

Elektrinių judėjimo priemonių 15 energijos lygyje („Keliai ir bekelė“) taksonominė ir inžinerinė analizė

Fizikinis 15 energijos lygio koridorius ir biomechaninė linijų atranka

Penkioliktasis mechaninės energijos lygis apima griežtą energijos intervalą nuo $8\,192\text{ J}$ imtinai iki $16\,384\text{ J}$ neimtinai ($2^{13} \leq E < 2^{14}\text{ J}$)¹. Grupėje „Keliai ir bekelė“, kurioje judėjimo priemonės laisvai rieda kietu paviršiumi arba bekele be bėgių, lynų, sniego ar ledo dangos bei neturi skrydžio ar keltuvo pakilimo fazės, potencinės energijos dedamoji yra nulinė ($h = 0\text{ m}$)¹. Visa sistemos mechaninė energija šioje stichijoje išreiškiama grynąja kinetine energija $E = \frac{1}{2}mv^2$, kur $m = m_{\text{irenginio}} + m_{\text{apkrovos}}$ yra judančios dalies masė su didžiausia leistina apkrova (kg), o v – didžiausias gamyklinis greitis (m/s), neįskaitant programuojamų ar tėvų nustatomų lėtesnių režimų¹.

Šis energetinis langas sukuria fundamentalų konstrukcinį ir reguliacinį filtrą, kuris natūraliai atskiria įprastą lengvąjį mikromobilumą nuo sunkiųjų motorinių transporto priemonių¹. Standartiniai Europos Sąjungos reglamentuojami elektriniai dviračiai (EPAC) ir miesto elektriniai paspirtukai, kurių gamyklinis greitis apribotas iki 25 km/h ($6,94\text{ m/s}$), o bendra sistemos masė siekia $120\text{--}150\text{ kg}$, generuoja tik $2\,893\text{--}3\,617\text{ J}$ kinetinę energiją ir lieka 13 energijos lygyje¹. Kad transporto priemonė, važiuodama 25 km/h greičiu, patektų į 15 energijos lygį, jos bendra masė turėtų siekti nuo $339,7\text{ kg}$ iki $679,5\text{ kg}$, o važiuojant pėsčiųjų ar sodo technikos greičiu ($6\text{--}10\text{ km/h}$) – net nuo $2\,123,4\text{ kg}$ iki $11\,796,5\text{ kg}$ ¹. Priešingai, individualios vienvietės elektrinės priemonės, kurių bendra masė su keleiviu svyruoja tarp 120 kg ir 270 kg , į $[8\,192\text{ J}; 16\,384\text{ J}]$ intervalą patenka tik tada, kai jų didžiausias gamyklinis greitis yra suprojektuotas $35\text{--}51\text{ km/h}$ ($9,72\text{--}14,17\text{ m/s}$) diapazone¹. Dėl šios kvadratinės greičio priklausomybės 15 energijos lygis sausumos kelyje ir bekelėje yra tikslus greitaeigių dviračių bei lengvųjų mopedų („S-Pedelec“ / L1e-B kategorijos), didelio našumo elektrinių paspirtukų, sportinių elektrinių kartingų, galingų elektrinių vienaračių (EUC) bei lengvųjų bekelės stovimų keturračių ir triračių („lean-to-steer“) domenai¹.

15 energijos lygis: 8 192 J – 16 384 J

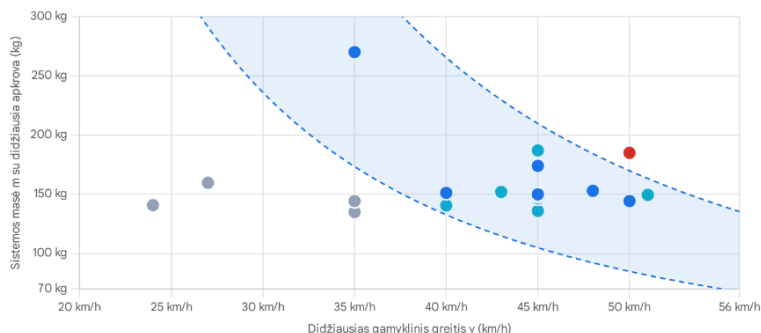
Penkioliktasis energijos lygis išfiltruoja lengvasias priemones į 35–51 km/h greičio koridorių

Kinetinė energija auga su greičio kvadratu ($E = \frac{1}{2}mv^2$). Įprastos 25 km/h priemonės nepasiekia 8 192 J slenksčio net su 300 kg mase, o sunkesni mopedai virš 50 km/h iškrenta viršydami 16 384 J lubas.

● Laimėtojas (Vartai 1b) ● Alternatyva (Vartai 1b) ● < 8 192 J (iškrito) ● ≥ 16 384 J (iškrito) ○ 15 lygio zona

1. FAZINĖ ERDVĖ: BENDROJI MASĖ M PAGAL MAKSIMALŲ GREIČĮ V

Izoenergetinis ruožas (8 192 – 16 384 J)



SĖDI / 1 AŠIS / VAIRAS

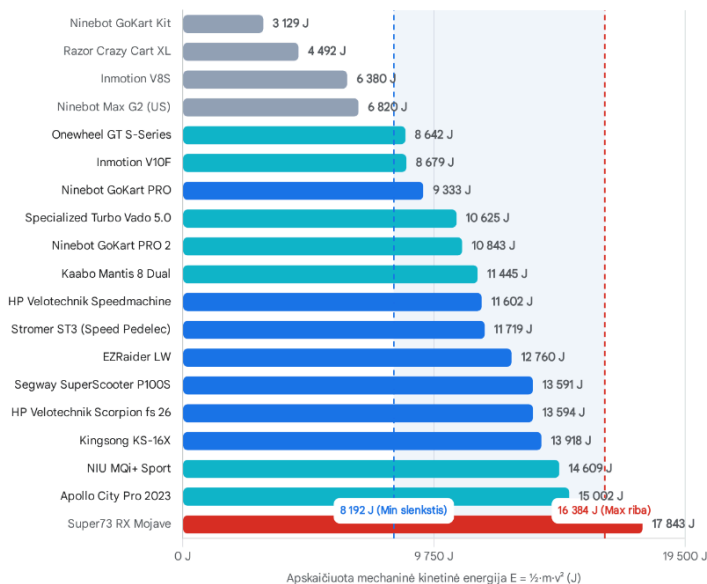
Vartai 1b: Praėjo (Laimėtojas, 11 719 J)

Stromer ST3 (Speed Pedelec)

Priemonė + Apkrova: Greitis (v): Paprastumas (m-P/E): Patirties kaina:
32.8 kg + 117.2 kg = 150 45 km/h (12.5 m/s) 10.5 kg·W/J 3.66 € / seansas
kg

2. MECHANINĖ KINETINĖ ENERGIJA $E = \frac{1}{2} \cdot M \cdot V^2$ (J)

Slenksčiai: 8 192 J ir 16 384 J



Viršutinėje dalyje pavaizduota 15 energijos lygio (8 192–16 384 J) izoenergetinė juosta kaip sistemos masės m (kg) ir maksimalaus gamyklinio greičio v (km/h) funkcija. Apatinėje dalyje pateiktos konkrečių tirtų modelių apskaičiuotos kinetinės energijos reikšmės: mėlyna ir žalsva spalvomis pažymėti Vartus 1b praėję modeliai, o pilka ir raudona – už intervalo ribų likusios kontrolinės priemonės.

Duomenų šaltiniai: [Cycleboard Europe](#), [Hautland](#), [Gamintojų techninė dokumentacija](#) ir [Python kinematikos analizė](#).

Atlikus pilną kombinatorinę atranką pagal tris taksonominius požymius – kūno padėtį (guli / sėdi / stovi / kabo), pusiausvyros tipą (nereikia / viena ašis / dvi ašys / visos (be atramos)) ir valdymo būdą (nėra / įjungia ir stabdo / vairas ar svirtys / kūno svoris) – nustatyta, kad 15 energijos lygyje grupėje „Keliai ir bekelė“ realius serijinius produktus turi **7 pilnai patvirtintos linijos** ir **1 ribinė (dalinės patikros) linija**¹. Visos šios aštuonios linijos priklauso aukščiausiai, **1-ajai tapatybės pirmenybių pakopai**: priemonė perkelia žmogų iš taško A į tašką B, o pats žmogus tiesiogiai valdo tiek kryptį, tiek greitį, surinkdamas maksimalų **3 balų** priežastinio ryšio įvertinimą, **1 balą** už maršruto laisvę ant laisvos dangos ir **1 balą** už patrauklumą išbandyti¹. Kadangi aukščiausioje pakopoje realių modelių yra kiekvienoje iš šių linijų, žemesnės tapatybės pakopos (2–4) šiose linijose netaikomos, o tarpinis ir galutinis modelių rikiavimas sprendžiamas trečiojoje – **Kokybės** – pakopoje¹.

Linija 1: sėdi / viena ašis / vairas ar svirtys

Pirmoji linija jungia sėdimą dviratininko ar motorolerio vairuotojo padėtį (sėdi), vienavėžę dviejų ratų važiuoklę, kurioje išilginį stabilumą palaiko ratų bazė, o šoninį balansą palaiko pats vairuotojas (viena ašis), bei trajektorijos ir greičio valdymą vairu ir svirtimis arba pasukama akceleratoriaus rankena (vairas ar svirtys)¹. Šios linijos **anti-specifikacija** atmeta tris netinkamas įrenginių grupes: pirma, standartinius Europos Sąjungos **25 km/h** elektrinius dviračius (EPAC), kurių kinetinė energija tesiekia $\sim 3\,100\text{--}3\,600\text{ J}$ (13 lygis)¹; antra, stacionarius veloergometrus ir interaktyvius dviračių treniruoklius su ekranais, reikalaujančius **230 V** tinklo ir neperkeliančius žmogaus erdvėje; trečia, sunkiuosius L3e kategorijos elektrinius motociklus ir nekelio „enduro“ modelius, tokius kaip *Super73 RX*, kuris nekelio režimu su **50 km/h** (**13,89 m/s**) greičiu ir **185,0 kg** bendra mase (**38 kg** dviratis + **147 kg** apkrova) pasiekia **17 843,4 J** ir viršija 15 lygio ribą¹. Šios linijos **idealas** 15 energijos lygyje yra lengvas vienavėžis elektrinis mopedas arba greitaeigis dviratis („Speed Pedelec“), sveriantis **27–72 kg** ir išlaikantis **109–118 kg** apkrovą (bendra masė **136–187 kg**), išvystantis tikslų **45 km/h** (**12,50 m/s**) gamyklinį greitį ($E \approx 10\,600\text{--}14\,600\text{ J}$), valdomas paties vairuotojo nuo vairo, turintis lengvai išimamą akumuliatorių ir pritaikytas nuomai ar kurjerių parkams ant asfalto bei kieto grunto¹.

Realūs kandidatai ir vertinimas (Linija 1)

Geriausias kandidatas (Laimėtojas): NIU MQi+ Sport (45 km/h L1e-B versija)¹. Modelis priklauso deriniui sėdi / viena ašis / vairas ar svirtys ir **praėjo visus vartus**: parduodamas kaip vientisas gamyklinis L1e-B paketas (1a), pagal dokumentus generuoja **14 609,38 J** mechaninę energiją (1b) ir laisvai važiuoja keliu bei lygiu gruntu (1c)¹. Tapatybės pakopoje modelis surenka **1 pirmenybių pakopą**, **3 priežastinio ryšio balus**, **1 maršruto laisvės balą** ir **1 patrauklumo balą** dėl išmaniojo miesto mopedo dinamikos ir momentinio *Bosch* variklio sukimo momento¹. Judančios priemonės masė su akumuliatoriumi yra

$m_{\text{įrenginio}} = 72,0 \text{ kg}$, didžiausia leistina apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 115,0 \text{ kg}$, todėl bendra sistemos masė siekia $m = 187,0 \text{ kg}$ ¹. Gamintojo naudotojo ribos: amžius nuo 15–16 m. (pagal L1e-B reikalavimus), masė iki 115,0 kg , ūgis gamintojo atskirai neribojamas (nerasta), numatyta aplinka – asfaltuoti keliai ir kietos dangos takai¹. Didžiausias gamyklinis greitis yra $v = 45 \text{ km/h} = 12,50 \text{ m/s}$, todėl mechaninė energija lygi:

$$v = \frac{45}{3,6} = 12,50 \text{ m/s}; \quad m = 72,0 + 115,0 = 187,0 \text{ kg}; \quad E = \frac{1}{2} \times 187,0 \times (12,50)^2 = 93,5 \times$$

Nominali variklio galia siekia $P = 1\,200 \text{ W}$ (Bosch galinio rato stebulės variklis), maitinimas – išimama 48 V ličio jonų baterija, o transportavimui (72,0 kg) naudojama nuosava eiga arba mikroautobusas su rampa¹. Modelis parduodamas Europos Sąjungoje ir Lietuvoje už ~ 2 299 € ¹. Kokybės pakopoje vieno seanso kaina per 1 500 seansų (~ 30 000 km) resursą yra $(2\,299 \text{ €} + 700 \text{ €} - 800 \text{ €}) \div 1\,500 = 1,47 \text{ €}$ (baterija lengvai keičiama, plastikiniai korpuso paviršiai plaunami, egzistuoja aktyvi antrinė rinka Lietuvoje)¹. Pirmo seanso lankas yra 1 (įvaldomas per 15 min.), slenkstis viešuosiuose keliuose yra 0 (reikalinga AM arba B kategorija; uždaroje aikštelėje teisių nereikia), o paprastumo rodiklis siekia $(187,0 \text{ kg} \times 1\,200 \text{ W}) \div 14\,609,38 \text{ J} = 15,36 \text{ kg} \cdot \text{W/J}$ ¹. Judesio

nekeičiančios dalys: 360° LED priekinio žibinto „aureolė“, automatiniai posūkių indikatoriai, garso signalas ir dekoratyvinė plastikinė apdaila¹. Duomenų patikros lygis: patikrinta¹.

