

Akkumulátoros energiatárolási módok és hibrid rendszerek alkalmazása

*Előadó: Sándor László
termékmarketing menedzser
HUNTRACO Zrt.*

*Zöld Fordulat Szakmai Nap
2021. Február 18.*



Energiatárolás – A JÖVŐ

- Ha rákeresünk a neten a következő mondatokkal találkozunk:

A következő technológiai forradalom az energiatárolás lesz.

Az energiatárolás

A dekarbonizált energiarendszerre történő átállás létfontosságú eleme

Az energiatárolás elhozhatja a nap- és szélenergia végső győzelmét

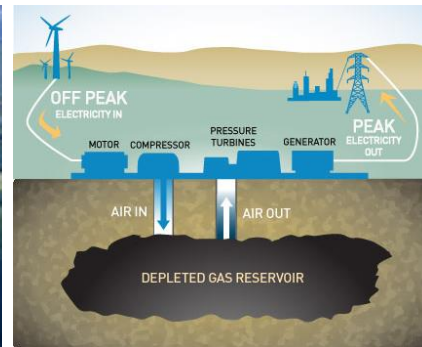
Az elektromobilitás és a megújuló energiatermelés terjedése kapcsán rendszeresen felmerül, hogy ezt **a hálózat nem fogja bírni**, maximum addig működhet, ameddig ilyen alacsony arányban vannak jelen a piacon. A beszélgetésbe itt szoktak beszivárogni az akkumulátoros energiatárolók, amelyek

Egyértelműen látszik, hogy korunk egyik legfontosabb kérdése a gazdaságos energiatárolás megoldása.



Energiatárolási lehetőségek

- Szivattyú-tározós erőmű
- Lendkerekes energiatárolás
- Sűrítettlevegős
- Elektromos
- Akkumulátoros
 - Ólomsavas
 - Ni-MH (Nikkel-metál-hydríd)
 - Li-Io (Lítium-ion)
 - Nátrium-kén
 - Áramlásos akkumulátor
 - Hidrogénes

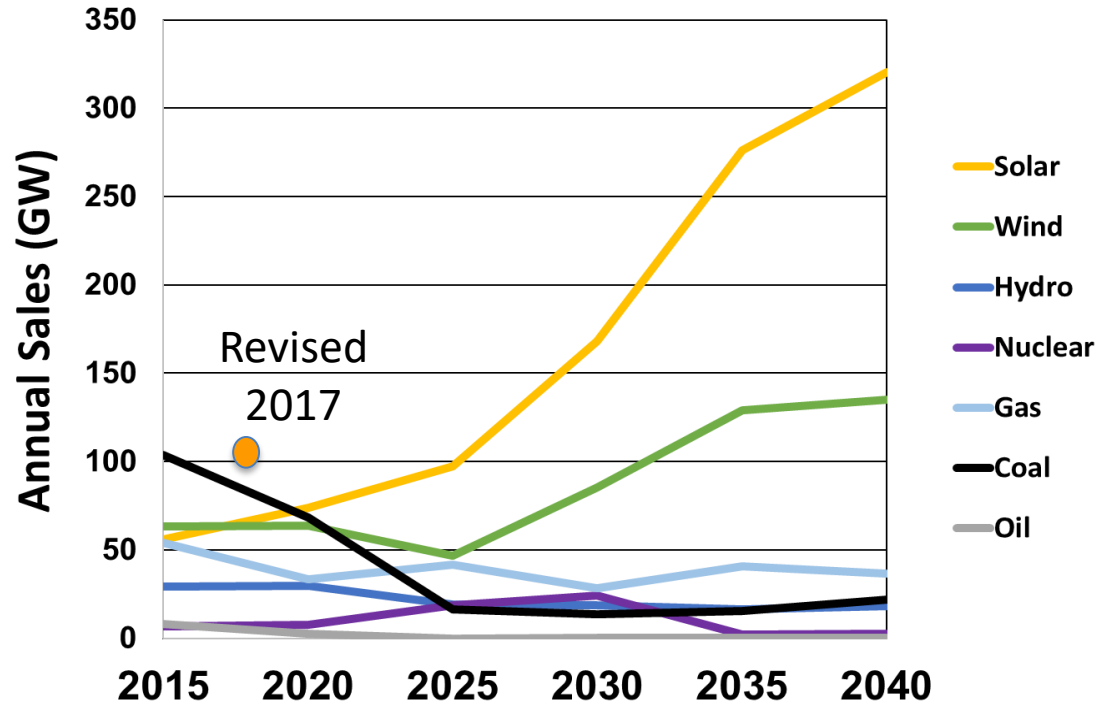


Energiatárolási lehetőségek

Jellemzők ^[3]	Elektromos kondenzátor	Ultrakapacitás	Szupravezetős mágneses energiatároló	Lendkerék (Acél vagy műanyag) 3000 1/min	Lendkerék (szénszállal erősített műanyagból) 80 000 1/min	Akkumulátor	Szivattyús tározós vízerőmű	Pneumatikus tározó	Cseppfolyós hidrogén
Legnagyobb teljesítmény (MW)	0,01	0,1	7	15	50	17 ^[4]	1060	290 ^[5]	0,2
Élettartam (ciklus)	100 millió	0,5 millió	1 millió	1 millió	1 millió	2000	?	?	30 000 h ^[6] (Tüzelőanyag-cella)
Hatásfok (%)	95	90	90	90	95	80	80	42 ^[7] -54 ^[8]	18,2
Önkisütési szint (%/h)	0,01	0,2	?	3–20	0,1–10	0,01	?	?	0,1
Beruházási költség (€/kWh)	200 000	10 000	30–2000	5000	?	100	71	Kísérleti telep	Kísérleti telep ^[9]
Energiasűrűség (kWh/t)	0,03	5	0,03	6	50 ^[10]	30–120	0,4	9	33 300 ^[11]
Jellemző kisütési idő	0,01 s	100 s	0,01 s	100 s	100 s	1 h	8 h	2 h	0,5 h

Megújuló energiák: a jövő nagy üzleti lehetőségei

Global Electricity Capacity Additions



Source: Bloomberg New Energy Finance "New Energy Outlook 2017"

Cat[®] Electric Power

Termékek
sokfélesége



BUILT FOR IT.

