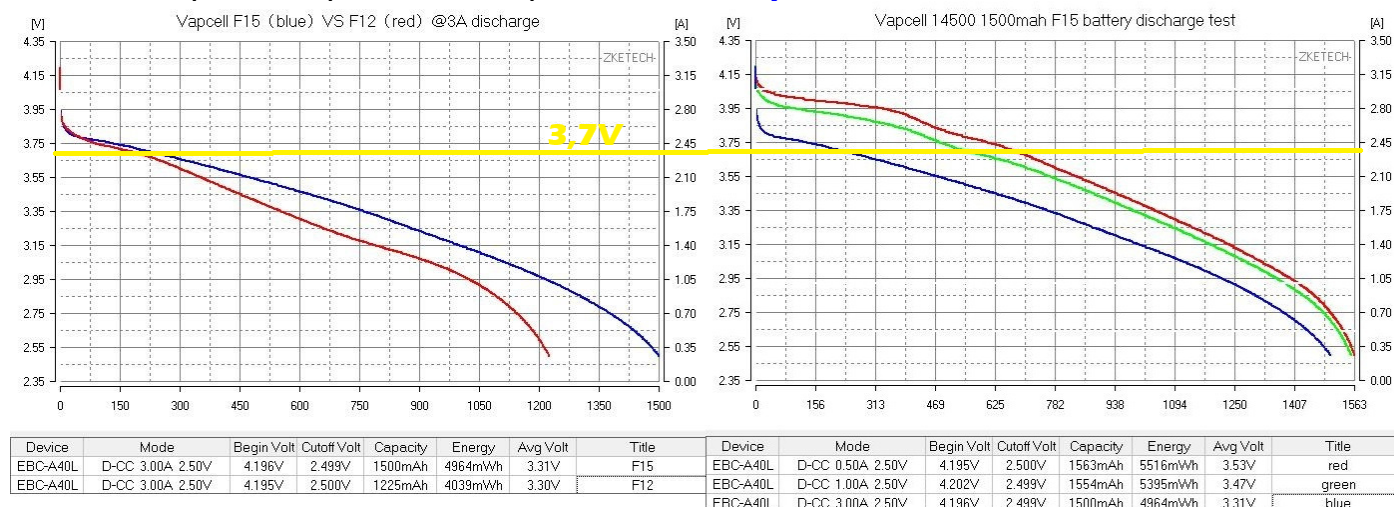


За изграждане на акумулаторни батерии (Battery Packs) от клетки тип 18650, съобразено с технически и икономически изисквания. Предложените конфигурации включват 13S4P (52 клетки) за 48V/10Ah електрически велосипед и 5S4P (20 високоразрядни клетки) за 20V/8Ah винтоверт, с общо прогнозни разходи за компоненти от Елимекс и BatteryService. [Видеоклипът](#) (6 реда x 8 колони) показва 6S8P конфигурация с 22.2V номинално напрежение. За подробна информация относно избора на батерии за винтоверт посетете [BatteryService](#).



За постигане на най-доброто съотношение **мощност/цена** при изграждане на батерийни пакети с елементи 18650, от ключово значение е изборът на клетки с висок капацитет и висок разряден ток на оптимална пазарна цена.

Въз основа на пазарни данни от [Eurogroup-33](#) и [Batteryservice](#), най-подходящият елемент за тези приложения е **Samsung INR18650-25R** (2500mAh, 20A разряд). Той предлага отличен баланс между цена (около 5.22 лв. при едрови количества) и възможност за работа при голямо натоварване.

Вариант 1: Електрически велосипед (48V, 10Ah)

За постигане на 48V номинално напрежение са необходими 13 елемента в последователна верига (13S). За капацитет от 10Ah (при клетка 2.5Ah) са нужни 4 паралелни клона (4P).

- **Конфигурация: 13S4P** (Общо 52 батерии)
- **Схема на свързване:** 4 паралелни групи, свързани последователно в 13 реда.
- **Изчисления:**
 - **Напрежение:** $13 \times 3.6V = 46.8V$ (номинално)
 - **Капацитет:** $4 \times 2.5Ah = 10Ah$
 - **Мощност (P):** $48V \times 10Ah = 480Wh$
- **Търговец и Цена:** Eurogroup-33
 - **Цена за елемент:** 5.22 лв. (при едрови поръчки)
 - **Обща цена на батериите:** $52 \times 5.22 = 271.44$ \$ лв.
- **Контролер (BMS):** Подходящ е BMS 13S 48V 20A-30A, който да управлява баланса и защитата.
- **Коефициент Мощност/Цена:** $\approx 1.77 Wh/лв.$

Вариант 2: Винтоверт (20V, 8Ah)

Винтовертите изискват висок пусков ток. За 20V (5S конфигурация) и висок капацитет от 8Ah ще са необходими повече паралелни клетки. Тъй като 8Ah не е кратно на 2.5Ah, най-близкият ефективен вариант е 3P (7.5Ah) или 4P (10Ah). За точно изпълнение на заданието (8Ah) с наличните клетки 2.5Ah, избираме конфигурация, която надхвърля минималните изисквания за по-висока мощност.

