

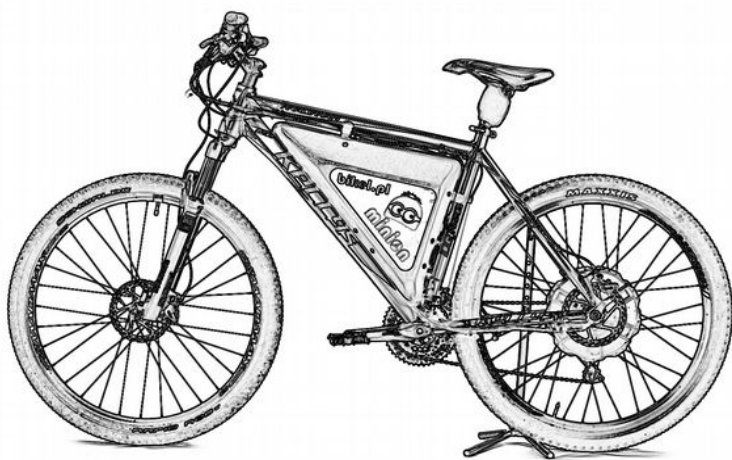
ZRÓB TO SAM

PRZERÓB SWÓJ

ROWER

NA

ELEKTRYCZNY



**PORADNIK PRZEROBIENIA ZWYKŁEGO ROWERU NA eBIKE
DLA POCZĄTKUJĄCYCH**

©2021 BIKEL.PL

Autor: Marek Przybylak
Współautor: Anna Przybylak

© Copyright 2021 by BIKEL.PL
Wydanie 4
ISBN 978-83-961140-1-3

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie lub publiczne wykorzystanie treści tego poradnika bez pisemnej zgody autora jest zabronione.

Ta książka jest dostępna również w formie drukowanej.

SPIS TREŚCI

1. O PORADNIKU.....	6
1.1. Jaką wiedzę nabędziesz w tym poradniku?.....	6
1.2. Dlaczego wybrać właśnie ten poradnik?.....	7
1.3. O autorze poradnika i o poradniku.....	7
2. INFORMACJE OGÓLNE O ROWERACH ELEKTRYCZNYCH.....	10
2.1. Działanie roweru elektrycznego.....	10
2.2. Dlaczego rower elektryczny i dla kogo?.....	11
2.3. Dlaczego lepiej skonwertować własny rower na elektryczny, niż kupić fabrycznie zelektryfikowany?.....	13
2.4. Ile można zaoszczędzić składając samemu rower elektryczny?.....	14
2.5. Rower elektryczny w świetle prawa.....	15
3. KOMPONENTY, Z KTÓRYCH SKŁADA SIĘ ROWER ELEKTRYCZNY.....	16
3.1. O rowerze / ramie roweru.....	16
3.2. Źródło energii elektrycznej.....	17
3.2.1. Bateria z ogniw li-ion 18650.....	17
3.2.2. BMS - System zarządzania baterią.....	19
3.3. Ładowarka.....	20
3.4. Rodzaje napędów elektrycznych.....	20
3.4.1. Napęd z silnikiem elektrycznym w osi koła (HUB DRIVE).....	22
3.4.2. Zintegrowany napęd centralny (silnik + sterownik) (MID-DRIVE).....	23
3.5. Osprzęt elektryczny	26
3.5.1. Manetka gazu.....	26
3.5.2. Czujnik kadencji PAS (czujnik obrotu korby z pedałami).....	26
3.5.3. Czujnik momentu obrotowego korby.....	27
3.5.4. Wyświetlacz / watomierz / komputer pokładowy.....	27
3.5.5. Czujniki temperatury.....	28
3.5.6. Przetwornica obniżająca napięcie	28
3.5.7. Przełączniki, stacyjka.....	29
4. JAKI WYBRAĆ ROWER? NA CO ZWRÓCIĆ UWAGĘ?.....	30
4.1. Formularz, który pomoże Ci podsumować, jaki rower będzie dla Ciebie najlepszy.....	31
4.2. Który typ roweru elektrycznego i jaki napęd będzie dla Ciebie najlepszy?...34	
4.3. Typy rowerów / Podział ze względu na rodzaj ramy.....	41
4.3.1. Rodzaj nawierzchni, do których się najlepiej nadają.....	42

4.3.2. Wady i zalety.....	43
4.4. Rodzaje napędów do rowerów elektrycznych	
Podział ze względu na upozycjonowanie w ramie roweru.....	46
4.4.1. Rodzaj nawierzchni, do których najlepiej nadają się dane napędy.....	47
4.4.2. Ukształtowanie terenu, do którego nadają się najlepiej.....	48
4.4.3. Wady i zalety poszczególnych rozwiązań napędów.....	49
4.4.4. Poziom skomplikowania przy przerabianiu roweru na napęd w kole vs. na napęd centralny.....	53
4.5. Rodzaj wspomagania.....	54
4.5.1. Manetka gazu.....	54
4.5.2. Czujnik kadencji, prędkości obrotowej korby.....	56
4.5.3. Czujnik nacisku na pedały.....	57
4.6. Ważne aspekty w rowerach elektrycznych.....	58
4.6.1. Ograniczenia w rowerze, uniemożliwiające jego elektryfikację.....	58
4.6.2. Masa roweru elektrycznego.....	61
4.6.3. Moc napędu, moment obrotowy napędu i prędkość maksymalna roweru...	62
4.6.4. Hamulce w rowerze elektrycznym.....	67
4.6.5. Opony i obręcze kół w rowerze elektrycznym.....	68
4.6.6. Przerzutki w rowerze elektrycznym.....	69
4.6.7. Amortyzacja.....	70
4.6.8. Pozycja na rowerze.....	72
5. NAPĘD I BATERIA - INFORMACJE DODATKOWE.....	76
5.1. Silnik w kole (HUB).....	76
5.1.1. Silniki HUB - czujnikowe, bezczujnikowe.....	76
5.1.2. Silniki HUB - bezprzekładniowe i przekładniowe.....	77
5.1.3. Silniki HUB - rodzaje nawojów.....	80
5.1.4. Silniki HUB - sposób montażu.....	81
5.1.5. Silnik HUB - zabezpieczenie termiczne.....	86
5.1.6. Silniki HUB (przekładniowe i bezprzekładniowe) - serwis i eksploatacja. .	90
5.2. Sterownik silnika (HUB).....	91
5.2.1. Sposób sterowania silnikiem (dla silników w piaście koła - HUB).....	93
5.2.2. Moc sterownika (dla silników w piaście koła - HUB).....	95
5.2.3. Sprawdzenie poprawności działania sterownika.....	95
5.3. Napęd centralny / mid-drive.....	96
5.3.1. Mid-drive - sposób sprzęgania z łańcuchem roweru.....	96
5.3.2. Mid-drive - sposób mocowania.....	96
5.3.3. Mid-drive - serwis i eksploatacja.....	98

5.4. Bateria.....	100
5.4.1. Informacje o ogniwach li-ion 18650.....	100
5.4.2. BMS - system zarządzania baterią.....	103
5.4.3. Ładowarka do baterii.....	106
5.4.4. Pozostawianie baterii nieużywanej na długi czas (np. sezon zimowy).....	108
5.4.5. Użytkowanie baterii li-ion w niskich i/lub ujemnych temperaturach.....	110
5.4.6. BHP używania baterii li-ion.....	111
6. DOBÓR KOMPONENTÓW DO KONWERSJI ROWERU NA E-BIKE.....	114
6.1. Gotowy zestaw do konwersji czy samodzielne skompletowanie części?.....	115
6.2. Baza do przeróbki (zwykły rower).....	116
6.3. Wybór napędu i jego mocy maksymalnej.....	117
6.3.1. Jaki napęd MID wybrać?.....	117
6.3.2. Jaki sterownik silnika HUB wybrać?.....	118
6.3.3. Jaki silnik typu HUB wybrać?.....	119
6.4. Dobór pojemności baterii do oczekiwanego zasięgu i mocy napędu.	
Ustalenie miejsca na baterię, sterownik silnika i elektrykę.....	120
6.4.1. Ustalenie teoretycznej potrzebnej ilości ogniw w baterii na podstawie zużycia energii elektrycznej przez rower elektryczny.....	120
6.4.2. W jakiej formie kupić baterię i gdzie ją umieścić?.....	124
6.5. Dobór osprzętu.....	138
6.5.1. Czujnik hamulca.....	138
6.5.2. Manetka gazu.....	138
6.5.3. Czujnik kadencji PAS (dla napędów z silnikiem HUB).....	139
6.5.4. Czujnik momentu obrotowego korby (dla napędów z silnikiem HUB).....	140
6.5.5. Wyświetlacz.....	140
6.5.6. Przetwornica dc/dc 12 V.....	140
7. MONTAŻ KOMPONENTÓW W ROWERZE.....	142
7.1. Instalacja elektryczna - informacje podstawowe i schematy połączeń.....	142
7.1.1. Schematy połączeń elektrycznych.....	143
7.1.2. Rodzaje przewodów i ich pola przekroju.....	156
7.1.3. Kolory przewodów - standardy.....	157
7.1.4. Łączenie przewodów.....	158
7.1.5. Złącza do baterii, gniazda do ładowania.....	160
7.1.6. Podłączanie baterii do sterownika. Układ soft-start / pre-charge.....	161
7.1.7. Zabezpieczenie termiczne.....	162
7.2. Montaż komponentów.....	165
7.2.1. Miejsce na kierownicy.....	165

7.2.2. Sugerowana kolejność montażu komponentów i kilka wskazówek.....	167
7.3. Pierwsze uruchomienie.....	170
7.4. Przegląd po pierwszych 200 kilometrach jazdy.....	170
7.5. Mycie roweru elektrycznego.....	171
8. CZĘSTE PROBLEMY I BŁĘDY POCZĄTKUJĄCYCH.....	172
9. PRZYKŁADOWE KONWERSJE ROWERÓW ELEKTRYCZNYCH.....	176
9.1. HUB DRIVE, MTB z amortyzowanym przodem.....	176
9.2. HUB DRIVE, MTB z amortyzowanym przodem.....	177
9.3. HUB DRIVE, Enduro MTB z pełną amortyzacją.....	178
9.4. MID-DRIVE, Cube - MTB z pełną amortyzacją.....	179
9.5. MID DRIVE, trekkingowy z amortyzowanym przodem.....	180
10. DANE KONTAKTOWE.....	181
11. ZAŁĄCZNIKI.....	182
11.1. Schemat połączeń – HUB_BASIC.....	182
11.2. Schemat połączeń – HUB_DISPLAY.....	183
11.3. Schemat połączeń – MID_BASIC.....	184
11.4. Szablon koszyków „kwadrat”.....	185
11.5. Szablon koszyków „plaster miodu”.....	186

1. O poradniku

1.1. Jaką wiedzę nabędziesz w tym poradniku?

Poradnik ten kierowany jest do osób chcących własnoręcznie od podstaw zmontować swój rower elektryczny. Celowo użyłem słowa „zmontować”, a nie „zbudować”, gdyż w praktyce proces przerobienia zwykłego roweru na elektryczny to nic innego, niż domontowanie do niego grupy elementów i połączenie ich z rowerem w jedną całość. Wcale nie jest to takie trudne, jak mogłoby się wydawać i z odrobiną wiedzy, którą można nabyć w tym poradniku, każdy może sobie z tym zadaniem poradzić.



Rower MTB przerobiony na elektryczny

W tym poradniku dowiesz się:

- jak przerobić zwykły rower na rower elektryczny o mocy w zakresie 250 W – 2500 W i prędkości maksymalnej do 40 – 50 km/h, z baterią litowo-jonową (l-ion), na przykładzie napięcia nominalnego **baterii 48 V**
- dlaczego lepiej własnoręcznie skonwertować rower na elektryczny, niż kupić fabrycznego e-bike'a
- jakie są typy rowerów elektrycznych z podziałem na geometrię ramy oraz rodzaj napędu, z wyszczególnieniem do jazdy po jakich drogach lepiej lub gorzej się nadają
- jaki e-bike będzie pasował do Ciebie najlepiej
- z jakich komponentów elektrycznych zbudowany jest rower elektryczny
- jak dobrać komponenty elektryczne, aby współgrały ze sobą i z zamysłem projektu konwersji
- jak dobrać baterię do oczekiwanego zasięgu
- jak połączyć wcześniej wybrane komponenty elektryczne w jedną całość i

zamontować je na wybranej ramie rowerowej

- jakie są najczęściej popełniane błędy przy pierwszych podejściach do przeróbki roweru na elektryczny

Znajdziesz tutaj również:

- przykładowe zestawienie części do konwersji konkretnych przykładowych rowerów na elektryczne, wraz z szacunkowymi cenami ich zakupu

1.2. Dlaczego wybrać właśnie ten poradnik?

W internecie być może znajdziesz wszystkie informacje, które znajdują się w tym poradniku, ale nie znajdziesz ich w tak przystępnej formie i na pewno nie znajdziesz ich w jednym miejscu. Możesz także trafić na nierzetelną informację, która wprowadzi Cię w błąd i doprowadzi do strat finansowych. Nie będziesz wiedział, którym informacjom można zaufać, a którym nie.

Tutaj, od początku do końca, zostaniesz przeprowadzony przez proces przeróbki roweru na elektryczny, zaczynając od teorii, a kończąc na praktyce i konkretnych przykładach.

Decydując się na ten poradnik, z pewnością nie pożałujesz tego wyboru i na koniec będziesz wiedział co zrobić, aby wyjechać na wycieczkę swoim własnym e-bajkiem.

1.3. O autorze poradnika i o poradniku

O autorze:

Nazywam się Marek Przybylak, mam 34 lata i jestem właścicielem firmy Bikel.pl, pomysłodawcą, twórcą i wykonawcą komputera / watomierza do rowerów elektrycznych „MPE”, o którym więcej dowiesz się na stronie <https://ebikecomputer.com>.

Zbudowałem wiele rowerów elektrycznych, mam wieloletnie doświadczenie w przerabianiu rowerów na elektryczne (z różnymi napędami). Również miałem okazję dogłębnie przetestować wiele różnych eBajków: tych fabrycznych i tych zbudowanych od podstaw.

W 2020 r. na największym zlocie rowerów i pojazdów elektrycznych w Polsce zająłem I miejsce w konkursie wiedzy o rowerach elektrycznych i zostałem nagrodzony „E-bajkową złotą rączką 2020”.

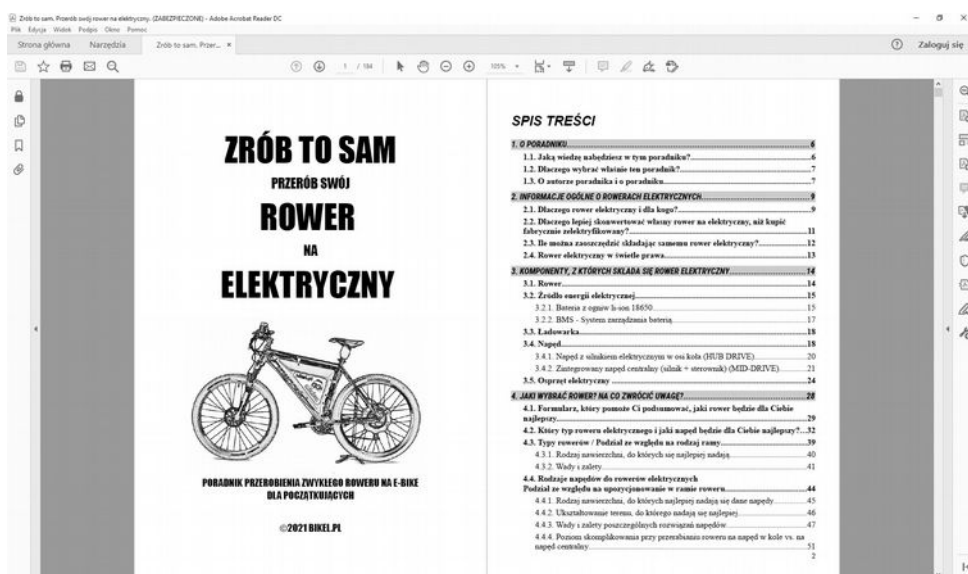
Przed założeniem własnej działalności związanej z pojazdami elektrycznymi pracowałem przez prawie 10 lat jako lider działu technologii i przygotowania produkcji (firma o charakterze produkcyjnym, zajmująca się obróbką metalu,

głównie konstrukcji spawanych i elementów wykonanych z blach). Pomagałem tam rozwiązać setki, a może i tysiące problemów oraz przeprowadziłem mnóstwo szkoleń. Dzięki temu nauczyłem się przekazywać moją wiedzę innym. Oprócz dużej wiedzy teoretycznej posiadam także bardzo duże zdolności manualne. Jest niewiele rzeczy codziennego użytku, których nie potrafiłbym naprawić lub wytworzyć, np. z metalu, drewna, druku 3D, laminatu itp.

Interesuję się szeroko pojętą mechatroniką, a w wolnych chwilach wymyślam nowe projekty lub jeżdżę wraz z moją żoną Anią na naszych, własnoręcznie przerobionych, rowerach elektrycznych.

O poradniku:

Poradnik jest w formacie PDF i najlepiej przeglądać go na komputerze PC w programie Adobe Reader DC. Widok polecam ustawić na Widok → Wyświetlanie strony → Dwie strony.



Polecany widok do przeglądania poradnika - dwie strony obok siebie

Oczywiście możliwe jest również przeglądanie tego poradnika na dowolnym czytniku e-booków, obsługujących format PDF.

Poradnik jest częścią kursu e-bike „Od zera do eRowera”, składającego się z lekcji video i tego poradnika. Więcej o całym kursie można dowiedzieć się pod adresem <https://kursebike.pl>.

Poradnik ma charakter wyłącznie informacyjny. Chcę tutaj zaznaczyć, że dołożyłem wszelkich starań, aby informacje przedstawione w tym poradniku były kompletne i rzetelne. Jako autor nie odpowiadam za szkody powstałe w wyniku

niepoprawnego zrozumienia lub niepoprawnego wykorzystania informacji zawartych w tym poradniku. Wszystkie decyzje, jakie podejmiesz wybierając i przerabiając rower na elektryczny, podejmujesz na własną odpowiedzialność.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie lub publiczne wykorzystanie treści tego poradnika bez pisemnej zgody autora jest zabronione.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi i/lub towarami ich właścicieli.

Jeżeli w poradniku pojawiają się odnośniki internetowe do narzędzi i/lub sklepów/produktów, to nie są one sponsorowane. Zostały one przedstawione w celu informacyjnym i edukacyjnym.

Na sam koniec wstępu **chciałabym Ci podziękować za sięgnięcie po ten poradnik i za zaufanie**, które mi okazałeś, płacąc za ten e-book. Nie przedłużając, zapraszam do rozpoczęcia eROWEROWEJ przygody.

Z prądem :)!

Marek Przybylak

Ps. Będzie mi miło, jeśli podzielisz się wrażeniami po przeczytaniu tego poradnika: info@kursebike.pl

2. Informacje ogólne o rowerach elektrycznych

2.1. Działanie roweru elektrycznego

Na rowerze elektrycznym jeździ się prawie tak samo, jak na zwykłym rowerze. Każda rzecz i czynność, która występuje w zwykłym rowerze, ma miejsce również w rowerze elektrycznym, np. obsługa przerzutki czy użycie hamulca. Główna różnica jest taka, że gdy wspomaganie elektryczne jest włączone, to jedzie się nam dużo łatwiej i mniej się męczymy. Natomiast, gdy wspomaganie elektryczne jest wyłączone, to jedzie się nam trochę ciężiej (przez dodatkową masę) i więcej się męczymy niż na zwykłym rowerze. Użytkownik roweru decyduje, w którym momencie wspomaganie elektryczne jest aktywne.

Napęd elektryczny może być aktywowany na różne sposoby, w zależności od zastosowanych rozwiązań:

- może to być manetka gazu na kierownicy, jak np. w skuterze. Z jej pomocą możemy aktywować napęd ręcznie, również bez pedałowania. Manetką rozpędzamy rower płynnie / liniowo – im bardziej manetkę gazu odkręcimy tym rower pojedzie szybciej.
- lub wspomaganie pedałowania. Tutaj rozróżniamy:
 - wspomaganie oparte o czujnik kadencji (prędkości obrotowej korby)
 - lub o wspomaganie oparte o czujnik momentu obrotowego korby (potocznie: czujnik nacisku na pedały)

Jeżeli mamy czujnik momentu obrotowego korby, to najczęściej występuje on w parze z czujnikiem kadencji. Wspomaganie pedałowania aktywuje się tylko w momencie ruchu korby i/lub nacisku na pedały. Zmieniając stopień wspomagania, np. przyciskami na wyświetlaczu, napęd będzie wspomagał nasz wysiłek mniej lub bardziej. W rowerach, w których występuje czujnik nacisku na pedały jazda jest bardziej intuicyjna i bardziej przypomina jazdę na zwykłym rowerze. Tam, gdzie występuje tylko czujnik kadencji, trzeba się chwilę przyzwyczaić do wspomagania elektrycznego. Rower próbuje jechać czasami szybciej niż tego oczekujemy, dlatego trzeba częściej zmieniać stopnie wspomagania.

Możemy mieć wszystkie trzy rozwiązania do aktywacji napędu elektrycznego lub tylko jeden (dowolny) z nich. Jeżeli rower elektryczny dostosowany jest do przepisów o ruchu drogowym, to wspomaganie elektryczne działa tylko do 25 km/h podczas pedałowania (o przepisach jeszcze wspomnę kilka stron dalej).

2.2. Dlaczego rower elektryczny i dla kogo?

Domyślam się, że skoro zajrzałeś/łaś do tego poradnika to nie muszę Cię przekonywać, że rower elektryczny to najlepszy wynalazek naszych czasów. Jeżeli jednak zastanawiasz się: dlaczego rower elektryczny może być lepszy od zwykłego roweru, to proszę bardzo, wymienię kilka podstawowych zalet. Nie poprzestanę jednak na samych zaletach i od razu dopiszę kilka wad dla pełniejszego obrazu.

Zalety roweru elektrycznego względem zwykłego roweru:

- mniej się męczymy i pocimy podczas jazdy
- na rowerze elektrycznym również możemy się zmęczyć i wykonać trening, ale to my decydujemy o tym, kiedy i w jakim stopniu się męczymy poprzez zmianę mocy wspomagania
- jazda pod wiatr jest tak samo przyjemna, jak jazda z wiatrem
- możemy zjechać zdecydowanie dalej, niż pozwala na to nasza kondycja i sprawność fizyczna
- szybciej pokonujemy dystans, ponieważ poruszamy się z większymi prędkościami
- wycieczki stają się dłuższe i ciekawsze
- osoby z problemami zdrowotnymi, np. ograniczeniami ruchowymi lub z wadami serca, dzięki wspomaganiu elektrycznemu mają możliwość odciążać swój organizm i również jeździć na rowerze
- coraz częściej odwiedzamy tereny, które były dla nas zbyt ciężkie do pokonania (ścieżki leśne, tereny górzyste)
- jazda na rowerze elektrycznym to wolność i przyjemność nieograniczona kondycją fizyczną
- i wiele innych, tutaj nie wspomnianych

Wady roweru elektrycznego względem zwykłego roweru:

- jest cięższy
- jest droższy w zakupie i eksploatacji długoterminowej
- gdy zabraknie nam prądu w baterii, to jazda jest cięższa niż na zwykłym rowerze przez to, że wieziemy dodatkową masę
- jest mniej osób/serwisów, które potrafią go serwisować (ale dlatego sięgasz właśnie po ten poradnik i będziesz umiał sam naprawić swój rower elektryczny, bo sam go poskładasz :))
- dodatkowe elementy w rowerze, które mogą się popsuć lub wymagać serwisu

Jeżeli powyższy bilans zysków i strat wychodzi na korzyść zysków, to zaliczasz się do osób, dla których rower elektryczny jest dobrym rozwiązaniem.

Rower elektryczny szczególnie polecam dla osób, które:

- lubią jeździć na rowerze
- czasami chcą wzmocnić kondycję (od rowerzysty zależy, w jakim stopniu i czy w ogóle będzie chciał się zmęczyć fizycznie)
- nie mają dobrej kondycji fizycznej
- nie lubią jeździć pod wiatr na zwykłym rowerze
- nie chcą się męczyć podczas jazdy pod górkę
- chcą jeździć więcej, szybciej, dalej
- lubią aktywnie spędzać czas i to na świeżym powietrzu
- chcą zadbać o swoje zdrowie, nie tylko to fizyczne, ale i psychiczne (endorfiny)
- szukają nowego hobby, czasem i adrenaliny, miłego spędzania czasu, również i z innymi posiadaczami e-bike
- będą potrafiły samemu zadbać o jego stan techniczny (lub mają kogoś znajomego z tymi umiejętnościami)
- nie przeszkadza im zwiększona masa roweru

Polecam również przeczytać „Przewodnik polityki roweru elektrycznego” projektu PRESTO: promocja korzystania z roweru jako codziennego środka transportu w miastach. Jest w nim wiele ciekawych opracowań i przykładów popartych analizą rynku i opiniami użytkowników rowerów elektrycznych.

Kopię tego przewodnika PL i EN znajdziesz również na naszym serwerze pod tym adresem: <https://kursebike.pl/presto/>

2.3. Dlaczego lepiej skonwertować własny rower na elektryczny, niż kupić fabrycznie zelektryfikowany?

Na rynku jest wiele gotowych modeli rowerów elektrycznych. Po co w ogóle zawracać sobie głowę przerabianiem zwykłego roweru na elektryczny? Jest wiele znaczących powodów, które wymienię również w formie podpunktów.

Lepiej przerobić własny rower na elektryczny niż kupić fabryczny, ponieważ:

- zaoszczędzimy sporo pieniędzy (porównując rowery o podobnych parametrach)
- wbrew pozorom, nie jest to takie skomplikowane, jak nam się wydaje
Nie obawiaj się, że nie masz warsztatu, garażu czy piwnicy. Wiele projektów rowerów elektrycznych zostało zrealizowane na środku dużego pokoju w mieszkaniu, przy użyciu podstawowych narzędzi :).
- wybór zwykłych rowerów jest nieporównywalnie większy, niż gotowych rowerów elektrycznych
Dzięki temu dopasujemy rower dokładnie do naszych oczekiwań. Często możemy kupić rower z rynku wtórnego w bardzo dobrej cenie i bardzo w dobrym stanie technicznym.
- przerabiając samodzielnie własny rower na elektryczny będziemy potrafili go również w każdej chwili naprawić, gdy coś przestanie działać
Na chwilę obecną jest mało serwisów, potrafiących naprawiać rowery elektryczne. Często podstawienie roweru do naprawy wymaga podróży do innego miasta i długie oczekiwanie na naprawę. Fabryczne rowery często wymagają specjalnych narzędzi i oprogramowania, które mają tylko autoryzowane serwisy. Poza okresem gwarancji roweru dochodzą również koszty serwisu.
- możemy dowolnie dopasować moc napędu, wielkość baterii / zasięg, prędkość maksymalną, indywidualnie do naszych potrzeb
- nie jesteśmy ograniczeni do stosowania komponentów przewidzianych przez producenta
Często producenci wprowadzają ograniczenia i przykładowo bateria z innego zestawu nie będzie współpracowała z danym fabrycznym rowerem elektrycznym.
- zyskujemy nowe hobby, własną satysfakcję z ukończonego projektu i uczymy się technologii przyszłości :)

2.4. Ile można zaoszczędzić składając samemu rower elektryczny?

Sporo! Można przyjąć, że już na samym początku zaoszczędzimy ok. **połowę kwoty** zakupu fabrycznego roweru elektrycznego. Dodatkowo podczas eksploatacji nie będziemy zobligowani do korzystania z bardzo drogiego serwisu fabrycznego i z części zamiennych obarczonych dużą marżą. Często fabryczne rozwiązania są w stanie naprawić tylko autoryzowane serwisy, które mają dostęp do specjalistycznych narzędzi i oprogramowania. Oczywiście wszystko zależy od konkretnych parametrów roweru, więc jednoznacznie ciężko jest określić konkretną zaoszczędzoną kwotę, ale na pewno będzie ona nie mała.

Dla przykładu: cena zakupu nowego roweru elektrycznego o podobnych, a najczęściej gorszych parametrach niż tego, który zbudujemy sami, wyniosłaby nas półtora, a nawet i dwa razy więcej niż własnoręcznie zbudowanego.

Budując własnoręcznie rower elektryczny, możemy zaoszczędzić dodatkowo poprzez zakup roweru lub części do elektryfikacji z rynku wtórnego. Używany, zwykły rower najczęściej jesteśmy w stanie sami przeserwisować we własnym garażu czy warsztacie. Z kolei kupując fabryczny rower elektryczny z rynku wtórnego ryzykujemy tym, że jego elektryka będzie już wyeksploatowana i już na wstępie będziemy musieli skorzystać z drogiego serwisu.

2.5. Rower elektryczny w świetle prawa

Zanim zaczniesz swoją przygodę w świecie e-bike'owym musisz wiedzieć, że jako konstruktorowi (a w zasadzie kierowcy) nie wszystko Ci wolno. Prawo ogranicza i to bardzo mocno legalne poruszanie się rowerami elektrycznymi. Chciałbym też zwrócić uwagę, że warto sięgnąć po informację, jak takie prawo wygląda w konkretnym kraju, w którym jeździmy e-bike.

Dla przykładu poniżej podam, jak ta sytuacja wygląda w Polsce na rok 2021:

Przepisy mówią tutaj tak:

„Rower to pojazd o szerokości nieprzekraczającej 0,9 m poruszany siłą mięśni osoby jadącej tym pojazdem; rower może być wyposażony w uruchamiany naciskiem na pedały pomocniczy napęd elektryczny zasilany prądem o napięciu nie wyższym niż 48 V o znamionowej mocy ciągłej nie większej niż 250 W, którego moc wyjściowa zmniejsza się stopniowo i spada do zera po przekroczeniu prędkości 25 km/h”.

Jaka jazda rowerem elektrycznym jest legalna?

Powyższe przepisy prawa, wobec jazdy na rowerze elektrycznym, wyraźnie mówią (dotyczy to Polski):

- rower może wspomóc nas tylko do 25 km/h i to wyłącznie podczas pedalowania. Powyżej tej prędkości jesteśmy zdani już tylko i wyłącznie na siłę własnych mięśni. (Pomyśleć, że bez wspomagania, z wiatrem, czy np. z górki, to można się rozpędzić nawet i do 35 km/h lub nawet i 70 km/h. Hmmm byłby za to mandat?)
- jazda na manetce gazu w większości przypadków jest zabroniona. Dla większej ilości doznań z użycia manetki gazu pozostaje nam zatem inny pojazd, np. motorower lub motocykl, oczywiście pod warunkiem, że ma się na niego odpowiednie do wieku i kategorii uprawnienia
- mocy ciągłej nie więcej niż 250 W
- napięcie nie wyższe niż 48 V

MOŻESZ MIEĆ PROBLEMY

Jeżeli nie zastosujesz się do jakiegokolwiek części powyższych przepisów, to możesz mieć problemy.

(Przynajmniej podczas poruszania się na drogach publicznych i w czasie ewentualnej kontroli).

3. Komponenty, z których składa się rower elektryczny

Zanim przejdziemy do rozważań na temat przeróbki roweru na elektryczny, chciałbym przedstawić Ci wstępnie i ogólnie komponenty, z których składa się **każdy** e-bike. Dzięki temu będzie Ci łatwiej zrozumieć niektóre późniejsze porównania i opisy. **W kolejnych rozdziałach poradnika te komponenty zostaną opisane bardziej szczegółowo**, teraz tylko je wymienię.

3.1. O rowerze / ramie roweru

Rower elektryczny to kilka komponentów elektrycznych dołożonych do zwykłego roweru. Ramy rowerów elektrycznych przerabianych wg. tego poradnika niczym nie różnią się od ram zwykłych rowerów.



Rower MTB przerobiony na elektryczny

Czasami (ale nie zawsze) fabryczne rowery elektryczne nie mają zwykłego suportu (osi obrotu korb), a w tym miejscu jest zamontowany napęd, do którego dokręcone są korby i pedały. Dodatkowo często mają tak przemyślaną ramę, że bateria chowa się w jej wnętrzu. Właśnie te dwie cechy, najczęściej, różnią fabryczne rowery elektryczne od tych przerabianych przez nas.



Rower elektryczny fabryczny, z napędem zamiast suportu, z baterią ukrytą w ramie roweru

3.2. Źródło energii elektrycznej

Każde urządzenie elektryczne musi być zasilane prądem elektrycznym. W rowerze elektrycznym źródłem prądu elektrycznego jest oczywiście bateria. Jest wiele różnych rodzajów baterii, jednak w tym poradniku poruszam tylko kwestię budowy roweru w oparciu o baterię litowo jonową (Li-ion) wykonaną z ogniw typu 18650. Na dzień pisania poradnika te ogniwa są najbardziej popularne i najbardziej optymalne do wykorzystania w rowerze elektrycznym. Stanowią one doskonały kompromis pomiędzy ceną, trwałością i gęstością energii. Inne ogniwa będą albo dużo droższe, mając większą trwałość (np. LiFePO₄), albo zajmą dużo więcej miejsca przy tej samej pojemności, ale będą miały większą wydajność prądową (np. Li-Polimer). Większość fabrycznych rowerów elektrycznych również posiada baterię typu Li-ion z ogniw 18650.

3.2.1. Bateria z ogniw li-ion 18650

Ogniwa li-ion 18650:

Ogniwa li-ion 18650 o napięciu nominalnym 3,7 V to najbardziej popularne ogniwa występujące również w sprzęcie codziennego użytku, takim jak laptopy czy narzędzia bezprzewodowe. 18650 to zapis mówiący nam o kształcie i wymiarze ogniwa, w tym przypadku o kształcie walca o średnicy 18mm i długości 65 mm. Ogniwa li-ion występują również w wielu innych wymiarach (np. 10440, 26500, 26650) i kształtach (np. pryzmatyczne). Nie są one jednak tak powszechne i popularne jak cylindryczne 18650.



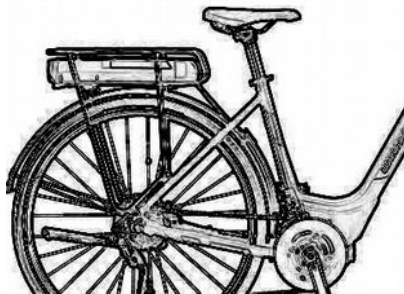
Ogniwa li-ion 18650 (25 sztuk ustawione obok siebie)

Bateria:

Bateria to odpowiednio połączone ze sobą pojedyncze ogniwa, zabezpieczone układem elektronicznym np. BMS (BMS – ang. Battery Manegement System, system zarządzania baterią). Całość najczęściej stanowi jedną bryłę i umieszczona jest w twardej obudowie, chroniącej przed uszkodzeniami mechanicznymi.



Bateria „bidonowa”



Bateria „bagażnikowa”

Odpowiedni sposób łączenia ogniw wpływa na ustalenie napięcia nominalnego baterii i na wydajność prądową baterii.

W rowerach elektrycznych jest kilka standardowych napięć nominalnych, dla których najczęściej buduje się baterie, są to:

- 36 V (10S)* (użytkowy zakres pracy baterii to 30 V – 42 V)
- 48 V (13S)* (użytkowy zakres pracy baterii to 39 V – 54.6 V)
- 60 V (16S)* (użytkowy zakres pracy baterii to 48 V – 67.2 V)
- 72 V (20S)* (użytkowy zakres pracy baterii to 60 V – 84 V)

**10S, 13S, 16S, 20S to ilość szeregowo połączonych sekcji akumulatora litowo-jonowego*

Warto przy tym zwrócić uwagę, że napięcia baterii powyżej 48 V są niedozwolone w ruchu po drogach publicznych.

Poza standardowymi napięciami nominalnymi są również inne, pośrednie, mniej popularne, ale jak najbardziej możliwe.

Napięcie baterii bezpośrednio wpływa na prędkość obrotową silnika - im wyższe napięcie tym wyższa możliwa prędkość silnika, a tym samym pojazdu.

Zdecydowana większość domorosłych konstruktorów buduje rowery elektryczne z bateriami w standardzie 48 V. 90% fabrycznych rowerów zbudowana jest w standardzie 36 V. Przewagą baterii 48 V nad 36 V jest fakt, że jest ona jeszcze legalna w świetle prawa, a pozwala na uzyskanie większych prędkości

maksymalnych pojazdu przy niższym natężeniu prądu w instalacji.

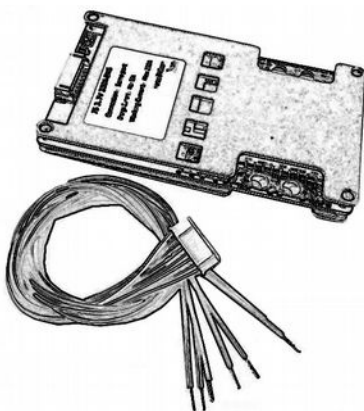
Jeżeli nie chcesz się zagłębiać bardziej w szczegóły i nie chcesz osiągać na swoim rowerze prędkości większych niż 40-50 km/h, to polecam na początek celować w napięcie 48 V. Właśnie na takim napięciu nominalnym będę się skupiał w dalszej części tego poradnika.

3.2.2. BMS - System zarządzania baterią

Wspomniałem wcześniej, że ogniwa w baterii są zabezpieczone układem elektronicznym.

Bateria li-ion nie może pracować jako pakiet połączonych ogniw sam w sobie. W ten sposób szybko doszłoby do jej uszkodzenia. Bateria li-ion musi posiadać urządzenie, które będzie nadzorowało stan ogniw w baterii i napięcie na poszczególnych sekcjach. Takie urządzenie to BMS, czyli z angielskiego Battery Management System / system zarządzania baterią.

BMS jest obowiązkowy w każdej baterii li-ion i stanowi jej integralną część. BMS znajduje się w tej samej obudowie co bateria. Jeżeli masz dwie baterie, to każda bateria musi mieć wbudowany własny BMS.

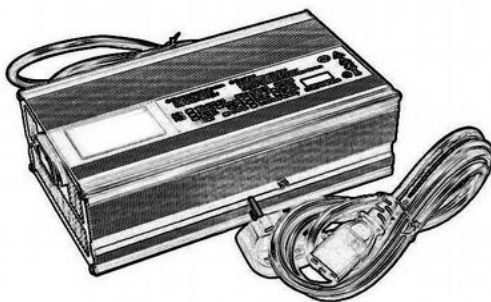


BMS do e-bike

3.3. Ładowarka

Do ładowania baterii li-ion o napięciu 48 V potrzebna jest odpowiednio dopasowana ładowarka. Ładowarka oprócz napięcia musi mieć też odpowiednio dopasowany prąd ładowania do danej baterii.

Sam proces ładowania roweru elektrycznego przypomina proces ładowania, np. smartfona czy laptopa. Jeden przewód od ładowarki podłączamy do sieci elektrycznej, a drugi przewód od ładowarki podłączamy do baterii.



Ładowarka do e-bike

3.4. Rodzaje napędów elektrycznych

Na samej naładowanej baterii rower oczywiście nie pojedzie. Potrzebujemy jeszcze silnika. Silnik BLDC (BLDC, z ang. BrushLess Direct Current, bezszczotkowy prądu stałego), jaki najczęściej spotykamy w rowerach elektrycznych, nie może zostać podłączony bezpośrednio do baterii, dlatego dodatkowo potrzebny jest sterownik silnika. Napędem roweru elektrycznego będę nazywał silnik + sterownik silnika. Do napędu już wystarczy podłączyć baterię i np. manetkę gazu lub czujnik pedałowania, aby rower mógł ruszyć z miejsca.

O wadach i zaletach napędów oraz o tym, który jest lepszy do jakiego zastosowania będę pisał w następnych rozdziałach. Teraz tylko je wymienię.

Wyróżniamy trzy główne grupy napędów w rowerze elektrycznym, są to:

1. Silnik w tylnym kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru



2. Silnik w przednim kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru

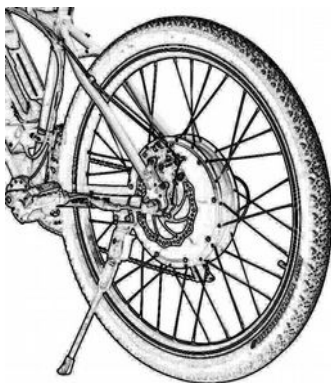


3. Napęd centralny - zintegrowany w jednej obudowie silnik i sterownik silnika montowany w okolicy korby roweru



3.4.1. Napęd z silnikiem elektrycznym w osi koła (HUB DRIVE)

Napęd z silnikiem elektrycznym umieszczonym w okolicy osi koła potocznie zwany jest jako „HUB DRIVE” lub w skrócie „HUB”. Z angielskiego „hub” to piasta, a „drive” to napęd, czyli napęd w piaście koła.



Koło z silnikiem HUB

Silniki HUB bezpośrednio przez szprychy przenoszą moment obrotowy na obręcz koła i w ten sposób napędzają pojazd. W przeciwieństwie do napędów centralnych nie używają łańcucha rowerowego do napędzania koła / pojazdu. Przerzutka przy napędzie w kole nie bierze udziału w przenoszeniu napędu elektrycznego na koło, dlatego nie ma znaczenia dla silnika jaki mamy ustawiony bieg na przerzutce. Przerzutka działa tutaj dokładnie tak samo jak w zwykłym rowerze (nie elektrycznym) i ma wpływ tylko i wyłącznie na nasz komfort i kadencję przy pedalowaniu.

Silnik elektryczny HUB może zostać umieszczony w piaście przedniego lub tylnego koła. Na tym etapie nie będę opisywał wad i zalet jednego i drugiego rozwiązania, o tym będzie w następnym dziale.

Wszystkie napędy hub drive mają silniki bezszczotkowe BLDC (BLDC, z ang. BrushLess Direct Current, bezszczotkowy prądu stałego), z wyprowadzonymi trzema przewodami fazowymi do zasilania i najczęściej (lecz niekoniecznie) pięcioma cieńszymi przewodami od czujników Halla badających położenie silnika.

