

Проект STRIDE

Обучения по Интелигентни мрежи

Презентация 3

Интелигентни мрежи и ИКТ



Съдържание

- Дефиниция за Интелигентна мрежа
- Интелигентни измервателни уреди
 - Сензори
 - Управление на потреблението
 - ИКТ
 - Микромрежи
 - Изкуствен интелект
 - Блокчейн
 - Електрически превозни средства
- Системи за съхранение на енергия

Дефиниции за интелигентни мрежи (1)

- Какво прави мрежата „интелигентна“?
 - Накратко, дигиталната технология, която позволява **двупосочна комуникация** между предприятието (производител, доставчик и т.н.) и неговите клиенти, и наблюдението по преносните мрежи е това, което прави мрежата интелигентна.
 - Подобно на интернет, интелигентната мрежа се състои от контролери, компютри, автоматизация и нови технологии и оборудване, работещи заедно, но в този случай тези технологии ще **работят с електрическата мрежа, за да отговорят цифрово на нашето бързо променящо се потребление на електроенергия.**

Дефиниции за интелигентни мрежи (2)

- Какво прави интелигентната мрежа?
 - Интелигентната мрежа представлява безпрецедентна възможност за преход на енергийната индустрия към **нова ера на надеждност, достъпност и ефективност**, която ще ни предостави икономически и екологични ползи.
 - По време на преходния период ще бъде изключително важно да се извършват тестове, технологични подобрения, обучение на потребителите, разработване на стандарти и разпоредби и споделяне на информация между проектите, за да се гарантира, че ползите, които предвиждаме от интелигентните мрежи стават реалност.

Дефиниции за интелигентни мрежи (3)

- Ползите, свързани с интелигентната мрежа, включват:
 - По-ефективен пренос на електроенергия
 - По-бързо възстановяване на електричеството след смущения в електрозахранването
 - Намалени разходи за поддръжка и управление и в крайна сметка по-ниски разходи за енергия за потребителите
 - Намалено пиково потребление, което също ще помогне за по-ниски цени на електроенергията
 - Внедряване на широкомащабни проекти за възобновяема енергия
 - По-добра интеграция на системи за производство на електроенергия собственост на потребителите, включително ВЕИ
 - Подобрена сигурност

Интелигентната мрежа в картинки

https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html

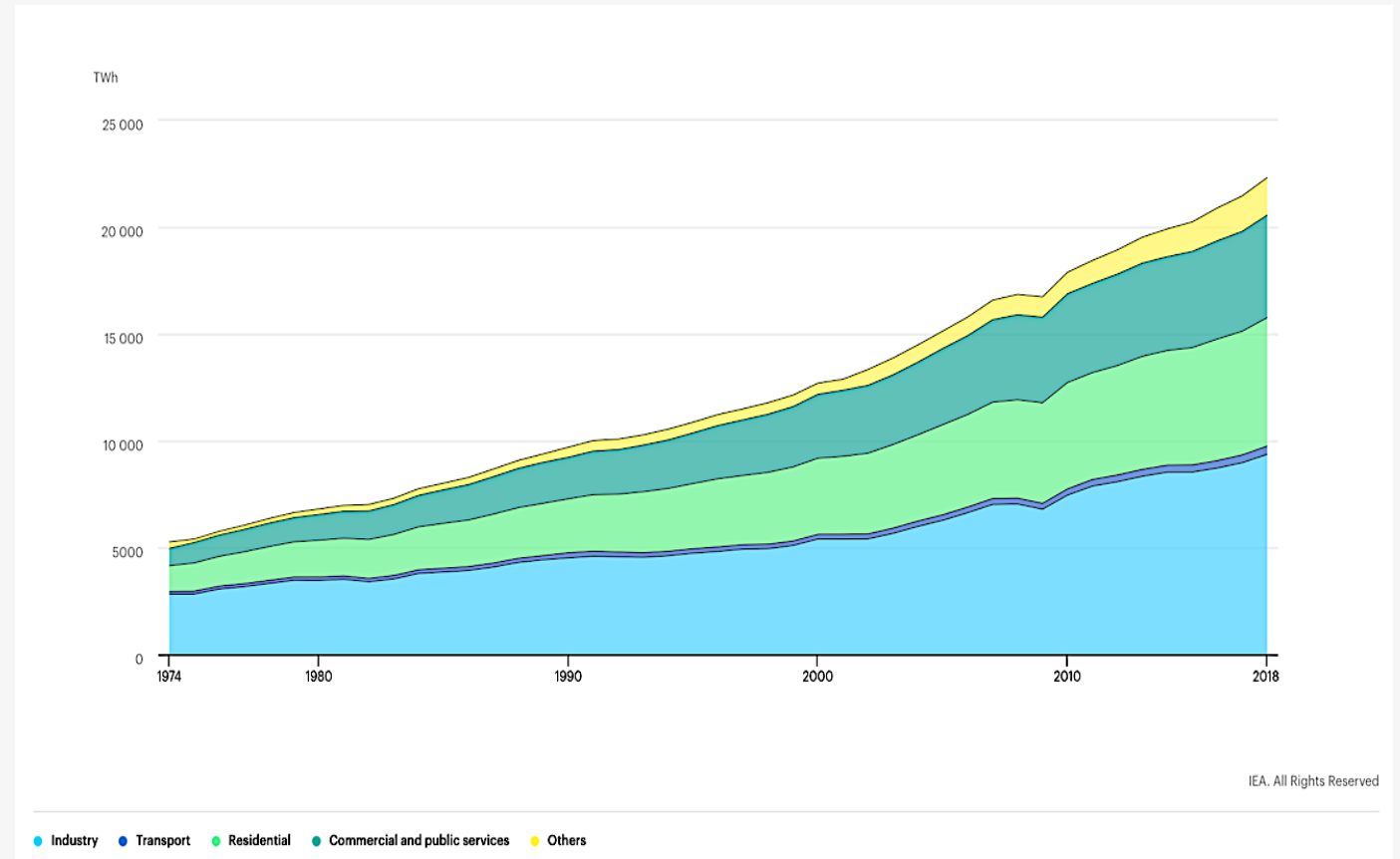
Интелигентни мрежи



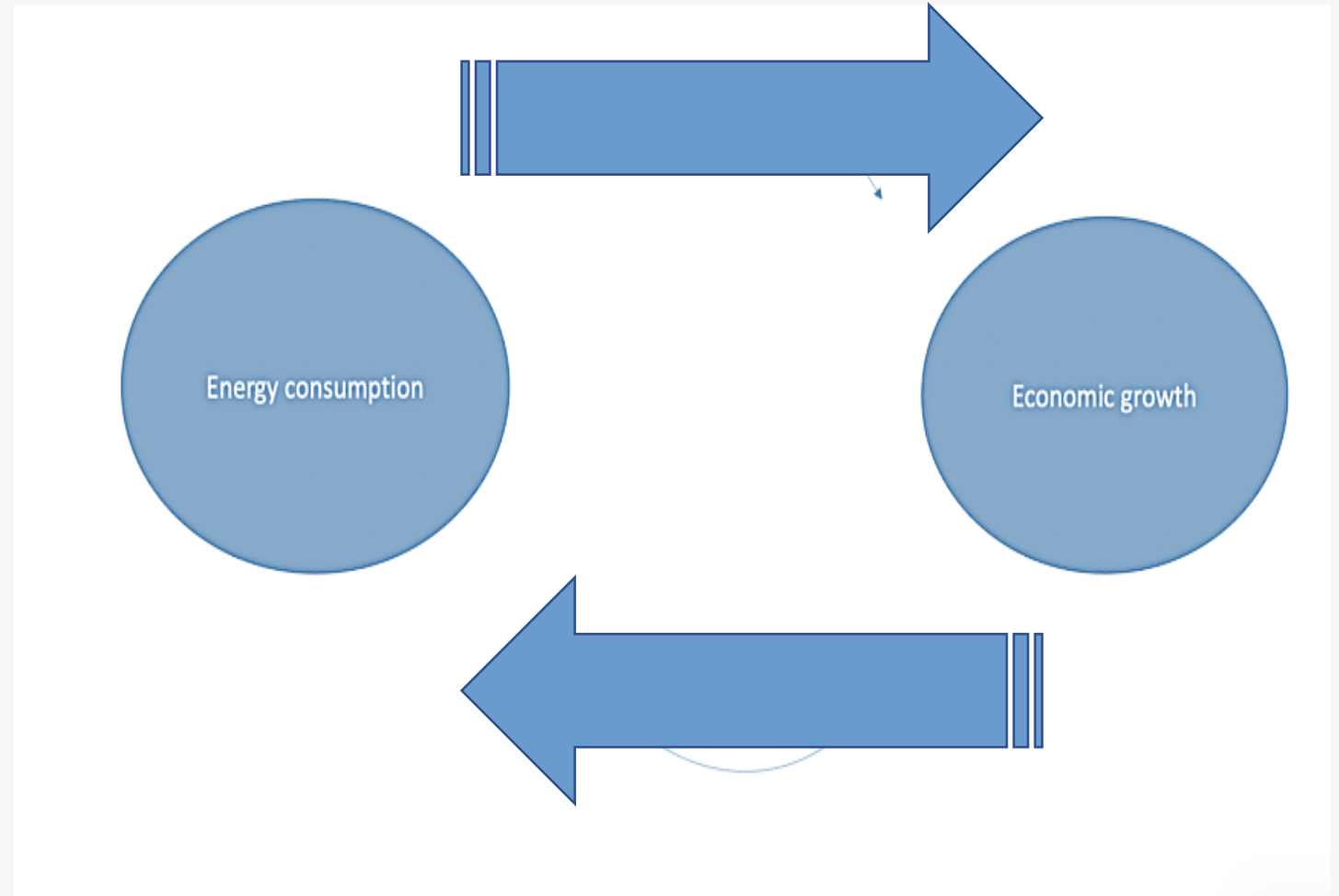
От традиционна... към интелигентна...

Крайно потребление на електроенергия по сектори на световно ниво 1974 – 2018 г.

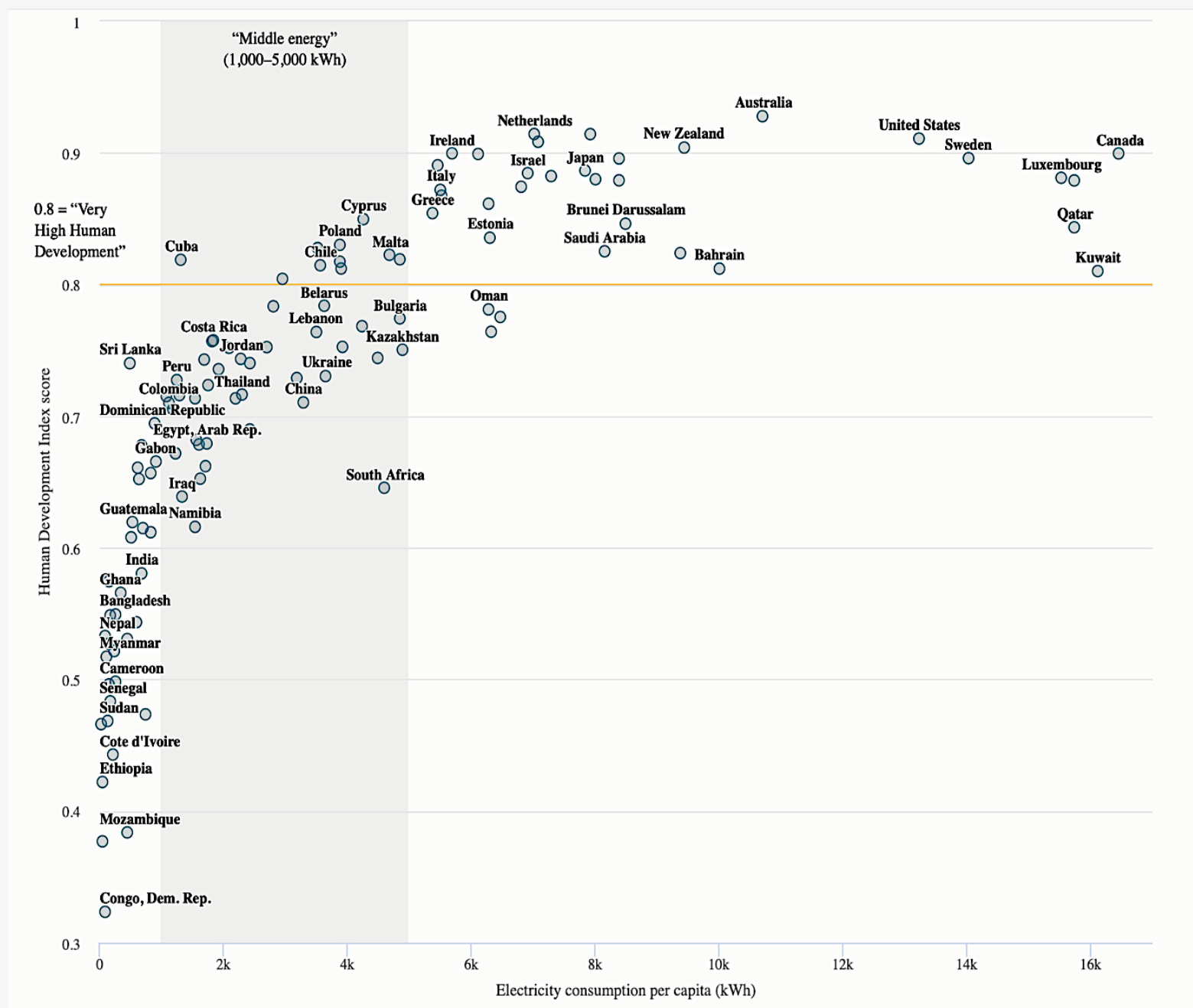
- Енергийните нужди са по-големи от всякога
- Електроенергията в крайното потребление на енергия е 24% - 31%



Връзката между икономическия растеж и потреблението на енергия



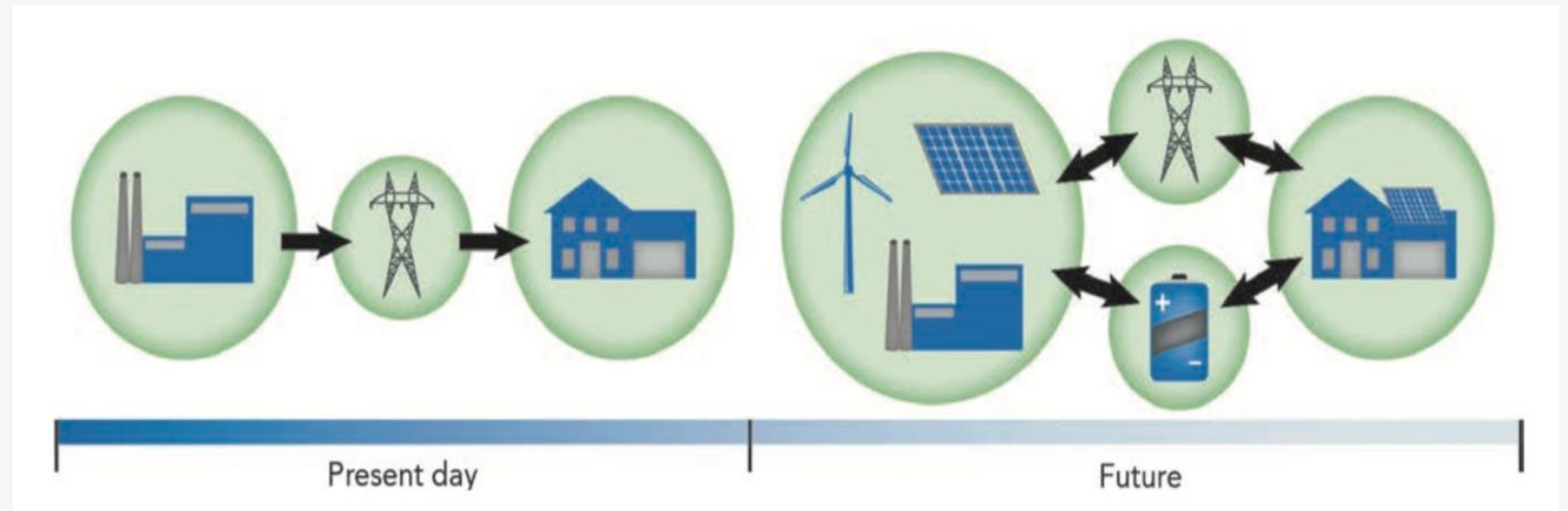
- Връзката между Индекса на човешкото развитие и потреблението на електроенергия
 - Продължителност на живота и здраве
 - Образование
 - Стандарт на живот



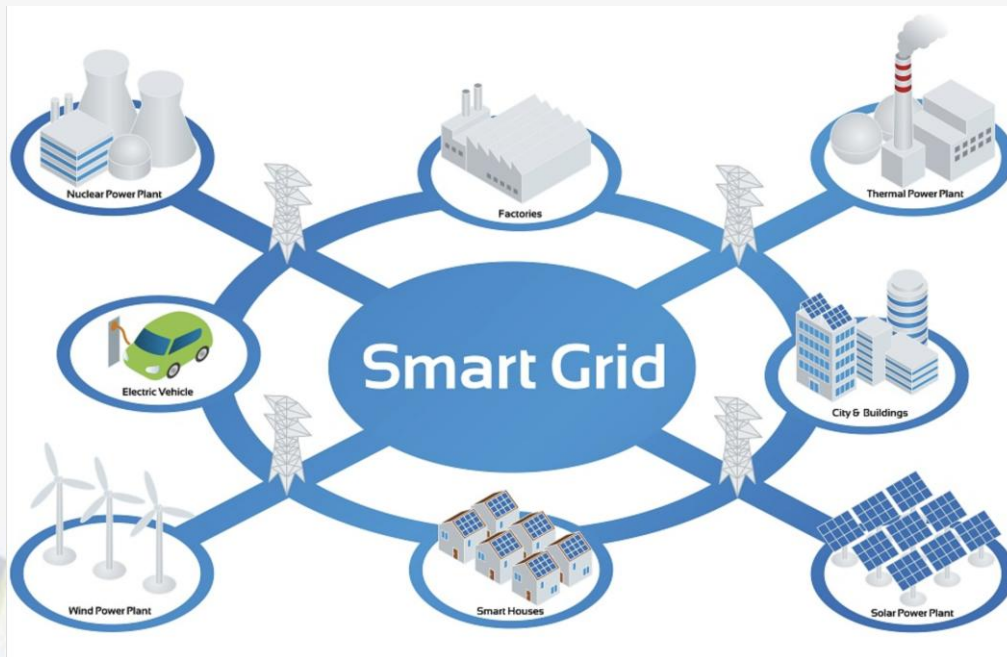
Source: <https://www.cgdev.org/media/electricity-consumption-and-development-indicators>

Интелигентни мрежи – Иновативни решения

- Двупосочна комуникация между потребител и доставчик
- Обмен на електроенергия и информация
- Обновена електрическа мрежа
- По-голяма гъвкавост
- Потребители, които са и производители



Елементи на Интелигентните мрежи

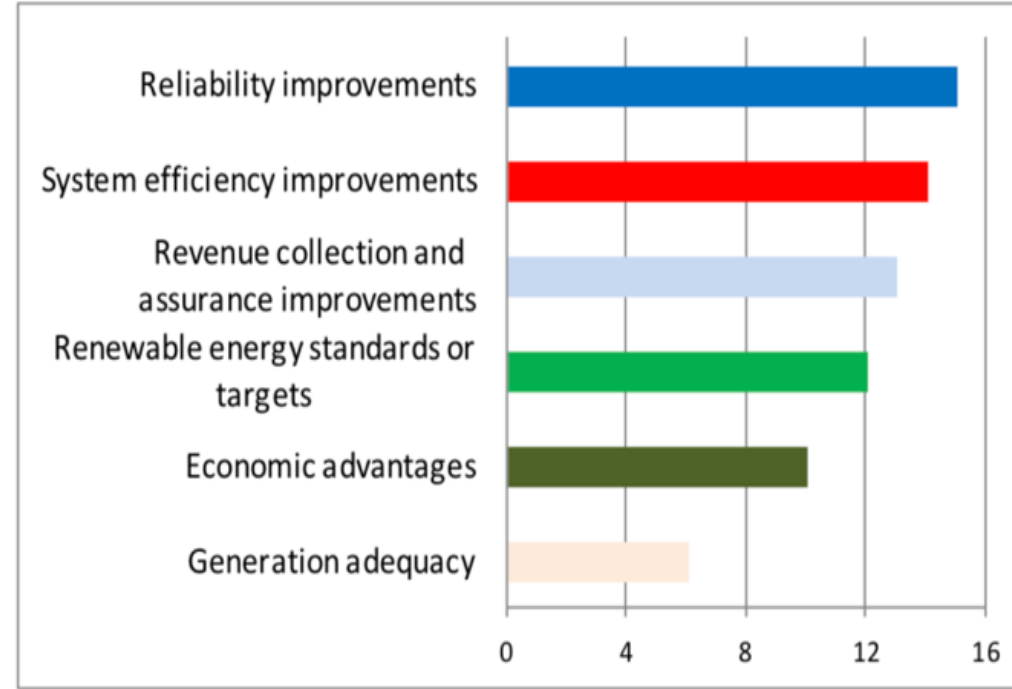
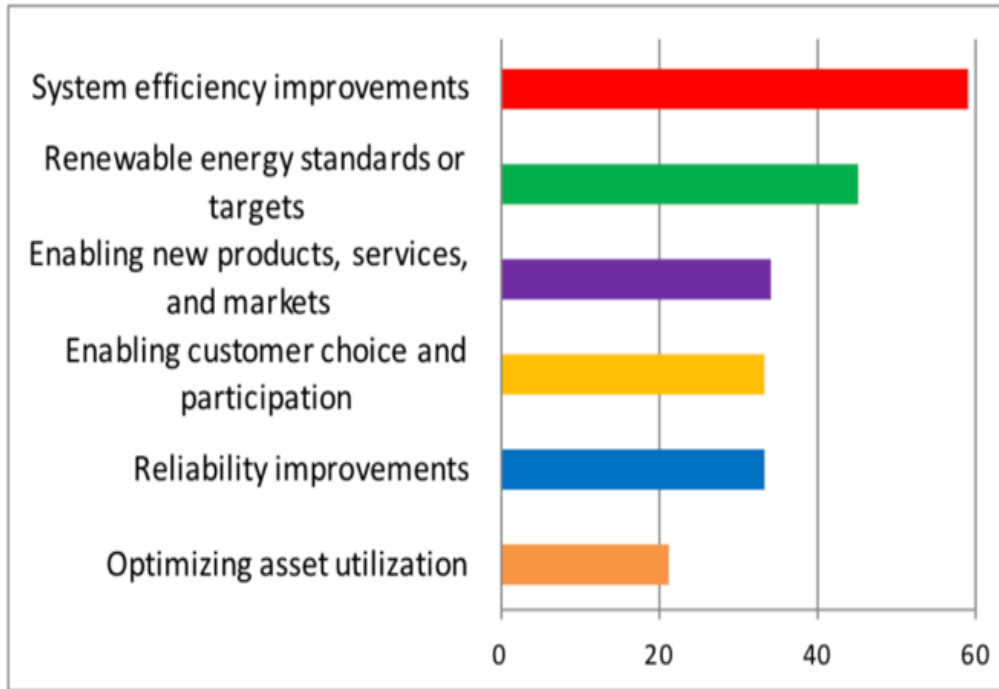


