

PLAGE OPLEIDING

De rol de Plage Revisoren
en
de basis van M&V

bruxelles environnement
leefmilieu brussel
.brussels

JEAN-BENOIT VERBEKE– 16 NOVEMBER 2026

WAAROVER WIL IK HET HEBBEN?

Revisoren

- Wie zijn de revisoren?
- Rol van de revisoren in de verschillende PLAGE fases
- Enkele tips

Meting en Verificatie (M&V)

- IPMVP?
- To IPMVP or not to IPMVP?
- Onzekerheid in de berekening van de besparingen
- Bonus/Malus

PLAGE REVISOREN

- Onafhankelijk
  - Géén PLAGE-coördinator of technisch consulent bij een organisatie
- Specifieke opleiding PLAGE regelgeving
- Opleiding in het IPMVP-protocol:
  - PMVA: Performance Measurement and Verification Analist (Vroeger ‘CMVP’)
  - PMVE: Performance Measurement and Verification Expert
- Door Leefmilieu Brussel via overheidsopdracht aangesteld en vergoed

REVISOREN TEAM

Kristof Descheemaeker (NL/FR)

Sven Wuyts (NL/FR)

Luc Welfringer (FR)

Ophélie Gemond (FR)

Maxime Daviau (FR)

Jean-Benoit Verbeke (FR/NL)

PLAGE

Plan Local d'Action pour la Gestion Énergétique

Plan voor Lokale Actie voor het Gebruik van Energie

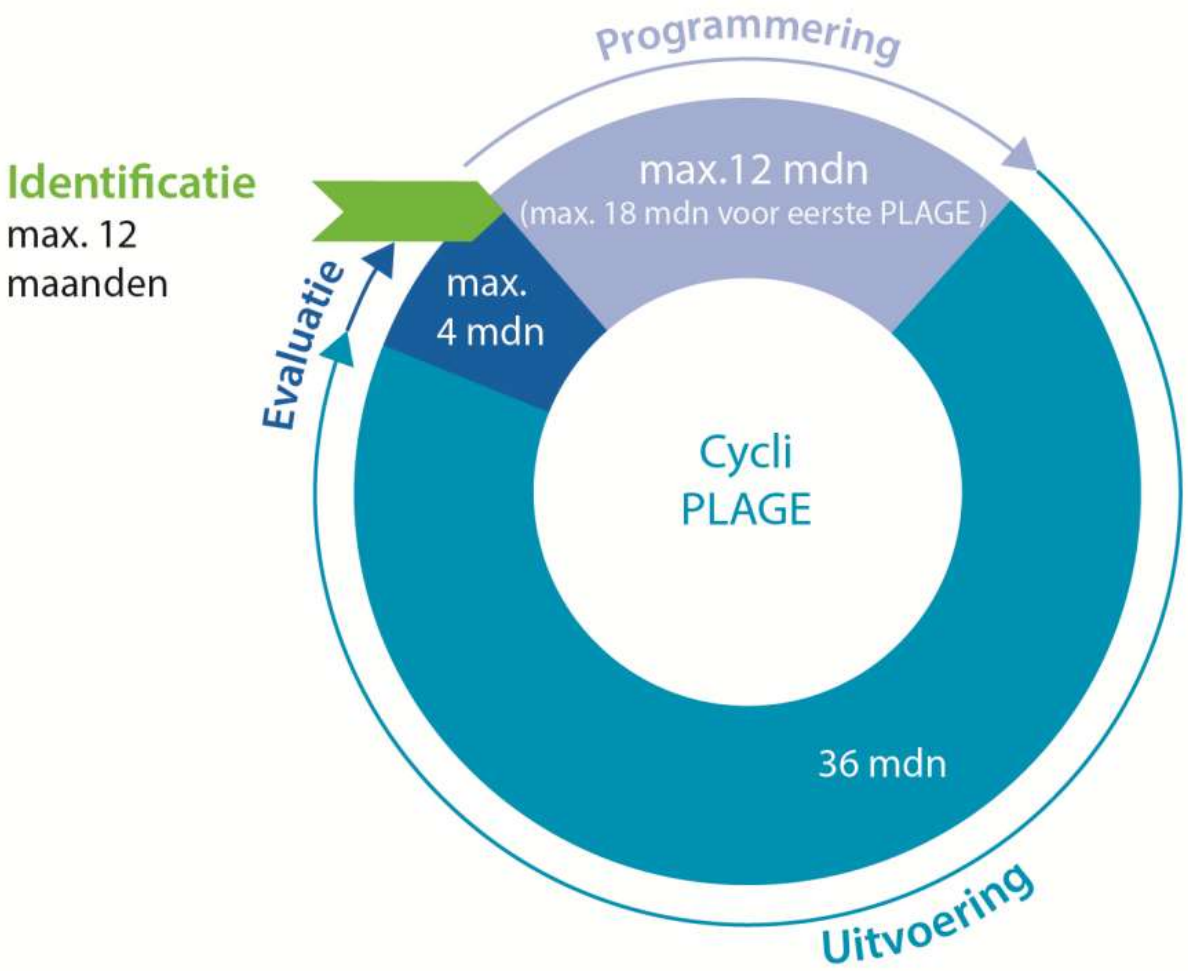







ROL VAN DE REVISOR

- Fase 1: programmering
  - Beoordeling actieprogramma
  - Verslag met aanbevelingen aan LB
- Fase 2: uitvoering
  - Opvolgen van de stand van zaken
  - Eventueel plaatsbezoeken
  - Advies in verband met M&V
- Fase 3: evaluatie
  - Eindevaluatieverslag nakijken
  - Verslag met aanbevelingen aan LB



EVALUATIE ACTIEPROGRAMMA

- Proces:
  - Aanvullen informatie Platform PLAGE door de coördinator
  - Actieprogramma opmaken (AP)
  - incl. M&V documentatie (i.f.v. Standaardmethode of IPMVP)
  - Eventueel vragen voor toelichting van de revisor
  - Beoordeling revisor