3.4.1.1. Sterownik silnika HUB

Silnika HUB BLDC nie można podpiąć bezpośrednio do baterii. Silnik podpinamy do sterownika silnika, a sterownik silnika zasilamy z baterii. Sterownik umieszczony jest w innym miejscu niż silnik i łączy się z silnikiem przewodami. (Występują bardzo nieliczne wyjątki modeli silników HUB, w

fabrycznych rowerach elektrycznych, które mają wbudowany sterownik wewnątrz obudowy silnika).



Sterownik silnika HUB

3.4.2. Zintegrowany napęd centralny (silnik + sterownik) (MID-DRIVE)

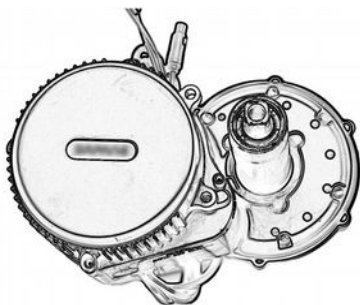
W odróżnieniu od silników montowanych w piaście koła, napędy centralne montuje się w okolicy mufy suportu / korby roweru. Stąd też wzięła się ich nazwa - są montowane centralnie, pomiędzy kołami. Z ang. mid-drive to napęd środkowy / centralny. Napędy centralne przenoszą moment obrotowy na koło napędowe za pośrednictwem łańcucha i zazwyczaj również przerzutki.

Celowo nie mówi się „silnik centralny” tylko „napęd centralny”, gdyż zazwyczaj taki napęd to złożone urządzenie / system, składający się z:

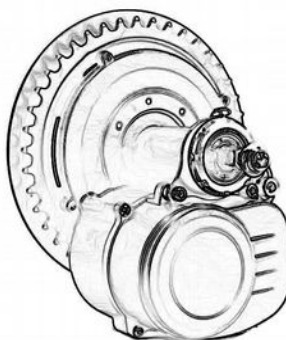
- obudowy
- silnika
- sterownika silnika
- przekładni redukcyjnej
- sprzęgieł jednokierunkowych
- czujnika prędkości obrotowej korby
- czujnika nacisku na pedały (ten nie zawsze występuje)
- i wielu różnych drobniejszych części mechanicznych i elektrycznych
- często całość współpracuje z wyświetlaczem i pilotem sterującym

Często są to bardzo kompaktowe urządzenia, które są specjalnie zaprojektowane do roweru po to, aby swoją mocą, wielkością, funkcjami i wyglądem spełniały

większość wymagań stawianych przed napędem roweru elektrycznego.



Przykładowy napęd centralny



Przykładowy napęd centralny

Do napędu centralnego, po instalacji w rowerze, najczęściej wystarczy tylko podłączyć baterię i już jest gotowy do jazdy.

3.4.2.1. Mid-drive + przerzutka w rowerze

Dzięki temu, że napęd centralny wykorzystuje łańcuch rowerowy do napędu tylnego koła, to możliwe jest też korzystanie z klasycznej przerzutki lub skrzyni biegów w piaście tylnego koła w celu zmiany przełożenia i charakterystyki pracy napędu elektrycznego.

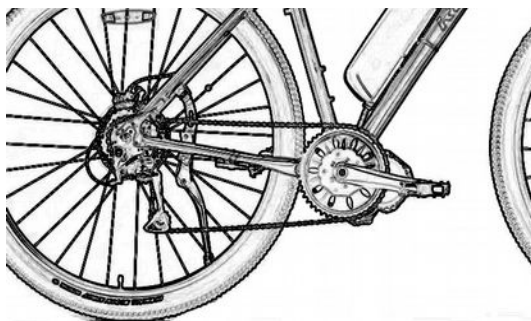


*Klasyczna
przerzutka*



*Przerzutka / skrzynia biegów w
piaście*

Zmieniając przełożenie pomiędzy napędem i kołem, mamy wpływ na to, jaki moment obrotowy zostanie przekazany z napędu na koło. Dzięki tej możliwości napędy centralne nie muszą być duże lub inaczej mówiąc nie muszą mieć dużej mocy.



Napęd centralny + przerzutka

Zwiększając redukcję na przerzutce zwiększamy moment obrotowy na kole i dzięki temu wjedziemy nawet na najbardziej strome wzniesienia. Oczywiście tak samo jak w zwykłym rowerze na takim przełożeniu osiągniemy odpowiednio niższą prędkość maksymalną pojazdu. Dlatego przełożenia zmienia się w zależności od ukształtowania terenu i aktualnego stylu jazdy.

Silniki HUB nie mają takiej możliwości, czyli one zawsze muszą sobie poradzić z taką mocą i z takim momentem obrotowym, jakie mają zaprojektowane. Dlatego silniki HUB są większe i cięższe niż cały napęd mid-drive, ponieważ muszą być mocniejsze. Są też przez to mniej energooszczędne.

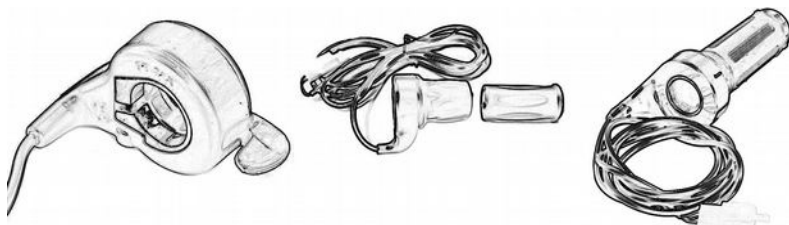
Można powiedzieć, że w napędach centralnych korzystanie z przerzutki to konieczność i obowiązek. Jeżeli ktoś nie lubi korzystać z przerzutki, nie umie lub nie rozumie jak ją obsługiwać, to napęd centralny będzie dla niego bardzo kiepskim rozwiązaniem.

3.5. Osprzęt elektryczny

Części elektryczne dodatkowe to osprzęt do komunikacji człowieka z rowerem lub różne udogodnienia i funkcje dodatkowe.

3.5.1. Manetka gazu

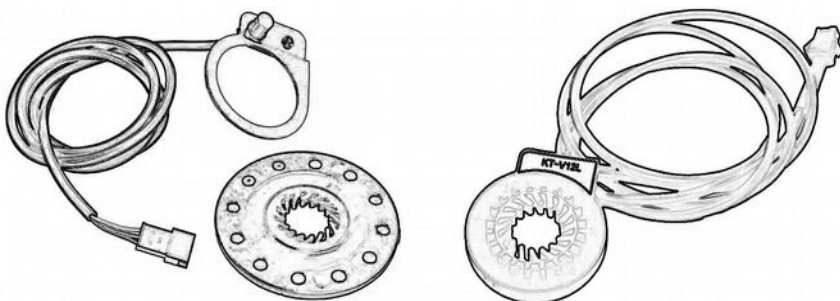
Manetka gazu służy do ręcznego sterowania mocą i prędkością napędu elektrycznego. To ruchomy, najczęściej obrotowy element ze sprężyną, montowany na kierownicy roweru. Im więcej manetkę gazu wychylimy / odkręcimy, tym więcej mocy zostanie zadane na silnik. Manetka dzięki sprężynie w niej zamontowanej po puszczeniu wraca do położenia jałowego.



Manetki gazu: kciukowa, polówkowa, cała

3.5.2. Czujnik kadencji PAS (czujnik obrotu korby z pedałami)

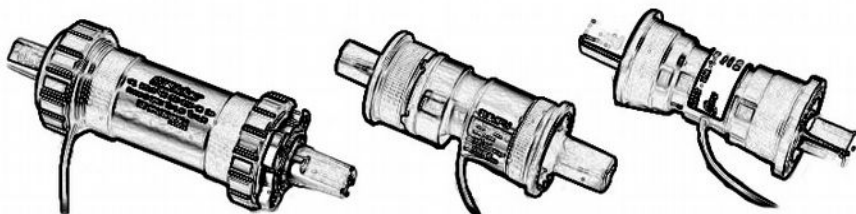
Służy do wykrywania ruchu / obrotu korby i do załączania napędu tym sposobem.



Czujniki kadencji (PAS)

3.5.3. Czujnik momentu obrotowego korby

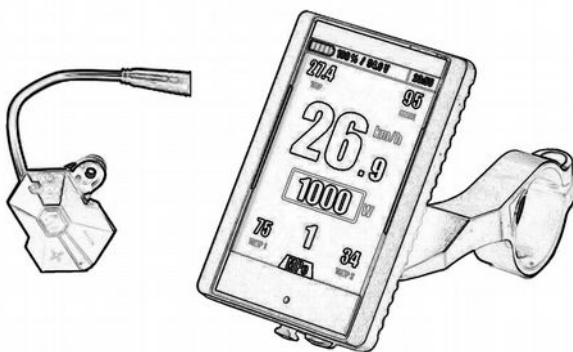
Potocznie zwany czujnikiem nacisku na pedały. Służy do wykrywania nacisku / siły / momentu obrotowego wywieranego na pedały / korby i do załączania napędu tym sposobem. Najczęściej w formie suportu tensometrycznego.



Suporty tensometryczne

3.5.4. Wyświetlacz / watomierz / komputer pokładowy

Niektóre sterowniki wyposażone są również w wyświetlacz przeznaczony do montażu na kierownicy. Często razem z wyświetlaczem jest połączony pilot z przyciskami do sterowania funkcjami wyświetlacza i sterownika.



Wyświetlacz MaxiColor 850C do e-bike

Na wyświetlaczu najczęściej możemy odczytać podstawowe informacje związane z przebytą trasą, podstawowe wartości elektryczne związane z napędem elektrycznym oraz możemy zmieniać stopnie wspomagania pedałowania. Różni producenci oferują różne funkcje we wyświetlaczach.

Jeżeli w zestawie ze sterownikiem nie ma wyświetlacza lub ma niewiele funkcji, to można dołożyć dodatkowy wyświetlacz / watomierz / komputer pokładowy do

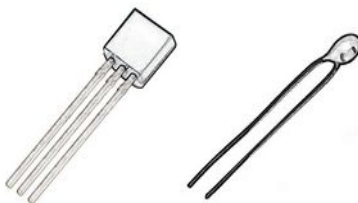
roweru (np. komputer MPe - <https://ebikecomputer.com>). Jest to niezależny od sterownika system monitorowania podstawowych parametrów roweru. Może on również w pewnym zakresie wpływać na pracę sterownika i dokładać do niego funkcje, których nie ma fabrycznie, np. wspomaganie pedałowania PAS lub zabezpieczenie termiczne przed przegrzaniem komponentów.

3.5.5. Czujniki temperatury

Jeżeli sterownik lub komputer pokładowy obsługuje monitoring temperatury, to często w różnych miejscach dokładamy czujniki temperatury.

Monitorujemy i zabezpieczamy przed przegrzaniem najczęściej:

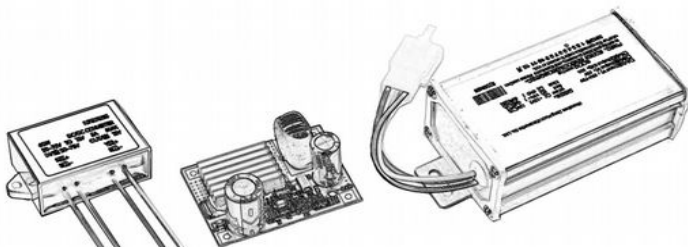
- silnik
- sterownik
- baterię



*Czujniki temperatury LM35 oraz
NTC10K*

3.5.6. Przetwornica obniżająca napięcie

Rower zasilany jest wyższym niż sprzęty codziennego użytku napięciem (np. 48 V). Najczęściej nic oprócz sterownika silnika nie może być podłączone bezpośrednio do baterii. Dlatego często montuje się dodatkowe przetwornice (DC/DC step-down), które obniżają napięcie baterii, np. do 12 V lub do 5 V.



Przetwornice zmieniające napięcie baterii do napięcia 12 V

Dzięki przetwornicy obniżającej napięcie możemy zasilić z tej samej co napęd baterii:

- oświetlenie roweru
- port USB do ładowania telefonu
- lokalizator GPS
- alarm
- itp.

3.5.7. Przełączniki, stacyjka

Aby móc włączyć i wyłączyć urządzenia w instalacji roweru, potrzebny będzie przełącznik lub stacyjka. Bez tego rower byłby cały czas w stanie gotowości do jazdy, pobierałby niepotrzebnie energię z baterii, a i osoby nieupoważnione mogłyby w każdej chwili skorzystać świadomie lub nieświadomie z napędu elektrycznego roweru. Niektóre rowery zamiast stacyjki / przełącznika mają włącznik we wyświetlaczu na kierownicy - włączając wyświetlacz zasilamy również całą instalację roweru.



Przyciski, stacyjka do e-bike

4. Jaki wybrać rower? Na co zwrócić uwagę?

Rower elektryczny należy rozpatrywać w innych kategoriach niż zwykły rower. Głównie ze względu na to, że można na nim osiągać większe prędkości i przebyć dystanse oraz przez to, że ma większą masę. Dla kogoś, kto nigdy nie jeździł na rowerze elektrycznym ciężko sobie wyobrazić, jaki to ma wpływ na codzienną eksploatację. Postanowiłem dlatego przybliżyć poszczególne wady i zalety w różnych aspektach roweru elektrycznego.

Ciężko jest zrobić idealny rower elektryczny, który będzie dobry dla każdego i na każdy teren. Stworzenie własnego pojazdu to pójście na wiele kompromisów. To my decydujemy o tym jaki on będzie i musimy sobie odpowiedzieć na wiele pytań. Często dochodzimy też do wniosku, że przydałoby się mieć kilka rowerów, każdy do innego zastosowania.

Już na samym wstępie tego rozdziału mogę wymienić kilka istotnych faktów.

- To, jaką rower elektryczny ma ramę i ewentualnie amortyzację oraz ile e-bike waży, wpływa głównie na to, po jakiego rodzaju nawierzchniach dróg możemy przemieszczać się komfortowo danym rowerem.
- Na to, czy rower elektryczny będzie się nadawał do jazdy również po górach, czy tylko po równinach, wpływ ma przede wszystkim rodzaj napędu roweru.
- To, czy będziemy mogli łatwo wnieść rower na 4 piętro w bloku, po schodach, zależy od masy pojazdu.

Jeżeli będziemy chcieli mieć możliwość posiadania wypinanej / wymiennej baterii, to należy wziąć to pod uwagę na samym początku.

Po kolei postaram się przeprowadzić Ciebie przez najważniejsze aspekty przy wyborze własnego roweru.

Na kolejnych trzech stronach przygotowałem prosty formularz, który ułatwi Ci zapamiętanie podjętych wyborów. Ten formularz pokaże Ci również na co powinieneś zwrócić szczególną uwagę, czytając kolejne strony tego poradnika.

4.1. Formularz, który pomoże Ci podsumować, jaki rower będzie dla Ciebie najlepszy

Polecam wydrukować te trzy strony i z biegiem poznawania kolejnych rozdziałów poradnika zaznaczać odpowiednie pozycje.

Rower elektryczny, który chciałbyś zbudować powinien spełniać następujące założenia:

1. Typ roweru:

- rower elektryczny miejski „damka” lub „składak” z przednią amortyzacją lub bez
- rower elektryczny trekkingowy z przednią amortyzacją
- rower elektryczny MTB XC lub FAT-BIKE (grube opony) z przednią amortyzacją
- rower elektryczny MTB XC z przednią i tylną amortyzacją
- wzmocniony rower MTB Enduro z amortyzacją o dużym skoku z przodu i z tyłu
- inny

2. Rodzaj napędu:

- silnik w tylnym kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru
- silnik w przednim kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru
- napęd centralny - zintegrowany w jednej obudowie silnik i sterownik silnika montowany w okolicy korby roweru

3. Jeżeli silnik w piaście koła, to:

- bezprzekładniowy
- przekładniowy

4. Jeżeli silnik w piaście koła, to rodzaj sterownika:

- blokowy
- sinusoidalny
- wektorowy

5. Jeżeli silnik w piaście koła, to sterownik zamontowany:

- wewnątrz skrzynki z elektroniką i baterią
- poza skrzynką z elektroniką i baterią

6. Jeżeli silnik w piaście koła, to jego maksymalny moment obrotowy na poziomie:

- 30 Nm
- 60 Nm
- 80 Nm
- 100 Nm

7. Jeżeli napęd centralny, to jego maksymalny moment obrotowy na poziomie:

- 80 Nm
- 120 Nm
- 160 Nm
- 200 Nm

8. Sposób załączania napędu:

- manetka gazu
- czujnik kadencji - popularnie nazywany czujnikiem PAS
- czujnik nacisku na pedały (suport tensometryczny)

9. Moc nominalna (ciągła) / maksymalna (chwilowa) sterownika i silnika:

- 250 W / 500 W (prąd sterownika 5 A / 10 A)
- 500 W / 1000 W (prąd sterownika 10 A / 20 A)
- 1000 W / 2000 W (prąd sterownika 20 A / 40 A)
- 1500 W / 3000 W (prąd sterownika 30 A / 60 A)

10. Prędkość maksymalna roweru po płaskim terenie i bez wiatru (także bez pedalowania):

- 25 - 30 km/h
- 30 - 40 km/h
- 40 - 50 km/h

11. Zasięg maksymalny po płaskim terenie, bez większego oporu wiatru, z lekkim wspomaganie elektrycznym, wymagającym pedalowania:

- do 50 km
- do 75 km
- do 100 km
- do 125 km lub więcej

12. Rodzaj baterii:

- gotowa – bidonowa
- gotowa – bagażnikowa
- wykonana „na wymiar”

13. Jeżeli bateria wykonana na wymiar, to pojemnik na baterię:

- zamówiony we firmie
- zrobiony samodzielnie
- sakwa / torba

14. Masa całkowita roweru po elektryfikacji:

- do 25
- do 35 kg
- masa nie ma dla mnie znaczenia

Komponenty wybrane do elektryfikacji roweru, spełniające powyższe założenia:

Rower: typ / model	
Silnik / Napęd: moc / model	
Sterownik silnika (tylko dla silnika HUB): moc/prąd/model	
Bateria: pojemność w Wh i potrzebna ilość ogniw	
BMS: prąd rozładowania / ładowania	
Złącza wysoko-prądowe do baterii (model / nośność prądowa):	
Inne:	

Notatki:

.....

.....

.....

.....

4.2. Który typ roweru elektrycznego i jaki napęd będzie dla Ciebie najlepszy?

Jak już się pewnie domyślasz, ja nie jestem w stanie powiedzieć Ci, który typ roweru, o jakiej masie, o jakiej mocy i o jakim zasięgu będzie dla Ciebie najlepszy. Jedno jest pewne: nie ma rowerów uniwersalnych i trzeba wybrać taki, który w największym stopniu i najczęściej będzie spełniał Twoje oczekiwania. No chyba, że od razu planujesz posiadanie kilku rowerów elektrycznych, do różnych zastosowań, to wtedy nie ma problemu.

Podpowiem Ci, jakie pytania powinieneś sobie zadać i podam przykładowy tok myślenia przy doborze przykładowego roweru.

Poniższe pytania ustawiłem w kolejności od tych najbardziej istotnych do tych mniej ważnych.

1. Mam już zwykły rower, który chcę przerobić na elektryczny, czy będzie dobry?

Czasami ludzie kurczowo trzymają się rowerów, które posiadają i to je chcą zelektryfikować. Często okazuje się, że to i owo nie pasuje i mogłoby być lepiej rozwiązane. Zachęcam do przeczytania podrozdziału (kilka stron dalej w tym poradniku) o ograniczeniach w rowerze, które utrudniają jego elektryfikację. Być może okaże się, że posiadany przez Ciebie rower lepiej będzie sprzedać (lub zostawić jako zwykły, nieelektryczny), a kupić inny rower, który lepiej nadaje się do elektryfikacji.

2. W jakim terenie i po jakiej nawierzchni będziesz najczęściej jeździł?

To fundamentalne pytanie, które w 80% determinuje to, jakim rowerem elektrycznym będziesz jeździł.

Weź pod uwagę fakt, że dzięki wspomaganiu elektrycznemu będziesz mógł zjechać dalej, dzięki czemu będziesz też mógł odwiedzać tereny i miejsca, do których normalnie nie pojechałbyś zwykłym rowerem. Również dzięki wspomaganiu mniejszy lub wręcz znikomy wpływ na jazdę ma, np. szerokość opon i opory toczenia.

Nie zmieni się jednak Twój charakter oraz nie znikną Twoje ograniczenia fizyczne. Przykładowo, osoba wieku emerytalnym, która najlepiej czuje się na rowerze miejskim typu „damka”, gdyż najłatwiej jej na taki rower wsiąść i z niego zsiąść, nie powinna wybierać nagle roweru trekkingowego czy MTB, tylko dlatego, że wejdzie do niego więcej baterii. Należy myśleć o swojej wygodzie, gdyż będziemy spędzać wiele kilometrów na siodełku, trzymając się za kierownicę. Od tego, jaki będzie to rower, zależy czy będzie nam wygodnie, czy będziemy się męczyć i jeździć w niekomfortowej dla siebie pozycji.

Na tym etapie weź też pod uwagę sprawy serwisowe. Przykładowo: rowery z pełną amortyzacją wymagają dużo większego nakładu serwisowego.

Zajrzyj do podrozdziału „Typy rowerów” (kilka stron dalej w tym poradniku), gdzie podpowiadam, jaki typ roweru i jaki rodzaj napędu najlepiej nadaje się do danego terenu i nawierzchni.

3. Gdzie będziesz przechowywał i ewentualnie jak będziesz przewoził rower?

Jeżeli będziesz przechowywał rower na wysokim piętrze, w bloku bez windy lub planujesz przewozić rower na dachu samochodu, to powinieneś bardzo rozważyć podchodzić do tematu masy roweru elektrycznego. Polecam na bieżąco szacować docelową masę roweru, który planujesz stworzyć. Zajrzyj do podrozdziału dotyczącego masy roweru elektrycznego (kilka stron dalej w tym poradniku). Podpowiadam tam, ile mogą ważyć rowery i jaką masę zalecam utrzymać.

4. Jakie zasięgi chcesz pokonywać rowerem na jednym ładowaniu?

Na razie się tylko zastanów i zapisz sobie tę informację. Później ją zweryfikujesz, gdy będziesz miał już więcej informacji o rowerze, który będziesz przerabiał i o baterii, jaką do niego włożysz.

Zajrzyj do podrozdziału dotyczącego zużycia energii przez rower elektryczny (kilka stron dalej w tym poradniku). Dowiesz się tam, jaką dużą baterię będziesz potrzebował, aby pokonać taki zasięg i czy możesz sobie na nią pozwolić pod względem masy i rozmiaru.

Być może okaże się, że potrzebujesz dwóch mniejszych, wymiennych baterii zamiast jednej dużej osadzonej na stałe.

Pamiętaj, że dystanse powyżej 100 km są już mocno męczące dla całego ciała rowerzysty (szczególnie tego jeszcze nie przyzwyczajonego do dłuższych dystansów), nawet pomimo tego, że rower wspomaga nas elektrycznie. Nie zmęczymy się w taki sam sposób, jak na zwykłym rowerze, może nie podniesiemy aż tak pulsu, ale różne części ciała (nadgarstki, szyja, kręgosłup) męczą się nadal. Trzeba być naprawdę wytrwałym rowerzystą, aby często robić dystanse powyżej 100 km na rowerze i trzeba wziąć też pod uwagę regularność takich wycieczek.

5. Jakiej mocy, prędkości maksymalnej i przyspieszenia oczekujesz?

Wiem, że na to pytanie niełatwo sobie odpowiedzieć, jeżeli wcześniej nigdy nie posiadało się lub nawet nie jechało na rowerze elektrycznym. Polecam na początek zajrzeć do podrozdziału poświęconemu mocy i prędkości maksymalnej w rowerach elektrycznych (kilka stron dalej w tym poradniku). Ważne, aby kierować się rozsądkiem i nie przesadzać z mocą i prędkością. Bardzo przydatne

będzie skorzystanie z przejażdżki na rowerze kogoś znajomego lub po prostu wypożyczenie od firm czy serwisów, które takie rowery mają w ofercie.

6. Czy potrafisz i chcesz często używać przerzutki oraz rozumiesz, w jaki sposób ona działa?

Odpowiadając przecząco na to pytanie, przekreślasz rozważania nad wyborem napędu centralnego. Napędy centralne wymagają częstego używania przerzutki i dobrego zrozumienia zasady jej działania. Często ludzie narzekają na napędy centralne, że są słabe i kiepskie, a okazuje się, że tak naprawdę przyczyną takiego rozumowania jest brak praktycznej umiejętności korzystania z przerzutki w rowerze. Umiejętne korzystanie ze zmiany przerzutki może ułatwić nam pokonanie trudniejszego wzniesienia, ruszanie z miejsca, a także uratować cały napęd przed awarią.

7. Jakiego rodzaju wspomagania oczekujesz? Manetka, wspomaganie pedałowania oparte na obrocie korbą i/lub czujnik nacisku na pedały?

Warto zadać sobie to pytanie przed zakupem komponentów, gdyż nie wszystkie napędy są kompatybilne ze wszystkimi rodzajami wspomagania. Zajrzyj do podpunktu, w którym szczegółowo opisuję zasadę działania poszczególnych rodzajów wspomagania (dalej w tym poradniku).

Przykładowe założenia i tok rozumowania przed wyborem i elektryfikacją roweru (poniższe liczby podane są szacunkowo i mogą się nieznacznie różnić w zależności od zakupionych komponentów i pozostałych czynników):

Przykład 1:

Założenia:

- przeznaczenie: rower rekreacyjny, do turystyki, z lekkim zacięciem terenowym
- teren: głównie równiny po asfalcie i ścieżkach leśnych, ale na wyjazdach urlopowych często również bezdroża górskie po szlakach pieszo - rowerowych
- styl jazdy: głównie spokojna, turystyczna jazda ze wspomaganiem pedałowania z czego wkład rowerzysty w pedałowanie na niskim poziomie energetycznym
- zasięg maksymalny ok. 100 km, przy dużej ilości pedałowania i prędkości do 30 km/h
- masa: jak najmniejsza, najlepiej poniżej 30 kg, rower przewożony na bagażniku na haku samochodu i czasami wnoszony na 2 piętro w bloku
- wspomaganie: manetka gazu + wspomaganie pedałowania PAS (czujnik

nacisku na pedały nie jest koniecznością)

- prędkość maks. 40 - 50 km/h
- serwis: możliwość naprawy większości we własnym zakresie
- fundusze: cały projekt (rower + elektryfikacja) powinien się zamknąć poniżej 9000 zł

Co możemy stwierdzić, mając takie założenia:

- przeznaczenie „z zacięciem terenowym” i teren typu ścieżki leśne i bezdroża górskie sugerują, że rower powinien posiadać pełną amortyzację (z przodu i z tyłu). Dobrze byłoby, gdyby mógł być zastosowany napęd mid-drive, gdyż taki najbardziej nadaje się w ciężki teren. Nie wykluczam jednak napędu w piaście tylnego koła, gdyż wypadki w teren nie są codziennością. Jeżeli miałby to być napęd w piaście tylnego koła, to wybrałbym nawój wolniejszy o większym momencie obrotowym lub lekki, mocny (powyżej 500 W) silnik przekładniowy.
- jako, że ma to być rower również do cięższego terenu dobrze byłoby, aby moc pojazdu była przynajmniej 1000 W. Styl jazdy nie wykazuje dużego zapotrzebowania na moc. Dobrze, aby rower mieścił się w przedziale mocy maksymalnej: 1000 W – 2500 W.
- fakt możliwości własnego serwisu sugeruje, że można stosować napęd mid-drive, gdyż one wymagają większego nakładu serwisowego. Również potwierdza to fakt możliwości zastosowania roweru z pełną amortyzacją, która również jest bardziej wymagająca pod względem serwisu.
- zasięg maksymalny ok. 100 km przy dużej ilości pedałowania i prędkości do 30 km/h wskazuje na zużycie energii na poziomie 8 – 12 Wh/km. Znaczy to, że powinniśmy mieć baterię o pojemności ok. 800 – 1200 Wh, która będzie składać się z ok. 100 ogniw i ważyć ok. 5 kg. To już dosyć spora bateria, więc nie będzie w postaci „bidonu” czy „bagażnika”. Będzie ona raczej umieszczona na stałe w specjalnie dla niej przygotowanej skrzynce elektronicznej.
- masa poniżej 30 kg to kolejny sygnał, że powinien być napęd mid-drive, gdyż na takich napędach pojazdy wychodzą lżejsze

W skrócie o masie roweru:

- rower z pełną amortyzacją 15 kg
- napęd mid-drive 6 kg
- bateria 5 kg
- inne komponenty potrzebne do elektryfikacji (pojemnik na baterię, osprzęt, kable) 3 kg

Razem robi się ok. 29 kg, czyli mieścimy się w okolicach zakładanych 30 kg.

- wspomaganie na manetce gazu to nie problem. Aby mieć wspomaganie pedałowania PAS przy silniku w piaście koła, trzeba się wyposażyć w odpowiedni sterownik lub dołożyć dodatkową elektronikę, która to umożliwi, np. komputer MPeV6 (od <https://ebikecomputer.com>). Napędy mid-drive zazwyczaj mają wspomaganie pedałowania PAS w standardzie.
- prędkość maksymalna 40 - 50 km/h sugeruje, że wystarczy nam pakiet o napięciu nominalnym 48 V
- 9000 zł to średni budżet, z którego już na pewno zrobimy sensowny rower elektryczny. Przy tej kwocie możemy pozwolić sobie na nowe, nieużywane komponenty elektryczne, takie jak silnik, sterownik, BMS, ale nie możemy przesadzić z wydatkiem na sam rower. Bateria najprawdopodobniej będzie musiała być z ogniw pochodzących z rozpakietowania. Sam rower powinien kosztować maks. 3500 zł.

Przykładowa konfiguracja roweru elektrycznego spełniająca przyjęte założenia:

- rower MTB z pełną amortyzacją, kupiony jako używany / cena 3500 zł / 15 kg
- napęd mid-drive Bafang BBSHD 1500W / cena 2700 zł / 6 kg
- bateria i BMS 48 V 13S8P zbudowana z ogniw pochodzących z rozpakietowania 1500 zł / 5 kg
- ładowarka 48 V / 3,5 A / 200 zł
- pozostałe komponenty: do 1000 zł / 3 kg
- razem ok. 8900 zł / 29 kg

Przykład 2:

Założenia:

- przeznaczenie: rower rekreacyjny, do wycieczek wokół miasta i na dojazdy do pracy
- teren: głównie tereny zabudowane, ścieżki rowerowe
- styl jazdy: głównie spokojna, turystyczna jazda ze wspomaganiem pedałowania, z czego wkład rowerzysty w pedałowanie na niskim poziomie energetycznym
- zasięg maksymalny ok. 60 km przy dużej ilości pedałowania i prędkości do 30 km/h
- masa: możliwie mała, ale bez szczególnego nacisku na masę, rower trzymany w piwnicy bloku
- bateria: wypinana, w piwnicy nie ma prądu, będzie ładowana w domu

- wspomaganie: manetka gazu + wspomaganie pedałowania PAS
- prędkość maks. 40 - 50 km/h
- serwis: brak czasu, rower powinien być jak najbardziej niezawodny i wymagać minimalnego serwisu
- fundusze: cały projekt (rower + elektryfikacja) powinien się zamknąć poniżej 5000 zł

Co możemy stwierdzić mając takie założenia:

- przeznaczenie i teren wskazuje na to że wystarczy, aby był to rower miejski lub trekkingowy. Taki rower można kupić używany w bardzo dobrym stanie już za 1500 zł, ważyć będzie ok. 13 kg.
- styl jazdy nie wykazuje większego zapotrzebowania na moc. Wystarczy, że rower będzie w przedziale mocy: 250 W – 1500 W.
- oczekiwany nieduży zasięg maksymalny oraz chęć posiadania baterii wypinanej wskazuje na to, aby bateria była typu bidonowego lub bagażnikowego, z możliwością odczepienia jej od podstawy i zabrania do mieszkania do naładowania. Zasięg maksymalny ok. 60 km przy dużej ilości pedałowania i prędkości do 30 km/h wskazuje na zużycie energii na poziomie 8 – 12 Wh/km co znaczy, że powinniśmy mieć baterię o pojemności ok. 480 – 720 Wh, która będzie składać się z ok. 65 ogniw i ważyć ok. 3,5 kg.
- chęć posiadania możliwie bezobsługowego roweru wskazuje na zastosowanie silnika bezprzekładniowego w tylnej piaście koła
- nieduże zapotrzebowanie na moc, chęć posiadania wspomaganie pedałowania PAS i nieduży budżet wskazuje na zastosowanie popularnego i taniego sterownika z serii KT Sinus
- prędkość maksymalna 40 - 50 km/h sugeruje, że wystarczy nam pakiet o napięciu nominalnym 48 V
- 5000 zł to nieduży budżet, ale wymagania również nie są wygórowane. Przy tej kwocie możemy pozwolić sobie na nowe, nieużywane komponenty elektryczne, takie jak silnik, sterownik, BMS, ale nie możemy przesadzić zbyt z wydatkiem na sam rower, a bateria najprawdopodobniej będzie musiała być z ogniw pochodzących z rozpakietowania. Sam rower powinien kosztować maks. 1500 zł.

Przykładowa konfiguracja roweru elektrycznego spełniająca przyjęte założenia:

- rower miejski lub trekkingowy, kupiony jako używany / cena ok. 1500 zł / masa ok. 13 kg
- napęd: Silnik Mxus XF40-30H 10x6 + KT Sinus 30 A / cena ok. 1000 zł / masa ok. 7 kg
- bateria bidonowa i BMS 48 V 13S5P zbudowana z ogniw pochodzących z rozpakietowania / ok. 1000 zł / ok. 3,5 kg
- ładowarka 48 V / 2 A / 150 zł
- pozostałe komponenty: do 500 zł / ok. 2 kg

Razem ok. 4150 zł / 25,5 kg

Pewnie jeszcze masz wiele pytań, na które nie znasz odpowiedzi. Pewnie nie wiesz też, skąd wziąłem pojemność baterii w Wh. Nie przejmuj się, wrócisz jeszcze raz do tych przykładów, jak już przebrniesz przez większość tematów, poruszonych w tym poradniku. Wtedy lepiej i łatwiej będzie Ci je zrozumieć.

4.3. Typy rowerów / Podział ze względu na rodzaj ramy

Najczęściej spotykane typy rowerów wśród przerabianych na elektryczne (podział ze względu na rodzaj ramy).

1. Rower elektryczny miejski „damka” lub „składak” z przednią amortyzacją lub bez amortyzacji



2. Rower elektryczny trekkingowy z przednią amortyzacją



3. Rower elektryczny MTB XC lub FAT-BIKE z przednią amortyzacją



4. Rower elektryczny MTB XC z przednią i tylną amortyzacją



5. Wzmocniony rower MTB Enduro z amortyzacją o dużym skoku z przodu i z tyłu



4.3.1. Rodzaj nawierzchni, do których się najlepiej nadają

1. Rower elektryczny miejski „damka” lub „składak” z przednią amortyzacją lub bez

- bardzo dobry na: miasto, drogi asfaltowe, gruntowe i utwardzane ścieżki rowerowe
- kiepski na: ścieżki leśne
- nie nadaje się na: wyboiste bezdroża i szlaki górskie

2. Rower elektryczny trekkingowy z przednią amortyzacją

- bardzo dobry na: miasto, drogi asfaltowe, gruntowe i utwardzane ścieżki rowerowe
- średni na: ścieżki leśne
- słaby na: wyboiste bezdroża i szlaki górskie

3. Rower elektryczny MTB lub FAT-BIKE z przednią amortyzacją

- bardzo dobry na: miasto, drogi asfaltowe, gruntowe i utwardzane ścieżki rowerowe
- dobry na: ścieżki leśne
- słaby na: wyboiste bezdroża i szlaki górskie

4. Rower elektryczny MTB XC z przednią i tylną amortyzacją

- bardzo dobry na: miasto, drogi asfaltowe, gruntowe i utwardzane ścieżki rowerowe
- bardzo dobry na: ścieżki leśne
- dobry na: wyboiste bezdroża i szlaki górskie

5. Wzmocniony rower MTB/Enduro z amortyzacją o dużym skoku z przodu i z tyłu

- dobry na: miasto, drogi asfaltowe, gruntowe i utwardzane ścieżki rowerowe
- bardzo dobry na: ścieżki leśne
- bardzo dobry na: wyboiste bezdroża i szlaki górskie

Warto tutaj zauważyć, że powyższe zestawienie dotyczy rowerów elektrycznych. Gdyby tak nie było, to rowery MTB / Enduro oraz FAT BIKE nie byłyby ocenione jako bardzo dobre na miasto czy drogi asfaltowe i utwardzane. Takie rowery z racji dużych, ciężkich i szerokich opon stawiają duże opory podczas jazdy. Dzięki temu, że mamy napęd i wspomaganie elektryczne te opory nadal istnieją, ale są praktycznie nieodczuwalne przez rowerzystę. Będą natomiast generowały większe zużycie energii przez napęd elektryczny.

Czy skoro wzmocniony rower MTB / Enduro z amortyzacją o dużym skoku z przodu i z tyłu jest bardzo dobry na każdy teren, czy to znaczy, że jest on dobry dla każdego? Oczywiście nie. Warto dlatego przejść do zalet i wad poszczególnych typów rowerów elektrycznych.

4.3.2. Wady i zalety

1. Rower elektryczny miejski „damka” lub „składak” z przednią amortyzacją lub bez

Zalety:

- tani w zakupie i eksploatacji
- wygodna pozycja na krótkie, miejskie dystanse
- łatwe wsiadanie i zsiadanie, również dla osób z ograniczeniami ruchowymi
- często bagażnik / koszyk do przewozu różnych towarów
- najczęściej w standardzie przystosowany do jazdy również po mokrej nawierzchni (pełnowymiarowe błotniki)

Wady:

- dobry tylko do miasta, na drogi asfaltowe i utwardzane
- może być niewygodny na długie dystanse
- mało miejsca na baterię i elektronikę
- wiotka rama, potrafi falować na boki przy większych prędkościach z baterią na bagażniku
- najczęściej brak amortyzacji lub amortyzacja kiepskiej jakości
- przy wyższych prędkościach (>25 km/h) mocno czuć nierówności na drogach ze względu na cienkie opony i słabą amortyzację
- dobry tylko do niskich mocy maksymalnych (<1000 W)

2. Rower elektryczny trekkingowy z przednią amortyzacją

Zalety:

- tani w zakupie i eksploatacji
- dużo miejsca na baterię i elektronikę
- odpowiedni również na długie dystanse po utwardzonej nawierzchni
- często bagażnik / koszyk do przewozu różnych towarów
- najczęściej w standardzie przystosowany do jazdy również po mokrej nawierzchni (pełnowymiarowe błotniki)
- możliwość zastosowania napędu o średniej mocy maksymalnej (<2000 W)

Wady:

- dobry tylko do miasta, na drogi asfaltowe i utwardzane
- przy wyższych prędkościach (>25 km/h) mocno czuć nierówności na drogach ze względu na cienkie opony i słabą amortyzację

3. Rower elektryczny MTB lub FAT-BIKE z przednią amortyzacją**Zalety:**

- najlepszy stosunek ceny do możliwości elektryfikacji i sposobu eksploatacji
- dużo miejsca na baterię i elektronikę
- odpowiedni również na długie dystanse po utwardzonej nawierzchni oraz ścieżkach leśnych
- wytrzymała i sztywna rama
- często przednia amortyzacja jest średniego lub wysokiego standardu, co pozwala już na w miarę komfortową jazdę
- możliwość założenia grubszych niż w rowerze trekkingowym opon, co poprawia komfort jazdy i pozwala na zjechanie z drogi utwardzonej
- możliwość zastosowania napędu o średniej lub dużej mocy maksymalnej (do 3000 W)

Wady:

- nie nadaje się w ciężki teren, kamieniste i korzeniste ścieżki
- przy wysokich prędkościach (>40 km/h) mocno czuć nierówności na drogach
- utrudniona eksploatacja na mokrych nawierzchniach, brak błotników lub błotniki psują wygląd roweru (w moim odczuciu), a z racji na swój niepełny wymiar nie są tak skuteczne, jak te w rowerach trekkingowych

4. Rower elektryczny MTB XC z przednią i tylną amortyzacją**Zalety:**

- komfortowy na większości rodzajów nawierzchni
- można na nim wygodnie podróżować nawet z większymi prędkościami
- doskonale nadaje się na długie dystanse w suche dni

Wady:

- wysoka cena zakupu
- wysoki koszt eksploatacji ze względu na serwis amortyzacji i zawieszenia
- zawieszenie i amortyzacja wymaga częstego serwisu
- przy dodatkowej masie elektryfikacji zawieszenie ulega szybszemu zużyciu

- najczęściej mało miejsca na baterię i elektronikę
- nieco cięższy niż rowery tylko z przednią amortyzacją
- utrudniona eksploatacja na mokrych nawierzchniach, brak błotników lub błotniki psują wygląd roweru (w moim odczuciu), a z racji na swój niepełny wymiar nie są tak skuteczne, jak te w rowerach trekkingowych

5. Wzmocniony rower MTB / Enduro z amortyzacją o dużym skoku z przodu i z tyłu

Zalety

- komfortowy na większości rodzajów nawierzchni
- można na nim wygodnie podróżować nawet z większymi prędkościami
- nadaje się także w najcięższy teren, kamieniste i korzeniste ścieżki dzięki wysoko zawieszonemu suportowi i specjalnej geometrii ramy

Wady:

- bardzo wysoka cena zakupu
- wysoki koszt eksploatacji ze względu na serwis amortyzacji i zawieszenia
- zawieszenie i amortyzacja wymaga częstego serwisu
- przy dodatkowej masie elektryfikacji zawieszenie ulega szybszemu zużyciu
- najczęściej mało miejsca na baterię i elektronikę
- dużo cięższy niż rowery tylko z przednią amortyzacją
- utrudniona eksploatacja na mokrych nawierzchniach, brak błotników lub błotniki psują wygląd roweru (w moim odczuciu), a z racji na swój niepełny wymiar nie są tak skuteczne, jak te w rowerach trekkingowych
- suport wysoko zawieszony, specjalna geometria ramy, co poprawia właściwości terenowe, ale powoduje gorszą pozycję rowerzysty na długie dystanse po drogach utwardzonych i jazdę w warunkach miejskich

Jak widać z powyższego zestawienia, razem z komfortem jazdy po nierównościach wzrastają koszty zakupowe i eksploatacyjne, a pogarszają się możliwości eksploatacji roweru w codziennych, miejskich, również mokrych warunkach. Również nie dla każdego odpowiedni będzie rower z wysoko umieszczoną rurą ramy czy wysoko zawieszonym suportem.