- Променено изпълнение през годините и десетилетията
- Дългосрочно планиране
- Политики и насоки

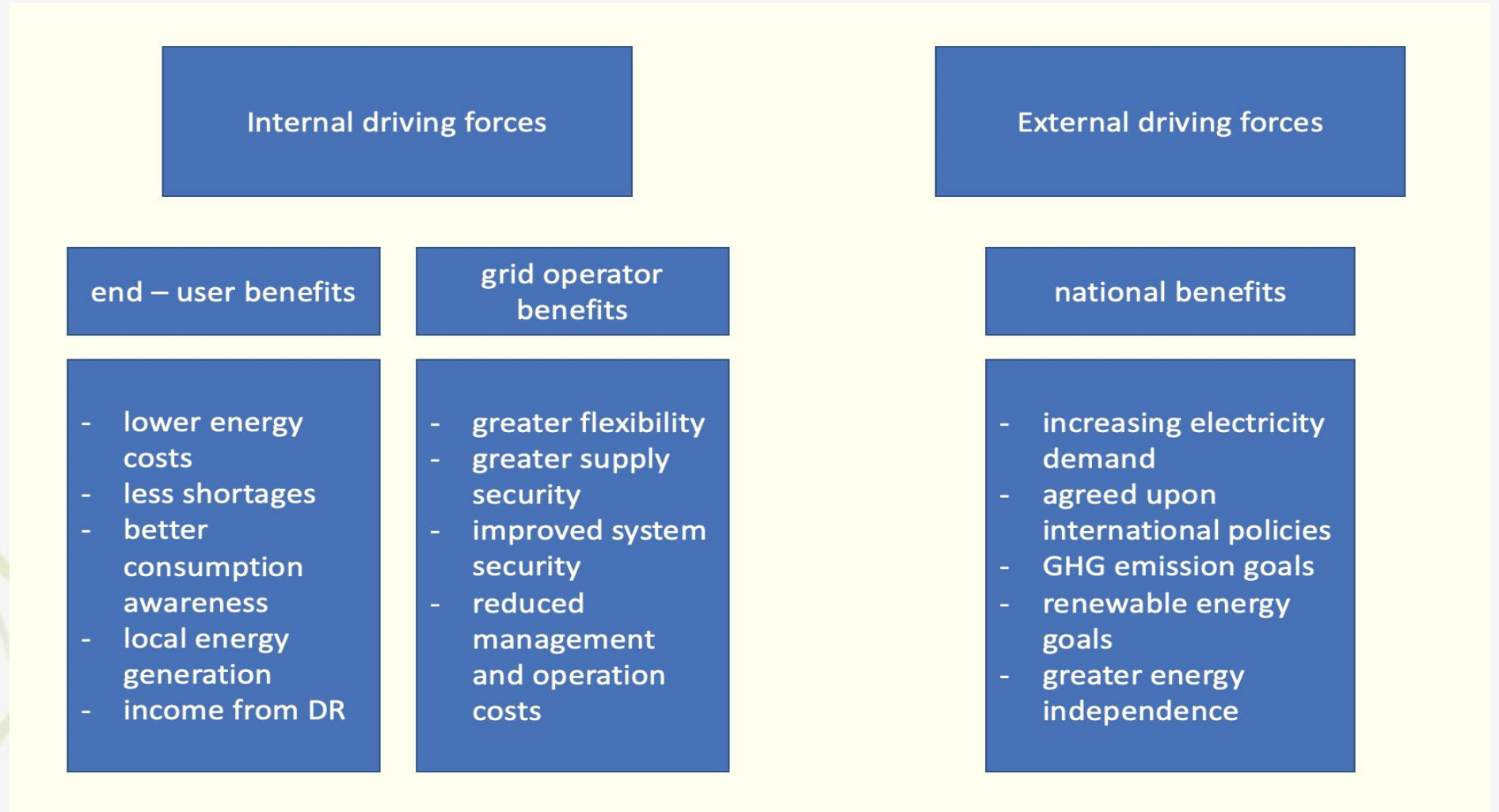
Предимства и стимули за интелигентната мрежа

Най-големите мотиватори по икономики

Developed Economies (left); Developing Economies (right)



Мотивация за развитието на Интелигентните мрежи



Технологии за Интелигентни мрежи

1

Позволява на мрежата да функционира по „интелигентен начин“

2

Обхваща различни области

3

Включва съществуващи и развиващи се технологии

Интелигентни измервателни уреди и усъвършенствана измервателна инфраструктура (1)

- 70-те години – начало на развитието на интелигентното измерване
 - Дистанционно управление и комуникация
 - Двупосочна комуникация
 - Измерване на потреблението на електроенергия в реално време
 - Включване/изключване на захранването

TYPES OF ELECTRICITY, HEAT, AND GAS METERS

Type of meter	Advantages	Disadvantages
Electricity meter	<ul style="list-style-type: none"> • Reliable measurement 	<ul style="list-style-type: none"> • Manually reading • Electricity consumed by current coil is also registered on the meter • Creep phenomenon
	<ul style="list-style-type: none"> • Measure more parameters besides energy consumption • LCD/LED display • Two-way communication • Other functions of smart control 	<ul style="list-style-type: none"> • Complex communication infrastructure required • Periodic calibration routines are required • Security issues with unencrypted communication

Интелигентни измервателни уреди и усъвършенствана измервателна инфраструктура (2)

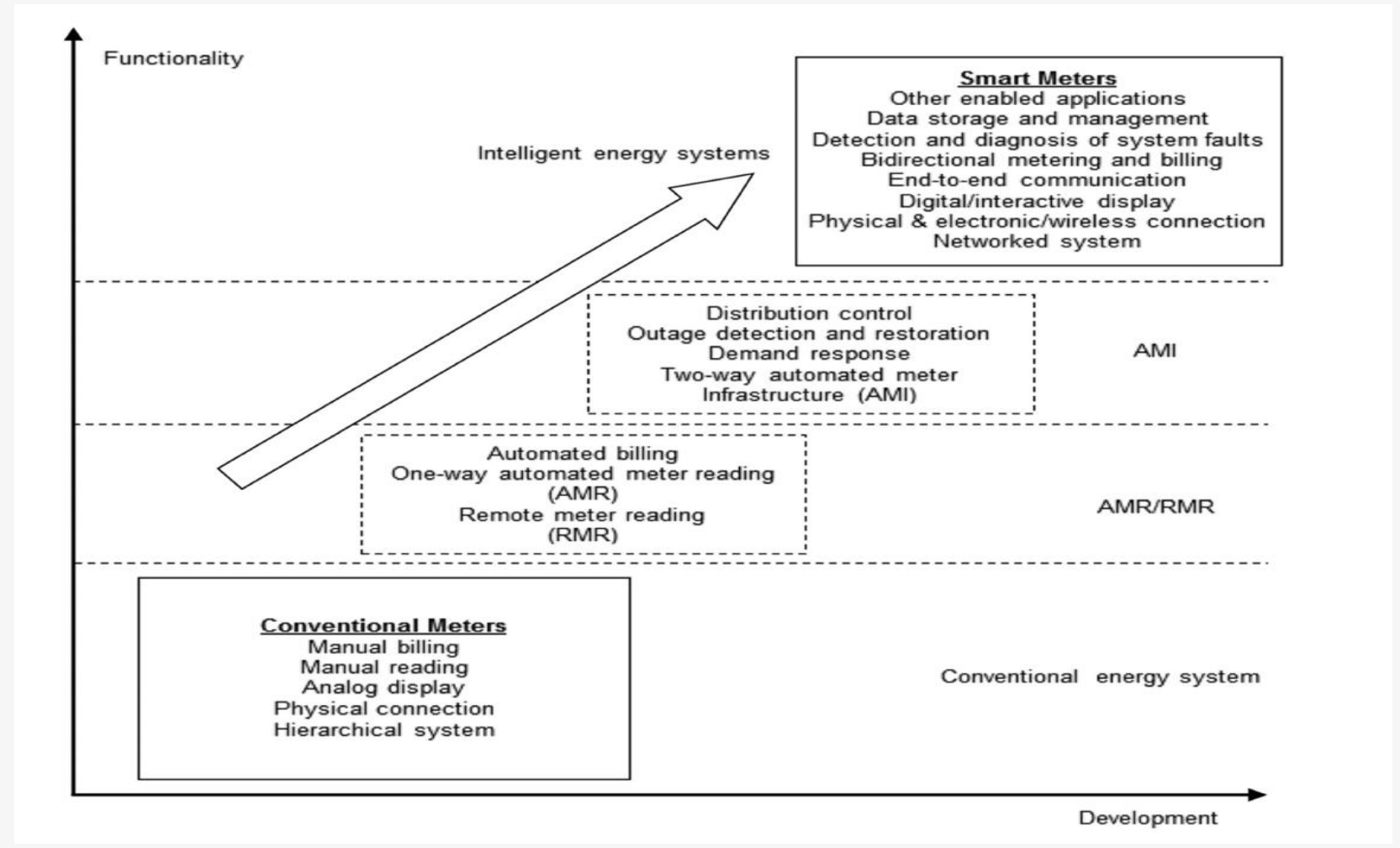
- Допълнителни предимства на интелигентното измерване:
 - Информация за потреблението в почти реално време
 - Управление на потреблението на енергия
 - Намаляване на разходите и вредните емисии
 - Няма повече прогнозно таксуване
 - По-лесна смяна на доставчик
 - Мониторинг на “здравния статус” на системата

Стар електромеханичен електромер (в ляво) и модерно интелигентно измервателно устройство (вдясно)

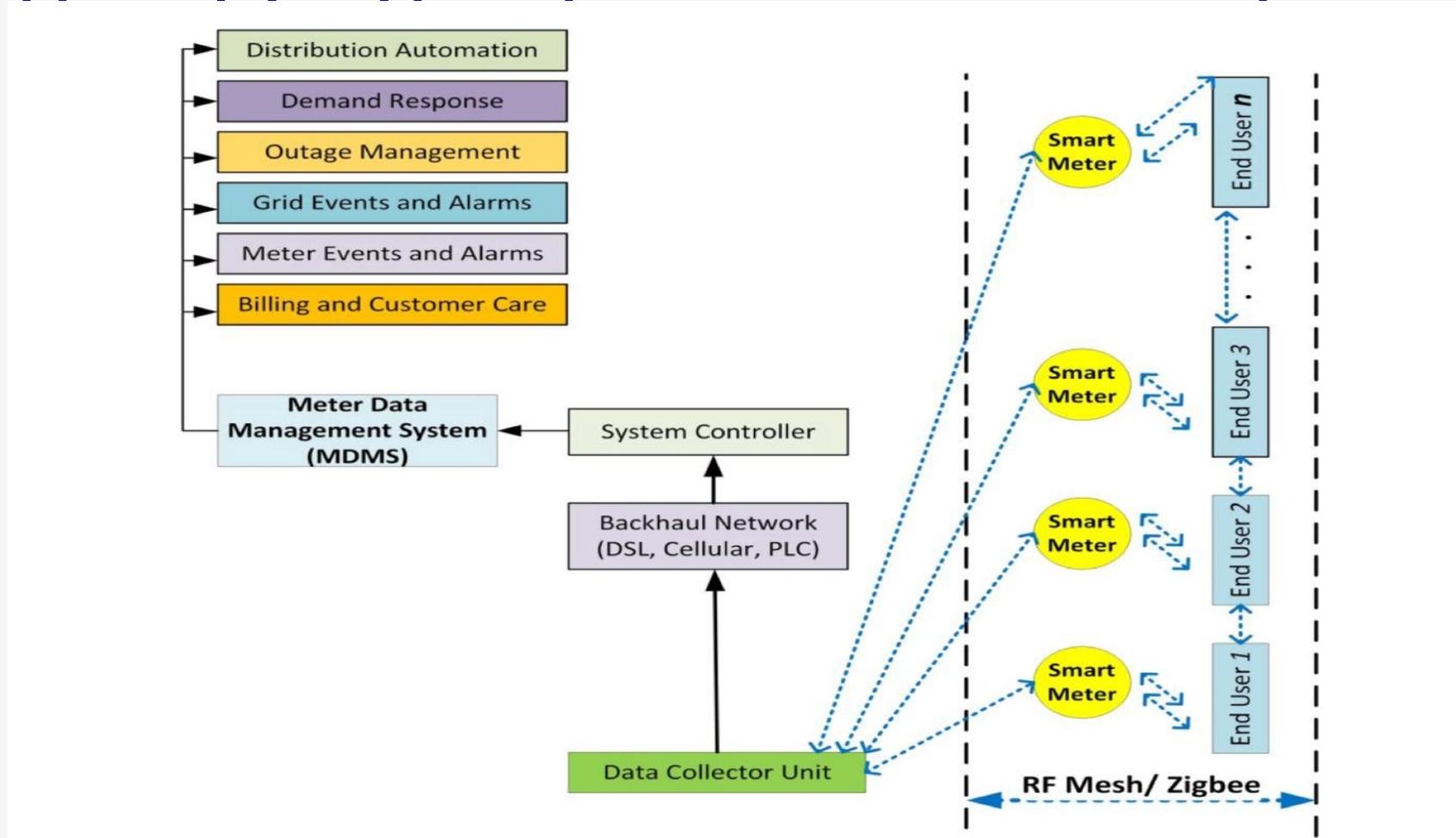
- Хърватски електромери, предоставени от операторът на разпределителната мрежа НЕР



Развитието на интелигентните електромери и техните функции



Усъвършенствана измервателна инфраструктура при интелигентна мрежа



Най-важните приложения на усъвършенстваната измервателна инфраструктура

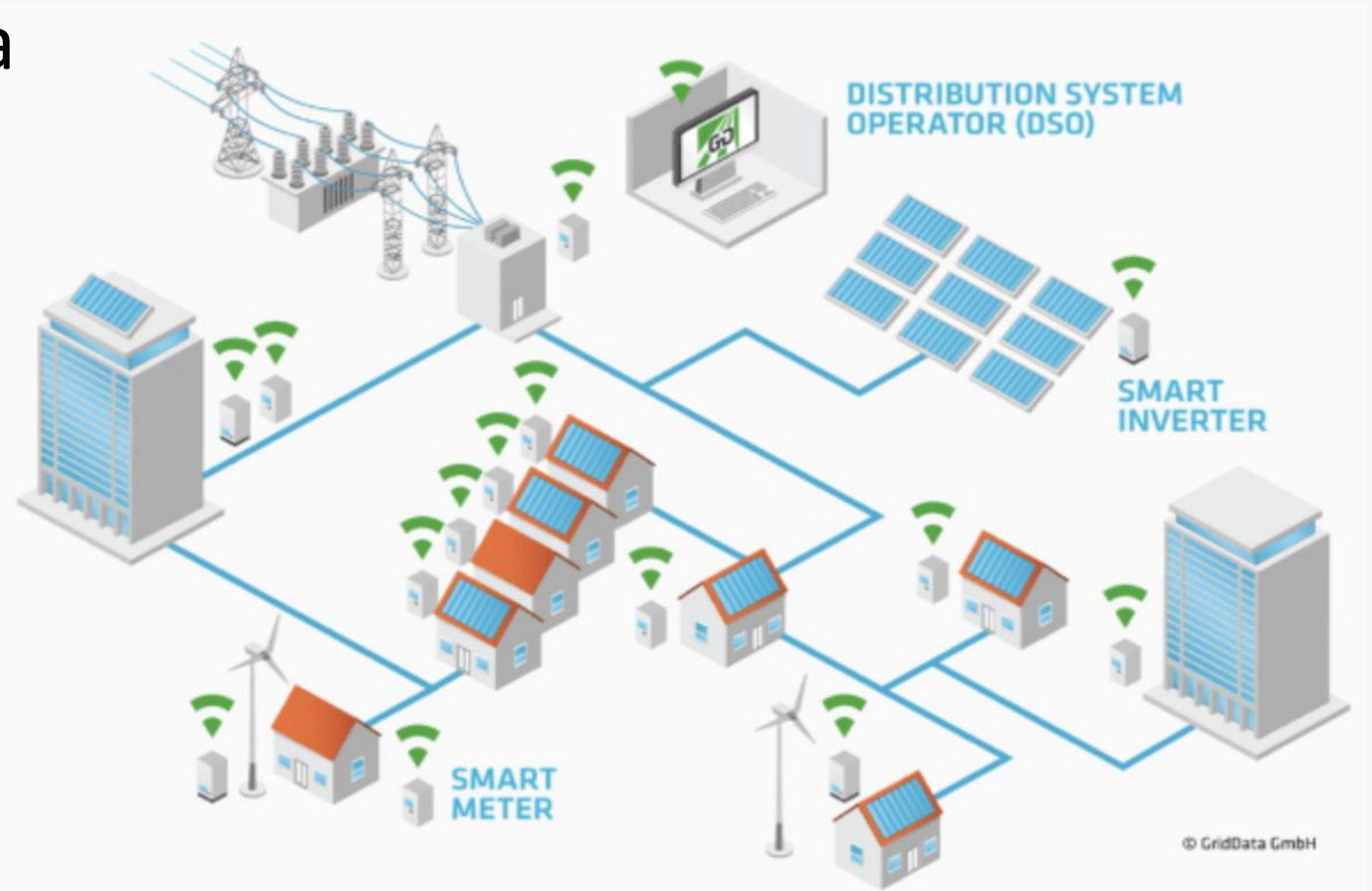
- Показване на данни за потреблението в реално време
- Ценови схеми, които са по-динамични
- Нетно отчитане
- По-бързо възстановяване на услугите
- Дистанционно включване и изключване



Най-важните приложения на усъвършенстваната измервателна инфраструктура

Мониторинг на качеството на енергията

- Възможност за предплащане на енергия
- Откриване на манипулации и кражби на енергия
- По-ефективно използване на електромобили
- Удобство за клиента



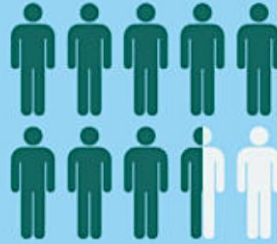
The Smart Meter Effect:

How smart meters are changing our homes for the better



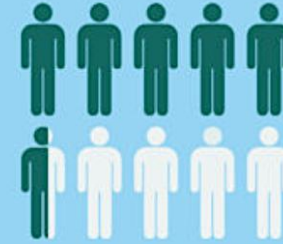
85%

changed the way they do things around the house to use less energy



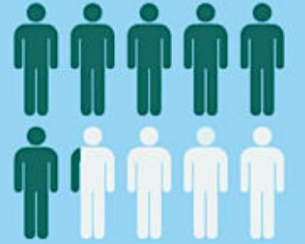
56%

made changes to their home to be more energy efficient



63%

looked into ways to use less energy

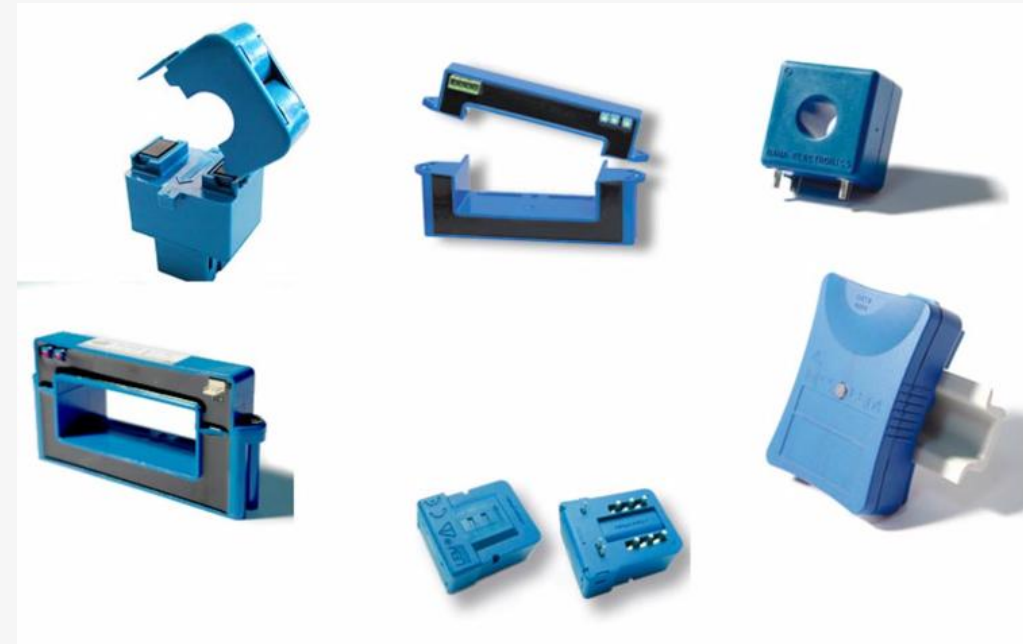


Populus

Анализ разходи и ползи на усъвършенствана измервателна инфраструктура

Costs	Benefits
<ul style="list-style-type: none"> ▪ AMI Metering Equipment and Communications Infrastructure Implementation <ul style="list-style-type: none"> • AMI Meters & Installation • AMI Communications Network Hardware & Installation ▪ IT Systems and Integration: MDAS,MDM, storage system, data integration platform, analytics software ▪ Program Management ▪ AMI Operational Costs <ul style="list-style-type: none"> – Metering Operations (Maintenance, field servicing, inventory management) – Communications Operations ▪ Consumer Education 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduction in Meter Reading Costs ▪ Reduction in Field and Meter Services (Manual Disconnect/Reconnect of Meters, Manual Off-Cycle/Special Meter Reads) ▪ Theft/Tamper Detection and Reduction ▪ Efficiency Improvement in Billing and Customer Management ▪ Improved Capital Spend Efficiency <ul style="list-style-type: none"> – Distribution System Management – Asset Management Planning – Avoided Meter Purchases ▪ Improved Outage Management Efficiency

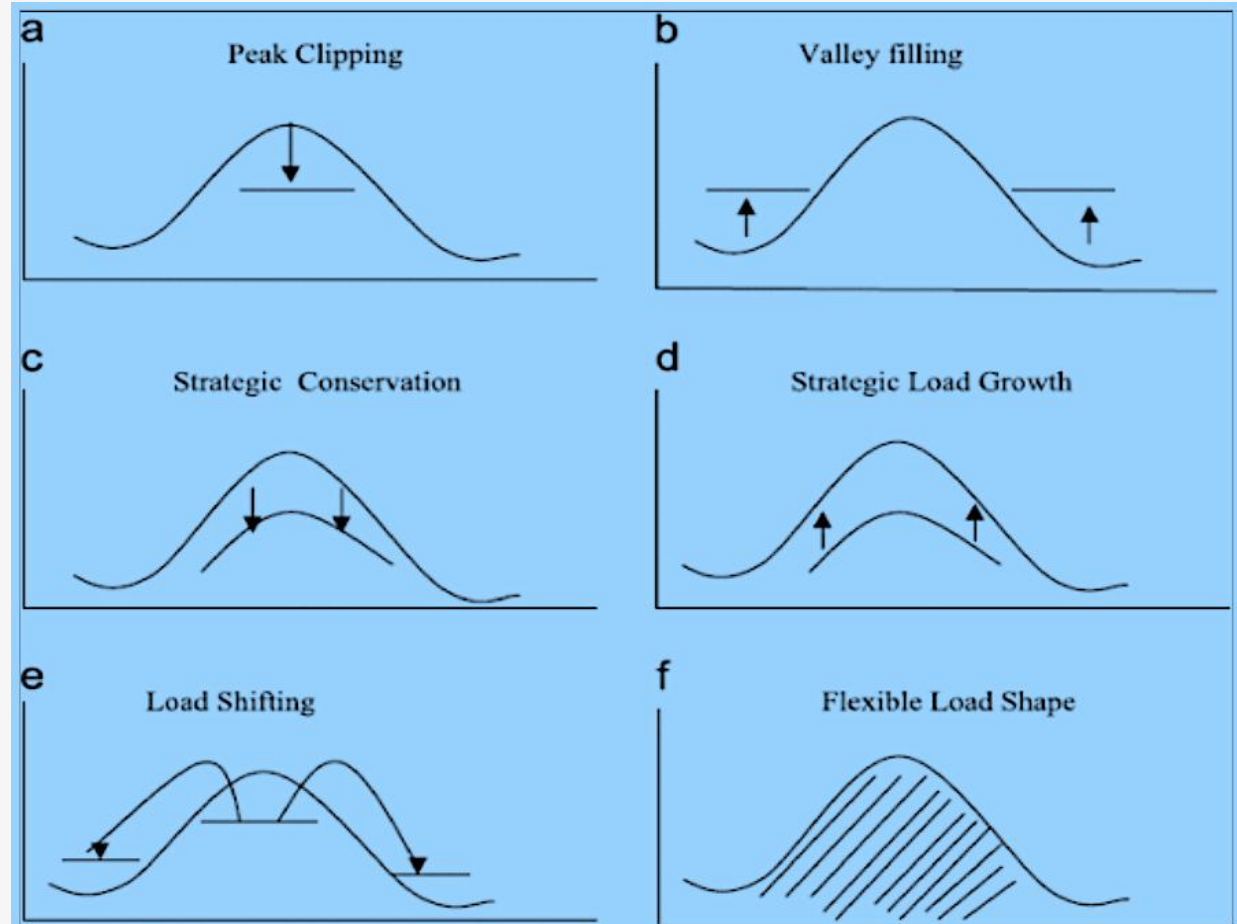
- Мониторинг и измерване на състоянието на мрежата
- Откриване на механични повреди в мрежите



Управление на реакцията при потреблението

- Програми за реакция при потреблението и енергийна ефективност
- Адаптиране на товара към наличната мощност
- Икономически стимули
- Ползи за околната среда
- Осигуряване на стабилност на мрежата

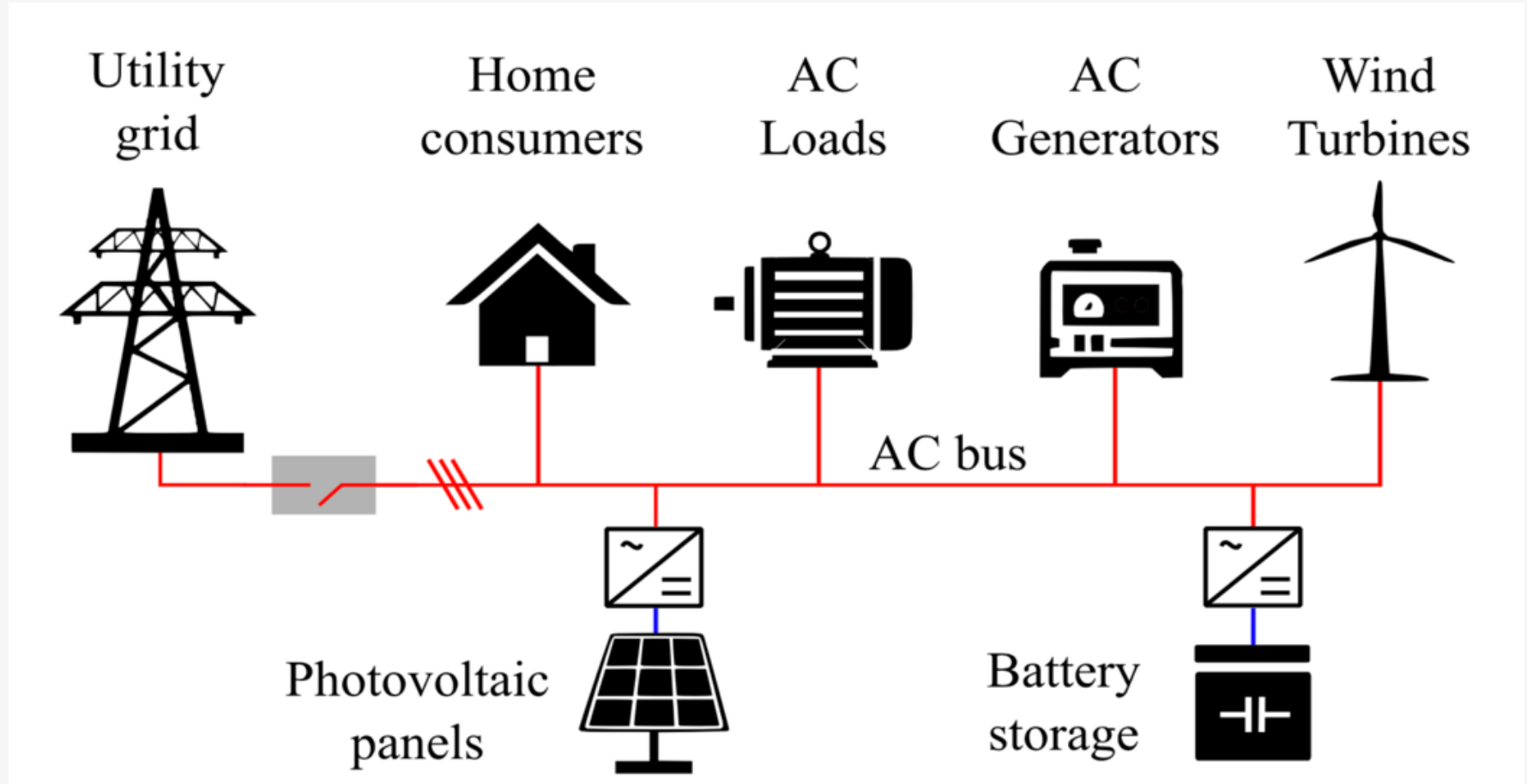
Типични цели за формата на товара, които могат да бъдат постигнати чрез реакция при потреблението



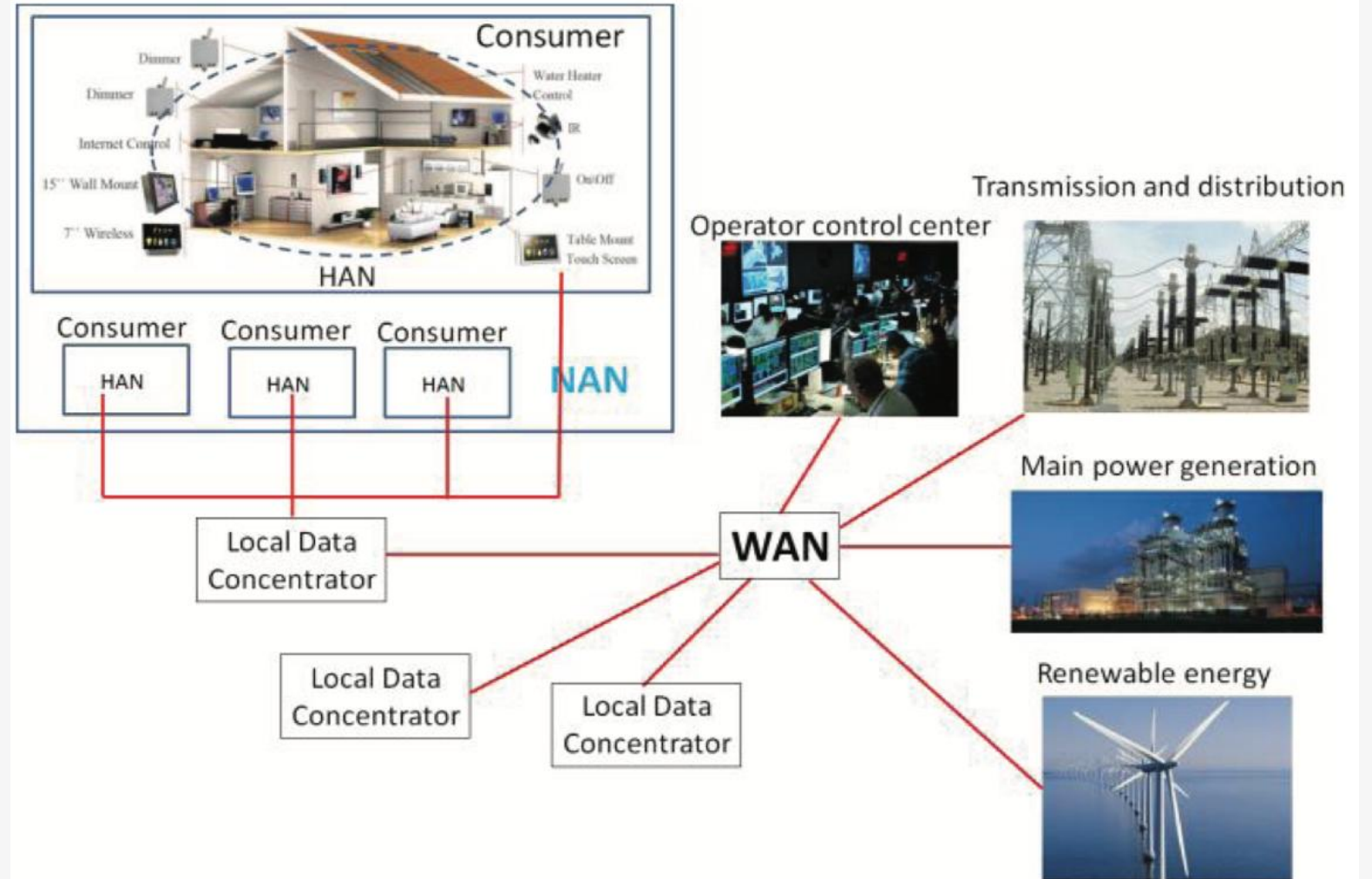
Видове реакция при потреблението

- Имплицитна реакция
 - Тарифи и ценообразуване според потреблението:
 - Единна тарифа
 - Ценообразуване, според времето на потребление
 - Ценообразуване в реално време
 - Тарифи за пикови часове на потребление (динамично ценообразуване)
 - Възстановяване на суми при по-малко потребление от очакваното по предварително определени тарифи за пикови часове на потребление
 - Категорична (експлицитна) реакция

Микромрежи с променлив ток

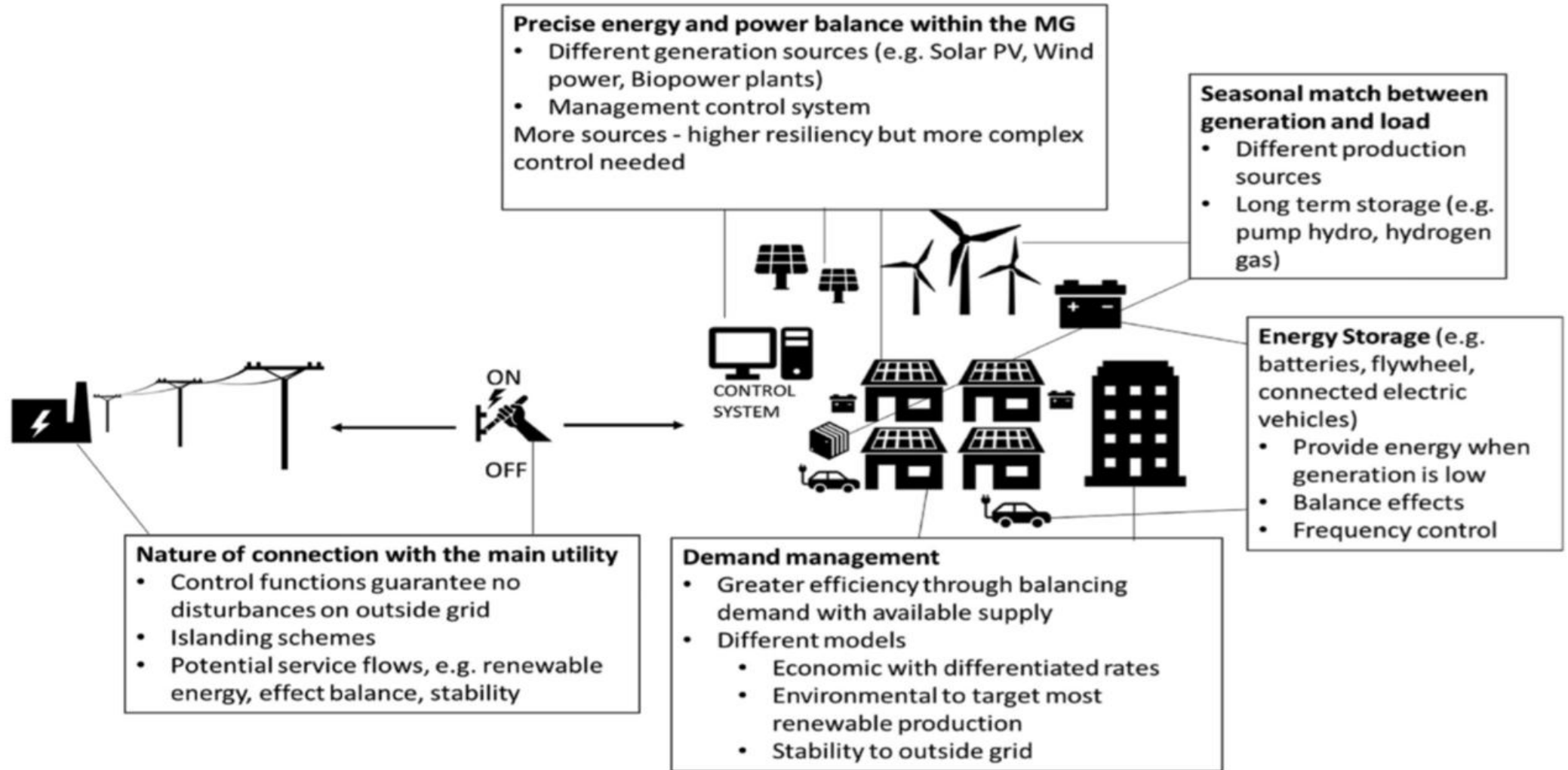


Информационни и комуникационни ТЕХНОЛОГИИ

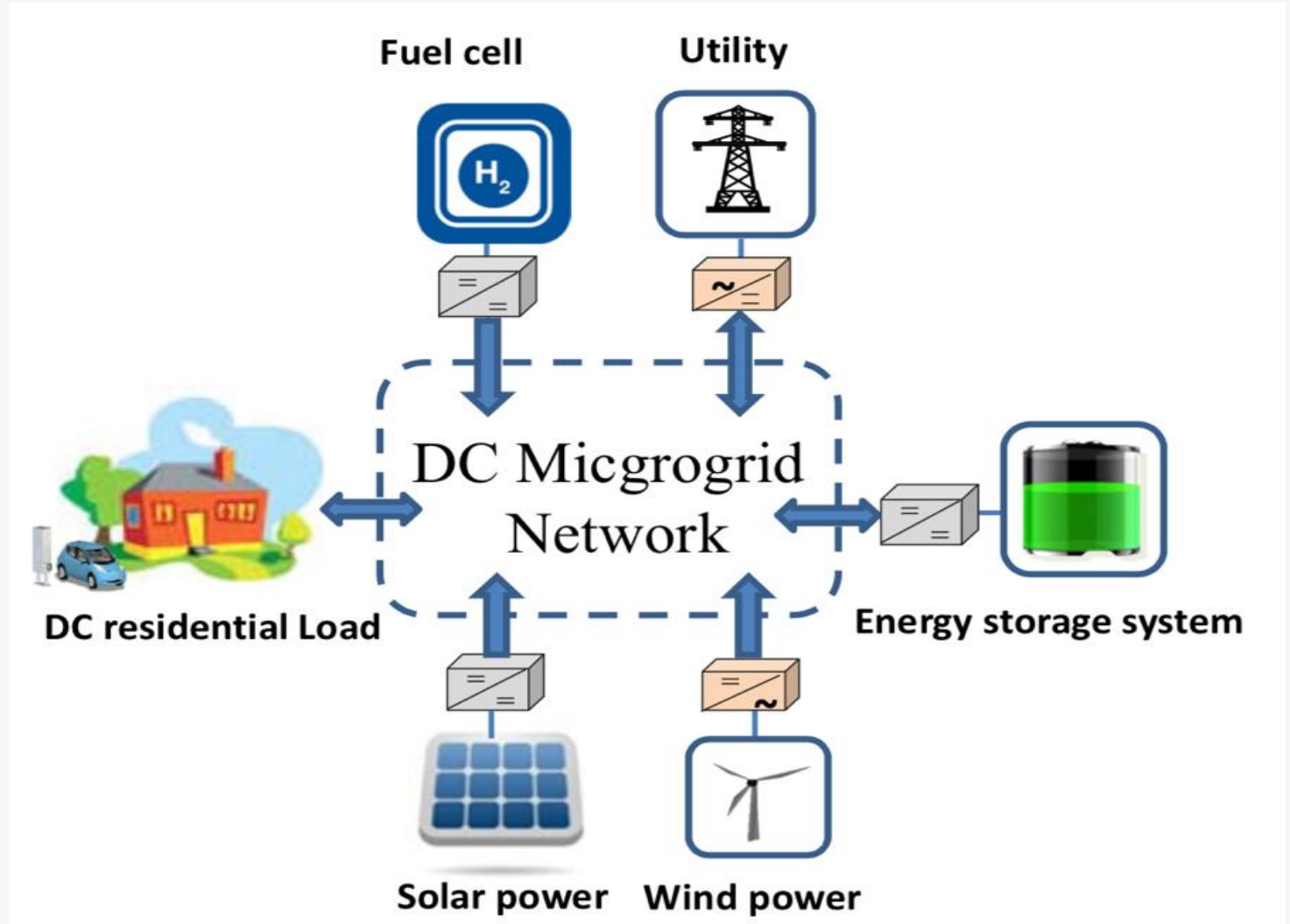


- Интелигентните мрежи могат да бъдат разделени на множество интегрирани микромрежи
- Част от мрежата, която може да работи автономно (извън мрежата)
- Състои се от товари и източници на енергия
- Превключвател за изолиране

