Spolufinancováno Evropskou unií

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy



# V2G – Vehicle-to-Grid

## elektromobil jako součást energetického systému

Ing. Ivo Pergl

Workshop Aplikace umělé inteligence a kvantového počítání v energetice II

projekt „Zvýšení odolnosti energetických sítí v kontextu dekarbonizace, decentralizace a udržitelného socioekonomického rozvoje“
CZ.02.01.01/00/23_021/0008759
OPERAČNÍ PROGRAM JAN AMOS KOMENSKÝ

26. 10. 2026

# OBSAH


**01** Co je V2G, vztah k V2X a jak to funguje

**02** Normy

**03** Co auta skutečně umí

**04** Využití v energetice – dům, parkoviště, firma

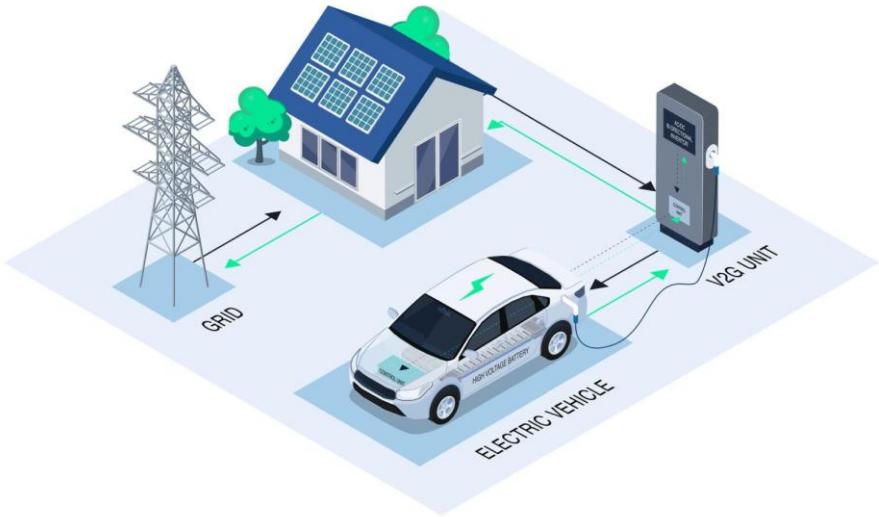
**05** Simulace – kdy obousměrnost přidává hodnotu




# CO JE V2G

**Auto nejen nabíjí, ale umí energii i vrátit zpět.**

- Auto většinu dne stojí
- Baterie 50–80 kWh = spotřeba domácnosti na několik dní
- Obousměrná nabíječka: síť ↔ auto
- Řízení hlídá čas odjezdu a minimální stav nabití (SoC)



# V2X A V2G

## V2X – komunikace a data

propojení auta s okolím a službami

**V2V**
vozidla, IZS

**V2I**
infrastruktura

**V2P**
chodci

**V2N**
síť, cloud

## V2G – výměna energie

využívá komunikaci:
auto ↔ stanice (ISO 15118-20)
stanice ↔ backend (OCPP 2.1)
→ agregátor, distributor

**V2X = propojení a data.  V2G = energie, která na tomto propojení stojí.**



# REŽIMY V2L, V2H, V2B, V2G

| Zkratka | Kam jde energie | K čemu slouží |
|---|---|---|
| **V2L** | spotřebič | Nářadí, kemping, spotřebiče přes zásuvku |
| **V2H** | dům | Spotřeba domácnosti, vlastní FVE |
| **V2B** | budova | Firma snižuje odběr a špičku budovy |
| **V2G** | distribuční síť | Dodávka do sítě, služby pro soustavu |

**Pozor:** V2L není V2G. Záloha při výpadku vyžaduje ostrovní režim.



# JAK TO FUNGUJE TECHNICKY




Řízení: čas odjezdu • minimální SoC • ceny • limit přípojky

## AC – měnič v autě

- Jednodušší a levnější stanice
- Výkon typicky 7–11 kW
- Příklad: Renault 5 E-Tech

## DC – měnič ve stanici

- Dražší stanice
- Auto nepotřebuje obousměrný palubní měnič
- Příklad: Nissan Leaf (CHAdeMO)



# NORMY A PROTOKOLY

| Úroveň | Norma / protokol | Co řeší |
|---|---|---|
| **Auto ↔ stanice** | ISO 15118-20 | Komunikace pro obousměrný přenos |
| **Stanice** | IEC 61851 | Nabíjecí zařízení, elektrická část |
| **Stanice ↔ backend** | OCPP 2.1 | Řízení stanice, obousměrnost |
| **Instalace ↔ síť** | ČSN EN 50549, PPDS | Připojení k síti, ochrany |