4.4. Rodzaje napędów do rowerów elektrycznych

Podział ze względu na upozycjonowanie w ramie roweru

Napędem roweru elektrycznego nazywał będę silnik + sterownik silnika. Do napędu wystarczy podłączyć baterię i np. manetkę gazu, aby rower mógł ruszyć z miejsca.

Najczęściej spotykanymi napędami do rowerów elektrycznych są:

1. Silnik w tylnym kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru



2. Silnik w przednim kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru



3. Napęd centralny - zintegrowany w jednej obudowie silnik i sterownik silnika montowany w okolicy korby roweru



4.4.1. Rodzaj nawierzchni, do których najlepiej nadają się dane napędy

Upozycjonowanie napędu w ramie roweru ma duży wpływ na to, jak rower pokonuje nierówności. Napędy w danej kategorii różnią się również mocą, a co za tym idzie masą - mocniejsze będą cięższe. Im większa masa napędu, tym większa masa roweru, co przekłada się na gorsze pokonywanie nierówności. Ma to szczególnie duże znaczenie, gdy silnik umieszczony jest w piaście koła.

Silniki umieszczone w piaście koła znacznie pogarszają zdolność roweru do pokonywania nierówności. Bardzo mocno powiększają masę nieamortyzowaną roweru. Koła z silnikami mają dużą tendencję do podskakiwania na nierównościach i uszkodzenia dętki o obręcz.

Napędy centralne z uwagi na to, że nie są umieszczone w kołach, nie zwiększają masy nieamortyzowanej przez zawieszenie roweru. Dzięki temu takie napędy nie pogarszają tak drastycznie właściwości terenowych rowerów.

Poniżej generalne zestawienie rodzaju nawierzchni, do której dany napęd nadaje się lub nie. Należy przy tym pamiętać, że im cięższy napęd, tym zdolność do pokonywania nierówności pogarsza się.

1. Silnik w tylnym kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru

- bardzo dobry na: miasto, drogi asfaltowe, gruntowe i utwardzane ścieżki rowerowe
- dobry na: ścieżki leśne
- kiepski na: wyboiste bezdroża i szlaki górskie

2. Silnik w przednim kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru

- bardzo dobry na: miasto, drogi asfaltowe, gruntowe i utwardzane ścieżki rowerowe
- średni: ścieżki leśne
- kiepski na: wyboiste bezdroża i szlaki górskie

3. Napęd centralny - zintegrowany w jednej obudowie silnik i sterownik silnika montowany w okolicy korby roweru

- dobry na: miasto, drogi asfaltowe, gruntowe i utwardzane ścieżki rowerowe
- dobry na: ścieżki leśne
- bardzo dobry na: wyboiste bezdroża i szlaki górskie

4.4.2. Ukształtowanie terenu, do którego nadają się najlepiej

W tej kategorii bardzo trudno podzielić napędy patrząc tylko na umieszczenie napędu w ramie. Musimy również spojrzeć na moc napędu. Odwrócę tutaj sytuację i nie będę przypisywał terenu do napędu, a przypiszę napęd i jego moc do terenu.

Poniżej dopasuję do danego ukształtowania terenu napęd o mocy minimalnej jaką powinien mieć, aby sobie w danym terenie poradził bez przegrzewania się.

1. Niziny i wyżyny po asfalcie i drogach równych utwardzonych

- min. 250 W: silnik w tylnym kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru
- min. 250 W: silnik w przednim kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru
- min. 250 W: napęd centralny

2. Niziny i wyżyny po ścieżkach leśnych, piaszczystych i nierównych

- min. 500 W: silnik w tylnym kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru
- min. 500 W: silnik w przednim kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru
- min. 250 W: napęd centralny

3. Góry po asfalcie i drogach równych utwardzonych

- min. 2000 W: silnik w tylnym kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru
- min. 250 W: napęd centralny. Należy jednak zwrócić uwagę, że przełożenie z silnika na koło musi być duże. Współczynnik przełożenia uzyskany poprzez podzielenie ilości zębów z przedniej zębatki przez ilość zębów z największej tylnej zębatki musi być mniejszy niż 1, a najlepiej w okolicy 0,7 (np. $36/52=0,69$)
- silnik w przednim kole słabo nadaje się na takie tereny ze względu na to, że przy wyższych mocach łatwo o uślizg przedniego koła

4. Góry po ścieżkach leśnych, piaszczystych i nierównych

- min 3000 W: silnik w tylnym kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru
- min. 250 W: napęd centralny. Należy jednak zwrócić uwagę, że przełożenie z silnika na koło musi być duże. Współczynnik przełożenia uzyskany poprzez podzielenie ilości zębów z przedniej zębatki przez ilość zębów z największej

tylnej zębatki musi być mniejszy niż 1, a najlepiej w okolicy 0,7 (np. $36/52=0,69$)

- silnik w przednim kole słabo nadaje się na takie tereny ze względu na to, że przy wyższych mocach łatwo o uślizg przedniego koła

Zapewne od razu rzucił Ci się w oczy fakt, że w każdym terenie przy napędzie centralnym wystarczy tylko 250 W mocy, aby dało się nim jeździć. Dlaczego tak jest? Otóż przy napędzie centralnym dochodzi możliwość zmiany przełożenia na tylnej przerzutce. To co wciąga rower pod górkę to nie moc napędu, a moment obrotowy, który taki napęd generuje przy danej mocy. Zwiększając przełożenie, zwiększamy również moment obrotowy na kole napędowym (kosztem prędkości maksymalnej). Dzięki temu nawet „słaby” napęd może zdziałać dużo w nawet najcięższym terenie. Stąd nie bez przyczyny w fabrycznych terenowych rowerach montuje się właśnie napędy centralne. Należy jednak zwrócić uwagę, że w terenie górzystym, przy napędzie centralnym, przełożenie z silnika na koło musi być duże. Współczynnik przełożenia uzyskany poprzez podzielenie ilości zębów z przedniej zębatki przez ilość zębów z największej tylnej zębatki musi być mniejszy niż 1, a najlepiej w okolicy 0,7 (np. $36/52=0,69$)

Silniki montowane w piaście koła wymagają większej mocy nominalnej, aby nie przegrzały się w cięższym terenie. Im wolniej kręci się taki silnik, tym ma mniejszą sprawność. Oznacza to, że przy tym samym poborze energii z akumulatora mniej tej energii zamienia na siłę napędową, a więcej na ciepło i grzanie samego siebie. Wraz ze wzrostem mocy silnika, rosną też jego gabaryty i masa własna. Im cięższy silnik, tym mniej nadaje się do jazdy po nierównościach.

4.4.3. Wady i zalety poszczególnych rozwiązań napędów

1. Silnik w tylnym kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru

Zalety:

- duża dostępność różnych modeli pod względem wielkości, mocy, prędkości itp.
- możliwość doboru wielu różnych sterowników silnika w zależności od potrzeb
- silniki Direct Drive (bezprzekładniowe) są prawie bezgłośne podczas pracy
- silniki Direct Drive (bezprzekładniowe) mają możliwość hamowania regeneracyjnego
- silniki Direct Drive (bezprzekładniowe) są niezawodne, prawie bezobsługowe, nie wymagają wiele serwisu
- nie ma znaczenia na jakiej jedziemy przerzutce, aby osiągnąć maksymalną prędkość

- nie ma potrzeby częstej zmiany przerzutek (zwłaszcza w rowerach z manetką gazu)
- potrafią generować bardzo duże przyspieszenie (silniki większej mocy)
- łatwo monitorować ich temperaturę i zadbać, aby się nie „spaliły” od przeciążenia

Wady:

- są ciężkie i zwiększają mocno masę nieamortyzowaną, co bardzo pogarsza zdolność do pokonywania nierówności
- mają tendencję do doprowadzania koła do podskakiwania na nierównościach
- zwiększona masa koła, zwiększa szansę na przebicie / uszkodzenie dętki
- wymagają zastosowania wzmocnionych szprych i obręczy kół na 36 szprych
- zwiększona masa koła przyspiesza zużycie zawieszenia i amortyzacji
- w ciężkim terenie mają dużą tendencję do przegrzewania się
- mocne silniki mają dużą szerokość montażową (>135mm), co utrudnia montaż w ramie roweru
- duże silniki rzucają się w oczy i psują „rowerowy” wygląd
- ewentualna zmiana dętki, opony, tarczy hamulcowej, ewentualnie wolnobiegu jest utrudniona ze względu na to, że po osi od silnika wychodzi przewód, który najczęściej nie ma żadnego złącza i biegnie po ramie roweru, aż do skrzynki z elektroniką
- wymagają dorabiania dodatkowych blokad obrotu silnika, aby zapewnić poprawny montaż i nie uszkodzić ramy roweru
- często trzeba rozpiłować oryginalne haki mocujące koło, aby zamontować silnik, co utrudnia powrót do montażu zwykłego koła rowerowego, bez silnika
- przy stosowaniu hamowania regeneracyjnego potrafią odkręcać się samoistnie i doprowadzić do usterki
- wymagają zewnętrznego sterownika, który potrzebuje miejsca, którego często nam brakuje
- przy większych silnikach mamy możliwość stosowania tylko wolnobiegu (nie kasety) i to często tylko wolnobiegu maks. 5rz-7rz. Co zmusza nas do zastosowania manetek i przerzutek gorszej klasy
- silniki przekładniowe wymagają serwisu i nie są tak bezawaryjne, jak silniki Direct Drive (bezprzekładniowe)
- silniki przekładniowe wydają charakterystyczny dźwięk podczas pracy
- w rowerach z tylną przerzutką wewnątrz piasty wymagają zmiany na klasyczną przerzutkę

- silniki większej mocy wymagają stosowania dużych baterii
- najczęściej nie nadają się do montażu w ramach roweru z przelotową osią koła (większość nowych konstrukcji MTB)

2. Silnik w przednim kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru

Zalety:

- w rowerach z baterią na bagażniku można uzyskać lepsze rozłożenie masy (pod warunkiem, że nie jest to bateria wielkogabarytowa o masie przekraczającej 4 kg)
- możliwość montażu w rowerach z przerzutką wewnątrz piasty tylnego koła
- nie ma znaczenia na jakiej jedziemy przerzutce, aby osiągnąć maksymalną prędkość
- pozostawiają rowerowy wygląd
- dzięki temu, że są małej mocy można zastosować niewielką baterię

Wady:

- nadają się tylko do małych mocy maksymalnej napędu (<1000 W, najczęściej maks. 500 W)
- najczęściej są to silniki przekładniowe, które wydają charakterystyczny dźwięk podczas pracy
- potrafią doprowadzić do uślizgu przedniego koła, co może doprowadzić do wywrotki
- zwiększają masę nieamortyzowaną przedniego koła, co pogarsza zdolność do pokonywania nierówności
- mocno przyspieszają zużycie przedniego amortyzatora
- wymagają zastosowania wzmocnionych szprych i obręczy kół na 36 szprych
- najczęściej nie mają możliwości hamowania regeneracyjnego
- najczęściej nie nadają się do montażu w ramach roweru z przelotową osią koła (większość nowych konstrukcji MTB)

3. Napęd centralny - zintegrowany w jednej obudowie silnik i sterownik silnika montowany w okolicy korby roweru

Zalety:

- dobrze rozłożona masa napędu (centralnie pomiędzy kołami)
- nie zwiększa masy nieamortyzowanej
- nie pogarsza właściwości trakcyjnych roweru

- również przy małej mocy napędu można uzyskać wysoki moment obrotowy na kole (czyli to, co wciąga nas pod górę i pcha do przodu)
- dzięki relatywnie małej mocy pozwala na zastosowanie niewielkiej baterii
- jest zarówno szybki na prostej, jak i mocny pod górkę przez to, że można zmieniać przełożenie na przerzutce
- niska masa napędu, pozwala na zbudowanie roweru o niskiej masie (często cały rower <25 kg)
- zajmuje mało miejsca w ramie roweru
- nie potrzebuje zewnętrznego sterownika
- bardzo dobrze radzi sobie w trudnym terenie
- prosty w montażu
- pozwala na bezproblemową obsługę kół (np. wymiana dętki)
- nie potrzeba stosować wzmocnionych obręczy i szprych
- występują również z czujnikiem nacisku na pedały co bardzo poprawia komfort i pozytywne odczucia z jazdy
- jako jedyny rodzaj napędu pozwala na zbudowanie roweru MTB / Enduro, którym można jeszcze sensownie poskakać w bikeparku

Wady:

- przyspiesza zużycie łańcucha i zębatek na kasecie / wolnobiegu
- przyspiesza zużycie łożysk tylnego zawieszenia (o ile występuje w rowerze)
- najczęściej bardzo pogarsza linię łańcucha, co prowadzi do jeszcze szybszego jego zużycia
- wymaga stosowania łańcucha dedykowanego do e-bike
- wymaga bardzo częstego przełączania przerzutki
- wymaga dobrej umiejętności i zrozumienia używania przerzutki
- wymaga częstszego niż silnik hub serwisowania ze względu na wiele ruchomych części i mechanicznych połączeń
- maksymalna prędkość pojazdu zależy w dużym stopniu od aktualnego przełożenia na przerzutce
- nie każdy napęd centralny da się założyć do każdej ramy, ze względu na różne rodzaje muf suportu stosowane w ramach
- nie każdy napęd centralny da się założyć do każdej ramy, ze względu na mało miejsca przewidziane na zębatkę i silnik w miejscu korby, przy suporcie, w niektórych ramach
- wydaje charakterystyczny, często mocno słyszalny dźwięk podczas pracy

- często obniża prześwit pod mufą suportu, można zahaczyć silnikiem o przeszkodę
- rzadko występują silniki dużej mocy, pozwalające generować duże przyspieszenie i prędkości

4.4.4. Poziom skomplikowania przy przerabianiu roweru na napęd w kole vs. na napęd centralny

Bardzo ogólnie mówiąc: łatwiej i szybciej będzie przerobić rower elektryczny w oparciu o napęd centralny. Najczęściej wystarczy tylko zamienić zwykłe korby na napęd centralny, dołożyć baterię i ewentualnie wyświetlacz na kierownicę. Napęd centralny nie ma dodatkowych elementów, takich jak sterownik silnika, na który trzeba znaleźć dodatkowe miejsce i połączyć wszystko razem przewodami. Najczęściej napęd centralny ma niskie zapotrzebowanie na moc pobieraną z baterii, dlatego bateria może być mała, w uniwersalnej obudowie i nie trzeba robić specjalnych, dedykowanych pojemników na duże baterie. Prosty montaż na początku będzie jednak się odbijał podczas eksploatacji, gdyż napędy centralne wymagają częstszego serwisu.

Napęd w kole jest bardziej skomplikowany do zainstalowania, gdyż ma więcej elementów, na które musimy znaleźć miejsce, a często też takie napędy są większej mocy. Pociąga to za sobą konieczność zainstalowania większej baterii i większego sterownika (mowa o sytuacji, gdy budujemy rower o mocy maksymalnej powyżej 1000W). Jednakże instalacja napędu opartego o silnik w kole nie musi być wcale trudna.

Na dzień dzisiejszy wiele rzeczy można zlecić firmom, które wyspecjalizowały się w:

- dorabianiu obudów na baterię pod kształt ramy roweru
- dorabianiu baterii pod kształt dedykowanej skrzynki / obudowy
- dorabianiu szprych na wymiar
- zaplataniu szprychami silnika w obręcz
- kompletowaniu zestawów do konwersji roweru, w których kable wszystkich komponentów mają pasujące do siebie wtyczki

Nie obawiaj się, że nie masz warsztatu, garażu czy piwnicy. Wiele projektów rowerów elektrycznych zostało zrealizowane na środku dużego pokoju w mieszkaniu, przy użyciu podstawowych narzędzi :).

4.5. Rodzaj wspomagania

Do tej pory mowa była tylko o tym, jakie są rodzaje napędów. Nie było jeszcze mowy o tym, w jaki sposób zostają one uruchamiane. Mogłoby się wydawać, że jest to sprawa drugorzędna, ale nic bardziej mylnego. Sposób załączania się napędu ma bardzo duży wpływ na komfort jazdy i ostateczne zadowolenie lub niezadowolenie z posiadanego sprzętu.

Najczęściej spotykanymi mechanizmami uruchamiającymi napęd w naszym rowerze elektrycznym są:

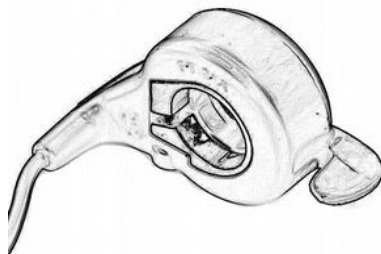
- manetka gazu
- czujnik kadencji - czasami nazywany czujnikiem PAS (z ang. Pedal Assist System)
- czujnik nacisku na pedały / czujnik momentu obrotowego

4.5.1. Manetka gazu

Manetka gazu to ruchomy, najczęściej obrotowy, element ze sprężyną, montowany na kierownicy roweru. Im więcej manetkę gazu wychylimy / odkręcimy, tym więcej mocy zostanie zadane na silnik.

Manetki gazu występują w kilku postaciach:

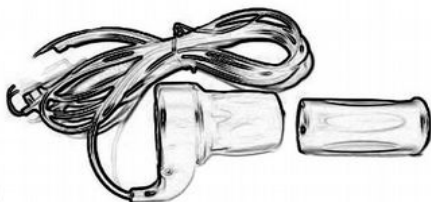
- **kciukowa** - zamontowana obok chwytu na kierownicy w takim miejscu, aby można ją było wychylić naciskiem kciuka. Najczęściej stosuje się ją w pojazdach terenowych, w których wymagany jest pełny i pewny chwyt kierownicy ze względu na wstrząsy występujące podczas jazdy po nierównościach. Na dłuższe wyprawy po asfalcie kciuk męczy się, gdy trzeba trzymać go wciąż w jednym miejscu.



Manetka kciukowa

- **połówkowa** - zamontowana w miejscu chwytu na kierownicy, ale zabiera tylko połowę chwytu, dzięki czemu palec serdeczny i mały obejmują nieruchomy chwyt. Najczęściej stosuje się ją w pojazdach, które jeżdżą głównie po asfalcie, ale sporadycznie zdarza się nimi zjechać z drogi utwardzonej. Manetka taka

zapewnia lepszy chwyt kierownicy niż pełna manetka, ale gorszy chwyt niż manetka kciukowa.



Manetka połówkowa

- **pełna** - zamontowana w miejscu chwytu na kierownicy, zabiera cały chwyt. Cała dłoń obraca się razem z manetką gazu, tak jak w motocyklu. Najczęściej stosowana w pojazdach, które jeżdżą po asfalcie. W warunkach terenowych trudno na takiej manetce utrzymać kierownicę, na wybojach gaz dodaje się sam od ruchu ręki, a nadgarstek męczy się.



Manetka pełna

Napędy uruchamiane manetką gazu nie wymagają kręcenia korbami ani nacisku na pedały. Pojazdem elektrycznym z manetką gazu można jechać tak jak skuterem - wystarczy dodać gaz. Manetka gazu najczęściej nie jest dozwolona przez przepisy prawa o ruchu drogowym.

Jeżeli rower wyposażony jest w inny mechanizm uruchamiania napędu, wówczas manetka gazu jest opcjonalna.

Czasami, przy cięższych rowerach, zwłaszcza na „twardym” przełożeniu przerzutki trudno ruszyć z miejsca. Przy wspomaganiu PAS, gdzie wymagane jest wykrycie ruchu korby (nie nacisku), manetka gazu przydaje się przy ruszaniu pojazdem z miejsca.

Manetka gazu szczególnie dobrze sprawdza się przy napędach w tylnym kole.

Wówczas pozwala ona na rozpędzenie pojazdu od zera do maksimum, niezależnie od aktualnego przełożenia na przerzutce.

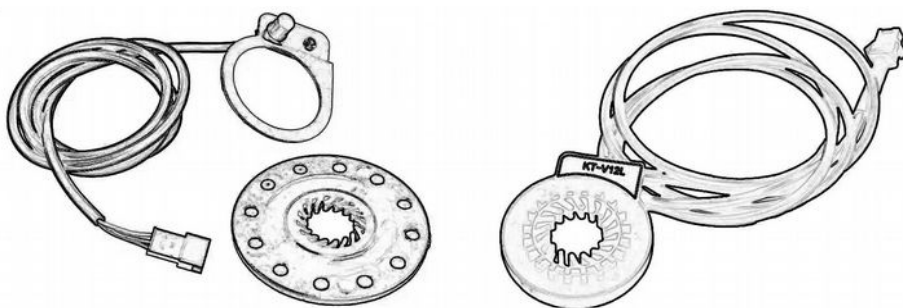
W napędach centralnych, w których prędkość zależy mocno od aktualnego przełożenia na przerzutce, manetka gazu działa mniej intuicyjnie. W takich napędach nie sprawdza się tak dobrze, jak przy napędach w tylnym kole.

Przy silnikach przekładniowych, montowanych w piaście koła, źle ustawiona manetka (zbyt gwałtownie zadająca moc) może doprowadzić do uszkodzenia przekładni w silniku.

4.5.2. Czujnik kadencji, prędkości obrotowej korby

System wspomagania pedałowania PAS (z ang. Pedal Assist System) oparty o czujnik kadencji (czyli prędkości obrotowej korby), to najczęściej spotykany, zgodny z prawem o ruchu drogowym, sposób załączania napędu roweru elektrycznego.

Działa on na zasadzie wykrywania ruchu obrotowego korby, zlicza jego kadencję, czyli prędkość obrotową.



Czujnik kadencji (PAS)

Sterownik silnika na podstawie danych z czujnika kadencji dozjuje moc na silnik. Najczęściej działa zero-jedynkowo (włącza / wyłącza napęd). Niektóre sterowniki zadają więcej mocy na silnik wraz ze wzrostem prędkości obrotowej korby. W sterownikach ze systemem PAS opartym o czujnik kadencji jest kilka stopni wspomagania, z czego te niższe wspomagają słabiej niż te wyższe.

Ogromną wadą tego sposobu wspomagania jest fakt, że czujniki kadencji uwzględniają tylko prędkość obrotową korby, a nie uwzględniają siły nacisku na pedały. Skutkiem takiego postępowania jest fakt, iż możemy jechać nawet bez łańcucha, kręcić korbami w powietrzu, a rower będzie nas wspomagał. Znaczy to mniej więcej tyle, że rowerzysta nie czuje się jak na rowerze, gdyż rower cały czas próbuje „uciec mu spod pedałów”. Często zdarza się, że machamy nogami w

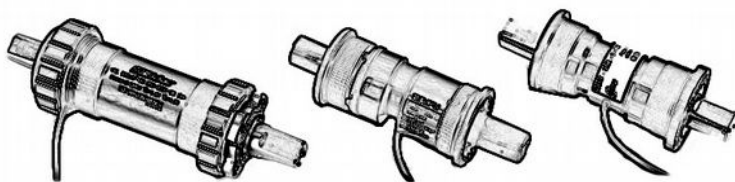
powietrzu, gdyż rower jedzie już szybciej, niż pozwala na to aktualne przełożenie na przerzutce. Bywa też wręcz przeciwnie, gdy staniemy na światłach na bardzo twardej przerzutce, to przy ruszaniu korby kręca się bardzo wolno i choć my stoimy już na pedale całym naszym ciężarem, to system nie wykrywa ruchu obrotowego korby i nie wspomaga nas elektrycznie.

Dużą przewagą systemu PAS nad manetką gazu jest fakt, iż na długich dystansach nie jesteśmy zmuszeni do trzymania palca / ręki w nienaturalnym położeniu, co po dłuższym czasie może doprowadzać do bólu i odrętwienia.

Na rynku jest niewiele mocniejszych sterowników, które obsługują wspomaganie PAS. Z pomocą może przyjść komputer do e-bike MPeV6 (od <https://ebikecomputer.com>), za pośrednictwem którego, można dołożyć takie wspomaganie do każdego sterownika.

4.5.3. Czujnik nacisku na pedały

System wspomagania pedałowania PAS (z ang. Pedal Assist System) oparty o czujnik nacisku na pedały (czujnik momentu obrotowego korby) to najbardziej skomplikowany, najdroższy (przez co najrzadziej spotykany) sposób załączania napędu roweru elektrycznego w rowerach budowanych od podstaw. Najczęściej w parze z czujnikiem nacisku jest też zamontowany czujnik kadencji. W tym rozwiązaniu sterownik silnika otrzymuje pełną informację o tym jak pedałowujemy, tzn. jak szybko (prędkość obrotowa korby) i jak mocno (moment siły wywierany przez nacisk na pedały).



Suporty tensometryczne

Taki system wspomagania pozwala na uzyskanie odczuć z jazdy najbardziej zbliżonych do jazdy na zwykłym rowerze. Wtedy, gdy chcemy przyspieszyć ciśniemy mocniej i szybciej na pedały, a gdy chcemy zwolnić ciśniemy mniej i wolniej na pedały.

To rozwiązanie najczęściej spotykane jest we fabrycznych, droższych rowerach elektrycznych. Nie jest jednak zastrzeżone tylko dla nich. W naszych rowerach, budowanych od podstaw również możemy zastosować takie rozwiązanie.

Na rynku jest jednak mało sterowników, które obsługują czujniki nacisku, dlatego

z pomocą może przyjąć komputer do e-bike MPeV6 (od <https://ebikecomputer.com>), za pośrednictwem którego, można dołożyć takie wspomaganie do każdego sterownika.

4.6. Ważne aspekty w rowerach elektrycznych.

4.6.1. Ograniczenia w rowerze, uniemożliwiające jego elektryfikację

Z reguły większość rowerów da się przerobić na elektryczny. Jednak jest kilka aspektów, na które należy zwrócić uwagę podczas doboru komponentów. Inne są ograniczenia dla napędów centralnych, a inne dla napędów z silnikiem w kole. Stąd podzielę tutaj ograniczenia na grupy związane z rodzajem napędu.

Ograniczenia w rowerze, uniemożliwiające montaż silnika / napędu:

1. Silnik w tylnym kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru

- Niezgodność szerokości montażowej silnika i ramy. Najczęściej szerokość montażowa dla tylnego koła z osią wsuwaną w haki wynosi 135 mm. Zdarzają się jednak inne szerokości montażowe. Należy upewnić się, że szerokość montażowa ramy i silnika są takie same.

Zazwyczaj rama nieamortyzowana da się rozchylić nawet i o 15 mm, natomiast ramy amortyzowanej raczej nie powinno się rozginać. Jednak niektóre ramy amortyzowane wytrzymają rozgięcie do 10 mm.

Często przy hamulcach tarczowych zdarza się, że szerokość montażowa silnika jest większa niż podaje producent, gdyż występuje kolizja zacisku hamulcowego z korpusem silnika i trzeba stworzyć dodatkowy dystans za pomocą podkładek, które nam poszerzą szerokość montażową silnika.

- Niezgodność średnicy osi silnika względem haków montażowych w ramie. Najczęściej oś zwykłego koła ma 9 – 10 mm średnicy. Należy upewnić się, że oś silnika da się zamontować w hakach ramy roweru. Czasami trzeba haki w ramie rozpiłować na większy wymiar - w takim przypadku należy się upewnić, że nie osłabimy zbyt mocno okolicy montażowej.
- Niedostateczna wytrzymałość haków montażowych w ramie lub samej ramy w okolicy haków montażowych. Niektóre ramy są bardzo odchudzone, aby ważyły mniej. W przypadku chęci zamontowania ciężkiego silnika (>4 kg) może okazać się, że rama nie wytrzyma i po pewnym czasie pęknie w okolicy silnika. Należy na to zwrócić szczególną uwagę, zwłaszcza w przypadku chęci montażu silników o dużej mocy i o dużej masie własnej.

W 100% przypadków należy dołożyć dodatkową blokadę przed obróceniem się osi w hakach montażowych, po obu stronach silnika - jest to obowiązkowe.

Ramy wykonane z karbonu zazwyczaj nie nadają się do montażu napędów elektrycznych (są bardziej podatne na pęknięcia).

- Przy niektórych, większych silnikach można zamontować tylko wolnobieg (nie kasetę) o maks. 5 - 7 ilości rzędów. Wówczas należy zmienić manetkę od przerzutki lub całą przerzutkę (najczęściej na gorszego typu, niż była w rowerze oryginalnie).
- Nie wszystkie silniki mają możliwość montażu hamulca tarczowego, a nie wszystkie ramy mają możliwość zastosowania hamulca V-brake.
- Obecność przerzutki (przekładni) w tylnej piaście. Nie ma możliwości korzystania z takiej przerzutki po instalacji silnika. Należy upewnić się, że w ramie roweru można zamontować klasyczną przerzutkę.

2. Silnik w przednim kole + sterownik silnika w innym miejscu roweru

- Niezgodność szerokości montażowej silnika i ramy. Najczęściej szerokość montażowa widelca, dla przedniego koła, wynosi 100 mm. Zdarzają się jednak inne szerokości montażowe. Należy upewnić się, że szerokość montażowa przedniego widelca i silnika są takie same. W przypadku braku amortyzacji można zaryzykować delikatne rozgięcie widelca (do 10 mm). Jeżeli przedni widelec jest amortyzowany, to nie wolno zmieniać (rozginać) tego rozstawu.
- Niezgodność średnicy osi silnika względem haków montażowych w przednim widelcu. Najczęściej oś zwykłego koła ma 10 mm średnicy. Należy upewnić się, że oś silnika da się zamontować we widelcu roweru. Czasami trzeba haki we widelcu rozpiłować na większy wymiar - w takim przypadku należy się upewnić, że nie osłabimy zbyt mocno okolicy montażowej.
- Obecność hamulca rolkowego - gdy występuje może być niemożliwe jego ponowne użycie lub niemożliwe założenie silnika.
- Delikatnej budowy widelec, np. z karbonu - może nie wytrzymać sił jakie wywiera silnik na widelec.
- Silnik od koła tylnego nie będzie pasował do koła przedniego.
- Nie wszystkie silniki mają możliwość montażu hamulca tarczowego, a nie wszystkie ramy / amortyzatory mają możliwość zastosowania hamulec V-brake.

3. Napęd centralny - zintegrowany w jednej obudowie silnik i sterownik silnika montowany w okolicy korby roweru

- Niezgodność standardu mufy suportu. W rowerach występują różne szerokości i średnice mufy suportu. Napędy centralne przeznaczone są zazwyczaj do tylko jednego standardu lub do wąskiej grupy standardów mufy suportu.
- Kolizja obudowy z elementem ramy roweru, najczęściej wahaczem / tylnym

widelcem. Jest to często występujący problem, zwłaszcza przy nowszych rowerach, z tylną amortyzacją. Problem pojawi się również w ramach z mocowaniami ISCG (ang. International Standard Chain Guide, międzynarodowy standard prowadzenia łańcucha). Możemy się spodziewać kolizji w rowerach, które oryginalnie mają tylko jedną małą tarczę z przodu, przy korbie. Często nie jesteśmy w stanie stwierdzić, czy kolizja wystąpi dopóki nie przymierzymy napędu do ramy.

- Zdystansowany podkładkami, w celu uniknięcia kolizji z ramą, napęd będzie miał pogorszoną linię łańcucha i przerzutki mogą nie działać poprawnie.
- Wybrzuszenie w dolnej części ramy roweru, przy suporcie. Jeżeli rura ramy, która biegnie od suportu do główki ramy nie jest prosta tylko posiada łuk / wybrzuszenie w kierunku przedniego koła, to najprawdopodobniej obudowa zamontowanego napędu centralnego będzie skierowana mocno ku dołowi i znacznie zmniejszy prześwit pomiędzy suportem, a ziemią. Bardzo łatwo wtedy zahaczyć takim silnikiem o przeszkodę leżącą na ziemi - zwłaszcza w ramach w pełni amortyzowanych, które uginając się jeszcze bardziej zmniejszają ten prześwit.
- Wystające pod suportem / ramą prowadnice linek będą kolidowały z obudową napędu. Należy je usunąć, a linki poprowadzić inną drogą.

Inne ograniczenia niezależne od rodzaju napędu:

- Brak miejsca na baterię i elektronikę. Zdarzają się ramy (najczęściej z pełną amortyzacją), w których bardzo ciężko znaleźć miejsce na skrzynkę z baterią i elektroniką i umiejscowienia ich w środku ramy lub pod ramą.



Brak miejsca na elektrykę i baterię

- Rama karbonowa - takie ramy są często zbyt słabe, łatwo pękają i zazwyczaj nie nadają się na elektryfikację.

- Dokładając keiukową manetkę gazu często musimy pójść na kompromis z umiejscowieniem manetki od przerzutki lub klamki hamulca. Albo te rzeczy wzajemnie kolidują o siebie, albo są zbyt daleko od dłoni - czasami ciężko pogodzić te elementy i trzeba doszlifować instrumenty, aby zaczęły pasować na kierownicę i nie zahaczały o siebie wzajemnie podczas przełączania.
- Należy uważać przy projektowaniu skrzynki na baterię, aby nie kolidowała z obracającymi się korbami i kolanami i ewentualnie ruchomym, amortyzowanym zawieszeniem roweru.

4.6.2. Masa roweru elektrycznego

Bardzo ważnym aspektem jest masa roweru elektrycznego. Zwykle rowery (nieelektryczne) ważą w zdecydowanej większości poniżej 20 kg. Najczęściej jest to przedział 11 kg – 17 kg. Takie rowery bardzo łatwo napędzić siłą własnych mięśni, nawet pod górkę. Masa tego rzędu nie stanowi przeszkody we wniesieniu roweru na X piętro w bloku.

Zdecydowanie inaczej jest w przypadku rowerów elektrycznych, których elektryczne komponenty ważą niejednokrotnie zdecydowanie więcej, niż nam się wydaje. Bardzo łatwo dobić do 30 kg masy roweru, a nawet i ją przekroczyć. Wówczas cały rower potrafi ważyć 40 kg lub więcej.

Jeżeli ktoś będzie trzymał swój rower elektryczny w garażu, a jeździł tylko po drogach asfaltowych i utwardzonych, to najprawdopodobniej taka masa nie będzie stanowiła dla niego żadnego problemu. No może poza sytuacją wjechania w wyłom drogi, w której dojdzie do przebiccia dętki o obręcz, przez tą dużą masę roweru.

Faktem jest, że gdy działa nam wspomaganie elektryczne, to podczas jazdy na równej nawierzchni zupełnie nie czuć nawet i 45 kilogramowej masy roweru elektrycznego. Gdy nam zabraknie prądu, to wtedy zaczną się spore problemy. Ciężko będzie nam pedałowac z taką masą e-moto-roweru.

Jeszcze gorzej będzie, gdy ktoś będzie chciał takim rowerem pojeździć po cięższym terenie lub taki rower przenieść w rękach. Wtedy zaczną się większe trudności i zdecydowany dyskomfort.

Osobiście uważam, że rower elektryczny przeznaczony do turystyki, z ewentualnym lekkim zacięciem terenowym powinien mieć masę maksymalnie w granicach 30 – 35 kg, aby odczucia z jazdy jeszcze trochę dało się nazwać rowerowymi. Na cięższych rowerach jazda przypomina bardziej jazdę na motorowerze, niż na rowerze.

Jeżeli budujemy rower, którym chcemy pojeździć po szlakach górskich, po single-trackach, trasach zjazdowych i czasami trochę poskakać na hopach, to nie

powinniśmy przekraczać masy roweru 25 kg - maks. 30 kg. Rower elektryczny o takiej masie wpisuje się jeszcze w tematykę rowerową. Również w razie potrzeby możemy jechać i pedałować, jak na normalnym rowerze (oczywiście z nadwyżką masy roweru o elektryfikację i naszym większym wkładem energii w przypadku odcięcia prądu).

4.6.3. Moc napędu, moment obrotowy napędu i prędkość maksymalna roweru

Często słyszy się o mocy silnika / napędu. Prawda jest taka, że każdy silnik przyjmie tyle mocy ile dostarczy do niego sterownik, nie ważne czy to będzie 250 W, czy 5000 W. Oczywiście zbyt słaby silnik, do którego dostarczymy zbyt dużo mocy bardzo szybko się przegrzeje.

Skoro każdy silnik przyjmie tyle mocy ile dostarczy do niego sterownik, to czy jeżeli do małego silnika oznaczonego 250 W dostarczymy 2000 W, to czy ten silnik będzie jechał tak samo jak duży silnik oznaczony 2000 W? Oczywiście, że nie. Mały, przesilony silnik nie będzie w stanie osiągnąć takiej samej sprawności co większy silnik. Będzie miał dużo mniejszy moment obrotowy, a nadwyżkę mocy będzie zamieniał w ciepło poprzez nagrzewanie uzwojeń.

Moc ciągła (nominalna) / moc maksymalna

Zazwyczaj wymienia się dwie moce urządzenia / silnika / baterii – nominalną (ciągłą) i maksymalną. Moc nominalna, to moc przy której dane urządzenie / silnik / bateria może pracować bez przerwy, bez przegrzania się. Moc maksymalna, to moc przy jakiej urządzenie / silnik / bateria może pracować przez krótką chwilę (poniżej minuty, często kilka, kilkanaście sekund) po czym jego temperatura wzrośnie powyżej dopuszczalnej temperatury pracy danego urządzenia / silnika / baterii.

Mówiąc o mocy silnika mówimy o tym ile mocy może wytrzymać przy pracy ciągłej oraz ile możemy do niego dostarczyć mocy maksymalnie, żeby był w stanie zamienić tę moc na ruch obrotowy, a nie tylko na grzanie uzwojeń.

Sterowniki silnika, najczęściej mają podaną moc maksymalną. Znaczy to, że taki sterownik posiada wewnętrzne zabezpieczenie, które ogranicza pobór prądu z baterii do nie większego niż maksymalny (np. 20 A, 30 A, 45 A). W praktyce, gdyby zmusić sterownik do pracy pod obciążeniem ciągłym na poziomie maksymalnego dopuszczalnego dla danego modelu, to sterownik przegrzeje się. Moc / prąd ciągły sterownika jest najczęściej na poziomie połowy mocy maksymalnej.

W rowerach elektrycznych moc maksymalna jest pobierana najczęściej tylko w kilku momentach takich jak:

- gwałtowne przyspieszanie
- jazda pod strome wzniesienie
- jazda w grząskim piasku / błocie
- jazda pod mocny wiatr

Przy jednostajnym wspomaganiu pedałowania, po płaskim, bez wiatru, do prędkości 25 km/h zużywane jest poniżej 250 W.

Moment obrotowy

Moment obrotowy silnika to jest to co pcha nas do przodu. Myśląc o przyspieszeniu roweru lub o zdolności pokonywania wzniesień myślimy o momencie obrotowym jaki generuje silnik, a nie o mocy jaką pobiera z baterii. Moment obrotowy silnika rośnie wraz z prądem zasilającym silnik. Im więcej prądu tym większy moment obrotowy. Prawdą zatem jest, że dostarczając do silnika więcej mocy poprzez zwiększenie prądu zwiększy również jego moment obrotowy. Zwiększenie napięcia zasilania silnika bez zwiększenia prądu podniesie moc dostarczoną do silnika, ale nie zwiększy jego momentu obrotowego. Moment obrotowy również w dużej mierze zależy od zastosowanego uzwojenia silnika. Ten sam silnik HUB z innym uzwojeniem będzie albo jechał szybciej, albo będzie miał większy moment obrotowy.

W napędach centralnych mamy wpływ na to jaki moment obrotowy trafi na koło napędowe, gdyż mamy do dyspozycji przerzutki. Moment obrotowy na zębatce zdawczej (na korbie) najmocniejszych napędów centralnych sięga 200 Nm. W tych ze średniej półki jest najczęściej na poziomie 80-150 Nm. Zmieniając przełożenie na przerzutce zmieniamy również moment obrotowy na kole (nie na napędzie). Przykładowo: jeżeli nasz napęd ma 100 Nm, a aktualne przełożenie na przerzutkach to $42z/11z=4,29$ to moment obrotowy na kole wyniesie 23 Nm ($100 \text{ Nm}/4,29=23 \text{ Nm}$). Jeżeli zmienimy przełożenie na np. $42z/42z=1$ to na koło trafi całe 100 Nm

W rowerach z silnikiem w piaście moment obrotowy maksymalny jest stały i nie można go zmienić poprzez zmianę przełożenia. Im silnik większej średnicy i o szerszych magnesach tym większy moment obrotowy wygeneruje. W silnikach HUB o masie do 7 kg przeznaczonych do rowerów elektrycznych moment obrotowy znajduje się w przedziale 20 Nm - 100 Nm.

Prędkość maksymalna roweru

Prędkość maksymalna roweru zależy od napięcia zasilania i od rodzaju napędu.

Jeżeli rozpatrujemy napęd HUB, to zależy jeszcze od uzwojenia silnika.

Generalnie zwiększając prędkość maksymalną pojazdu, zmniejszymy jego moment obrotowy, czyli przyspieszenie i zdolność do pokonywania wzniesień.

Przy napędach centralnych prędkość maksymalna zależy od aktualnie ustawionej przerzutki. I tutaj podobnie: im przerzutka ustawiona na wyższą prędkość, tym moment obrotowy na kole będzie mniejszy.

Przy zasilaniu 48 V rowery osiągają najczęściej prędkość do 50 km/h, ale często jest to mniej, np. 35 km/h.

Aby osiągnąć prędkość rzędu 50 km/h, potrzeba napędu o mocy maksymalnej przynajmniej 750 W.

W jaką moc napędu celować?