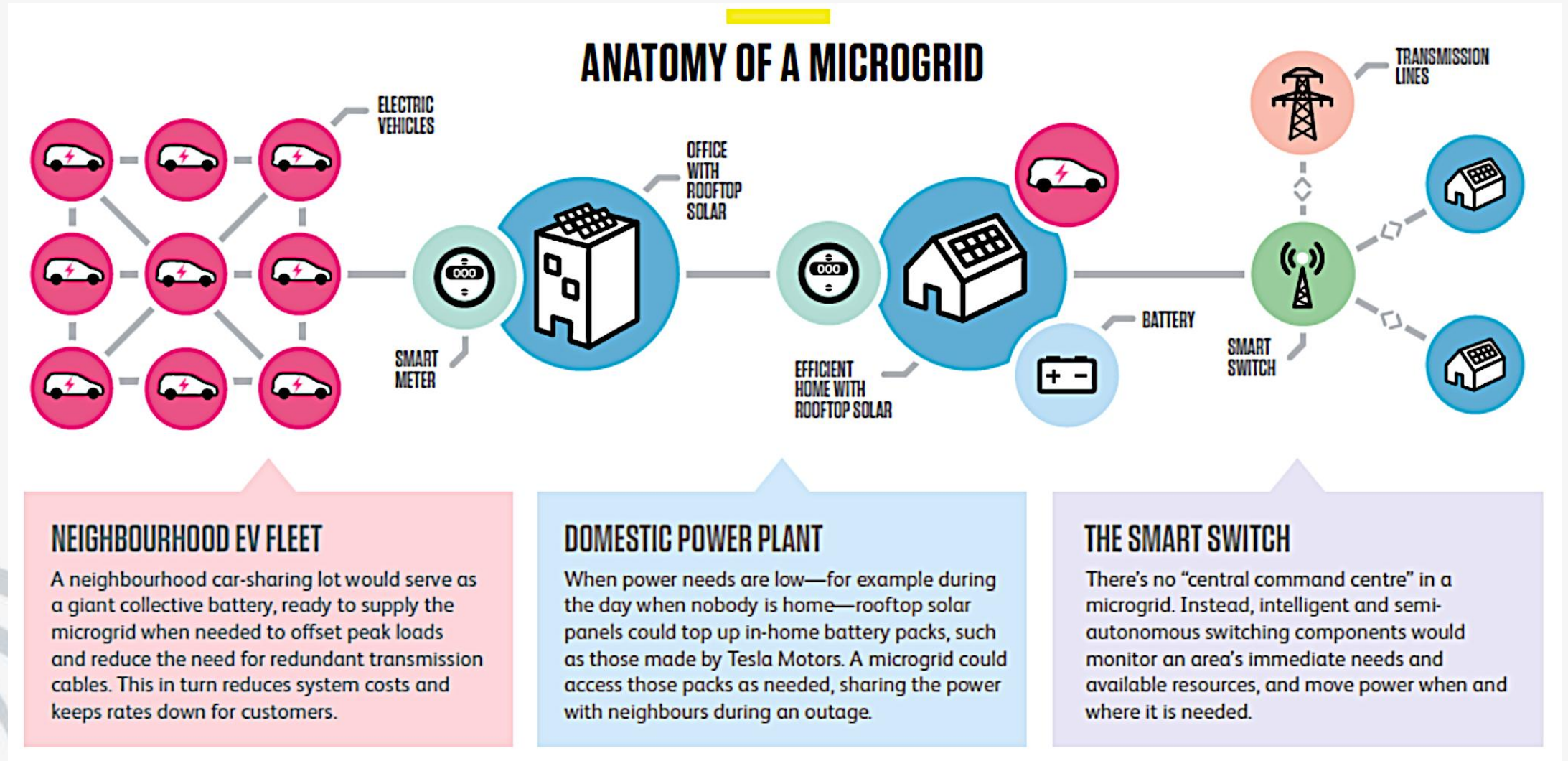
Идейна схема на микромрежа



Микромрежи с постоянен ток

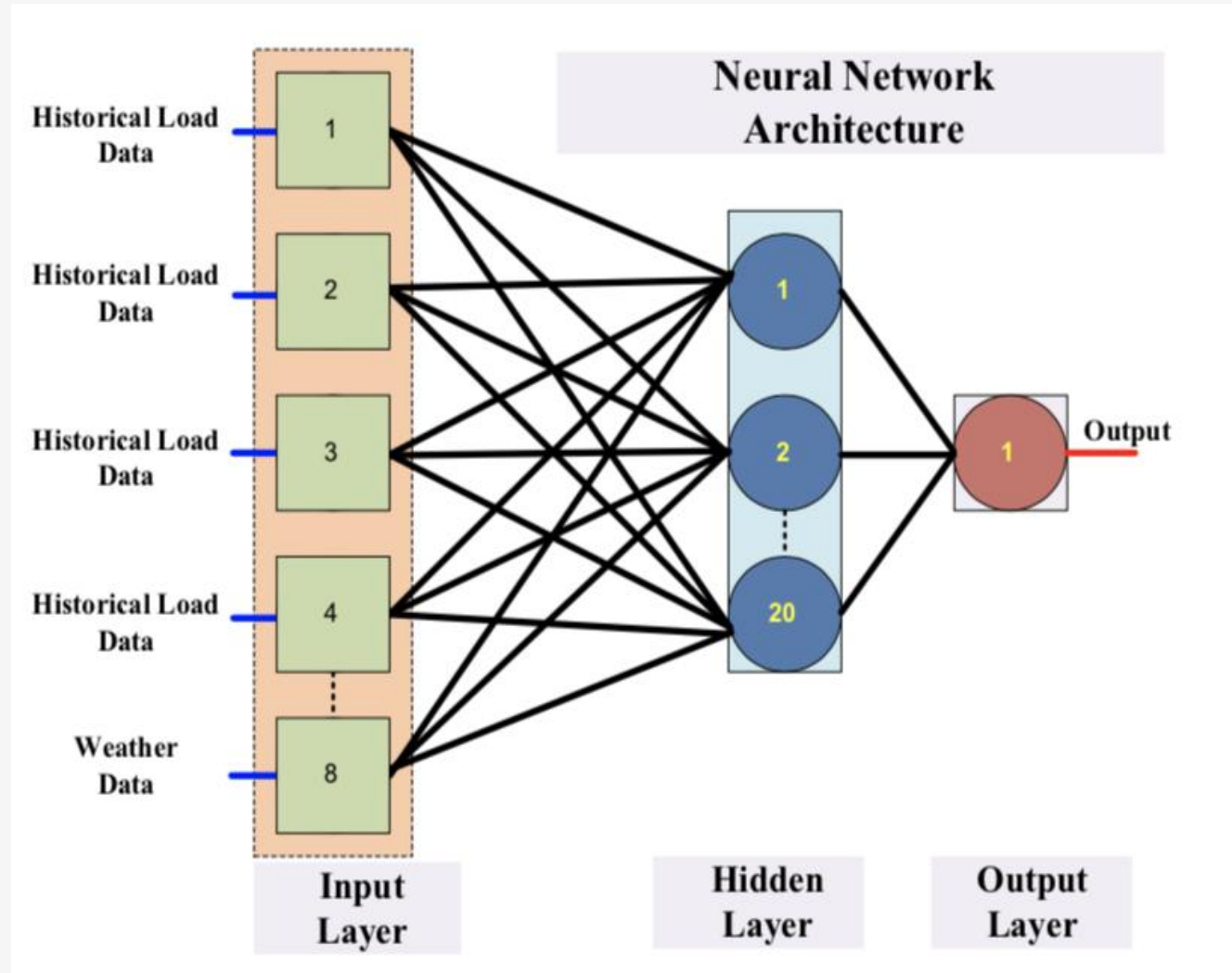


Интелигентна микромрежа



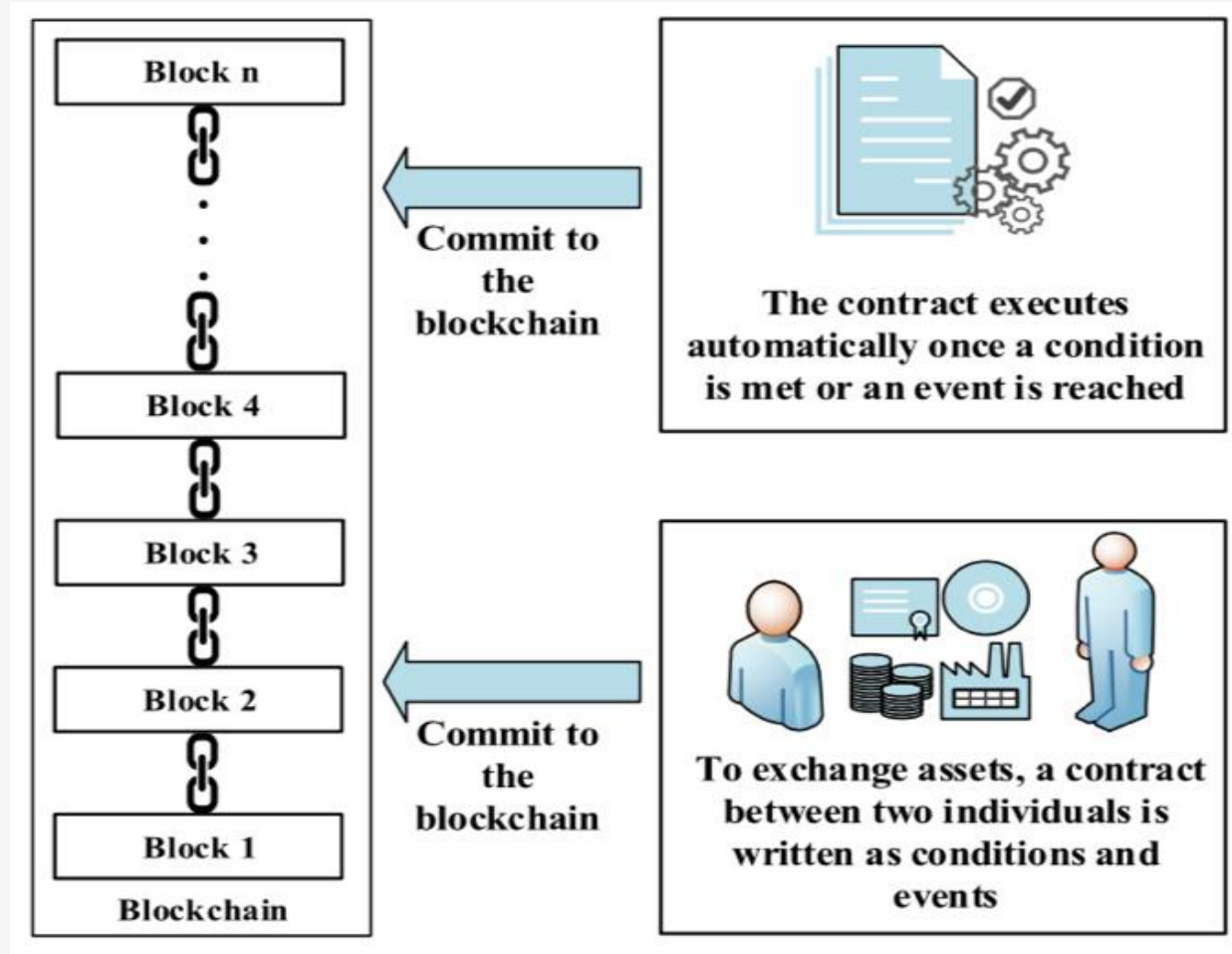
- Наука и инженерни знания за изграждане на интелигентни машини
 - Начини по които машините могат да постигнат изкуствен интелект:
 - Машинно обучение (Machine Learning):
 - Дълбоко обучение, и
 - Подсилено обучение.
 - Програмиране, базирано на правила
 - Изкуствени невронни мрежи – три слоя

Архитектура на изкуствена невронна мрежа, използвана за прогнозиране на бъдещи товари



- Децентрализирана технология
- Участниците създават, поддържат и съхраняват вериги от информационни блокове
- Всеки партньор има копие от счетоводната книга
- Интелигентни договори – съгласувани са предварително и се изпълняват, когато условията са изпълнени
- Peer to peer (P2P) търговия с енергия, където например потребителите могат да бъдат и доставчици на енергия.

Описание на блокчейн и принципа на интелигентния договор



Електрически превозни средства

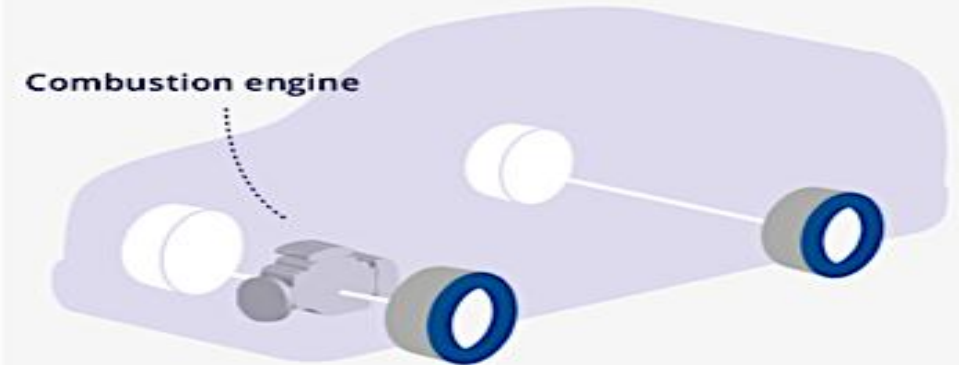
- Транспортния сектор – 1/4 от емисиите на парникови газове в Европа
- Шумово замърсяване - голямо
- Двигателите с вътрешно горене са изключително неефективни (18% - 25%)

Конвенционално превозно средство с двигател с вътрешно горене, неговите предимства и недостатъци

Source: https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-in-europe/at_download/file

Conventional vehicle

Conventional vehicles use an internal combustion engine (petrol/diesel) to provide vehicle power.