- Resultaat:
  - Verslag van de revisor met advies
  - Te bezorgen aan Leefmilieu Brussel
  - Basis voor beslissing “OK” voor volgende fase

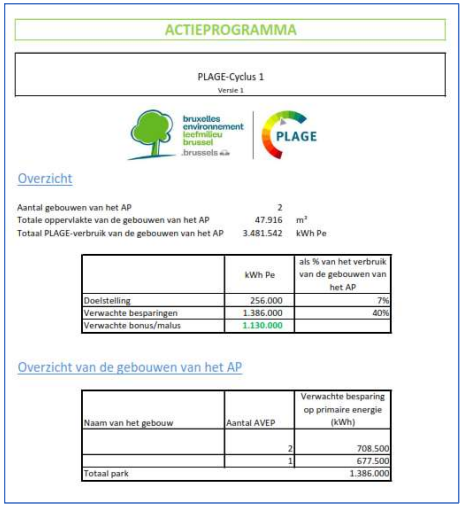




EVALUATIE ACTIEPROGRAMMA

De beoordeling gebeurt op vlak van:

- Energieverbruiken
  - Controle van het energiekadaster
  - Validatie van het referentieverbruik en de onzekerheden in de berekeningen
- Energiebesparingen
  - Relevantie van de voorgestelde energiebesparingsacties
  - Controle van de haalbaarheid van de verwachte energiebesparing
- M&V aanpak
  - Conformiteit van de M&V plannen met IPMVP
  - Uitzonderingen
- Niet behalen van bepaalde doelstellingen
  - Evaluatie van de verantwoording voor het niet behalen



ACTIEPROGRAMMA

PLAGE-Cyclus 1
Versie 1

Overzicht

Aantal gebouwen van het AP	2	
Totale oppervlakte van de gebouwen van het AP	47.916	m²
Totaal PLAGE-verbruik van de gebouwen van het AP	3.481.542	kWh Pe

	kWh Pe	als % van het verbruik van de gebouwen van het AP
Doelstelling	256.000	7%
Verwachte besparingen	1.386.000	40%
Verwachte bonus/malus	1.130.000	

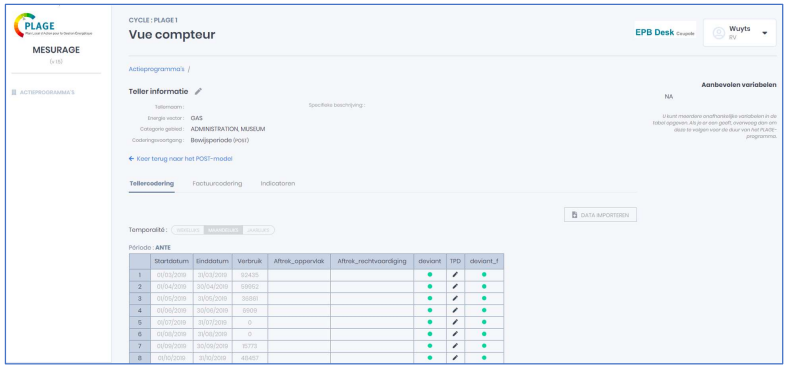
Overzicht van de gebouwen van het AP

Naam van het gebouw	Aantal AVEP	Verwachte besparing op primaire energie (kWh)
	2	708.500
	1	677.500
Totaal park		1.386.000



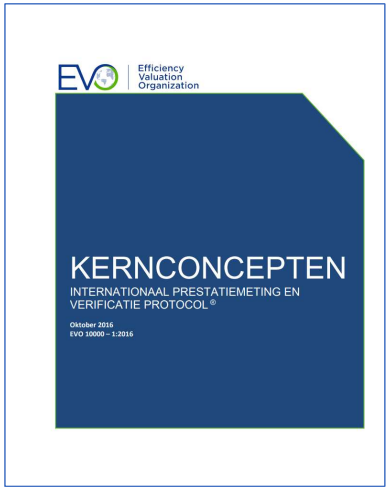
STANDAARD OF IPMVP METHODE

- Standaardmethode
  - Meetplatform voorzien door Leefmilieu Brussel
  - ✓ Data aan te vullen als deel van het Actieprogramma
  - Lijkt op IPMVP
  - Alle ‘regels’ uit IPMVP zijn in de software verwerkt
  - ✓ Mag niet altijd gebruikt worden



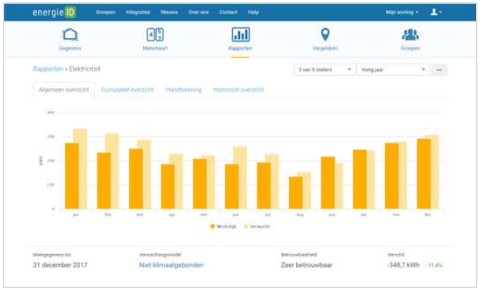
- « IPMVP » methode
  - M&V volledig door de organisatie voorzien
  - Deel van het Actieprogramma!
  - ✓ Volledig conform IPMVP
  - ✓ Een M&V plan voor elk gebouw
  - Een M&V rapport voor elk gebouw
  - Basisresultaten in het Meetplatform





UITVOERINGSFASE

Opvolging van het dossier bestaat uit:



- Regelmatige terugkoppeling over de stand van zaken
  - Op initiatief van de revisor of de organisatie
  - Via mail of telefonisch
  - Timing hangt af van de planning van de uitvoering
  - Status uitvoering maatregelen, energiemonitoring, M&V, etc.
- Plaatsbezoeken
  - Enkel indien nodig geacht door de revisor
  - Bij twijfel of onduidelijkheden in verband met M&V
- Advies in verband met M&V
  - Op expliciete vraag van de organisaties
  - Punctueel advies, in verband met specifieke elementen uit het M&V plan
  - Bijvoorbeeld: Niet-routine aanpassingen, problemen met monitoring (missing data), …