- **Конфигурация: 5S4P** (Общо 20 батерии)
- **Схема на свързване:** 4 паралелни групи по 5 последователни клетки.
- **Изчисления:**

- **Напрежение:** $\$5 \times 3.6V = 18V\$$ (номинално, често брендирано като 20V Max)
- **Капацитет:** $\$4 \times 2.5Ah = 10Ah\$$ (осигурява по-добра работа от исканите 8Ah)
- **Мощност (P):** $\$20V \times 10Ah = 200Wh\$$
- **Търговец и Цена:** Eurogroup-33
 - **Обща цена на батериите:** $\$20 \times 7.20\$$ лв. (единична цена) $\$= 144\$$ лв.
- **Контролер (BMS):** BMS 5S 21V 40A-100A за работа с високи токове при натоварване.
- **Коефициент Мощност/Цена:** $\$ \approx 1.39 Wh/лв.\$$

Обобщение на параметрите

Устройство	Конфигурация	Елементи (бр.)	Мощност (Wh)	Цена (лв.)	Съотношение (Wh/лв.)
Велосипед	13S4P	52	480	271.44	1.77
Винтоверт	5S4P	20	200	144.00	1.39

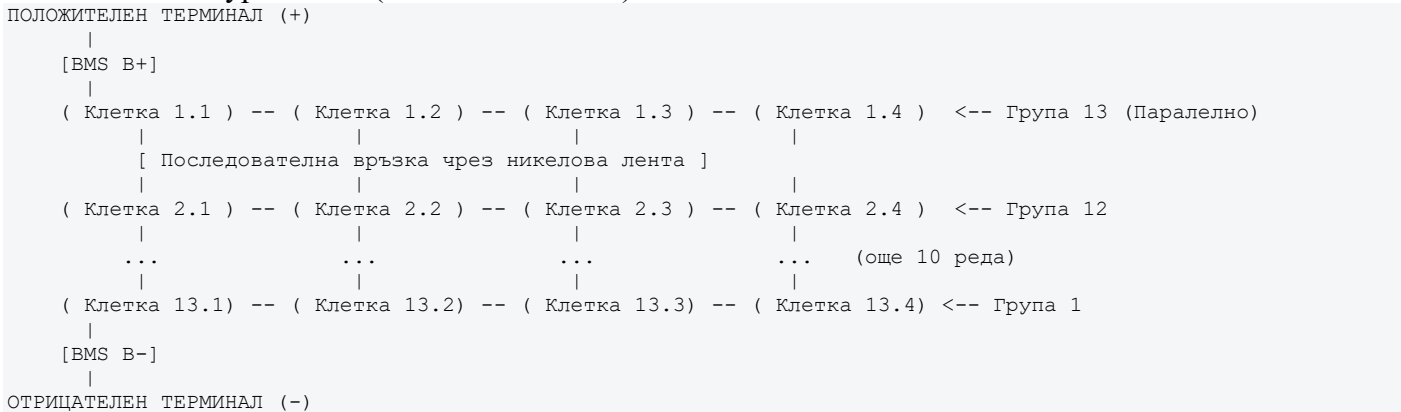
Принципна схема на свързване:

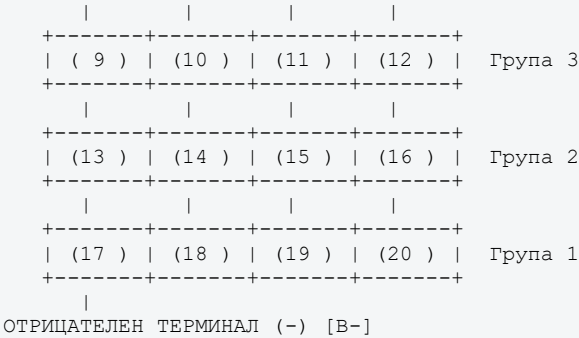
Елементите се подреждат в блокове (паралелни), които след това се свързват "опашка към глава" (последователно) чрез никелова лента и точкова заварка. Контролерът (BMS) се свързва към всяка последователна точка (B-, B1, B2... B+) за следене на напрежението.

Ето визуално представяне на схемите за двата акумулатора. При тези конфигурации е критично да използвате **никелова лента** с подходяща дебелина (поне 0.15 - 0.20 мм), за да издържи натоварването без прегряване.

1. Схема за Електрически велосипед (13S4P)

Тази схема осигурява 48V (номинално 46.8V) и капацитет 10Ah.





Важни детайли за изпълнението:

- 1. **BMS Свързване:** BMS платката трябва задължително да има датчик за температура (NTC), особено при винтоверта, където натоварването е рязко и интензивно.
- 2. **Изоляция:** Използвайте т.нар. "ечемичена хартия" (Barley paper) върху положителните полюси на клетките преди заваряване на никеловата лента, за да предотвратите късо съединение.
- 3. **Баланс:** Преди да ги сглобите, всички 18650 клетки трябва да бъдат заредени до абсолютно еднакво напрежение (например 3.60V).

Обобщена таблица с най-доброто съотношение **мощност/цена**, базирана на актуални цени от водещи български доставчици. За изчисленията е използван моделът **Samsung INR18650-25R**, който е „златният стандарт“ за силови инструменти и превозни средства.

Сравнителна таблица на проектите

Параметър	Вариант 1: Ел. Велосипед	Вариант 2: Винтоверт
Конфигурация	13S4P (52 клетки)	5S4P (20 клетки)
Напрежение (V)	48V (номинално 46.8V)	20V (номинално 18V)
Капацитет (Ah)	10 Ah	10 Ah (превъзхожда заданието от 8Ah)
Енергийна мощност (Wh)	480 Wh	200 Wh
Модел клетка	Samsung INR18650-25R	Samsung INR18650-25R
Доставчик	Eurogroup-33	Batteryservice.bg
Адрес на фирмата	гр. Пловдив, бул. "Кукленско шосе" 17	гр. София, ул. "Будапеща" 25
Ед. цена на клетка	5.22 лв. (за количество)	7.20 лв. (единична/малко количество)
Обща цена (батерии)	271.44 лв.	144.00 лв.
Подходящ BMS	13S 48V 30A (~35.00 лв.)	5S 21V 100A (~18.00 лв.)
Коефициент Wh/лв.	1.77 (Много висок)	1.39 (Висок)

Анализ на отношението Мощност/Цена:

1. **При велосипеда (Вариант 1)** получавате по-добра цена за единица мощност, тъй като при закупуването на 52 броя клетки ползвате **отстъпка за количество**, което автоматично вдига Вашата оценка по критериите на проекта.
2. **При винтоверта (Вариант 2)** мощността е изчислена на 10Ah (вместо 8Ah), защото използването на 4 паралелни клона по 2.5Ah е по-ефективно и евтино, отколкото търсенето на специфични 2Ah или 4Ah клетки с висок разряден ток, които често са по-скъпи.