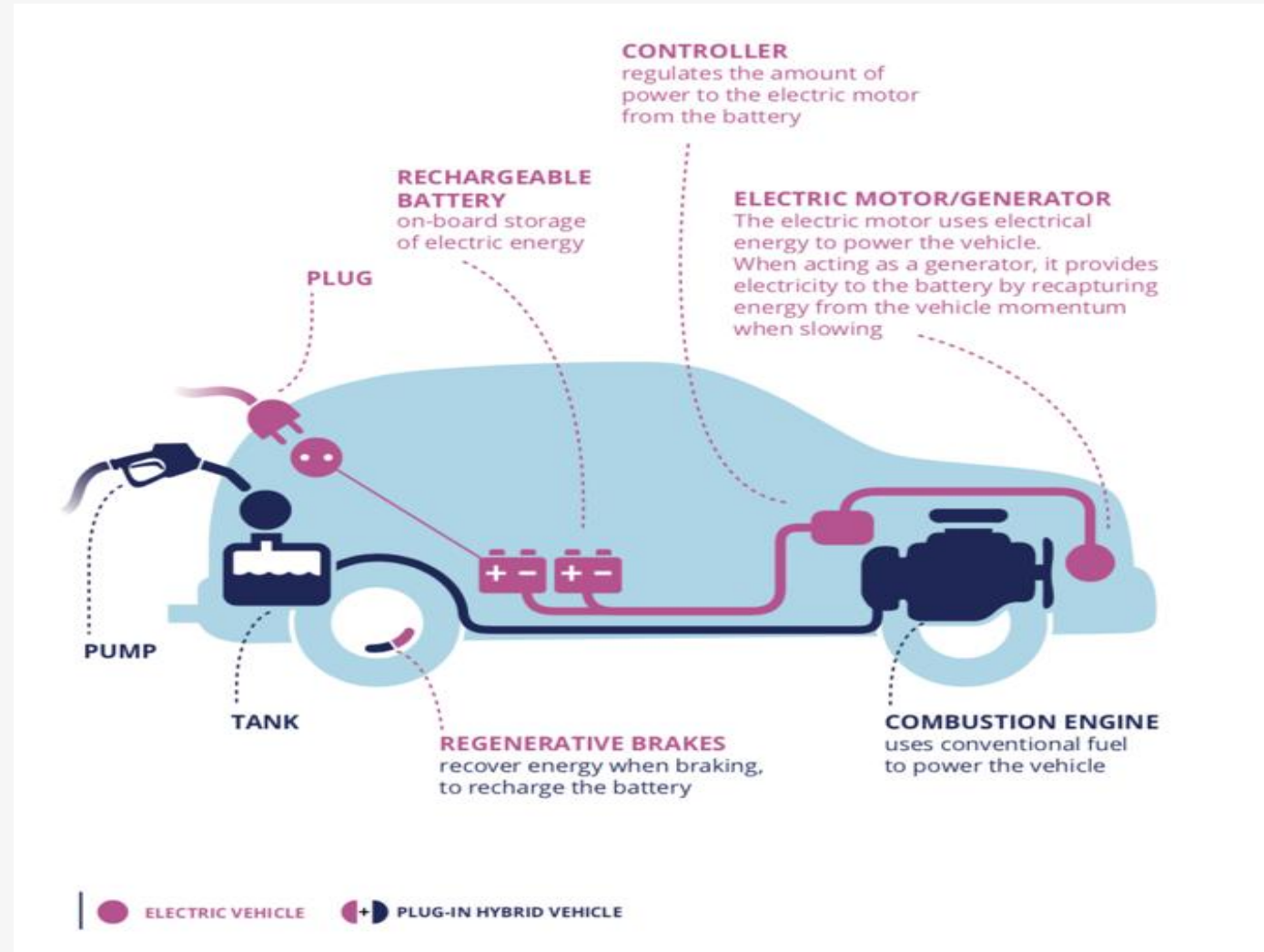
ADVANTAGES



DISADVANTAGES

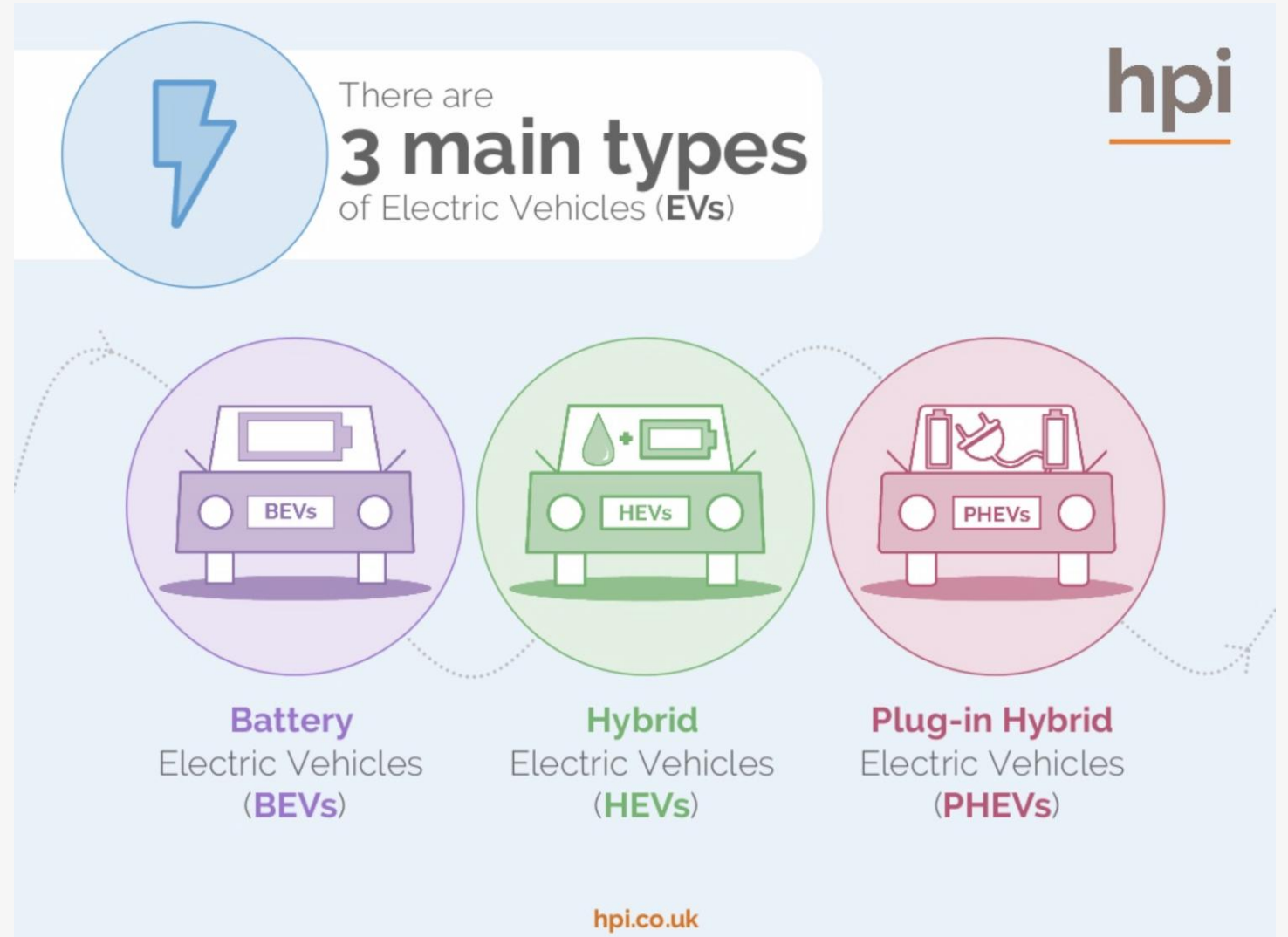


Основни части на електрическо или хибридно превозно средство



Типове електрически превозни средства

- 3 основни типа
- 2 допълнителни типа

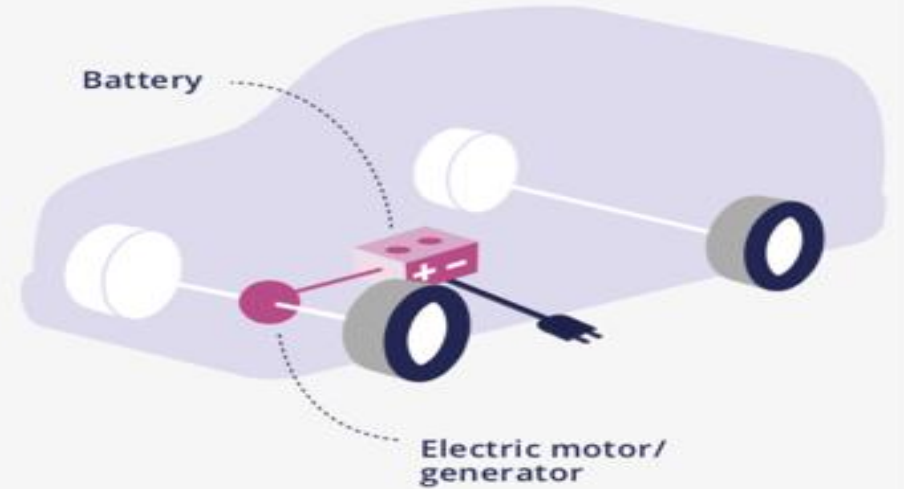


Електрическо превозно средство с батерия, неговите предимства и недостатъци

Source: https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-in-europe/at_download/file

Battery electric vehicle

Battery electric vehicles are powered by an electric motor and battery with plug-in charging.



ADVANTAGES



HIGHER EFFICIENCY



HOME/WORKPLACE RECHARGE



LOW ENGINE NOISE



ZERO EXHAUST EMISSIONS

DISADVANTAGES



FEWER RECHARGING STATIONS



LONG TIME TO RECHARGE



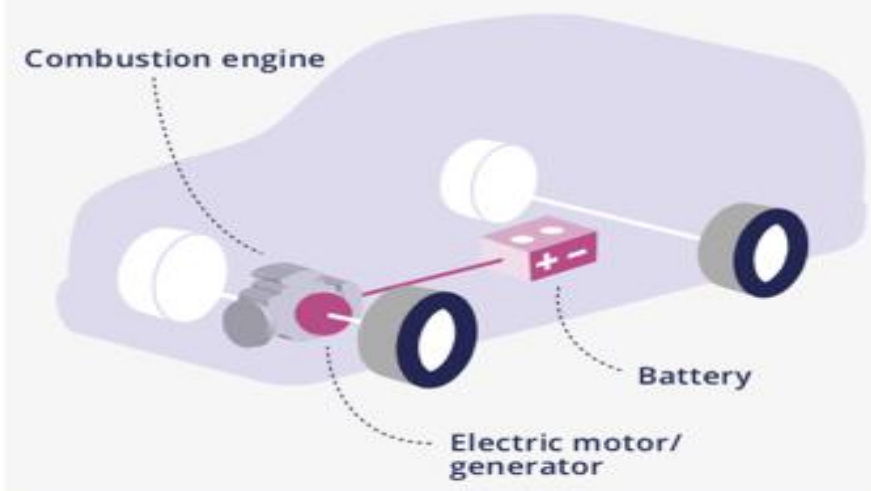
SHORT DRIVING RANGE

Хибридно електрическо превозно средство, неговите предимства и недостатъци

Source: https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-in-europe/at_download/file

Hybrid electric vehicle

Hybrid electric vehicles combine a conventional (petrol/diesel) engine and a small electric motor/battery charged via regenerative braking or the engine.



ADVANTAGES

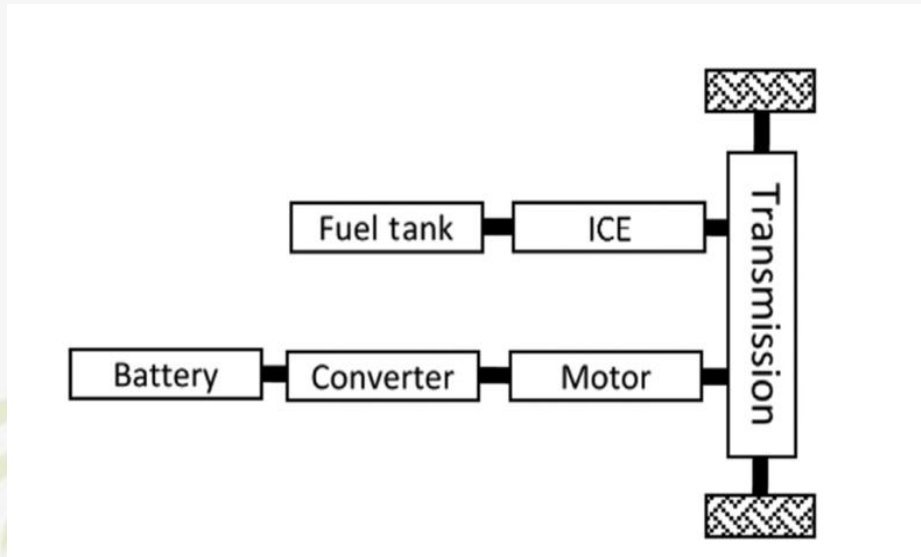


DISADVANTAGES

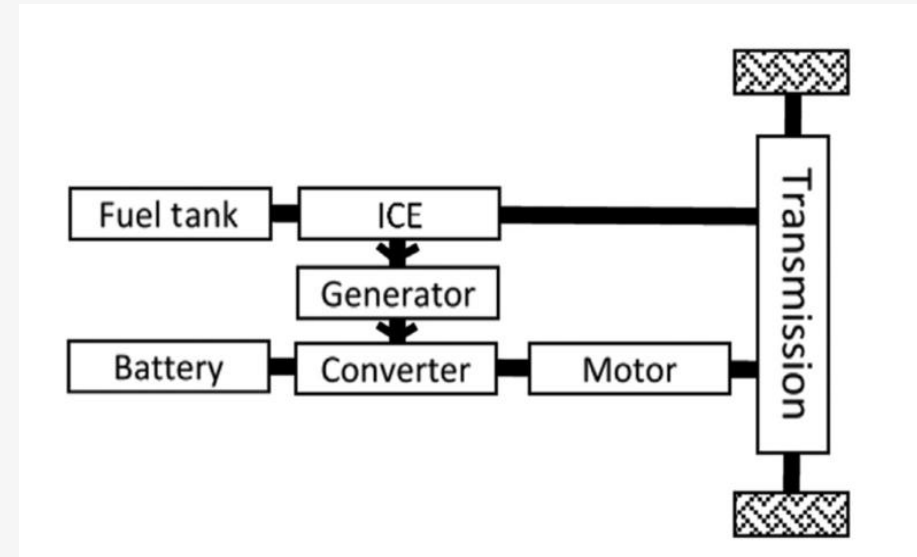


Видове хибридни електромобили

Паралелни хибриди



Последователно-паралелни хибриди

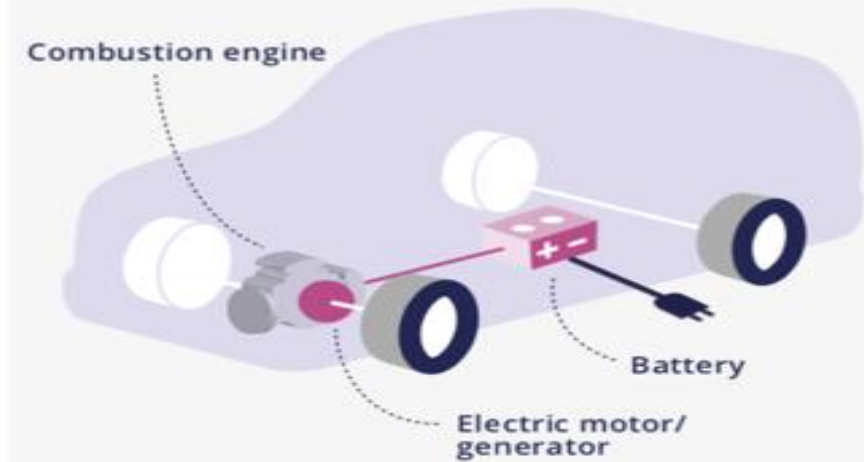


Plug-in хибридно електрическо превозно средство, неговите предимства и недостатъци

Source: https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-in-europe/at_download/file

Plug-in hybrid electric vehicle

Plug-in hybrid electric vehicles have a conventional (petrol/diesel) engine complemented with an electric motor/battery with plug-in charging.



ADVANTAGES



DISADVANTAGES

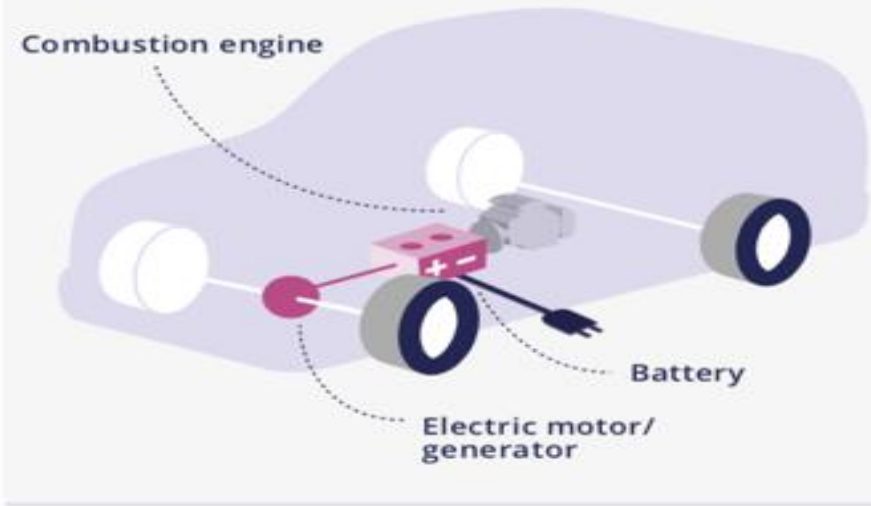


Електрическо превозно средство с разширен обхват, неговите предимства и недостатъци

Source: https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-in-europe/at_download/file

Range-extended electric vehicle

Range-extended electric vehicles are powered by an electric motor and plug-in battery, with an auxiliary combustion engine used only to supplement battery charging.



ADVANTAGES



DISADVANTAGES



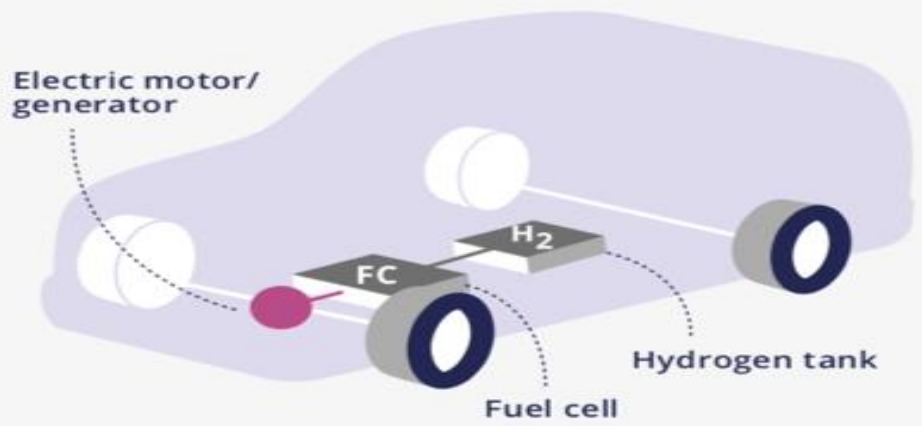
TECHNOLOGICAL COMPLEXITY

Електрическо превозно средство с горивни клетки, неговите предимства и недостатъци

Source: https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-in-europe/at_download/file

Fuel cell electric vehicle

Fuel cell electric vehicles use a fuel cell to create on-board electricity, generally using compressed hydrogen and oxygen from the air.



ADVANTAGES



DISADVANTAGES



How are electric vehicles charged?