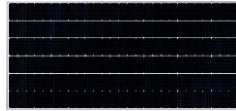


Cat Napelem Termékek

Fotovoltaikus (PV) napelem modulok



Film



Monokristályos

PV Inverterek

Füzér inverterek

- Három fázisú
- Egy fázisú



Időjárási kellékek



PV Inverter kiegészítők

Kommunikációs adapterek
Gyorsleoldó doboz és vezérlés
AC és DC hullámvédelem
DC csatlakozó egység
Teljesítmény vezérlő
Füzér vezérlő



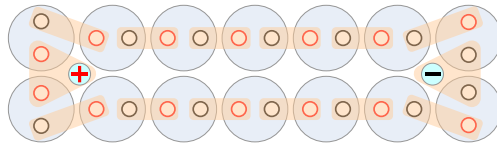
Li-ionos akkumulátorok

- Cellák - Modulok

Hengeres cella



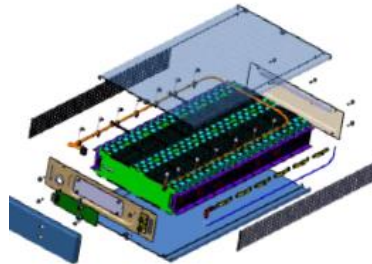
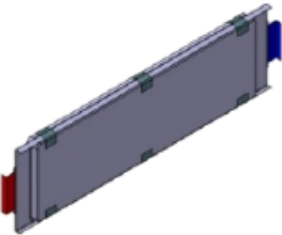
Összekötött cellák



Modulba csomagolva

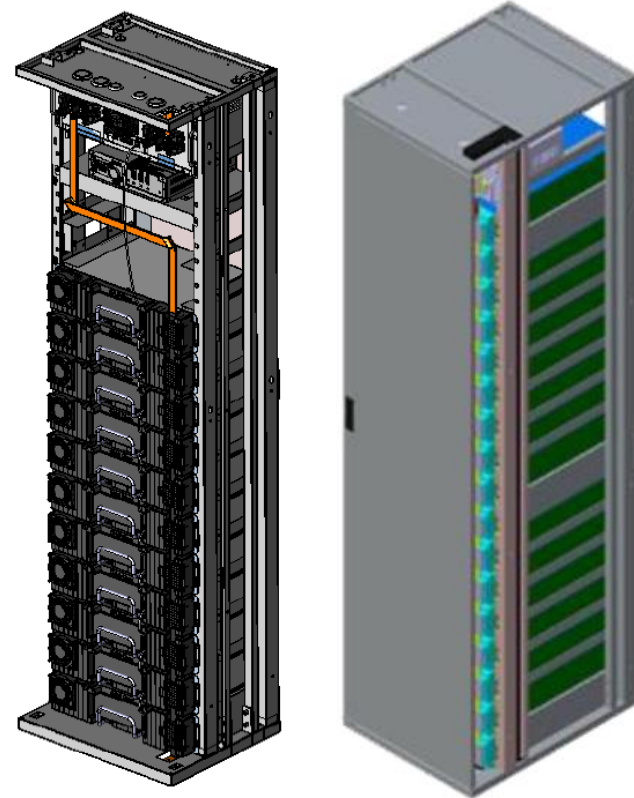


Prizma cella



Li-ionos akkumulátorok

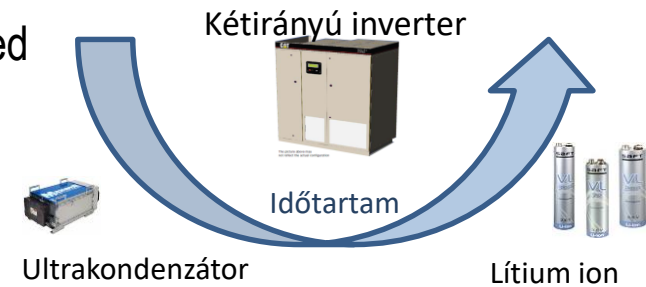
- Modul + Rekesz menedzsment + Hűtés + Burkolat = Rekesz
 - Rekesz menedzsment funkciók:
 - Minden modultól kap információt
 - Kommunikáció a torony menedzsment felé
 - Tartalmaz áramköri védelmet és kapcsolókat
- Több rekesz + Torony menedzsment = Torony
 - Torony menedzsment funkciók:
 - Minden rekesztől kap információt
 - A rekesz adatokból rendszer határértékeket képeznek
 - Kommunikál az energia átalakító rendszerrel (PCS)