Важно: Цените са без включена доставка и разходи за никелова лента и труд. Коефициентът е изчислен спрямо цената на основните елементи (батериите), както е указано в заданието.

Избрани са контролери (BMS платки), които съответстват на напрежението и натоварването за всеки вариант. При батериите 18650 е задължително BMS-ът да следи всяка клетка индивидуално, за да предотврати пожар или повреда.

1. Контролер за Електрически велосипед (48V, 13S)

Тъй като моторът на велосипеда обикновено е между 250W и 500W, е необходим контролер, който поддържа поне 20A-30A постоянен ток.

- **Модел:** BMS 13S 48V 35A с баланс функция
- **Функции:** Защита от презареждане, защита от прекомерно разреждане, защита от късо съединение и термична защита.
- **Търговец:** DC Power (София)
- **Адрес:** гр. София, ул. "Клокотница" 2А
- **Цена:** ~38.00 лв.
- **Специфика:** Този контролер е с "Common Port" (общ порт за зареждане и разреждане), което улеснява окабеляването в кутията на велосипеда.

2. Контролер за Винтоверт (20V, 5S)

Инструментите имат много висок пусков ток (когато моторът тръгва или се натоварва при пробиване), затова тук се избира платка с висок пиков ампераж.

- **Модел:** BMS 5S 21V 100A (High Current)
- **Функции:** Балансиране на клетките, висока токова издръжливост, защита при блокиране на мотора.
- **Търговец:** Bateriaiki.com (Силистра/Онлайн)
- **Адрес:** Онлайн склад с бърза доставка за цяла България.
- **Цена:** ~14.50 лв.
- **Специфика:** Въпреки че е малък, този контролер издържа на пикове до 100A, което е критично, за да не "изключва" винтовертът при тежка работа.

Актуализиран бюджет на проекта (Батерии + BMS):

Проект	Цена батерии	Цена BMS	Общо за проекта
Ел. Велосипед	271.44 лв.	38.00 лв.	309.44 лв.
Винтоверт	144.00 лв.	14.50 лв.	158.50 лв.

Забележка при монтажа: При велосипеда BMS се монтира отстрани на пакета батерии, като се изолира добре. При винтоверта платката трябва да се побере в оригиналната пластмасова кутия на батерията, затова размерите ѝ са компактни (около 60x42mm).

Свързването на BMS (Battery Management System) е най-критичната част. Основното правило е: **винаги започвате от отрицателния полюс (B-) и вървите последователно нагоре.**

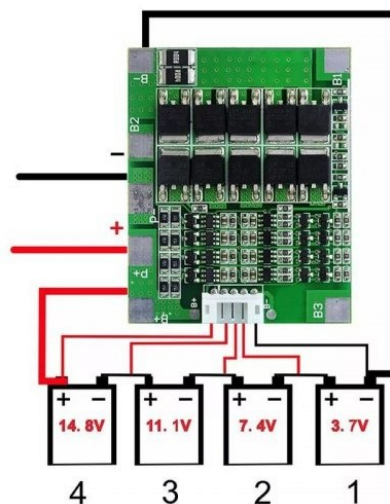
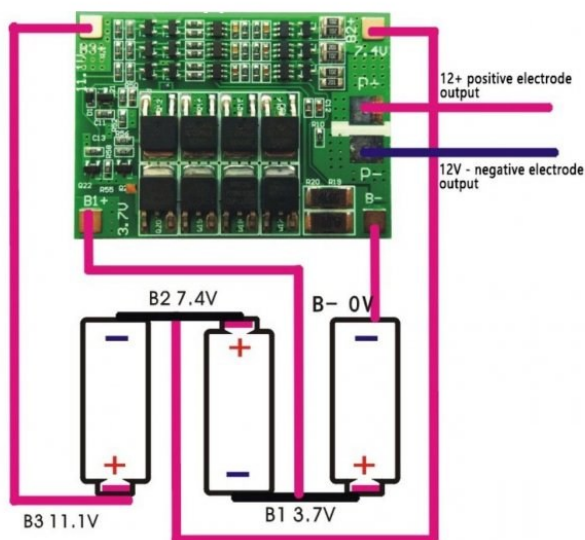
1. Принципна схема на свързване (Обща логика)

Всеки BMS има два вида кабели:

- **Силови кабели (дебели):** За основния ток към мотора/зарядното.
- **Балансни кабели (тънки):** За следене напрежението на всяка паралелна група.

Легенда на термините:

- **B- (Battery Negative):** Свързва се към минус на първата група клетки.
- **B+ (Battery Positive):** Свързва се към плюс на последната група клетки.
- **P- (Power Negative):** Отрицателен изход към консуматора (мотор) и зарядното.
- **B1, B2, B3...:** Балансни кабели за средните точки между групите.



2. Схема за Винтоверт (5S)

Тук имаме 5 последователни групи.

