de référencesaisie est conforme avec la date depériode de référencesaisie dans PLAGE.

Les données de lapériode de référencesont contigues.

Graphiques :



Verwacht verbruik = $391 \times \text{GRD} + 37396 \text{ kWh}$

Statistiques de base :

Qualité du modèle : **OK**

Équation d'ajustement : $37396.23 * (\text{Intercept}) + 391.34 * \text{hdd}$

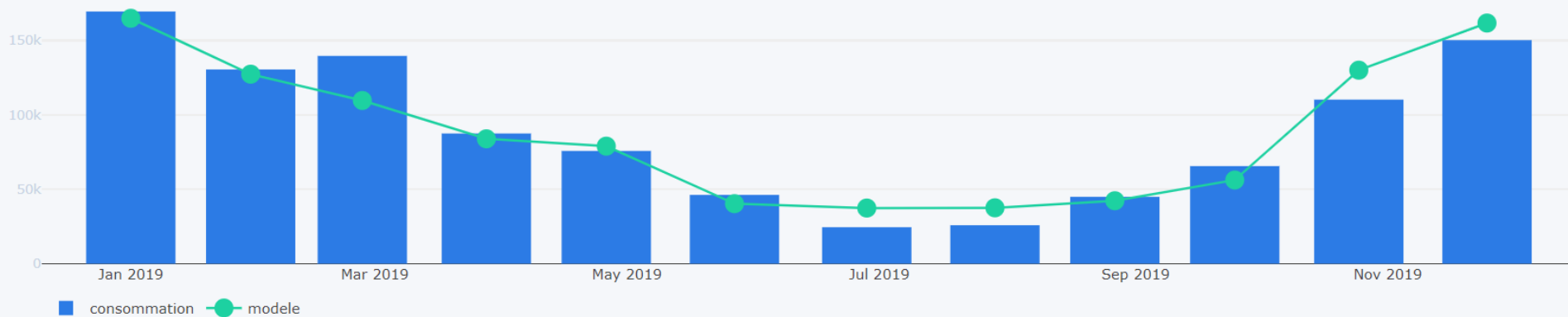
La période de référencesaisie fait un an.

La date de début de la période de référencesaisie est conforme avec la date de période de référencesaisie dans PLAGE.

La date de fin de la période de référencesaisie est conforme avec la date de période de référencesaisie dans PLAGE.

Les données de la période de référencesont contigues.

Graphiques :



Model 1

Statistiques générales du modèle :

r2	RMSE	CVRMSE	excess_kurtosis	asymetrie	jb	autocorrelation	press	p_white	current_model	phi	aic	qualite
0.9241	13794.1269	0.1547	0.2146	0.5473	0.6221	0.1653	2620690699.9891	0.3952	1	1.0713	266.6346	OK

Variables indépendantes (stat-t) :

(Intercept)	hdd
6.256	11.6124

Model 2

Statistiques générales du modèle :

r2	RMSE	CVRMSE	excess_kurtosis	asymetrie	jb	autocorrelation	press	p_white	current_model	phi	aic	qualite
0.9951	7383.8581	0.0828	-0.4983	0.3053	0.3105	-0.0323	815361847.1836	0.2047	1	1.1164	251.7716	OK

Variables indépendantes (stat-t) :

hdd	Bezetting_Occupation	new_intercept
20.3483	12.7034	



Static Factor

Those characteristics of a facility which affect *Energy Consumption* and *Demand*, within the defined *Measurement Boundary*, that are not expected to change, and were therefore not included as independent variables. If they change, *Non-routine Adjustments* need to be calculated to account for these changes.

Gebouweigenschappen

- ▶ Verwarmde vloeroppervlakte
- ▶ Binnenklimaat of –comfort
 - Temperatuur
 - Ventilatie debieten of –strategie
- ▶ Functiewijziging (bvb vergaderzaal → kantoor)
- ▶ ...

COVID-19

Externe factoren

- ▶ Special events
- ▶ Eenmalige (grote) wijzigingen in gebruik

→ Meestal in het kader van een ‘non-routine event’



Efficiency
Valuation
Organization

IPMVP APPLICATION GUIDE ON NON-ROUTINE EVENTS & ADJUSTMENTS

INTERNATIONAL PERFORMANCE MEASUREMENT AND
VERIFICATION PROTOCOL®

October 2020

EVO 10400 – 1:2020



IPMVP APPLICATION GUIDE ON NON-ROUTINE EVENTS & ADJUSTMENTS

INTERNATIONAL PERFORMANCE MEASUREMENT AND
VERIFICATION PROTOCOL®

October 2020

EVO 10400 – 1:2020

Niet-Routine 'Events' detecteren

- ▶ Onderscheid tussen tijdelijke en permanente aanpassingen

Meest voorkomende manieren om aanpassingen te doen

- ▶ Data negeren 
- ▶ Tussentellers gebruiken
- ▶ Baselinemodel opnieuw definiëren 
- ▶ Regressiemethode
- ▶ Gekalibreerde simulatie
- ▶ Berekeningen (uitzondering!!)

Andere oplossingen

- ▶ 'Backcasting'
- ▶ 'Chaining'
- ▶ Verander van Optie (C → A)





- ▶ PLAGE...
 - ...is eigenlijk 'code van goede praktijk'
 - ...volgt de plan-do-check-act methode
- ▶ Start NU (eigenlijk vorig jaar...) en registreer minimaal maandelijks
 - Energieverbruiken
 - Alle parameters die invloed (kunnen) hebben op het energieverbruik
- ▶ Standaardmethode of IPMVP ?
 - Meeste gebouwen: standaard
 - Rekentool zoekt zelf het beste model obv standaard variabelen
 - Beperkte mogelijkheid om extra variabelen toe te voegen
 - Speciale gevallen: IPMVP
 - Verhuis, grote aanpassingen, ...
 - Steeds ok van PLAGE revisor nodig
 - Zoek ondersteuning bij een CMVP (PMVA of PMVE)



Sven WUYTS

- ▶ Factor4
- ▶ + 32 475 37 03 08
- ▶ sven.wuyts@factor4.eu



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