Często budujący swój pierwszy rower elektryczny chcą osiągać jak największą prędkość i przyspieszenie. Szybko okazuje się jednak, że aby rozwijać większą prędkość trzeba mieć więcej mocy. Aby mieć więcej mocy, trzeba mieć większy i cięższy silnik, większy i cięższy sterownik i większą i cięższą baterię. Gdy już to wrzucimy do roweru, to okazuje się, że zwiększyliśmy na tyle masę, że zwiększona moc wcale nie polepszyła nam osiągnięć o tyle, ile się spodziewaliśmy. I znowu dorzucamy większy silnik, większy sterownik i większą baterię. Ostatecznie kończy się na tym, że rower waży przykładowo 45 kg, ma 5000 W mocy i roweru elektrycznego ani nie przypomina ani nim tak naprawdę nie jest. Przyspieszenie może zrzucić z siodełka, a prędkość maksymalną dać sporo adrenaliny. Nie zawsze jednak okazuje się to być takie przyjemne. Fajnie poczuć moc i prędkość, ale w dłuższym okresie czasu jazda na takim ciężkim i mocnym rowerze może nas męczyć, a sam pojazd pomału ulega samoistnemu rozkładowi i zniszczeniu. A to pęknie nam wahacz, a to cieknie amortyzator lub damper, a to hamulec się urwał, a to oś od silnika pękła. Warto również zaznaczyć, że często w tak mocnych rowerach przednie koło samo podnosi się do góry, przy każdej prędkości, co potrafi być niebezpieczne. Również hamulce rowerowe nie są przystosowane do takiej masy i prędkości, jaką potrafi rozwinąć rower elektryczny dużej mocy. Opony rowerowe znikają w oczach i w skrajnych przypadkach należałoby je wymienić, co np. 2 tygodnie.

Oczywiście to Ty decydujesz o tym, co za komponenty włożysz do swojego roweru elektrycznego i nikt nie zabroni Ci zrobić tego po swojemu. Ja przestrzegam jednak przed dążeniem do nieskończonej mocy i nieskończonej prędkości w rowerze elektrycznym zbudowanym na bazie zwykłego roweru. Uważam, że w takim rowerze nie powinniśmy wkładać komponentów, które pobierają więcej niż 2500 W – 3000 W mocy maksymalnej z baterii, a rower nie powinien jechać szybciej niż 50 km/h. Jeżeli zależy Ci na większej mocy i dużych prędkościach, to nie powinienesz przerabiać zwykłego roweru tylko powinienesz zbudować pojazd na dedykowanej do takich konstrukcji, specjalnie

przygotowanej i wzmocnionej ramie.

Podsumowując:

Zalety zwiększania mocy napędu:

- często więcej frajdy i adrenaliny z jazdy
- lepsze przyspieszenie i być może prędkość maksymalna (wzrost prędkości nie jest oczywisty, gdyż prędkość maks. zależy głównie od napięcia baterii i nawoju silnika, a nie od mocy pojazdu)
- do pewnego stopnia poprawa zdolności do poruszania się w cięższym terenie (celowo piszę do pewnego stopnia, gdyż później duże znaczenie ma masa pojazdu, która rośnie wraz z zwiększaniem mocy pojazdu)

Negatywne skutki zwiększania mocy napędu:

- większe i cięższe: silnik, sterownik i bateria, a finalnie cięższy rower
- większe zapotrzebowanie na energię pobieraną z baterii. Przy większej mocy roweru zwiększenie baterii o 100% nie zwiększy nam zasięgu roweru o 100%
- rower przestaje wyglądać i zachowywać się jak rower, a bardziej przypomina motorower
- dużo droższe komponenty do budowy roweru
- większe zużycie mechaniczne roweru, wzrost kosztów eksploatacyjnych, częstsze usterki
- wykraczanie poza ustawy i przepisy o ruchu drogowym
- rower staje się niebezpieczny
- hamulce okazują się zbyt słabe

Do zwykłej jazdy do 25 – 30 km/h po płaskiej asfaltowej drodze wystarczy 250 W – 500 W. Przy tej mocy lepiej jest posiadać napęd centralny, gdyż mamy wówczas wpływ na moment obrotowy przekazywany na koło napędowe.

Aby mieć trochę więcej frajdy i mieć bardziej uniwersalny rower, warto celować w moc 1000 W – 2500 W. Takie rowery spokojnie rozpędzą się do 50 km/h. Myślę, że jest to najczęściej wybierany przedział mocy.

Jeżeli planujesz zbudować rower wyścigowy, który bardziej frunie niż jedzie, to celuj w moc powyżej 3500 W i moment obrotowy na kole powyżej 100Nm. Zaznaczę od razu, że ten poradnik nie jest utworzony z myślą o takich monsterach ;).

Oczywiście znajdą się specyficzne zastosowania, które mogą wymagać więcej mocy, np. rowery inwalidzkie, cargo lub rowery przeznaczone tylko i wyłącznie do jazdy po bezdrożach górskich.

Uproszczone, opisowe podsumowanie mocy* i maksymalnego momentu obrotowego na kole napędowym przy napędach typu HUB (z silnikiem w kole):

**w poniższym zestawieniu, w każdym podpunkcie zapisano moc ciągłą sterownika i moc maksymalną tego samego sterownika w następującej formie: ciągła / maksymalna*

- 250 W / 500 W | 20 Nm - lekkie wspomaganie pedałowania, które pomaga nam przy jeździe pod wiatr i przy pokonywaniu lekkich pochyłości terenu. Idealnie do najlżejszych rowerów i do jazdy, która wciąż przypomina jazdę na zwykłym rowerze. W wielu krajach to jest maksymalne wspomaganie, które jest dopuszczone do ruchu publicznego w rowerze elektrycznym. Prędkość maksymalna 25 – 35 km/h
- 500 W / 1000 W | 35 Nm - średnie wspomaganie pedałowania. Ta moc pozwala już na jazdę na samej manetce gazu, bez pedałowania, ale ma niewielkie przyspieszenie. Jeszcze łatwiej pokonywać lekkie pochyłości terenu. Prędkość maksymalna 35 – 45 km/h
- 750 W / 1500 W | 60 Nm - mocne wspomaganie pedałowania również po bezdrożach górskich, średnie przyspieszenie na manetce gazu. Prędkość maksymalna powyżej 45 km/h
- 1000 W / 2200 W | 85 Nm - bardzo mocne wspomaganie pedałowania, o dobrym przyspieszeniu na manetce gazu, jazda na nim dorównuje już motorowerom / skuterom. Prędkość maksymalna powyżej 45 km/h
- 1500 W / 3000 W | 100 Nm- super mocne wspomaganie pedałowania, o bardzo dobrym przyspieszeniu na manetce gazu, jazda na nim dorównuje już motorowerom / skuterom lub je wyprzedza, rower zaczyna sam podnosić przednie koło przy mocnym dodaniu gazu. Prędkość maksymalna powyżej 45 km/h
- powyżej 1500 W / 3000 W | 100 Nm - pojazd podnosi bez problemu przednie koło przy mocnym dodaniu gazu, wyprzedzamy większość samochodów na światłach, pojazd bardziej frunie niż jeździ. Prędkość maksymalna powyżej 45 km/h

Uprozczone, opisowe podsumowanie mocy* i maksymalnego momentu obrotowego na korbie (na zębatce zdawczej napędu) przy napędach typu mid-drive

W napędach typu mid-drive moc napędu jest inaczej odczuwana ze względu na to, że mamy do dyspozycji przerzutki (biegi) i możemy zwiększać lub zmniejszać moment obrotowy przekazywany z napędu na koło.

Tym samym w mid-drive moc bardziej wpływa na prędkość maksymalną pojazdu, a nie na zdolności pokonywania „przeszkód” typu wiatr czy wzniesienia.

- 250 W / 500 W | 80 Nm- średnie wspomaganie pedałowania, które wymaga od nas zawsze wkładu energetycznego w pedałowanie. Prędkość maksymalna 25 – 35 km/h
- 500 W / 1000 W | 120 Nm - mocne wspomaganie pedałowania, które pozwala już na jazdę na samej manetce gazu, bez pedałowania, ale ma niewielkie przyspieszenie. Prędkość maksymalna 35 – 45 km/h
- 750 W / 1500 W | 160 Nm- bardzo mocne wspomaganie pedałowania również po bezdrożach górskich, o średnim przyspieszeniu na manetce gazu. Prędkość maksymalna powyżej 45 km/h
- powyżej 750 W / 1500 W | 160 Nm - to już raczej ekstremalne zastosowania do ostrej jazdy po bezdrożach górzystych lub z bardzo wysokimi prędkościami

**w powyższym zestawieniu, w każdym podpunkcie zapisano moc ciągłą sterownika i moc maksymalną tego samego sterownika w następującej formie: ciągła / maksymalna*

Masa rowerzysty, a moc pojazdu

Masa rowerzysty ma ogromny wpływ na napęd elektryczny roweru. Rowerzyści o masie powyżej 90 kg powinni każdą moc, do której się odnoszą z opisem wrażeń z jazdy, pomnożyć razy półtora lub nawet razy dwa. Zwłaszcza jeżeli masa kierującego zbliża się do 120 kg. Wszystkie powyższe opisy dotyczące mocy sprawdzą się dla rowerzystów o masie do 90 kg.

4.6.4. Hamulce w rowerze elektrycznym

Warto zwrócić uwagę na to, że hamulce w rowerze elektrycznym okażą się dużo słabsze niż były przed elektryfikacją. Wpływ na to ma zwiększona masa roweru i zdolność roweru do rozwijania większych prędkości. Jeżeli Twój rower ma hamulce tarczowe o średnicy 160 mm, to może okazać się, że trzeba będzie wymienić tarcze na większe, np. 180 mm lub 203 mm średnicy, a zacisk dwutłoczkowy wymienić na czterotłoczkowy.

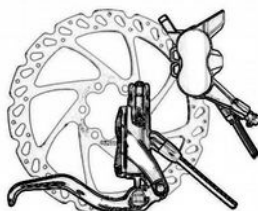
Hamulce typu V-brake również nadają się do roweru elektrycznego, ale tylko

podczas jazdy po suchej nawierzchni i do rowerów o masie poniżej 30 kg rozpędzających się do 30 km/h. W takich hamulcach klocki hamulcowe dociskane są do obręczy koła. Gdy obręcz i hamulce zamokną, to takie hamulce okażą się za słabe - zalecam wymianę na tarczowe, np. 180 mm lub 203 mm średnicy.

Podsumowując: Najlepiej, aby rower elektryczny, który może się rozpędzić powyżej 30 km/h posiadał hamulce tarczowe, hydrauliczne o średnicy tarczy 203 mm. Zacisk dwutłoczkowy lub w miarę możliwości czterotłoczkowy.



Hamulec „V-brake”



*Hamulec tarczowy,
hydrauliczny*

Silniki HUB mają najczęściej możliwość zamontowania tylko przykręcaniej tarczy hamulcowej. Dlatego jeżeli Twój rower ma inny system mocowania tarczy hamulcowej, to będziesz musiał dokupić również taką tarczę, która da się zamontować na silniku.

4.6.5. Opony i obręcze kół w rowerze elektrycznym

Opona w kole napędowym zużywa się szybciej niż w zwykłym rowerze. W kołach z silnikiem w piaście, zwiększona masa i prędkość prowadzi do częstszego przebicia dętki o obręcz. W kołach z silnikiem w piaście dobiecie obręczy do asfaltu, krawężnika lub innej przeszkody może spowodować również wygięcie obręczy.

Dlatego warto w każdym rowerze elektrycznym, przynajmniej w kole napędowym stosować obręcz, oponę i dętkę lepszej jakości dedykowaną do e-bike. W przeciwnym razie należy liczyć się z częstszą wymianą opony i dętki. Obręcz i opona powinny być jak najszersze możliwe do zastosowania w danej ramie roweru.

W pojazdach z silnikiem w piaście warto zastosować obręcz wzmocnioną, kilku-komorową, która nie będzie się wyginać podczas eksploatacji.

Silniki w piaście najczęściej są przystosowane do obręczy z 36 szprychami.

Standardowo w zwykłych rowerach montuje się obręcz z 32 szprychami. Dlatego najczęściej, decydując się na silnik w piaście, musimy wymienić całe koło.

Dla silników HUB, umieszczonych w piaście, bardzo duże znaczenie ma średnica koła. Im koło większe tym ten sam silnik będzie miał większe trudności z rozpędzaniem roweru lub wciągnięciem go na wzniesienie. Silnik generuje określony moment obrotowy wyrażany w Nm. Łatwo obliczyć, że siła odpychająca rower do przodu będzie tym większa im mniejszy będzie promień koła ($F=Nm/m$). Często spotyka się rowery elektryczne przeznaczone do ciężkiego terenu górskiego, w których tylne koło (napędowe) jest dużo mniejsze niż przednie. Mniejsze koło ma też wpływ na prędkość maksymalną roweru – im mniejsze tym prędkość maks. będzie mniejsza.

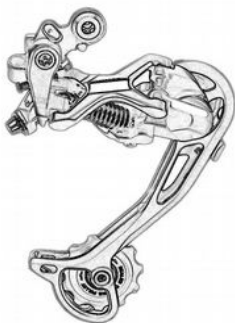
4.6.6. Przerzutki w rowerze elektrycznym

Tak jak już wspominałem - przy napędach centralnych przerzutka to konieczność. W napędach centralnych z przodu najczęściej jest tylko jedna zębatka. Dlatego warto posiadać możliwie największą ilość zębów na największej tylnej zębatce. Im większy zakres przełożeń na przerzutce tym lepiej i im przerzutka lepszej klasy tym lepiej. Koniecznie należy stosować łańcuch dedykowany do e-bike'ów.

Przy napędzie centralnym do mocy 750 W możemy zastosować również przerzutkę / skrzynię biegów w piaście.

Przy napędach z silnikiem HUB przerzutka odgrywa drugoplanową rolę i jest nawet mniej potrzebna niż w zwykłym, nieelektrycznym rowerze. Napęd HUB rozpędzi rower od zera do maksymalnej prędkości nawet bez pedałowania lub bez łańcucha (o ile napęd posiada manetkę gazu). W takim rozwiązaniu nie musimy mieć przerzutki najwyższej klasy. Często użytkownicy takich rowerów w ogóle nie zmieniają przełożeń na przerzutce – zwłaszcza Ci, którzy jeżdżą również lub tylko na manetce gazu lub na mocnym wspomaganiu pedałowania, opartym tylko na czujniku kadencji (nie na czujniku nacisku na pedały). Ja osobiście lubię posiadać porządną przerzutkę nawet przy napędzie HUB. Z przodu trzy tarcze, gdzie największa ma przynajmniej 42 zęby. Z tyłu 11-34 dla wolnobiegu lub 11-42 dla kasety. Po pierwsze daje mi to możliwość odpowiedniego dobrania kadencji do aktualnego stylu jazdy nawet do prędkości 40 km/h, a po drugie mogę aktywnie, razem z napędem wciągać rower nawet pod strome wzniesienia. Również czuję się bezpieczniej na wypadek ewentualnego braku wspomagania elektrycznego – wówczas mam pewność że na lekkiej przerzutce, wolniej, ale dojadę do celu.

Stosując napęd z silnikiem HUB możemy zastosować tylko klasyczną przerzutkę (nie w piaście)



*Klasyczna
przerzutka*

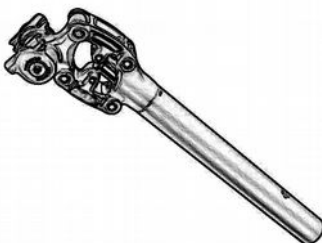


*Przerzutka / skrzynia biegów w
piaście*

4.6.7. Amortyzacja

W rowerach elektrycznych ze względu na możliwość osiągnięcia większych prędkości i zwiększoną masę roweru dużo mocniej czuć wszelkie nierówności. Warto posiadać rower z jakąkolwiek amortyzacją. Im amortyzacja lepszej klasy (nie koniecznie o większym skoku) tym wrażenia z jazdy będą przyjemniejsze.

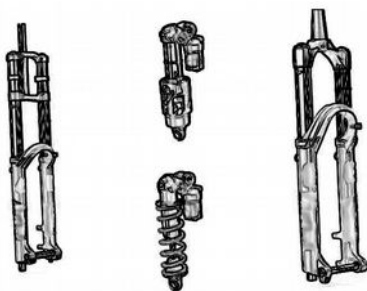
Najczęściej elektryfikowane rowery posiadają tylko przednią amortyzację. Wówczas bardzo gorąco zalecam stosowanie siodełka ze sztycą amortyzowaną, najlepiej taką, która odchyła się do tyłu, a nie wciska wzdłuż rurki sztycy. Takie rozwiązanie, wg. mnie, to minimum amortyzacji, jaka powinna być w rowerze elektrycznym (amortyzator z przodu 100 mm + amortyzowana, uchylana sztyca siodełka).



Sztyca amortyzowana, uchylna

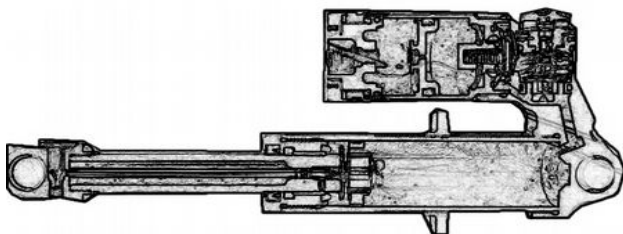
Decydując się na rower z pełną amortyzacją (przód i tył), należy pamiętać o tym, że o taką amortyzację trzeba odpowiednio zadbać. Najczęściej serwis należy przeprowadzać już co każde 50 godzin jazdy. Serwis można przeprowadzić

samemu we własnym przydomowym warsztacie, ale trzeba posiadać odpowiednie umiejętności, wiedzę i kilka podstawowych narzędzi. Amortyzatory i dampery (damper to potoczna nazwa tylnego elementu amortyzującego) to drogie i skomplikowane mechanizmy. Nieserwisowane ulegną nieodwracalnemu uszkodzeniu i spowodują konieczność poniesienia dodatkowych wydatków eksploatacyjnych. Przekazanie roweru do warsztatu na podstawowy serwis amortyzacji (przód i tył) to koszty 150 zł – 500 zł + części w zależności od stopnia skomplikowania serwisu.



Amortyzacja przód i tył

Amortyzacja w rowerze to skomplikowane w ustawieniu komponenty. Posiadają wiele regulacji. Wszystkie nastawy dobierane są indywidualnie do potrzeb rowerzysty. Amortyzacja powinna być dobrana przede wszystkim do masy rowerzysty. Jeżeli amortyzacja oparta jest o stalowe sprężyny, to często trzeba wymieniać sprężyny, aby dopasować odpowiednio ugięcie do obciążenia. W amortyzacji powietrznej wystarczy bardziej lub mniej napompować element amortyzujący. Na zbyt międko ustawionej amortyzacji będziemy się gorzej czuli niż na rowerze bez amortyzacji. Zbyt sztywna amortyzacja nie będzie pracowała. Jeżeli ustawimy zbyt małą siłę tłumienia, to będziemy „pływać” na sprężynach. A jeżeli ustawimy zbyt silne tłumienie, to amortyzacja nie nadąży odbijać pomiędzy nierównościami i efekt będzie taki, jakbyśmy nie mieli amortyzacji.



Przekrój tylnego amortyzatora / dampera / tłumika (widok bez sprężyny). Posiada regulację tłumienia w obydwóch kierunkach. Wymaga rozłożenia i serwisowania przynajmniej raz w roku

4.6.8. Pozycja na rowerze

Najczęściej przerabiamy nasz rower na elektryczny po to, aby jeździć na dłuższe wycieczki. Okazuje się, że początkujący e-rowerzyści, którzy dopiero co zaczynają swoją przygodę z jakimkolwiek rowerem, nie mają świadomości, że pojazd, na którym planują jeździć, będzie dla nich niewygodny. Jeżeli do tej pory robiłeś tylko wycieczki po 10 – 15 km, to mogłeś nie zauważyć dolegliwości związanych z pozycją na rowerze. Teraz, gdy zamierzasz robić po 50 – 100 km, to pozycja na rowerze ma bardzo duże znaczenie.

Jeżeli zaskoczyłeś / zaciekawileś się tym co napisałem, to najprawdopodobniej jesteś początkującym rowerzystą i budujesz rower elektryczny z myślą o długich wycieczkach, niekoniecznie ze sportowym nastawieniem. Dlatego postaram się udzielić kilka wskazówek, dotyczących pozycji na rowerze z nastawieniem do turystyki rekreacyjnej.

W internecie często można trafić artykuły o prawidłowej pozycji na rowerze. Należy jednak uważać, gdyż często te artykuły są przeznaczone dla sportowców, a pozycja sportowa na rowerze jest zdecydowanie inna od pozycji turystycznej na rowerze elektrycznym. Pozycja turystyczna na e-bike jest bardziej wyprostowana, mniej ciężaru spoczywa na kierownicy, a więcej na siodełku. Na e-bike mniej wysiłku wkładamy w pedałowanie, a przez to nasze ciało jest mniej spięte / usztywnione. Dlatego często dajemy siodełko niżej niż jest zalecane, a kierownicę wyżej. To jednak kwestia bardzo indywidualna i każdy musi dopasować pozycję do własnych preferencji.



Przykładowa pozycja turystyczna, na rowerze elektrycznym opartym o ramę MTB. Bardziej wyprostowana niż klasyczna, sportowa pozycja MTB

Rozpatrując pozycję rowerzysty na rowerze, przede wszystkim należy zwrócić uwagę na:

- wielkość ramy roweru

Nie kupujemy możliwie największej ramy tylko po to, aby włożyć do niej jak największą ilość baterii. Jeżeli rama będzie zbyt duża do naszego wzrostu, to nasza pozycja będzie mocno rozciągnięta pomiędzy siodełkiem, a kierownicą, będziemy mocno pochyleni i będzie nam niewygodnie. Wielkość ramy musi być dopasowana do naszego wzrostu.

- wysięg siodełka, aby nogi w dolnym położeniu pedała były lekko ugięte w kolanie

Zbyt duża rama może uniemożliwić dostatecznie niskie upozycjonowanie siodełka, z kolei zbyt niska rama spowoduje konieczność zastosowania bardzo długiej sztycy siodełka, która może się wyginać.

- pozycję rowerzysty, regulowaną poprzez:

- wymianę mostka kierownicy
- obrót kierownicy w mostku
- zmianę kształtu kierownicy (wymiana kierownicy)
- podniesienie / obniżenie siodełka na sztycy względem ramy
- przesunięcie siodełka przód / tył na szynach montażowych do sztycy
- pochYLENIE siodełka góra / dół na mocowaniu do sztycy
- wymianę siodełka

Kierownica

Często e-rowerzyści turystyczni korzystają z podwyższonej kierownicy lub mostka, które podnoszą pozycję ku górze.



Kierownica podwyższająca



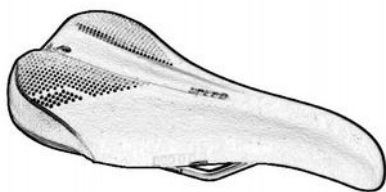
Mostek podwyższający

Wszystko co związane z położeniem kierownicy ma również znaczenie z dostosowaniem długości linek i przewodów, które biegną na kierownicę (od

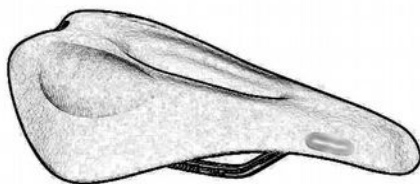
przerzutek, manetki gazu, wyświetlacza itp.). Jeżeli zmontujemy całość na kierownicy, którą docelowo będzie trzeba podnieść o 5 cm w górę, to może okazać się, że linki i przewody będą za krótkie. To bardzo ważne, aby ustalić swoją wygodną pozycję najlepiej, jeszcze przed przerobieniem roweru na elektryczny.

Siodelko

Przez to, że pozycja turystyczna jest bardziej wyprostowana, to więcej ciężaru spoczywa na siodełku. Dlatego duża część e-rowerzystów stosuje siodełka turystyczne / trekkingowe / ergonomiczne nawet w rowerach MTB, które standardowo mają siodełka o bardziej sportowych kształtach.



Siodelko trekkingowe



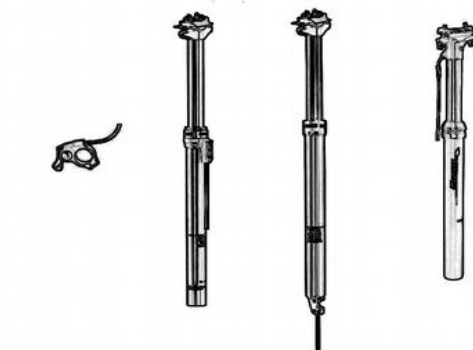
Siodelko ergonomiczne

Pochylenie siodełka wpływa na to, jak ciężar ciała przekazywany jest na kierownicę. Jeżeli przód siodełka będzie niżej niż tył siodełka to będziemy bardziej pochyleni do przodu, będziemy mieli tendencję do zsuwania się z siodełka, co doprowadzi do spoczywania większej masy na kierownicy i męczenia nadgarstków. Przód siodełka powinien być delikatnie powyżej tyłu siodełka. Kąt siodełka to znów kwestia bardzo indywidualna - warto poeksperymentować z różnymi ustawieniami.

Sztyca regulowana

W dzisiejszych czasach istnieje bardzo wiele ciekawych udogodnień dla rowerzystów. Jednym z coraz częściej spotykanych jest sztyca regulowana z przyciskiem na kierownicy lub dźwignią pod siodełkiem. Gdy wciśniemy dźwignię, np. na kierownicy, to ciężarem ciała możemy wciskać sztycę regulowaną wgłąb ramy, a gdy nie będzie obciążenia, to sztyca samoistnie wysunie się ku górze. Jest to bardzo duże udogodnienie. Osobiście z takiej korzystam i wielokrotnie podczas jazdy dopasowuję pozycję do aktualnych potrzeb. Należy zwrócić uwagę na pozycję wyprowadzenia linki i dobrać taką wersję, która będzie najbardziej odpowiednia dla ramy roweru, w którym ma być

zastosowana. Te z linką wyprowadzoną od dołu wymagają dodatkowego otworu w ramie, aby linkę przeprowadzić. Z kolei te z mocowaniem górnym linki powodują zwisanie linki blisko koła w najniższym położeniu sztycy. Osobiście, gdy dokładam taką sztycę do roweru, który nie miał takiej w standardzie, to wybieram tę z wyprowadzeniem linki obok obejmmy zaciskowej (na środku sztycy).



Dźwignia zwalnająca i sztyce regulowane z trzema rodzajami wyprowadzenia linki: przy obejmie, od dołu, od góry

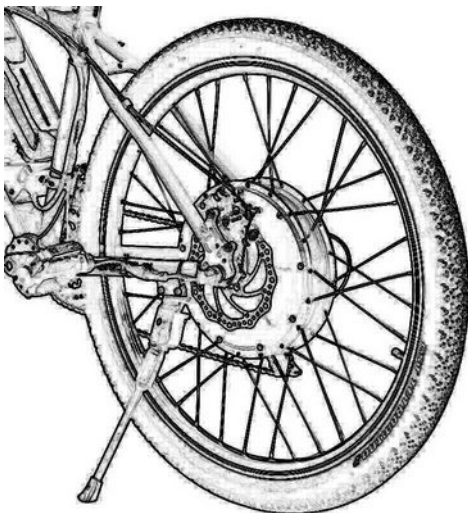
Niestety nie istnieje sztyca regulowana i jednocześnie amortyzowana więc takie regulowane sztyce najlepiej nadają się do rowerów z pełną amortyzacją.

Sztyce regulowane wymagają serwisowania. Co roku należy taką sztycę rozebrać, przeczyścić, nasmarować i ewentualnie wymienić zużyte elementy.

5. Napęd i bateria – informacje dodatkowe

W tym rozdziale bardziej szczegółowo opiszę te komponenty, dla których występuje wiele różnic w budowie poszczególnych modeli i dopowiem o kilku szczegółach technicznych.

5.1. Silnik w kole (HUB)



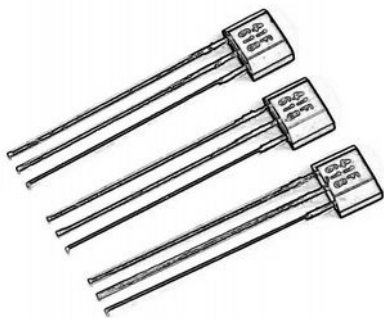
Koło z silnikiem HUB

5.1.1. Silniki HUB – czujnikowe, bezczujnikowe

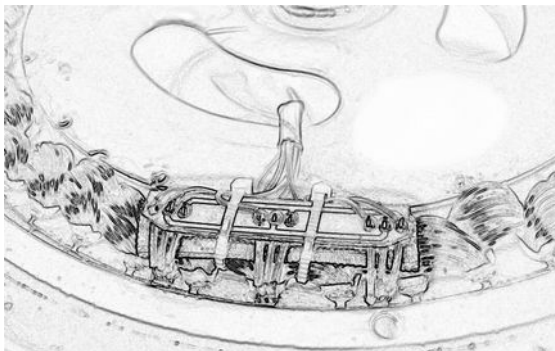
Silniki bezszczotkowe prądu stałego BLDC (z ang. BrushLess Direct Current) mogą być sterowane w trybie czujnikowym i bezczujnikowym.

Silniki pracujące w trybie czujnikowym mogą uzyskiwać lepszą sprawność i będą posiadały większy moment obrotowy przy niskich obrotach i przy rozruchu. Mogą być sterowane lepszymi algorytmami, które sprawiają, że ich praca jest bezgłośna i bardziej efektywna. Z tego powodu większość silników stosowanych w rowerach elektrycznych to silniki czujnikowe.

Aby silnik mógł być sterowany w trybie czujnikowym, musi posiadać czujniki, które badają pozycję rotora względem stojana. Najczęściej są to czujniki działające na zasadzie efektu Halla, wykrywające pole magnetyczne od magnesów umieszczonych na wirniku. Taki silnik, oprócz trzech grubych przewodów fazowych do zasilania, posiada również pięć dodatkowych cienkich przewodów od czujników położenia (czujników Halla).



Czujniki Halla



Czujniki Halla w silniku

Silniki pracujące w trybie czujnikowym wymagają sterownika, który to umożliwia. Na dzień dzisiejszy to w większości przypadków standard. Przy kompletowaniu części wybieraj silnik i sterownik, który działa w trybie czujnikowym (w opisie przewodów będą przyłącza lub wyprowadzenia do czujników Halla).

Silniki bezczujnikowe są mniej podatne na awarie, gdyż nie posiadają dodatkowych czujników, które mogą się uszkodzić. Silniki bezczujnikowe czasami stosowane są w silnikach przekładniowych, ale coraz rzadziej można spotkać tego typu silniki.

Silniki pracujące w trybie bezczujnikowym wymagają sterownika, który to umożliwia. Na dzień dzisiejszy sterowniki posiadające tę funkcjonalność są coraz rzadziej spotykane.

5.1.2. Silniki HUB - bezprzekładniowe i przekładniowe

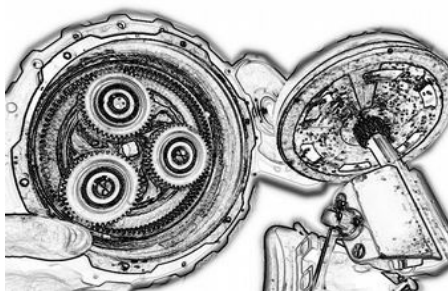
Występują dwa rodzaje silników w piaście, jeżeli chodzi o sposób przeniesienia momentu obrotowego na obręcz koła.

Są to:

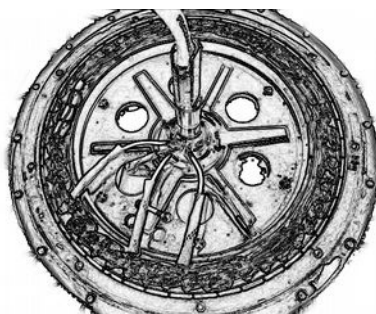
- silniki bezprzekładniowe (Direct Drive, DD, z ang. napęd bezpośredni)
- silniki przekładniowe (Geared Drive, z ang. napęd przekładniowy)

Silniki bezprzekładniowe, tak jak sama nazwa wskazuje, nie mają wewnątrz żadnej przekładni. Moment obrotowy przekazywany jest poprzez pole elektromagnetyczne bezpośrednio z nieruchomego stojana z uzwojeniami na magnesy przyklejone do obrotowej obudowy silnika, która jest połączona szprychami z obręczą koła. Jedyne mechaniczne elementy, które podlegają zużyciu, są łożyska, na których obraca się obudowa silnika.

Silniki przekładniowe, tak jak sama nazwa wskazuje, mają wewnątrz przekładnię, najczęściej planetarną opartą na kołach zębatych. Moment obrotowy nie jest przekazywany na obudowę silnika bezpośrednio przez pole elektromagnetyczne. Między obudową silnika, a rotorem (czyli obrotową częścią z magnesami) występuje jeszcze przekładnia redukcyjna, obniżająca prędkość obrotową, a podnosząca moment obrotowy silnika.



Wnętrze silnika HUB, przekładniowego



Wnętrze silnika HUB, bezprzekładniowego

Jak się domyślasz, obydwa typy silników mają swoje wady i zalety w porównaniu do siebie.

Poniżej przedstawiam porównanie tych dwóch typów silników. To, co w jednym jest wadą, w drugim jest zaletą.

Silnik przekładniowy	Silnik bezprzekładniowy
Zalety: - mniejsze rozmiary i masa przy tej samej mocy - większy moment obrotowy przy danym rozmiarze - dzięki małym rozmiarom i masie można zbudować lżejszy rower elektryczny	Wady: - większe rozmiary i masa przy tej samej mocy - mniejszy moment obrotowy przy danym rozmiarze - odpowiednie dla rowerów występują dopiero od pewnego rozmiaru, który jest już dość ciężki (min. ok. 4 kg)
Wady: - wiele ruchomych części, które wymagają serwisu - wydają dźwięk podczas pracy - gorsze odprowadzanie ciepła z uzwojenia do atmosfery, nie można go poprawić poprzez stosowanie ferrofluidu - nie nadają się do tuningu poprzez zwiększenie mocy (przekładnia może nie wytrzymać) - występują tylko do pewnych mocy (z reguły nie więcej niż 1000 W mocy nominalnej)	Zalety: - brak ruchomych części wymagających serwisu - nie wydają dźwięku podczas pracy - lepsze odprowadzanie ciepła z uzwojenia do atmosfery, które można jeszcze poprawić stosując ferrofluid (o ferrofluidzie przeczytasz w dalszej części tego rozdziału o zabezpieczeniu termicznym) - nadają się do tuningu poprzez zwiększenie mocy przy odpowiednim zabezpieczeniu przed przegrzaniem - występują również modele w bardzo dużych mocach nominalnych

Według mnie najważniejszymi zaletami silników bezprzekładniowych są:

- brak ruchomych części wymagających serwisu
- cicha praca
- dostępne również dla większej mocy

Z kolei najważniejszymi atutami silnika przekładniowego są:

- małe rozmiary
- niska masa

5.1.3. Silniki HUB - rodzaje nawojów

Zarówno w silniku przekładniowym, jak i bezprzekładniowym występują różne rodzaje uzwojeń.

Często u producenta silnika w ofercie jest dokładnie ten sam silnik w kilku wariantach, które różnią się od siebie jedynie uzwojeniem. Różnice w uzwojeniu polegają na zastosowaniu różnej grubości drutu (lub różnej ilości cieńszych drutów połączonych równolegle, tworzących jeden grubszy) i wykonaniu różnej ilości nawojów tym drutem. W dużym uproszczeniu mówiąc: albo jest gruby drut i mało nawojów, albo jest cienki drut i wiele nawojów (lub pośrednio).

Uzwojenie silnika ma wpływ głównie na:

- prędkość maksymalną silnika, przy danym napięciu zasilania
- moment obrotowy silnika przy danym natężeniu prądu

Rower z silnikiem z nawojem szybkim (grubszy drut, mniej nawojów) będzie mógł pojechać szybciej, ale bardziej będzie się męczył pod górkę i będzie miał słabsze przyspieszenie (będzie miał mniejszy moment obrotowy).

Rower z nawojem wolnym (cieńszy drut, więcej nawojów) będzie miał mniejszą prędkość maksymalną, ale dużo łatwiej pokona wzniesienie i będzie miał lepsze przyspieszenie (będzie miał większy moment obrotowy).

Przykład oznaczeń nawojów (od wolnego do szybkiego): 7x9, 8x8, 9x7, 10x6, 12x4.

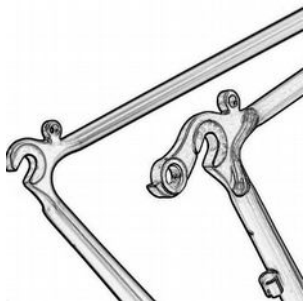
Inny przykład oznaczeń nawojów (od wolnego do szybkiego): 6T, 5T, 4T, 3T.

Nie należy porównywać nawojów pomiędzy różnymi modelami silnika. Takie porównanie ma tylko i wyłącznie sens w ramach jednego modelu silnika.

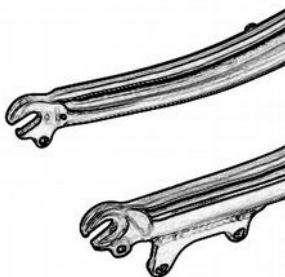
5.1.4. Silniki HUB - sposób montażu

Haki – (z ang. dropout):

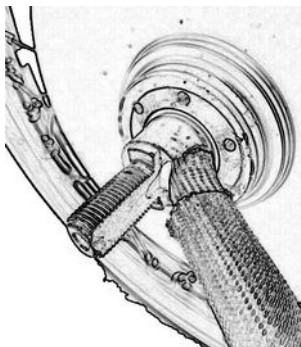
Silniki umieszczone w piaście koła najczęściej przewidziane są do montażu w ramach rowerów, które posiadają tzw. haki. Hak, czyli końcówka ramy posiadająca pół-otwór, który jest otwarty z jednej strony i umożliwia wsunięcie do niego koła z wystającą po obu stronach osią.



Haki montażowe tylnego koła

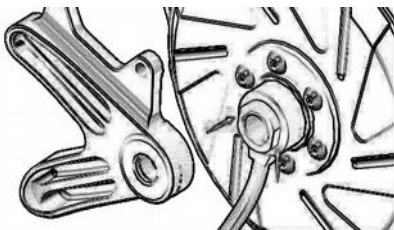


Haki montażowe przedniego koła



Oś silnika HUB - splaszczanie koła

Niektóre rowery posiadają inny sposób montażu koła, z tzw. osią przelotową. Wówczas taki rower nie posiada haków, co najczęściej uniemożliwia montaż silnika (przynajmniej nie bez ingerencji mechanicznej w ramę roweru). Na dzień dzisiejszy na rynku istnieje bardzo mało modeli silników z osią przelotową.



Silnik HUB na oś przelotową



Mocowanie koła na oś przelotową

Szerokość montażowa:

Szerokość montażowa silnika musi się zgadzać z szerokością montażową na piastę koła, pomiędzy hakami w ramie roweru. Najczęściej dla przedniego koła jest to 100 mm, a dla tylnego koła 135 mm. Silniki dedykowane do przedniego koła nie będą pasowały do tylnego i na odwrót. Niektóre, większe silniki mają szerokość montażową powyżej 135 mm, co wymusza rozgięcie ramy, a nie wszystkie ramy są podatne na rozginanie (np. karbonowe lub amortyzowane).



Szerokość montażowa pomiędzy hakami

Średnica osi:

Średnica osi w zwykłym kole rowerowym najczęściej wynosi 9 – 10 mm. Silniki często mają oś 12 mm, a nawet 14 mm lub 16 mm. W większości przypadków oś w miejscu montażu jest spłaszczona do 10 mm po to, aby dało się silnik włożyć do haków, bez zbytnej ingerencji mechanicznej w ramę roweru. Najczęściej jednak ramę roweru trzeba trochę podpiłować pilnikiem, aby poprawnie osadzić silnik. Często haki wymagają przynajmniej pogłębienia o ok 1mm, aby tarcza hamulcowa w pełni zachodziła na zacisk hamulcowy.

Blokada obrotu:

Silnik zapiera się o haki, spłaszczeniem na osi. To jednak nie wystarczy i należy do silnika dołożyć dodatkową blokadę obrotu. Bez dodatkowej blokady obrotu występuje bardzo duże ryzyko uszkodzenia silnika i ramy roweru. Bez zastosowania blokady obrotu, z biegiem czasu oś będzie miała coraz to większy luz w hakach montażowych, a w najgorszym wypadku może dojść do obrócenia osi i zerwania przewodów. Również może dojść do wyłamania jednego z ramion haka montażowego w ramie lub przednich widełkach i wysunięcia silnika / koła z ramy.



*Przykładowa, uniwersalna blokada obrotu
(z ang. torque arm)*

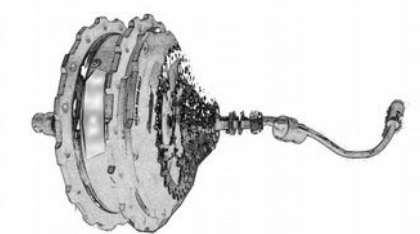
Wyprowadzenie przewodów:

W różnych silnikach przewód jest różnie wyprowadzony i zależy zadbać o jego odpowiednie poprowadzenie.

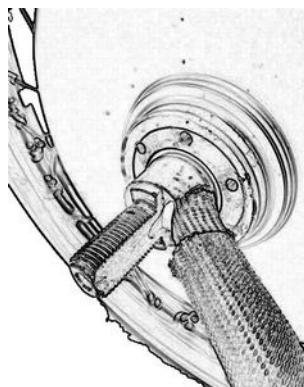
Przewód może wychodzić z silnika:

- z boku osi po stronie tarczy hamulcowej od wewnętrznej strony haka montażowego
- centralnie ze środka osi po stronie wolnobiegu
- centralnie ze środka osi po stronie tarczy hamulcowej

Przewód należy tak zamocować, aby zminimalizować ryzyko jego przetarcia lub zerwania.