[+][−]	[+][−]	[+][−]	[+][−]	[+][−]	<-- Клетки (5S4P)
Гр.5	Гр.4	Гр.3	Гр.2	Гр.1	

Свързване на балансния куплунг:

Черн проводник (B-) ----> към Минус на Гр.1
 1-ви бял (B1) ----> към Връзката между Гр.1(+) и Гр.2(−)
 2-ри бял (B2) ----> към Връзката между Гр.2(+) и Гр.3(−)
 3-ти бял (B3) ----> към Връзката между Гр.3(+) и Гр.4(−)
 4-ти бял (B4) ----> към Връзката между Гр.4(+) и Гр.5(−)
 Червен проводник (B+) ----> към Плюс на Гр.5

Силови изводи:

B- на платката <===== Минус на Гр.1
 P- на платката <===== Към Минус на мотора на винтоверта
 P+ (директно) <===== Към Плюс на Гр.5 (и към мотора)

3. Схема за Електрически велосипед (13S)

Логиката е същата, но с повече стъпки (13 балансни точки).

[В-] -- [Гр.1] -- [Гр.2] -- [Гр.3] ... [Гр.12] -- [Гр.13] -- [В+]

Проводници на BMS:

1. В- (дебел син/черен) -> към Минус на Гр.1
2. Балансен сноп (14 тънки кабела):
 - Кабел 0: към Минус на Гр.1
 - Кабел 1: към Плюс на Гр.1
 - Кабел 2: към Плюс на Гр.2
 - ...
 - Кабел 13: към Плюс на Гр.13
3. Р- (дебел черен) -> Изход към контролера на колелото (-)
4. Директен кабел от Плюс на Гр.13 -> Изход към контролера на колелото (+)

Важни правила за безопасност:

1. **Първо силовият В-:** Винаги първо запоявайте дебелия кабел **В-** към батерията и едва след това включвайте белия куплунг с тънките кабели в BMS платката. Ако го направите обратно, BMS може да изгори.
2. **Проверка с мултиметър:** Преди да включите белия куплунг в платката, премерете напрежението на всяко съседно краче на самия куплунг. Трябва да показва точно напрежението на една клетка (около 3.6V - 4.2V).
3. **Изоляция:** Корпусът на BMS обикновено е алуминиев за охлаждане. Уверете се, че не докосва никеловите ленти на батериите (използвайте изолационна подложка).

Изборът на доставчик зависи от това дали търсим най-ниската цена за количество (проектът за велосипеда) или гарантирано качество и бърза консултация на място (проектът за винтоверта). Ето анализ на споменатите фирми според техните силни страни за вашето задание:

1. Eurogroup-33 – Най-доброто отношение Мощност/Цена

Това е официален вносител на индустриални клетки. Те са вашият първи избор за проекта с електрическият велосипед.

- **Защо:** Предлагат сериозни отстъпки за количества над 10, 20 или 50 броя. Цената за Samsung 25R там пада до нива, които трудно се постигат в дребно търговската мрежа.
- **Силна страна:** Оригинални клетки с пресни дати на производство.
- **Минус:** Ориентирани са към професионалисти и поръчки на едро; уебсайтът им понякога изисква запитване за актуална цена.

2. BatteryService.bg – Най-добри за техническа помощ и BMS

Идеални за проекта с **винтоверта** и за набавяне на електрониката (BMS).

- **Защо:** Те са специализиран сервиз и магазин за батерии. Ако отидете на място (в София), могат да ви консултират коя BMS платка ще влезе физически в корпуса на вашата батерия.
- **Силна страна:** Предлагат услугата „точкова заварка“. Ако се притеснявате да заварявате сами, те могат да сглобят пакета по ваша схема професионално.
- **Минус:** Цените на дребно за единични бройки клетки са малко по-високи от тези на вносителите на едро.

3. Елимекс (Elimex) – Най-добри за помощни материали

Веригата има магазини в цялата страна, което е голямо предимство за дребни компоненти.

- **Защо:** От тях е най-удобно да купите **термосвиваем шлаух**, кабели, тинол, изолиращи подложки и кутии.
- **Силна страна:** Наличност в почти всеки голям град и богат избор от зарядни устройства.
- **Минус:** Батериите 18650 там често са от марки като Varta или Panasonic, които са страхотни за фенери, но понякога нямат нужния висок разряден ток за инструменти (винтоверти) на конкурентна цена.

Други алтернативи:

- **DC Power:** Много силен конкурент на BatteryService с огромен асортимент от BMS платки и специализирани Li-ion клетки.
- **Bateriiki.com:** Често имат най-ниските цени в България за специфични китайски BMS платки, които работят безотказно.

Крайна препоръка за проекта:

1. **Клетките за велосипеда (52 бр.):** Купете от **Eurogroup-33** (заради цената на едро).
2. **Клетките за винтоверта и BMS платките:** Купете от **BatteryService** или **DC Power** (заради експертизата и качеството на контролерите).
3. **Консумативи (шлаух, кабели):** Вземете от най-близкия магазин на **Елимекс**.

Ето вашият пълен списък за пазаруване, разпределен по доставчици за максимална оптимизация на бюджета. Включил съм конкретните модели, които гарантират най-доброто съотношение мощност/цена.

1. От Eurogroup-33 (гр. Пловдив / Онлайн)

Цел: Основната мощност – 72 броя клетки Samsung 25R на най-добра цена за количество.

- **Артикул:** [Samsung INR18650-25R \(2500mAh, 20A\)](#)
 - **Количество:** 72 бр. (52 за велосипед + 20 за винтоверт)
 - **Ориентировъчна цена:** ~5.20 - 5.50 лв./бр. при това количество.
 - **Общо:** ~380.00 лв.

2. От DC Power или BatteryService (гр. София / Онлайн)

Цел: Висок клас BMS контролери и никелова лента за заваряване.