Battery Swap



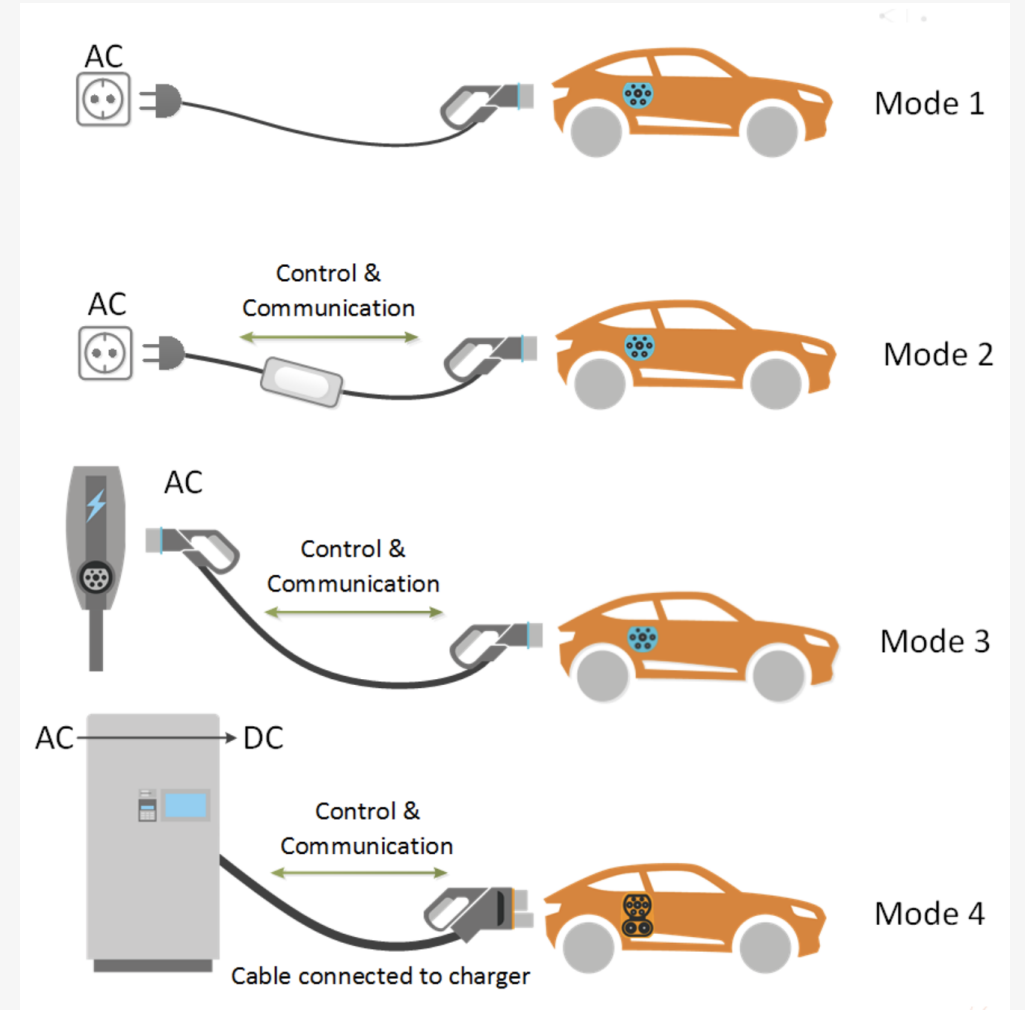
Plug-in Charging



Wireless

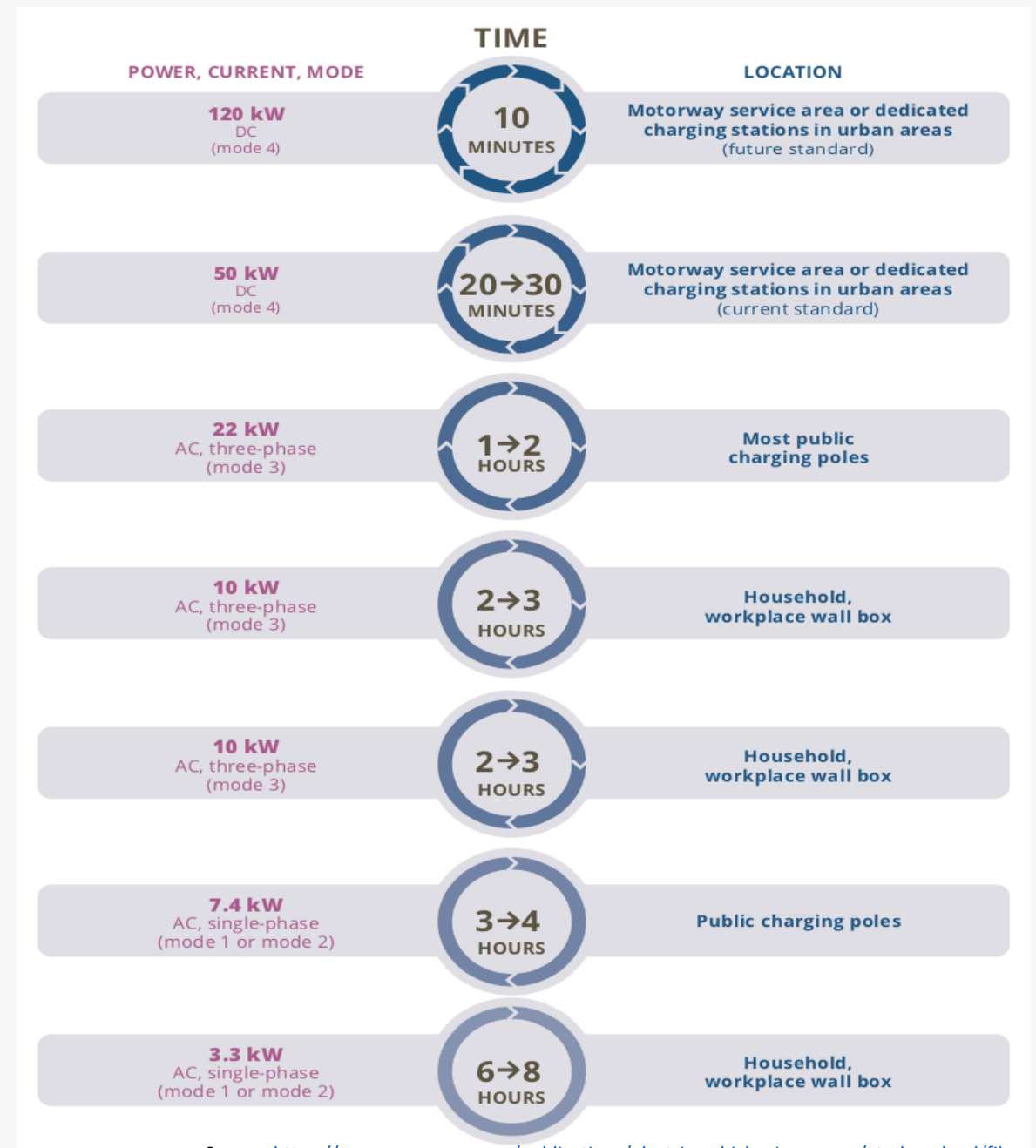
Начини за зареждане на електромобили

- 4 режима
- различни скорости и приложения



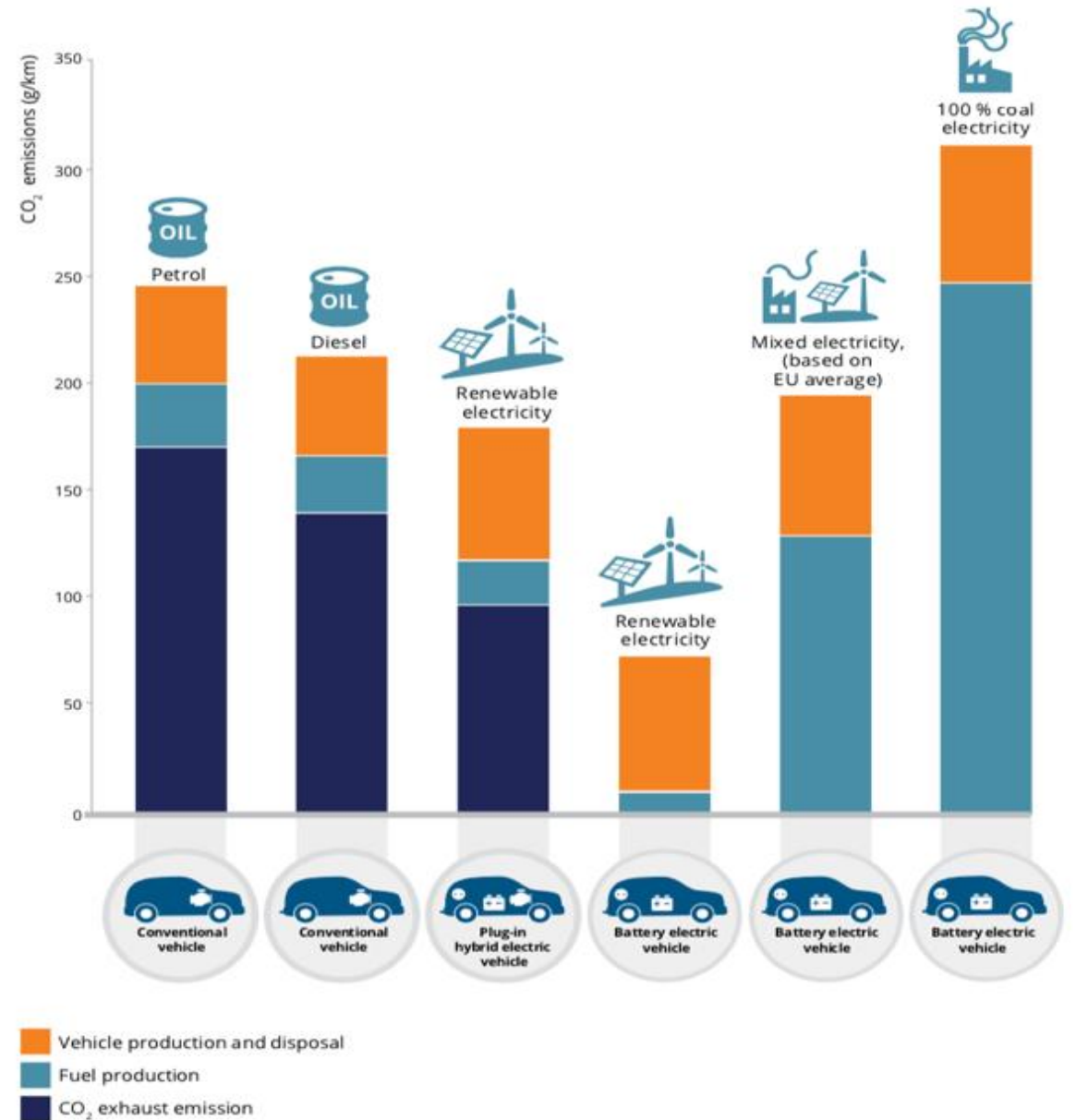
Време за зареждане за осигуряване на пробег от 100 км

52



- Очаквани емисии на CO₂ през жизнения цикъл за различни превозни средства и видове гориво, базирани на превозно средство от среден клас, което изминава 220 000 км през целия си живот

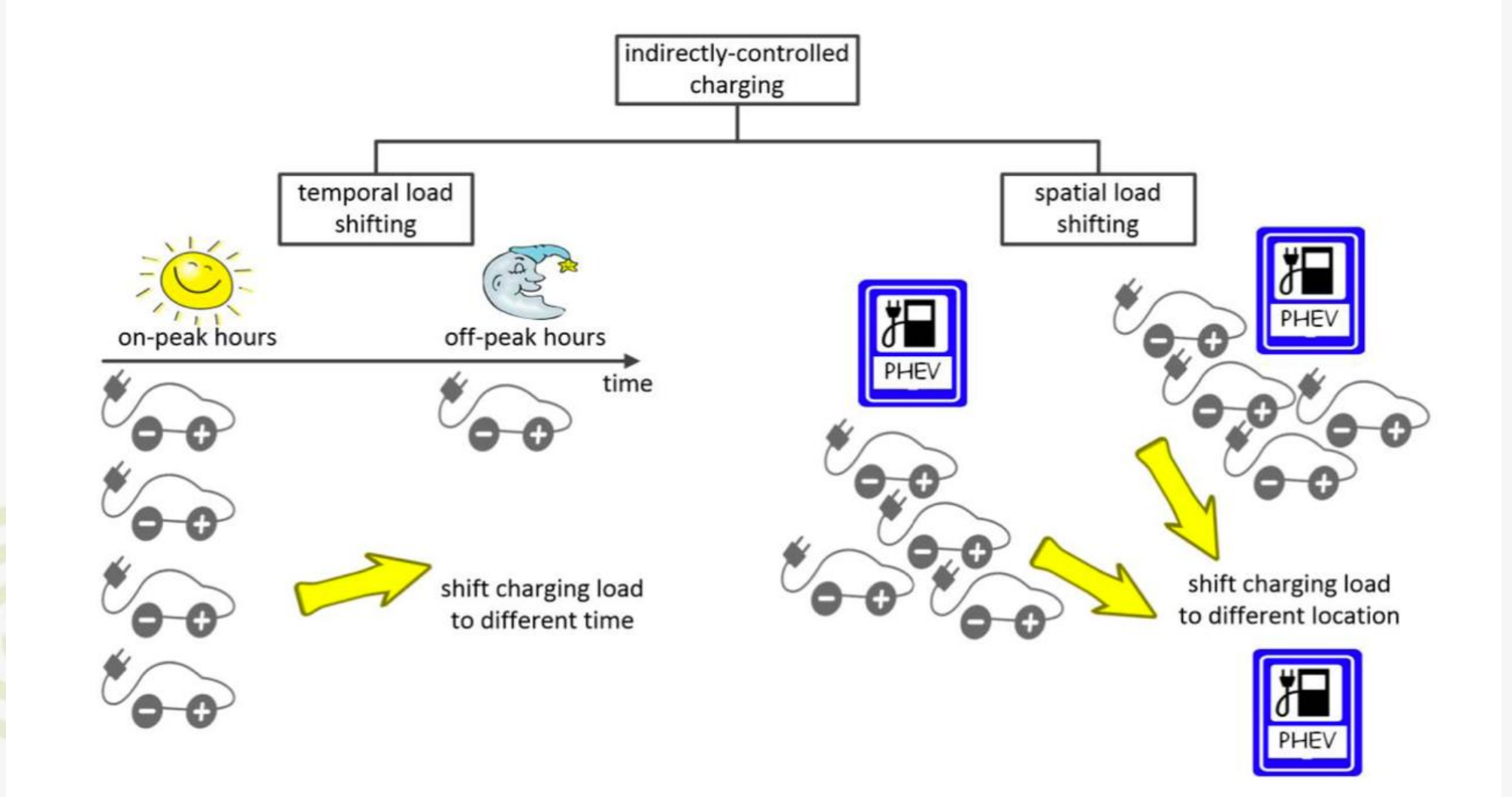
Source: https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-in-europe/at_download/file



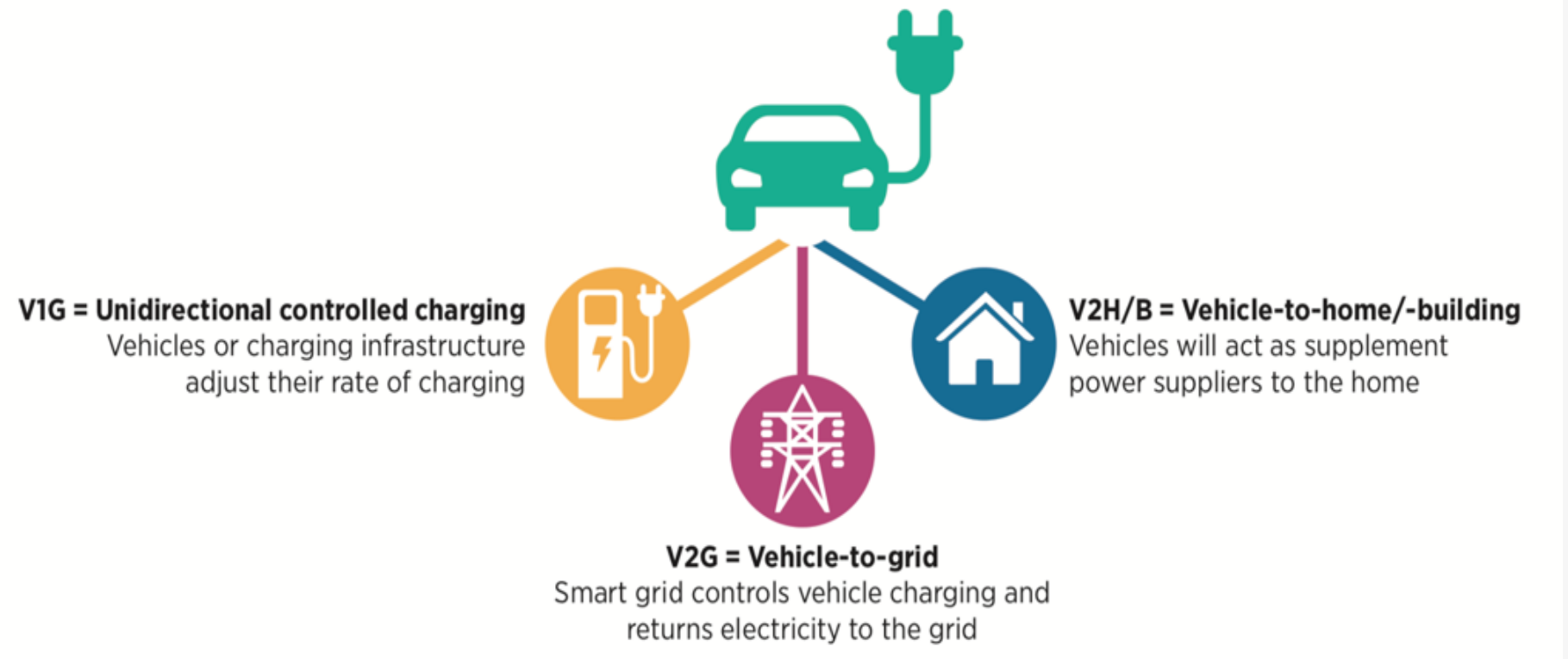
Електромобили и Интелигентни мрежи

- Индиректно контролирано зареждане
- Зареждане от мрежа до превозно средство
- Интелигентно зареждане:
 - Еднопосочно контролирано зареждане
 - От превозно средство към мрежа
 - От превозно средство до дома
 - От превозно средство до превозно средство

Схеми за индиректно контролирано таксуване, базирани на цена

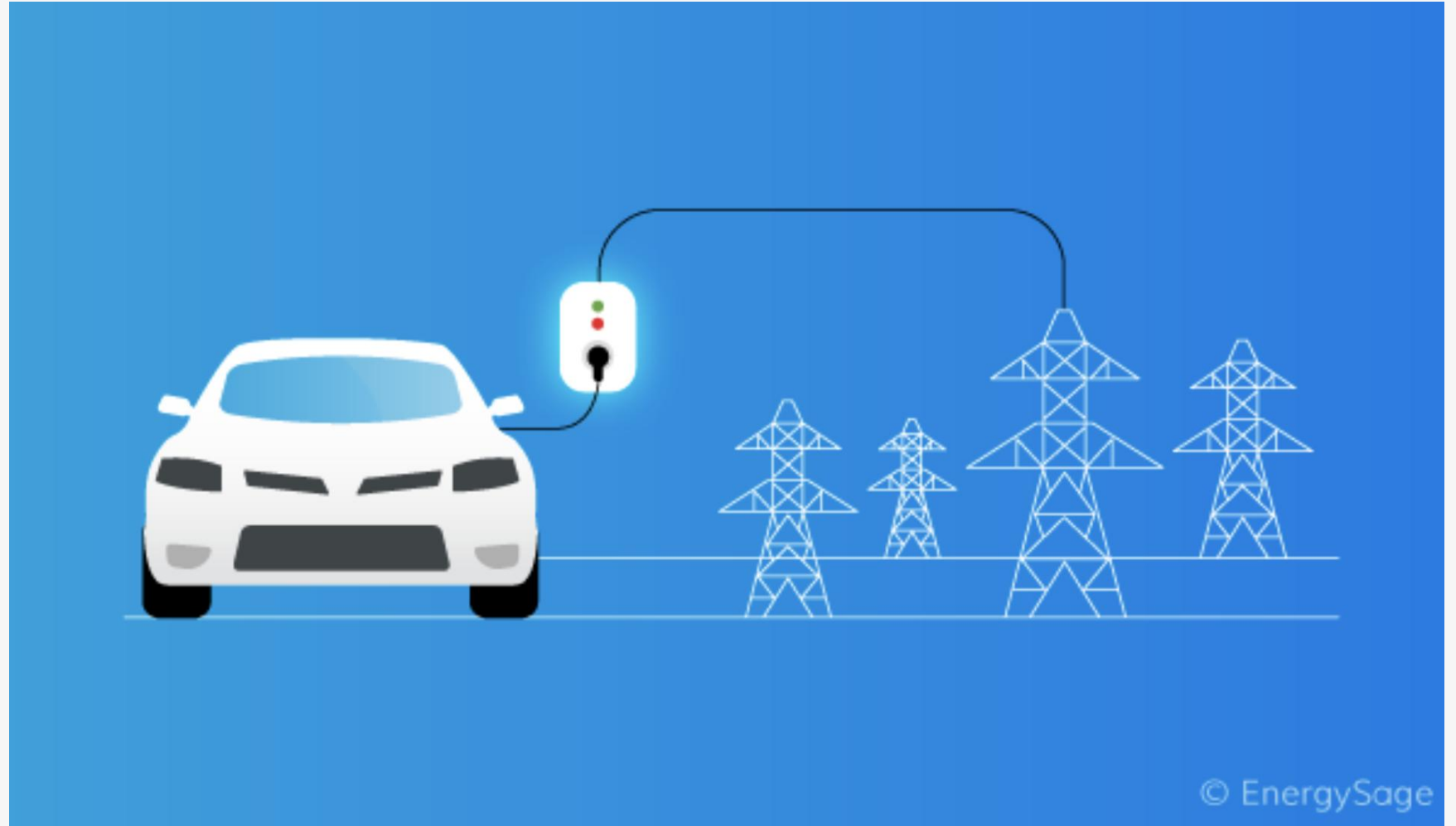


Интелигентни начини за зареждане

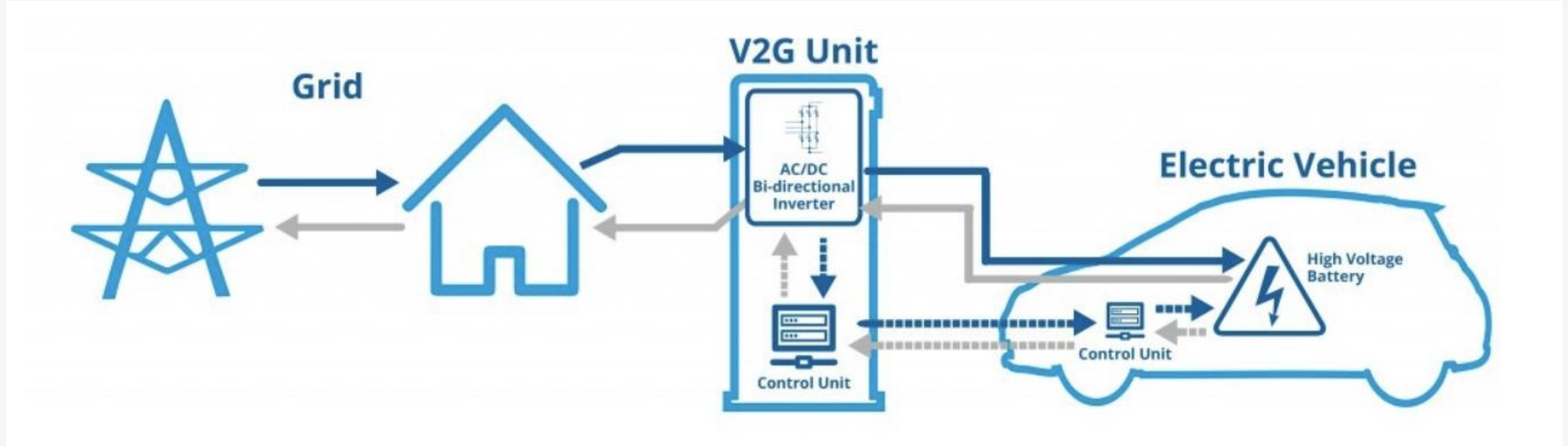


Source: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_EV_smart_charging_2019_summary.pdf?la=en&hash=8A4B9AB5BAB3F2341B366271DCA6FF7EE802AED4