**Shodný konektor ≠ obousměrný výkon ≠ schválené připojení**



Zdroje: [1] ISO 15118-20:2022 + Amd 1:2026, [2] IEC 61851-23:2023, [3] OCPP 2.1, [4] ČEZ Distribuce – viz snímek Zdroje

# CO AUTA SKUTEČNĚ UMÍ

| Vůz | Způsob | Stav (2026) |
|---|---|---|
| **Nissan Leaf (starší)** | DC, CHAdeMO | V2G v pilotních projektech |
| **Renault 5 E-Tech** | AC | Služba V2G ve Francii od 2024 |
| **VW ID. (vybrané)** | DC | V2H; V2G v Německu ohlášeno |
| **Hyundai Ioniq 5 / Kia EV6** | V2L | Zásuvka pro spotřebiče, ne V2G |

**Schopnost auta ≠ dostupná služba. Vždy ověřit model, software, stanici a záruku.**



Zdroje: [5] Nissan, [6] Renault / Mobilize, [7] Volkswagen / Elli – viz snímek Zdroje

# VIZE DO ENERGETIKY

- Nabíjení v levných hodinách a z FVE
- Pokrytí večerní spotřeby
- Nižší odběrová špička
- Flexibilita pro síť přes agregátora
- Záloha při výpadku (ostrovní režim)

Virtuální elektrárna

**1 000 aut × 5 kW**

**= 5 MW**

ilustrace, ne prognóza

V praxi: V2G carsharing v Utrechtu od 2025 [8]



# VYUŽITÍ V PRAXI

## Rodinný dům
V2H

**Přínos**

Večerní spotřeba, vlastní FVE

**Podmínka**

Auto musí být doma ve správnou dobu

## Parkoviště
řízení → V2G

**Přínos**

Hodně aut, dlouhé stání

**Podmínka**

Auta odjíždějí před večerní špičkou

## Firma / flotila
V2B + V2G

**Přínos**

Nižší špička budovy, FVE

**Podmínka**

Známý jízdní plán flotily



# SIMULACE – CO POROVNÁVÁME

1. **Ihned**
   nabít hned po příjezdu
2. **Chytré nabíjení**
   optimální čas a výkon
3. **Obousměrné**
   nabíjení i vybíjení

| | Dům | Parkov. | Firma |
|---|---|---|---|
| **Aut** | 1 | 20 | 12 |
| **Výkon/auto** | 7,4 kW | 11 kW | 11 kW |
| **FVE** | 8 kWp | 60 kWp | 80 kWp |
| **Připojení** | 17–07 h | 08–17 h | 08–18 h |

**Stejné zadání pro všechny:**
odjezdy, SoC, FVE, spotřeba, ceny

Baterie 60 kWh, SoC 30–90 %
Účinnost 95 % nabití i vybití
Opotřebení 1 Kč/kWh vybití
1 den, krok 15 min, syntetická data