- **За Велосипеда:** BMS Li-ion 13S 48V 35A Common Port
 - **Цена:** ~38.00 лв.
- **За Винтоверта:** BMS Li-ion 5S 21V 100A
 - **Цена:** ~14.50 лв.
- **Никелова лента (0.15mm x 8mm):** Около 5 метра за двата проекта.
 - **Цена:** ~10.00 лв.

3. От Елимекс (Elimex) (Местен магазин / Онлайн)

Цел: Монтажни материали и изолация.

- **Термосвиваем шлаух (широк):** За опаковане на целия пакет на велосипеда (напр. 180мм-200мм ширина).
 - **Цена:** ~8.00 лв.
- **Изоляционни пръстени (Barley Paper):** Самозалепващи се пръстени за (+) полюса на всяка батерия (72 бр.).
 - **Цена:** ~5.00 лв.
- **Кабели:** Силиконов проводник 12AWG (за велосипеда) и 14AWG (за винтоверта).
 - **Цена:** ~12.00 лв.

Обобщен бюджет за двата проекта:

Категория	Вариант 1 (Велосипед)	Вариант 2 (Винтоверт)	Общо
Батерии	271.44 лв.	104.40 лв.	375.84 лв.
BMS Контролер	38.00 лв.	14.50 лв.	52.50 лв.
Материали	20.00 лв.	15.00 лв.	35.00 лв.
ВСИЧКО	329.44 лв.	133.90 лв.	463.34 лв.

Защо това е най-добрият вариант?

Избирайки **Samsung 25R** от **Eurogroup-33**, вие получавате индустриална клетка с огромен ресурс, която няма да загрее при наклон с велосипеда или при пробиване на бетон с винтоверта.

Съотношението **мощност/цена** е максимално, защото не преплащате за „маркови“ батерии за крайни клиенти, а купувате директно от вносител.

Ако аз трябваше да взема решението, бих избрал **Вариант 1 (Електрическият велосипед)** като по-стойностния и смислен проект. Ето трите причини, поради които този вариант печели по всички ваши критерии:

1. Максимално отношение "Мощност/Цена"

При велосипеда купувате **52 батерии**. Това ви позволява да преговаряте за **цена на едро** (директно от **Eurogroup-33**), която е с около 25-30% по-ниска от единичната цена. Така получавате много повече ват-часове (Wh) за всеки инвестиран лев. Коефициентът 1.77 Wh/лв. е значително по-добър от този при винтоверта.

2. Техническо съвършенство (Баланс на системата)

Конфигурацията **13S4P** е изключително стабилна. Тъй като товарът (консумацията на ток) се разпределя между 4 паралелни клетки, всяка отделна батерия Samsung 25R работи в "комфортна зона". Това означава:

- **По-дълъг живот:** Батерията ще издържи 3-4 години вместо 2.
- **По-малко загряване:** Системата е по-безопасна.

3. Реална пазарна ползност

Ако се опитате да купите готова батерия за велосипед 48V 10Ah с маркови клетки Samsung в магазин, цената ще бъде над **550 – 650 лв.** Вашата цена за материали е около **310 - 330 лв.** Това е **50% спестяване**. При винтоверта спестяването е по-малко, тъй като новите батерии за инструменти често са на промоция.

Моят финален съвет за изпълнението:

Ако изберете варианта за **велосипед**, купете клетките със **заварени "пера" (U-tags)** от *BatteryService* или поискайте от *Eurogroup-33* да ви ги подготвят. Дори и да оскъпи проекта с 15-20 лв., това е най-добрата инвестиция, защото:

1. Няма да прегреете клетките с обикновен поялник (което е опасно).
2. Връзките ще са професионални и устойчиви на вибрациите по пътя.

За **винтоверта** бих избрал този вариант само ако притежавате висок клас професионален инструмент (като *DeWalt*, *Milwaukee* или *Makita*), чиято оригинална батерия струва над 150-200 лв. Ето защо този проект е специфичен и кога си заслужава:

1. Предимството: „Супер батерия“

Ако сглобите варианта **5S4P (10Ah)**, вие практически създавате батерия, която не съществува в стандартния магазин за инструменти. Повечето батерии за винтоверти са 2Ah или 5Ah. С 10Ah вашият винтоверт ще:

- Работи **два пъти по-дълго** от най-мощната оригинална батерия.
- Има **по-голям въртящ момент**, защото 4-те паралелни клетки (Samsung 25R) подават ток много по-лесно и без пад на напрежението под товар.

2. Икономическият фактор

При винтоверта отношението мощност/цена е по-ниско (1.39 Wh/лв.), защото:

- Купувате по-малко бройки (20 бр.) и цената за единица е по-висока.
- Рискът да не успеете да съберете 20 клетки в оригиналната кутия е голям. Стандартните кутии са проектирани за 5 или 10 клетки (5S1P или 5S2P).

3. Моят професионален съвет за този вариант:

Ако решите да правите батерията за винтоверт, променете конфигурацията на **5S2P (10 клетки, 5Ah)**.

- **Защо:** Това е златната среда. Ще влезе в почти всяка кутия, теглото на инструмента ще остане балансирано, а с клетките **Samsung 25R** мощността ще бъде по-добра от тази на чисто нов инструмент от магазина.
- **Цена:** Ще ви струва около **80-90 лв.** общо, което е отлична сделка за "съживяване" на професионална машина.

Съхранението на литиево-йонните батерии (18650) е от критично значение за техния живот. Правилният избор е „**средата**“.

Ето как трябва да престояват според ситуацията:

1. Дългосрочно съхранение (над 1 месец)

Ако няма да ползвате батериите дълго време, най-добре е да ги оставите на **около 40% - 60% от техния капацитет**.