Зареждане от мрежа до превозно средство

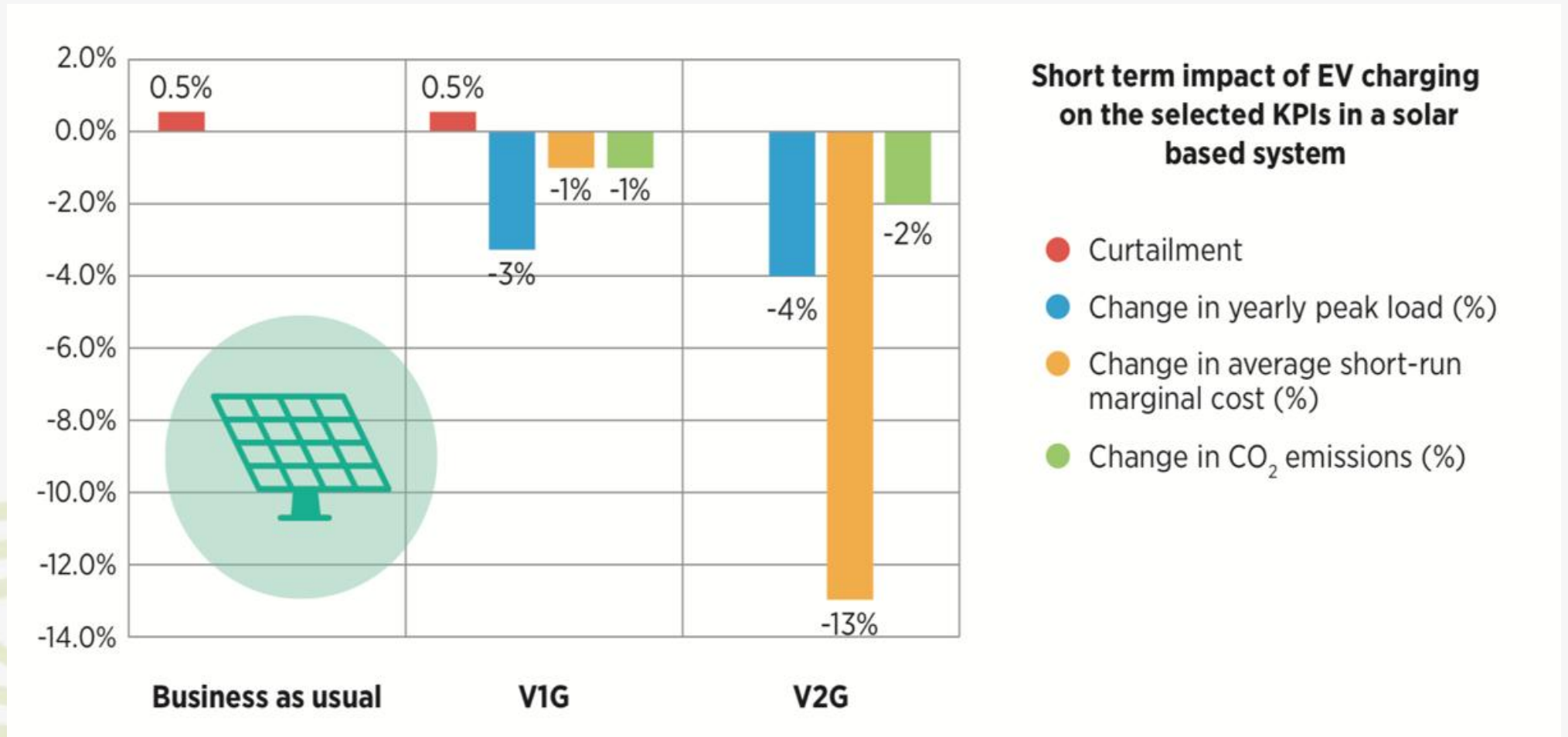


Зареждане от превозно средство към мрежата

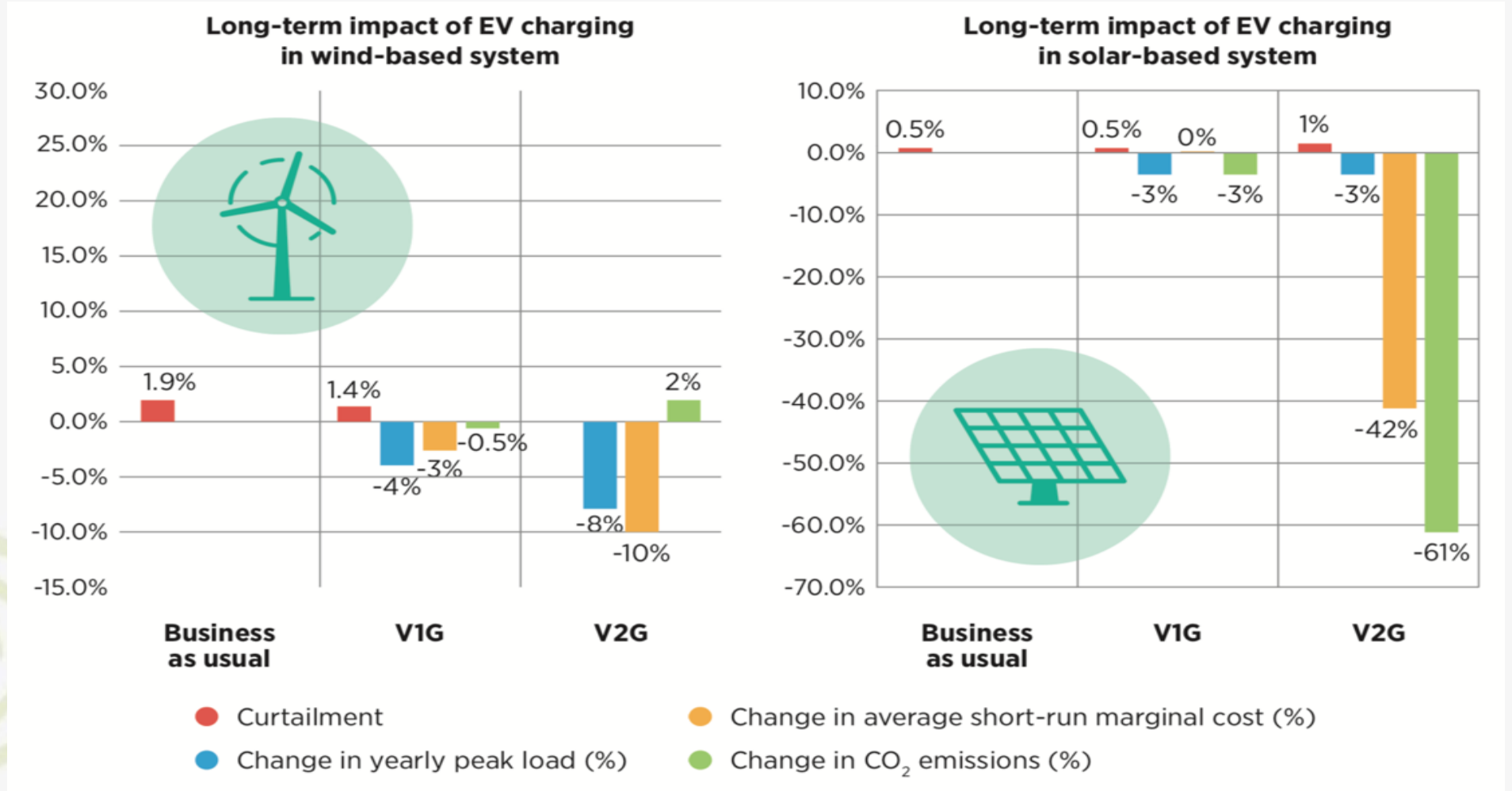


- контролиран двупосочен електрически поток
 - управление на пиковия товар

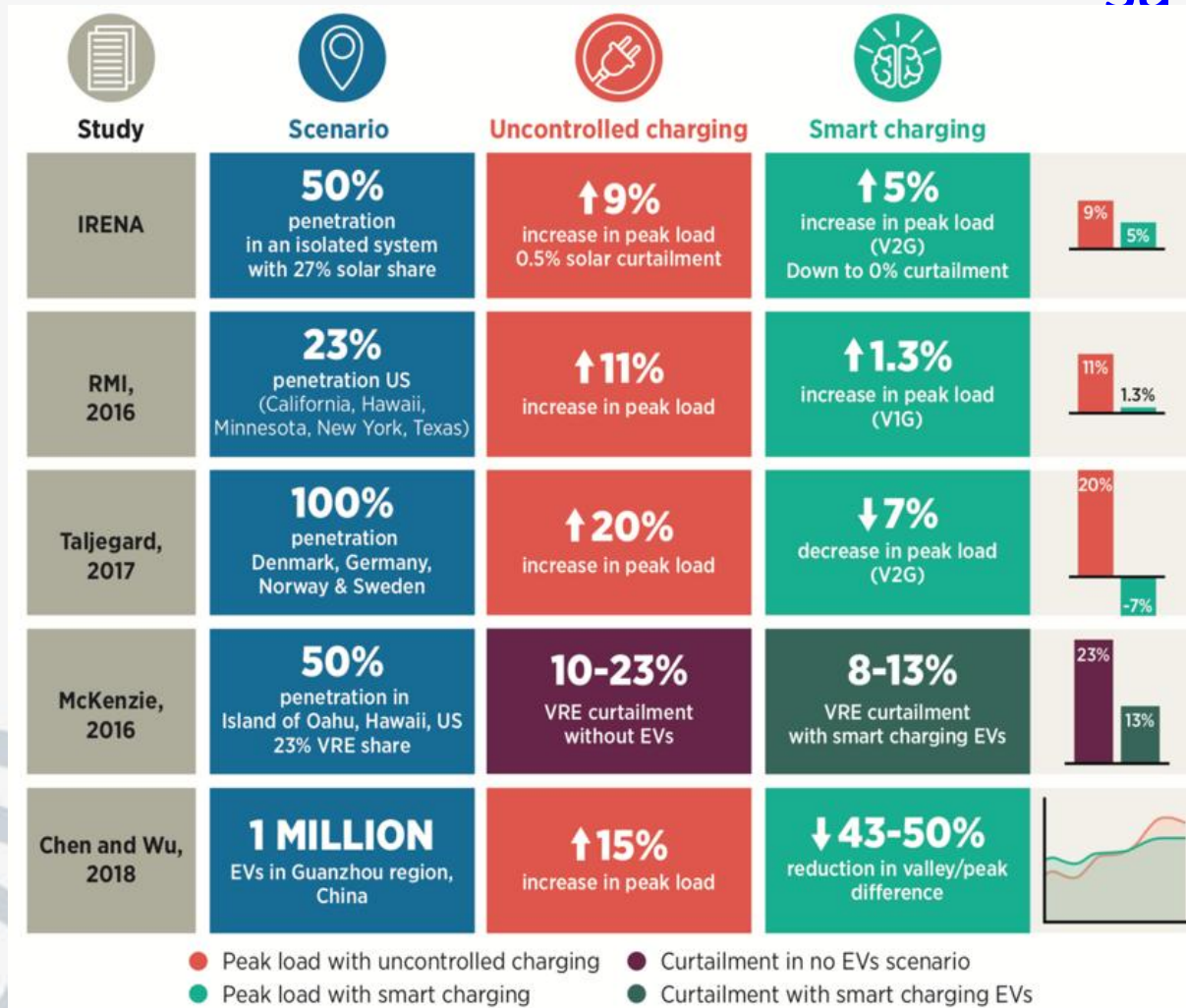
Краткосрочно въздействие от зареждане на електромобили



Дългосрочно въздействие от зареждане на електромобили



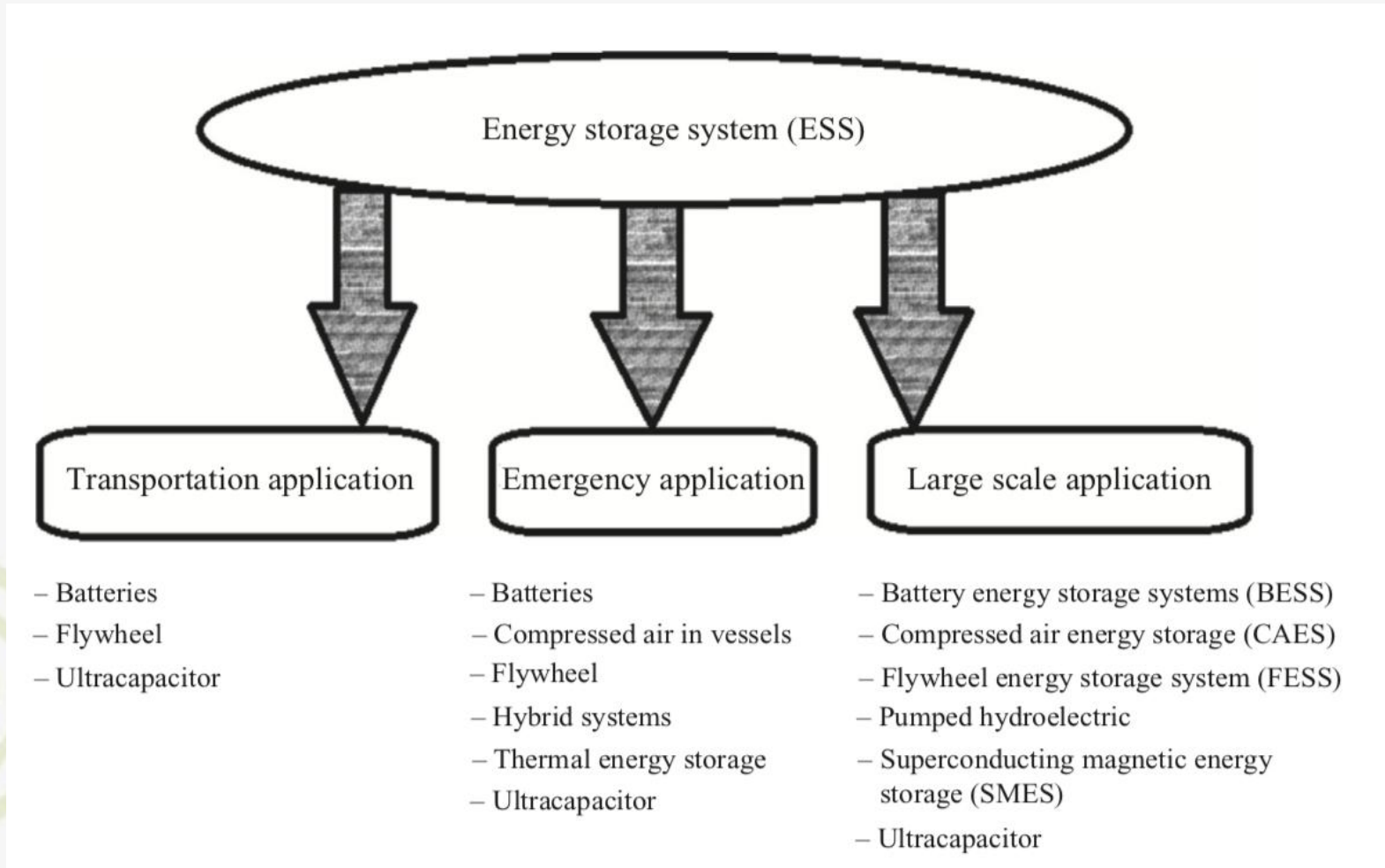
Различни сценарии на въздействие върху електрическата мрежа в зависимост от технологиите за зареждане на електромобила



Системи за съхранение на енергия

- Електромеханични технологии за съхранение
 - Помпено-акумулиращи водноелектрически централи,
 - Съхранение на енергия чрез сгъстен въздух и
 - Съхранение на енергия чрез маховик
- Съхранение, чрез електрохимични технологии
 - Батерии и
 - Водородни горивни клетки
- Съхранение по електростатичен път
 - Суперкондензатори
- Съхранение по електромагнитен път
 - Чрез свръхпроводящи материали

Класификация на основните системи за съхранение на енергия въз основа на тяхното приложение

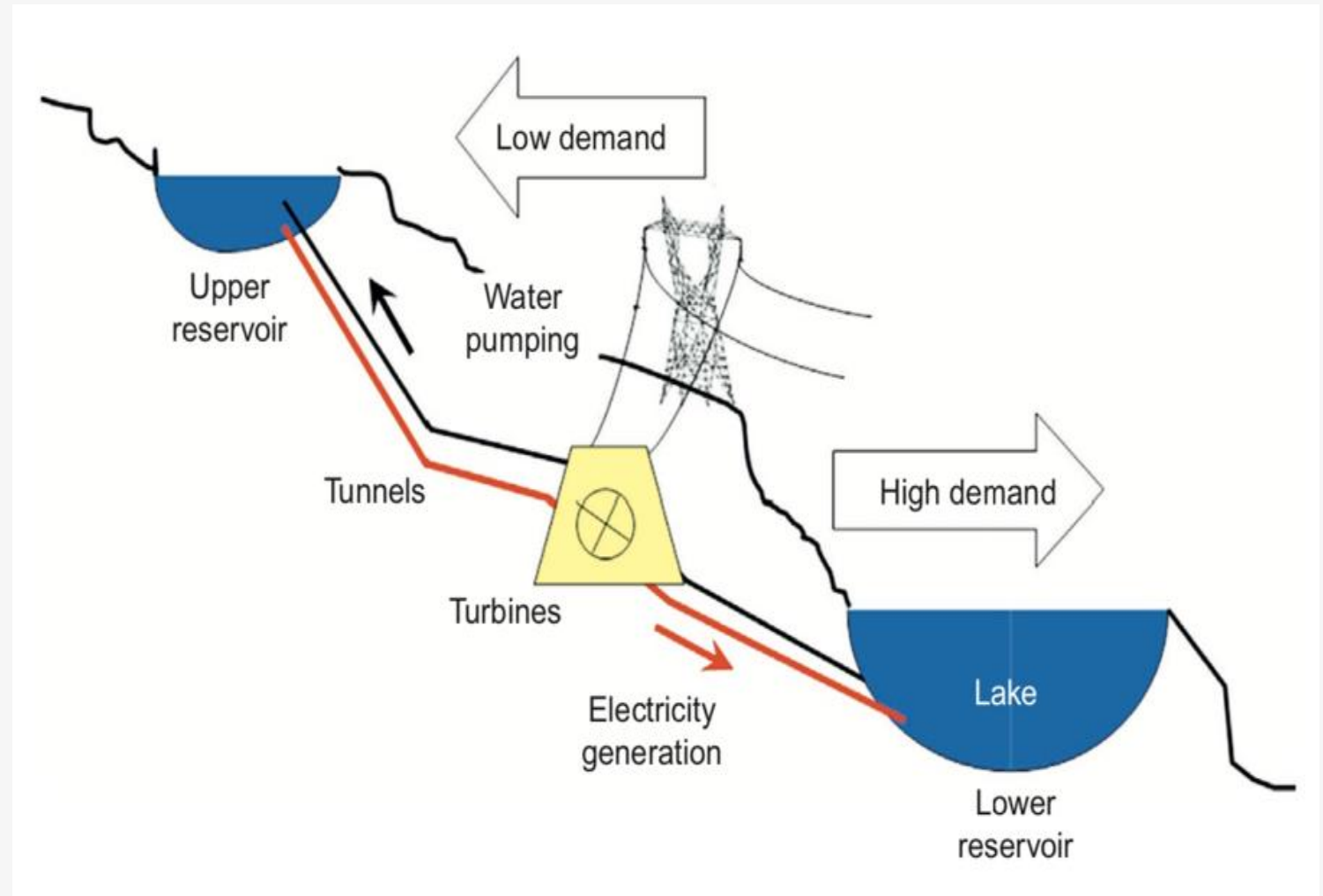


Технологии за съхранение на енергия, сравнени по тяхната мощност, енергийна плътност, време за реакция и ефективност

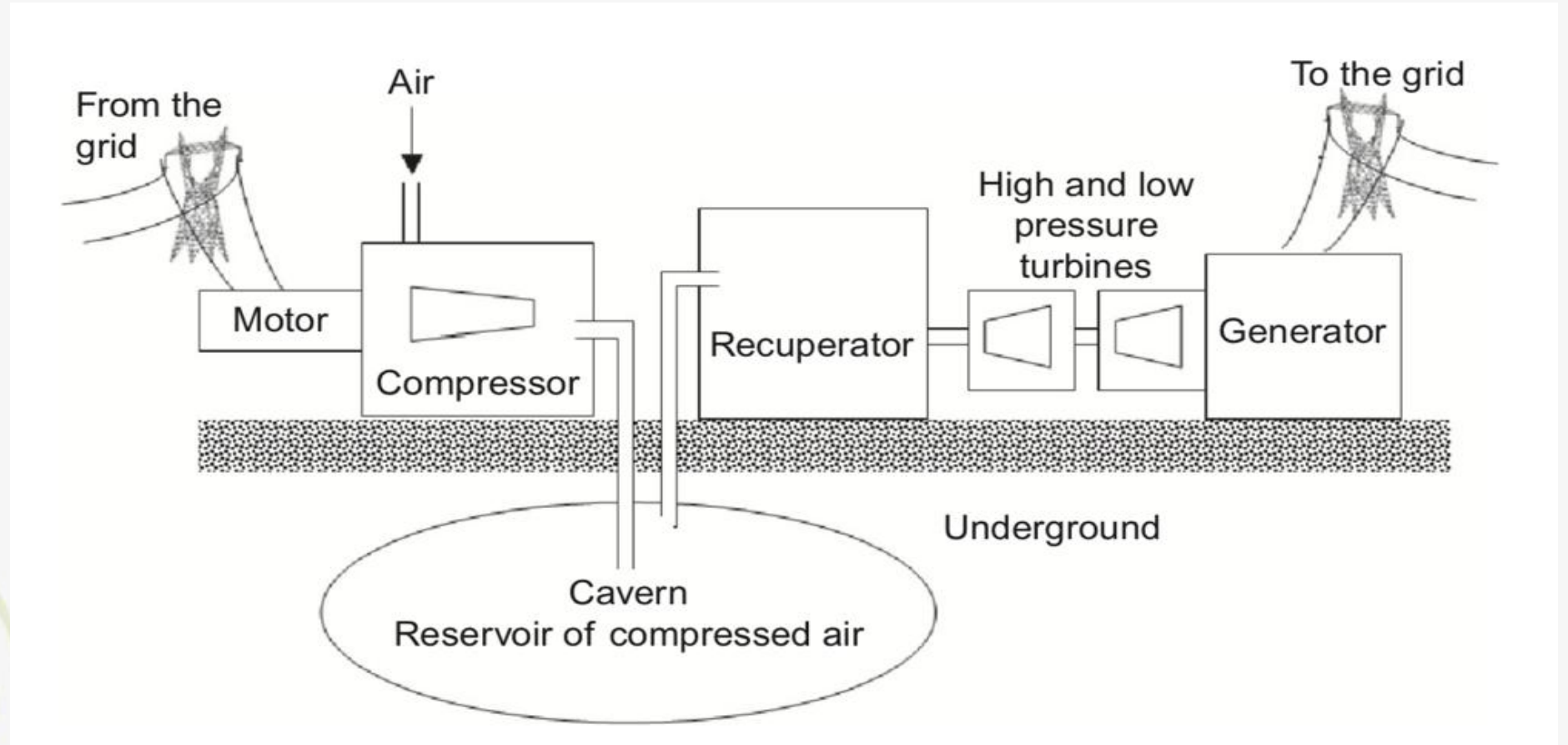
Technology	Power	Energy density	Response time	Efficiency
Pumped hydro	100 MW–2 GW	400 MWh–20 GWh	12 min	70–80%
CAES	110 MW–290 MW	1.16 GWh–3 GWh	12 min	90%
BESS	100 W–100 MW	1 kWh–200 MWh	Seconds	60–80%
Flywheels	5 kW–90 MW	5 kWh–200 kWh	12 min	80–95%
SMES	170 kW–100 MW	110 Wh–27 kWh	Milliseconds	95%
Super capacitors	<1 MW	1 Wh–1 kWh	Milliseconds	>95%

Помпено-акумулиращи ВЕЦ

- Потенциална енергия от водата
- С най-голям капацитет за съхранение в днешната енергийна система