Alternatyva 1: Specialized Turbo Vado 5.0 (45 km/h Speed Pedelec)¹. Šis greitaeigis dviratis (sėdi / viena ašis / vairas ar svirtys) **praėjo visus vartus** ir surinko maksimalius Tapatybės balus (Pakopa: 1, Priežastinis ryšys: 3, Maršruto laisvė: 1, Patrauklumas: 1)¹. Jo savoji masė

$m_{\text{įrenginio}} = 27,0 \text{ kg}$, didžiausia leistina apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 109,0 \text{ kg}$, bendra leistina sistemos masė $m = 136,0 \text{ kg}$ (struktūrinė riba; ūgio ribos pagal rėmus 155–195 cm , amžius nuo 15–16 m. , aplinka – keliai ir dviračių takai)¹. Prie gamyklinio

$v = 45 \text{ km/h} = 12,50 \text{ m/s}$ greičio mechaninė energija yra

$$E = 0,5 \times 136,0 \times (12,50)^2 = 68,0 \times 156,25 = 10\,625,00 \text{ J}$$
 ¹. Nominali

Specialized 2.2 Speed variklio galia yra $P = 565 \text{ W}$, maitinimas – išimama 710 Wh

baterija, o 27,0 kg dviratį transportavimui pakelia vienas suaugęs¹. Parduodamas ES ir Lietuvoje už ~ 6 000 € ; kaina už patirtį per 1 500 seansų resursą (baterija keičiama, rėmas plaunamas, didelė naudotų dviračių rinka) siekia

$(6\,000 \text{ €} + 900 \text{ €} - 2\,500 \text{ €}) \div 1\,500 = 2,93 \text{ €}$ ¹. Pirmo seanso lankas – 1, slenkstis viešajame eisme – 0 (L1e-B klasei būtina AM arba B kategorija), paprastumo rodiklis –

$$(136,0 \text{ kg} \times 565 \text{ W}) \div 10\,625,00 \text{ J} = 7,23 \text{ kg} \cdot \text{W/J} \quad (\text{judesio nekeičia:}$$

MasterMind ekranas, integruotas *Garmin* galinis radaras, žibintai)¹. Patikros lygis: patikrinta¹.

Alternatyva 2: Stromer ST3 (45 km/h Speed Pedelec)¹. Šveicariškas greitaeigis dviratis (sėdi / viena ašis / vairas ar svirtys) **praėjo visus vartus** (Tapatybė: Pakopa 1, Priežastinis ryšys 3,

Maršruto laisvė 1, Patrauklumas 1)¹. Savojo masė $m_{\text{irenginio}} = 32,8 \text{ kg}$ (su išimama 814 Wh baterija, pakelia vienas suaugęs), didžiausia apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 117,2 \text{ kg}$,

bendra leistina sistemos masė $m = 150,0 \text{ kg}$ (naudotojo ūgis 165–200 cm, amžius

16+, aplinka – asfaltuoti keliai)¹. Prie $v = 45 \text{ km/h} = 12,50 \text{ m/s}$ greičio

apskaičiuota energija siekia

$$E = 0,5 \times 150,0 \times (12,50)^2 = 75,0 \times 156,25 = 11\,718,75 \text{ J} \quad {}^1. \text{ Galinio}$$

rato *Syno Drive II* variklio galia yra $P = 820 \text{ W}$, kaina ES rinkoje $\sim 7\,290 \text{ €}$, o vieno

seanso kaina per 1 500 seansų resursą –

$$(7\,290 \text{ €} + 1\,200 \text{ €} - 3\,000 \text{ €}) \div 1\,500 = 3,66 \text{ €} \quad {}^1. \text{ Pirmo seanso lankas – 1,}$$

slenkstis – 0 (AM / B kategorija), paprastumo rodiklis –

$$(150,0 \text{ kg} \times 820 \text{ W}) \div 11\,718,75 \text{ J} = 10,50 \text{ kg} \cdot \text{W/J} \quad (\text{judesio nekeičia: LED}$$

dienos šviesos žiedas rėme, OMNI liečiamas ekranas, garso signalas)¹. Patikros lygis:

patikrinta¹.

Linija 2: stovi / viena ašis / vairas ar svirtys

Antrojoje linijoje naudotojas stovi ant dviejų vienoje ašyje išdėstytų ratų platformos (stovi), pats palaiko šoninę pusiausvyrą (viena ašis) ir valdo tiek judėjimo kryptį, tiek trauką bei stabdymą vairo kolonėle ir ant jos sumontuotomis svirtelėmis (vairas ar svirtys)¹. Šios linijos

anti-specifikacija atmeta: pirma, masinius miesto paspirtukus su 20–25 km/h ribotuvu (pvz., *Segway Ninebot E2 Pro* iš

abt.com/Segway-Ninebot-eKickScooter-E2-Pro-E2PRO/p/206665.html arba *Segway F3* iš

abt.com/Segway-F3-eKickScooter-AA.05.17.01.0004/p/227578.html, pasiekiančius vos

3 000–4 800 J) bei JAV rinkos 35 km/h modelius (pvz., *Ninebot Max G2 US*, kurio

$$m = 24,3 + 120,0 = 144,3 \text{ kg} \quad \text{ir } v = 9,72 \text{ m/s} \quad \text{duoda tik } 6\,819,7 \text{ J} - 14$$

lygis)¹; antra, sunkiuosius hiper-paspirtukus, tokius kaip *Segway GT2* (70 km/h,

$$E = 38\,284 \text{ J}) \quad \text{arba } \textit{Segway GT3 Pro}$$

(abt.com/Segway-GT3-Pro-Superscooter-AA.06.02.02.0004/p/229412.html,

50 mph = 80,5 km/h, patenkantis į 17 lygį)¹; trečia, vaikiškus mirksinčius tiračius

paspirtukus, nereikalaujančius balansavimo. Šios linijos **idealas** yra dviejų ratų pilnos pakabos

elektrinis paspirtukas, sveriantis 25–33 kg (vieno suaugusiojo sulankstomas ir įkeliamas į

bagazine), išlaikantis **120 kg** keleivį ir pasiekiantis **45–51 km/h** (**12,50–14,17 m/s**) greitį uždaroje trasoje ar bekelės takuose¹.

Realūs kandidatai ir vertinimas (Linija 2)

Geriausias kandidatas (Laimėtojas): Kaabo Mantis 8 Dual¹. Šis modelis (stovi / viena ašis / vairas ar svirtys) **praėjo visus vartus** (1a: vientisas gamyklinis paketas; 1b:

$E = 11\,445,31 \text{ J}$; 1c: C-tipo spyruoklinė pakaba ir **8 colių** plačios padangos tinka keliams bei parkų takams, sulankstyta **26,5 kg** korpusą pakelia vienas suaugęs)¹. Tapatybės pakopoje modelis surenka **1 pirmenybių pakopą, 3 priežastinio ryšio balus, 1 maršruto laisvės balą** ir **1 patrauklumo balą** (dviejų variklių dinamika kardinaliai skiriasi nuo įprastų miesto paspirtukų)¹. Judančio įrenginio masė $m_{\text{irenginio}} = 26,5 \text{ kg}$, didžiausia leistina apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 120,0 \text{ kg}$, bendra sistemos masė $m = 146,5 \text{ kg}$ (naudotojo amžius **16+**, masė iki **120,0 kg**, ūgis **150–200 cm**, aplinka – asfaltas ir lengva bekelė)¹. Prie didžiausio gamyklinio greičio $v = 45 \text{ km/h} = 12,50 \text{ m/s}$ apskaičiuota mechaninė energija yra:

$$v = \frac{45}{3,6} = 12,50 \text{ m/s}; \quad m = 26,5 + 120,0 = 146,5 \text{ kg}; \quad E = \frac{1}{2} \times 146,5 \times (12,50)^2 = 73,25$$

Nominali galia siekia $P = 1\,600 \text{ W}$ ($2 \times 800 \text{ W}$ varikliai), maitinimas – integruota **48 V** ličio jonų baterija (keičiama serviso būdu)¹. Kaina ES ir Lietuvos parduotuvėse yra **~ 1 299 €**, todėl kaina už vieną patirtį per **1 000** seansų resursą siekia $(1\,299 \text{ €} + 350 \text{ €} - 400 \text{ €}) \div 1\,000 = 1,25 \text{ €}$ (paviršiai valomi drėgnuuoju būdu, plati antrinė rinka Lietuvoje)¹. Pirmo seanso lankas yra **1**, slenkstis privačiose trasose ir bekelėje – **1** (be teisių; viešajame eisme Lietuvoje **> 25 km/h** priemonėms taikomi L1e-B / **AM** kategorijos reikalavimai), o paprastumo rodiklis yra

$$(146,5 \text{ kg} \times 1\,600 \text{ W}) \div 11\,445,31 \text{ J} = 20,48 \text{ kg} \cdot \text{W/J} \quad (\text{judesio nekeičia: RGB šoniniai denio šviestuvai ir spalvotos LED juostos})^1. \text{ Patikros lygis: patikrinta}^1.$$

Alternatyva 1: Apollo City Pro (2023)¹. Modelis (stovi / viena ašis / vairas ar svirtys) **praėjo visus vartus** (Tapatybė: Pakopa **1**, Priežastinis ryšys **3**, Maršruto laisvė **1**, Patrauklumas **1**)¹.

Savoji masė $m_{\text{irenginio}} = 29,5 \text{ kg}$ (sulankstomas, pakelia vienas suaugęs), didžiausia apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 120,0 \text{ kg}$, bendra masė $m = 149,5 \text{ kg}$ (amžius **18+**, masė iki **120,0 kg**, ūgis nerasta, aplinka – keliai ir kieti takai)¹. Prie didžiausio greičio

$$v = 51 \text{ km/h} = 14,167 \text{ m/s} \quad (32 \text{ mph}) \text{ kinetinė energija siekia}$$

$$E = 0,5 \times 149,5 \times (14,167)^2 = 74,75 \times 200,694 = 15\,001,91 \text{ J} \quad ^1.$$

Nominali galia $P = 1\,000\text{ W}$ ($2 \times 500\text{ W}$, 48 V baterija, IP66 plaunamas korpusas),
kaina ES $\sim 1\,599\text{ €}$, kaina už patirtį per $1\,000$ seansų –

$(1\,599\text{ €} + 400\text{ €} - 500\text{ €}) \div 1\,000 = 1,50\text{ €}$ ¹. Pirmo seanso lankas – **1**,

slenkstis trasoje – **1** (viešajame kelyje – AM kat.), paprastumo rodiklis –

$(149,5\text{ kg} \times 1\,000\text{ W}) \div 15\,001,91\text{ J} = 9,97\text{ kg} \cdot \text{W/J}$ (judesio nekeičia:

oranžiniai firminiai akcentai ir šoniniai indikatoriai)¹. Patikros lygis: patikrinta¹.

Alternatyva 2: Segway SuperScooter P100S

(aiecosystem.com.au/product/segway-ninebot-p100se-global-edition/)¹. Modelis (stovi / viena
ašis / vairas ar svirtys) **praėjo visus vartus** (Tapatybė: Pakopa **1**, Priežastinis ryšys **3**, Maršruto

laisvė **1**, Patrauklumas **1**)¹. Savoji masė $m_{\text{įrenginio}} = 32,9\text{ kg}$ (sulankstomas, pakelia

vienas suaugęs), didžiausia apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 120,0\text{ kg}$, bendra masė

$m = 152,9\text{ kg}$ (amžius $18+$ ⁶, masė iki $120,0\text{ kg}$, ūgis $140\text{--}200\text{ cm}$, aplinka –

asfaltas ir kieti takai)¹. Prie $v = 48\text{ km/h} = 13,333\text{ m/s}$ (30 mph) greičio energija

yra $E = 0,5 \times 152,9 \times (13,333)^2 = 76,45 \times 177,778 = 13\,591,11\text{ J}$ ¹.

Nominali galia $P = 650\text{ W}$ ($1\,350\text{ W}$ pikinė⁷, $1\,086\text{ Wh}$ baterija), kaina ES

$\sim 1\,799\text{ €}$, kaina už patirtį per $1\,000$ seansų –

$(1\,799\text{ €} + 450\text{ €} - 600\text{ €}) \div 1\,000 = 1,65\text{ €}$ ¹. Pirmo seanso lankas – **1**,

slenkstis trasoje – **1**, paprastumo rodiklis –

$(152,9\text{ kg} \times 650\text{ W}) \div 13\,591,11\text{ J} = 7,31\text{ kg} \cdot \text{W/J}$ (judesio nekeičia: RGB

atmosferinis apšvietimas ir Segway logotipo projekcija ant žemės)¹. Patikros lygis: patikrinta¹.