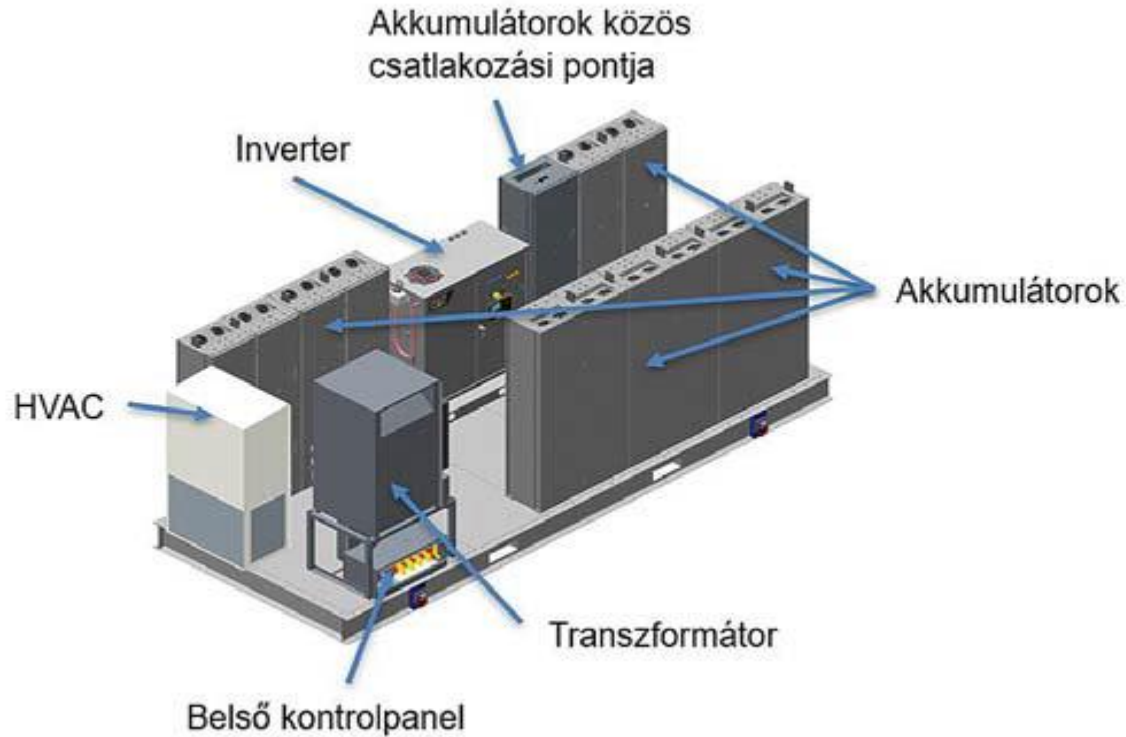
Energia Átalakító Rendszer (PCS)

- Kétirányú Inverter
 - AC \rightarrow DC (töltés) and DC \rightarrow AC (kisütés)
 - Ez a rendszer központi eleme
 - Meghatározza, hogy mikor szükséges töltés és kisütés
- Cat BDP250
 - (kétirányú inverter – 250kW)
 - A Caterpillar munkagépek robosztus villamos hajtásából ered
 - Hálózati szinkront és hálózat formálást nyújt

BDP250



Energiatároló komponensei



Felhasználási lehetőségek

- Villamos rendszer stabilizálása: rövid időintervallumra, fontos az áram stabilitás
- Megújuló energiák integrálása: közepes időintervallumra (akár több tíz percen keresztül)
- Áramszünet: hosszú időintervallumra (akár több órán keresztül)



Fontos adatok

- Telepítés
 - Megfelelő helyigény
- Technikai
 - Áramerősség / Energia
 - Akkumulátorok élettartama
 - Villamos rendszerre történő csatlakozási lehetőség
- Beruházási költség



Vezérlés, Kommunikáció, & Monitorizálás

Cat Master Mikrohálózat Vezérlő (MMC)



Feature	MMC-S	MMC-M	MMC-L
PV Dispatch	Std.	Std.	Std.
Genset Dispatch	Std.	Std.	Std.
ESS Dispatch	Std.	Std.	Std.
Grid Import/Export Power control	Std.	Std.	Std.
Black Start	-	Std.	Std.
Load Management	-	Std.	Std.
MicroGrid V/f Regulation	-	-	Std.
Grid-tie and Islanding Transition	-	-	Std.
Energy Market Participation	-	-	Std.
Weather-based system dispatch	-	-	Std.
Adaptive Protection	-	-	Std.
SCADA	Std.	Std.	Std.
Enterprise Data Integration	Option	Std.	Std.

Kommunikációs lehetőségek



Energia monitoring



Cat[®] Electric Power

Cat Tucson referencia helyszín: esettanulmány



BUILT FOR IT.



Mikrohálózat a tucsoni referencia helyszínen – *a projekt mozgatói*

- Nincs közüzemi áramszolgáltatás a tucsoni referencia helyszínen
- Hálózat kiépítés költségigényes (8 mérföld /13 km Green Valley-től)
- Helyszíni átlagos teljesítmény igény ~300kW. Csúcsteljesítmény ~ 500kW.
- Tradicionális dízel aggregátor: 3 x C15 410ekW folyamatos terhelhetőségű aggregátor
- Dízel üzemanyag fogyasztás ~250,000 gallon / 1.140.000 liter évente
- Aggregátorok üzemideje 11.000 óra évente