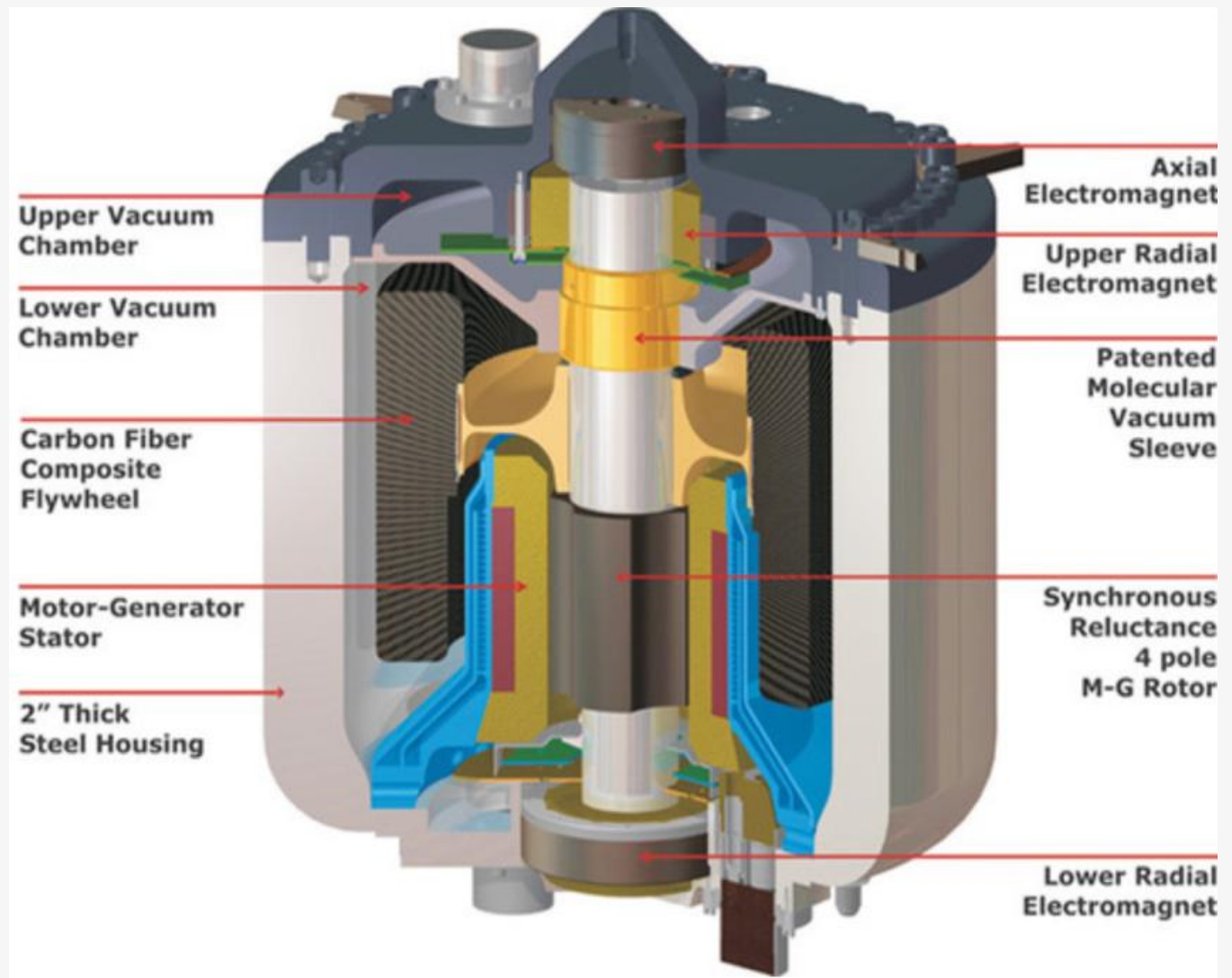


Съхранение на енергията чрез състен въздух



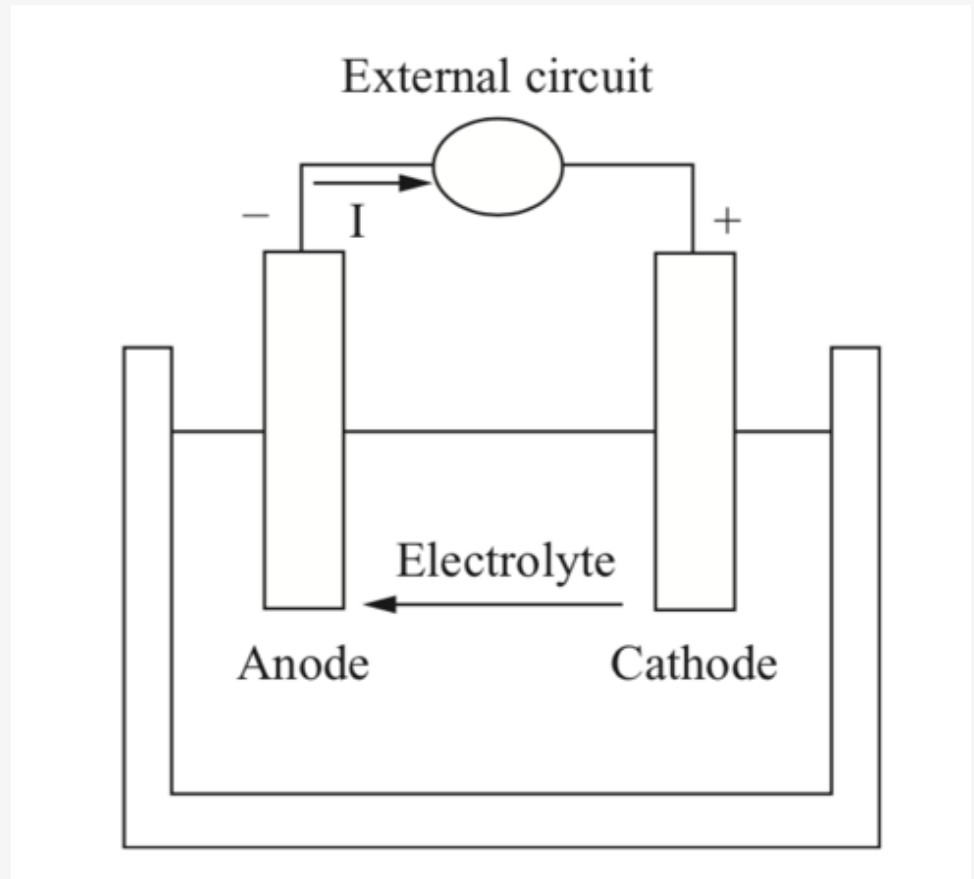
Съхранение на енергия чрез маховик

- Обикновено механично съхранение



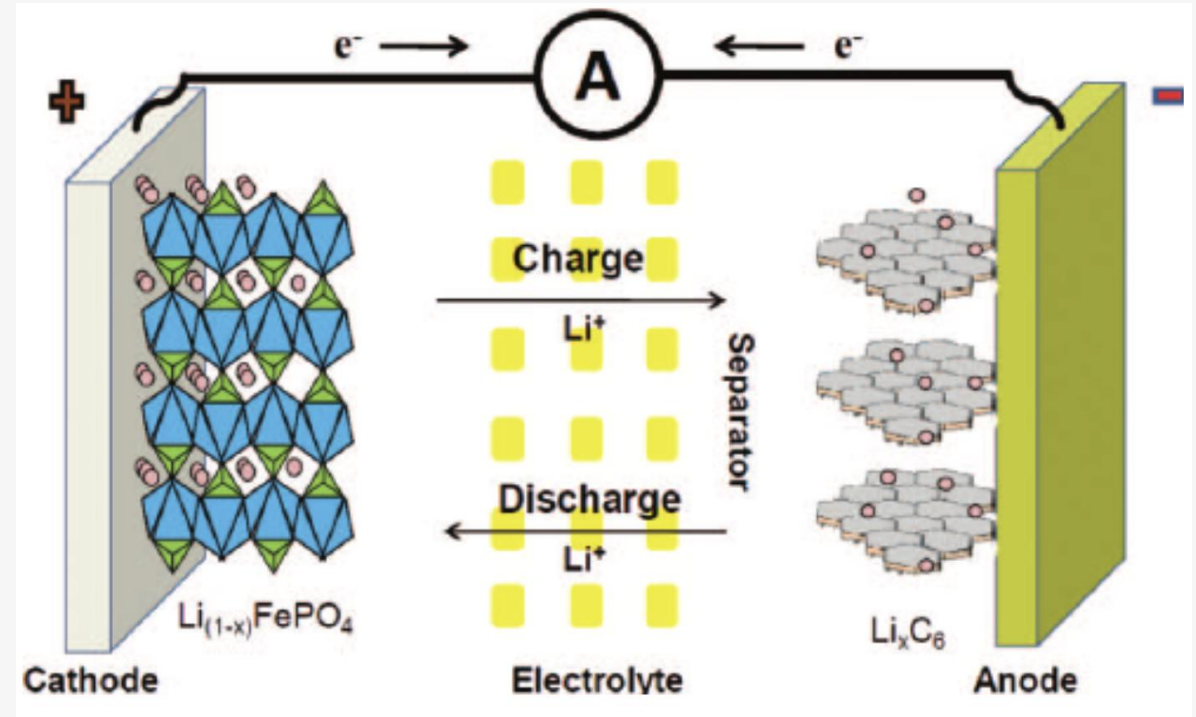
Електрохимични батерии

- Два електрода, потопени в електролитен разтвор
- Два вида - могат да се презареждат или не се презареждат



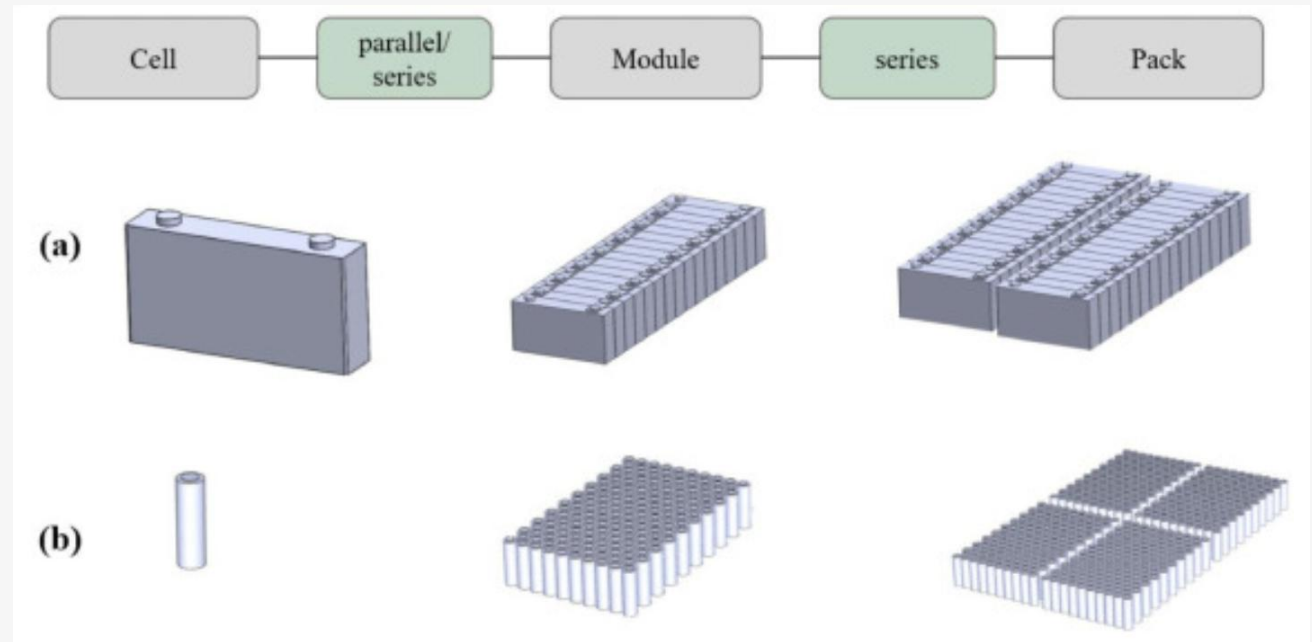
Основни части на батерията (1)

- Положителният електрод \neq катод
- Отрицателният електрод \neq анод
- Електролит
- Външна верига



Основни части на батерията (2)

- Скорост на саморазреждане
- Решение – 3-ти тип батерии – резервни батерии
- Батерийни клетки – батерийни модули – батерийни пакети

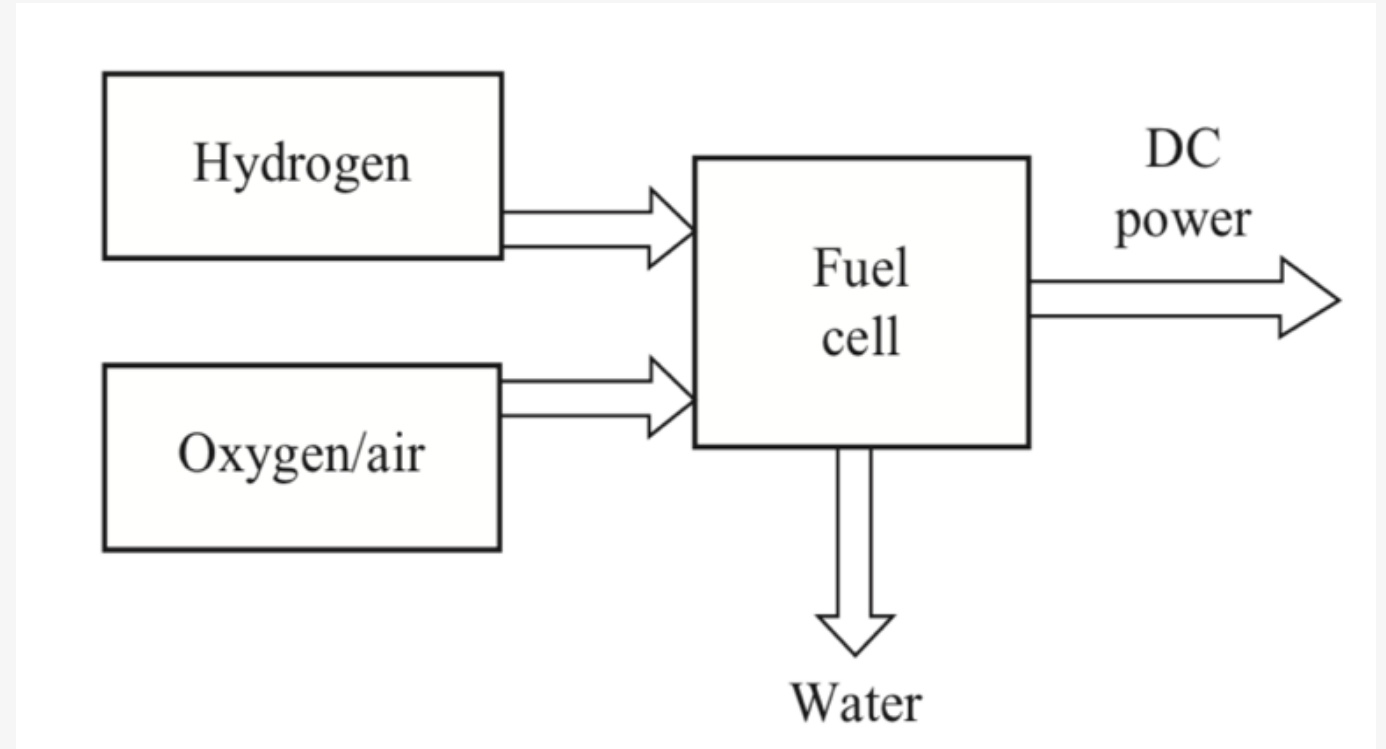


Видове батерийни клетки

- Алкални (цинков-манганов диоксид)
- Оловно киселинни
- Никел-кадмиеви Ni-Cd)
- Литиеви (литиево-меден оксид) Li-CuO
- Никел-метал хидридни (NiMH)
- Литиеви (литиево-железен дисулфид) LiFe S₂
- Литиево-йонни (Li-Ion)
- Литиево-йонни полимерни
- С никелов оксихидроксид
- Литиеви с цинков хлорид (литиево-манганов диоксид) LiMn O₂
- Цинк-въздушни
- От сребърен оксид (сребро-цинк)

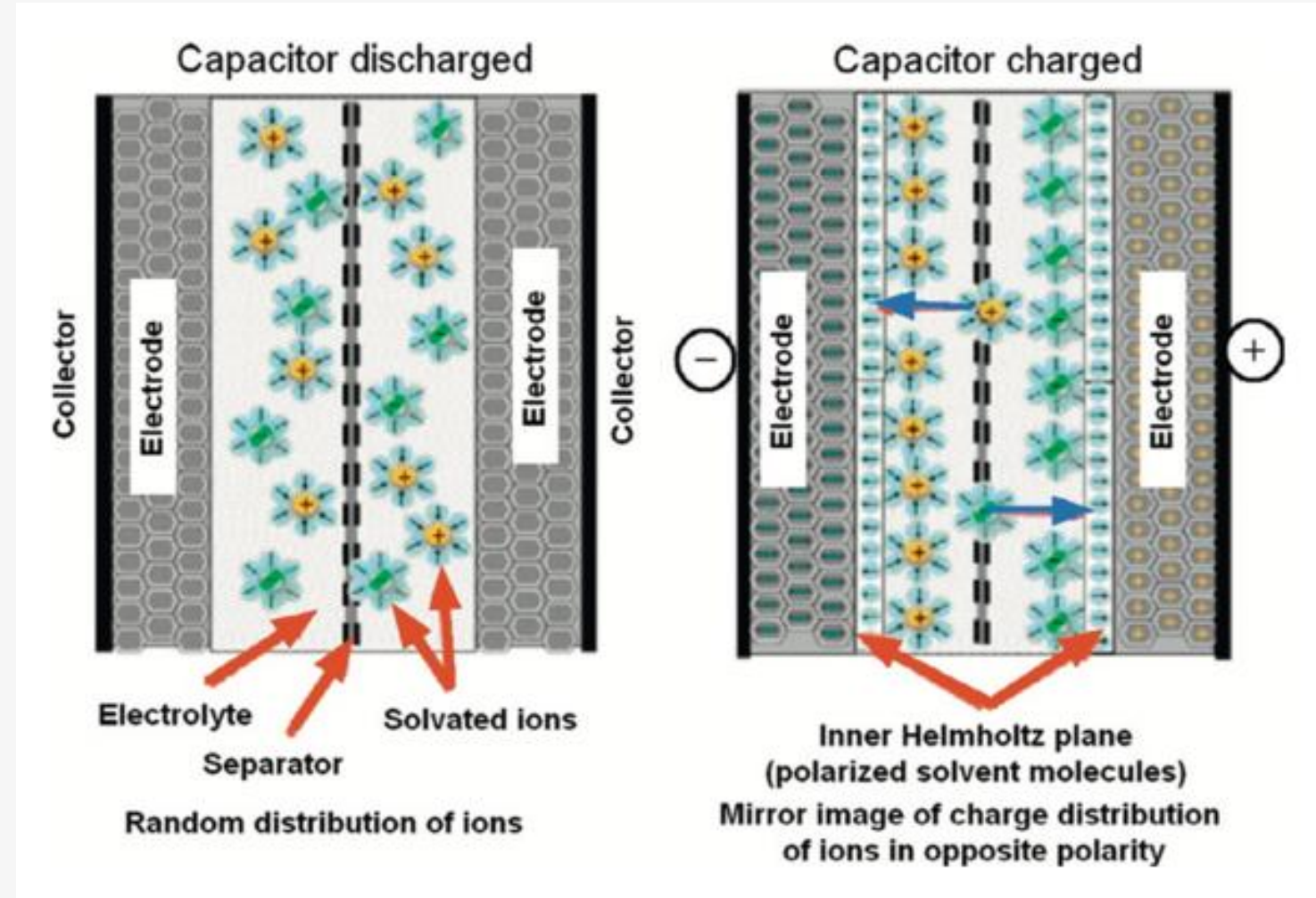
Водородни горивни клетки

- Горивни клетки с водород или природен газ
- Водород + кислород – генерират постоянен ток



Суперкондензатори

- Висока изходна МОЩНОСТ
- Висока цена
- Висока скорост на саморазреждане



- **Ключови характеристики на системата за съхранение с конкретни приложения в енергийната система**

Source: <https://www.iea.org/reports/technology-roadmap-energy-storage>

Application	Output (electricity, thermal)	Size (MW)	Discharge duration	Cycles (typical)	Response time
Seasonal storage	e,t	500 to 2 000	Days to months	1 to 5 per year	day
Arbitrage	e	100 to 2 000	8 hours to 24 hours	0.25 to 1 per day	>1 hour
Frequency regulation	e	1 to 2 000	1 minute to 15 minutes	20 to 40 per day	1 min
Load following	e,t	1 to 2 000	15 minutes to 1 day	1 to 29 per day	<15min
Voltage support	e	1 to 40	1 second to 1 minute	10 to 100 per day	millisecond to second
Black start	e	0.1 to 400	1 hour to 4 hours	< 1 per year	<1 hour
Transmission and Distribution (T&D) congestion relief	e,t	10 to 500	2 hours to 4 hours	0.14 to 1.25 per day	>1 hour
T&D infrastructure investment deferral	e,t	1 to 500	2 hours to 5 hours	0.75 to 1.25 per day	>1 hour
Demand shifting and peak reduction	e,t	0.001 to 1	Minutes to hours	1 to 29 per day	<15 min
Off-grid	e,t	0.001 to 0.01	3 hours to 5 hours	0.75 to 1.5 per day	<1 hour
Variable supply resource integration	e,t	1 to 400	1 minute to hours	0.5 to 2 per day	<15 min
Waste heat utilisation	t	1 to 10	1 hour to 1 day	1 to 20 per day	< 10 min
Combined heat and power	t	1 to 5	Minutes to hours	1 to 10 per day	< 15 min
Spinning reserve	e	10 to 2 000	15 minutes to 2 hours	0.5 to 2 per day	<15 min
Non-spinning reserve	e	10 to 2 000	15 minutes to 2 hours	0.5 to 2 per day	<15 min

Крива на технологичния пробив - Нивата на зрялост на технологиите за съхранение на енергия