Linija 3: sėdi / nereikia / vairas ar svirtys

Trečiąją liniją sudaro žemo svorio centro triračiai ir keturračiai sėdimi įrenginiai (sėdi), kurių
daugiavėžė važiuoklė yra statiškai stabili ir nereikalauja jokio vairuotojo balansavimo (nereikia),
o kryptis ir greitis valdomi vairu, pedalais bei mechanine rankinio stabdžio svirtimi (vairas ar
svirtys)¹. Šios linijos **anti-spezifika**cija atmeta: pirma, lėtus senjorų ir neįgaliųjų mobilumo

skūterius ($6\text{--}15\text{ km/h}$), kurių kinetinė energija su $150\text{--}200\text{ kg}$ mase siekia tik

$400\text{--}1\,700\text{ J}$ ($10\text{--}12$ lygis)¹; antra, vaikiškus licencijuotus 12 V elektromobilius su

mirksinčiomis šviesomis ir muzikos mygtukais ($5\text{--}8\text{ km/h}$, $7\text{--}8$ lygis); trečia, lėtesnius

pramoginius drifto kartingus, tokius kaip *Ninebot GoKart Kit* (24 km/h , $m = 140,8\text{ kg}$,

$E = 3\,128,89\text{ J}$) ar *Razor Crazy Cart XL* (27 km/h , $m = 159,7\text{ kg}$,

$E = 4\,491,56\text{ J}$), kurie nepasiekia 15 lygio slenksčio¹. Šios linijos **idealas** yra lengvas

sportinis elektrinis kartingas su reguliuojamu rému vaikams ir suaugusiesiems ($\sim 51\text{ kg}$

savoji masė + 100 kg apkrova), pasiekiantis 40–43 km/h greitį (9 300–10 850 J), valdomas automobiliško tipo vairu ir pedalais bei lengvai nuomojamas švenčių ar kartodromų aikštelėse¹.

Realūs kandidatai ir vertinimas (Linija 3)

Geriausias kandidatas (Laimėtojas): Segway Ninebot GoKart PRO

(manualslib.com/manual/2966051/Segway-Ninebot-Gokart-Pro-Lamborghini.html ir

migadget.id/product-category/sports/)¹. Modelis (sėdi / nereikia / vairas ar svirtys) **praėjo visus vartus**: parduodamas kaip vientisas gamyklinis komplektas su integruotu *Ninebot S Max*

varomuoju moduliu (1a), generuoja 9 333,33 J energiją (1b) ir važiuoja asfaltu bei lygiu kietu paviršiumi (1c)¹. Tapatybės rodikliai: Pakopa 1, Priežastinis ryšys 3, Maršruto laisvė 1,

Patrauklumas 1 (1,02 G pagreitį, 40 : 60 ašių svorio balansą ir kontroliuojamą šoninį slydimą sukuriantis lenktyninis kartingas)¹. Judančios priemonės masė yra

$m_{\text{įrenginio}} = 51,2 \text{ kg}$, didžiausia leistina apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 100,0 \text{ kg}$, bendra

masė $m = 151,2 \text{ kg}$ ¹. Gamintojo naudotojo ribos: amžius 14+ (arba 16–50 m.¹¹),

masė iki 100,0 kg (220 lbs)⁸, ūgis 130–190 cm (kai kuriuose regionuose

120–200 cm)⁸, numatyta aplinka – lygi asfaltuota danga, kliūtys < 1 cm, įkalnės iki 15°

⁸. Didžiausias gamyklinis greitis „Race Mode“ režimu yra $v = 40 \text{ km/h} = 11,111 \text{ m/s}$

¹, todėl mechaninė energija lygi:

$$v = \frac{40}{3,6} = 11,111 \text{ m/s}; \quad m = 51,2 + 100,0 = 151,2 \text{ kg}; \quad E = \frac{1}{2} \times 151,2 \times (11,111)^2 = 75,6$$

Nominali galia siekia $P = 900 \text{ W}$ ($2 \times 450 \text{ W}$ oru aušinami stebulės varikliai, pikinė

galia 4 800 W)¹. Maitinimas – 432 Wh ličio jonų baterija (4 val. įkrovimas); teleskopinis

rėmas susitraukia transportavimui automobilio bagažinėje, o varomasis *Ninebot S Max* modulis

gali būti atjungiamas atskirai (51,2 kg pilnas svoris)⁸. Kaina ES ir Lietuvoje ~ 1 999 €,

kaina už vieną patirtį per 800 seansų resursą –

$(1\,999 \text{ €} + 400 \text{ €} - 600 \text{ €}) \div 800 = 2,25 \text{ €}$ (TPE drifto padangos ir baterija

keičiamos, plastikiniai paviršiai plaunami, aktyvi naudotų priemonių rinka)¹. Pirmo seanso lankas

– 1 (įvaldomas per 5 min. be jokio balansavimo), slenkstis – 1 (uždaroje trasoje teisių ar kursų

nereikia), paprastumo rodiklis –

$(151,2 \text{ kg} \times 900 \text{ W}) \div 9\,333,33 \text{ J} = 14,58 \text{ kg} \cdot \text{W/J}$ ¹. Judesio nekeičiančios

dalyys: nuimama Bluetooth variklio garso kolonėlė (vieno cilindro, dviejų cilindry, V8 ir V12 garso efektai), dekoratyvinis galinis aerodinaminis sparnas ir RGB galinis žibintas¹. Patikros lygis:

patikrinta¹.

Alternatyva 1: Segway Ninebot GoKart PRO 2

(abt.com/Segway-Ninebot-GoKart-Pro-2-GOKARTPRO2/p/206789.html ir uae-scooters.com/products/segway-ninebot-gokart-pro-2-high-speed-racing-and-immersive-gaming-combo-2025)¹. Antrosios kartos modelis (sėdi / nereikia / vairas ar svirtys) **praėjo visus vartus** (Tapatybė: Pakopa 1, Priežastinis ryšys 3, Maršruto laisvė 1, Patrauklumas 1)¹. Savoji masė $m_{\text{irenginio}} = 52,0 \text{ kg}$ (JAV specifikacijoje $106 \text{ lbs} = 48,1 \text{ kg}$ ⁸), didžiausia apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 100,0 \text{ kg}$ (220 lbs), bendra masė $m = 152,0 \text{ kg}$ (amžius 14+, ūgis 130–190 cm / 51,2–74,8 colio, aplinka – lygi asfaltuota danga, nuolydis iki 15°)¹. Prie padidinto $v = 43 \text{ km/h} = 11,944 \text{ m/s}$ ($26,7 \text{ mph}$) gamyklinio greičio („Race Mode“ / „Manual III“) apskaičiuota energija yra

$$E = 0,5 \times 152,0 \times (11,944)^2 = 76,0 \times 142,670 = 10\,842,90 \text{ J} \quad (\text{su } 48,1 \text{ kg jrenginio mase: } E = 10\,564,7 \text{ J})^1. \text{ Nominali galia } P = 900 \text{ W} \quad (2 \times 450 \text{ W}, \text{ pikinė } 4\,800 \text{ W}), 432 \text{ Wh baterija, kaina } \sim 2\,299 \text{ €}, \text{ kaina už patirtį per } 800 \text{ seansų} - (2\,299 \text{ €} + 450 \text{ €} - 700 \text{ €}) \div 800 = 2,56 \text{ €}^1. \text{ Pirmo seanso lankas} - 1, \text{ slenkstis} - 1, \text{ paprastumo rodiklis} -$$

$(152,0 \text{ kg} \times 900 \text{ W}) \div 10\,842,90 \text{ J} = 12,62 \text{ kg} \cdot \text{W/J}$ (judesio lauke nekeičia: 360° haptinės vibracijos ir kompiuterinių žaidimų simulatoriaus sistema vairo kolonėlėje, pavarų perjungimo mentelės prie vairo ir V8/V12 garso kolonėlė)¹. Patikros lygis: patikrinta¹.

Alternatyva 2 (Kontrolinis atmetimas): Razor Crazy Cart XL¹. Šis suaugusiųjų drifto kartingas (sėdi / nereikia / vairas ar svirtys) **iškrito Vartuose 1b**: nors jo bendra masė yra didelė ($m_{\text{irenginio}} = 50,7 \text{ kg} + m_{\text{apkrovos}} = 109,0 \text{ kg} = 159,7 \text{ kg}$), gamyklinis maksimalus greitis siekia tik 27 km/h ($7,50 \text{ m/s}$), todėl apskaičiuota kinetinė energija yra $E = 0,5 \times 159,7 \times (7,50)^2 = 4\,491,56 \text{ J} < 8\,192 \text{ J}$ (14 energijos lygis)¹. Patikros lygis: patikrinta¹.

Linija 4: stovi / viena ašis / kūno svoris

Ketvirtojoje linijoje keleivis stovi ant vieno rato (elektrinio vienaračio – EUC, arba skersinės vieno rato lentos – *Onewheel*) pedalų ar platformos (stovi). Giroskopinė pavara automatiškai stabilizuoja išilginę (svyravimo pirmyn–atgal) ašį, todėl žmogui lieka balansuoti vienoje skersinėje ašyje (viena ašis), o tiek pagreitis ir stabdymas, tiek posūkiai valdomi išimtinai kūno svorio centro perkėlimu be jokių rankinių svirčių ar vairo (kūno svoris)¹. Šios linijos **anti-specifikacija** atmeta: pirma, pradedančiųjų vienaračius ir dvirates „hoverboard“ lentas su $10\text{--}35 \text{ km/h}$ greičiu, tokius kaip *Airwheel X3* (18 km/h) arba *Inmotion V8S* (rightroute.ca/product-page/inmotion-v8s-extended-range, kurio

$m = 15,0 + 120,0 = 135,0 \text{ kg}$ ir $v = 35 \text{ km/h} = 9,72 \text{ m/s}$ duoda tik $6\,380,2 \text{ J}$ – 14 lygis)¹; antra, sunkiuosius ekstremalius vienaračius, tokius kaip *Inmotion V11Y* (inmotionworld.com/products/inmotion-v11y, $29,9 \text{ kg} + 120,0 \text{ kg} = 149,9 \text{ kg}$, $v = 60 \text{ km/h} = 16,67 \text{ m/s}$, $E = 20\,819,4 \text{ J}$ – 16 lygis) arba *Begode Master* ($> 80 \text{ km/h}$ – 17 lygis)¹⁸; trečia, be keleivio važinėjančius reklaminius balansinius robotus.

Šios linijos **idealas** yra kompaktiškas $15\text{--}24 \text{ kg}$ sveriantis girokopinis vienaratis įrenginys su transportavimo rankena, išlaikantis $120\text{--}125 \text{ kg}$ keleivį ir pasiekiantis $40\text{--}50 \text{ km/h}$ ($11,11\text{--}13,89 \text{ m/s}$) greitį, tinkamas tiek asfaltui, tiek parko ar miško takams¹.

Realūs kandidatai ir vertinimas (Linija 4)

Geriausias kandidatas (Laimėtojas): Inmotion V10F (myewheel.com/products/inmotion-v10f, inmotionworld.com/products/inmotion-v10f ir

maxblinker.com/en/other-electric-vehicles/unicycles/inmotion-v10f)¹. Modelis (stovi / viena ašis / kūno svoris) **praėjo visus vartus**: parduodamas kaip vientisas gamyklinis gaminys (1a),

pasiekia $8\,679,01 \text{ J}$ energiją (1b), o $16 \times 2,5 \text{ colio}$ pneumatinė padanga laisvai rieda keliu ir kietais bekelės takais bei yra lengvai pakeliama vieno suaugusiojo (1c)¹. Tapatybės rodikliai: Pakopa **1**, Priežastinis ryšys **3**, Maršruto laisvė **1**, Patrauklumas **1** (laisvų rankų „sklendimo“ pojūtis)¹. Judančios priemonės masė yra $m_{\text{irenginio}} = 20,6 \text{ kg}$ ($45,4 \text{ lbs}$),

didžiausia leistina apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 120,0 \text{ kg}$ (265 lbs), bendra masė

$m = 140,6 \text{ kg}$ ¹⁴. Gamintojo naudotojo ribos: amžius $16+$ (suaugusiųjų), masė iki $120,0 \text{ kg}$ ¹⁴, ūgis nerasta, aplinka – miesto gatvės, dviračių ir parkų takai, įkalnės iki 30° ¹⁴.

Didžiausias gamyklinis greitis yra $v = 40 \text{ km/h} = 11,111 \text{ m/s}$ (25 mph)¹⁴, todėl mechaninė energija lygi:

$$v = \frac{40}{3,6} = 11,111 \text{ m/s}; \quad m = 20,6 + 120,0 = 140,6 \text{ kg}; \quad E = \frac{1}{2} \times 140,6 \times (11,111)^2 = 70,3$$

Nominali variklio galia yra $P = 2\,000 \text{ W}$ (pikinė $4\,000 \text{ W}$, sukimo momentas $90 \text{ N} \cdot \text{m}$)¹⁴. Maitinimas – integruota $84 \text{ V } 960 \text{ Wh}$ ($12,8 \text{ Ah}$) baterija; transportavimui įrengta atlenkiama „Scorpion“ vežimėlio rankena ir centrinė rankena su variklio išjungimo mygtuku („lift switch“), svoris $20,6 \text{ kg}$ ¹⁴. Kaina ES elektroninėse parduotuvėse (*MyEWheel*, *MaxBlinker*) su pristatymu į Lietuvą yra $1\,290\text{--}1\,440 \text{ €}$, todėl kaina už vieną patirtį per $1\,200$ seansų resursą siekia $(1\,290 \text{ €} + 450 \text{ €} - 400 \text{ €}) \div 1\,200 = 1,12 \text{ €}$ (baterija keičiama, korpusas ir guminiai pedalai valomi drėgnai, plati EUC antrinė rinka)¹. Pirmo seanso lankas yra

0 (stabiliam važiavimui vienaračiu be atramos paprastai prireikia 2–3 seansų)²⁶, slenkstis – **1** (teisių nereikia), paprastumo rodiklis –

$$(140,6 \text{ kg} \times 2000 \text{ W}) \div 8679,01 \text{ J} = \mathbf{32,40 \text{ kg} \cdot W/J} \quad ^1. \text{ Judesio}$$

nekeičiančios dalys: šoninės programuojamos RGB LED šviesos juostos ir integruota Bluetooth muzikos kolonėlė¹. Patikros lygis: patikrinta¹.