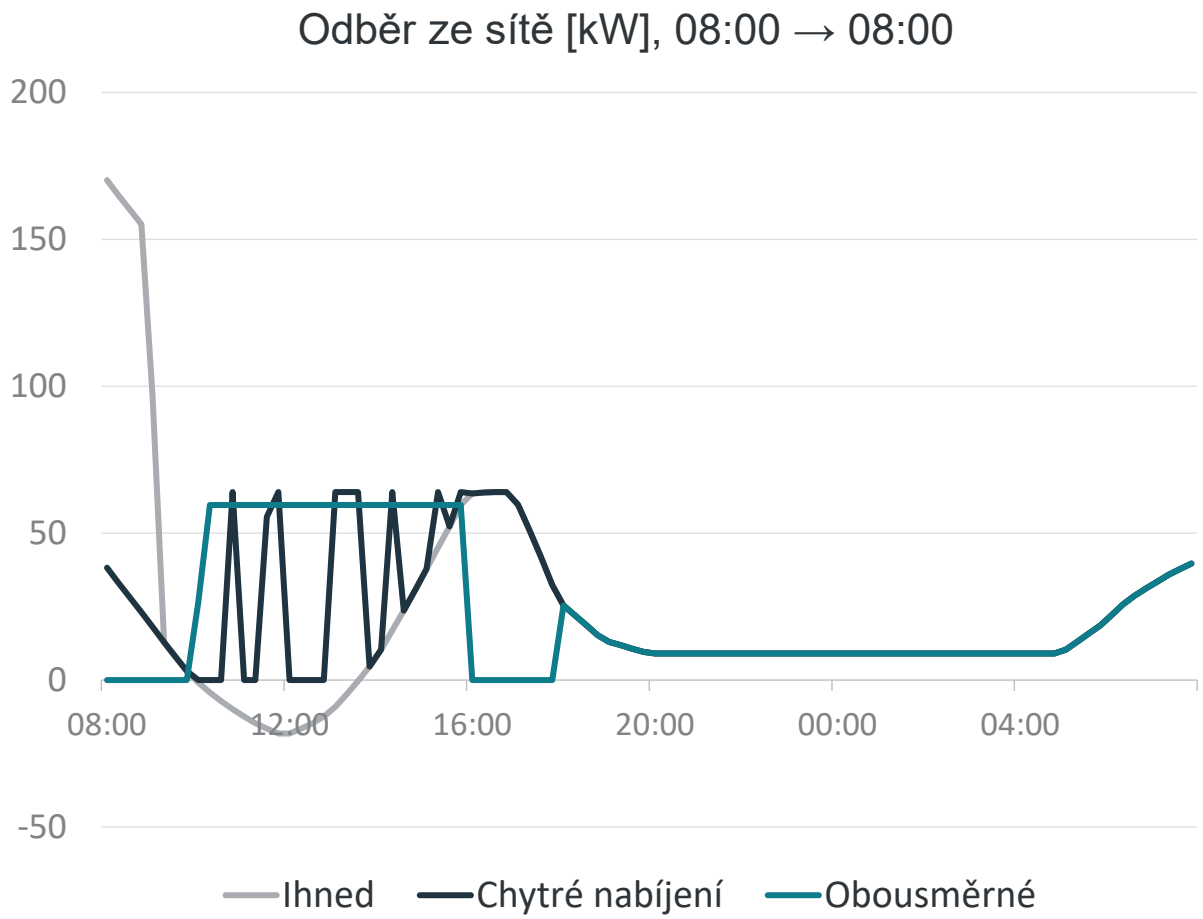


# ILUSTRACE ŘÍZENÍ FLOTILY




**Zjednodušená ilustrace principu (5 aut) – nejde o výstup simulace. Výsledky simulace na dalším snímku.**

# VÝSLEDEK SIMULACE – FIRMA




Náklady [Kč/den]

**2 087 → 1 716 → 1 597**

Odběrová špička [kW]

**170 → 64 → 60**

Přínos obousměrnosti navíc

**119 Kč/den (–6,9 %)**

**Jeden modelový den, bez investice a výnosů ze služeb pro síť. Energie z aut jde do budovy (V2B).**

# VÝSLEDKY – TŘI LOKALITY

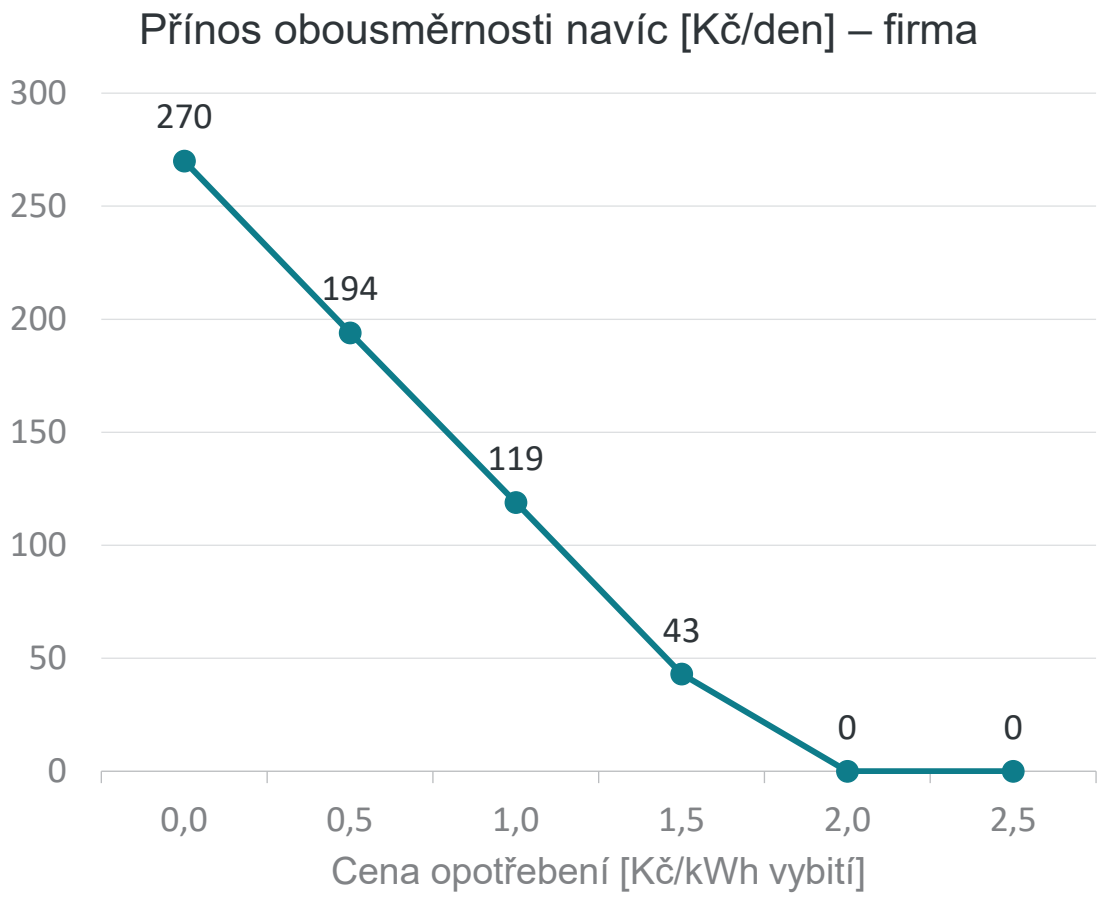
| Lokalita | Ihned | Chytré | Obousměrné | Přínos navíc |
|---|---|---|---|---|
| **Rodinný dům** | 120 | 90 | 69 | 22 Kč/den |
| **Parkoviště** | 900 | 68 | 68 | 0 Kč/den |
| **Firma** | 2 087 | 1 716 | 1 597 | 119 Kč/den |