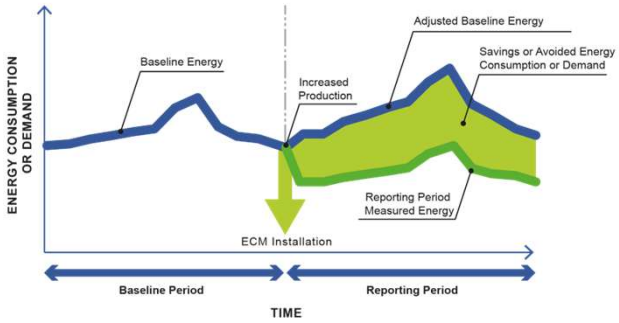


EVALUATIEFASE

Finale evaluatie door de revisor bestaat uit:

- Eindevaluatieverslag nakijken
  - Conformiteit M&V rapport(en)
  - Correctheid berekeningen en analyses
  - Realisatie van de doelstellingen

- Verslag met aanbevelingen aan LB
  - Dient als basis voor bevestiging van het behalen van de doelstellingen



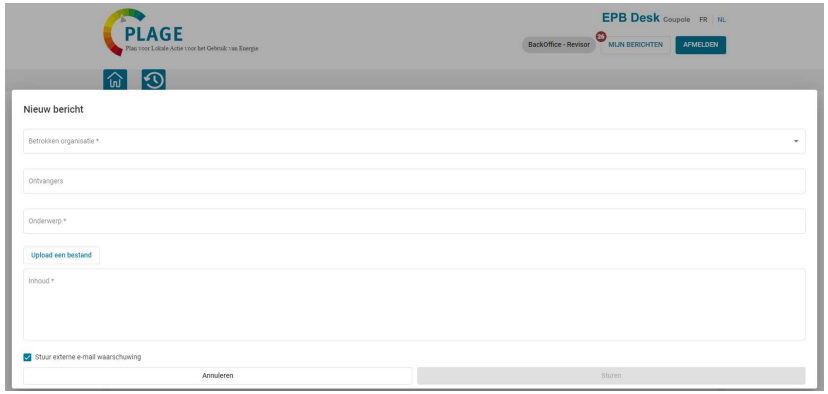




AANSTELLING VAN UW REVISOR

Op het einde van fase 0: identificatie

- Toewijzing van de revisor voor uw dossier
  - NL/FR
  - Eventueel specifieke expertise
- Communicatie via platform plage.brussels
  - Rechtstreekse contactgegevens
  - Steeds bereikbaar (of vervanger)
  - Antwoord binnen 24u
  - Elke revisor heeft een backup



TIPS VAN DE REVISOREN: ALGEMEEN

- Start op tijd met het verzamelen van energiedata
  - Maandelijks, liefst wekelijks
  - Automatische registratie
- Verzamel ook andere data
  - Variabelen die invloed hebben op het energieverbruik
  - Bezetting, productievolumes, aantal gebruikers, …
- Focus je maatregelen op enkele gebouwen met veel energiebesparingspotentieel
- Stem op tijd af met BE over uitzonderingen en speciale gevallen
- Lees (en herlees) de gebruikershandleidingen van de platformen
- Gebruik unieke namen en/of codes voor gebouwen en tellers
- Wees niet bang voor de IPMVP methode, ze biedt veel mogelijkheden

TIPS VAN DE REVISOREN: ACTIEPROGRAMMA

- Werk systematisch
  - Kies unieke namen en codes voor de gebouwen en tellers
  - Hanteer ‘logische’ namen en evt. codes voor de geplande acties
  - Gebruik in alle platformen/plannen/rapporten/nota’s dezelfde namen en codes
  - Zorg voor coherentie in uw dossier
- Begrijp uw energiemodellen
  - Visualiseer de relatie tussen energieverbruik en de gekozen invloedsfactoren
  - Verwerf inzicht in het (fysisch) gedrag van uw gebouwen
- Zorg ervoor dat de revisor uw dossier snel kan ‘begrijpen’
  - Zet u in de plaats van uw revisor, die uw gebouwen (nog) niet kent
  - Maak een duidelijk overzicht van de gebouwen, zones, meters en energieverbruikers
  - Bezorg voldoende (maar niet teveel) bijlagen bij uw actieprogramma:
    - Pragmatische, gestructureerde en voldoende gedetailleerde informatie (géén ‘datadump’ aub)
    - Vermeld steeds de basisinformatie over de acties in het veld “Berekeningshypothesen”
    - In editeerbaar formaat (excel bijvoorbeeld), niet in PDF

BASIS VAN M&V

M&V?

Standaardmethode en IPMVP methode

Wat is IPMVP?

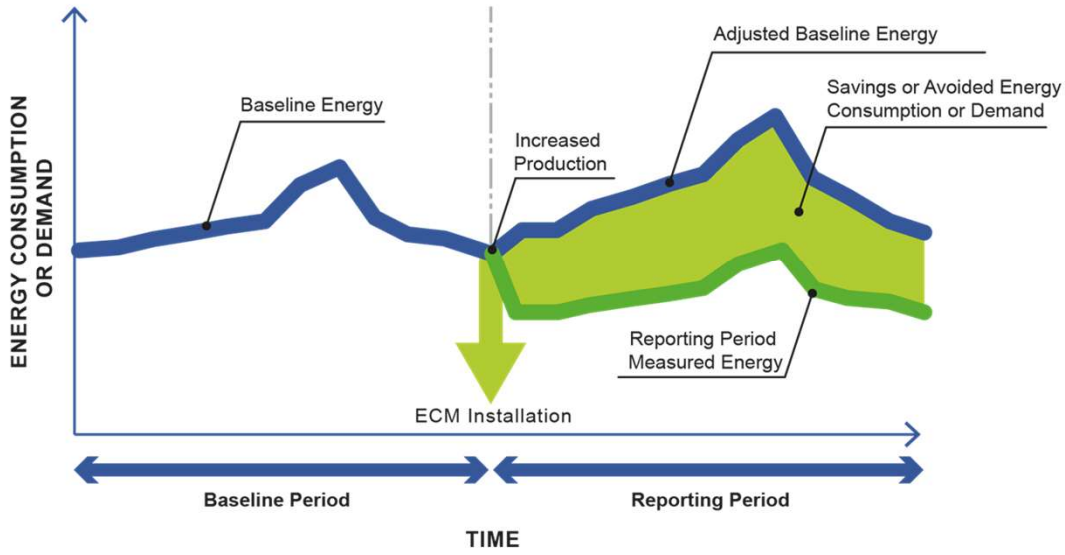
Wanneer gebruik je de IPMVP methode?