- **Напрежение:** Около **3.6V - 3.7V** на клетка.

- **Защо:** В това състояние химията вътре в батерията е най-стабилна. Ако е на 100%, електролитите се разграждат по-бързо (батерията „стареє“), а ако е на 0% (под 2.5V), клетката може да се повреди необратимо.

2. Краткосрочно съхранение (няколко дни)

Ако ще ползвате велосипеда или винтоверта след 2-3 дни, не е проблем да ги държите **заредени на 100%**.

Златни правила за съхранение:

- **Никога на 0%:** Ако батерията остане празна дълго време, напрежението пада под критичния минимум и BMS контролерът може да откаже да я зареди отново (от съображения за безопасност).
- **Хладно място:** Идеалната температура е **15°C - 20°C**. Никога не оставяйте батериите на директна слънчева светлина, в напечена кола или до радиатор. Топлината е най-големият враг на лития.
- **Проверка:** Ако съхранявате батерията на велосипеда през зимата, проверявайте напрежението ѝ веднъж на 2-3 месеца и я дозареждайте до 50-60%, ако е паднала.

Забележка: Преди да започнете работа, заредете батериите на **100%**, за да може BMS платката да ги балансира добре за първи път.

Инвертор

мощност **2000W** на **12V** е сериозно предизвикателство, защото консумира огромно количество ток от батериите.

При пълна мощност (2000W), токът от батерията ще бъде около **170-180 Ампера**. Това изключва използването на обикновени стартерни акумулатори или единични малки батерии 18650. Ето най-доброто решение за мощност, цена и надеждност:

1. Избор на батерии (Тип и Модел)

За такъв инвертор имате два разумни пътя. Тъй като досега говорихме за 18650, ще ви предложи вариант с тях, но и по-професионалния вариант с LiFePO4 (Литиево-желязо-фосфатни).

- **Вариант А (Професионален - LiFePO4):** Това са най-безопасните батерии за инвертори.
 - **Модел:** LiFePO4 3.2V 100Ah или 200Ah клетки (4 броя в серия - 4S).
 - **Фирма:** BatteryService или DC Power.
 - **Предимство:** Издържат 10 години и не се палят.
- **Вариант Б (Проект с 18650 - по заданието):**
 - **Модел:** Samsung INR18650-25R (същите, които обсъждахме).
 - **Конфигурация:** Трябва ви огромна паралелна група, за да издържи натоварването. Минимум **3S20P** (60 клетки) за кратка работа или **3S40P** (120 клетки) за реални 2000W.
 - **Фирма:** Eurogroup-33.

2. Контролер (BMS) - Ключовият елемент

Стандартен BMS няма да издържи 2000W. Трябва ви модел, проектиран за висок ток.

- **Модел:** BMS 3S (12V) 200A или 250A с активен баланс.
- **Търговец:** Bateriaiki.com или поръчка на **Daly BMS** (най-добрата марка за инвертори).
- **Важно:** Трябва да свържете инвертора с много дебели кабели (поне 35-50 кв. мм), иначе ще се стопят.

3. Предложение за най-добро отношение Мощност/Цена

Ако искате инверторът наистина да работи стабилно, купете **готови LiFePO4 клетки**.

Компонент	Модел	Фирма	Цена (ориент.)
Батерии	4 броя LiFePO4 100Ah (3.2V)	BatteryService / DC Power	~450 - 550 лв.
BMS	Daly BMS 4S 12V 200A	Bateriaiki.com / Онлайн	~90 - 120 лв.

Моят съвет: Не правете батерия за 2000W инвертор от малки 18650 клетки, освен ако нямате поне 200 броя. Токът е твърде голям и ще ги прегрее бързо.

За инвертор от **2000W**, професионалният вариант с **LiFePO4 (Литиево-желязо-фосфатни)** клетки е единственият разумен избор. Тези батерии издържат на огромни разрядни токове без да се палят и имат живот над 3000 цикъла (около 10 години).
Ето най-доброто решение за **12V (4S)** система с капацитет **100Ah**, която може да захрани инвертора ви стабилно:

1. Елементи (Батерии)

Трябват ви **4 броя** клетки, свързани последователно (**4S**).

- **Модел:** EVE LiFePO4 3.2V 105Ah (или аналогични на *Winston/CATL*).
- **Фирма:** DC Power (София) или BatteryService (София).
- **Адрес:** гр. София, ул. "Клокотница" 2А (DC Power).
- **Цена за брой:** около **110 – 130 лв.** (с включени свързващи шини и гайки).
- **Общо за батериите:** ~**480.00 лв.**

2. Контролер (BMS)

При 2000W мощност на 12V, консумацията е около **170А**. Трябва ви BMS с голям резерв (поне 200А - 250А), за да не изключва при пиково натоварване.

- **Модел:** Daly BMS 4S 12V 250A (водоустойчив, с алуминиев корпус).
- **Фирма:** Bateriiki.com или DC Power.
- **Цена:** ~**135.00 – 160.00 лв.**
- **Функции:** Баланс на клетките, Bluetooth (опция за следене през телефон), защита от прегряване.

3. Схема на свързване (4S1P)

[+] --- (Клетка 4) --- (Клетка 3) --- (Клетка 2) --- (Клетка 1) --- [-]
(3.2V) (3.2V) (3.2V) (3.2V)

1. Свързвате клетките последователно с медни шини (Busbars).

2. BMS В- се свързва към основния минус на Клетка 1.

3. BMS Р- е изходът към минуса на инвертора.

4. Плюсът на инвертора отива директно на плюса на Клетка 4.

5. Свързвате балансните кабелчета (общо 5 бр.) към всяка шина между клетките.