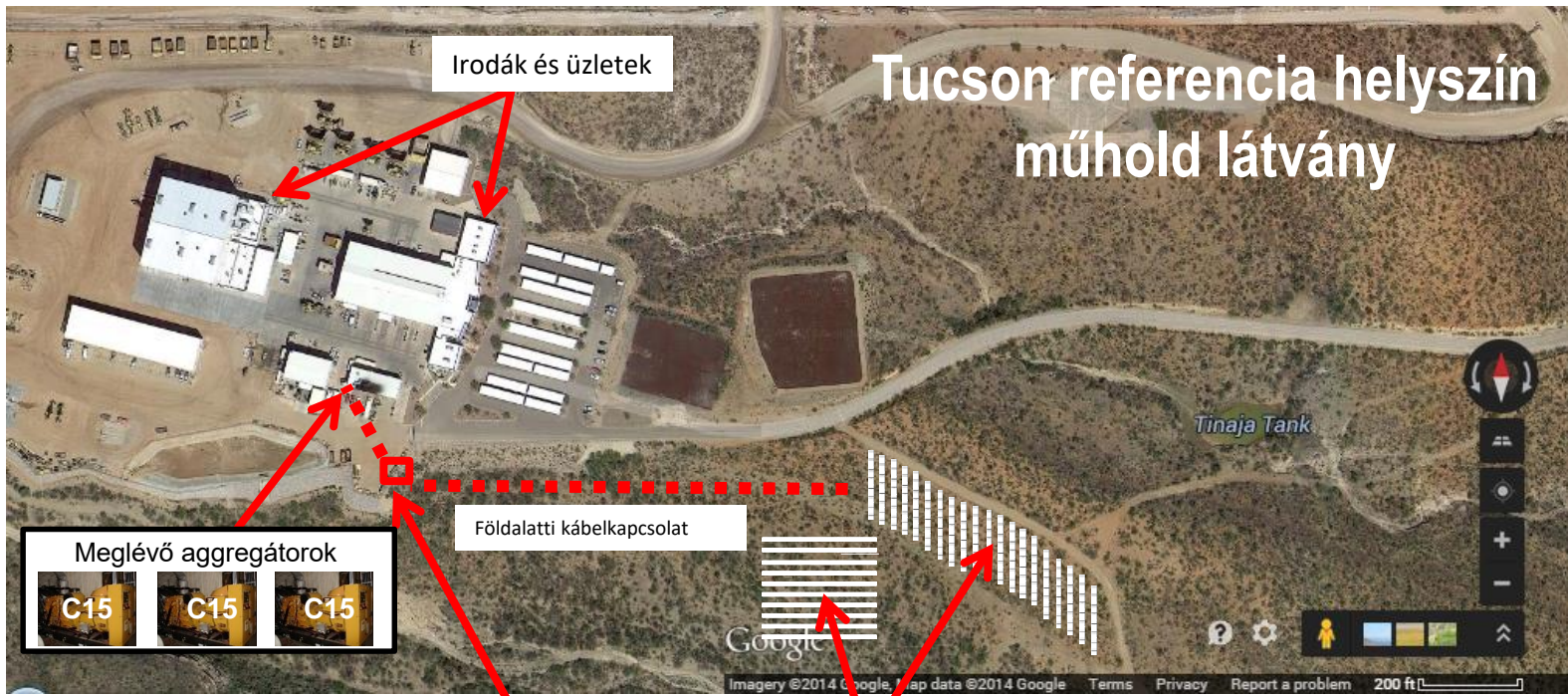


Megújuló energia lehetőség bevonása a projektbe

- Kiváló napelemes energiatermelő lehetőség a tucsoni referencia helyen
 - Magas az éves napsütéses órák száma // forró klíma
 - CAT vékonyfilm napelemek magas teljesítménye
- Kiváló üzemanyag fogyasztáscsökkentő lehetőség
 - Jelenleg 17 és 33% közötti az üzemanyag fogyasztáscsökkenés...a jövőben még több lehetőség




Tucson referencia helyszín műhold látvány



Irodák és üzletek


Meglévő aggregátorok



C15 C15 C15

Földalatti kábelkapcsolat

Energiatároló:
Lítium-Ion akku 250kW
Ultracapacitás 250kW
20 lábás konténerben



Napelemtáblák: CAT-márka vékonyfilm -
250 kW rögzített dőlésű
- 250 kW különálló-tengelykövető

Mikrohálózat rendszerdiagram

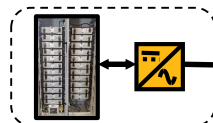
PV fix dőlésszögű 250kW



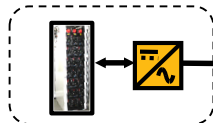
PV napkövető 250kW



Energiatároló
Lítium Ion akkumulátor
250kW / 10 min



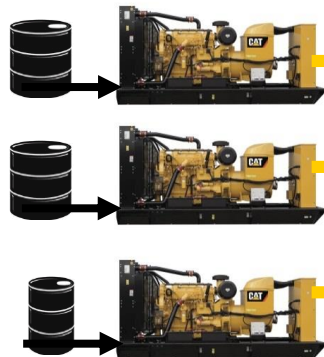
Energiatároló
ultra-kondenzátor
250kW / 30 sec



Rendszer vezérlés

- “üzemanyag megtakarító” vezérlés
- Microgrid Master Controller – 2X

3 x CAT C15
410ekW



A helyszínen
folyamatos
villamos
terhelése

CAT
kapcsolóberendezés

Tucson referencia helyszíni mikrohálózat – végső vonzerő

Üzemanyag költségcsökkenése 33%

Aggregátor karbantartás és felújítás költségcsökkenése 25%

Projekt IRR: 15% \$2.98/gallon ~ 197 Ft/liter dízel üzemanyagárnál

Hazai hasonló példa háztartási méretben



Hazai energiatároló projektek

ENERGIATÁROLÁSI PROJEKTEK HAZÁNKBAN

Az időjárásfüggő energiatermelés elterjedése és a háztartási kiserőművek mind nagyobb számú megjelenése miatt Magyarországon is igény jelentkezik a rugalmas energiatároló megoldásokra. **Hazánkban jelenleg három energiatárolási projekt van** folyamatban az E.On, az Elmű és az Alteo beruházásai. Az [E.ON](#) a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Levelek községben valósította meg a beruházását. A rendszer egyik előnye, hogy mobil, könnyen szállítható, telepíthető és beüzemeltethető, a tárolóegység később áthelyezhető

akár más helyszínekre is. Az [Alteo](#) Zuglóban átadott létesítménye közel 4 MWh-ányi tárolókapacitású és 7 MW-os névleges teljesítményű. A rendszer elsődleges feladata, hogy primer szabályozóként nagyon gyorsan, akár a másodperc töredéke alatt reagáljon a villamos energia rendszer egyensúlytalanságára, és energia biztosításával vagy a fölös energia eltárolásával stabilizálja az 50 Hz-es hálózati frekvenciát. Az [Elmű-Émász](#) Soroksáron helyezett üzembe egy akkumulátoros energiatárolót. A soroksári alállomáson az ENTÁR-1 elnevezésű létesítmény 10 MW beépített névleges teljesítőképességű és 6,095 MWh névleges tárolókapacitása van.