Waarom is de onzekerheid van je berekeningen belangrijk?

Hoe zit het met bonus/malus bij de evaluatie?

METING EN VERIFICATIE (M&V)?

- We willen iets meten wat er niet meer is…
- Vergelijking van het verbruik voor en na de acties
- Rekening houden met veranderende omstandigheden (klimaat, gebruik, …)



PLAGE: STANDAARDMETHODE VS IPMVP METHODE

PLAGE
Plan Local d'Action pour la Gestion Énergétique

MESURAGE



Standaardmethode

- Eenvoudige methode
- Automatisch, 'zonder' nadenken
- Breed toepasbaar, maar niet overal
- Meetplatform beheerd door Leefmilieu Brussel

IPMVP methode

- Krachtige en flexibele methode
- Vergt goede expertise in M&V
- Overal toepasbaar
- Berekeningen beheerd door het organisme

Gebaseerd op de principes van IPMVP

100% conform IPMVP

PLAGE: STANDAARDMETHODE VS IPMVP METHODE

PLAGE
Plan Local d'Action pour la Gestion Énergétique

MESURAGE

Standaardmethode

- Meetplatform van Leefmilieu Brussel
- Verbruiksgegevens invoeren
- Reviseur controleert het resultaat



IPMVP methode

- Berekeningen door het organisme
- M&V plannen per gebouw en globaal
- M&V rapporten
- Reviseur controleert de conformiteit met IPMVP

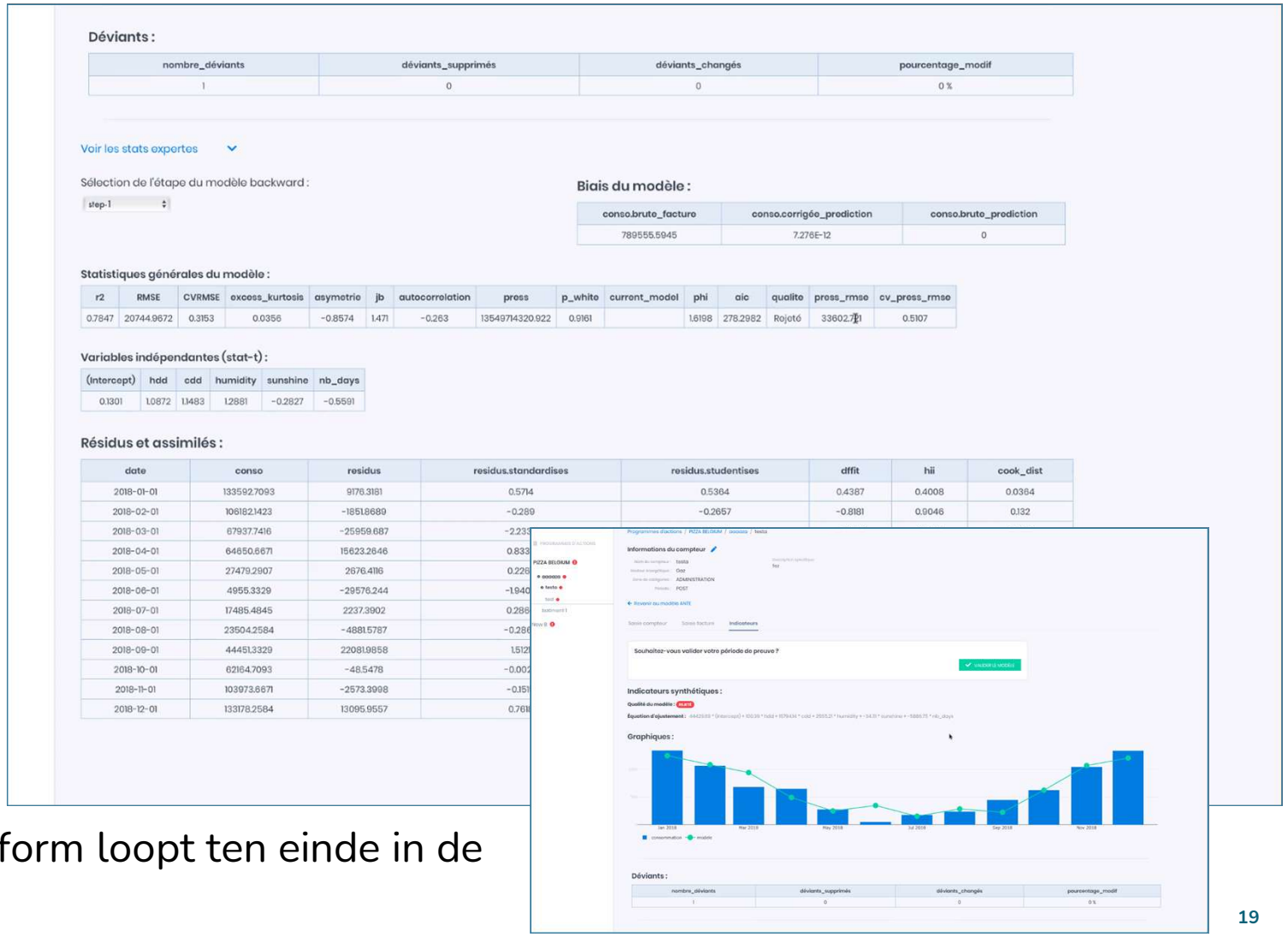
STANDAARDMETHODE

In de programmatiefase (voor de AVEP):