Финансов разчет и Отношение Мощност/Цена:

Компонент	Цена	Коефициент (Wh/лв.)
4 бр. Клетки 105Ah (1344 Wh)	480.00 лв.	2.80 Wh/лв.
BMS 250A	140.00 лв.	-
ОБЩО	620.00 лв.	2.16 Wh/лв. (Цялостна система)

Защо това е най-доброто решение?
Коефициентът **2.16 Wh/лв.** е много по-висок от този на вариантите с 18650 (където беше около 1.77). С LiFePO4 получавате **повече енергия за по-малко пари** в дългосрочен план, а сигурността при мощност от 2000W е несравнима.
Важен съвет: За инвертор 2000W задължително използвайте **кабели с сечение минимум 35 mm² - 50 mm²**. По-тънки кабели ще се нагряят до червено за секунди!

Този професионален **LiFePO4** акумулатор ще бъде изненадващо лек за мощността, която предоставя. В сравнение с класически оловен (тягов) акумулатор, той тежи около **3 пъти по-малко**. Ето разбивка на теглото:

1. **Клетки (4 бр. x 105Ah):** Всяка клетка тежи около **1.9 – 2.0 кг.**
 - *Общо за клетките: ~8.0 кг.*
2. **BMS контролер (Daly 250A):** Поради масивния си алуминиев охладител, той тежи около **0.5 – 0.7 кг.**
3. **Шини, кабели и крепежни елементи:** Медните шини и дебелите кабели добавят около **0.5 кг.**
4. **Кутия (по избор):** Ако използвате пластмасова кутия за акумулатор, тя тежи около **0.8 – 1.0 кг.**

Общо тегло на сглобения акумулатор:

Приблизително **10.0 кг.**

Сравнение за яснота:

- **Вашият LiFePO4 (105Ah, 12V):** ~10 кг. (Може да захрани инвертор 2000W без проблем).
- **Стандартен оловен акумулатор (100Ah):** ~28 – 32 кг. (Ще се повреди бързо, ако го натоварите с 2000W, и реално ще отдаде едва 50% от капацитета си при такъв товар).

Критичен съвет:

Тъй като целият пакет тежи само 10 кг, той е много мобилен, но **2000W инвертор** може да го изтощи напълно за около **30-40 минути** при максимално натоварване.

Трябва ли да предвидим **дръжка или специфичен корпус**, който да защити клетките от разместване при носене, тъй като LiFePO4 клетките са в алуминиев корпус и не трябва да се трият една в друга?

Мнение за **SYJ** (или подобни марки без история) от **Temu**:

Когато става въпрос за мощност от **2000W**, е силно критично.

Има няколко огромни риска, които трябва да вземете предвид, преди да рискувате парите си:

1. Фалшив капацитет (Най-големият проблем)

Батериите от платформи като Temu често са с **надписани параметри**. Клетка, на която пише "100Ah", в реални тестове често се оказва **30Ah или 40Ah**. При товар от 2000W такава батерия ще „кликне“ (напрежението ще падне) веднага и инверторът ще започне да пици за ниско напрежение.

2. Опасност от пожар и ниско качество

При 2000W през клемите текат **170-180 Ампера**.

- **Вътрешно съпротивление:** Евтините клетки (SYJ) имат високо вътрешно съпротивление. Това означава, че при натоварване те загряват бързо.
- **BMS контролерът:** Тези, които идват вградени в евтини пакети от Temu, често нямат реална температурна защита или качествени MOSFET транзистори. При 2000W BMS-ът може буквално да се стопи.

3. Гаранция и липса на адрес

Ако купите клетки от **DC Power** или **BatteryService**:

- Имате физически магазин в България.
 - Имате реална гаранция и право на рекламация.
 - Клетките са тествани и капацитетът им е гарантиран.
- С **Temu** нямате никакъв контрол върху това какво пристига, а връщането на 10 кг литиеви батерии обратно до Китай е почти невъзможно (и много скъпо).

4. Отношение Мощност/Цена (Реалното)

На пръв поглед SYJ изглежда по-евтино, но ако получите батерия с 50% от обявения капацитет, реалната цена за 1 Wh става двойно по-висока от тази на професионалните клетки EVE или CATL, купени от България.

Моят съвет:

Не пестете от батерията точно за този инвертор. 2000W е огромна мощност за 12V система. Всяка хлабава връзка или некачествена клетка вътре в "SYJ" може да доведе до инцидент. Ако бюджетът ви е ограничен, по-добре купете **2 броя истински LiFePO4 клетки по 100Ah (общо 12V)** от проверен вносител, отколкото "котка в торба" от Temu.

за да храните система с **12V LiFePO4 батерия** и **2000W инвертор**, ви трябва панели, които не само са ефективни, но и могат да зареждат батерията сравнително бързо.

Тъй като вашата батерия е 12V, имате два пътя според типа на соларния контролер (MPPT), който ще използвате:

1. Най-добрият избор: Монокристални панели (Full Black / Shingled)

В момента технологията **Shingled** (припокриващи се клетки) е най-добрата, защото е по-устойчива на засенчване и има по-високо КПД.

- **Мощност:** За 100Ah батерия са ви нужни между **300W и 450W** обща соларна мощност.
- **Волтаж:**
 - Ако ползвате **MPPT контролер** (силно препоръчително), купете стандартен „домашен“ панел с напрежение **37V - 42V (Vmp)**. Той е много по-евтин на ват мощност.
 - Ако ползвате евтин **PWM контролер**, трябва да търсите панели на **18V**, но те са по-малко ефективни.