Alternatyva 1: Kingsong KS-16X¹. Modelis (stovi / viena ašis / kūno svoris) **praėjo visus vartus** (Tapatybė: Pakopa **1**, Priežastinis ryšys **3**, Maršruto laisvė **1**, Patrauklumas **1**)¹. Savo ji

masė $m_{\text{irenginio}} = 24,3 \text{ kg}$ (pakelia vienas suaugęs), didžiausia apkrova

$m_{\text{apkrovos}} = 120,0 \text{ kg}$, bendra masė $m = 144,3 \text{ kg}$ (amžius **16+**, masė iki

120,0 kg, ūgis nerasta, aplinka – keliai ir bekelės takai su **16 × 3 colių** padanga)¹. Prie

$v = 50 \text{ km/h} = 13,889 \text{ m/s}$ greičio energija yra

$$E = 0,5 \times 144,3 \times (13,889)^2 = 72,15 \times 192,901 = \mathbf{13\,917,82 \text{ J}} \quad ^1.$$

Nominali galia $P = 2200 \text{ W}$ (**1554 Wh** baterija), kaina ES $\sim 1850 \text{ €}$, kaina už

patirtį per **1200** seansų – $(1850 \text{ €} + 600 \text{ €} - 550 \text{ €}) \div 1200 = \mathbf{1,58 \text{ €}}$ ¹. Pirmo seanso lankas – **0**, slenkstis – **1**, paprastumo rodiklis –

$$(144,3 \text{ kg} \times 2200 \text{ W}) \div 13\,917,82 \text{ J} = \mathbf{22,81 \text{ kg} \cdot W/J} \quad (\text{judesio nekeičia:}$$

dvigubas Bluetooth garsiakalbis ir RGB apšvietimas)¹. Patikros lygis: patikrinta¹.

Alternatyva 2: Onewheel GT S-Series¹. Ši skersinės stovėsenos vieno rato lenta (stovi / viena ašis / kūno svoris) **praėjo visus vartus** (Tapatybė: Pakopa **1**, Priežastinis ryšys **3**, Maršruto

laisvė **1**, Patrauklumas **1**)¹. Savo ji masė $m_{\text{irenginio}} = 15,0 \text{ kg}$ (**33 lbs**, lengvai nešama

viena ranka), didžiausia apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 125,0 \text{ kg}$ (**275 lbs**), bendra masė

$m = 140,0 \text{ kg}$ (amžius **14+**, masė iki **125,0 kg**, ūgis nerasta, aplinka – asfaltas, žolė,

žvyras, miško takai)¹. Prie $v = 40 \text{ km/h} = 11,111 \text{ m/s}$ (**25 mph**) greičio energija

$$\text{yra } E = 0,5 \times 140,0 \times (11,111)^2 = 70,0 \times 123,457 = \mathbf{8\,641,98 \text{ J}} \quad ^1.$$

Nominali Hypercore variklio galia $P = 750 \text{ W}$, kaina ES $\sim 3200 \text{ €}$, kaina už patirtį per

1000 seansų – $(3200 \text{ €} + 600 \text{ €} - 1000 \text{ €}) \div 1000 = \mathbf{2,80 \text{ €}}$ ¹. Skirtingai nuo klasikinių vienaračių, dėl plačios go-karto tipo padangos pirmo seanso lankas yra **1** (įvaldoma per pirmąją 1–2 val. sesiją), slenkstis – **1**, o paprastumo rodiklis –

$$(140,0 \text{ kg} \times 750 \text{ W}) \div 8\,641,98 \text{ J} = \mathbf{12,15 \text{ kg} \cdot W/J} \quad (\text{judesio nekeičia: LED}$$

šviesos juostos ir firminiai rėmo lipdukai)¹. Patikros lygis: patikrinta¹.

Linija 5: guli / viena ašis / vairas ar svirtys

Penktąją liniją apibrėžia aerodinaminė pusiau gulima („recumbent“ / „low-racer“) dviratininko padėtis ant nugaros atlošo su priešais ištiestomis kojomis (guli), vienavėžė dviejų ratų

važiuoklė, reikalaujanti šoninės pusiausvyros (viena ašis), ir valdymas vairu bei stabdžių / pavarų svirtimis (vairas ar svirtys)¹. Šios linijos **anti-spezifikacija** atmeta: pirma, standartinius **25 km/h** gulimuosius elektrinius dviračius, tokius kaip *HP Velotechnik Streetmachine Gte* ar *Grasshopper fx* su **25 km/h** EPAC pavara, kurių kinetinė energija siekia tik $\sim 3487 \text{ J}$ (13 lygis)³¹; antra, stacionarius gulimuosius reabilitacijos treniruoklius sporto klubuose; trečia, vienetinius universitetinius greičio rekordo prototipus be serijinės gamybos. Šios linijos **idealas** yra pilnos pakabos serijinis dviejų ratų gulimasis greitaeigis dviratis („S-Pedelec“) su žemu svorio centru, sveriantis $\sim 28,5 \text{ kg}$, išlaikantis **120 kg** apkrovą ir pasiekiantis **45 km/h** (**12,50 m/s**) greitį su ES tipo patvirtinimu²⁹.

Realūs kandidatai ir vertinimas (Linija 5)

Geriausias kandidatas (Laimėtojas): HP Velotechnik Speedmachine S-Pedelec

(hpvelotechnik.com/en/recumbent-trikes-bikes/speedmachine-s-pedelec-fast-electric-bike-up-to-28-mph/ ir 3ike.es/en/products/hp-speedmachine-s-pedelec)²⁹. Tai pirmasis pasaulyje serijinis vienavėžis gulimasis dviratis greitaeigių S-Pedelec klasėje (guli / viena ašis / vairas ar svirtys), kuris **praėjo visus vartus** (1a: serijinis komplektas su ES tipo patvirtinimu iš Vokietijos

federalinės automobilių transporto tarnybos KBA; 1b: $E = 11\,601,56 \text{ J}$; 1c: *Concept*

priekinė ir *No-Squat* galinė pakaba skirta keliams ir tvirtiems takams, **28,5 kg** dviratį pakelia vienas suaugęs)¹. Tapatybės rodikliai: Pakopa **1**, Priežastinis ryšys **3**, Maršruto laisvė **1**,

Patrauklumas **1** (unikalus „low-racer“ profilis, įsibėgėjantis nuo **0** iki **45 km/h** per **8,29 s**

)²⁹. Judančios priemonės masė su pedalais ir baterija yra $m_{\text{įrenginio}} = 28,5 \text{ kg}$ (

62,8 lbs), didžiausia leistina apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 120,0 \text{ kg}$ (**265 lbs**), bendra masė

$m = 148,5 \text{ kg}$ ²⁹. Gamintojo naudotojo ribos: amžius **16+** (L1e-B), masė iki **120,0 kg**,

ūgis **1,62–2,00 m** (**5'4"–6'7"**), aplinka – asfaltuoti keliai ir greitieji dviračių maršrutai²⁹.

Prie didžiausio gamyklinio greičio $v = 45 \text{ km/h} = 12,50 \text{ m/s}$ (**28 mph**) mechaninė energija yra:

$$v = \frac{45}{3,6} = 12,50 \text{ m/s}; \quad m = 28,5 + 120,0 = 148,5 \text{ kg}; \quad E = \frac{1}{2} \times 148,5 \times (12,50)^2 = 11\,601,56 \text{ J}$$

Begarsio galinio rato variklio *Neodrives Z20 RS* nominali galia yra $P = 500 \text{ W}$ (pikinė galia **1 000 W**, naudingumo koeficientas **85 %**), maitinimas – žemai po sėdyne sumontuota nuimama **651 Wh** ličio jonų baterija¹. Kaina ES prasideda nuo **8 690 €** MSRP (pilnos komplektacijos parduotuvėse iki **10 216,80 €**) su pristatymu visoje ES³³. Kaina už vieną patirtį per **1 500** seansų resursą siekia

$$(8\,690\text{ €} + 1\,000\text{ €} - 3\,500\text{ €}) \div 1\,500 = 4,13\text{ €} \quad (\text{baterija keičiama, ErgoMesh}$$

Premium sėdynės užvalkalai plaunami, egzistuoja specializuota Europos HPV antrinė rinka)¹.

Pirmo seanso lankas – **1** (nepaisant gulimos padėties, *Speedmachine* pasižymi didžiausiu stabilumu tarp visų dviratės schemos gulimųjų dviračių net mažame greityje, todėl dviratininkas jį įvaldo per pirmąją 1–2 val. sesiją)³⁰, slenkstis viešajame kelyje – **0** (būtina **AM** arba **B** kategorija; uždaroje trasoje – **1**)³⁴, o paprastumo rodiklis yra rekordiškai mažas:

$$(148,5\text{ kg} \times 500\text{ W}) \div 11\,601,56\text{ J} = 6,40\text{ kg} \cdot \text{W/J} \quad (\text{skaičiuojant su } 1\,000\text{ W} \text{ pikine galia} - 12,80\text{ kg} \cdot \text{W/J})^1.$$

Judesio nekeičiančios dalys: plastikiniai grandinės apsaugos vamzdeliai, apšviestas valstybinio numerio laikiklis ir garso signalas¹.

Patikros lygis: patikrinta¹.

Alternatyva 1 (Kontrolinis atmetimas): HP Velotechnik Streetmachine Gte (25 km/h EPAC versija)

(hpvelotechnik.com/en/recumbent-trikes-bikes/streetmachine-gte-comfortable-travel-recumbent-bike/)³¹. Šis modelis (guli / viena ašis / vairas ar svirtys) **iškrito Vartuose 1b**: jo bazinė masė

yra **14,6 kg**, o didžiausia leistina apkrova **130,0 kg** (gamintojas nurodo, kad montuojant elektros pavarą jos masė atimama iš apkrovos, todėl bendra sistemos masė išlieka

~ **144,6 kg**, ūgis **1,64–2,00 m**)³¹. Su standartiniu **25 km/h** (**6,944 m/s**) greičiu apskaičiuota energija yra tik

$$E = 0,5 \times 144,6 \times (6,944)^2 = 3\,486,67\text{ J} < 8\,192\text{ J} \quad (13 \text{ energijos lygis})^{31}.$$

Patikros lygis: patikrinta³¹.

Linija 6: guli / nereikia / vairas ar svirtys

Šeštojoje linijoje keleivis guli anatominiame krėsle su pakeltomis kojomis (guli), tačiau trijų ratų („tadpole“ – du priekiniai valdomieji ratai ir vienas galinis varomasis ratas) važiuoklė su skersiniu stabilizatoriumi visiškai eliminuoja pusiausvyros laikymo poreikį (nereikia), o valdymas atliekamas šoninėmis vairo svirtimis po sėdyne („Under Seat Steering“) ir stabdžių rankenėlėmis

(vairas ar svirtys)³⁸. Šios linijos **anti-spezifika**cija atmeta: pirma, standartinius **25 km/h**

gulimuosius triračius (pvz., *HP Velotechnik Scorpion fs 26 Enduro 25 km/h* arba *Gekko fx*,

pasiekiančius tik **3 800–4 100 J** – 13 lygis)³⁸; antra, medicininės gulimasis reabilitacijos

lovas su elektriniais ratukais ligoninių vidaus patalpoms; trečia, sunkiuosius eksperimentinius velomobilius be serijinio ES tipo patvirtinimo. Šios linijos **idealas** yra sulankstomas pilnos

pakabos trijų ratų gulimasis „S-Pedelec“ triratis, sveriantis ~ **34 kg** ir išlaikantis **140 kg**

apkrovą, pasiekiantis **45 km/h** (**12,50 m/s**) greitį ir leidžiantis bet kuriam asmeniui be jokio balansavimo įgūdžio patirti atviro kokpito bolido dinamiką³⁸.

Realūs kandidatai ir vertinimas (Linija 6)

Geriausias kandidatas (Laimėtojas): HP Velotechnik Scorpion fs 26 S-Pedelec

(recumbent.news/product/hp-velotechnik-scorpion-fs-26-s-pedelec/,

howirollsports.com/products/hp-velotechnik-scorpion-fs-26-s-pedelec ir bultenbike.se/produkt/hp-velotech-scorpion/)¹. Šis sulankstomas greitaeigis triratis (guli / nereikia / vairas ar svirtys) **praėjo visus vartus**: parduodamas kaip serijinis vokiečių gamintojo komplektas (1a), generuoja **13 593,75 J** energiją (1b), o nepriklausoma visų ratų pakaba su *AntiDive* geometrija pritaikyta tiek asfaltui, tiek žvyro ar miško keliams bei sulankstoma per 60 sekundžių be įrankių vieno suaugusiojo transportavimui (1c)¹. Tapatybės rodikliai: Pakopa **1**, Priežastinis ryšys **3**, Maršruto laisvė **1**, Patrauklumas **1**¹. Judančios priemonės masė su S-Pedelec pavara ir baterija yra $m_{\text{įrenginio}} = 34,0 \text{ kg}$ (bazinis nemotorizuotas rėmas nuo **18,2 kg**³⁸), didžiausia leistina apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 140,0 \text{ kg}$ (**309 lbs** ; kai kuriose modifikacijose iki **160,0 kg**³⁹), bendra masė $m = 174,0 \text{ kg}$ ¹. Gamintojo naudotojo ribos: amžius **16+**, masė iki **140,0 kg** (arba **160,0 kg**), ūgis **1,62–2,00 m** (**5'4"–6'7"**), aplinka – keliai ir tvirti bekelės takai³⁸. Prie didžiausio gamyklinio greičio $v = 45 \text{ km/h} = 12,50 \text{ m/s}$ (**28 mph**) apskaičiuota mechaninė energija yra:

$$v = \frac{45}{3,6} = 12,50 \text{ m/s}; \quad m = 34,0 + 140,0 = 174,0 \text{ kg}; \quad E = \frac{1}{2} \times 174,0 \times (12,50)^2 = 87,0 \times$$

Variklio (*Neodrives Z20 RS* arba *GO SwissDrive G45p*) nominali galia yra $P = 500 \text{ W}$ (**1 000 W** pikinė), maitinimas – nuimama ličio jonų baterija¹. Kaina ES atstovybėse yra **~ 10 800–11 801,70 €**, kaina už vieną patirtį per **1 500** seansų resursą – $(10\,800 \text{ €} + 1\,000 \text{ €} - 4\,000 \text{ €}) \div 1\,500 = \mathbf{5,20 \text{ €}}$ (baterija keičiama, plaunamas tinklinis krėslas, aktyvi Vakarų Europos antrinė rinka)¹. Pirmo seanso lankas – **1** (triratis negali nuvirsti, todėl valdymas visiškai intuityvus nuo pirmųjų minučių)⁴¹, slenkstis viešajame kelyje – **0 (AM / B kategorija; uždaroje trasoje – 1)**⁴⁵, paprastumo rodiklis – $(174,0 \text{ kg} \times 500 \text{ W}) \div 13\,593,75 \text{ J} = \mathbf{6,40 \text{ kg} \cdot \text{W/J}}$ (judesio nekeičia: elektrinis garso signalas, veidrodėliai su atšvaitais, bagažinių apdailos dangteliai)¹. Patikros lygis: patikrinta¹.