Energiatárolók térhódítása a közeljövőben Magyarországon

- akkumulátoros energiatároló egység hálózat stabilizálás céljára (E.ON, NKM Áramhálózat, ELMŰ-ÉMÁSZ) > 8-10 db. 500 kWh kapacitású, 2-3 éven belül
- akkumulátoros energiatároló egység napelemmel kiegészítve elektromos autók gyorsított töltése céljából (benzinkutakhoz) > 50-60 db. kb.200 kWh ;1-2 éven belül;
- akkumulátoros energiatároló egység gázmotorral mélyvölgy időszakban termelt villamosenergia tárolására és csúcsidőben való értékesítésére (FŐTÁV, megyei hőszolgáltatók) > 5-6 db., kapacitás változó, 4-5 éven belül
- akkumulátoros energiatároló egység csúcsidejű csúcscsökkentés biztosítására (peak shaving) és egyúttal napelemes rásegítés a visszatöltésre (nagyüzemek, nagy gyárak, ahol van jellemző csúcscsökkentés) > nincs felmérve
- hibrid rendszer (napelem-akkumulátoros energiatároló egység-aggregátor) (olyan üzemeknél, ahol hálózatbővítésre lenne igény, de az nem megoldható, vagy egyáltalán nincs hálózat) > nincs felmérve



A Caterpillar energiatárolók és hibrid rendszerek előnyei

- Világméretű gyártói elérhetőség az elektronikára és az eszközökre
- egy gyártó az egész rendszerre
- saját CAT tervezés amely bizonyított már a munkagépek robosztus és durva alkalmazásában
- kompatibilis többféle technológiával, úgymint Li-Ion akkumulátor, ultra-kondenzátorok és karbonszennyezésű biztonsági szelepes ólomakkumulátor
- szállítható konténer az akkumulátorok legmagasabb szintű védelmére
- hálózathoz formált inverter
- kétszeres túltöltési kapacitás
- ISO kompatibilis tűzvédelem a Li-Ion akkumulátoroknak



Tervezési mintapélda

PVC440 rooftop MOL E60 In Budaörs, E60 Budaörs

Report

Project Name	MOL E60 In Budaörs
Project Address	E60 Budapest
Prepared By	Francois-Xavier Saury saury_francois.xavier@mol.com

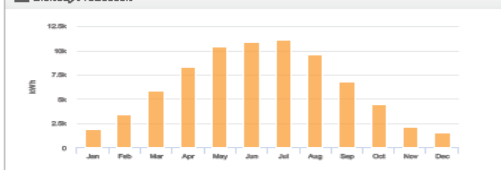
System Metrics

Design	PVC440 rooftop
Module DC Power	28.6 kW
Inverter AC Power	30.0 kW Line Losses: 1.4%
Annual Production	76.19 MWh
Performance Ratio	84.2%
Efficiency	1.696.1
Weather Dataset	TMY, 1856 (H1, maximum precision)
Simulation Method	SOLAR2019-31-6-00000-34672416- -000000000

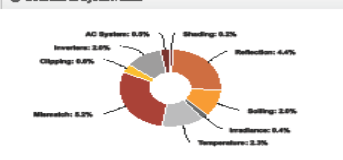
Project Location



Monthly Production



Sources of System Loss



Annual Production

Itemization	Output	% Delta
Annual Global Horizontal Irradiance	1,297.7	
Annual Global Tilted Irradiance	1,294.0	-0.3%
Annual Global Tilted Irradiance	1,292.0	-0.2%
Annual Global Tilted Irradiance after Reflection	1,168.6	-4.8%
Annual Global Tilted Irradiance after Soiling	1,145.1	-2.0%
Total Collector Irradiance	1,145.1	0.0%
Annual Global Tilted Irradiance	85,182.2	
Output at Irradiance Levels	84,038.9	-0.9%
Output at Cell Temperature Levels	82,543.8	-2.0%
Output After Mismatch	79,880.6	-3.3%
Optimal DC Output	79,823.8	0.0%
Conventional DC Output	78,113.1	-2.0%
Inverter Output	76,238.4	-3.0%
Energy in Grid	76,148.7	-0.1%
Temperature Metrics		
Avg. Operating Ambient Temp	16.9 °C	
Avg. Operating Cell Temp	25.6 °C	
Availability Metrics		
OpenClog Hours	4500	
Default Hours	4500	

KÖSZÖNÖM MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET

További információk:

Sándor László HUNTRACO Zrt.

e-mail: laszlo.sandor@huntraco.hu

tel: 06-23-504-235

mobil: 06-30-977-5549

web: www.huntraco.hu





Image shown may not reflect actual configuration

Cat® Grid Stability Module

375 kW to 1875 kW

50 Hz 380-400 Volt

60 Hz 380-480 Volt

The Cat® grid stability module is a scalable, rapidly deployable energy storage system. Energy storage systems can integrate with solar or other renewable sources to provide short duration power when the renewable source is not available. Cat energy storage systems can also provide temporary backup power to facilities in the event of a power outage.



Technical Data

		PGS375	PGS750	PGS860	PGS1125	PGS1290	PGS1875
System Output Power							
Continuous at 0.8 PF	kW	250	500	500	750	750	1250
15 min Overload at 1.0 PF	kW	350	700	700	1050	1050	1750
1 min Overload at 1.0 PF	kW	375	750	860	1125	1290	1875
10 s Overload at 1.0 PF	kW	375	750	935	1125	1400	1875
Output Voltage	V	380 - 600					
Output Voltage THD		<3%					
Energy (Nameplate Start of Life)	kWh	145	290	363	435	544	725
Energy Type		Li-Ion (Power)					
Battery Chemistry		NMC					
Inverter (PCS) Model		BDP250					
Number of Inverters		1	2	2	3	3	5
Dimensions							
Length	m (ft)	3.0 (10)	6.1 (20)	6.1 (20)	9.1 (30)	9.1 (30)	12.2 (40)
Width	m (ft)	2.4 (8)					
Height	m (ft)	2.8 (9.5)					
Weight	kg (lbs)	6524 (14,380)	12,135 (26,750)	13,025 (28,710)	18,092 (39,890)	19,427 (42,380)	27,221 (60,010)
Ambient Temperature Capability	°C	-40 to +50					
Average Parasitic Load							
At 40°C and 0 load	kW	1.5	3	3	4	4.5	7
At 40°C and 100% load	kW	7	14	15	20.5	23	34



Image shown may not reflect actual configuration

Cat[®] Energy Time Shift Module

250 kW, 286 kWh to 2280 kWh

1000 kW, 1144 kWh

50 Hz 380-415 Volt

60 Hz 380-480 Volt

The Cat[®] energy time shift module is a scalable, rapidly deployable energy storage system. Energy storage systems can integrate with solar or other renewable sources to store energy from the overproduction of the renewable source for use when the renewable source is not available. Cat energy storage systems can also provide temporary backup power to facilities in the event of a power outage.