- Referentieperiode
- Verbruiksgegevens invoeren voor elke meter in het gebouw
- Andere variabelen invoeren (bvb bezetting van het gebouw)
- Modelleren van het energetisch ‘gedrag’ van het gebouw
- Validatie van de modellen
- Berekening van de onzekerheid op de verwachte winst

- Berekening van de globale onzekerheid
- Vergelijking met de doelstelling

MEETPLATFORM



Déviants :

nombre_déviants	déviants_supprimés	déviants_changés	pourcentage_modif
1	0	0	0 %

Voir les stats expertes

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	jb	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	33602.721	0.5107

Variables indépendantes (stat-t) :

(Intercept)	hdd	cdd	humidity	sunshine	nb_days
0.1301	1.0872	1.1483	1.2881	-0.2827	-0.5591

Résidus et assimilés :

date	conso	residus	residus.standardises	residus.studentises	dffit	hii	cook_dist
2018-01-01	1335927.093	9176.3181	0.5714	0.5364	0.4387	0.4008	0.0364
2018-02-01	1061821.423	-1851.8689	-0.289	-0.2657	-0.8181	0.9046	0.132
2018-03-01	879377.416	-25959.687	-2.233				
2018-04-01	646501.6671	15623.2646	0.833				
2018-05-01	274792.2907	2676.4116	0.226				
2018-06-01	49553.3329	-29576.244	-1.940				
2018-07-01	174854.8845	2237.3902	0.288				
2018-08-01	235042.2584	-4881.5787	-0.286				
2018-09-01	444513.3329	22081.9858	1.512				
2018-10-01	621647.093	-48.5478	-0.002				
2018-11-01	1039736.671	-2573.3998	-0.151				
2018-12-01	1331782.584	13095.9557	0.761				

Ontwikkeling van het platform loopt ten einde in de lente van dit jaar

STANDAARDMETHODE

In de evaluatiefase (na de AVEP):

- Verbruiksgegevens invoeren voor elke meter in het gebouw
- Andere variabelen invoeren (bvb bezetting van het gebouw)
- Modelleren van het energetisch ‘gedrag’ van het gebouw, na de AVEP
- Toepassen van het gewenste model (ANTE of POST)
- Berekening van de winst voor elke meter (Ef en Ep)
- Berekening van de onzekerheid op de berekende winst

- Berekening van de globale winst + de globale onzekerheid
- Normalisatie en vergelijking met de doelstelling

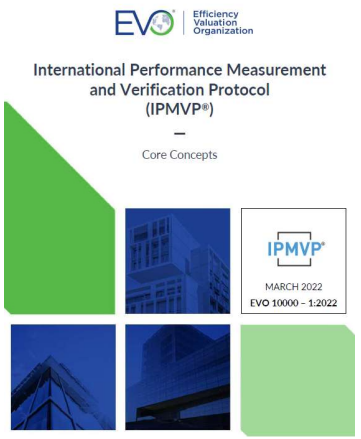
IPMVP

- 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

- PMVA: “Performance Measurement and Verification Analist”
  - Training door EVO
  - Vroeger “CMVP”
  - Kent en gebruikt de IPMVP methoden en terminologie

PMVA™
PERFORMANCE MEASUREMENT AND VERIFICATION ANALYST



ENKELE CONCEPTEN UIT IPMVP

Meetgrens

Optie A, B, C (of D)