Alternatyva 1 (Kontrolinis atmetimas): HP Velotechnik Scorpion fs 26 Enduro (25 km/h EPAC versija) (bultenbike.se/produkt/hp-velotech-scorpion/ ir bike-magazin.de/en/bicycles/trekking-bikes/recumbent-bike-hpv-scorpion-enduro-fs-26-sporty-recumbent-trike-from-hp-velotechnik-put-to-the-test/)³⁸. Ši bekelės versija (guli / nereikia / vairas ar svirtys) su standartinė **25 km/h** (**6,944 m/s**) pavara **iškrito Vartuose 1b**: jos bendra masė kelyje siekia **~ 168,0 kg** (**20,5 kg** bazinis triratis + **~ 7,5 kg** el. sistema + **140,0 kg** apkrova kelyje arba **110,0 kg** sunkioje bekelėje), todėl kinetinė energija yra tik $E = 0,5 \times 168,0 \times (6,944)^2 = \mathbf{4\,050,93 \text{ J} < 8\,192 \text{ J}}$ (13 energijos lygis)³⁸.

Patikros lygis: patikrinta³⁸.

Linija 7: stovi / nereikia / vairas ar svirtys

Septintąją liniją apibrėžia vertikali arba banglentininko stovėsena ant trijų ar keturių ratų platformos (stovi), kuri dėl dviejų priekinių ratų vėžės ir nepriklausomos savaime centruojančios pakabos pati išlaiko pusiausvyrą tiek stovėdama vietoje, tiek judėdama (nereikia), o trauka ir stabdymas (bei tradiciniuose modeliuose – posūkiai) valdomi rankena ant vairo statramsčio ir hidraulinėmis svirtimis (vairas ar svirtys)⁴⁶. Laimėjęs *CycleBoard Rover* modelis realizuoja unikalią hibridinę kinematiką: jo akceleracija ir stabdymas valdomi nykščio droselio svirtimi ir

hidrauline stabdžio rankena ant **42 colių** statramsčio, o priekinių ratų pasukimo kampas valdomas patentuota „Lean-to-Steer“ (PLS) svirčių sistema, reaguojančia į denio pakreipimą⁴⁶. Šios linijos **anti-spezifikacija** atmeta: pirma, sandėlių triračius elektrinius krovinių vežimėlius, važiuojančius tik ant lygių betoninių grindų **6–12 km/h** greičiu; antra, sunkiuosius vikšrinius ir keturračius bekelės monstrus, viršijančius 15 energijos lygio ribą, tokius kaip *DTV Electric Shredder* (buyit-usa.com/product/dtv-electric-shredder/, **20 kW** varikliai, **~ 113 kg** masė + **136 kg** apkrova, $v = 30 \text{ mph} = 48,3 \text{ km/h}$, $E = 22\,133 \text{ J}$ – 16 lygis) arba neribotas *MIA Four X4* (**55 mph**, $E > 60\,000 \text{ J}$ – 17 lygis)⁵²; trečia, iki **25 km/h** apribotas vietinės modifikacijos ($E \approx 3\,920 \text{ J}$)⁵⁵. Šios linijos **idealas** yra trijų arba keturių ratų pilnos pakabos stovima bekelės ir kelių platforma su pneumatinėmis padangomis, sverianti iki **38 kg** (kad suaugęs žmogus galėtų sulankstyti ir įkelti į automobilį), išlaikantis **125 kg** keleivį ir pasiekiantis **42–45 km/h** greitį ($E \approx 10\,900\text{--}12\,700 \text{ J}$)⁴⁹.

Realūs kandidatai ir vertinimas (Linija 7)

Geriausias kandidatas (Laimėtojas): CycleBoard Rover

(cycleboard.eu/en/cycleboard-rover-gunmetal-grey-burnt-orange.html, cycleboard.com/products/rover ir iscoot.com.au/products/cycleboard-rover-electric-vehicle)⁴⁶. Modelis (stovi / nereikia / vairas ar svirtys) **praėjo visus vartus**: parduodamas kaip vientisas

gamyklinis paketas (1a), oficialioje Europos specifikacijoje generuoja **10 927,67 J**

(Global/AU specifikacijoje – **12 703,13 J**) mechaninę energiją (1b), o **10 × 3 colių** bekelės pneumatinės padangos ir pilna nepriklausoma pakaba veikia ant asfalto, žolės, žvyro ir miško takų bei turi greitai sulankstomą rankeną, leidžiančią vienam suaugusiajam įkelti įrenginį į automobilio bagažinę (1c)⁴⁶. Tapatybės rodikliai: Pakopa **1**, Priežastinis ryšys **3**, Maršruto laisvė **1**, Patrauklumas **1** (trijų taškų stabilumas sujungtas su snieglentės „carving“ posūkių dinamika)⁵⁰. Europos specifikacijoje (cycleboard.eu) savoji priemonės masė yra

$m_{\text{įrenginio}} = 35,83 \text{ kg}$ (**79 lbs**), didžiausia leistina apkrova

$m_{\text{apkrovos}} = 124,74 \text{ kg}$ (**275 lbs**), bendra masė $m = 160,57 \text{ kg}$ (Global/AU

specifikacijoje: $m_{\text{įrenginio}} = 37,6 \text{ kg}$, $m_{\text{apkrovos}} = 125,0 \text{ kg}$, $m = 162,6 \text{ kg}$)⁴⁹.

Gamintojo naudotojo ribos: amžius **16+** (suaugusiųjų), masė iki **125,0 kg (275 lbs)**⁴⁶, ūgis **152–188 cm (5'0"–6'2")**⁵⁹, numatyta aplinka – asfaltas, žolė, golfo laukai, žvyras, miško takai (IP65 atsparumas, įkalnės iki **30 %**)⁴⁶. Didžiausias gamyklinis greitis ES versijoje yra $v = 42 \text{ km/h} = 11,667 \text{ m/s}$ (JAV versijoje $27 \text{ mph} = 43,45 \text{ km/h} = 12,07 \text{ m/s}$; AU/Global versijoje $45 \text{ km/h} = 12,50 \text{ m/s}$)⁴⁹, todėl mechaninė energija lygi:

$$v_{\text{ES}} = \frac{42}{3,6} = 11,667 \text{ m/s}; \quad m_{\text{ES}} = 35,83 + 124,74 = 160,57 \text{ kg}; \quad E_{\text{ES}} = \frac{1}{2} \times 160,57 \times (11,667)^2$$

(Global/AU **45 km/h** komplektacijoje:

$$E = 0,5 \times 162,6 \times (12,50)^2 = \mathbf{12\,703,13 \text{ J}}$$
⁵⁵. Galia siekia $P = 1\,800 \text{ W}$ (**60 V** bešepetėlinis galinio rato variklis su **41 N·m** sukimo momentu, **1\,500 W** nominalus valdiklis), maitinimas – **60 V 1\,152 Wh (19,2–20 Ah)**, LG/Samsung celės) greitai keičiama baterija po atverčiamu medžio laminato deniu („Hinging Deck / Quick Swap“)⁴⁶.

Oficialioje ES parduotuvėje (*cycleboard.eu*) kaina yra **1\,749 €** (su nuolaida iš **2\,799 €**)⁴⁹. Kaina už vieną patirtį per **1\,000** seansų resursą siekia

$$(\mathbf{1\,749 \text{ €} + 550 \text{ €} - 600 \text{ €}}) \div 1\,000 = \mathbf{1,70 \text{ €}}$$
 (greitai keičiamas akumulatorius, IP65 plaunama važiuoklė, dviejų dalių aliuminio ratlankiai greitam padangų keitimui)⁴⁶. Pirmo seanso lankas – **1** (savaimė centruojanti trijų ratų pakaba leidžia bet kuriam pradedančiajam, net turinčiam pusiausvyros sutrikimų, išmokti važiuoti per 10–15 min.)⁵⁰, slenkstis privačiose teritorijose, parkuose ir bekelėje – **1**, paprastumo rodiklis ES komplektacijoje –

$$(\mathbf{160,57 \text{ kg} \times 1\,800 \text{ W}}) \div 10\,927,67 \text{ J} = \mathbf{26,45 \text{ kg} \cdot \text{W/J}}$$
 (Global komplektacijoje – **23,04 kg·W/J**; judesio nekeičia: LCD ekrano USB lizdas ir dekoratyvinė denio grafika)⁴⁶. Patikros lygis: patikrinta⁴⁶.

Alternatyva 1: EZRaider LW (*heavyduty-mobility.com/product/ez-raider-exclusive-adventure-off-road-foldable-mobility-scooter / ir electricvehicles.in/ezraider-lw/*)¹. Taktinis keturratis „scootboard“ (stovi / nereikia / vairas ar svirtys) **praėjo Vartus 1a ir 1b**, tačiau turi **ribotą atitiktį Vartuose 1c dėl transportavimo masės**: nors vairas susilanksto (aukštis sumažėja nuo **50** iki **25 colių**), įrenginys sveria **93,0–95,0 kg (205–209 lbs)**, todėl vienas suaugęs negali jo įkelti į automobilį be rampos⁴⁸. Tapatybės rodikliai: Pakopa **1**, Priežastinis ryšys **3**, Maršruto laisvė **1**, Patrauklumas **1** (patentuota 6 ašių plaukiojanti pakaba giliai bekelei)⁴⁸. Su $m_{\text{įrenginio}} = 95,0 \text{ kg}$, didžiausia apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 175,0 \text{ kg}$ (**375 lbs**), bendra masė $m = 270,0 \text{ kg}$, amžius

18+ , aplinka – smėlis, purvas, žvyras, žolė) ir $v = 35 \text{ km/h} = 9,722 \text{ m/s}$ (22 mph) greičiu apskaičiuota energija yra $E = 0,5 \times 270,0 \times (9,722)^2 = 12\,760,42 \text{ J}$ (prie $24 \text{ mph} = 38,62 \text{ km/h} = 10,729 \text{ m/s}$ ir $m = 93,0 + 170,1 = 263,1 \text{ kg}$: $E = 15\,142,80 \text{ J}$)¹. Galia $P = 2\,400 \text{ W}$ ($2 \times 1\,200 \text{ W}$ galiniai varikliai), 60 V $1\,740 \text{ Wh}$ baterija, kaina $\sim 8\,500 \text{ €}$ ($\$8\,500$), kaina už patirtį per $1\,000$ seansų – $(8\,500 \text{ €} + 1\,200 \text{ €} - 3\,000 \text{ €}) \div 1\,000 = 6,70 \text{ €}$ ¹. Pirmo seanso lankas – 1, slenkstis bekelėje – 1, paprastumo rodiklis – $(270,0 \text{ kg} \times 2\,400 \text{ W}) \div 12\,760,42 \text{ J} = 50,78 \text{ kg} \cdot \text{W/J}$ ¹. Patikros lygis: patikrinta¹.

Alternatyva 2 (Atmetamas pagal didžiausią greitį): MIA Four X4

(miadynamicsusa.com/products/mia-four-x4-4x4-atv-electric-scooter)⁵². Šis 4x4 stovimas keturratis (stovi / nereikia / vairas ar svirtys) **iškrito Vartuose 1b pagal didžiausio gamyklinio greičio taisyklę**: nors teisiškai apribotoje 25 mph ($40,23 \text{ km/h} = 11,176 \text{ m/s}$) versijoje su

$m = 50,0 \text{ kg}$ (rėmas) + $10,5 \text{ kg}$ (baterija) + $150,0 \text{ kg}$ (apkrova) = $210,5 \text{ kg}$ įrenginys generuotų $E = 13\,146,0 \text{ J}$ (15 lygis), gamintojas deklaruoja neribotą 55 mph ($88,5 \text{ km/h} = 24,587 \text{ m/s}$) maksimalų greitį su $7\,200 \text{ W}$ pikine galia, prie kurio $E = 0,5 \times 210,5 \times (24,587)^2 = 63\,626,8 \text{ J} \geq 16\,384 \text{ J}$ (17 energijos lygis)⁵². Patikros lygis: patikrinta⁵².