Przewód wyprowadzony ze środka osi od strony wolnobiegu



Przewód wyprowadzony z boku osi od strony tarczy

Obwód:

Silniki HUB najczęściej wymagają obręczy z 36 otworami na szprychy. W rowerach najczęściej występują obręcze z 32 otworami na szprychy. Dlatego zazwyczaj, decydując się na silnik w piaście, należy wymienić całe koło. Dodatkowo warto zwrócić uwagę na to, że silniki w kole to dodatkowa bardzo duża masa nieamortyzowana, która będzie chciała dobić obręcz do podłoża. Szukając obręcz do silnika, należy wybierać te wzmocnione, kilku komorowe, z kapslowanymi otworami na szprychy. Należy wybierać obręcze możliwie jak najszersze do danego zastosowania.

Szprychy:

Szprychy w rowerach elektrycznych z silnikami w piaście przenoszą dużo większe siły niż w zwykłym rowerze. Dlatego szprychy powinny być mocniejsze, o większej średnicy. W zwykłych rowerach szprychy mają najczęściej 2 mm średnicy. W rowerach elektrycznych szprychy powinny mieć przynajmniej 2,3 mm średnicy. Szprychy i nypły powinny być jak najgrubsze możliwe, względem otworów w silniku i w obręczy.

Szprychy w rowerach elektrycznych z silnikiem w piaście zaplata się najczęściej na jeden krzyż.

Szprychy dorabia się na wymiar do danego silnika i obręczy. Są sklepy, które to umożliwiają. Również w internecie są kalkulatory szprych, które pomagają dobrać odpowiednią ich długość.

Nawet najbardziej profesjonalnie zaplecione szprychy będą się luzowały podczas

eksploatacji. Najbardziej jest to zauważalne podczas pierwszych 200 km jazdy. Nowe szprychy, nowy silnik i nowa obręcz ugniatają się w miejscach montażowych i dopasowują się do siebie. Zadbaj o kilkukrotne sprawdzenie naciągu szprych w początkowym okresie użytkowania roweru, a później kontroluj naciąg szprych co 500 km. Postaraj się zapamiętać, jak mocno dociągnięte są szprychy w nowym kole i dociągaj szprychy do takiego poziomu. Naciągnięcie szprychy można sprawdzić po dźwięku jaki wydają, gdy się w nie stuknie lub poprzez wygięcie szprychy palcami dłoni. W profesjonalnych warsztatach naciąg szprych bada się specjalnym przyrządem.

Tarcza hamulcowa:

Większość silników HUB posiada otwory montażowe do tarczy hamulcowej. Czasami jednak występuje kolizja pomiędzy zaciskiem hamulcowym, a obudową silnika. Zależy to od rodzaju silnika, średnicy tarczy hamulcowej i zastosowanego zacisku hamulcowego. Jeżeli kolizja wystąpi, to należy dodać dodatkowy dystans pomiędzy tarczę, a silnik i dać dłuższe śrubki mocujące tarczę. Tym samym poszerzamy szerokość montażową silnika i najprawdopodobniej należy rozgiąć (jeżeli to możliwe) ramę roweru.

W silnikach z wyprowadzonym przewodem z boku osi, w okolicy tarczy, należy zwrócić uwagę na możliwość przetarcia przewodu o obracającą się tarczę i tak poprowadzić przewód, aby na pewno o nic nie zahaczał. Przewód należy zamocować grubymi i mocnymi opaskami kablowymi

Kaseta / wolnobiegi:

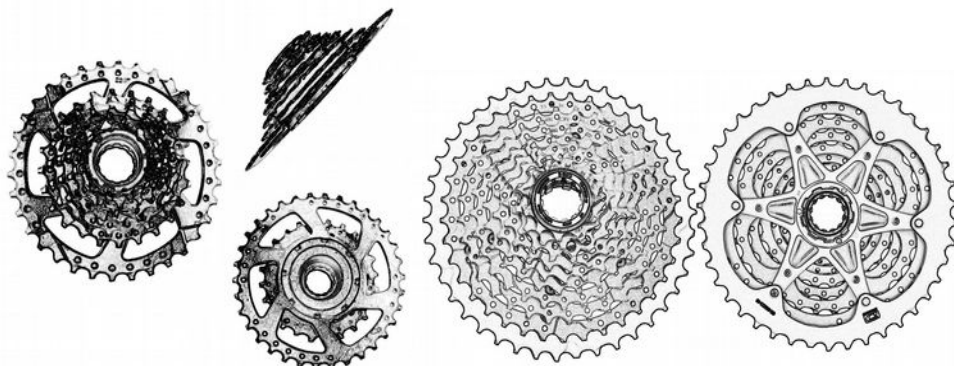
Niektóre silniki mają możliwość zamontowania kasety tylnej przerzutki, a niektóre wymagają zastosowania wolnobiegu tylnej przerzutki. Kaseta od wolnobiegu różni się tym, że przy kasecie bębenek jednokierunkowy z zapadkami znajduje się w silniku, a w wolnobiegu taki bębenek jest wbudowany i zintegrowany z wolnobiegiem. Inny jest sposób montażu kasety (na wielowypust) i inny jest sposób montażu wolnobiegu (nakręcany na gwint). Wolnobiegi już wychodzą z użycia w zwykłych rowerach i występują w ograniczonych ilościach rzędów i zębów na tarczach. Jeżeli zdecydujemy się na silnik, który wymaga wolnobiegu, a w naszym rowerze jest nowoczesna przerzutka (np. 10 rzędowa na kasety), to może się okazać konieczna zmiana przerzutki na inną, często gorszego typu.

Niektóre mocniejsze silniki są często większe, szersze i nie pozwalają na montaż kasety, a jedynie na montaż wolnobiegu i to z mocno ograniczoną ilością rzędów, np. 5 lub 7 rzędów maksymalnie.

Przy wyborze wolnobiegu warto zwrócić uwagę na to, aby posiadał on na najmniejszej tarczy zębatej 11 zębów. Często wolnobiegi mają na najmniejszej

tarczy aż 14 zębów, a to przekłada się na możliwość pedałowania przy mniejszej prędkości maksymalnej.

Nie można wprost powiedzieć, które silniki są lepsze czy te na kasetę, czy te na wolnobieg - wszystko zależy od konkretnego zastosowania. Warto jednak wiedzieć o tym, że takie różnice są. Będziemy musieli przecież dokonać wyboru silnika i będziemy musieli się zastanowić co zyskamy, a co stracimy, wybierając jeden czy drugi rodzaj montażu tarcz tylnej przerzutki.



Wolnobieg - od tyłu widoczny gwint montażowy

Kaseta - od tyłu widoczny wielowypust montażowy

5.1.5. Silnik HUB - zabezpieczenie termiczne

Nie mogło zabraknąć tego tematu w dziale poświęconemu silnikowi HUB. Zabezpieczenie termiczne przed przegrzaniem silnika to bardzo ważny aspekt w konwersji zwykłego roweru na elektryczny i nie można go pominąć. Bardzo łatwo jest przegrzać silnik przy dobraniu zbyt mocnego sterownika lub przy nieefektywnym użytkowaniu silnika. Często w silnikach nie ma żadnego zabezpieczenia termicznego i musimy sami o nie zadbać poprzez dołożenie odpowiedniego rozwiązania.

Silniki mogą bezawaryjnie pracować tylko do pewnej temperatury.

Uszkodzenia związane z nadmierną temperaturą to:

- stopienie izolacji na uzwojeniach i zwarcie między uzwojeniami
- rozmagnesowanie magnesów
- odklejenie się magnesów od wirnika

Wszystkie powyższe uszkodzenia są poważne, często decydujące o przeznaczeniu silnika do utylizacji, a tylko w nielicznych przypadkach nadają się i są warte

naprawy.

Uzwojenia i magnesy mogą pracować z różną temperaturą maksymalną. W silniku należy zabezpieczyć ten element, który jako pierwszy może ulec uszkodzeniu. W zależności od konstrukcji silnika monitorujemy podobny punkt na uzwojeniu silnika, ale ustalamy inny próg dla odcięcia zasilania. Również wpływ na poziom zabezpieczenia temperaturowego ma zastosowanie ferrofluidu*.

**Ferrofluid to ciecz (specjalny olej z drobkami metalu), który wypełnia lukę pomiędzy magnesami na rotorze, a statorem i przekazuje ciepło z uzwojeń, poprzez magnesy na obudowę silnika. Wszystko po to, aby obudowa mogła odprowadzić ciepło do atmosfery. Przy zastosowaniu ferrofluidu zdecydowanie polepsza się wymiana ciepła uzwojeń z atmosferą, a przez to wrasta sprawność silnika i zdolność do dłuższej pracy pod dużym obciążeniem. Ferrofluid można stosować tylko w silnikach bezprzekładniowych.*

Progi dla odcięcia zasilania w zależności od konstrukcji silnika:

Silnik bezprzekładniowy (DD, Direct-Drive)

Monitorujemy bezpośrednio temperaturę uzwojeń silnika w miejscu, w którym przewody fazowe łączą się z uzwojeniami silnika

- temperaturowy próg odcięcia zasilania **silników bez ferrofluidu to 140°C** (Najbardziej narażona na przegrzanie jest izolacja uzwojeń, magnesy nie mają bezpośredniego kontaktu z uzwojeniami i są dodatkowo chłodzone od obudowy silnika)
- temperaturowy próg odcięcia zasilania **silników zalanych ferrofluidem to 120°C** (Najbardziej narażone na przegrzanie są magnesy, które nagrzeją się przez to, że ferrofluid przeniesie na nie ciepło z uzwojeń)

Silnik przekładniowy (Geared-Drive)

Monitorujemy bezpośrednio temperaturę uzwojeń silnika w miejscu, w którym przewody fazowe łączą się z uzwojeniami silnika

- temperaturowy próg odcięcia zasilania **silników przekładniowych to 115°C** (Najbardziej narażone na przegrzanie są magnesy, które nie mają styczności z obudową i nie mają dobrego odprowadzenia ciepła, a promieniowanie ciepła od uzwojeń z czasem może doprowadzić je do osiągnięcia zbyt wysokiej temperatury. To tak, jakby włożyć magnesy do piekarnika - nie dotykają grzałki, a zostaną nagrzane. Nie przekraczając temperatury na uzwojeniach, mamy pewność, że nie przegrzejemy magnesów)

Zabezpieczenie termiczne ma sens tylko wtedy, gdy jest tak skonstruowane, że

bez ingerencji użytkownika samoistnie odłączy napęd po przekroczeniu zadanej temperatury. Zapobiega to zdarzeniom losowym, gdzie przez nieuwagę przeoczymy przekroczoną temperaturę (np. gdy pożyczymy komuś rower, kto nie ma o tym pojęcia).

Zabezpieczenie termiczne można zrealizować na dwa sposoby:

- bimetaliczne zabezpieczenie termiczne na określoną temperaturę (coś jak termostat), które po przekroczeniu temperatury zewrze lub rozewrze (zależy od wersji NO, czyli normalnie otwarty lub NC, czyli normalnie zamknięty) swoje styki i załączy / aktywuje obwód bezpieczeństwa (np. da sygnał wciśniętego hamulca do sterownika lub odłączy zasilanie sterownika)
- czujnik temperatury + funkcja w sterowniku umożliwiająca odcięcie zasilania silnika po przekroczeniu temperatury

Termo-przełączniki / bimetaliczne zabezpieczenie termiczne

Najbardziej uniwersalnym zabezpieczeniem termicznym jest termo-przełącznik ze stykami, które zmieniają swój stan po przekroczeniu progu temperatury danego termo-przełącznika. Termo-przełączniki występują w dwóch wersjach NO i NC, czyli normalnie rozarty (NO) i normalnie zwarty (NC). Termo-przełączniki występują w bardzo wielu wariantach temperatury także możemy dobrać inny dla sterownika, inny dla baterii i inny dla silnika.

Przy zastosowaniu termo-przełączników możesz podążać jedną z dwóch ścieżek w celu stworzenia obwodu zabezpieczenia termicznego w rowerze elektrycznym. Możesz stworzyć obwód, który:

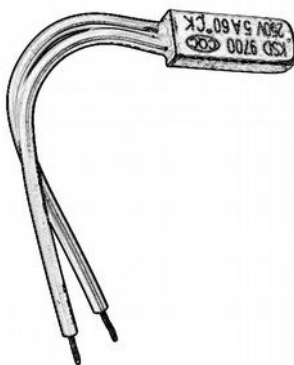
- odłączy zasilanie sterownika silnika (przy zastosowaniu termo-przełączników normalnie zwartych NC)

W tym wariantcie łączymy szeregowo termo-przełączniki NC na obwodzie zasilania sterownika i jeżeli któryś z nich rozewrze swoje styki, to przerwie obwód zasilania sterownika, sterownik się wyłączy, a napęd będzie nieaktywny.

- da sygnał hamulca do sterownika (przy zastosowaniu termo-przełączników normalnie rozwartych NO)

W tym wariantcie łączymy równolegle termo-przełączniki NO pomiędzy masę GND (lub czasami 12 V) i wejście sygnału hamulca w sterowniku i jeżeli któryś z nich zewrze swoje styki, to sterownik otrzyma taki sam sygnał jakbyśmy wcisnęli kławkę hamulca i odłączy napęd.

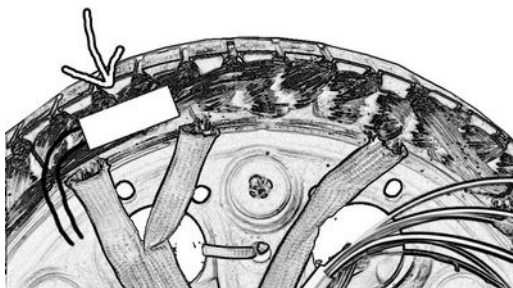
Taki wariant jest pokazany na schemacie podstawowych połączeń dla silnika HUB (na końcu tego poradnika).



*Termo-przełącznik / bimetaliczne
zabezpieczenie termiczne*

Miejsce montażu termo-przełącznika / zabezpieczenia bimetalicznego:

Zabezpieczenie bimetaliczne powinno być wklejone bezpośrednio na uzwojeniach silnika w miejscu, w którym przewody fazowe łączą się z uzwojeniami silnika. Klej użyty do montażu powinien być elastyczny i termo-przewodzący. Podczas montażu termo-przełącznika należy uważać, aby żaden element lub przewód nie wystawał i nie obcierał o obudowę po złożeniu silnika. Przykładowy schemat połączeń z użyciem takiego zabezpieczania znajduje się na ostatnich stronach tego poradnika i opisany jest w odpowiednim dziale w dalszej części.

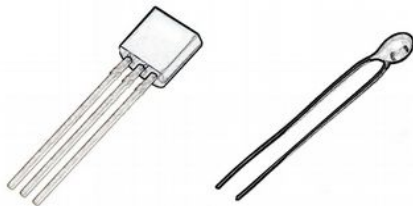


*Miejsce montażu zabezpieczenia termicznego
wewnątrz silnika HUB*

Czujniki temperatury

Niektóre sterowniki silnika mają wejście na czujnik temperatury silnika. Wówczas można podłączyć taki czujnik do sterownika i sterownik po przekroczeniu danego progu temperatury odłączy napęd.

Można też dołożyć komputer pokładowy do roweru (np. MPe od <https://ebikecomputer.com>) i taki komputer będzie nam na wyświetlaczu pokazywał temperaturę wybranych komponentów, a w konfiguracji urządzenia można ustawić próg odcięcia napędu elektrycznego.



Czujniki temperatury LM35 oraz NTC10K

5.1.6. Silniki HUB (przekładniowe i bezprzekładniowe) – serwis i eksploatacja

Silniki montowane w piaście koła są z reguły bezawaryjne przy normalnej eksploatacji. Zwłaszcza, jeżeli zabezpieczymy je termicznie przed przegrzaniem. Szczególnie z bezawaryjności słyną silniki bezprzekładniowe, w których jedyne ruchome elementy są łożyska obudowy.

Silniki przekładniowe wymagają trochę większej uwagi i regularnej wymiany smaru na przekładni zębatej (zalecane co 2000 km). Również należy zwrócić uwagę na to, aby sterownik silnika przekładniowego posiadał łagodny start i moc dopasowaną do mocy nominalnej silnika, żeby nie dopuszczać do przeciążenia przekładni i sprzęgła jednokierunkowego. Łagodny start / soft start w sterownikach jest czasami funkcją opcjonalną, regulowaną i należy o to zadbać przy instalacji.

Jeżeli zależy Ci na wielu tysiącach kilometrów bezawaryjnej jazdy, to silniki hub bezprzekładniowe przodują w tej kategorii. Jeżeli szukasz mniejszej masy i rozmiarów, to będziesz musiał pójść na kompromis w zakresie częstszego serwisu.

Usterki w silnikach w piaście koła, jeżeli występują, to najczęściej z winy montażu lub użytkownika.

Najczęstsze usterki w silnikach hub to:

- przegrzanie - nie występuje w odpowiednio dobranych i zabezpieczonych silnikach
- przetarcie przewodów w okolicy wejścia do silnika (np. o tarczę hamulcową) - nie występuje przy poprawnym montażu
- wypadnięcie silnika z haków montażowych i zerwanie przewodu - nie występuje, jeśli stosujemy dodatkowe blokady obrotu i pilnujemy dociągnięcia nakrętek
- poluzowanie silnika i wyrobienie gniazd montażowych przy stosowaniu hamowania regeneracyjnego - nie występuje, jeżeli zastosujemy odpowiednio wytrzymałe i bez-luzowe blokady obrotu
- w silnikach przekładniowych - przeciążona przekładnia - nie występuje przy odpowiednim doborze i ustawieniu sterownika
- (usterka poboczna) pozrywane szprychy koła - występuje przy zbyt cienkich i nie pilnowanych pod względem naciągu szprychach
- (usterka poboczna) przebita o obręcz dętka i/lub zgięta obręcz z powodu dodatkowej masy silnika w kole i wjechaniu kołem na przeszkodę

5.2. Sterownik silnika (HUB)

Silnika BLDC (bezszczotkowego prądu stałego, z ang. BrushLess Direct Current) nie można podpiąć bezpośrednio do baterii. Silnik podpinamy do sterownika silnika, a sterownik silnika zasilamy z baterii. Sterownik umieszczony jest w innym miejscu niż silnik i łączy się z silnikiem przewodami (występują bardzo nieliczne wyjątki modeli silników HUB, w fabrycznych rowerach elektrycznych, które mają wbudowany sterownik wewnątrz obudowy silnika).

O tym, jaką moc będzie miał pojazd elektryczny, decyduje przede wszystkim sterownik silnika. To on pobiera energię elektryczną z baterii i przekazuje ją do silnika. **Baterię i silnik należy dopasować do mocy sterownika.** Za słaba bateria lub za słaby silnik względem sterownika będą się przegrzewały i mogą się uszkodzić.

Niektóre sterowniki należy ustawić / zaprogramować przed pierwszym użyciem – jedno z poziomu wyświetlacza, a inne z poziomu komputera PC lub smartfona. Każdy programuje się inaczej i należy zapoznać się z instrukcją urządzenia. Przed zakupem upewnij się, że w zestawie jest interfejs do programowania (jeżeli jest wymagany)

W przypadku wyboru zintegrowanego napędu centralnego nie musimy wybierać sterownika, gdyż w takim napędzie znajduje się już sterownik i jest on

dopasowany do silnika, z którym współpracuje.



Przykładowy sterownik silnika HUB

Sterownik silnika bezszczotkowego charakteryzuje się m.in. następującymi parametrami:

- napięcie zasilania min. i maks.

Napięcia maksymalnego nie można przekraczać, gdyż grozi to uszkodzeniem sterownika, a poniżej napięcia minimalnego sterownik nie załączy się.

- moc nominalna / maksymalna (prąd nominalny / maksymalny) pobierana z baterii

Prąd i moc nominalne to takie, przy których sterownik może pracować bez przerwy. Prąd i moc maksymalne to takie, przy których sterownik może pracować chwilowo, poniżej minuty. Przy zbyt długim obciążeniu tą mocą / prądem, sterownik się przegrzeje. Zabezpieczony termicznie się wyłączy, a niezabezpieczony termicznie się uszkodzi.

- prąd fazowy maksymalny

Prąd fazowy (międzyfazowy) to prąd, którym zasilany jest silnik. Prąd fazowy może być kilkukrotnie większy od prądu pobieranego z baterii. Jest to spowodowane faktem, że sterowniki posiadają możliwość obniżenia napięcia zasilającego silnik przy niskich prędkościach obrotowych po to, aby podnieść prąd międzyfazowy zasilania. Im większym prądem zasilany jest silnik tym ma większy moment obrotowy. Wraz ze wzrostem prędkości obrotowej silnika wzrasta napięcie zasilania, a obniża się prąd zasilania i zmniejsza moment obrotowy.

Często sprzedawcy sterowników chwalą się dużym prądem sterownika podając prąd fazowy. Należy na to zwrócić uwagę porównując dwa różne sterowniki,

aby porównywać te same prądy (pobierane z baterii lub międzyfazowe). Czasami w ogłoszeniach błędnie jest podawana moc maksymalna sterownika jako iloczyn napięcia baterii i maksymalnego prądu fazowego – prawdziwa moc sterownika to iloczyn napięcia zasilania z baterii i prądu pobieranego z baterii. (Oczywiście pomijając sprawność i straty mocy, które występują w każdym urządzeniu).

- sterowniki posiadają różne funkcje dodatkowe
 - obsługa wspomagania pedałowania (obsługa czujnika kadencji lub czujnika momentu obrotowego)
 - obsługa manetki gazu
 - tempomat
 - bieg wsteczny
 - wejście na czujnik hamulca
 - selektor prędkości 3-speed (ograniczenie prędkości, do wyboru 3 prędkości)
 - samo-nauka / samo-dopasowanie kolejności połączeń przewodów fazowych i cz. Halla

Różne sterowniki mają różne funkcje dodatkowe.

- sposób sterowania silnikiem
 - blokowy / prostokątny
 - sinusoidalny
 - wektorowy / FOC

5.2.1. Sposób sterowania silnikiem (dla silników w piaście koła - HUB)

Występują trzy najpopularniejsze grupy sterowników w zakresie sposobu sterowania silnikiem:

- sterowanie blokowe / prostokątne

Zasilają silnik prądem, którego zapis na oscylogramie ma przebieg prostokątny. Taki sposób sterowania wprawia silnik w wibracje, które są mocno słyszalne dla człowieka. Ze względu na ten dźwięk są mało popularne. Są najtańsze.
- sterowanie sinusoidalne

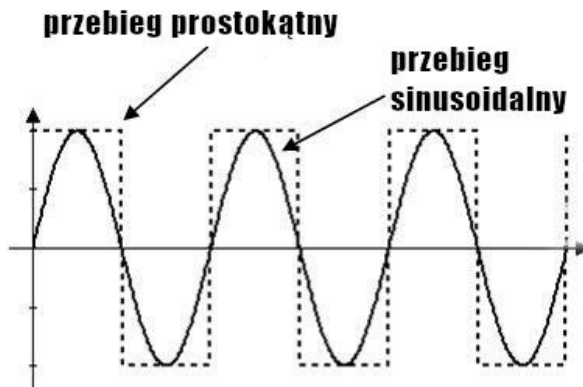
Zasilają silnik prądem, którego zapis na oscylogramie ma przebieg sinusoidalny. Taki sposób sterowania nie wprawia silnika w wibracje, dlatego praca silnika jest niesłyszalna dla człowieka. Najpopularniejsza grupa sterowników.

- sterowanie wektorowe / FOC

Zasilają silnik prądem, którego zapis na oscylogramie ma przebieg przypominający zniekształconą sinusoidę, a które to optymalizują przebieg prądu tak, aby wytworzyć możliwie duży moment obrotowy na silniku przy możliwie małym zużyciu prądu przez silnik. Taki sposób sterowania silnikiem jest najbardziej energooszczędny, nie wprawia silnika w wibrację, dlatego praca silnika jest niesłyszalna dla człowieka. Czasami słyszeć tylko lekki pisk - dźwięk o wysokiej częstotliwości, wydobywający się z silnika, ledwo słyszalny przez człowieka.

W takiej kolejności, jak zapisano powyżej (blokowe-->sinusoidalne-->wektorowe) sterowniki te są przy tej samej mocy:

- coraz to lepsze w sterowaniu silnikiem
- coraz to droższe
- coraz to bardziej skomplikowane



Oscylogram przebiegu prostokątnego i sinusoidalnego

5.2.2. Moc sterownika (dla silników w piaście koła - HUB)

Najczęściej sprzedawcy w swoich ogłoszeniach podają moc maksymalną i prąd maksymalny, jakie sterownik jest w stanie chwilowo przenieść z baterii na silnik. Chwilowo to znaczy: poniżej minuty działania pod takim obciążeniem. Właśnie do tej mocy należy dopasować baterię. Najczęściej moc ciągłą, z jaką sterownik może pracować, jest o ok. połowę mniejsza od mocy maksymalnej i do tej mocy ciągłej należy dopasować silnik. Moc ciągłą nazywa się też często mocą nominalną sterownika.

Moc nominalna silnika i sterownika powinny się mniej więcej zgadzać, a wydajność prądowa baterii powinna się zgadzać z prądem maksymalnym sterownika. Jeżeli wybierzemy zbyt mocny sterownik, to silnik lub bateria będą się przegrzewały i jeżeli nie zabezpieczymy ich termicznie, to się uszkodzą.

Przykładowe prądy i moce (przy 48 V) sterowników dostępnych na rynku:

Moc nominalna (ciągła) / maksymalna (chwilowa):

(wartości podane w zaokrągleniu)

- 250 W / 500 W (prąd sterownika 5 A / 10 A)
- 500 W / 1000 W (prąd sterownika 10 A / 20 A)
- 750 W / 1500 W (prąd sterownika 15 A / 30 A)
- 1000 W / 2200 W (prąd sterownika 20 A / 45 A)
- 1500 W / 3000 W (prąd sterownika 30 A / 60 A)

5.2.3. Sprawdzenie poprawności działania sterownika

Sterowniki silnika z reguły są bezawaryjne. Jednocześnie są bardzo skomplikowane w diagnostyce w przypadku wystąpienia ewentualnych usterek. Gdy mamy problemy z działaniem naszego napędu, to najprostszym sposobem na sprawdzenie czy nasz sterownik silnika HUB działa poprawnie jest podłączenie na chwilę innego sterownika silnika. Najtańszy i najprostszy sterownik silnika bezszczotkowego (BLDC) można kupić w kwocie poniżej 100 zł. Nie widzę, żadnego powodu dlaczego mielibyśmy nie posiadać takiego zapasowego sterownika w celu przetestowania poprawności działania naszej instalacji elektrycznej. Zwłaszcza w przypadku występowania różnych niepokojących objawów takich jak szarpanie czy zanik wspomagania. Jeżeli po podłączeniu innego sterownika objawy znikną to znaczy, że winny jest nasz sterownik. Natomiast jeżeli objawy będą nadal występować, to należy przyczyny szukać gdzie indziej, np. w połączeniach lub w poprawności działania czujników Halla w silniku.

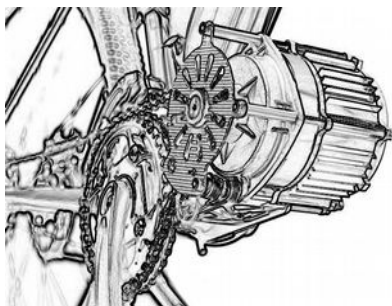
5.3. Napęd centralny / mid-drive

5.3.1. Mid-drive – sposób sprzęgania z łańcuchem roweru

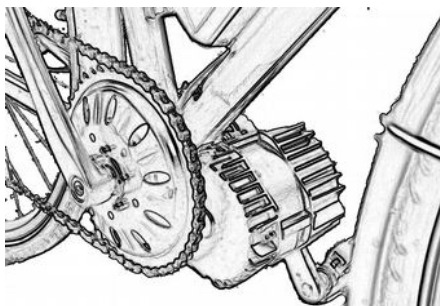
Napędy centralne mają najczęściej dwa sposoby sprzęgania ich z łańcuchem napędowym roweru.

Sprzęganie bezpośrednie - łańcuch napędowy roweru jest założony bezpośrednio na tarczę zębatą zdawczą napędu.

Sprzęganie pośrednie - na korbie występuje wolnobieg i dodatkowa tarcza zębata, która jest spięta dodatkowym łańcuchem z tarczą zdawczą napędu.



Sprzęganie pośrednie przez dodatkowy łańcuch



Sprzęganie bezpośrednie

Napędy ze sprzęganiem bezpośrednim są częściej spotykane i wydają mniej słyszalnych dźwięków, są cichsze, ale nie bezgłębne. Najczęściej w jednych i w drugich można zmieniać wielkość zębatego zdawczego.

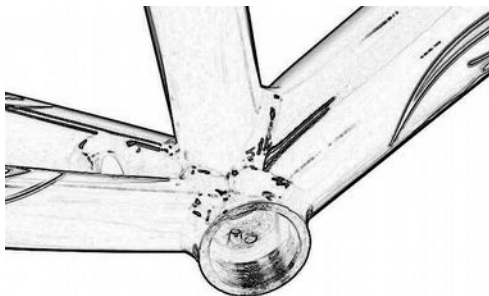
5.3.2. Mid-drive – sposób mocowania

W rowerach przerabianych na elektryczne, napęd centralny montuje się najczęściej do mufy suportu. Montuje się go całkowicie zamiast suportu lub obok suportu, pod nakrętki suportu, np. takie, jak w standardzie „hollowtech”.

Choć producenci napędów centralnych starają się, aby ich rozwiązania były jak najbardziej uniwersalne, to zdarzają się ramy rowerów, do których danego napędu mid-drive nie da się zamontować. Występuje wtedy kolizja obudowy napędu z fragmentem ramy roweru lub standard suportu w ramie jest inny niż producent napędu przewidział.

Najczęściej utrudnienia występują w ramach roweru z tylną amortyzacją ze względu na to, że występuje w nich wahacz często grubszy niż rurki w zwykłej ramie i występują dodatkowe pogrubienia montażowe dla wahacza w okolicy suportu. Należy na to zwrócić szczególną uwagę.

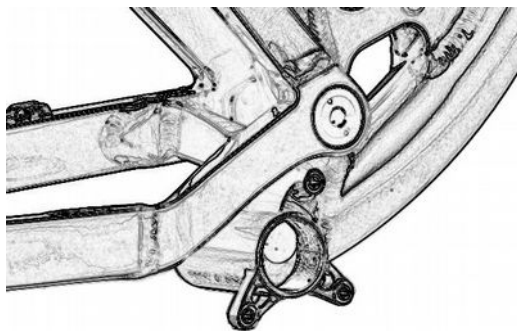
W rowerach fabrycznych napędy centralne mają swój standard mocowania, a w ramach takich rowerów nie występuje zwykły suport taki, jak w klasycznym rowerze. Napędy stosowane we fabrycznych rowerach elektrycznych są niedostępne dla użytkowników chcących przerobić swój zwykły rower na elektryczny. Należy rozpatrywać tylko i wyłącznie napędy centralne przeznaczone do konwersji zwykłego roweru na elektryczny.



Klasyczna mufa suportu na gwint BSA - bezproblemowy montaż napędu mid-drive



Rama bez klasycznej mufy suportu - fabryczne rozwiązania



Niestandardowe rozwiązania w okolicy mufy suportu, utrudniające montaż napędu mid-drive

Łańcuch i kaseta / wolnobieg

Napędy centralne z uwagi na to, że używają łańcucha rowerowego do przeniesienia napędu, wpływają na szybsze zużycie łańcucha i tarcz zębatach. Zalecane jest używanie łańcucha dedykowanego do rowerów elektrycznych i częste (maks. co 200 km) jego serwisowanie (czyszczenie i smarowanie).

Dobłą praktyką będzie zaopatrzenie się w przymiar zużycia łańcucha i badanie nim co 500 km łańcucha pod kątem zużycia. Jeżeli na czas wymienimy rozciągnięty łańcuch, to nie doprowadzimy do szybkiego zużycia tarcz zębatach. Jeżeli przegapimy fakt rozciągnięcia łańcucha, to razem z nowym łańcuchem najprawdopodobniej będziemy musieli wymienić również tarcze zębate - przynajmniej te przy tylnym kole.



*Przymiar łańcucha, badający
rozciągnięcie*

Warto również częściej niż w zwykłym rowerze serwisować (czyścić i smarować) bębenek z zapadkami w tylnej piaście.

5.3.3. Mid-drive - serwis i eksploatacja

Faktem jest, że ze względu na to, iż napędy centralne są bardziej złożone i skomplikowane, wymagają one również większego nakładu serwisowego, niż napędy z silnikiem w piaście koła (zwłaszcza silniki hub, direct drive, bezprzekładniowe słyną z bezawaryjności). Warto wziąć to pod uwagę przy wyborze napędu do własnego pojazdu. Jeżeli zależy nam na wielu tysiącach kilometrów bezawaryjnej pracy, to napęd centralny niekoniecznie będzie najlepszym rozwiązaniem. Z kolei jeżeli zależy nam na niskiej masie, dobrym wyważeniu roweru, uniwersalności, „rowerowości”, nie bojąc się przy tym serwisu, to napęd centralny będzie odpowiednim wyborem.

W napędzie centralnym dobrze będzie co 2000 km wyczyścić i przesmarować przekładnię i przejrzeć pod kątem uszkodzeń i zużycia wszystkie komponenty ruchome, mechaniczne. Zaliczamy do tego: koła zębata, łożyska, łańcuchy,

uszczelniacze, paski napędowe. Warto już na etapie wyboru napędu zastanowić się, czy będziemy w stanie sobie samemu z tym poradzić. A jeżeli nie, to czy w okolicy mamy kogoś lub warsztat, który zrobi to za nas. Zwykły serwis rowerowy, który nie specjalizuje się w rowerach elektrycznych może nie podjąć się tego tematu lub zrobić to nieumiejętnie.

Oczywiście to tylko zalecenia. Są osoby, którzy przejeżdżają 10 000 km i więcej bez żadnego większego serwisu. Podobnie jest w samochodzie albo się uda, albo się nie uda, a serwisując na bieżąco mamy większą pewność, że jednak się uda.

Warto również rozeznaczyć temat danego modelu napędu i dowiedzieć się czy w ogóle i jakie części eksploatacyjne są dostępne, ile kosztują i jak długo będziemy na nie czekać. Może okazać się, że część najbardziej narażona na uszkodzenie jest tania, ale trzeba na nią czekać miesiąc - wówczas warto zamówić sobie taką część na zapas (np. koło zębate czy łożysko).

Najczęstsze usterki w napędach mid-drive:

- przeciążone i zerwane zęby na kole zębatym pierwszym za silnikiem - zwłaszcza w tuningowanych napędach lub w napędach bez czujników na klamkach hamulca
- rozciągnięty i/lub zerwany łańcuch napędowy - należy stosować łańcuchy dedykowane do e-bike
- nadmiernie zużyte koła zębate na skutek niedostatecznego smarowania lub normalnego zużycia po długiej eksploatacji
- luzy na łożyskach
- pęknięta obudowa na skutek nieodpowiedniego zamocowania i poluzowania
- przepuszczające wolnobiegi / łożyska jednokierunkowe
- w tuningowanych napędach - przegrzanie silnika
- (usterka poboczna) - zwiększone zużycie łożysk w wahaczu przy rowerach z tylną amortyzacją
- (usterka poboczna) - szybsze zużycie lub uszkodzenie skrzyni biegów w piaście tylnego koła, zwłaszcza w napędach bez zainstalowanego czujnika zmiany przełożenia

5.4. Bateria

5.4.1. Informacje o ogniwach li-ion 18650

W tym poradniku rozprawiam o bateriach o napięciu nominalnym 48 V zbudowanych z ogniw li-ion 18650 (ogniwa w kształcie walca, 18 mm średnicy, 65 mm długości). Na rynku jest wiele modeli ogniw 18650 i jedne bardziej, a drugie mniej nadają się do zastosowania przy budowie baterii do roweru elektrycznego. Należy korzystać zawsze z ogniw znanych, światowych marek, a unikać należy ogniw, bez marki, zwłaszcza tych, których sprzedawcy deklarują pojemność powyżej 3500 mAh (większe pojemności niż 3500 mAh nie istnieją dla ogniwa 18650).



Ogniwa li-ion 18650 (25 sztuk ustawione obok siebie)

Głównymi parametrami charakteryzującymi ogniwo li-ion 18650 są:

- napięcie nominalne 3,7 V
- pojemność nominalna ogniwa, najczęściej w przedziale 2000 mAh – 3500 mAh (mili Amperogodzin)

W baterii roweru ogniwa nigdy nie mają 100% pojemności, którą deklaruje producent, a najczęściej jest to ok. 90% tej wartości.

- napięcie pracy - w rowerze elektrycznym 3.0 V – 4.2 V (rozładowane - w pełni naładowane)

Przekroczenie zakresu napięcia pracy ogniwa doprowadzi do jego szybkiego uszkodzenia lub nawet samozapłonu.

- maksymalny prąd rozładowania, najczęściej w przedziale 10 A – 30 A

Przekroczenie maksymalnego prądu rozładowania ogniwa doprowadzi do jego szybkiego uszkodzenia lub nawet samozapłonu.

W baterii roweru elektrycznego maksymalny prąd rozładowania ogniwa jest mniejszy, niż producent deklaruje i jest najczęściej na poziomie połowy prądu maksymalnego rozładowania i to właśnie pod tą niższą wartość należy projektować baterię.

Przykłady parametrów ogniw polecanych do budowy baterii roweru elektrycznego:

Ogniwo przykładowe 1

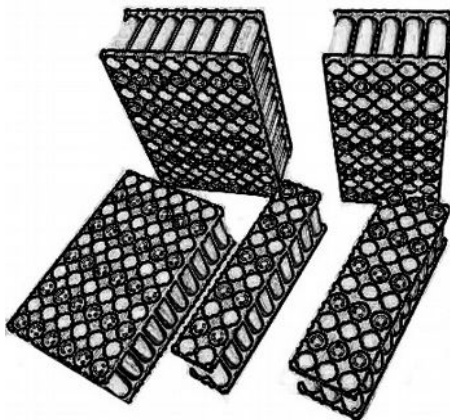
- pojemność: 3500 mAh nominalnie, 3150 mAh realnie (11,4 Wh)
- prąd rozładowania: maks. 10 A, w rowerze: 5 A

Ogniwo przykładowe 2

- pojemność: 2600 mAh nominalnie, 2500 mAh realnie (9 Wh)
- prąd rozładowania: maks. 30 A, w rowerze: 15 A

To tylko przykładowe parametry ogniw spośród kilkunastu, które bardzo dobrze nadają się na baterię do roweru elektrycznego. Polecam stronę <https://lygte-info.dk>, na której można znaleźć testy wielu modeli ogniw i porównywać je ze sobą.

Powyżej podałem przykładowe parametry pojedynczego ogniwa. Bateria składa się z wielu ogniw połączonych w pakiet.



Przykładowe pakiety ogniw

Bateria o napięciu nominalnym 48 V składa się z:

- 13 sekcji ogniw połączonych szeregowo w pakiet ($13 * 3,7 \text{ V} = 48 \text{ V}$)
Ilość 13 sekcji jest stała i niezmienna, zmiana tej wartości spowoduje zmianę napięcia nominalnego baterii. Każda z 13 sekcji składa się z wielu ogniw połączonych równolegle. W każdej sekcji jest taka sama ilość, takich samych ogniw. Im więcej ogniw w każdej z sekcji, tym cała bateria ma większą pojemność i wydajność prądową.
- Systemu zarządzania baterią - BMS

Ilość sekcji w baterii oznaczamy wielką literą „S”, a ilość ogniw w jednej sekcji oznaczamy wielką literą „P”.

Przykładowo: 13S5P = 13 sekcji, przy czym w każdej sekcji jest 5 ogniw, cała bateria ma $13*5=65$ szt. ogniw.

Dwie baterie o tej samej konfiguracji i wymiarach, ale zbudowane z różnego rodzaju ogniw będą miały inną pojemność baterii i inną wydajność prądową całej baterii.

Jeżeli jedno ogniwo ma wydajność prądową przykładowo 5 A, to bateria 5P (z 5 szt. ogniw w każdej z sekcji) będzie miała wydajność prądową 25 A --> $5*5=25 \text{ A}$ i można do niej podłączyć sterownik silnika o takim właśnie prądzie maksymalnym (to jest tylko przykład - pamiętaj, że różne modele ogniw mają różną wydajność prądową, niekoniecznie 5 A).

Ogniwa nowe i depakietowane

Ogniwa do budowy baterii mogą być całkiem nowe i świeże, ale na rynku jest również wiele ogniw, pochodzących z tzw. depakietu.

Depakietowanie lub rozpakietowanie to rozcłónkowanie dużego pakietu ogniw, który jako całość nie spełnia wymagań producenta, ale wiele z jego poszczególnych ogniw jest w stanie bardzo dobrym lub o parametrach nominalnych, takich jak całkiem nowe ogniwo.

Takie rozpakietowane ogniwa są dużo tańsze (nawet 30 - 50% tańsze) w zakupie niż nowe ogniwa i posiadają ślady po poprzednim zgrzewaniu. Firmy budujące akumulatory od podstaw, wg. projektu klienta, często korzystają z tego rodzaju ogniw. Należy o to dopytać, gdyż taka bateria powinna mieć cenę odpowiednio niższą niż bateria zbudowana na całkiem nowych ogniwach.

Nie zaleca się kupowania ogniw rozpakietowanych z nieznanego źródła lub z datą produkcji starszą niż 5 lat. Ogniwa depakietowane powinny być sprawdzone pod kątem poprawności działania przed ponownym zgrzewaniem w nowy pakiet.

Datę produkcji ogniwa można odszyfrować korzystając z tego narzędzia: <https://batterybro.com/pages/18650-date-code-lookup-tool>

Nie zaleca się mieszać ogniw z różnego okresu produkcji ze sobą i zestawiać je w nowy pakiet baterii, np. ogniw 3 letnich zestawiać z całkiem nowymi.

Należy upewnić się, że osoba sprzedająca ogniwa depakietowane gwarantuje nam ich pełną sprawność i zobowiązuje się wziąć odpowiedzialność, gdyby okazały się niesprawne.