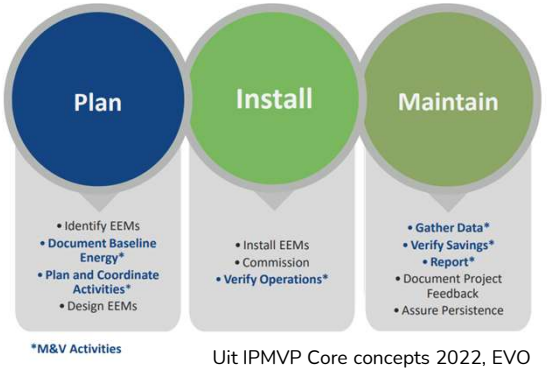
Onafhankelijke variabelen

Statische factoren

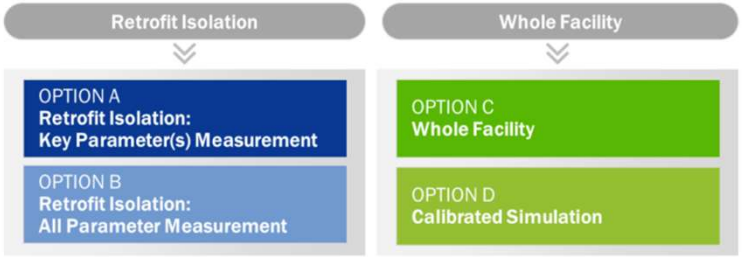
Energiemodellen en hun nauwkeurigheid

IPMVP conform M&V plan

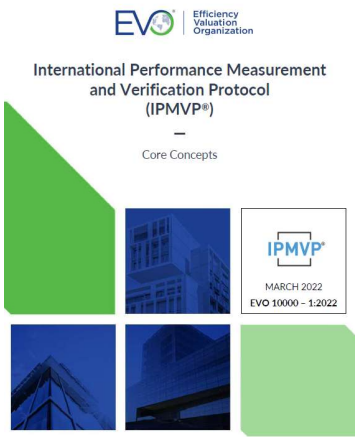
…



Uit IPMVP Core concepts 2022, EVO



Uit IPMVP Core concepts 2022, EVO



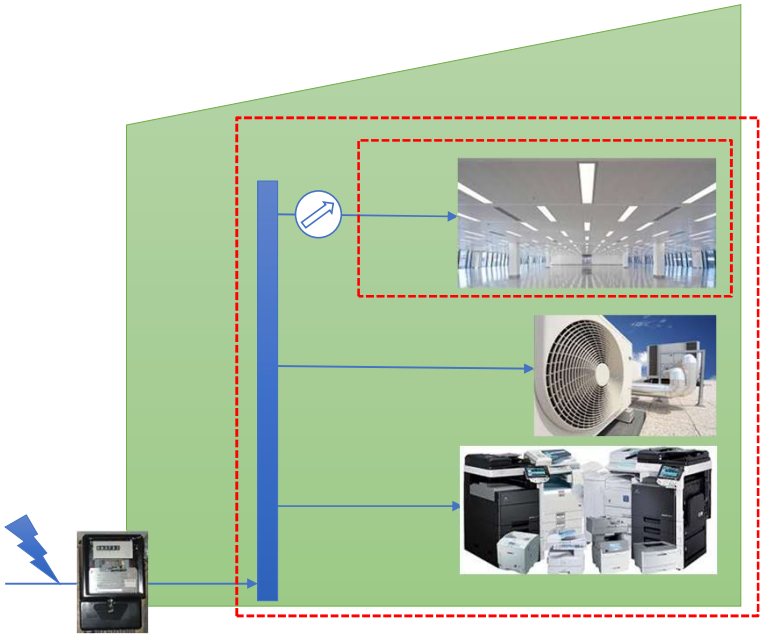
MEETGRENS

Volledig gebouw (site, facility, …)

Geïsoleerde maatregel

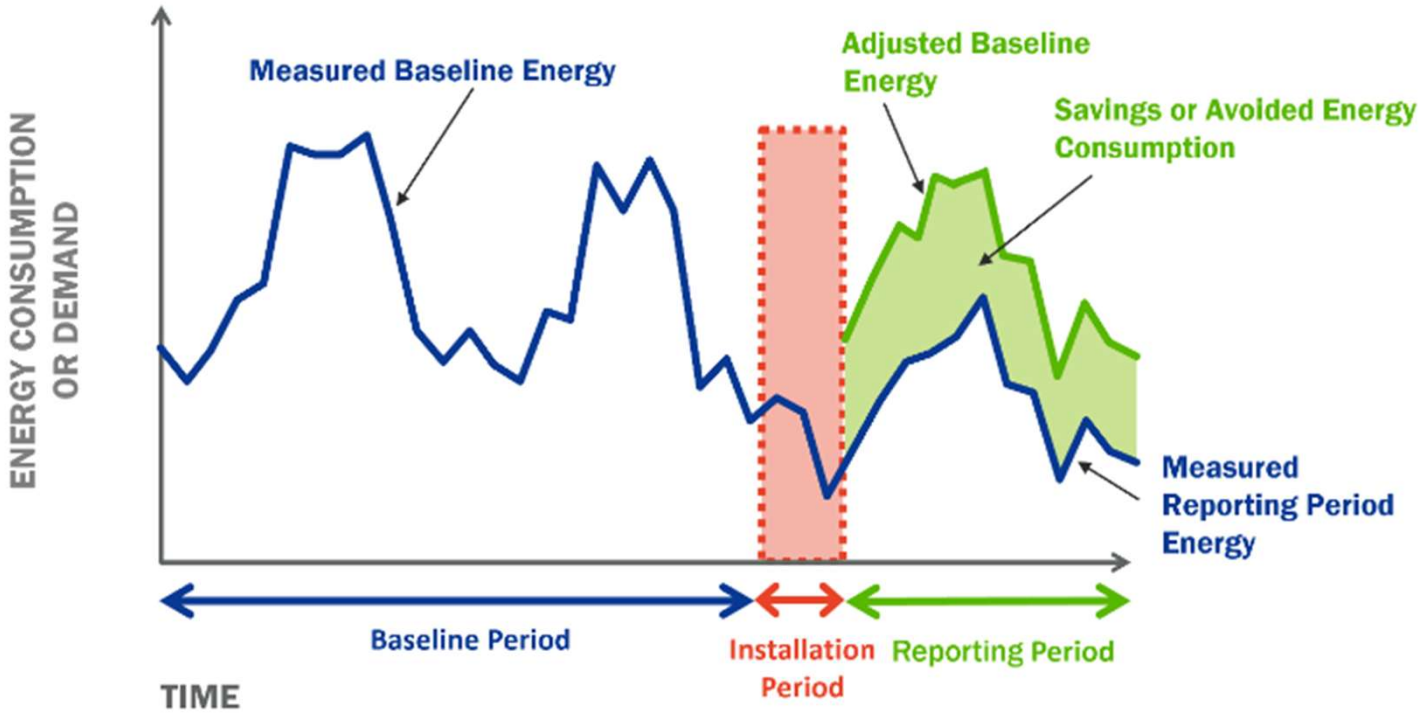
Bepaalt welke optie (A, B, C, …)

! Interactieve effecten



AANPASSINGEN

Savings = (Baseline Period Energy – Reporting Period Energy) ± Adjustments



Uit IPMVP Core concepts 2022, EVO

INVLOEDSFACTOREN

Routine aanpassingen
Onafhankelijke variabelen

- Weer (Graaddagen, zonlicht, wind, RH, …)
- Productievolumes
- Aantal bezoekers
- …