Linija 8: sėdi / viena ašis / kūno svoris (Ribinė / dalinės patikros linija)

Aštuntąją liniją apibrėžia sėdima keleivio padėtis ant vieno rato giroskopinio įrenginio balno (sėdi), kur išilginę pusiausvyrą palaiko elektronika, šoninę pusiausvyrą (viena ašis) palaiko keleivis, o greitis ir kryptis valdomi vien dubens ir korpuso svorio centro poslinkiu be vairo (kūno svoris)². Šios linijos **anti-spezifikacija** atmeta: pirma, lėtus pirmosios kartos sėdimus elektrinius vienaračius, tokius kaip *Focus Designs SBU V3* ($12,5 \text{ mph} = 20,1 \text{ km/h}$ maksimalus greitis, $E \approx 2\,000 \text{ J}$ – 12 lygis)¹⁷; antra, koncepcijos stadijoje likusius sėdimus giroskopinius krėslus, tokius kaip *Segway S-Pod* (kuris valdomas rankine svirtimi ir nėra laisvai parduodamas rinkoje)⁶⁷; trečia, savadarbes 3D spausdintas sėdynes, klijuojamas prie standartinių vienaračių. Šios linijos **idealas** yra gamyklinis vienaratis su originaliu gamintojo komplektuojamu balnu ir pneumatine pakaba ($27\text{--}28 \text{ kg}$ savoji masė + 120 kg apkrova), pasiekiantis $40\text{--}50 \text{ km/h}$ greitį ($E \in [9\,000; 14\,500] \text{ J}$) ir leidžiantis patogiai sėdint įveikti ilgus

atstumus².

Realūs kandidatai ir vertinimas (Linija 8)

Geriausias kandidatas (Su išlyga dėl programinio greičio režimo): Inmotion V11 (50 km/h standartinė versija su oficialia Inmotion V11 sėdyne)

(ewheels.com/products/inmotion-v11-seat, ezwheel.ca/products/inmotion-v11 ir

neverwheelup.com/it/prodotto/inmotion-v11/)². Šis derinys (sėdi / viena ašis / kūno svoris)

sąlyginai praėjo Vartus 1a ir 1b: oficiali *Inmotion V11 Seat* sėdynė (**89–99 USD**) yra originalus gamintojo priedas, leidžiantis naudoti integruotą vežimėlio rankeną jos nenuimant ir parduodamas pas įgaliotus platintojus kartu su vienaračiu (1a)⁶⁵. Standartinėje Europos ir

Šiaurės Amerikos specifikacijoje *Inmotion V11* maksimalus greitis yra **50 km/h** (**31 mph = 13,889 m/s**)², su kuriuo modelis patenka į 15 energijos lygį (**14 178,24 J**), tačiau jei programėlėje atrakinamas eksperimentinis „Fancier Mode“ režimas (**55 km/h = 15,278 m/s**)¹, energija pakyla iki **17 155,90 J** ir viršija **16 384 J** ribą!

Tapatybės rodikliai: Pakopa **1**, Priežastinis ryšys **3**, Maršruto laisvė **1**, Patrauklumas **1** (**85 mm** eigos oro pakaba su balnu ir **18 × 3 colių** padanga)². Judančios priemonės masė

yra $m_{\text{irenginio}} = 27,0 \text{ kg}$ (**59,5 lbs**; su **0,8 kg** sėdyne – **27,8 kg**), didžiausia apkrova $m_{\text{apkrovos}} = 120,0 \text{ kg}$ (**265 lbs**; kai kur nurodoma **130,0 kg**⁶⁹), bendra masė $m = 147,0 \text{ kg}$ (arba **147,8 kg**; amžius **16+**, ūgis nerasta, aplinka – keliai ir bekelės takai, IP55 atsparumas)². Standartiniame $v = 50 \text{ km/h} = 13,889 \text{ m/s}$ režime mechaninė energija yra:

$$v = \frac{50}{3,6} = 13,889 \text{ m/s}; \quad m = 27,0 + 120,0 = 147,0 \text{ kg}; \quad E = \frac{1}{2} \times 147,0 \times (13,889)^2 = 73,5$$

(įskaitant **0,8 kg** sėdynę virš **120 kg** apkrovos: $E = 14 255,40 \text{ J}$). Nominali galia

$P = 2 200 \text{ W}$, maitinimas – **84 V 1 500 Wh** baterija, svoris transportavimui

27,8 kg (pakelia vienas suaugęs)². Kaina ES rinkoje $\sim 1 750 \text{ €}$ (vienaratis $\sim 1 660 \text{ €}$

+ sėdynė $\sim 90 \text{ €}$)²⁰, kaina už patirtį per **1 200** seansų –

$(1 750 \text{ €} + 600 \text{ €} - 550 \text{ €}) \div 1 200 = 1,50 \text{ €}$ ¹. Pirmo seanso lankas – **0**

(važiavimas sėdint ant vienaračio reikalauja kelių treniruočių seansų), slenkstis – **1**, paprastumo rodiklis (prie **50 km/h**) –

$(147,0 \text{ kg} \times 2 200 \text{ W}) \div 14 178,24 \text{ J} = 22,81 \text{ kg} \cdot \text{W/J}$ (judesio nekeičia: automobiliško tipo priekinis ir galinis LED žibintai)²⁰. Patikros lygis: iš dalies².

Alternatyva 1 (Trūksta pilnų masės duomenų): Uno Bolt

(indiegogo.com/en/projects/unobolt/uno-bolt-worlds-first-e-uni-e-bike-with-gyro-force ir

ridedriveelectric.com/the-wonderfully-weird-world-of-one-wheel-motorcycles/)⁷¹. Šis sėdimas elektrinis vienaratis (sėdi / viena ašis / kūno svoris, turintis tik fiksuotą rankeną laikymuisi be mechaninio priekinio rato sukimo) turi patvirtintą didžiausią gamyklinį greitį

$v = 35 \text{ km/h} = 9,722 \text{ m/s}$ (22 mph), variklio galią $P = 1\,500 \text{ W}$, įkrovimo trukmę 45 min. ir nuvažiuojamą atstumą 40 km (25 mylios)⁷¹. Tačiau oficialiuose

šaltiniuose nėra vieningo dokumento, patvirtinančio tikslią savąją įrenginio masę $m_{\text{įrenginio}}$ ir didžiausią leistiną apkrovą m_{apkrovos} . Kad prie $v = 9,722 \text{ m/s}$ ($v^2 = 94,522 \text{ m}^2/\text{s}^2$) įrenginys patektų į intervalą [8 192 J; 16 384 J], jo bendra masė su keleiviu turi tenkinti sąlygą:

$$m_{\min} = \frac{2 \times 8\,192}{94,522} = 173,34 \text{ kg}; \quad m_{\max} = \frac{2 \times 16\,384}{94,522} = 346,67 \text{ kg}$$

Atitikčiai patvirtinti reikalingas oficialus *Uno Bolt* techninis pasas, nurodantis, kad

$m_{\text{įrenginio}} + m_{\text{apkrovos}} \geq 173,34 \text{ kg}$. Patikros lygis: nepatikrinta⁷¹.

Suvestinė kandidatų palyginimo lentelė ir kokybės analizė

Struktūrinėje suvestinėje lentelėje apibendrinti visų aštuonių rastų linijų pagrindiniai kandidatai, jų fizikiniai parametrai, Vartų patikros rezultatai bei leksikografiniai Kokybės rodikliai¹.

Linija (Pa dėtis / Pu sia us vyr a / Val dy ma s)	Ga mi nto jas ir mo del is	Var tai (1a –1 c)	Pa ko pa / Ry šy s / Lai sv ė / Pat rau klu ma s	mįr en g.+ ma pkr .= m (kg)	Gr eiti s v (k m/ h m/ s)	Gal ia P (W)	En erg ija E (J)	Kai na už pat irtį (€) [3a]	1 se an so lan ka s [3b]	Sle nk sti s (ka t.) [3c]	Pa pra stu ma s (kg ·W /J) [3d]	Pat ikr os lyg is
1. sėd i /	NI U MQ	Pra ėjo	1 / 3 / 1 /	72,0	45,0 	1 200	14 600	1, 47	1	0 (A M/	15,3	pati krin ta

vie na aši s / vair as ar svir tys	i+ Sport (<i>La imé toja s</i>)		1		\$12,5					B)		[cit e: 1]
1. séd i / vie na aši s / vair as ar svir tys	Sp eci aliz ed Tur bo Va do 5.0	Pra èjo	1 / 3 / 1 / 1	27,0	45,0 \$12,5	565	10 6	2,93	1	0 (A M/ B)	7,23	pati krin ta [cit e: 1]
1. séd i / vie na aši s / vair as ar svir tys	Str om er ST 3	Pra èjo	1 / 3 / 1 / 1	32,8	45,0 \$12,5	820	11 7	3,66	1	0 (A M/ B)	10,5	pati krin ta [cit e: 1]
2. sto vi / vie na	Ka ab o Ma nti	Pra èjo	1 / 3 / 1 / 1	26,5	45,0 \$12,5	1 60	11 4	1,25	1	1 (tra soj e)	20,4	pati krin ta [cit e:

aši s / vair as ar svir tys	s 8 Du al (<i>La imé toja s</i>)											1]
2. sto vi / vie na aši s / vair as ar svir tys	Ap ollo Cit y Pro (20 23)	Pra ėjo	1 / 3 / 1 / 1	29,5	51,0 \$14,1	1 000	15 000	1,500	1	1 (tra soj e)	9,97	pati krin ta [cit e: 1]
2. sto vi / vie na aši s / vair as ar svir tys	Se gw ay Su per Sc oot er P1 00 S	Pra ėjo	1 / 3 / 1 / 1	32,9	48,0 \$13,3	650	13 500	1,650	1	1 (tra soj e)	7,31	pati krin ta [cit e: 1]
3. sėd i / ner eiki a / vair	Se gw ay Nin eb ot Go	Pra ėjo	1 / 3 / 1 / 1	51,2	40,0 \$11,0	900	9 330	2,250	1	1 (ne reik ia)	14,5	pati krin ta [cit e: 1, 10]

as ar svir tys	Ka rt PR O (La imé toja s)											
3. séd i / ner eiki a / vair as ar svir tys	Se gw ay Nin eb ot Go Kar t PR O 2	Pra èjo	1 / 3 / 1 / 1	52,0	43,0 \$11,9	900	10 8	2,56	1	1 (ne reik ia)	12,6	pati krin ta [cit e: 1, 8]
3. séd i / ner eiki a / vair as ar svir tys	Ra zor Cra zy Car t XL	Išk rito (1b)	1 / 3 / 1 / 1	50,7	27,0 \$7,5	500	4 49	—	1	1 (ne reik ia)	—	pati krin ta [cit e: 1]
4. sto vi / vie na aši s / kūn	In mo tio n V1 0F (La imé	Pra èjo	1 / 3 / 1 / 1	20,6	40,0 \$11,0	2 000	8 67	1,12	0	1 (ne reik ia)	32,4	pati krin ta [cit e: 1, 14]

o svo ris	toja s)											
4. sto vi / vie na aši s / kūn o svo ris	Kin gso ng KS -16 X	Pra ėjo	1 / 3 / 1 / 1	24,3	50,0 \$13,8	2 200	13 900	1,58	0	1 (ne reik ia)	22,8	pati krin ta [cit e: 1]
4. sto vi / vie na aši s / kūn o svo ris	On ew he el GT S- Ser ies	Pra ėjo	1 / 3 / 1 / 1	15,0	40,0 \$11,0	750	8 640	2,80	1	1 (ne reik ia)	12,1	pati krin ta [cit e: 1]
5. guli / vie na aši s / vair as ar svir tys	HP Vel ote ch nik Spe edm ac hin e S- Pe	Pra ėjo	1 / 3 / 1 / 1	28,5	45,0 \$12,5	500	11 600	4,13	1	0 (A M/ B)	6,40	pati krin ta [cit e: 1, 29]

	del ec (La imé toja s)											
6. guli / ner eiki a / vair as ar svir tys	HP Vel ote ch nik Sc orp ion fs 26 S- Pe del ec (La imé toja s)	Pra èjo	1 / 3 / 1 / 1	34,0	45,0 \$12,5	500	13 50	5,20	1	0 (A M/ B)	6,40	pati krin ta [cit e: 1, 38]
7. sto vi / ner eiki a / vair as ar svir tys	Cy cle Bo ard Ro ver (La imé toja s)	Pra èjo	1 / 3 / 1 / 1	35,8	42,0 \$11,6	1 800	10 90	1,70	1	1 (ne reik ia)	26,4	pati krin ta [cit e: 49]
7. sto vi /	EZ Rai der	Pra èjo (1c	1 / 3 / 1 /	95,0	35,0 	2 400	12 70	6,70	1	1 (be kel	50,7	pati krin ta

ner eiki a / vair as ar svir tys	LW	rib.)	1		\$9,7					ėje)		[cit e: 1, 63]
8. sėd i / vie na aši s / kūn o svo ris	In mo tio n V1 1 (50 km /h + sė dy nė) (Są lygi nis)	Pra ėjo (pri e 50 km /h)	1 / 3 / 1 / 1	27,0	50,0 \$13,8	2 200	14 1'	1, 50	0	1 (ne reik ia)	22,8	iš dali es [cit e: 65, 68]

Analizuojant Kokybės pakopos duomenis išryškėja antrosios eilės inžinerinis dėsningumas: savaime balansuojančios ir bekelės stovimos priemonės reikalauja nuo 2 iki 5 kartų didesnio specifinio galios rezervo vienam kinetinės energijos džauliui nei aerodinamiškos dviračių ar triračių važiuoklės¹. Gulimieji *HP Velotechnik Speedmachine S-Pedelec* ir *Scorpion fs 26 S-Pedelec* pasiekia **45 km/h** greitį ir **> 11 600 J** kinetinę energiją naudodami vos **500 W** nominalios galios variklį, todėl jų paprastumo (energetinio taupumo) rodiklis yra rekordiškai mažas – tik **6,40 kg · W/J**¹. Priešingai, giroskopinis vienaratis *Inmotion V10F* (**2 000 W** nominali galia) privalo nuolat turėti didžiulį sukimo momento rezervą (**90 N · m**), kad išvengtų giroskopinio „nukirtimo“ („cut-out“) keleiviui pasvirus į priekį prie **40 km/h** greičio, todėl jo paprastumo rodiklis išauga iki **32,40 kg · W/J**¹. Tačiau dėl minimalaus mechaninių mazgų skaičiaus (vienas ratas, jokių grandinių, pavarų dėžių ar vairo traukių) būtent

Inmotion V10F pasiekia mažiausią vieno seanso kainą visame 15 energijos lygyje (**1,12 €**)¹.