Jeżeli kupimy ogniwa depakietowane, sprawdzone, z pełną deklaracją sprzedającego o sprawności takich ogniw, to takie ogniwa są równie dobre, co nowe ogniwa. Dzięki temu możemy mieć bardzo dobrą baterię do roweru w dużo korzystniejszej cenie.

Najbardziej pewne są ogniwa nowe, nieużywane i niedepakietowane, ale z oczywistych względów są droższe.

Ogniwa wysoko-prądowe lub wysoko-pojemnościowe

Ogniwa li-ion 18650 można podzielić na dwie grupy: wysoko-prądowe lub wysoko-pojemnościowe.

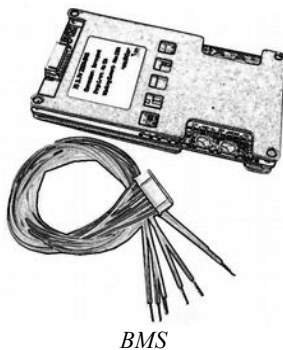
Ogniwa o wysokiej pojemności - ok. 3500 mAh mają relatywnie małą wydajność prądową, na poziomie 5 A prądu ciągłego w pakiecie roweru.

Ogniwa wysoko-prądowe mogą mieć wydajność nawet 15 – 20 A prądu ciągłego w pakiecie roweru, ale kosztem mniejszej o 20 - 30% pojemności, np. 2600 mAh.

W zależności od kształtu, wielkości baterii i pobieranego z niej prądu należy dobrać ogniwa o odpowiedniej nośności prądowej. Jeżeli będziemy musieli wybrać te wysoko- prądowe, to niestety będziemy mieli dużo mniejszy zasięg roweru, ale będzie mógł mieć większą moc przy tym rozmiarze baterii.

5.4.2. BMS - system zarządzania baterią

Bateria li-ion nie może pracować jako pakiet ogniw sam w sobie. W ten sposób szybko doszłoby do jej uszkodzenia. Bateria li-ion musi posiadać urządzenie, które będzie nadzorowało stan ogniw w baterii i napięcie na poszczególnych sekcjach. Takie urządzenie to BMS, czyli z ang. Battery Management System / System zarządzania baterią. Jeżeli kupujesz gotową baterię, np. bidonową, to ona ma wbudowany BMS wewnątrz obudowy. Jeżeli natomiast kupiłeś sam pakiet ogniw lub sam składasz taki pakiet, to należy do niego koniecznie dołożyć BMS. Budowa baterii od podstaw i ewentualnie dokładanie BMS'a nie jest szczegółowo opisane w tym poradniku. Jest to pokazane natomiast na moim kanele YouTube „bikel pl”.



BMS czuwa nad:

- balansowaniem sekcji - wyrównywaniem napięcia pomiędzy sekcjami (tylko do pewnego stopnia)
- nieprzeładowaniem ogniw powyżej napięcia 4.2 V
- nierozładowaniem ogniw poniżej 3.0 V
- nieprzegrzaniem ogniw powyżej 65°C (nie wszystkie mają tę funkcję)
- czasami również przed nadmiernym prądem pobieranym z baterii

Zarówno pakiet ogniw, jak i BMS muszą być dostosowane do maksymalnego prądu sterownika silnika.

Nieodpowiedni BMS, przystosowany na niższą wartość prądu niż pobiera sterownik silnika przegrzeje się i uszkodzi.

BMS powinien mieć wydajność prądową co najmniej równą maksymalnemu prądowi pobieranemu z baterii przez sterownik. Przykładowo: jeżeli wybrałeś sterownik 750 W / 1500 W (prąd sterownika 15 A / 30 A), to BMS powinien mieć wydajność co najmniej 30 A. Jeżeli nie planujesz w przyszłości mocniejszego sterownika, to nie ma potrzeby dawania mocniejszego BMSa niż dobrany do obecnie wybranego sterownika.

BMS jest **obowiązkowy** w każdej baterii li-ion i stanowi jej integralną część. Jeżeli masz dwie baterie, to każda bateria musi mieć wbudowany własny BMS. W bateriach bidonowych i bagażnikowych BMS umieszczony jest wewnątrz obudowy, razem z ogniwami, więc nie widać go na pierwszy rzut oka, ale na pewno jest obecny.

Balansowanie sekcji - co to znaczy?

Przy w pełni naładowanej baterii, wszystkie z 13 sekcji powinny mieć takie samo napięcie, ok. 4,2 V.

Co wygląda mniej więcej tak:

4.2 V – 4.2 V – 4.2 V – 4.2 V – 4.2 V – 4.2 V – 4.2 V – 4.2 V – 4.2 V – 4.2 V –
4.2 V – 4.2 V – 4.2 V

$$13 * 4,2 \text{ V} = 54.6 \text{ V}$$

54,6 V to napięcie w pełni naładowanej baterii o napięciu nominalnym 48 V (13S)

Jeżeli choćby jedna z sekcji będzie bardziej naładowana niż pozostałe, to BMS odłączy ładowarkę podczas ładowania, aby nie dopuścić do przeładowania tej jednej sekcji.

Wówczas sytuacja z napięciami na sekcjach będzie wyglądała np tak:

4.1 V – 4.1 V – 4.1 V – 4.1 V – 4.1 V – 4.1 V – 4.1 V – **4.2 V** – 4.1 V – 4.1 V –
4.1 V – 4.1 V – 4.1 V

$$12 * 4.1 \text{ V} + 1 * 4.2 \text{ V} = 53.4 \text{ V}$$

Bateria nie osiągnie maksymalnego napięcia, przez co będzie miała mniejszą pojemność przy rozładowaniu

(Oczywiście to tylko przykład, w różnych bateriach, poszczególne sekcje ładują się zupełnie w inny, losowy sposób).

Sekcje w baterii wraz ze starzeniem się tracą równowagę napięcia i jest to normalne. Nie da się temu całkowicie zapobiec - trzeba to korygować.

I właśnie tutaj z pomocą przychodzi nam balanser wbudowany w BMS, który tę jedną przykładową, przeładowaną sekcję rozładowuje do bezpiecznego poziomu i wyrówna ją z pozostałymi. Przy następnym ładowaniu bateria ładuje się już w pełni i poprawnie.

Moduł w BMS, który wyrównuje napięcia pomiędzy sekcjami działa najczęściej tylko i wyłącznie przy baterii naładowanej do pełna, wtedy gdy możliwie jak najwięcej sekcji naładowało się do poziomu 4,2 V i może rozładować te sekcje do ok. 4,15 V.

Jeżeli bateria jest bardzo nierówno naładowana, to czasami jeden proces balansowania nie wystarczy, aby całkowicie wyrównać baterię. Wówczas po balansowaniu trzeba baterię rozładować o ok. 5% i powtórzyć proces ładowania do pełna i balansowania - być może kilkukrotnie. O tym, że bateria nie jest poprawnie wyrównana będziemy wiedzieli odczytując napięcie w pełni naładowanej baterii. Jeżeli jest bliskie 54.6 +/- 0.3 V to znaczy, że jest OK, a

jeżeli ładowarka wyłącza się już, np. przy 53.5 V to znaczy, że bateria wymaga balansowania.

BMS wyrównuje sekcje bardzo niewielkim prądem (kilkadziesiąt mA), dlatego proces balansowania jest długotrwały i może zająć kilka godzin (5 – 7 h).

Z tego powodu zaleca się jak najczęściej ładować baterię do pełna, nie czekając aż się całkiem rozładuje.

Częste ładowanie baterii do pełna daje częstą szansę, że BMS załączy proces balansowania i wykona go od początku do końca.

Baterie li-ion nie degradują się od częstego ładowania - wręcz przeciwnie - częste ładowanie do pełna wydłuża życie baterii li-ion.

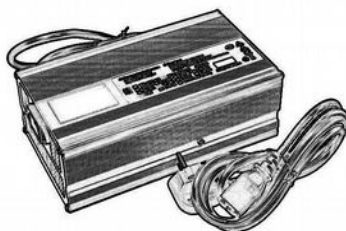
Odcięcie baterii przez BMS i ponowne jego wzbudzenie

BMS ma za zadanie odłączyć baterię w momencie wystąpienia niekorzystnych warunków pracy. W momencie odcięcia baterii niemożliwe jest korzystanie z niej. Jeżeli taka sytuacja wystąpi, to większość BMS'ów pozostanie w stanie wyłączenia do momentu podpięcia ładowarki, a na wyjściu z baterii nie będzie napięcia zasilania. Wystarczy, że na chwilę podłączymy ładowarkę i BMS przejdzie w stan normalnej pracy i ponownie będzie można korzystać z baterii.

BMS odetnie baterię tylko w wyjątkowych sytuacjach, takich jak mocny spadek napięcia lub ponadnormalny pobór prądu (np. zwarcie). Różne BMS posiadają różne funkcje zabezpieczeń i różne progi i sposoby zwalniania tych zabezpieczeń po ich aktywacji.

5.4.3. Ładowarka do baterii

Do ładowania baterii li-ion o napięciu 48 V potrzebna jest odpowiednio dopasowana ładowarka. Ładowarka oprócz napięcia musi mieć też odpowiednio dopasowany prąd ładowania do danej baterii.



Ładowarka do baterii

Używanie ładowarki niedopasowanej do baterii może doprowadzić do uszkodzenia baterii lub nawet do pożaru.

Ładowarki do rowerów elektrycznych najczęściej są automatyczne - wystarczy ją podłączyć do sieci i do roweru. Należy zachować tę kolejność - najpierw do sieci, później do roweru, aby kondensatory w ładowarce naładowały się łagodnie. Przy odłączaniu nie ma znaczenia, który przewód odłączymy pierwszy. Ładowarka sama rozpocznie i zakończy proces ładowania. Ładowarki automatyczne można zostawić podłączone do baterii na dłuższy okres czasu (nawet po ładowaniu, np. na noc), bez obawy o uszkodzenie baterii.

Sam proces ładowania roweru elektrycznego przypomina proces ładowania, np. smartfona lub komputera przenośnego.

Napięcie ładowania:

Do ładowania baterii li-ion o napięciu nominalnym 48 V (13S) potrzeba ładowarki, której końcowe napięcie wynosi 54,6 V +/- 0,1 V

Prąd ładowania:

Nie ładuj baterii zbyt dużym prądem, większym niż ten, dla którego bateria została zaprojektowana, gdyż grozi to uszkodzeniem baterii lub nawet pożarem. Maks. 0,5 A – 1 A na jedno ogniwo w sekcji. Przykładowo: bateria 13S5P to maksimum $5P * 0,5 A - 1 A = 2,5 A - 5 A$ prądu ładowania, przy czym im mniej, tym lepiej. Nie przekraczaj 10 h ładowania od zera do pełna całej baterii.

Czas ładowania można oszacować ze wzoru: (pojemność baterii w Ah / prąd ładowania) + 1 godzina

Przykładowo bateria o pojemności 20 Ah ładowana prądem 5 A naładuje się w około 5 godzin. $(20/5+1=5)$

Poniżej tabela, wg. której dobierz ładowarkę o odpowiednim prądzie ładowania dla Twojej baterii.

Konfiguracja	Zalecany prąd ładowania	Maksymalny prąd ładowania
-	[A]	[A]
13S3P	2	3
13S4P	2	4
13S5P	3,5	5
13S6P	3,5	6
13S7P	3,5	7
13S8P	3,5	8
13S9P	7	9
13S10P	7	10
13S11P	7	11

5.4.4. Pozostawianie baterii nieużywanej na długi czas (np. sezon zimowy)

Bateria pozostawiona bez uwagi na długi okres czasu może ulec uszkodzeniu poprzez nadmierne rozładowanie. Jest to normalne, że napięcie baterii długo nieużywanej obniża się wraz z upływem czasu. Bateria nie może zostać nadmiernie rozładowana, gdyż to spowoduje jej uszkodzenie. Bateria o napięciu nominalnym 48 V nie może zostać rozładowana poniżej 39 V. W rowerze podczas jazdy nad nie rozładowaniem poniżej tego poziomu czuwa BMS. Niestety BMS nie ma wpływu na samoistne rozładowanie spowodowane upływem czasu i nieużywaniem baterii przez długi czas.

BMS nie zabezpieczy baterii przed nadmiernym rozładowaniem spowodowanym upływem czasu i nieużywaniem baterii przez długi czas.

Jeżeli nie będziemy robić nic z baterią przez okres jej nieużywania i pozostawimy ją samą sobie, to może okazać się, że po tym okresie będziemy musieli kupić nową baterię. Najgorzej byłoby gdybyśmy wyjechali baterię do zera i w takim stanie pozostawili rower na kilka miesięcy.

Są dwa sposoby postępowania z bateriami, pozostającymi nieużywane przez kilka miesięcy: poprawny i praktyczny.

Sposób poprawny:

Teoretycznie ogniwa i baterie li-ion najdłużej wytrzymają „na półce” naładowane do tzw. napięcia przechowywania. Napięcie przechowywania jest bliskie napięciu nominalnemu baterii. W takim napięciu w bateriach zachodzi najmniejsza degradacja chemiczna długoterminowa. Czyli najlepiej dla baterii będzie, gdy pozostawimy ją naładowaną do napięcia nominalnego i np. co miesiąc będziemy sprawdzać jej stan naładowania. Jeżeli się obniżył, to doładowujemy ją do napięcia nominalnego.

W praktyce jest to trudne do zrealizowania w domowych warunkach. Najczęściej posiadamy ładowarkę, która ładuje baterię tylko do pełna. Musielibyśmy sprawdzać multimetrem podczas ładowania, jakie jest już napięcie i odłączyć w trakcie ładowania. Dodatkowo różne sekcje baterii mogą się rozładować w różnym stopniu, co spowoduje rozbalansowanie sekcji pomiędzy sobą. Jak wiemy BMS potrafi balansować baterię najczęściej tylko wtedy, gdy naładujemy ją do pełna, a tutaj nie robilibyśmy tego.

Sposób praktyczny:

Wybieramy mniejsze zło. Najłatwiej nam, użytkownikom baterii roweru elektrycznego, naładować taką baterię do pełna i utrzymywać ją w tym stanie. Dzięki temu BMS zawsze wyrówna sekcje pomiędzy sobą. Co miesiąc podłączamy ładowarkę do baterii i jeżeli poziom naładowania baterii obniżył się, to ładowarka wystartuje, a jeżeli będzie nadal naładowana to ładowarka po prostu się nie uruchomi. Doładowujemy baterię do pełna i znów pozostawiamy ją na miesiąc w takim stanie i proces powtarzamy.

W ten sposób zawsze będziemy mieli wyrównaną baterię pomiędzy sekcjami i na pewno nie dopuścimy do rozładowania poniżej bezpiecznego poziomu, a to byłoby dla baterii najgorsze. Degradacja chemiczna ogniw (spadek pojemności i wydajności prądowej) przez okres zimy, od nietrzymania baterii w napięciu przechowywania, najprawdopodobniej będzie na tyle niewielka, że nawet tego nie zauważymy.

Podsumowując:

Najlepiej będzie jeżeli nie używając baterii, będziemy utrzymywali ją w napięciu przechowywania bliskiemu napięciu nominalnemu (w naszym przypadku 48 V). Jeżeli jednak chcemy sobie trochę ułatwić życie kosztem nieco gorszego potraktowania baterii, to ładujemy baterię do pełna, na okres jej nieużywania i utrzymujemy ją w tym stanie.

Aby spowolnić proces rozładowania baterii w rowerze najlepiej będzie, jeżeli odłączymy ją od roweru. Nie musimy jej wyjmować z roweru - ważne, żeby była odłączona od urządzeń pobierających prąd.

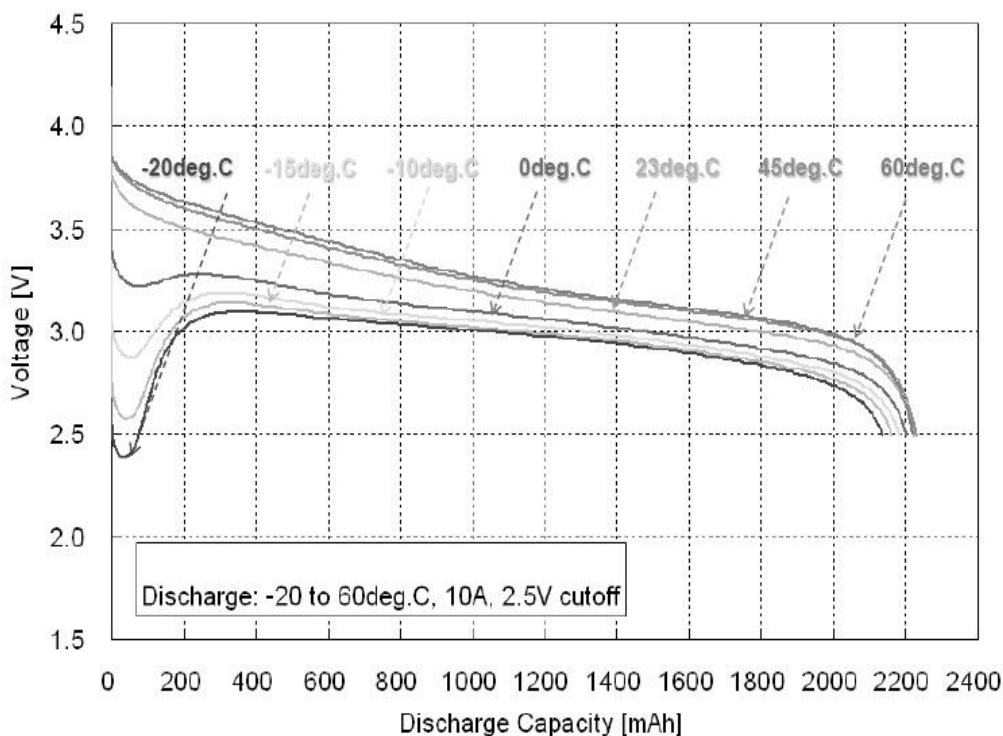
5.4.5. Użytkowanie baterii li-ion w niskich i/lub ujemnych temperaturach

Generalnie nie ma przeciwwskazań co do użytkowania i/lub przechowywania baterii li-ion w niskich (poniżej $+10^{\circ}\text{C}$) i ujemnych temperaturach. Przechowywanie baterii w niskich temperaturach (nie niższych niż -20°C) również nie skróci jej żywotności. Jednak w takich warunkach bateria będzie mniej wydajna i będzie miała większe spadki napięcia podczas poboru prądu. Może się to objawiać skróconym dystansem do przejechania na baterii w porównaniu do okresu, w którym bateria pracuje w temp. powyżej $+10^{\circ}\text{C}$. Również pojazd będzie miał mniejszą moc maksymalną.

Zimnej baterii nie powinno się obciążać dużym prądem rozładowania. Jeżeli planujemy zrobić dłuższą trasę, to dobrą praktyką będzie na początku wycieczki używać niskiej mocy pojazdu, po to, aby bateria samoistnie nagrzała się do wyższej temperatury od prądu, który przez nią przepływa. Gdy bateria nagrzej się do powiedzmy $+15^{\circ}\text{C}$, to można pobierać z niej już większe prądy.

Jeżeli zimną baterię będziemy obciążać dużym prądem rozładowania, to spadek napięcia na poszczególnych sekcjach baterii może być tak duży, że BMS wykryje niebezpiecznie niskie napięcie i odetnie baterię. Wówczas, aby ponownie wzbudzić BMS, należy na chwilę podłączyć ładowarkę.

Na poniższym wykresie widać przykładowe krzywe rozładowania pojedynczego ogniwa w różnych temperaturach. Widać, że gdy ogniwo jest zimne, to spadek napięcia jest bardzo duży, a wraz z biegiem czasu, gdy ogniwo nagrzej się od prądu rozładowania, to poziom napięcia podnosi się.



Przebieg rozładowania przykładowego ogniwa li-ion w różnych temperaturach

Gdy chcemy ładować bardzo zimną baterię (poniżej 0°C), to najlepiej rozpocząć ładowanie bardzo małym prądem, np. 0.2 A na jedno ogniwo w sekcji, a najlepiej wstępnie ogrzać baterię powyżej 0°C. Jeżeli wróciliśmy z przejażdżki i chowamy rower do nieogrzewanego garażu, w którym temperatura spadnie poniżej zera to najlepiej ładowanie rozpocząć tuż po skończeniu wycieczki, wtedy, gdy bateria jest jeszcze ciepła od jazdy.

5.4.6. BHP używania baterii li-ion

Baterie litowo jonowe mogą zostać bezpowrotnie uszkodzone, a nawet mogą być niebezpieczne i zapalić się, gdy są niewłaściwie eksploatowane. Dlatego przygotowałem w podpunktach najważniejsze kwestie bezpiecznego postępowania z bateriami.

W skrócie, najważniejsze uwagi związane z używaniem baterii li-ion:

- Nie dopuszczaj do kontaktu ogniw baterii i BMS z wodą.
- Nie dopuszczaj do uszkodzenia mechanicznego baterii. W rowerze bateria musi być odpowiednio zamocowana, nieruchomo, w sposób izolujący wibracje i wstrząsy.
- Zawsze używaj baterię zabezpieczoną przez BMS.
- Nigdy nie podłączaj żadnego urządzenia do baterii pomiędzy BMS, a baterią. Zawsze za BMS.
- Nie pobieraj zbyt dużego prądu z baterii, większego niż ten, dla którego bateria została zaprojektowana.
- Zawsze używaj ładowarki automatycznej dedykowanej prądem ładowania i napięciem do danej baterii.
- Ładowarkę najpierw podłączaj do sieci, a dopiero w drugiej kolejności do baterii.
- Zaleca się ładować baterię do pełna, nawet wtedy, gdy po przejażdżce ma jeszcze 90% naładowania.
- Nie dopuszczaj do przegrzania baterii powyżej 50°C, zwłaszcza podczas ładowania.
- Nie doprowadzaj do nierównomiernej temperatury w poszczególnych częściach baterii, np. aby bok baterii nagrzewał się od sterownika silnika lub od BMS.
- Nie obciążaj dużym prądem baterii, która ma temperaturę poniżej +10°C.
- Nie dopuszczaj do nadmiernego rozładowania baterii (min. 39 V, dla baterii o napięciu nominalnym 48 V). O to powinien zadbać sprawny BMS, ale długo przechowywana bateria (kilka miesięcy) może samoistnie się rozładować poniżej tego poziomu.
- Nie dopuszczaj do nadmiernego przeładowania baterii (maks. 54.6 V, dla baterii o napięciu nominalnym 48 V). O to powinien zadbać sprawny BMS i odpowiednia ładowarka.
- Jak najczęściej ładuj baterię do pełna i pozwól, aby BMS wyrównał sekcje (do 5 godzin po ładowaniu nie używaj baterii, jeżeli jest to możliwe).
- Co roku sprawdzaj, czy naładowana w pełni bateria ma napięcia na wszystkich sekcjach na tym samym poziomie +/- 0,1 V. Jeżeli nie ma, to wymaga ręcznego wyrównania.
- Gdy zostawiasz baterię nieużywaną na dłużej niż miesiąc, to koniecznie dopilnuj, aby była odpowiednio naładowana, gdyż z biegiem czasu jej poziom

naładowania będzie się zmniejszał. Trzymaj się tej zasady, np. gdy nie jeździsz rowerem zimą.

- Gdy zostawiasz baterię nieużywaną na kilka - kilkanaście miesięcy, to co miesiąc uzupełniaj jej stan naładowania, który będzie się zmniejszał wraz z upływem czasu. Podłącz ładowarkę i doładuj baterię.

6. Dobór komponentów do konwersji roweru na e-bike

Poniżej przedstawiam ogólny i uproszczony schemat postępowania przy doborze komponentów do elektryfikacji roweru, według którego będę opisywał kolejne części tego rozdziału.

Poszczególne kroki podczas obmyślenia konceptu przeróbki roweru na elektryczny:

1. Wybieramy bazę - rower do przeróbki.
2. Wybieramy ogólnie rodzaj napędu roweru - napęd centralny „MID-DRIVE” lub napęd w piaście koła „HUB-DRIVE”.
3. Ustalamy maksymalny prąd pobierany przez napęd oraz ewentualne wymiary sterownika.
 - A) Jeżeli wybraliśmy napęd HUB-DRIVE, to wybieramy teraz wstępnie model sterownika silnika HUB do planowanej mocy roweru. Potrzebujemy znać jego wymiary oraz jego prąd maksymalny lub moc maksymalną dla 48 V, aby ustalić, czy mamy na niego miejsce i aby sprawdzić, czy damy radę zmieścić odpowiednio mocną baterię.
 - B) Jeżeli wybraliśmy napęd centralny, to wybieramy teraz wstępnie model napędu mid-drive. Potrzebujemy znać tylko jego prąd maksymalny (lub moc maksymalną dla 48 V), aby sprawdzić, czy damy radę zmieścić odpowiednio mocną baterię. Sterownik w takim napędzie jest zintegrowany z napędem, więc wymiary samego sterownika nie są dla nas istotne, gdyż nie potrzebujemy na niego dodatkowego miejsca.
4. Ustalamy w rowerze miejsce na baterię i elektrykę.
5. Dobieramy wstępnie baterię, odpowiedniej obciążalności prądowej pod wybrany napęd i o odpowiedniej pojemności pod oczekiwany zasięg.
6. Sprawdzamy, czy w miejscu, którym dysponujemy, zmieści się dobrana wstępnie bateria i ewentualnie sterownik silnika wraz ze wszystkimi przewodami (nie zapominaj o przewodach, których jest mnóstwo!).
7. Jeżeli coś się nie mieści, to dokonujemy korekty rozmiaru baterii lub rozmieszczenia, ewentualnie doboru komponentów.
8. Jeżeli nasza koncepcja nabiera sensu, to budujemy skrzynkę na elektrykę lub korzystamy z handlowych rozwiązań.
9. Ustalamy ostateczny kształt baterii według posiadanej skrzynki / pojemnika.
10. Zamawiamy wybrane części.

11. Finalny montaż i podłączenie.

W tym procesie minimum komponentów, jakie będą potrzebne do kupienia to:

- silnik lub napęd centralny
- sterownik silnika (dla napędu w piaście HUB-DRIVE)
- bateria z BMS
- pojemnik/skrzynka na baterię i elektrykę
- manetka gazu i/lub czujnik przy korbach
- włącznik lub wyświetlacz
- przewody i złącza, koszulki termokurczliwe

Opcjonalnie:

- szprychy i obręcz
- kaseta / wolnobieg
- łańcuch
- blokada obrotu osi silnika

6.1. Gotowy zestaw do konwersji czy samodzielne skompletowanie części?

Najczęściej zestawy do elektryfikacji roweru są droższe niż suma cen za każdy z komponentów kupiony osobno w różnych sklepach. Sprzedający zestawy doliczają sobie marżę za skompletowanie i utrzymanie gwarancyjne zestawu. Kupując zestaw masz pewność, że wszystkie komponenty będą ze sobą współgrały, gdyż o to zadbał sprzedający. Zaoszczędzasz czas na rozeznanie, poświęcając przy tym często więcej funduszy. Tracisz jednak elastyczność. Nie zawsze sterownik, silnik, manetka gazu czy bateria w danym zestawie będzie najlepszy do Twoich potrzeb. Kształty baterii w zestawach są tylko i wyłącznie standardowe, najczęściej w postaci baterii bidonowych lub bagażnikowych. Nie do każdej ramy bateria bidonowa lub bagażnikowa będzie pasować, a pojemność takiej baterii jest ściśle określona i ograniczona.



*Zestaw komponentów do
elektryfikacji roweru*

Jeżeli chcesz jak najszybciej zbudować swój rower elektryczny - wybierz zestaw.

Jeżeli chcesz zbudować swój rower elektryczny taniej, bardziej dopasować go do Ciebie i nie zależy Ci aż tak na czasie - sam skompletuj zestaw.

Jeżeli nie wiesz gdzie zacząć poszukiwania, to zajrzyj na stronę kursu pod adresem:
<https://kursebike.pl/polecane-komponenty>

Znajdziesz tam listę polecanych komponentów do elektryfikacji roweru.

6.2. Baza do przeróbki (zwykły rower)

Kierując się preferencjami użytkowania roweru i wiedzą zdobytą w poprzednich działach, powinieneś teraz wybrać bazę, czyli zwykły rower, który będziesz konwertował na elektryczny. Jeżeli posiadasz już rower to pamiętaj, aby nie trzymać się kurczowo tego roweru, jeżeli będziesz widział, że dużo rzeczy nie pasuje do tego konkretnego modelu. (Alternatywnie możesz również skorzystać z gotowych ram, dedykowanych do e-bike, ale nie o tym jest ten poradnik).

6.3. Wybór napędu i jego mocy maksymalnej

Na tym etapie zdecyduj, jaki rodzaj napędu chcesz zainstalować w swoim rowerze i jaka będzie jego moc maksymalna.

O tym, jaką moc będzie miał pojazd elektryczny decyduje przede wszystkim sterownik silnika. To on pobiera energię elektryczną z baterii i przekazuje ją do silnika.

Baterię i silnik należy dopasować do mocy sterownika. Za słaba bateria lub za słaby silnik względem sterownika będą się przegrzewały i mogą się uszkodzić.

(W przypadku wyboru zintegrowanego napędu centralnego nie musimy wybierać sterownika, gdyż w takim napędzie znajduje się już wbudowany sterownik i jest on dopasowany do silnika, z którym współpracuje)

6.3.1. Jaki napęd MID wybrać?

Na rynku jest wiele różnych modeli napędów centralnych.

Przy wyborze powinienś kierować się:

- sposobem montażu danego napędu czy będzie pasował do Twojego roweru, czy nie będzie kolizji z ramą lub tylnym zawieszeniem
- napięciem zasilania i mocą napędu

(Wstępnie o mocy roweru wspomniałem już w dziale „Jaki wybrać rower, na co zwrócić uwagę?”. Opisałem tam, jakie są wrażenia z jazdy rowerami o różnej mocy - stąd zalecam przeczytać najpierw tamte informacje)

- czy napęd jest głośny i czy akceptujesz dźwięk przez niego wydawany podczas pracy
- możliwościami wspomagania pedałowania (czujnik kadencji, czujnik nacisku na pedały, manetka gazu)
- jakiego serwisu wymaga, czy sobie z nim poradzisz i czy są dostępne części zamienne

Jeżeli nie wiesz gdzie zacząć poszukiwania, to zajrzyj na stronę kursu pod adresem:
<https://kursebike.pl/polecane-komponenty>

Znajdziesz tam listę polecanych komponentów do elektryfikacji roweru.

6.3.2. Jaki sterownik silnika HUB wybrać?

O tym, jaką moc będzie miał pojazd elektryczny, decyduje przede wszystkim sterownik silnika. To on pobiera energię elektryczną z baterii i przekazuje ją do silnika.

(Wstępnie o mocy roweru wspomniałem już w dziale „Jaki wybrać rower, na co zwrócić uwagę?”. Opisałem tam, jakie są wrażenia z jazdy rowerami o różnej mocy - zalecam przeczytać najpierw tamte informacje)

Najczęściej wybierane moce* sterowników dla silników HUB w rowerach przerabianych to:

- 250 W / 500 W (prąd sterownika 5 A / 10 A)
- 500 W / 1000 W (prąd sterownika 10 A / 20 A)
- 750 W / 1500 W (prąd sterownika 15 A / 30 A)
- 1000 W / 2200 W (prąd sterownika 20 A / 45 A)
- 1500 W / 3000 W (prąd sterownika 30 A / 60 A)

**Moc nominalna (ciągła) / maksymalna (chwilowa) sterownika zasilanego 48 V:
(wartości podane w zaokrągleniu)*

Najprawdopodobniej wybierzesz sterownik z jednej z podanych powyżej grup mocy. Im mocniejszy sterownik, tym będzie on również większych rozmiarów i będzie potrzebował mocniejszej i większej baterii. Zwróć uwagę na rozmiar sterownika, który Cię interesuje. Zauważ, że najczęściej sprzedawca podaje wymiary obudowy, a nie uwzględnia przewodów z niego wychodzących. Przewodów jest dużo, są grube i zajmują sporo miejsca w przestrzeni skrzynki elektrycznej. Koniecznie należy je uwzględnić, rozpatrując wymiar sterownika.

Moja rada: jeżeli nie wiesz, jaki sterownik wybrać - celuj w sterownik 750 W / 1500 W (prąd sterownika 15 A / 30 A). Pamiętaj jednak, że nie w każdym kraju można z taką mocą jeździć po drodze publicznej.

Najpopularniejszą grupą sterowników są sterowniki sinusoidalne. Stanowią one doskonały kompromis pomiędzy ceną, kulturą pracy, możliwościami i rozmiarem. Jeżeli nie wiesz, jaki rodzaj sterownika wybrać, na początek wybierz sterownik sinusoidalny.

Jeżeli nie wiesz gdzie zacząć poszukiwania, to zajrzyj na stronę kursu pod adresem:
<https://kursebike.pl/polecane-komponenty>

Znajdziesz tam listę polecanych komponentów do elektryfikacji roweru.

6.3.3. Jaki silnik typu HUB wybrać?

Na rynku jest wiele różnych modeli silników HUB.

Przy wyborze powinieneś się kierować:

- mocą ciągłą silnika, aby była zgodna z mocą ciągłą sterownika
Za słaby będzie się przegrzewał, a za mocny będzie stanowił niepotrzebną dodatkową masę.
- masą i rozmiarem silnika
Silniki o masie 7 kg to już spore obciążenie w zwykłym rowerze, nie polecam cięższych silników, chyba, że do zastosowań ekstremalnych / sportowych.
- sposobem montażu danego silnika, czy będzie pasował do Twojego roweru, czy szerokość montażowa jest zgodna, czy wyprowadzenie kabla Ci odpowiada
- czy posiada montaż na kasetę, czy na wolnobieg i czy spełnia w tym zakresie Twoje oczekiwania (dla silników w tylnym kole)
- czy jest to silnik przekładniowy, czy bezprzekładniowy (wady i zalety opisane są wcześniej w poradniku)
- jeżeli wybierzesz silnik przekładniowy, to czy jest głośny i czy akceptujesz dźwięk przez niego wydawany podczas pracy
- czy posiada zabezpieczenie termiczne lub czujnik temperatury. Czy zainstalowany rodzaj czujnika temperatury będzie obsługiwany przez sterownik silnika (lub komputer pokładowy)
- jakiego serwisu wymaga, czy sobie z nim poradzisz i czy są dostępne części zamienne
- czy da się zamontować tarczę hamulcową (jeżeli potrzeba)
- czy jest to silnik z czujnikami Halla, czy bez (uzyskaj zgodność ze sterownikiem)

Jeżeli nie wiesz gdzie zacząć poszukiwania, to zajrzyj na stronę kursu pod adresem:

<https://kursebike.pl/polecane-komponenty>

Znajdziesz tam listę polecanych komponentów do elektryfikacji roweru.

6.4. Dobór pojemności baterii do oczekiwanego zasięgu i mocy napędu.

Ustalenie miejsca na baterię, sterownik silnika i elektrykę

Masz już wybrany rodzaj napędu i ewentualnie sterownik, więc wiesz, jakie masz zapotrzebowanie na maksymalną moc elektryczną. Na tym etapie należy zastanowić się:

- jak dużą potrzebujesz baterię
- gdzie i w jakiej formie kupisz baterię
- w jakiej obudowie wszystko zamontujesz
- sprawdzić ile ogniw zmieści się do ramy Twojego roweru
- jaki będzie kształt baterii

W tym poradniku poruszam tylko kwestię budowy roweru w oparciu o baterię li-ion, w standardzie napięcia nominalnego 48 V, wykonaną z ogniw 18650.

6.4.1. Ustalenie teoretycznej potrzebnej ilości ogniw w baterii na podstawie zużycia energii elektrycznej przez rower elektryczny

Teoria:

Tak jak samochód zużywa paliwo, którego zużycie mierzymy w litrach / 100 km, tak samo rower elektryczny zużywa swoje paliwo, którym jest energia elektryczna zgromadzona w baterii. Najczęściej w rowerach elektrycznych zużycie energii wyrażamy w Wh / km, czyli ile watogodzin potrzeba zużyć z baterii do przejechania jednego kilometra ($\text{Wh} / \text{km} = \text{watogodzin na 1 kilometr}$).

Watogodzina jest idealną jednostką do porównania dwóch baterii (nawet o różnym napięciu) pod kątem zgromadzonej w niej energii i dystansu, jaki możemy na niej przebyć na jednym ładowaniu.

Z tej samej jednostki możemy skorzystać do zliczania aktualnego stanu naładowania baterii oraz do oszacowania pozostałego zasięgu pojazdu na pozostałej baterii.

Watogodzina to jednostka uzyskana poprzez wymnożenie uśrednionego prądu pobieranego z baterii w amperach [A] razy uśrednione napięcie baterii w woltach [V] i razy czas poboru tej energii w godzinach [h]. $[\text{Wh}] = [\text{A} \cdot \text{V} \cdot \text{h}]$

Pojemność baterii w watogodzinach [Wh] możemy uzyskać poprzez wymnożenie napięcia nominalnego baterii w woltach [V] razy jej pojemność wyrażoną w amperogodzinach [Ah]. Dla przykładu: bateria o napięciu nominalnym 48 V i pojemności 10 Ah posiada pojemność $48 \text{ V} \cdot 10 \text{ Ah} = 480 \text{ Wh}$.

Przykład 1:

Jeżeli napęd pojazdu, którym się poruszamy, będzie bez przerwy pobierał z baterii 480 W (watów) przez 1 godzinę (czyli $480 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 480 \text{ Wh}$), to rozładuje tę baterię całkowicie.

Przykład 2:

Jeżeli napęd pojazdu, którym się poruszamy, będzie miał zużycie energii na poziomie 10 Wh/km, to po przejechaniu 48 km rozładuje tę baterię całkowicie. ($48 \text{ km} \cdot 10 \text{ Wh/km} = 480 \text{ Wh}$).

Dwa pojazdy elektryczne jadące obok siebie jednostajnie, z tą samą prędkością (np. 15 km/h, po płaskim) będą zużywały podobną ilość Wh / km niezależnie od tego jakim napięciem nominalnym są zasilane i jakiej mocy mają silniki i sterowniki.

Największe zużycie prądu występuje podczas przyspieszania, przy pokonywaniu wzniesień, jeździe pod wiatr itp.. W tych sytuacjach im mocniejszy napęd, tym więcej energii zużyje i będzie mógł rozwinąć większą prędkość maksymalną w trudnych warunkach.

Wiedząc ile mniej więcej watogodzin na 1 km będzie zużywał nasz pojazd, możemy na etapie kompletowania części oszacować pojemność baterii, jaka nam będzie potrzebna do pokonania założonego dystansu na jednym ładowaniu.

Przybliżone zużycie energii przez rower elektryczny o mocy maks. poniżej 3000W, w zależności od stylu jazdy:

- 5 - 10 Wh/km jazda jak na zwykłym rowerze do 25 km/h, wspomaganie elektryczne pedałowania używane w niewielkim lub średnim stopniu, manetka gazu wcale nieużywana
- 10 - 15 Wh/km jazda bardziej dynamiczna niż na zwykłym rowerze do 35 km/h, wspomaganie elektryczne pedałowania używane w średnim stopniu, sporadycznie jazda bez pedałowania na samej manetce gazu
- 15 - 20 Wh/km dynamiczna jazda do 50 km/h, z dużą ilością jazdy bez pedałowania na samej manetce gazu
- >20 Wh/km bardzo dynamiczna jazda, często w okolicy 50 km/h, częste i gwałtowne przyspieszenia bez pedałowania na samej manetce gazu

Również na tym poziomie kształtuje się zużycie energii podczas jazdy po bezdrożach górskich przy prędkości 10 - 15 km/h, dużej ilości pedałowania, rowerem z napędem typu HUB, czyli w tylnej piaście koła

Wiedząc to, możemy spróbować oszacować pojemność, wielkość i masę baterii w naszym rowerze.

Przykład 3:

Założmy, że nasz rower średnio będzie zużywał ok. 15 Wh/km, chcemy mieć zasięg na jednym ładowaniu 100 km i planujemy zrobić baterię o napięciu nominalnym 48 V. Jaką powinna mieć pojemność ta bateria w Wh i Ah?

Pojemność baterii w Wh = $100 \text{ km} \cdot 15 \text{ Wh/km} = 1500 \text{ Wh}$

Pojemność baterii w Ah = $1500 \text{ Wh} / 48 \text{ V} = 31.25 \text{ Ah}$

Przykład 4:

A ile to będzie ogniw li-ion 18650? Ile one będą ważyć?

Przyjmijmy, że jedno ogniwo wysoko pojemnościowe ma $3,7 \text{ V} \cdot 3 \text{ Ah} = 12 \text{ Wh}$.
 $1500 \text{ Wh} / 12 \text{ Wh} = 125$ ogniw

Dla napięcia nominalnego 48 V liczba ogniw musi być podzielna przez 13 (wynik dzielenia, bez wartości po przecinku), więc zaokrąglamy wynik do 130 ogniw.

Można przyjąć, że masa całej baterii to ilość ogniw $\cdot 0,05 \text{ kg}$, a zatem $130 \cdot 0,05 = 6,5 \text{ kg}$

Ta ilość ogniw jest czysto teoretyczna i na tym etapie jeszcze nie wiemy, czy ta ilość w ogóle nam się zmieści do ramy naszego roweru.

Praktyka:

W poniższej tabeli przedstawiam przykładowe dane dla baterii o napięciu nominalnym 48 V, zbudowanej na ogniwach wysoko pojemnościowych.

Znajdziesz w niej ilość* ogniw**, z której się bateria składa, przybliżoną pojemność baterii, zasięg maksymalny*** i minimalny**** roweru na jednym ładowaniu.

Tabela opracowana dla baterii o napięciu nominalnym 48 V:

Na szaro zaznaczono ilości ogniw, dla których produkowane są obudowy tzw. bidonowe, które można zamontować w miejscu bidonu rowerowego.

Podkreślone wartości to baterie, które polecam dla Ciebie, jako baterie pierwszego wyboru.

Przy wyborze odpowiedniej baterii zwróć szczególną uwagę, czy ma ona odpowiednią wydajność prądową, aby obsłużyć moc maksymalną sterownika, który planujesz zastosować.