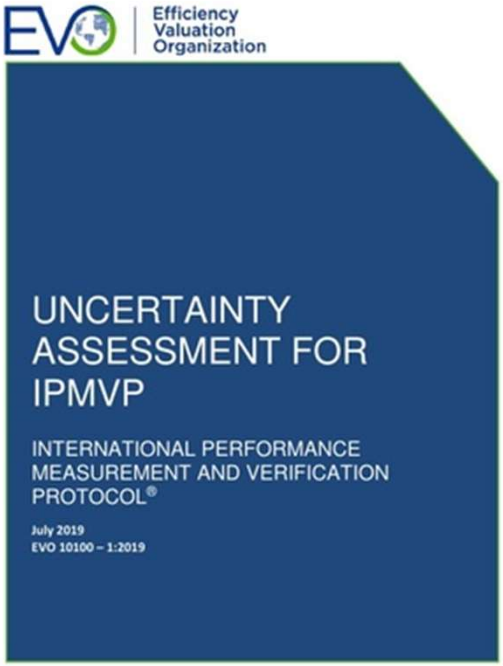
Niet-routine aanpassingen
Statische factoren

- Grootte gebouw (m^2)
- Andere energiebesparende maatregelen
- Gebruik van het gebouw
- Binnenklimaat (extra ventilatie bvb…)
- …

Factoren zo goed mogelijk vastleggen en monitoren

ENERGIEMODELLEN

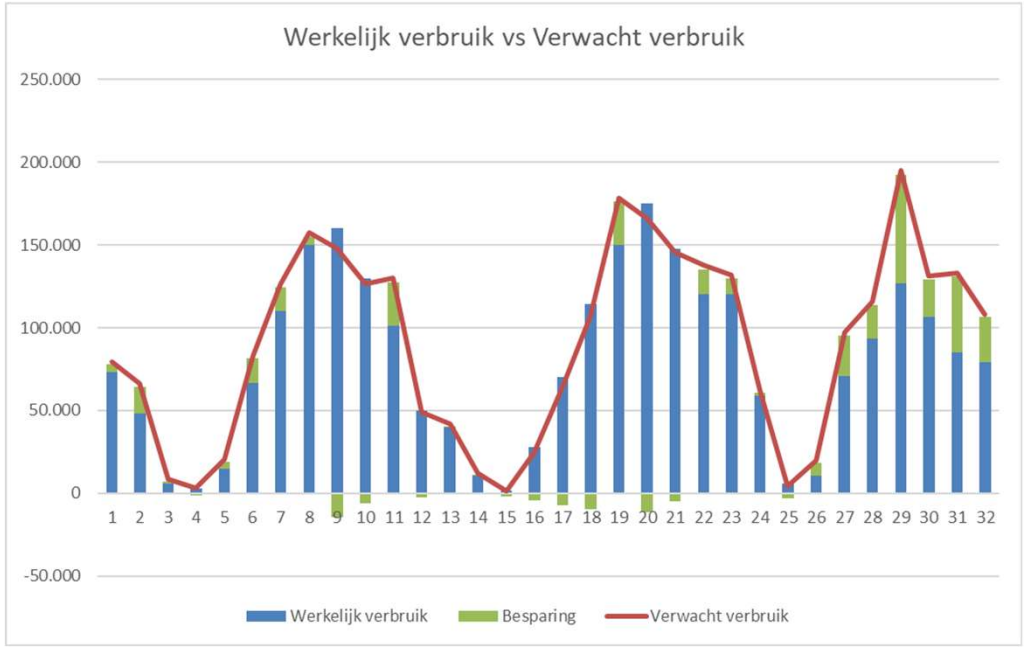
- Veel verschillende methodes
  - Regressie
  - ‘Advanced’ M&V
- Onzekerheid is van belang!
  - Statistisch gegeven, bepaald door
    - Kwaliteit van de beschikbare data
    - Variatie van de data
    - Mate waarin relevante, verklarende en onafhankelijke variabelen gevonden worden
- Transparantie



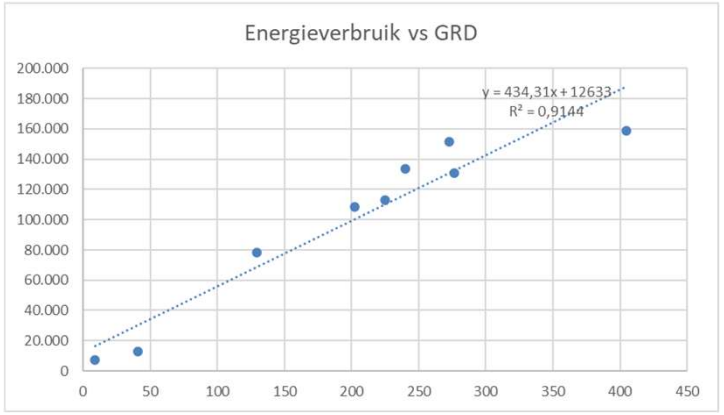
VOORBEELD

- Energieverbruik maand =
  434 kWh x GRD maand + 12633 kWh





Factor4, 2022



Factor4, 2022

IPMVP CONFORM 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



TO IPMVP OR NOT TO IPMVP?

Belangrijkste redenen om de IPMVP methode te gebruiken:

- Anticiperen op onverwachte wijzigingen en discussies vermijden
- Besparing meten op het niveau van een maatregel
- Meer keuzevrijheid op vlak van meetfrequentie
- Flexibiliteit op vlak van energiemodellering

Wanneer bijvoorbeeld?