Technical Data

		ES287H250	ES1.0H250	ES1.8H250	ES2.3H250	ES1.2H1.0
System Output Power						
Continuous at 0.8 PF	kW	250	250	250	250	1000
15 min Overload at 1.0 PF	kW	250	350	350	350	1000
1 min Overload at 1.0 PF	kW	250	430	430	430	1000
10 s Overload at 1.0 PF	kW	250	600	600	600	1000
Output Voltage	V	380 - 600				
Output Voltage THD		<3%				
Energy (Nameplate Start of Life)	kWh	287	1005	1794	2512	1148
Energy Type		Li-Ion (Power)				
Battery Chemistry		NMC				
Inverter (PCS) Model		BDP250				
Number of Inverters		1	1	1	1	4
Dimensions						
Length	m (ft)	3.0 (10)	6.1 (20)	9.1 (30)	12.2 (40)	12.2 (40)
Width	m (ft)	2.4 (8)				
Height	m (ft)	2.8 (9.5)				
Weight	kg (lbs)	7401 (16,320)	16,043 (35,370)	25,696 (56,650)	34,242 (75,490)	27,119 (59,790)
Ambient Temperature Capability	°C	-40 to 50				
Average Parasitic Load						
At 40°C and 0 load	kW	1.5	2.5	4	5	5.5
At 40°C and 100% load	kW	7	14.5	23	30.5	27





Cat[®] BDP250 Energy Storage Inverter

The Cat[®] BDP250 energy storage inverter provides reliable control of the Energy Storage System (ESS). Integrated controls provide complete control of the charge and discharge of the ESS. The BDP250 is compatible with a range of storage solutions, including traditional battery systems, lithium-ion batteries, and ultra-capacitors and can be packaged with the ESS for a complete solution.



Features

Microgrid Stabilization

Stabilizes a microgrid against transient events caused by step loads and renewable power sources.

Tractor-grade Reliability

Uses same proven power electronics technology and controller platform as the revolutionary D7E electric drive track-type tractor.

Seamless Mode Transfer

Interruption-free power transfer to the load during power flow reversal from energy storage system.

Flexibility

Designed for a wide range of applications and compatible with virtually any power source.

Lower Fuel Consumption

Integrated control of system components minimizes fuel consumption and emissions.

Islanding Detection

Automatic islanding detection to meet anti-islanding UL 1741 and synchronization back to grid to guarantee continuous power to the load.

Grid Support

- Frequency Ride-through (FRT)
- Low Voltage Ride-through (LVRT)
- High Voltage Ride-through (HVRT)
- Zero Voltage Ride-through (ZVRT)

Parallel Ready

Plug-and-play paralleling with other power sources.

Energy Storage Management

Built-in intelligent controls for charging, discharging, equalization, and state-of-charge estimation for energy storage elements.

STATCOM

Configurable as a static VAR compensator up to system full capacity.

Touch Screen

User friendly touch-screen display offers real-time system information, configurable data logging, remote access, and more.

Technical Specifications

Configuration	
Input Voltage	300 VDC to 650 VDC
Max. DC Input Current	1200A
DC Isolating Switch	Contactors and Manual Isolation Switch with Lockout Feature
Rated Output Power (Continuous)	250 kW @ 0.8 PF
Overload Capacity	125% for 10 mins/200% for 10 sec
Output Voltage Range (L-L)	50 Hz: 400V ($\pm 10\%$) 60 Hz: 480V ($\pm 10\%$)
Output Frequency Range	50 or 60 Hz
Output Power Factor	Full Four-quadrant Controllable from Supervisory Controller
Harmonic Distortion	< 3%
AC Disconnect and Protection	Electrically Operated Breaker with LSIG Trip Unit
Peak Efficiency (excluding transformer)	> 97% (preliminary)
CEC Weighted Efficiency	96.6% (preliminary)
Communication and Control Interface	Modbus TCP, Others Configurable on Request
HMI Interface	Color HMI Touchscreen (password controlled for write access)
Features	Frequency Ride-through (± 5 Hz) Low Voltage Ride-through (20% voltage dip and up to 200 kVar) High Voltage Ride-through (10%) Zero Voltage (fault) Ride-through Output Power Factor is Full Four Quadrant Controllable
Seamless Transfer Between Charging and Discharging	-100 kW to 230 kW within 200 ms
Output Voltage	$\pm 10\%$ Adjustable
AC Voltage Regulation	$\pm 1\%$
Black Start Capability	Yes (built-in UPS module for control power)
Ambient Temperature	-40°C to + 40°C
Protection	NEMA 1
Vibration	3G
Humidity	0-95%
Cooling	Close Loop Liquid Cooling





Image shown may not reflect actual configuration

Cat[®] Photovoltaic Module PVT117

The Cat[®] thin film high photovoltaic efficiency modules provide a proven performance advantage over conventional crystalline silicon solar modules. Generating more energy than competing modules with the same power rating, the Cat PVT117 module delivers superior performance and reliability to our customers. The photovoltaic panels lower your cost of energy – reducing utility bills for grid-connected systems and offsetting the cost of fuel and maintenance for generator set powered facilities. And when integrated with Cat energy storage and microgrid master controls, the renewable energy can replace virtually all of the energy from traditional sources.