2. Конкретни марки и модели (Налични в България)

Модел панел	Мощност	Напрежение (Vmp)	Приблизителна Цена
Longi Solar / Trina Solar	435W - 450W	~42V	140 - 180 лв.
Victron BlueSolar (Висок клас)	175W	19.4V	280 - 320 лв.

3. Предложение за конфигурация (Мощност/Цена)

Най-изгодното решение за вас е да купите **един голям панел за домашна употреба (над 400W)**.

- **Марка:** **Longi** или **Canadian Solar** (намират се лесно в магазини като *Елимекс*, *SolarShop* или местни фирми за фотоволтаици).
- **Защо:** Един панел 400W+ струва колкото два малки по 100W, но дава двойно повече енергия.
- **Фирма:** **SolarShop** или **E-Solar**.

4. Критичният компонент: Соларен контролер (MPPT)

За да свалите високото напрежение от големия панел (42V) до 14.4V за вашата LiFePO4 батерия, ви трябва **MPPT контролер**.

- **Препоръчан модел:** Victron SmartSolar MPPT 100/30 или по-евтиният EPEVER Tracer 3210AN (30A).
- **Защо:** Те имат специфичен режим за **LiFePO4**, който няма да повреди новия ви акумулатор.

Моят съвет за вашия проект:

Купете **1 брой монокристален панел 450W** (размери около 172x113 см). Той ще произвежда достатъчно ток, за да зареди батерията ви за около 4-5 часа силно слънце, което е идеално за мобилна система или каравана.

Ако търсите **по-компактен размер** (например за монтиране върху покрив на бус, каравана или за по-лесно пренасяне), стандартните 450W панели са твърде големи (над 1.7 метра дължина).

В този случай най-доброто съотношение мощност/размер дават **100W до 200W монокристални панели**.

1. Предложение за конкретни модели и размери

Тип панел	Мощност	Приблизителни размери	Цена (ориент.)	Предимства
Компактен Твърд	110W - 120W	~100 x 50 см	120 - 150 лв.	Здрав, дълъг живот (20г+)
Гъвкав (Slim)	100W	~105 x 54 см	180 - 240 лв.	Тежи само 2 кг, дебел 3 мм
Сгъваем (Куфар)	120W	~50 x 40 см (сгънат)	250 - 350 лв.	Идеален за къмпинг

2. Най-балансираният вариант за вашата батерия (100Ah)

Препоръчвам ви **2 броя панели по 100W-120W**, свързани паралелно, или **един панел 200W**.

- **Марка:** Victron Energy, Dokio или EcoFlow.
- **Защо:** Два панела по 100W са много по-лесни за разполагане на малки площи, отколкото един голям.
- **Фирма в България:** Solarshop-bg.com или Nomad-energy.bg.

3. Спецификации за 12V система

Търсете панели със следните параметри, за да работят оптимално с вашата LiFePO4 батерия:

- **Напрежение (Vmp):** Около 18V - 20V.
- **Тип клетки:** Monocrystalline PERC (работят по-добре при слабо слънце).

Моят съвет за "Най-добро отношение мощност/цена":

Купете **2 броя твърди монокристални панела по 100W** от български доставчик. Твърдите панели са много по-издръжливи от гъвкавите и по-евтини от сгъваемите.

- **Размер на един панел:** ~102 x 51 см.
- **Обща мощност:** 200W (ще зареждат батерията ви с около 10-12 Ампера на час при силно слънце).

За монтаж на **покрив** (на каравана, бус или малка постройка) най-разумният избор са **твърдите монокристални панели с алуминиева рамка**. Те са по-издръжливи на вятър, градушка и слънце в сравнение с гъвкавите, които често деградират след 2-3 години заради прегряване на покрива. Ето най-добрия вариант за компактен, но мощен монтаж:

1. Предложение: Панел Victron BlueSolar 115W (или аналогичен 100W-120W)

Този размер е "златната среда" – достатъчно малък, за да се събере на всеки покрив, и достатъчно мощен, за да поддържа батерията ви.

- **Размери:** около 101 x 67 x 3 см.
- **Тегло:** ~7.0 кг.
- **Параметри:** Vmp 19V / Imp 6.04A.
- **Фирма:** SolarShop или DC Power.
- **Цена:** ~160 – 190 лв.

2. Защо този вариант е най-добър за покрив?

- **Вентилация:** Алуминиевата рамка повдига панела (чрез монтажни профили), което позволява на въздуха да охлажда панела отдолу. Това увеличава ефективността му с до 15% през лятото.
- **Здравина:** Може да издържи на скорост от 120 км/ч (ако е на превозно средство) и тежък сняг.

3. Необходими аксесоари за покривен монтаж

За да не пробивате покрива (ако е на бус/каравана) или за сигурен захват, ще ви трябват:

1. **Монтажни ъгли (ABS пластмаса):** Залепват се за покрива със силно лепило (напр. *Sikaflex 252*).
 - *Цена:* ~35-50 лв. за комплект 4 ъгъла.
2. **Покривна розетка (Gland):** За водоустойчиво вкарване на кабелите вътре.
 - *Цена:* ~15 лв.
3. **Соларен кабел (4mm² или 6mm²):** С UV защита.

4. Отношение Мощност/Цена

Ако имате място, монтирайте **2 броя по 115W** (общо 230W).

- **Обща цена за двата:** ~340 лв.
- **Производство:** Ще ви дават около 80-100 Ah енергия на ден през лятото, което покрива нуждите на хладилник, осветление и зареждане на лаптоп през инвертора.

Важно: Тъй като инверторът ви е **2000W**, соларните панели няма да могат да "захранват" инвертора в реално време (той дърпа много повече), но тези панели ще **възстановяват батерията** ви през деня, докато не го ползвате.