15 energijos lygis (8 192 J – 16 384 J) • Keliai ir bekelė

Ekonomiškiausių patirtį siūlo Inmotion V10F ir Kaabo Mantis 8, o aukščiausių mechaninį efektyvumą – gulimieji HP Velotechnik modeliai

FILTRUOTI PAGAL LINIJĄ (KŪNO IR PRIEMONĖS SANTYKĮ):

Rodomi visi 16 modelių

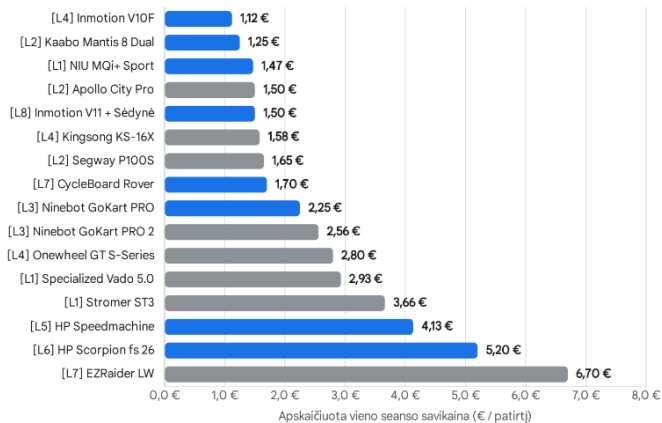
Visos linijos (16) L1: Sėdi / 1 ašis / Vairas L2: Stovi / 1 ašis / Vairas L3: Sėdi / Nereikia / Vairas L4: Stovi / 1 ašis / Svoris L5: Guli / 1 ašis / Vairas L6: Guli / Nereikia / Vairas L7: Stovi / Nereikia / Vairas L8: Sėdi / 1 ašis / Svoris

Rikiavimas: vienodas abiejose panelėse pagal vieno seanso savikainą (mažėjimo tvarka)

Linijos nugalėtojas Paprastumo lyderis Alternatyva

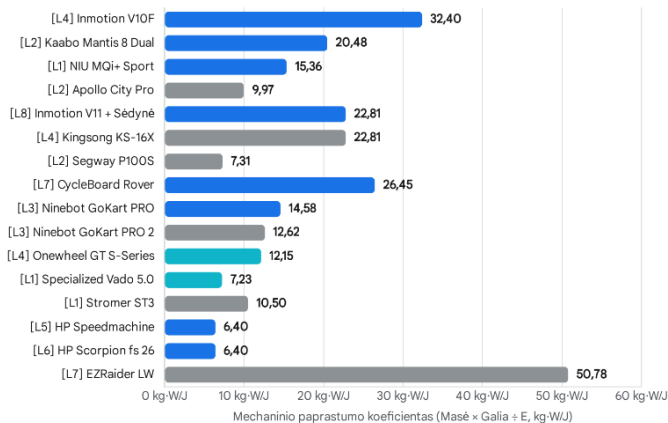
1. Kaina už vieną patirtį (€ / seansą) — 3a lemiamas kriterijus (mažiau geriau)

Laimėtojai: 1,12 € – 5,20 €



2. Mechaninio paprastumo rodiklis (kg·WU) — 3d kriterijus (masė × galia ÷ E, mažiau geriau)

Efektyviausi: 6,40 kg·WU



Inmotion V10F [L4 Nugalėtojas]

★ Linijos Nugalėtojas

KAINA SEANSUI (3A)

1,12 €

PAPRASTUMAS (3D)

32,40 kg·WU

MECHANINĖ ENERGIJA

8 679 J

GREITIS / MASĖ

40 km/h • 140,6 kg

Paskirtis / Kategorija: Laisvalaikio priemonė / be teisių. Nekinetiniai elementai: Programuojamos šoninės RGB LED juostos, garsinis garsiakalbis.

Leksikografinė 8 linijų nugalėtojų atrankos suvestinė

Tikrinti tušti deriniai 15 energijos lygyje (Fizika, Standartai, Rinka)

Viršutinėje dalyje pateikta apskaičiuota vieno seanso kaina (€/patirtį) įvertinus įsigijimo kainą, akumuliatoriaus keitimą ir likutinę vertę per tarnavimo resursą (mažesnė reikšmė – geriau). Apatinėje dalyje pateiktas mechaninio paprastumo rodiklis kg·WU (mažesnė reikšmė rodo efektyvesnę galios ir masės pavertimą kinetine energija). Ryškiai mėlyna spalva išskirti kiekvienos linijos nugalėtojai.

Duomenų šaltiniai: CycleBoard Europe, Evolt Wheels, Techninių specifikacijų ir energijos analizė

Galutiniai linijų nugalėtojai

Linija 1 (sėdi / viena ašis / vairas ar svirtys): Laimėjo **NIU MQi+ Sport (45 km/h)** (

$E = 14\,609,38\text{ J}$) – nulėmė **Kokybės 3a kriterijus** (mažiausia kaina už vieną patirtį:

1,47 € prieš *Specialized Turbo Vado 5.0* 2,93 € ir *Stromer ST3* 3,66 €, visiems trimis kandidatams surinkus identiškus Tapatybės balus)¹.

Linija 2 (stovi / viena ašis / vairas ar svirtys): Laimėjo **Kaabo Mantis 8 Dual** (

$E = 11\,445,31\text{ J}$) – nulėmė **Kokybės 3a kriterijus** (mažiausia kaina už vieną patirtį:

1,25 € prieš *Apollo City Pro* 1,50 € ir *Segway SuperScooter P100S* 1,65 €)¹.

Linija 3 (sėdi / nereikia / vairas ar svirtys): Laimėjo **Segway Ninebot GoKart PRO** (

$E = 9\,333,33\text{ J}$) – nulėmė **Kokybės 3a kriterijus** (mažesnė kaina už vieną patirtį:

2,25 € prieš *GoKart PRO 2* 2,56 €, neturint perteklinių žaidimų konsolės haptinių mazgų)¹.

Linija 4 (stovi / viena ašis / kūno svoris): Laimėjo **Inmotion V10F** ($E = 8\,679,01\text{ J}$) –

nulėmė **Kokybės 3a kriterijus** (mažiausia kaina už vieną patirtį: 1,12 € prieš *Kingsong KS-16X* 1,58 € ir *Onewheel GT S-Series* 2,80 €; teikiant pirmenybę 3b pirmo seanso lankui, alternatyvus lyderis yra *Onewheel GT S-Series*)¹.

Linija 5 (guli / viena ašis / vairas ar svirtys): Laimėjo **HP Velotechnik Speedmachine**

S-Pedelec ($E = 11\,601,56\text{ J}$) – nulėmė **Vartai 1b** (vienintelis serijinis dviejų ratų

gulimasis modelis su 45 km/h tipo patvirtinimu, patenkantis į [8 192; 16 384) J

intervalą, kai 25 km/h analogai iškrenta 13 lygyje)¹.

Linija 6 (guli / nereikia / vairas ar svirtys): Laimėjo **HP Velotechnik Scorpion fs 26**

S-Pedelec ($E = 13\,593,75\text{ J}$) – nulėmė **Vartai 1b** (vienintelis serijinis pilnos pakabos

gulimasis triratis su 45 km/h pavara 15 energijos lygyje)¹.

Linija 7 (stovi / nereikia / vairas ar svirtys): Laimėjo **CycleBoard Rover** (

$E = 10\,927,67\text{ J}_{\text{ES}} / 12\,703,13\text{ J}_{\text{Global}}$) – nulėmė **Vartai 1c (svoris**

transportavimui vieno suaugusiojo) ir **Kokybės 3a bei 3d kriterijai** (1,70 € už patirtį ir

26,45 kg · W/J paprastumas prieš 95 kg sveriantį *EZRaiders LW* su 6,70 €/patirtį ir 50,78 kg · W/J)¹.

Linija 8 (sėdi / viena ašis / kūno svoris – sąlyginė): Laimėjo **Inmotion V11 (50 km/h**

standartinė versija su oficialia Inmotion sėdyne) ($E = 14\,178,24\text{ J}$) – nulėmė **Vartai**

1b ir pilna techninė dokumentacija (su sąlyga, kad nenaudojamas 55 km/h „Fancier Mode“ režimas; alternatyvus *Uno Bolt* liko nepatvirtintas dėl trūkstamos apkrovos

dokumentacijos)².

Tikrintų tuščių derinių sąrašas ir priežastys

Atlikus pilną $4 \times 4 \times 4 = 64$ teorinių taksonominių derinių patikrą 15 energijos lygyje ($8\,192\text{ J} \leq E < 16\,384\text{ J}$) grupėje „Keliai ir bekelė“, likę 56 deriniai pripažinti tuščiais dėl objektyvių fizikos, standartų arba rinkos priežasčių¹:

Tuščio derinio grupė (Padėtis / Pusiausvyra / Valdymas)	Tikrinti potencialūs įrenginių tipai	Kodėl derinys tuščias 15 energijos lygyje (Fizika / Standartai / Rinka)
Judėjimas vietoje (3–4 pakopos) Pvz.: sėdi / nereikia / įjungia ir stabdo, sėdi / nereikia / nėra, stovi / nereikia / kūno svoris (vietoje)	Nešiojami lauko supamieji krėslai, rodeobulai, spyruokliniai ar linijiniai simulatoriai ant žolės / dangos	Fizika ir Vartai 1c: Kad vieno suaugusiojo pakeliamas neįtvirtintas lauko įrenginys su žmogumi ($m =$) be aukščio pokyčio ($h =$) pasiektų $E >$, pagal $v =$ jo maksimalus greitis turėtų siekti 10,45–16,52 m/s . ¹ . Esant $A =$ eigai, tai reikalautų 3,33–5,26 Hz svyravimo dažnio ir sukeltų 22,3–55,7 g pikinį perkrovos pagreitį, kuris akimirksniu nuverstų neįtvirtintą įrenginį ir traumotų žmogų ¹ .
stovi / dvi ašys / vairas ar svirtys ir stovi / dvi ašys / kūno svoris	Elektrinės riedlentės (e-skateboards su pulteliu arba svorio jutikliais), freeboard, dviejų ratų hoverboard	Fizika, rinka ir standartai: Standartinės gatvės el. riedlentės (pvz., Maxfind Max4 Pro iš hautland.com/products/maxfind-max4-pro-electric-skate

		board: $m_{\text{irona}} =$, $m_{\text{ankr}} =$, $v = 40 \text{ km/h} =$) dėl mažos masės generuoja tik $E =$ ir lieka 14 lygyje⁷⁵. Bekelės <i>mountainboard</i> lentos su 55–65 km/h greičiu peršoka į 16 lygį (>), o <i>hoverboard</i> lentos dėl kritimo saugos standartų ribojamos iki 10,5–15 km/h ($E <$, 10–11 lygis)¹.
[guli / sėdi / stovi] / [bet kuri] / nėra Pvz.: sėdi / nereikia / nėra, stovi / nereikia / nėra	Autonominiai keleivių pervežimo pod'ai, AGV platformos, savaeigiai lagaminai be keleivio valdymo	Standartai ir fizika: Laisvai tarp pėsčiųjų ar bekelėje judantys autonominiai vežimėliai pagal saugos standartus (ISO 13482 / EN 1525) ribojami iki 6–10 km/h (1,67–2,78 m/s). Kad prie 6–10 km/h greičio sistema pasiektų 8 192 J, jos masė turėtų būti 2 123–5 898 kg (autonominio autobuso klasė)¹, o lengvieji pod'ai ($m <$) lieka 11–13 lygiuose.
[guli / sėdi / stovi] / [bet kuri] / įjungia ir stabdo	Priemonės ant laisvos dangos, turinčios tik „Start/Stop“ mygtuką ar	Standartai ir fizika: Grupėje „Keliai ir bekelė“ nėra bėgių ar lyno,

	pedalą be jokio krypties valdymo	palaikančio trajektoriją. Judėjimas laisva danga su $8\,192\text{--}16\,384\text{ J}$ energija (t. y. $35\text{--}50\text{ km/h}$ greičiu arba $E >$ mase) be galimybės vairuoti kryptį tiesiogiai pažeidžia ES Mašinų direktyvos 2006/42/EB saugos reikalavimus ¹ .
kabo / [bet kuri pusiausvyra] / [bet kuris valdymas] (16 derinių)	Kabantys diržuose ar hamake rėminiai vežimėliai ant ratų	Fizika ir grupės stichija: Kabėjimo padėtis priklauso lynų („zipline“), keltuvų arba oro (parasparnių) stichijoms. Bandant pakabinti keleivį aukštame portaliniame rėme ant ratinės važiuoklės ir judėti $40\text{--}45\text{ km/h}$ greičiu ($E >$), aukštas svorio centras ir švytuoklinis siūbavimas sukelia apvirtimą stabdant ar sukant, todėl serijinių produktų rinkoje nėra.
[bet kuri padėtis] / visos (be atramos) / [bet kuris valdymas] (16 derinių)	Laisvo trimatį balansavimo be atramos priemonės	Fizika: Pusiausvyra „visos (be atramos)“ apibrėžia judėjimą trimatėje terpėje be kietos atramos reakcijos (povandeniniai skūteriai vandens stovymėje arba skraidymo aparatai ore). Kieto paviršiaus grupėje „Keliai ir bekelė“ šis pusiausvyros tipas fiziškai neįmanomas.
guli / [nereikia arba viena]	Gulimieji triračiai ar	Fizika ir ergonomika:

ašis] / kūno svoris	dviračiai, valdomi vien kūno svorio perkėlimu be vairo ir be stabdžių svirčių	Gulint ant nugaros („recumbent“) arba ant pilvo („prone“) prie 40–45 km/h greičio, žmogaus stuburas ir dubuo yra fiksuoti krėsele, todėl vien svorio centro perkėlimu neįmanoma užtikrinti pakankamo avarinio stabdymo lėtėjimo ir tikslaus posūkio valdymo nedarant poveikio rankinėms svirtims ²⁹ .
---------------------	---	--