Features

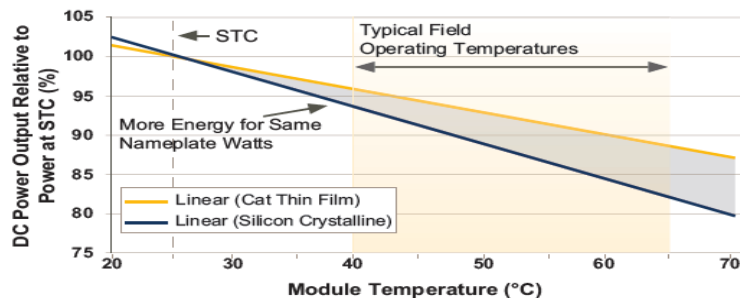
Proven Energy Yield Advantage

- 17.0% maximum efficiency
- -0/+5W positive power tolerance
- Generates more energy than conventional crystalline silicon solar.
- Higher yield when compared to typical c-SI modules, resulting in more installed capacity per square meter.
- Superior temperature coefficient, better spectral response in humid conditions and better shading response means more specific annual energy yield than c-SI modules.

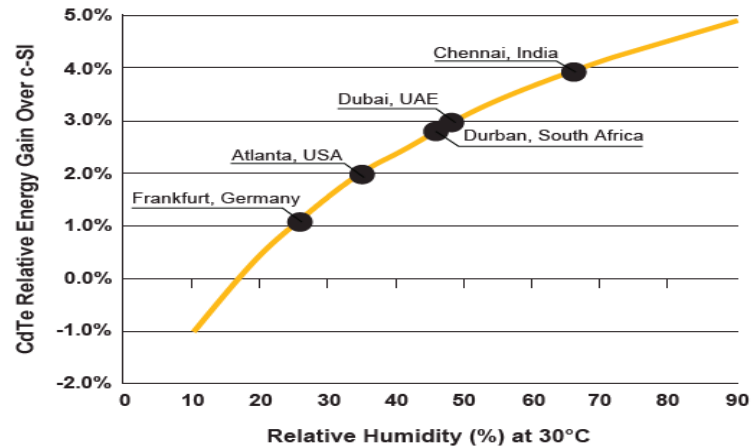
Advanced Performance and Reliability

- Compatible with advanced 1500V plant architectures.
- Independently tested to pass accelerated life and stress tests beyond industry standards
- Highly predictable energy in all climates and applications
- Independently certified for reliable performance in high temperature, high humidity, extreme desert and coastal environments

SUPERIOR TEMPERATURE COEFFICIENT



SUPERIOR SPECTRAL RESPONSE

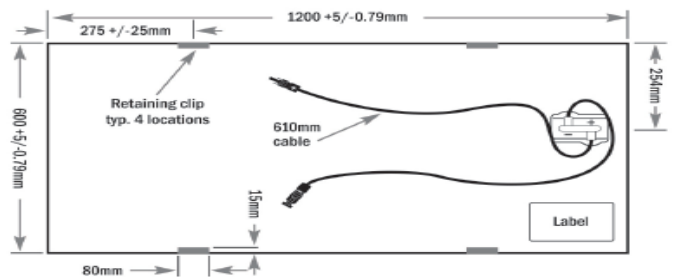


Technical Data

Mechanical Description	
Length	1200 mm (47.2 in)
Width	600 mm (23.6 in)
Thickness	6.8 mm (0.27 in)
Weight	12 kg (26.5 lbs)
Area	0.72 m ²
Leadwire	2.5 mm ² , 610 mm
Connectors	488-1778 (female) / 488-1779 (male) (Multi-contact MC4)
Bypass Diode	None
Cell Type	Thin-film CdTe semiconductor, up to 216 cells
Frame Material	None
Front Glass	3.2 mm heat strengthened
Back Glass	3.2 mm tempered
Encapsulation	Laminate material with edge seal
Load Rating	2400 Pa

Module Rating at Standard Test Conditions (STC) 1000 W/m ² , AM 1.5, 25°C		
Nominal Values		PVT117
Nominal Power (-0/+5 W)	P _{MPP} (W)	117.5
Voltage at P _{MAX}	V _{MPP} (V)	70.1
Current at P _{MAX}	I _{MPP} (A)	1.68
Open Circuit Voltage	V _{OC} (V)	88.1
Short Circuit Current	I _{SC} (A)	1.83
Module Efficiency	%	16.3
Maximum System Voltage	V _{SYS} (V)	1500 ¹
Limiting Reversing Current	I _R (A)	4.0
Maximum Series Fuse	I _{CF} (A)	4.0
Rating at Nominal Operating Cell Temperature of 45°C 800 W/m ² , 20°C Air Temperature, AM 1.5, 1 m/w Wind Speed		
Nominal Power	P _{MPP} (W)	89.0
Voltage at P _{MAX}	V _{MPP} (V)	65.9
Current at P _{MAX}	I _{MPP} (A)	1.35
Open Circuit Voltage	V _{OC} (V)	83.2
Short Circuit Current	I _{SC} (A)	1.5
Temperature Characteristics		
Module Operating Range	(°C)	-40 to +85
Coefficient of P _{MPP}	T _K (P _{MPP})	-0.28%/°C
Coefficient of V _{OC}	T _K (V _{OC})	-0.28%/°C
Coefficient of I _{SC}	T _K (I _{SC})	+0.04%/°C

MECHANICAL DRAWING



1. Application Class A for 1000V (class II), Application Class B for 1500V (class 0) with MC4; Application Class A for 1000V and 1500V (class II) with MC4-EVO 2

End of Life Recycling



Certification and Tests

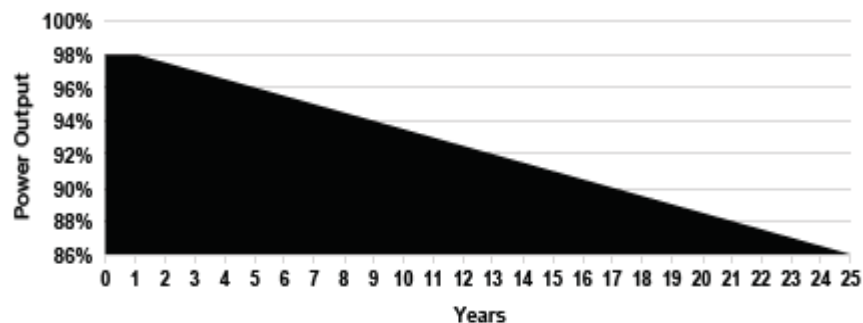
- Thresher Test, Long-Term Sequential Test, and ATLAS 25+
- IEC 61646 1500V, IEC 61730 1500V, CE
- IEC 61701 Salt Mist Corrosion, IEC 60068-2-68 Dust and Sand Resistance
- ISO 9001:2008 and ISO 14001:2004
- UL 1703 and ULC 1703 Listed, Type 10, Class B Fire Rating (Class A Spread of Flame)
- CSI Eligible (CA-USA), FSEC (FL-USA), MCS (UK), CEC Listed (Australia), SII (Israel), InMetro (Brazil)

End of Life Recycling

- Recycling services available through the Caterpillar industry-leading recycling program or customer selected third-party recycler.