- Bij verhuis naar een ander gebouw
- In complexe gebouwen, met veel ‘niet-Plage’ zones
- Als je verwacht dat de omstandigheden (behalve klimaat) zullen veranderen

AANDACHTSPUNTEN BIJ IPMVP METHODE

- Vereist een CMVP, PMVA,PMVE-gecertificeerde persoon (binnen of buiten de organisatie)
- Doorgedreven analyse door de revisor: goed gedocumenteerd M&V plan nodig
- M&V-kosten (héél erg afhankelijk van de complexiteit van het dossier)



PLAGE-reglementering

Plan voor Lokale Actie voor het Gebruik van Energie

Gids PLAGE M&V

Regels en gebruiksmethode

van het IPMVP-protocol in het kader van de PLAGE-reglementering

Laatste versie: Maart 2023

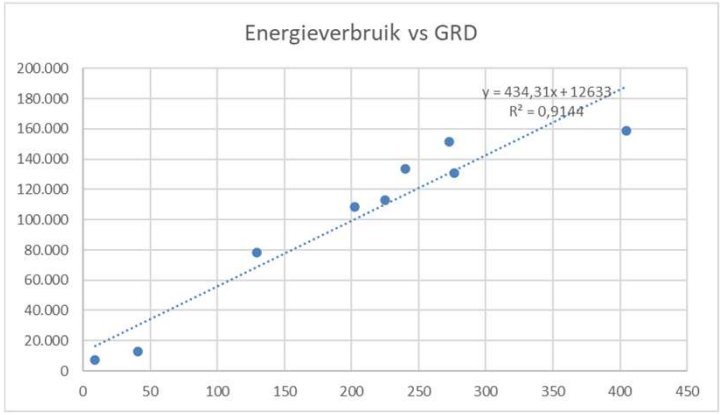
ONZEKERHEID

M&V is onderworpen aan onzekerheid:

- Nauwkeurigheid van de meters (meestal relatief beperkt)
- Betrouwbaarheid van de energiemodellen
- Combinatie van onzekerheden in een groot gebouwenpark

In PLAGE moeten we dus (met de standaardmethode of in je eigen M&V plan/rapport)

- Onzekerheden berekenen
- De combinatie maken van alle onzekerheden



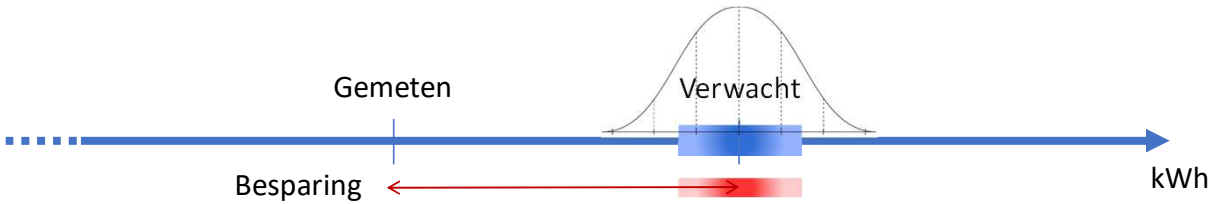
Factor4, 2022

BETROUWBAARHEID VAN EEN ENERGIEMODEL

Nauwkeurigheid van een Energiemodel

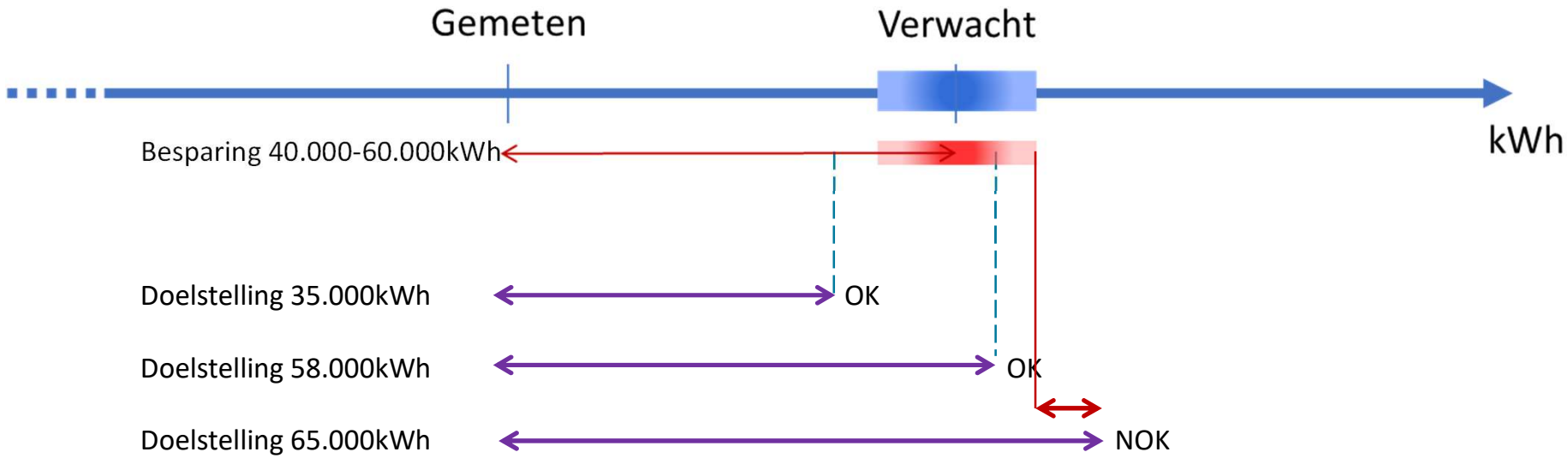
- Standaardfout (RMSE) van de voorspelling van het baseline verbruik
- Betrouwbaarheidsniveau (kies bvb 90%)
- Betrouwbaarheidsinterval (bvb 5%)

- 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.”



ONZEKERHEID BIJ PLAGE

- Combinatie van onzekerheid van alle metingen
- Check met de maximaal toegelaten tolerantie
- Vergelijking met uw doelstelling→ bonus/malus



CONCLUSIE

- Bereid uw dossier goed voor zodat de revisor het makkelijk kan begrijpen
- Lees (en herlees) de gebruikershandleidingen van de platformen
- De standaardmethode is erg krachtig, gebruik in speciale gevallen de IPMVP methode
- Kwaliteitsvolle data zorgen voor minder onzekerheid en dus minder discussie bij de evaluatiefase
- Houd je ‘statische factoren’ in het oog!