Works cited

1. [unknown_url](#)
2. InMotion V11 eUnicycles - Powerful, Portable Electric Unicycle, <https://www.ezwheel.ca/products/inmotion-v11>
3. Segway Ninebot eKickScooter E2 Pro - E2PRO - Abt.com, <https://www.abt.com/Segway-Ninebot-eKickScooter-E2-Pro-E2PRO/p/206665.html>
4. Segway F3 eKickScooter - AA.05.17.01.0004 - Abt.com, <https://www.abt.com/Segway-F3-eKickScooter-AA.05.17.01.0004/p/227578.html>
5. Segway GT3 Pro Superscooter - AA.06.02.02.0004 - Abt.com, <https://www.abt.com/Segway-GT3-Pro-Superscooter-AA.06.02.02.0004/p/229412.html>
6. Segway Ninebot P100SE Global Edition - Ai Ecosystem, <https://aiecosystem.com.au/product/segway-ninebot-p100se-global-edition/>
7. BUY/SELL/TRADE - Megathread : r/ElectricScooters - Reddit, https://www.reddit.com/r/ElectricScooters/comments/tencfc/buyselltrade_megathread/
8. Segway Ninebot GoKart Pro 2 - GOKARTPRO2 - Abt.com, <https://www.abt.com/Segway-Ninebot-GoKart-Pro-2-GOKARTPRO2/p/206789.html>
9. Segway ninebot For Sale | Carousell Malaysia, <https://www.carousell.com.my/segway-ninebot/q/>
10. Segway-Ninebot Gokart Pro Lamborghini Manual - ManualsLib, <https://www.manualslib.com/manual/2966051/Segway-Ninebot-Gokart-Pro-Lamborghini.html>
11. Sports - Mi Gadget Malang, https://migadget.id/product-category/sports/?orderby=price-desc&per_page=24
12. Sports - Mi Gadget Malang, https://migadget.id/product-category/sports/page/3/?per_page=9

13. Segway Ninebot Gokart Pro 2 - High-Speed Racing and Immersive,
<https://www.uae-scooters.com/products/segway-ninebot-gokart-pro-2-high-speed-racing-and-immersive-gaming-combo-2025>
14. Inmotion V10F Electric Unicycle - MyEWheel Europe,
<https://myewheel.com/products/inmotion-v10f>
15. InMotion V8S Extended Range | Buy in Vancouver, BC, Canada,
<https://www.rightroute.ca/product-page/inmotion-v8s-extended-range>
16. Powerboard User Manual and Safety Guide - Battery Charger - Scribd,
<https://www.scribd.com/document/648544728/Powerboard-Instructions-v3>
17. Electric Unicycle Buying Guide, Reviews, FAQ - hobbr,
<https://www.hobbr.com/electric-unicycle-buying-guide/>
18. V11/V11Y - INMOTION,
<https://imscv.zendesk.com/hc/en-us/articles/37782261929235-V11-V11Y>
19. INMOTION V11Y Electric Unicycle | Commute Further. Ride Softer.,
<https://inmotionworld.com/products/inmotion-v11y>
20. Electric Unicycle with Handle: Best for Stability & Control,
<https://www.accio.com/plp/electric-unicycle-with-handle>
21. Inmotion V10F 16 Inch Electric Unicycle - Lightest Full Sized EUC,
<https://www.ai-rides.com/products/inmotion-v10f>
22. INMOTION V10F Electric Unicycle | The Coolest Ultimate EUC,
<https://inmotionworld.com/products/inmotion-v10f>
23. INMOTION V10F electric unicycle in stock. - Enjoy the ride,
<https://www.maxblinker.com/en/other-electric-vehicles/unicycles/inmotion-v10f>
24. The Best Electric Unicycle Any Beginner Could Enjoy - 10Beasts,
<https://10beasts.com/electric-unicycle/>
25. INMOTION V10F Unicycle – E-Scooter UAE Hub,
<https://www.e-scooteruaehub.com/products/inmotion-v10f-unicycle>
26. INMOTION V11Y Electric Unicycle | 37 MPH | Wilson's,
<https://www.wilsonbikes.com/products/inmotion-v11y-electric-unicycle>
27. Are these real? I stumbled upon these pictures online & thought they,
https://www.reddit.com/r/ElectricUnicycle/comments/crkwt/are_these_real_i_stumbled_upon_these_pictures/
28. The 2026 Battle Of The Self-Balancing Minis: Onewheel Antic Vs,
<https://www.server1.freshlycharged.com/articles/383/onewheel-antic-vs-wheelie-fun-bike>
29. Speedmachine S-Pedelec: The Fast Electric Bike - HP Velotechnik,
<https://www.hpvelotechnik.com/en/recumbent-trikes-bikes/speedmachine-s-pedelec-fast-electric-bike-up-to-28-mph/>
30. HP Velotechnik Speedmachine S-Pedelec: A New Era of Speed and,
<https://www.recumbent.news/2025/04/24/hp-velotechnik-speedmachine-s-pedelec-a-new-era-of-speed-and-comfort/>
31. Streetmachine Gte: The Comfortable Travel Recumbent Bike,
<https://www.hpvelotechnik.com/en/recumbent-trikes-bikes/streetmachine-gte-comfortable-travel-recumbent-bike/>
32. Grasshopper fx: The Foldable Touring Recumbent Bike,

- <https://www.hpvelotechnik.com/en/recumbent-trikes-bikes/grasshopper-fx-foldable-touring-recumbent-bike/>
33. HP Velotechnik Speedmachine S-Pedelec: recumbent bike reaches, <https://basic-tutorials.com/news/hp-velotechnik-speedmachine-s-pedelec/>
 34. HP Velotechnik Speedmachine: S-Pedelec als Liegerad mit 45 km/h, <https://www.golem.de/news/hp-velotechnik-speedmachine-s-pedelec-als-liegerad-mit-45-km-h-vorgestellt-2207-166810.html>
 35. HP SpeedMachine S-Pedelec (NEW 2023) - 3ike, <https://www.3ike.es/en/products/hp-speedmachine-s-pedelec>
 36. Speedmachine S-Pedelec – Human Powered Vehicles e.V. - hpv.org, <https://hpv.org/start/fahrzeuge/land/einspuriger/speedmachine-s-pedelec/>
 37. Model Year 2023: Speedmachine S-Pedelec - HP Velotechnik, <https://www.hpvelotechnik.com/en/model-year-2023-speedmachine-s-pedelec/>
 38. HP Velotech Scorpion - Bulten Bike, <https://bultenbike.se/produkt/hp-velotech-scorpion/>
 39. HP Velotechnik Scorpion fs 26 S-Pedelec | Recumbent.news, <https://www.recumbent.news/product/hp-velotechnik-scorpion-fs-26-s-pedelec/>
 40. Tested: HP Velotechnik Scorpion fs 26 S-Pedelec – a trike with muscle, <https://speedpedelecreview.com/en/hp-velotechnik-scorpion-fs-26/>
 41. Recumbent bike HPV Scorpion fs 26: Sporty trike from HP, <https://www.bike-magazin.de/en/bicycles/trekking-bikes/recumbent-bike-hpv-scorpion-enduro-fs-26-sporty-recumbent-trike-from-hp-velotechnik-put-to-the-test/>
 42. Scorpion fs 26 S-Pedelec folding electric trike goes up to 28 mph (45, <https://newatlas.com/scorpion-fs-folding-e-assist-trike/24527/>
 43. HP Velotechnik "Scorpion fs 26" Adaptive Trike - How iRoll Sports, <https://howirollsports.com/products/hp-velotechnik-scorpion-fs-26-s-pedelec>
 44. HP Velotechnik: Go SwissDrive - YouMo, <https://www.youmo.ch/en/go-swissdrive-bikebus-system-youmo-becomes-success-or-for-spare-parts-and-repairs-in-switzerland-and-germany/e-bike-brands-and-models-with-go-swissdrive/hp-velotechnik/>
 45. S co rpio n fs 26 S - HP Velotechnik, https://www.hpvelotechnik.com/en/?jet_download=bd070990079c0d1649a7081ba5480350ee127cea
 46. CycleBoard Rover 3 Wheel E-Scooter - 600W, 48V Battery Power, <https://ebikehaul.com/products/cycleboard-rover-all-terrain-scooter>
 47. EZ Raider Off-Road Scooters | Authorized Dealer, <https://heavydutymobility.com/top-brands/ezraider/>
 48. EZ-Raider LW Fully Off Road Foldable Scooter, <https://heavydutymobility.com/product/ez-raider-exclusive-adventure-off-road-foldable-mobility-scooter/>
 49. Rover | Gunmetal Grey / Burnt Orange - CycleBoard, <https://www.cycleboard.eu/en/cycleboard-rover-gunmetal-grey-burnt-orange.html>
 50. CycleBoard Elite Pro All-Terrain Board Review - Scooter, <https://scootermcgoo.com/reviews/cycleboard-elite-pro-all-terrain-board/>
 51. CycleBoard® 3 Wheel Electric Scooter | Cycleboard, <https://cycleboard.com/>

52. MIA FOUR X4 Electric Scooter | 4x4 All-Terrain Power & 75-Mile,
<https://miadynamicsusa.com/products/mia-four-x4-4x4-atv-electric-scooter>
53. DTV Electric Shredder - BuyIt Usa,
<https://buyit-usa.com/product/dtv-electric-shredder/>
54. DTV Shredder, the World's Most Extreme Scooter - autoevolution,
<https://www.autoevolution.com/news/dtv-shredder-the-world-s-most-extreme-scooter-video-photo-gallery-54897.html>
55. CycleBoard Rover Electric Vehicle | Price Beat Guarantee* - iScoot,
<https://iscoot.com.au/products/cycleboard-rover-electric-vehicle>
56. Cycleboard Rover | All-terrain 3 wheeled Electric Vehicle,
<https://cycleboard.com/products/rover>
57. CycleBoard Rover: One of the oddest electric 'scooters' I've tried, but,
<https://electrek.co/2022/01/13/cycleboard-rover-review-a-strange-yet-exciting-mashup-of-an-electric-scooter-and-a-skateboard/>
58. CycleBoard carves turf with smooth lean-to-steer system - New Atlas,
<https://newatlas.com/cycleboard-electric-scooter/42399/>
59. CycleBoard Rover 3-wheel electric scooter in like-new condition,
<https://www.facebook.com/groups/GlobalBSTReedDinCa/posts/4902639153298508/>
60. Golf On A Scooter - Cycleboard, <https://cycleboard.com/blogs/golf-on-a-scooter>
61. Cycleboard Rover - 2nd Gen : r/ElectricScooters - Reddit,
https://www.reddit.com/r/ElectricScooters/comments/goouko/cycleboard_rover_2nd_gen/
62. EZRAIDER LW - Revive Fitness Direct,
<https://revivefitnessdirect.com/products/ezraider-lw>
63. EZRaider LW - India's best electric vehicles news portal,
<https://electricvehicles.in/ezraider-lw/>
64. EZRaider stands at the intersection of scooter and quad bike,
<https://newatlas.com/outdoors/ezraider-4-wheel-scooter/>
65. Inmotion V11 Seat - eWheels.com,
<https://ewheels.com/products/inmotion-v11-seat>
66. Why the Best Personal EV is Dying : r/ElectricUnicycle - Reddit,
https://www.reddit.com/r/ElectricUnicycle/comments/1vbe1k5/why_the_best_personal_ev_is_dying/
67. Segway S-pod 3D Model - TurboSquid 1535080,
<https://www.turbosquid.com/3d-models/segway-s-pod-3d-model-1535080>
68. EUC InMotion V11Y - Evolt Wheels,
<https://evoltwheels.com/products/e-unicycle-inmotion-v11y>
69. Inmotion V11 monociclo elettrico - Never Wheel Up,
<https://www.neverwheelup.com/it/prodotto/inmotion-v11/>
70. For Inmotion V11 /V12 Electric Unicycle Seat Foam Cycling Saddle,
<https://www.ebay.com/itm/147300608224>
71. The Wonderfully Weird World of One-Wheel Motorcycles,
<https://ridedrivenelectric.com/the-wonderfully-weird-world-of-one-wheel-motorcycles/>

72. Check out this bad boy... a battery-powered unicycle called the UNI,
<https://www.facebook.com/VirginRadioMontreal/posts/check-out-this-bad-boy-a-battery-powered-unicycle-called-the-uni-cub-theres-a-vi/10156903713830814/>
73. The Uno Bolt — Fun Self-Balancing Electric Unicycle - CleanTechnica,
<https://cleantechnica.com/2017/10/28/the-uno-bolt-is-an-electric-unicycle/>
74. Uno Bolt: Worlds First E-Uni E-Bike with Gyro Force,
<https://www.indiegogo.com/en/projects/unobolt/uno-bolt-worlds-first-e-uni-e-bike-with-gyro-force>
75. MaxFind Max4 PRO Electric Skateboard - Hautland.com,
<https://hautland.com/products/maxfind-max4-pro-electric-skateboard>