Module Warranty

- 10-year limited product warranty
- 25-year power assurance program





Picture shown may not reflect actual configuration

PVC415 MP02 Monocrystalline PERC Photovoltaic (PV) Module

The monocrystalline PERC (passivated emitter rear cell) photovoltaic modules provide excellent performance even under low temperature or low light environment. The modules provide high power output at high levels of reliability.

Features

Proven Energy Yield

- 20.1% efficiency
- -0/+5% positive power tolerance

Higher Efficiency and Reliability

The panel design minimizes white space between solar cells, eliminates reflective metal lines on the cells, and lowers electrical resistance between cells by using aerospace grade conductive adhesive and redundant cell to cell connections that increases efficiency compared to conventional commercial modules.



Tests (pending)

- Standard Tests: IEC 61215, IEC 61730 Class C fire rating to 1500V
- IEC62716 Ammonia Test
- MIL-STD-810G Desert Test
- IEC 61701 (maximum severity) Salt Spray Test
- LeTID Test¹ IEC 61215 (MQT 23.1 LeTID detection) draft standard
- Potential-induced degradation free: 1500V

Certifications (pending)



Anti-PID

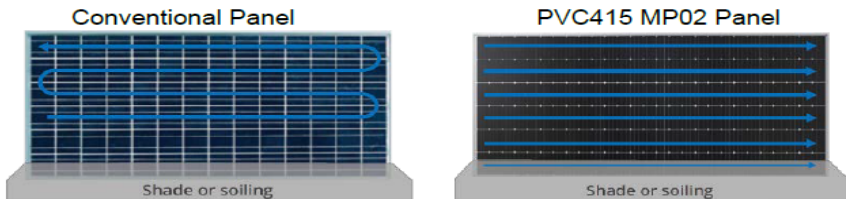
- Anti-PID (performance induced degradation) techniques for processing solar cells and encapsulation of modules applied.

Adaptability to Harsh Environments

- Excellent anti-salt mist and anti-ammonia capability; adaptable to harsh environments such as desert and coastal regions.

Increased Energy Production

- Unique parallel circuitry for linear shading response
- Minimized energy production losses due to row-to-row shading, or panel soiling.
- With single-axis tracking systems, linear shading response enables true-tracking. This generates more energy than conventional monocrystalline modules that require backtracking.
- Reduced panel temp. due to unique electrical bus.



Certifications (pending)

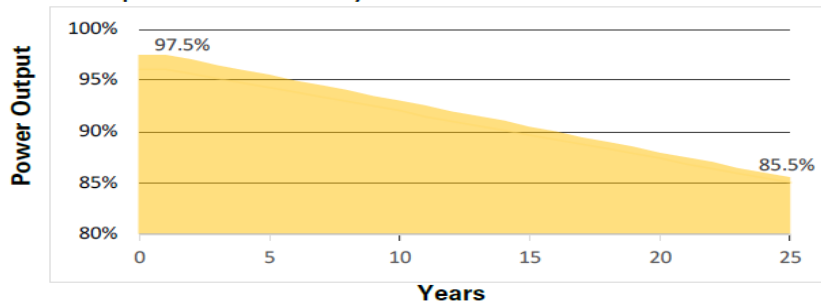
- Available listings: TUV Rheinland
- ISO 9001:2008: ISO Quality Management System
- ISO 14001:2004: ISO Environment Management System
- OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety

Worldwide Product Support

- Cat[®] dealers have over 1,800 dealer branch stores operating in over 200 countries
- Your local Cat dealer provides extensive pre-sale and post-sale support, including design consultation, service contracts, and all maintenance agreement.

Module Warranty

- 25-year warranty for materials and processing
- 25-year power assurance program for linear power output. Produces more than 97.5% power in the first year, then declining by 0.5% per year, ending at 85.5% power after 25 years.



Module Rating at Standard Test Conditions (STC)

1000W/m², AM 1.5, 25°C

PVC415 MP02

Nominal Power (-0/+5%)	P _{MPP} (W)	415
Voltage at P _{MAX}	V _{MPP} (V)	45.0
Current at P _{MAX}	I _{MPP} (A)	9.22
Open Circuit Voltage	V _{OC} (V)	54.1
Short Circuit Current	I _{SC} (A)	9.90
Module Efficiency	%	20.1
Maximum System Voltage	V _{SYS} (V)	1500
Maximum Series Fuse	I _{CF} (A)	18

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Module Operating Temperature Range	(°C)	-40 to +85
Temperature Coefficient of P _{MPP}	T _K (P _{MPP})	-0.36%/°C
Temperature Coefficient of V _{OC}	T _K (V _{OC})	-0.29%/°C
Temperature Coefficient of I _{SC}	T _K (I _{SC})	+0.05%/°C

MECHANICAL DETAILS

Length	2066 mm (81.3 in)
Width	998 mm (39.3 in)
Thickness	40 mm (1.6 in)
Weight	22.3 kg (49.2 lbs.)
Area	2.06 m ²
Junction box	IP67, three diodes
Connectors	Stäubli MC4-Evo2
Cell Type	Monocrystalline PERC
Frame Material	Class 2 silver anodized
Tempered Glass	High-transmission tempered anti-reflective
Load Rating	2400 Pa wind load front & back 5400 Pa Snow load front
Hailstone Test	25mm hailstone at 23 m/s