Provozní náklady za modelový den [Kč], včetně opotřebení

- **Dům:** levnější, ale špička nepatrně vzroste
- **Parkoviště:** stačí chytré nabíjení
- **Firma:** přínos zůstává, energie jde do budovy (V2B)



# PROČ MODELOVAT




Opotřebení 1 → 2 Kč/kWh

**119 → 0 Kč/den**

**Před investicí ověřit:**

- celý rok, ne jeden den
- skutečné odjezdy
- chyby předpovědí
- investici a stárnutí

**Postup:** měření → roční scénáře → nejistoty → pilot



# SHRNUTÍ

1. V2G = auto jako řízené úložiště; musí fungovat celý řetězec
2. Auta to umí, komerční služby jsou zatím jen někde
3. Velkou část úspory přinese už chytré nabíjení
4. **Nejdřív chytré nabíjení, pak ověřit, zda přidat vybíjení**



Spolufinancováno Evropskou unií

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy



# Děkuji za pozornost

**Ing. Ivo Pergl**
ivo.pergl@vsb.cz
https://ceet.vsb.cz/cenet/cs/

# ZDROJE


[1] ISO 15118-20:2022 a ISO 15118-20:2022/Amd 1:2026 – iso.org/standard/77845.html, iso.org/standard/87920.html

[2] IEC 61851-23:2023 – DC electric vehicle supply equipment – webstore.iec.ch/en/publication/32973

[3] Open Charge Alliance: OCPP 2.1 – openchargealliance.org/protocols/open-charge-point-protocol

[4] ČEZ Distribuce: Ověřování souladu zařízení pro ukládání elektřiny typu B2 – metodika (PPDS, ČSN EN 50549-1/-2) – cezdistribuce.cz

[5] Nissan Global: Nissan works to power V2X (8. 2. 2023) – nissan-global.com

[6] Renault Group / Mobilize: Mobilize V2G, Renault 5 (13. 6. 2023, 12. 12. 2025) – media.renaultgroup.com

[7] Volkswagen Newsroom: první ID. s V2H (6. 12. 2023); Elli: Vehicle-to-Grid offer (23. 6. 2026) – elli.eco

[8] Renault Group / We Drive Solar / MyWheels: V2G carsharing Utrecht (5. 6. 2025) – media.renaultgroup.com

[9] IEA: Grid Integration of Electric Vehicles (2022) – iea.org/reports/grid-integration-of-electric-vehicles

[10] NREL/TP-5400-69017: Critical Elements of V2G Economics (2017) – docs.nlr.gov/docs/fy17osti/69017.pdf

[M] Vlastní simulace (Python, SciPy/HiGHS), syntetická data – nejde o měření konkrétní instalace




Veřejné zdroje ověřeny 14. 9. 2026