Tabela doboru baterii do oczekiwanego zasięgu i prądu sterownika

Ilość ogniw*	Układ	Pojemność rzeczywista		Zasięg maks.***	Zasięg min.****	Maks. prąd sterownika	Maks. moc sterownika	Masa
[szt]	-	[Ah]	[Wh]	[km]	[km]	[A]	[W]	[kg]
39	13S3P	9,9	468	47	18,7	15	800	2
52	13S4P	13,2	624	63	25	20	1000	2,6
<u>65</u>	<u>13S5P</u>	<u>16,5</u>	<u>780</u>	<u>78</u>	<u>31,2</u>	<u>25</u>	<u>1200</u>	<u>3,3</u>
<u>78</u>	<u>13S6P</u>	<u>19,8</u>	<u>936</u>	<u>94</u>	<u>37,4</u>	<u>30</u>	<u>1350</u>	<u>3,9</u>
<u>91</u>	<u>13S7P</u>	<u>23,1</u>	<u>1092</u>	<u>110</u>	<u>43,7</u>	<u>35</u>	<u>1900</u>	<u>4,5</u>
<u>104</u>	<u>13S8P</u>	<u>26,4</u>	<u>1248</u>	<u>125</u>	<u>50</u>	<u>40</u>	<u>2150</u>	<u>5,2</u>
117	13S9P	29,7	1404	140	56	45	2450	5,9
130	13S10P	33	1560	155	62,4	50	2700	6,5
143	13S11P	36,3	1716	170	68,6	55	3003	7,2

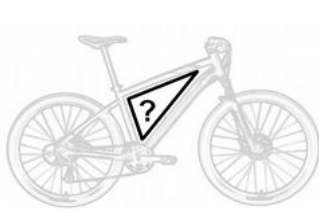
*Ilość ogniw w baterii 48 V musi być podzielna przez 13 (wynik dzielenia bez wartości po przecinku). Mniejszych baterii, niż składających się z 39 ogniw, nie zaleca się robić ze względu na małą wydajność prądową baterii i małą pojemność.

**Ogniwa przyjęte do oszacowania to Samsung INR18650-35E 3500 mAh, które w rowerze elektrycznym mają pojemność ok. 3300 mAh i 12 Wh, a jedno ogniwo może wydać 5 A prądu ciągłego.

***Zasięg maksymalny oszacowany dla jazdy w warunkach standardowych, czyli jazda ok. 25 km/h po płaskim, z dużą ilością pedalowania i lekkim wspomaganiem elektrycznym. Rozłożenie energii wkładanej w napędzanie roweru pomiędzy człowiekiem, a wspomaganiem elektrycznym wynosi 50% : 50%. Zużycie energii jest na poziomie 10 Wh/km.

****Zasięg minimalny oszacowany dla jazdy bardzo dynamicznej z minimalną ilością pedalowania, przy jeździe z użyciem głównie manetki gazu, dużymi przyspieszeniami i prędkościami w okolicy lub powyżej 40 km/h. Zużycie energii jest na poziomie 25 Wh/km.

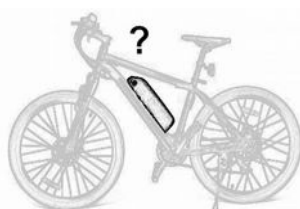
6.4.2. W jakiej formie kupić baterię i gdzie ją umieścić?



Bateria trójkątna



Bateria bagażnikowa



Bateria bidonowa

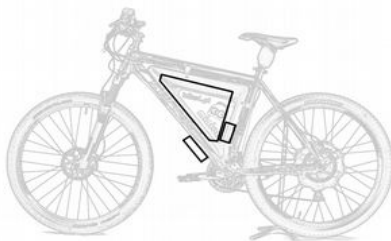
Wiesz już, ile teoretycznie powinieneś mieć ogniw w baterii, aby na jednym ładowaniu pokonać założony wcześniej dystans i aby ta bateria była w stanie obsłużyć moc maksymalną wybranego przez Ciebie napędu. Teraz trzeba zorientować się, czy taka ilość baterii w ogóle zmieści się do Twojego roweru i w jakiej będzie obudowie.

Aby móc ustalić kształt baterii najpierw powinieneś ustalić ile posiadasz na nią miejsca. Zastanów się teraz gdzie umieścisz baterię i ewentualnie resztę osprzętu.

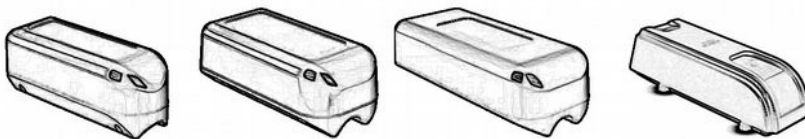
Jeżeli wybrałeś napęd centralny (mid-drive), to teraz wystarczy, że znajdziesz miejsce na baterię.

Jeżeli wybrałeś napęd w piaście koła (hub drive), to oprócz miejsca na baterię, należy znaleźć jeszcze miejsce na sterownik silnika i przewody.

Sterownik silnika często jest na tyle wodoodporny, że może być umieszczony poza skrzynką elektryczną, np. pod ramą roweru. Weź to również pod uwagę, jeżeli w miejscu na elektrykę, które wybierzesz będzie się robić ciasno. Pamiętaj wtedy, aby sterownik był skierowany przewodami do dołu, aby spływająca po nich woda nie dostała się do wnętrza obudowy sterownika. Również są dostępne puszki, które można przykręcić pod ramą w celu dodatkowej ochrony sterownika przed warunkami atmosferycznymi.



*Przykładowe miejsca do umieszczenia
sterownika silnika HUB*



Pojemniki handlowe na sterownik silnika HUB

Ewentualnie w wyznaczonym miejscu na elektronikę możesz umieścić również inne komponenty, takie jak:

- przetwornica napięcia 12 V / 5 V (do lampek, ładowania telefonu itp.)
- lokalizator GPS
- komputer pokładowy / watomierz
- włącznik, bezpieczniki

Baterie do roweru elektrycznego możemy kupić w różnej formie. Wszystkie poniższe rozwiązania są dobre, ale nie konieczne każde będzie odpowiednie do Twojego projektu. Zdecyduj sam, która wersja odpowiada Tobie najbardziej.

6.4.2.1. Kupno baterii bidonowej lub bagażnikowej



Bateria bagażnikowa



Bateria bidonowa

Jeżeli wyliczona ilość ogniw nie przekracza 78 - 91 szt. (zależy od modelu obudowy), to możesz wziąć pod uwagę baterię tzw. bidonową, czyli taką przykręcaną w miejscu bidonu w rowerze lub baterię mocowaną na bagażniku. Jeżeli bateria nie jest zbyt ciężka (maks. 4 kg) to możesz też rozważyć umieszczenie jej w torbie lub sakwie. Jeszcze przed zakupem takiej baterii upewnij się, że obudowa zmieści się w wybranym przez Ciebie miejscu.

Przestrzegam tutaj przed zakupem baterii od niepotwierdzonych sprzedawców, gdyż często mają one ogniwa kiepskiej jakości i nieznanego producenta. Najlepiej szukać u lokalnego producenta / dystrybutora, z potwierdzoną pojemnością baterii i gwarancją. Bateria powinna być zbudowana na ogniwach znanych, światowych marek.

Często sprzedający podają prąd jaki można pobierać z takiej baterii. Należy uważać na te wartości przy zgrywaniu ich ze sterownikiem silnika, gdyż często prąd podany jako ciągły, jest tak naprawdę maksymalnym chwilowym prądem jaki bateria może z siebie wydać. Należy dopytać sprzedającego, w razie wątpliwości, o rodzaj zastosowanych ogniw i przeliczyć samemu prąd ciągły i maksymalny.

Jeżeli jedno ogniwo ma wydajność prądową ciągłą przykładowo 5 A, to bateria 5P (z 5 szt. ogniw w każdej z sekcji) będzie miała wydajność prądową 25 A --> $5 \times 5 = 25$ A i można do niej podłączyć sterownik silnika o takim właśnie prądzie maksymalnym (to jest tylko przykład - pamiętaj, że różne modele ogniw mają różną wydajność prądową ciągłą, niekoniecznie 5 A. Prąd ciągły jest na poziomie połowy prądu maksymalnego ogniwa, który można odczytać z noty katalogowej producenta ogniwa).

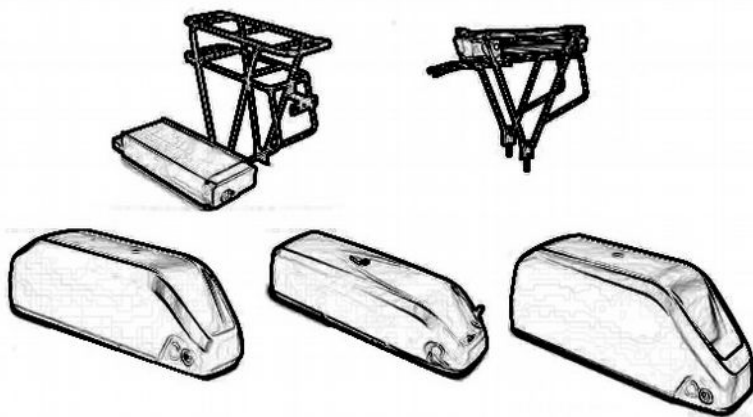
Można zrobić tak, że kupimy samą obudowę i dostarczymy ją do lokalnego warsztatu, który wykona baterię do tej obudowy, dedykowaną do naszych potrzeb.

Baterie bidonowe mają swój określony kształt, który będzie lub nie będzie pasował w miejsce bidonu w Twoim rowerze. Rozważając baterię bidonową, zaopatr się w szablon do wydruku na papierze i przymierz szablon do roweru. Potwierdzisz w ten sposób, czy dana obudowa zmieści się w Twojej ramie. Na rynku są różne modele obudów baterii bidonowych, więc szukaj szablonu konkretnego modelu obudowy. Sprzedawca powinien mieć w swoim sklepie taki szablon do wydrukowania. Jeżeli takiego szablonu nie ma, to przynajmniej powinien mieć rysunek z wymiarami - wtedy mniej więcej możesz narysować na kartonie ten kształt w odpowiednich wymiarach i wyciąć szablon do przymierzenia. Weź pod uwagę, że taką baterię trzeba wypiąć i wpiąć do szyny montażowej, na co potrzeba ok. 2 cm dodatkowego miejsca z przodu i u góry baterii.

Takie baterie z uwagi na to, że są dużo cięższe niż bidon z wodą, mogą się kiwać na boki i z czasem doprowadzić do wyrobienia gwintów w ramie. Należy tak zamocować baterię bilonową, aby się nie kiwała, np. poprzez dołożenie dodatkowych gwintów lub obejm dociskowych do szyny montażowej. Można również użyć masy / kitu / kleju, który po stwardnieniu wypełni luki pomiędzy szyną montażową baterii, a rurą roweru, co usztywni całą baterię.

Baterie bagażnikowe z uwagi na to, że są umieszczone tuż nad tylnym kołem, całą swoją masą obciążają właśnie tylne koło. Czuć to, np. na podjazdach pod krawężnik i zjazdach z niego. Zwiększają ryzyko przetrząśnięcia dętki o obręcz. Baterie takie są wysoko umieszczone i mają tendencję do bujania się na boki razem z całym bagażnikiem, jeżeli bagażnik nie jest wykonany solidnie. Baterie

bagażnikowe podwyższają bagażnik, stąd należy zwrócić uwagę, czy siodełko rowerzysty jest na tyle wysoko, że nie będzie kolidowało z baterią. Niscy rowerzyści mogą mieć zbyt nisko siodełko, co uniemożliwi montaż baterii na bagażniku.



Pojemniki handlowe na baterię - „bidonówki” i „bagażnikówki”

Plusy tych rozwiązań:

- najłatwiejszy i najszybszy sposób na nabycie baterii
- bateria relatywnie lekka 2 kg – 4.5 kg

Minusy tych rozwiązań:

- „bidonówka” czy „bagażnikówka” niekoniecznie musi pasować rozmiarem do naszego roweru / projektu
- takie baterie mają tylko ściśle określone, niezbyt duże pojemności
- nadają się do sterowników o prądzie maks. 30 A (zależy od wersji baterii, często są też słabsze, przewidziane do słabszych sterowników, np. 15 A)
- niedostatecznie zamontowane potrafią kołysać się na boki, a ostatecznie wyłamać

Jeżeli takie gotowe rozwiązania pasują do Twojego projektu i gustu, to nie namęczysz się przy poszukiwaniu miejsca na wszystkie potrzebne komponenty. Wystarczy, że kupisz to, co potrzebujesz.

Jeżeli nie wiesz gdzie zacząć poszukiwania, to zajrzyj na stronę kursu pod adresem:
<https://kursebike.pl/polecane-komponenty>

Znajdziesz tam listę polecanych komponentów do elektryfikacji roweru.

Jeżeli jednak takie obudowy z jakiegoś powodu nie mogą zostać użyte przy Twoim projekcie, to będziesz musiał zbudować pojemnik na elektrykę własnoręcznie lub zlecić to firmom zajmującym się taką budową.

6.4.2.2. Własna, dedykowana skrzynka elektryczna?

Jeżeli Twoja bateria będzie się składać z ilości ogniów większej niż 91 szt., to najprawdopodobniej będziesz montował ją w skrzynce robionej specjalnie dla Twojego roweru.

Często twórcy rowerów elektrycznych tworzą własnego projektu skrzynki na elektronikę i baterię. Wykorzystują do tego najróżniejsze materiały, które charakteryzują się odpowiednią wytrzymałością mechaniczną i łatwością w obróbce, np.:

- laminat żywicy poliestrowej i włókna szklanego
- sklejka drewniana
- arkusz blachy
- druk 3D
- sakwy / torby materiałowe
- inne

Oczywistym rozwiązaniem może wydawać się sakwa rowerowa. Ja osobiście nie lubię i nie rekomenduję tego rozwiązania. Baterie są bardzo ciężkie i umieszczone w sakwie mocno ją obciążają i często dochodzi do uszkodzenia tkaniny lub pasków mocujących. Dodatkowo sakwa od wibracji rusza się, rysuje lub wyciera całkowicie lakier roweru. Jeżeli masz ochotę zastosować sakwę materiałową jako pojemnik na baterię to dopilnuj, aby okleić ramę pianką w każdym możliwym miejscu kontaktu i aby bateria była dopasowana masą do możliwości sakwy.

Jednym z najbardziej efektywnych materiałów na stworzenie skrzynki elektrycznej jest laminat żywicy poliestrowej i włókna szklanego. Dzięki metodzie laminowania można w garażowych warunkach stworzyć sztywną i solidną skrzynkę dowolnych kształtów. Minusem jest nieprzyjemny zapach

podczas obróbki oraz dużo pyłu podczas szlifowania i malowania.

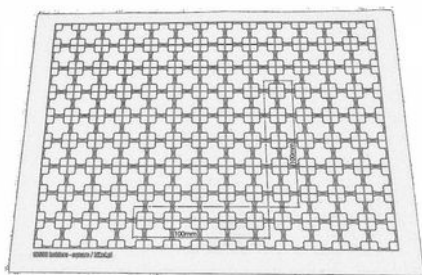


Pojemnik na baterię i elektronikę wykonany z żywicy poliestrowej i maty z włókna szklanego

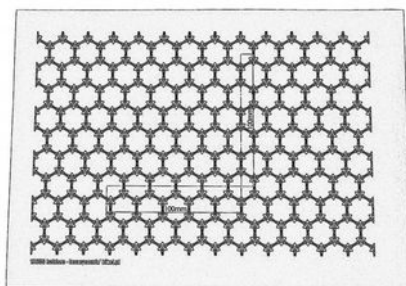
Do osadzenia i unieruchomienia komponentów wewnątrz pojemnika często wykorzystuje się budowlaną piankę montażową do okien i drzwi. Pianka taka rozpręża się i wypełnia puste przestrzenie pomiędzy obudową, a komponentami, unieruchamia je i dodatkowo izoluje od wibracji wytwarzanych przez rower, jadący po nierównościach. Żeby nie pobrudzić komponentów pianką, która przyklepia się do wszystkiego, piankę można zaaplikować do wnętrza worka foliowego, umieszczonego pomiędzy komponentami.

Sposobów na wykonanie skrzynki jest bardzo dużo, a każdy twórca ma inne możliwości techniczne, dlatego w tym poradniku nie opisuję szczegółowo żadnego z nich. Również istnieją warsztaty, które wyspecjalizowały się w tworzeniu pojemników na baterie na zamówienie, pod indywidualny kształt ramy, wg. zdjęcia lub wg. przymiaru kartonowego.

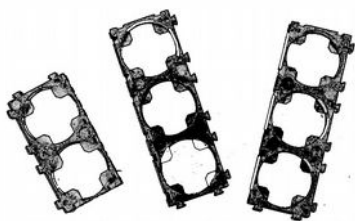
Gdy zdecydujesz się na budowę własnej skrzynki na elektronikę, to powinieneś sprawdzić, ile mniej więcej zmieści się do niej ogniwa i w jakim kształcie będzie wykonana bateria. Ogniwa w baterii złączone są przy pomocy specjalnych koszyków. Te koszyki mają pewien określony kształt. Można wydrukować sobie na papierze rzut tych koszyków w skali 1:1, np. na czterech kartkach A4, skleić te kartki ze sobą i na takim arkuszu poszukiwać kształtu baterii, który będzie nam pasował do roweru.



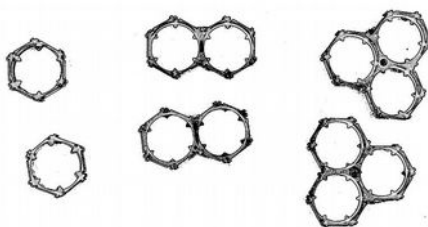
Szablon koszyków kwadratowych



Szablon koszyków „plaster miodu”



Koszyki kwadratowe



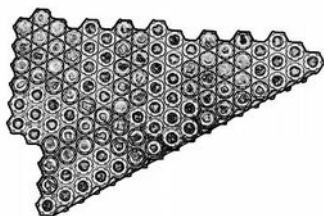
Koszyki sześciokątne / „plaster miodu”

Układ koszyków do wydruku na kartce A4 znajdziesz na ostatnich stronach tego poradnika.

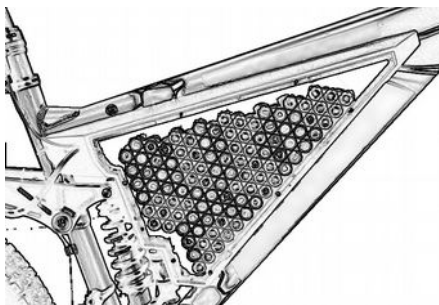
Pamiętaj, aby ustawić skalę wydruku na 100%.

Po wydruku zmierz wydrukowany wymiar 100 mm (10 cm), czy faktycznie i dokładnie tyle ma.

6.4.2.3. Kupno baterii budowanej od podstaw pod kształt dopasowany do naszego roweru



Pakiet ogniw 18650 zbudowany pod dedykowany kształt



Pakiet ogniw 18650 zbudowany pod dedykowany kształt

Ogniwa baterii można układać w dowolny kształt lub nawet dzielić ją na kilka segmentów. Kupno baterii dopasowanej do kształtu roweru jest najbardziej popularnym / polecanym obecnie sposobem pozyskania baterii. Są firmy, które zajmują się profesjonalnym wykonaniem baterii pod dedykowany kształt i pod dedykowaną moc sterownika. Najczęściej wystarczy do takiej firmy wysłać kartonowy szablon kształtu baterii lub samo zdjęcie szablonu koszyków baterii i napisać, z jakim sterownikiem ma współpracować. Firma już sama wykona dla nas taką baterię. Taka bateria najczęściej nie posiada obudowy, a jest jedynie zawinięta w rękaw termokurczliwy lub taśmę klejącą. Czasami ma wzmocnione preszpanem lub arkuszem tworzywa sztucznego najbardziej newralgiczne punkty narażone na przetarcia / przebicia. Ważne, aby taka bateria miała BMS (Battery Management System, system zarządzania baterią).

(Bardziej szczegółowo o własnym kształcie baterii będzie mowa w dalszej części poradnika).

Plusy tego rozwiązania:

- najbardziej optymalny sposób pod względem dopasowania kształtu i pojemności baterii oraz wydajności prądowej do konkretnego projektu
- baterie taką można dobrze dopasować do modelu ramy

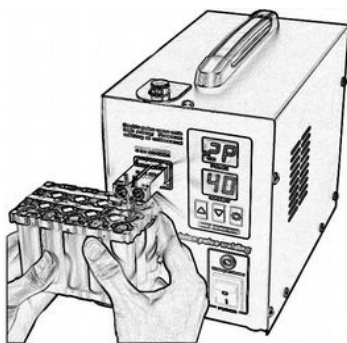
Minusy tego rozwiązania:

- trzeba włożyć więcej pracy, aby zdjąć kształt baterii z miejsca docelowego niż np. przy „bidonówce”
- trzeba dłużej czekać na taką baterię
- potrzeba dorobić obudowę do takiej baterii, a co najmniej dokupić torbę / sakwę do takiej baterii

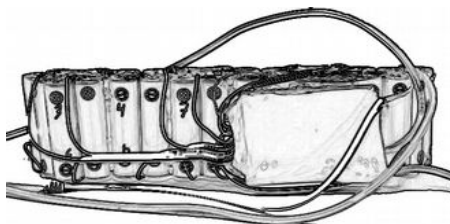
6.4.2.4. Zbudowanie baterii samemu

Tutaj potrzeba już odpowiedniej wiedzy (której nie obejmuje ten poradnik) i zaplecza technicznego w postaci zgrzewarki do ogniwi i mocnej lutownicy do grubszych kabli. Rozwiązanie analogiczne do poprzedniego, z tym że nie zamawiamy baterii w warsztacie tylko sami ją składamy z ogniwi. Jest to zdecydowanie najtańsza i zarazem najbardziej niebezpieczna metoda na pozyskanie baterii.

Moja rada: jeżeli planujesz zrobienie tylko jednej baterii, to bardziej opłaci się Tobie skorzystanie z usług profesjonalnego warsztatu. Nieumiejętne zrobienie baterii może doprowadzić do jej szybkiej degradacji lub nawet do pożaru. (Jeżeli jesteś mocno zainteresowany tym tematem to na naszym kanale YouTube „bikel pl”, w serii filmów, pokazałem jak wykonałem jedną z takich baterii w domowych warunkach z ogólnodostępnych materiałów i narzędzi).



Zgrzewanie pakietu baterii na zgrzewarce



Przylutowanie BMSa i przewodów

Plusy tego rozwiązania:

- najbardziej optymalny sposób pod względem dopasowania kształtu i pojemności baterii oraz wydajności prądowej do konkretnego projektu
- najtańsze rozwiązanie
- baterie taką można dobrze dopasować do modelu ramy

Minusy tego rozwiązania:

- potrzeba sporo wiedzy teoretycznej, umiejętności praktycznych oraz zaplecza technicznego
- trzeba włożyć więcej pracy, aby zdjąć kształt baterii z miejsca docelowego, niż np. przy „bidonówce”
- trzeba poświęcić sporo własnej pracy i czasu przy składaniu baterii
- potrzeba dorobić obudowę do takiej baterii, a co najmniej dokupić torbę / sakwę do takiej baterii

- przy budowie takiej baterii trzeba być naprawdę bardzo ostrożnym by nie doprowadzić do zwarcia, a nawet pożaru

6.4.2.5. Projekt własnego / dedykowanego kształtu baterii

Teraz zaprezentuję Ci sposób, z którego sam korzystałem, wykonując dla siebie projekt kształtu baterii. W ten sposób możesz sprawdzić, ile ogniw zmieści się w miejscu, które wybrałeś.

Projekt kształtu baterii będzie podzielony na dwa, prawie identyczne etapy.

W etapie pierwszym będziemy wstępnie przymierzali baterię do samej ramy (jeszcze nie posiadając pojemnika / skrzynki na baterię). Będziemy robili to po to, aby wstępnie ustalić jaka mniej więcej ilość ogniw zmieści się w naszej ramie, w miejscu które ustaliliśmy. Może okazać się, że potrzebna ilość baterii zupełnie nie będzie nam się mieściła w wyznaczonym miejscu i na tym etapie jeszcze nie będzie zbyt późno, aby zmienić koncepcję projektu.

Drugi etap zakłada, że pierwszy wypadł pomyślnie i teraz posiadamy już pojemnik na baterię. W tym etapie powtórzymy kroki z etapu pierwszego, ale teraz dokładnie przymierzemy się już do wnętrza posiadanej przez nas skrzynki.

ETAP I

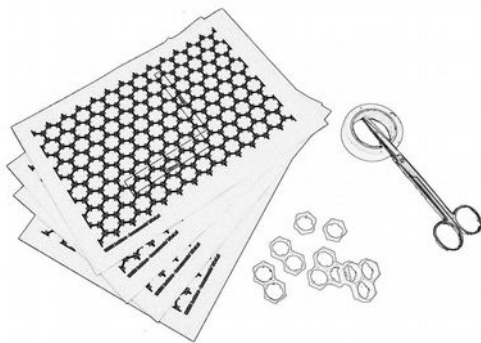
Projekt wstępny kształtu baterii - według przymiaru wykonanego od ramy

Opis:

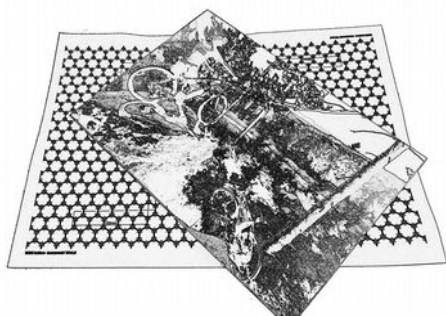
- zrób kartonowy przymiar powierzchni bocznej miejsca, w którym umieścisz pojemnik lub torbę, a w niej baterię
- odrysuj ten przymiar na wydrukowanym szablonie koszyków do ogniw (wyrównaj najdłuższą krawędź przymiaru do prostej linii ogniw na szablonie)
Wskazówka: Możesz wykorzystać szklaną szybę (np. od ramki na zdjęcia), na której flamastrem odrysujesz kształt szablonu i taką szybą będziesz przesuwając po wydrukowanym szablonie w celu znalezienia najodpowiedniejszego ułożenia ogniw



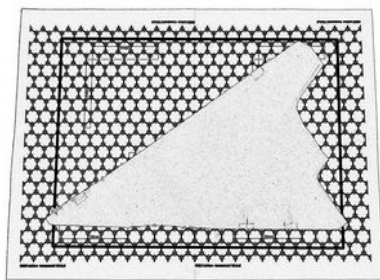
Utwórz przymiar kartonowy „światła ramy”



Szablony koszyków wydrukuj na kilku kartkach A4 i sklej je w duży format

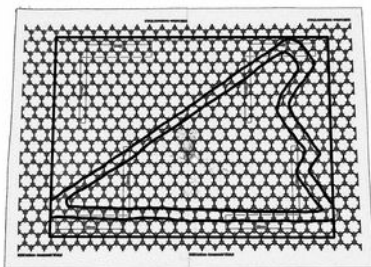


Na posklejany z czterech arkuszy A4 szablon koszyków nałóż szybę od ramki na zdjęcie

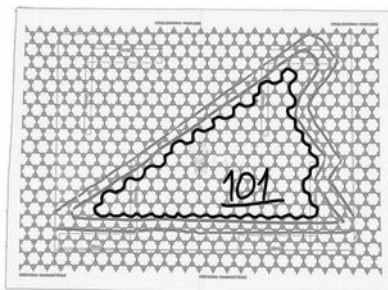


Na szybie połóż kartonowy przymiar „światła ramy”

- od odrysowanego miejsca odejmij po ok. 1,5 cm dookoła, aby uwzględnić miejsce na grubość ścianki skrzynki elektrycznej, izolację baterii i luz montażowy
- obrysuj pełne koszyki i policz, ile pełnych koszyków mieści się w pozostałym miejscu. Na tym etapie uwzględnij, czy wewnątrz skrzynki oprócz ogniw i BMSa ma się jeszcze zmieścić, np. sterownik wraz z okablowaniem, komputer pokładowy itp.
- zrób zdjęcie wyniku swojej pracy, do którego będziesz mógł wrócić później, **nie zamawiaj na tym etapie baterii**



Na szybie flamastrem odrysuj kartonowy przymiar i odejmij 1,5 cm dookoła



Flamastrem zaznacz pełne koszyki, które mieszczą się w odrysowanym kształcie

Oczywiście szyba jest opcjonalna, można rysować bezpośrednio na wydrukowanym szablonie. Jednak korzystając z szyby, można przesuwając i okręcając kształt po szablonie, a w razie pomyłki przy rysowaniu łatwo zmasać niechciany kształt.

Jeżeli zmierzona szablonami ilość ogniw jest większa lub co najmniej równa ilości teoretycznej, którą ustaliłeś na początku tego rozdziału (potrzebna do pokonania zakładanego dystansu na jednym ładowaniu i do obsłużenia maks. prądu sterownika), to super. Wszystko układa się po Twojej myśli.

Jeżeli zakładana wcześniej ilość ogniw okazuje zbyt duża do zmieszczenia w wybranym miejscu, zastanów się nad ułożeniem dwóch takich samych baterii obok siebie. Poszerzy to skrzynkę elektryczną dwukrotnie, ale też zwiększy jej pojemność dwa razy. Ewentualnie pomyśl nad zmianą sterownika na słabszy, mniejszy lub nad zlokalizowaniem części w innym miejscu. W ostateczności możesz też pomyśleć nad zmianą założeń projektowych oraz nad wyborem innego roweru do konwersji.

Nie zamawiaj / nie wykonuj na tym etapie baterii. W tej chwili próbujemy utwierdzić się w przekonaniu, że nasze rozważania dotyczące mocy roweru i pojemności baterii są słuszne i czy zaczyna się nam wszystko mieścić, czy też zupełnie nie. Aby zamówić baterię, to najpierw należy fizycznie posiadać pojemnik, do którego planujesz zmieścić baterię. Często będzie miała ona różne przewężenia lub punkty montażowe, o których jeszcze nie wiesz, a będą kolidowały z tym, wstępnym kształtem baterii. Gdy już będziesz miał docelowy pojemnik, to wtedy jeszcze raz powtórzysz procedurę tworzenia kartonowego szablonu, tym razem względem wnętrza istniejącego pojemnika i sprawdzisz, czy wyliczona ilość ogniw i kształt baterii się tam faktycznie zmieści.

ETAP II

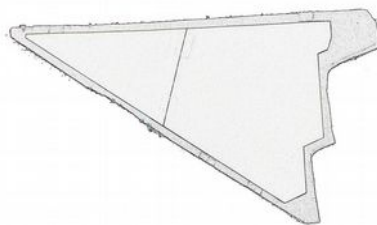
Projekt finalny kształtu baterii - według przymiaru wykonanego od skrzynki/obudowy na baterię

Opis:

- jeżeli w etapie I wszystko zgadza się z założeniami, to wytwórz pojemnik, który planowałeś zrobić i osadzić w wyznaczonym miejscu
- sporządź przymiar wnętrza skrzynki elektrycznej

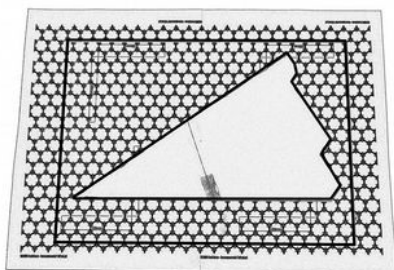


Wykonaj kartonowy szablon wnętrza wykonanej skrzynki elektrycznej

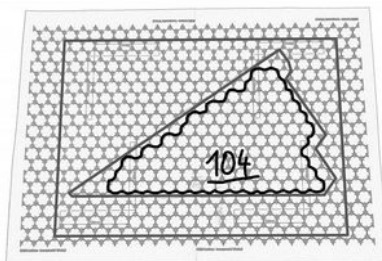


Porównanie przymiarów „światła ramy” i wnętrza wykonanego pojemnika. Widać, że jest dużo mniejszy

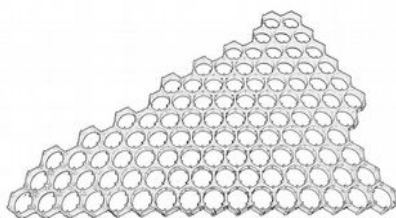
- jeszcze raz powtórz proces przymierzania szablonu koszyków, tym razem do przymiaru prawdziwego wnętrza skrzynki elektrycznej
- ustal finalną ilość ogniw i kształt baterii



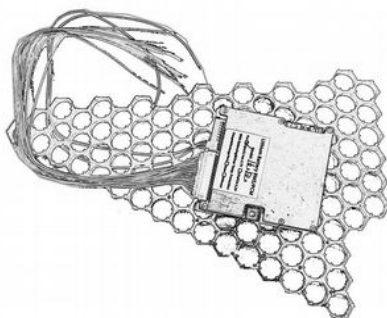
Odrysuj przymiar wnętrza obudowy na szybie



Flamastrem zaznacz pełne koszyki, które mieszczą się wewnątrz odrysowanego kształtu



Wycięte ze szablonu koszyki lub poskładane prawdziwe koszyki



Przymierzenie BMSa na kształcie koszyków

Gdy masz już ustalony kształt baterii, którego jesteś na 100% pewien, że będzie pasował do Twojej obudowy, to możesz bezpiecznie wysłać zdjęcie tego kształtu odrysowanego na szablonie koszyków do firmy, która wykona dla Ciebie taką baterię lub wykonać ją samodzielnie.



Finalny przymiar kształtu koszyków do wnętrza skrzynki elektrycznej

Będziesz musiał jeszcze ustalić z wykonawcą:

- napięcie nominalne baterii (w tym przypadku omawiamy 48 V, 13S)
- jaka ma być obciążalność prądowa (ile nominalnie i maksymalnie amperów prądu będzie pobierał sterownik silnika z baterii) - na tej podstawie dobrane zostaną ogniwa wysoko-prądowe lub wysoko-pojemnościowe, oraz zostanie ustalony sposób zgrzewania ogniw
- w którym miejscu ma znaleźć się BMS i wyprowadzenie przewodów - to ważne, aby te rzeczy nie kolidowały z niczym przy montażu
- jakie mają być zastosowane złącza na przewodach do sterownika i gniazda ładowania

6.5. Dobór osprzętu

Jeżeli nie wiesz gdzie zacząć poszukiwania, to zajrzyj na stronę kursu pod adresem:
<https://kursebike.pl/polecane-komponenty>

Znajdziesz tam listę polecanych komponentów do elektryfikacji roweru.

6.5.1. Czujnik hamulca

Czujniki hamulca występują w dwóch rodzajach podłączenia i w dwóch rodzajach działania.

Rodzaj podłączenia:

- trój-przewodowe
- dwu-przewodowe

W czujnikach trój-przewodowych elementem wykonawczym jest dwustanowy czujnik Halla i magnes. Do takiego czujnika należy doprowadzić zasilanie, najczęściej 5 V. Na wyjściu sygnałowym takiego czujnika, w zależności od pozycji kłamki hamulca, jest albo potencjał niski (masa) albo przewód jest nie podłączony do niczego.

W czujnikach dwu-przewodowych elementem wykonawczym jest przełącznik monostabilny. Przełącznik zamyka i rozkłada dwa przewody ze sobą w zależności od położenia kłamki hamulca.

Rodzaj działania:

- normalnie zamknięty
- normalnie otwarty

Od rodzaju działania czujnika (normalnie otwarty / normalnie zamknięty) zależy czy taki czujnik aktywuje się po wciśnięciu, czy po puszczeniu kłamki hamulca.

Czujnik hamulca należy dobrać do sterownika. Różne sterowniki oczekują różnego działania i podłączenia czujnika hamulca.

Najczęściej spotykana instalacja sterownika wymaga, aby czujnik hamulca był dwu-przewodowy, normalnie otwarty, który po wciśnięciu kłamki hamulca zewrze oba przewody ze sobą.

6.5.2. Manetka gazu

99% manetek gazu ma tą samą zasadę działania / komunikacji ze sterownikiem. Są one trój-przewodowe, a elementami wykonawczymi są liniowy czujnik Halla i

magnes. Manetki zasilane są najczęściej napięciem 5 V i przy tym napięciu na wyjściu sygnałowym manetki, mierząc pomiędzy masą i sygnałem mamy napięcie 0,8 V – 4,2 V, które rośnie liniowo wraz ze stopniem wychylenia manetki. Mierząc to napięcie możemy zdiagnozować czy manetka gazu działa poprawnie.

Przy wyborze manetki gazu wystarczy kierować się głównie jej kształtem i ergonomią. Przy zakupie należy się zastanowić, czy nie będzie kolizji na kierownicy z żadnym z innych elementów, które są tam zamontowane. Należy wziąć pod uwagę w którym miejscu wychodzi przewód, gdyż czasami manetki są dedykowane tylko na jedną stronę kierownicy.

Jeżeli jest to manetka kciukowa, to należy spojrzeć, czy będzie możliwe wykonanie pełnego, bezkolizyjnego ruchu dźwigni. Czasami trzeba niestety doszlifować / dociąć albo dźwignię manetki gazu, albo dźwignię manetki od przerzutki.

Jeżeli nasz sterownik posiada złącze na wejściu sygnału manetki, to można spróbować dobrać manetkę z pasującą złączką. Często jednak złącza nie będą pasować i będzie trzeba wykonać własne złącza lub zlutować przewody.

6.5.3. Czujnik kadencji PAS (dla napędów z silnikiem HUB)

Czujniki kadencji do systemu PAS są nieco bardziej zróżnicowane niż manetki gazu i występuje kilka rodzajów, jednak najczęściej pomimo różnic w ich budowie będą działały zamiennie ze sobą – lepiej lub gorzej. Większość posiada trzy przewody do podłączenia.

Różnice w budowie czujników kadencji polegają na:

- zastosowaniu różnej ilości magnesów na ruchomej tarczy
Im więcej magnesów tym bardziej precyzyjnie wykrywany jest ruch korby. Dobrze jest, aby było przynajmniej 8 – 12 magnesów.
- możliwości pomiaru ruchu korby w jedną lub dwie strony
Niedobrze jest, gdy czujnik kadencji bada ruch korby w dwie strony. Wówczas nawet wtedy, gdy pedałujemy do tyłu napęd będzie się załączał. Również napęd załączy się w przypadku, gdy pchamy rower do tyłu i łańcuch ciągnie za korby, które kręcą się razem z nim. Lepiej wybierać taki czujnik, który działa tylko w jedną stronę (będzie oznaczony jako lewy lub prawy – uniwersalne działają w dwie strony).
- montażu lewo- lub prawostronnym
Należy zwrócić uwagę na którą stronę czy przy lewej, czy przy prawej korbie chcemy zamontować czujnik kadencji i dobrać odpowiedni.

- różnym sposobie wykonania

Niektóre czujniki kadencji składają się z dwóch części: osobno czujnika z przewodem oraz osobno tarczy z magnesami. Inne z kolei są wykonane jako jeden nierozłączny element. Obydwa rodzaje są dobre i godne polecenia.

Jeżeli nasz sterownik posiada złącze na wejściu sygnału czujnika kadencji, to można spróbować dobrać czujnik z pasującą złączką. Często jednak złącza nie będą pasować i będzie trzeba wykonać własne złącza lub zlutować przewody.

6.5.4. Czujnik momentu obrotowego korby (dla napędów z silnikiem HUB)

Na rynku jest bardzo mało sterowników, które obsługują czujnik momentu obrotowego korby (czujnik nacisku na pedały). Czujniki mają różną charakterystykę pracy i różny sygnał na wyjściu. Należy dobrać konkretny suport tensometryczny rekomendowany przez producenta sterownika.

Jeżeli chciałbyś, aby Twój rower z silnikiem HUB posiadał czujnik nacisku na pedały, ale sterownik, który wybrałeś nie obsługuje takiej funkcjonalności, to możesz dołożyć do roweru komputer pokładowy MpeV6 od <https://ebikecomputer.com>. Dzięki MPE można dołożyć tę opcję do każdego sterownika. Do komputera MPE najlepiej użyć suportu tensometrycznego eRider T9.

Więcej o zasadzie działania i sposobie montażu suportu eRider T9 dowiesz się na moim kanale YouTube „bikel pl”, na którym dokładnie objaśniam sposób działania i pokazuję jego montaż, wady i zalety.

6.5.5. Wyświetlacz

Wyświetlacz musi być dedykowany do sterownika / w komplecie ze sterownikiem, który wybraliśmy. Nie do każdego sterownika producent przewidział możliwość współpracy z wyświetlaczami. Z kolei do niektórych sterowników można wybrać display spośród kilku modeli.

Do sterowników, które oryginalnie nie mają wyświetlacza można dołożyć komputer pokładowy, np. MpeV6 od <https://ebikecomputer.com>

6.5.6. Przetwornica dc/dc 12 V

Przetwornice 12 V występują w różnych rozmiarach, różnych wydajnościach prądowych oraz w różnych napięciach wejściowych i wyjściowych.

Przy doborze przetwornicy należy wyjść od urządzeń, które chcemy do niej podłączyć. Należy zsumować pobór prądu każdego urządzenia i dobrać tak

przetwornicę, aby po włączeniu wszystkich urządzeń miała jeszcze zapas mocy. Jeżeli użyjemy zbyt słabej przetwornicy to szybko przegrzeje się i uszkodzi.

Mocne oświetlenie roweru będzie pobierało nawet i 3 A przy zasilaniu 12 V. Dodatkowa ładowarka do telefonu może pobierać 1 - 2 A. Razem mamy już 5 A. Dołóżmy do tego jeszcze klakson lub inne urządzenie i okazuje się, że potrzebujemy już sporej przetwornicy o wydajności 10 A.

Coraz częściej pojawiają się na rynku lampki, które można zasilać bezpośrednio z baterii o napięciu maksymalnym aż do 85 V. Czasami warto zastosować takie oświetlenie po to, aby przetwornica 12 V mogła być mniejsza (wykorzystywana tylko, np. do ładowarki telefonu).

7. Montaż komponentów w rowerze

Masz już wszystkie komponenty potrzebne do przerobienia roweru na elektryczny. Za chwilę zainstalujesz je do Twojego roweru. Zanim przystąpisz do finalnego montażu zastanów się, czy Twój rower nie wymaga serwisu. Jeżeli tak, to napraw wszystko przed elektryfikacją. Za chwilę będziesz przejeżdżał bardzo duże ilości kilometrów ciesząc się z elektrycznego wspomagania. Najlepiej podejść do tego „przy jednej robocie”. Później (już z doświadczenia to wiem ;)) odkłada się taki serwis na potem i potem, aż w końcu zacznie się coś psuć i może na dobre uszkodzić. Stukający i piszczący rower potrafi odebrać i frajdę i komfort z jazdy podczas Twoich wycieczek. Zwróć szczególną uwagę na wszystkie łożyska i amortyzację (jeżeli występuje).

7.1. Instalacja elektryczna - informacje podstawowe i schematy połączeń

Nieocenionym narzędziem przydatnym przy instalacji elektrycznej jest miernik elektroniczny uniwersalny / multimetr. Jeżeli nie posiadasz takowego lub nie wiesz jak go używać, to gorąco zachęcam do poszukania w internecie informacji na temat podstawowej obsługi multimetru (pod hasłem „Jak używać multimetru?”). Mogę nawet pokusić się o stwierdzenie, że zakup jakiegokolwiek tego typu urządzenia jest niezbędny. Nawet najtańszy z marketu miernik za 20 zł jest lepszy niż żaden. Jeżeli jednak masz możliwość, to kup multimetr, który kosztuje przynajmniej około 100 zł. Będziesz miał wtedy pewność, że nie kupujesz najgorszego z możliwych.



Przykładowy multimetr elektroniczny

Dzięki multimetrowi będziesz mógł sprawdzić m.in.:

- ciągłość połączeń i obwodów (najczęściej sygnalizowaną sygnałem dźwiękowym)

- napięcie baterii
- napięcie ładowarki
- napięcie zasilania czujników i osprzętu wychodzące ze sterownika
- rezystancję czujników temperatury
- poprawność działania manetki gazu, czujnika kadencji czy czujnika hamulca
- i inne

Zanim zaczniesz wszystko montować warto, abyś poznał najpierw podstawowe schematy połączeń komponentów w rowerze elektrycznym.

7.1.1. Schematy połączeń elektrycznych

Jeżeli zdecydujesz się za zbudowanie roweru elektrycznego z silnikiem w kole, to trafisz na różnego rodzaju sterowniki silników. Jedne mają wyświetlacz i dużo dodatkowych funkcji, a inne są proste bez wyświetlacza. Pokażę Tobie, jak wygląda podstawowa instalacja dla silników HUB dla sterowników z wyświetlaczem, który pełni jednocześnie funkcję włącznika oraz dla sterowników bez wyświetlacza, przy których trzeba zastosować dodatkowy włącznik.

Dla napędów centralnych schemat połączeń zazwyczaj jest podobny dla różnych modeli, dlatego ograniczę się tylko do jednego, najbardziej popularnego schematu połączeń. W napędach centralnych najczęściej występuje wyświetlacz pełniący rolę włącznika i służący do komunikacji rowerzysty z napędem.

Przy tej okazji pokażę Ci również, jak możesz podłączyć przetwornicę 12 V do zasilania, np. oświetlenia roweru, ładowarki telefonu czy GPS.

Schematy, o których będę teraz pisał są dołączone do tego poradnika (na ostatnich stronach).

Schematy są przygotowane w języku angielskim z tłumaczeniem na język polski. W urządzeniach spotkasz się najczęściej z opisami po angielsku.

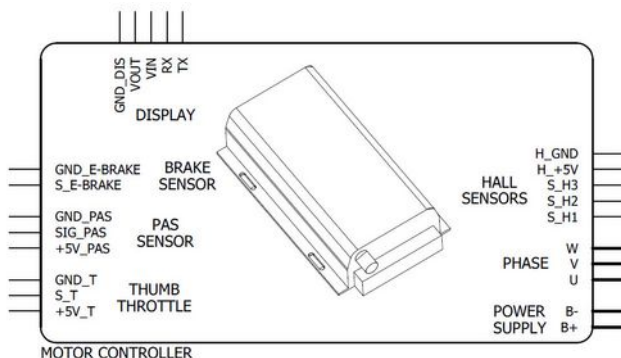
GND, masa, minus, minus baterii, -B, B- wszystkie takie oznaczenia na schemacie to tak naprawdę to samo - ujemny biegun baterii. W całej instalacji masa jest wspólna. Wszystkie przewody o takim oznaczeniu są połączone z ujemnym biegunem baterii (bezpośrednio lub pośrednio, np. przez sterownik silnika).

W instalacji elektrycznej roweru przewody od masy posiadają czarny kolor izolacji (najczęściej, z małymi wyjątkami).

7.1.1.1. Symbole na schematach

Na schematach mamy widoczne następujące symbole:

1. Motor controller HUB / Sterownik silnika HUB

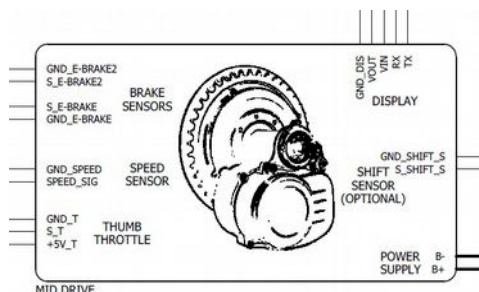


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- Power supply B+ i B- : to wysoko-prądowe zasilanie sterownika. Tutaj podłączamy bieguny dodatni i ujemny baterii. Przewody i złącza muszą być grube, o odpowiedniej nośności prądowej.
- PHASE U V W : tutaj podłączamy przewody zasilające silnik. Przewody i złącza muszą być grube, o odpowiedniej nośności prądowej.
- Hall sensors : tutaj podłączamy czujniki Halla od silnika. GND i +5 V to zasilanie czujników, a H1 H2 H3 to sygnały z czujników. Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.
- Thumb throttle : tutaj podłączamy manetkę gazu. GND i +5 V to zasilanie manetki, a S to sygnał z manetki gazu. Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.
- PAS sensor : tutaj podłączamy czujnik kadencji pedałowania. GND i +5 V to zasilanie czujnika, a SIG to sygnał z czujnika. Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.
- Brake sensor : tutaj podłączamy czujnik wciśniętej klamki hamulca. Czujnik hamulca zwiera ze sobą dwa przewody. Najczęściej zwiera przewód sygnałowy S do masy GND, a czasami, w niektórych sterownikach zwiera przewód sygnałowy S do zasilania +12 V. Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.
- Display : tutaj podłączamy wyświetlacz. GND i VOUT to zasilanie wyświetlacza. VIN to powrót zasilania z włączonego wyświetlacza i uruchomienie sterownika. Często można używać sterownik bez wyświetlacza.

Wówczas należy przewody VOUT i VIN połączyć ze sobą, aby uruchomić sterownik (np. przełącznikiem). Rx i Tx to komunikacja sterownika z wyświetlaczem. Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.

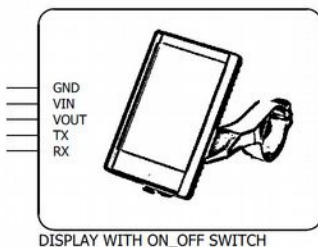
2. Mid - drive / Napęd centralny



W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- Power supply B+ i B- : to wysoko-prądowe zasilanie napędu. Tutaj podłączamy bieguny dodatni i ujemny baterii. Przewody i złącza muszą być grube, o odpowiedniej nośności prądowej.
- Thumb throttle : tutaj podłączamy manetkę gazu. GND i +5 V to zasilanie manetki, a S to sygnał z manetki gazu. W napędach mid-drive najczęściej są fabryczne złącza hermetyczne.
- Brake sensors : tutaj podłączamy czujnik wciśniętej klamki hamulca. Najczęściej w napędach mid-drive wyprowadzone są osobno lewy i prawy hamulec na złączach hermetycznych. Czujnik hamulca zwiera ze sobą dwa przewody. Zwiera przewód sygnałowy S do masy GND.
- Speed sensor : tutaj podłączamy czujnik prędkości. W napędach mid-drive najczęściej są fabryczne złącza hermetyczne.
- Shift sensor (optional) : opcjonalny czujnik zmiany przerzutki. Występuje tylko w niektórych napędach centralnych. Czujnik ten odcina napęd na czas przełączania przerzutki (aby oszczędzić łańcuch, który mógłby się uszkodzić podczas przełączania przerzutki z załączonym napędem).
- Display : tutaj podłączamy wyświetlacz. GND i VOUT to zasilanie wyświetlacza. VIN to powrót zasilania z włączonego wyświetlacza i uruchomienie sterownika. Rx i Tx to komunikacja sterownika z wyświetlaczem. W napędach mid-drive najczęściej są fabryczne złącza hermetyczne.

3. **Display / Wyświetlacz sterownika z przyciskami** umożliwiającymi jego włączenie (najczęściej przyciski są w postaci pilota na kabelku, do montażu po boku kierownicy)

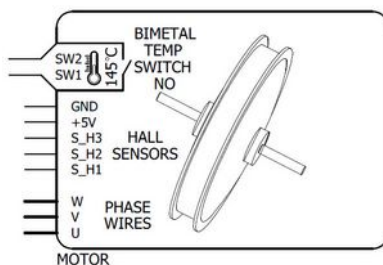


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- GND : minus zasilania (masa)
- VIN : zasilanie wyświetlacza
- VOUT : wyjście napięcia, po włączeniu wyświetlacza, do uruchomienia sterownika
- Rx Tx : komunikacja ze sterownikiem

Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.

4. **Motor / Silnik roweru elektrycznego** - w tym przypadku **typu HUB**, do montażu w piaście koła

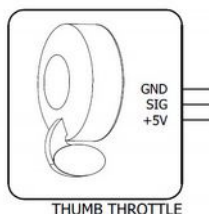


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- Phase wires : zasilanie silnika 3-fazowe. Przewody i złącza muszą być grube, o odpowiedniej nośności prądowej.
- Hall sensors : wyprowadzenie czujników Halla od silnika. GND i +5 V to zasilanie czujników, a H1 H2 H3 to sygnały z czujników. Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm²
- Bimetal temp switch NO. : dodatkowe zabezpieczenie termiczne w postaci termo-przełącznika na 145°C, ze stykami normalnie rozwartymi. Po przekroczeniu 145°C styki termo-przełącznika się zwierają. Takie zabezpieczenie nie występuje w standardzie w silnikach - trzeba je dołożyć samemu. SW1 i SW2 to dwa przewody wychodzące z termo-przełącznika.

Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.

5. **Thumb throttle / Manetka gazu** (na symbolu kciukowa, ale inne rodzaje mają takie same wyprowadzenia)

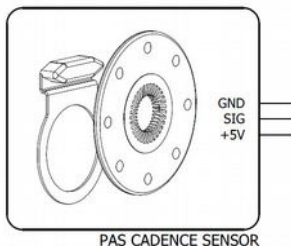


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- GND : minus zasilania (masa)
- +5 V : zasilanie manetki gazu
- SIG : sygnał wychodzący z manetki gazu

Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.

6. **PAS cadence sensor / Czujnik kadencji pedałowania** (prędkości obrotowej korby)

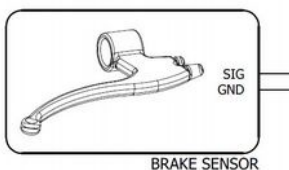


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- GND : minus zasilania (masa)
- +5 V : zasilanie czujnika kadencji
- SIG : sygnał wychodzący z czujnika kadencji

Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.

7. **Brake sensor / Czujnik wciśnięcia klawki hamulca**

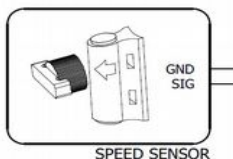


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- GND : minus zasilania (masa)
- SIG : sygnał wychodzący z czujnika hamulca (ten przewód jest zwierany do masy po wciśnięciu klawki hamulca, więc przed wciśnięciem hamulca nie jest podłączony do niczego, a po wciśnięciu klawki staje się masą)

Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.

8. Speed sensor / Czujnik prędkości

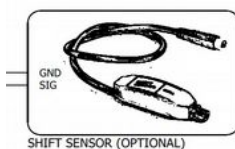


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- GND : minus zasilania (masa)
- SIG : sygnał prędkości

Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.

9. Shift sensor (optional) / Opcjonalny czujnik zmiany przełożenia

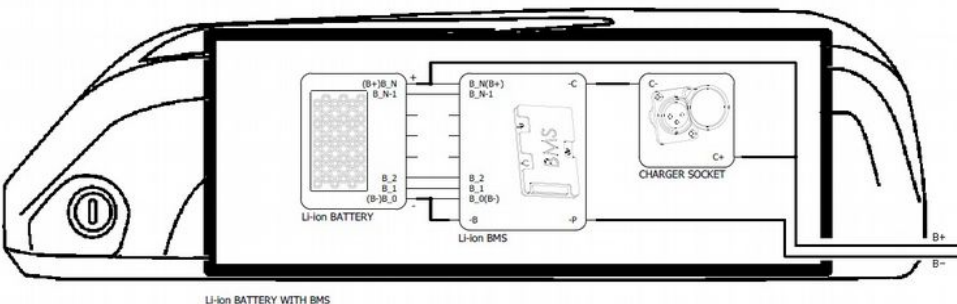


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- GND : minus zasilania (masa)
- SIG : sygnał zmiany przełożenia

Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.

10. **Li-ion battery with BMS / Bateria roweru z BMS** - (pakiet ogniw) z zainstalowanym systemem ochronnym BMS

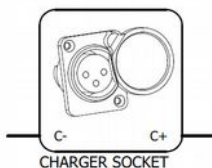


Ten symbol oznacza pakiet ogniw zabezpieczony przez BMS, umieszczony w obudowie, z której wyprowadzone są dwa przewody B+, B-. W obudowie jest również gniazdo do ładowania CHARGER SOCKET. BMS po stronie ogniw podłącza się tylko do minusa baterii oraz do przewodów pomiarowych z poszczególnych sekcji baterii. BMS odcinając z jakiegoś powodu zasilanie w rowerze, odłącza minus baterii. Przewody muszą być grube, o odpowiedniej nośności prądowej.

W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- B_0 : B_N : cienkie przewody pomiarowe do BMSa od poszczególnych sekcji pakietu
- + : główny plus pakietu ogniw
- -, -B : główny minus pakietu ogniw podłączony do BMS
- B+ : plus baterii wyprowadzony na zewnątrz obudowy baterii, służący zarówno do ładowania, jak i rozładowania baterii
- -P : minus baterii idący przez BMS, wyprowadzony na zewnątrz obudowy baterii jako B-, służący do rozładowania (zasilania sterownika)
- -C : minus baterii idący przez BMS, wyprowadzony do gniazda ładowania, służący do podłączenia ładowarki

11. Charger socket / Gniazdo ładowania służące do podłączenia ładowarki

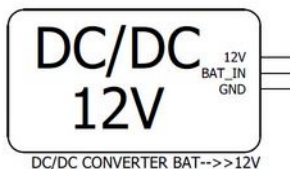


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- C- : minus ładowarki, idący przez BMS
- C+ : plus ładowarki, idący bezpośrednio do bieguna dodatniego (+) pakietu ogniw

Przewody muszą być grube, o odpowiedniej nośności prądowej.

12. DC/DC 12 V / Przetwornica obniżająca napięcie baterii do napięcia 12 V

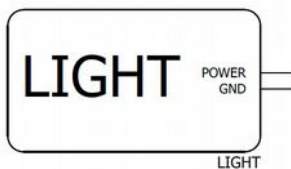


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- 12 V : wyjście z przetwornicy, napięcie obniżone do 12 V
- Bat_IN : plus zasilania (napięcie baterii)
- GND : minus zasilania (masa)

Przewody muszą być dopasowane do obciążenia.

13. LIGHT / Oświetlenie roweru

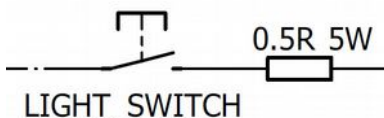


W tym symbolu występują następujące wyprowadzenia:

- POWER : plus zasilania 12 V
- GND : minus zasilania (masa)

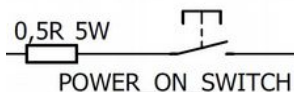
Przewody muszą być dopasowane do obciążenia.

14. LIGHT SWITCH / Włącznik świateł z rezystorem ograniczającym prąd



Po jego włączeniu prąd dociera do przetwornicy i załącza cały jej obwód wraz ze światłami. Rezystor ograniczający prąd ma za zadanie zmniejszyć zużycie styków przełącznika poprzez zmniejszenie iskrzenia na stykach w momencie załączania obwodu. Wartość oporu rezystora to 0.5 Ohm, a jego moc to 5 W. Nośność prądowa przełącznika i grubość przewodów powinna być dostosowana do obciążenia.

15. POWER ON SWITCH / Włącznik świateł z rezystorem ograniczającym prąd



Po jego włączeniu prąd dociera do sterownika i załącza go. Rezystor ograniczający prąd ma za zadanie zmniejszyć zużycie styków przełącznika poprzez zmniejszenie iskrzenia na stykach w momencie załączania obwodu. Wartość oporu rezystora to 0.5 Ohm, a jego moc to 5 W.

Przewody 0,14 mm² lub 0,25 mm², złącza hermetyczne lub połączenie lutowane.

7.1.1.2. Schemat dla sterownika silnika HUB z wyświetlaczem

Schemat „HUB_BASIC_DISPLAY”

(Schemat jest dołączony do tego poradnika, znajduje się na ostatnich stronach).

Jest to najczęściej spotykany schemat połączeń w rowerach z napędem HUB, przy zastosowaniu sterownika z wyświetlaczem. Przy wyświetlaczu najczęściej są trzy przyciski: włącznik i dwa przyciski funkcyjne (najczęściej ze symbolem strzałek „w górę” i „w dół”). Włącznikiem włączamy wyświetlacz. Po włączeniu wyświetlacza automatycznie włącza się też sterownik silnika. Po włączeniu przyciskami funkcyjnymi mamy możliwość zmiany stopnia wspomagania. Zwiększając stopień wspomagania napęd będzie wkładał więcej mocy w napędzanie roweru. Rower możemy ruszyć z miejsca poprzez wychylenie manetki gazu lub poprzez rozpoczęcie pedałowania. Z uwagi na to, że w tym schemacie występuje tylko czujnik kadencji (a nie momentu obrotowego korby), to sygnał z pedałowania zostanie dostarczony do sterownika dopiero od pewnej prędkości obrotowej korby. Czyli rower nie będzie wspomagał od zerowej prędkości - ruszyć musimy o własnych siłach lub z użyciem manetki gazu. Po wciśnięciu kłamki hamulcowej (w tym przypadku mamy podłączone dwie kłamki) napęd elektryczny zostanie odłączony. Napęd zostanie odłączony również po zaprzestaniu pedałowania i po puszczeniu manetki gazu, która odbije do pozycji jałowej, gdyż posiada sprężynę powrotną.

Od silnika do sterownika biegną trzy grube przewody zasilające i pięć cienkich sygnałowych od czujników Halla.

W silniku jest dołożony termo przełącznik NO (normalnie otwarty / rozwarty), który po przekroczeniu temperatury 145°C dla uzwojeń silnika, zamknie obwód elektryczny. Producenci nie instalują takiego zabezpieczenia w silniku i musimy je dołożyć we własnym zakresie. Termo-przełącznik posiada dwa przewody, jeden z nich jest połączony wewnątrz silnika do masy od czujników Halla. Z uwagi na to, że ów termo przełącznik jest połączony równolegle z kłamkami hamulca, to po jego załączeniu sterownik otrzyma taką samą informację jak byśmy wcisnęli hamulec. Napęd zostanie odłączony do momentu ostygnięcia. Gdy silnik ostygnie termo przełącznik znów rozłączy obwód, sterownik już nie będzie otrzymywał sygnału hamulca i będzie można kontynuować jazdę. Taki termo-przełącznik to minimum zabezpieczenia termicznego w instalacji roweru elektrycznego. Alternatywnie może być czujnik temperatury, ale zarówno silnik, jak i sterownik muszą posiadać zgodność co do modelu czujnika temperatury, który będzie zainstalowany i obsługiwany.

Obwód przetwornicy 12 V i oświetlenia jest opcjonalny, został umieszczony w celu przykładowego zobrazowania, w jaki sposób można zrealizować taki obwód. Rezystor ograniczający prąd przy przełączniku ma za zadanie zmniejszyć zużycie

styków przełącznika poprzez zmniejszenie iskrzenia na stykach w momencie załączania obwodu. Wartość oporu rezystora to 0.5 Ohm, a jego moc to 5 W.

W każdej baterii roweru elektrycznego BMS zainstalowany jest na minusie baterii, dlatego plus wychodzący z baterii jest podłączony bezpośrednio do ogniw i jest wspólny dla rozładowania (sterownika) i ładowania (ładowarki). Minus, który przechodzi przez BMS jest najczęściej rozdzielony na ładowanie i rozładowanie, ale występują również BMSy, które mają jeden port dla ładowania i rozładowania. Z baterii ze zintegrowanym gniazdem ładowania najczęściej wyprowadzone są tylko dwa przewody do zasilania napędu. W bateriach bez gniazda ładowania mamy wyprowadzone trzy lub cztery przewody (jeden plus i dwa minusy lub dwa plusy i dwa minusy - jedna para do ładowania, a druga para do rozładowania).

7.1.1.3. Schemat dla sterownika silnika HUB bez wyświetlacza

Schemat „HUB_BASIC”

(Schemat jest dołączony do tego poradnika, znajduje się na ostatnich stronach).

Drugi najczęściej spotykany schemat połączeń w rowerach z napędem HUB. W tej wersji nie ma wyświetlacza zatem najprawdopodobniej nie ma też wspomagania pedałowania PAS (choć to nie jest regułą). Jednak najczęściej przy takim połączeniu korzysta się tylko z manetki gazu. W instalacji jest przełącznik, który po włączeniu przepuszcza prąd do sterownika i sterownik się włącza. Rower możemy ruszyć z miejsca poprzez wychylenie manetki gazu. Po wciśnięciu klamki hamulcowej (w tym przypadku mamy podłączone dwie klamki) napęd elektryczny zostanie odłączony. Napęd zostanie odłączony również po puszczeniu manetki gazu, która odbije do pozycji jałowej, gdyż posiada sprężynę powrotną.

Od silnika do sterownika będą trzy grube przewody zasilające i pięć cienkich sygnałowych od czujników Halla.

W silniku jest dołożony termo-przełącznik NO (normalnie otwarty / rozwarty), który po przekroczeniu temperatury 145°C dla uzwojeń silnika, zamknie obwód elektryczny. Producenci nie instalują takiego zabezpieczenia w silniku i musimy je dołożyć we własnym zakresie. Termo-przełącznik posiada dwa przewody, jeden z nich jest połączony wewnątrz silnika do masy od czujników Halla. Z uwagi na to, że ów termo-przełącznik jest połączony równolegle z klamkami hamulca, to po jego załączeniu sterownik otrzyma taką samą informację jak byśmy wcisnęli hamulec. Napęd zostanie odłączony do momentu ostygnięcia. Gdy silnik ostygnie termo-przełącznik znów rozłączy obwód, sterownik już nie będzie otrzymywał sygnału hamulca i będzie można kontynuować jazdę. Taki termo-przełącznik to

minimum zabezpieczenia termicznego w instalacji roweru elektrycznego. Alternatywnie może być czujnik temperatury, ale zarówno silnik, jak i sterownik muszą posiadać zgodność co do modelu czujnika temperatury, który będzie zainstalowany i obsługiwany.

Obwód przetwornicy 12 V i oświetlenia jest opcjonalny, został umieszczony w celu przykładowego zobrazowania, w jaki sposób można zrealizować taki obwód. Rezystor ograniczający prąd przy przełączniku ma za zadanie zmniejszyć zużycie styków przełącznika poprzez zmniejszenie iskrzenia na stykach w momencie załączania obwodu. Wartość oporu rezystora to 0.5 Ohm, a jego moc to 5 W.

W każdej baterii roweru elektrycznego BMS zainstalowany jest na minusie baterii, dlatego plus wychodzący z baterii jest podłączony bezpośrednio do ogniw i jest wspólny dla rozładowania (sterownika) i ładowania (ładowarki). Minus, który przechodzi przez BMS jest najczęściej rozdzielony na ładowanie i rozładowanie, ale występują również BMSy, które mają jeden port dla ładowania i rozładowania. Z baterii ze zintegrowanym gniazdem ładowania najczęściej wyprowadzone są tylko dwa przewody do zasilania napędu. W bateriach bez gniazda ładowania mamy wyprowadzone trzy lub cztery przewody (jeden plus i dwa minusy lub dwa plusy i dwa minusy - jedna para do ładowania, a druga para do rozładowania).

7.1.1.4. Schemat połączeń elektrycznych dla napędu MID

Schemat „MID_BASIC”

(Schemat jest dołączony do tego poradnika, znajduje się na ostatnich stronach).

Jest to najczęściej spotykany schemat połączeń w rowerach z napędem centralnym. W napędach centralnych najczęściej są już fabryczne złącza hermetyczne do podłączenia wszystkich komponentów (manetki, cz. hamulca itp). Dzięki zastosowaniu złączy hermetycznych rola użytkownika / instalatora ogranicza się do połączenia wtyczek ze sobą. Jedynie złącze do baterii może wymagać zmiany w zależności od tego czy kupimy baterię i napęd od tego samego sprzedawcy, czy od różnych.

Przy wyświetlaczu najczęściej są trzy przyciski: włącznik i dwa przyciski funkcyjne (najczęściej ze symbolem strzałek „w górę” i „w dół”). Włącznikiem włączamy wyświetlacz. Po włączeniu wyświetlacza automatycznie włącza się też sterownik silnika wewnątrz napędu. Po włączeniu, przyciskami funkcyjnymi, mamy możliwość zmiany stopnia wspomagania. Zwiększając stopień wspomagania napęd będzie wkładał więcej mocy w napędzanie roweru. Rower możemy ruszyć z miejsca poprzez wychylenie manetki gazu lub poprzez rozpoczęcie pedałowania. Występują różne napędy centralne - jedne mają tylko

czujnik kadencji, a inne posiadają również czujnik momentu obrotowego korby (czujnik nacisku na pedały). Po wciśnięciu klamki hamulcowej (w tym przypadku mamy podłączone dwie klamki) napęd elektryczny zostanie odłączony. Napęd zostanie odłączony również po zaprzestaniu pedałowania i po puszczeniu manetki gazu, która odbije do pozycji jałowej, gdyż posiada sprężynę powrotną. Również napęd odłączy się na chwilę, jeżeli mamy zainstalowany czujnik zmiany przełożenia i będziemy zmieniać przerzutkę. Czujnik zmiany przełożenia przydaje się w napędach centralnych w celu zaoszczędzenia między innymi łańcucha, który mógłby się nadmiernie zużywać podczas zmiany przełożenia na włączonym napędzie.

Obwód przetwornicy 12 V i oświetlenia jest opcjonalny, został umieszczony w celu przykładowego zobrazowania, w jaki sposób można zrealizować taki obwód. Rezystor ograniczający prąd przy przełączniku ma za zadanie zmniejszyć zużycie styków przełącznika poprzez zmniejszenie iskrzenia na stykach w momencie załączania obwodu. Wartość oporu rezystora to 0.5 Ohm, a jego moc to 5 W.

W każdej baterii roweru elektrycznego BMS zainstalowany jest na minusie baterii, dlatego plus wychodzący z baterii jest podłączony bezpośrednio do ogniw i jest wspólny dla rozładowania (sterownika) i ładowania (ładowarki). Minus, który przechodzi przez BMS jest najczęściej rozdzielony na ładowanie i rozładowanie, ale występują również BMSy, które mają jeden port dla ładowania i rozładowania. Z baterii ze zintegrowanym gniazdem ładowania najczęściej wyprowadzone są tylko dwa przewody do zasilania napędu. W bateriach bez gniazda ładowania mamy wyprowadzone trzy lub cztery przewody (jeden plus i dwa minusy lub dwa plusy i dwa minusy - jedna para do ładowania, a druga para do rozładowania).

7.1.2. Rodzaje przewodów i ich pola przekroju

Przewody stosowane w rowerach elektrycznych mają formę miedzianej, wielożyłowej linki w izolacji. Zapewne zauważyłeś, że przewody mają różną grubość. Spowodowane jest to tym, że przewód może przenieść tylko prąd o ograniczonym natężeniu w zależności od zastosowanego pola przekroju przewodu. Im przewód grubszy, tym natężenie płynącego przez niego prądu może być większe. Przewody sygnałowe, potrzebne tylko do informowania sterownika o statusie czujników mogą być cienkie. Natomiast przewody zasilające, łączące sterownik z baterią lub sterownik z silnikiem muszą być odpowiednio grube. Grubość przewodu wyrażany jest najczęściej jako pole przekroju w mm^2 lub w amerykańskim typoszeregu AWG. Numer w szeregu AWG jest wyrażany na odwrót - im większy numer, tym przewód cieńszy, o mniejszym polu przekroju w mm^2 .

Przewody sygnałowe najczęściej mają pole przekroju 0,14 mm² lub 0,25 mm² (25 AWG, 23 AWG).

Przewody zasilające dobierane są do maksymalnego natężenia prądu i ogólnie można przyjąć, że przekrój przewodu zasilającego powinien mieć 1 mm² na każde 8 A prądu przez niego płynącego. Przykładowo: jeżeli zamierzamy przez przewód przepuścić 40 A prądu, to przewód powinien mieć przynajmniej 5 mm² przekroju.

Tabela dopasowująca wybrane wartości typoszeregu AWG do pola przekroju w mm² i natężenie prądu maksymalne i ciągłe, jakie można przepuścić przez przewód:

przekrój mm ²	AWG	natężenie ciągłe [A]	natężenie chwilowe (<20 s) maks. [A]
0,14	26	1	3,5
0,25	23	2	6
2,5	14	20	55
3,5	12	28	88
5	10	40	140
8	8	64	200

7.1.3. Kolory przewodów - standardy

Warto trzymać się pewnego standardu kolorów tworząc instalację roweru elektrycznego.

Najczęściej następujące kolory mają następujące znaczenie:

- czarny - masa, minus baterii (w całej instalacji najczęściej masa jest wspólna, połączona do minusa baterii)
- czerwony - plus zasilania np. baterii lub 5 V
- żółty, niebieski, zielony - fazy silnika, sygnały czujników Halla dla poszczególnych faz
- pomarańczowy lub czerwony - obwód włącznika / stacyjki
- sygnały, funkcje sterownika mają różne pozostałe kolory i nie ma tutaj reguły

7.1.4. Łączenie przewodów

W rowerze elektrycznym często dochodzi do kontaktu instalacji elektrycznej z wodą. Jeżeli zastosowalibyśmy na zalewanych wodą przewodach złącza, które nie są wodoszczelne, to styki w złączkach szybko utlenią się i skorodują i przestaną przewodzić prąd elektryczny. Sprawi to, że wspomaganie elektryczne przestanie działać lub uszkodzi się. Nie należy stosować złączek, dla których nie wiemy w jakim będą stanie po np. roku czasu w danym środowisku lub podejrzewamy, że może do nich dostać się woda.

Nie należy przekraczać dopuszczalnej nośności prądowej złącza. Jeżeli nie wiesz jakie zastosować złącze, to lepiej, gdy dane połączenie wykonasz w postaci lutowanej, niż gdybyś miał użyć kiepskiego złącza.

Również połączenia, których nie planujesz często rozłączać, pewniej będzie wykonać jako lutowane.

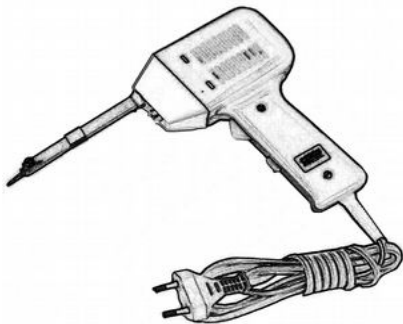
Jeżeli masz hermetyczną skrzynkę elektryczną, do której na pewno nie dostanie się woda, to wtedy możesz zaryzykować użycie złączek nieuszczelnionych przed dostępem wody, ale koniecznie o odpowiedniej nośności prądowej.

Jeżeli zdarzy Ci się jazda w ulewnym deszczu, to sprawdź, jak wygląda wnętrze skrzynki elektrycznej i w razie czego osusz ją, np. przy pomocy ręczników papierowych i suszarki do włosów. Zalegająca woda z czasem zacznie parować, a para wypełni każdy zakamarek skrzynki. Para skropli się i doprowadzi do korozji nieuszczelnionych złączy.

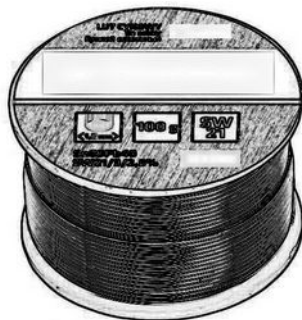
Warto stosować na złącza preparaty chemiczne przeznaczone specjalnie do tego celu, wypierające wodę i poprawiające przewodność elektryczną złącza.

Sprawdzonym i pewnym sposobem połączenia przewodów jest ich zlutowanie jednego z drugim i zaizolowanie koszulką termokurczliwą. Łącząc przewody w ten sposób mamy pewność, że połączenie wytrzyma bardzo długo i będzie odporne na warunki pogodowe i wibracje. Oczywistym minusem jest brak możliwości szybkiego rozłączenia i ponownego połączenia danego obwodu.

Do lutowania przewodów jednego z drugim najlepiej (wg. mnie) nadaje się lutownica transformatorowa pistoletowa, która ma grot wykonany z miedzianego drutu. Moc dobrej lutownicy to powyżej 100 W. Taka lutownica bardzo szybko nagrzewa się i bardzo szybko stygnie. Idealnie nadaje się do pracy przerywanej, czyli właśnie takiej, jaką jest łączenie przewodów. Dzięki temu, że grot szybko nagrzewa się i stygnie, to możemy nałożyć spoiwo lutownicze bezpośrednio na rozgrzany grot lutownicy i go ochłodzić. W ten sposób spoiwo lutownicze nie przegrzeje się i zostanie na grocie lutownicy - gotowe do zlutowania dwóch cienkich przewodów ze sobą.



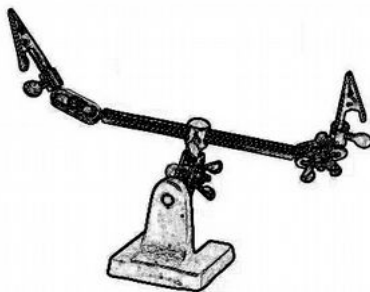
Lutownica transformatorowa, pistoletowa z grotem w postaci miedzianego drutu



Spoivo lutownicze, Sn60Pb40, średnica 1 mm

Spoivo lutownicze łatwe w użyciu i trwałe ma oznaczenie SW21 / SW26 (Sn60Pb40). Najlepsze do naszego zastosowania będzie takie o średnicy drutu 1 mm. Jeżeli będziemy mieli do czynienia z mocno zabrudzonymi przewodami to pomocna okaże się dodatkowa pasta lutownicza lub kalafonia lutownicza. Do łączenia czystych przewodów wystarczy samo spoivo lutownicze.

Wskazówka: do łączenia dwóch przewodów często przydaje się tzw. „trzecia ręka”, czyli nastawny uchwyt z krokodylkami chwytającymi.



Uchwyt lutowniczy do przewodów, tzw. „trzecia ręka”

Jeżeli nigdy nie miałeś do czynienia z lutowaniem, to polecam potrenować przed pracami przy instalacji roweru. Zlutowaj kilka przewodów w ramach treningu i spróbuj je rozerwać, powinny się mocno trzymać. W internecie jest mnóstwo poradników pod hasłem „Lutowanie przewodów, podstawy” - zachęcam do zapoznania się z nimi.

Koszulki termokurczliwe są dostępne w bardzo dużej ilości rozmiarów. Myślę, że

na początek należy się zaopatrzyć przynajmniej w koszulki o średnicach 2 mm, 6 mm i 9 mm (średnica przed obkurczeniem). Po 2 mb każdego rozmiaru na początek. Ja osobiście wszędzie stosuję koszulki w kolorze czarnym, ale można użyć różnokolorowych koszulek do oznaczania różnych funkcji w instalacji i np. koszulką czerwoną oznaczać plusy zasilania, czarną minusy, a różnymi kolorami sygnały.

7.1.5. Złącza do baterii, gniazda do ładowania

Złącza do baterii:

Aby połączyć baterię ze sterownikiem, należy zastosować odpowiednie złączki. Muszą mieć one odpowiednią wytrzymałość / nośność prądową. Jeżeli będą zbyt słabe, to się przegrzeją i stopią. Najpopularniejsze złącza do baterii w rowerach konwertowanych na napięciu 48 V do mocy 3000 W to modelarskie złącza o symbolu XT90, XT60, XT30.

Złącza XT90 mogą przenieść 45 A prądu ciągłego i 90 A prądu chwilowego.

Złącza XT60 mogą przenieść 30 A prądu ciągłego i 60 A prądu chwilowego.

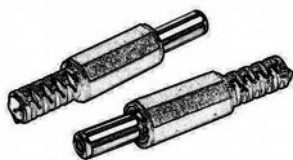
Złącza XT30 mogą przenieść 15 A prądu ciągłego i 30 A prądu chwilowego.



*Złącza z serii XT: żeńskie i
męskie*

Gniazda do ładowania:

Baterię trzeba ładować, a w tym celu musimy jakoś połączyć ładowarkę z baterią. Dlatego w pojemnikach / obudowach z baterią zamontowane jest najczęściej panelowe gniazdo do ładowania. Dwa najpopularniejsze typy panelowych gniazd do ładowania to: DC Jack oraz XLR. Maksymalny prąd ładowania dla gniazda DC to ok. 3 A, a dla XLR to ok. 8 A.



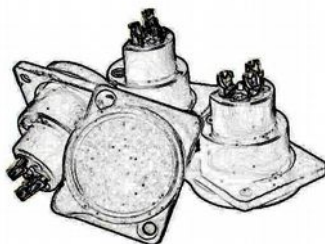
Wtyk DC Jack 5.5/2.1 mm



Wtyk XLR 3-pin



Gniazdo DC Jack 5.5/2.1 mm z zaślepką



Gniazdo XLR 3-pin z zaślepką

7.1.6. Podłączanie baterii do sterownika. Układ soft-start / pre-charge

W sterowniku silnika znajdują się bardzo duże kondensatory, które podczas podłączania baterii błyskawicznie ładują się do napięcia baterii, pobierając przy tym z akumulatora bardzo duży prąd. To ładowanie dużym prądem objawia się przeskokiem widzialnej i słyszalnej iskry pomiędzy stykami złącza w momencie podłączania. Wielokrotne podłączanie baterii, powodujące przeskoki iskry, doprowadzi do zużycia złącza baterii. Jeżeli planujesz często odłączać i podłączać baterię, to wyposaż się w obwód soft-start / pre-charge, który łagodnie naładuje kondensatory w sterowniku, nie doprowadzając do przeskoku iskry i degradacji złącza.

Jeżeli planujesz na stałe zamontować baterię w rowerze i nie będziesz jej z niego wyjmował, to nie musisz instalować obwodu soft start. Złącza baterii wytrzymają kilkunastokrotny przeskoki iskry od sporadycznego podłączania sterownika do baterii.

Wyłącznik nadprądowy i rezystor ograniczający prąd - najprostszy układ soft-start

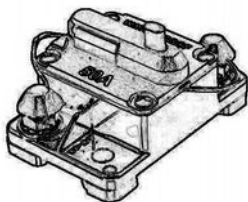
Obwód soft-start / pre-charge to, np. wyłącznik wysoko prądowy i dodatkowy rezystor dużej mocy, który ogranicza prąd.

Gdy wyłącznik jest wyłączony, prąd płynie tylko przez rezystor i ładuje

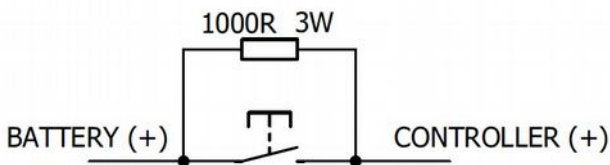
kondensatory. Po naładowaniu kondensatorów załączamy włącznik i prąd omija rezystor i w całości trafia do kontrolera.

Rezystor obwodu soft-start powinien być tak dobrany, aby wytrzymał ewentualne zwarcie w instalacji lub nieumyślną próbę ruszenia pojazdem z miejsca przy niezłączonym wyłączniku wysokoprądowym.

Zastosowanie rezystora 1000 Ohm 3 W w instalacji 48 V będzie odpowiednie. Rezystor będzie gorący podczas ewentualnego zwarcia lub próby ruszenia pojazdem, więc zabezpiecz rezystor tak, aby nie stopił elementów sąsiadujących.



Wyłącznik wysoko prądowy / nad-prądowy



Wyłącznik wysoko prądowy z rezystorem ograniczającym / soft-start

Układ soft start wbudowany w BMS

Baterie bidonowe lub bagażnikowe o mniejszych wydajnościach prądowych (najczęściej do 30 A) często wyposażone są w BMS, który ma funkcję soft startu i posiada możliwość zamontowania dodatkowego przełącznika na obudowie baterii. Wówczas podczas wpinania takiej baterii do szyny montażowej przełącznik i BMS są wyłączone i iskra nie przeskakuje podczas wsuwania baterii. Po zamontowaniu baterii przełącznik przełączamy na pozycję włączoną i wówczas dopiero prąd dociera do sterownika silnika. Większe BMSy niż na prąd 30 A rzadko posiadają funkcję soft-startu z dodatkowym przełącznikiem.

7.1.7. Zabezpieczenie termiczne

Pamiętaj, że przesilone komponenty elektroniczne będą się przegrzewały. Gdy się przegrzeją, to się uszkodzą, a uszkodzone najczęściej nadają się tylko do utylizacji, gdyż często nie opłaca się ich naprawiać. Ty sam możesz nigdy nie dopuścić do przeciążenia silnika, sterownika czy baterii, gdyż będziesz oszczędzał własny sprzęt. Najczęściej do uszkodzeń dochodzi w sytuacji, gdy damy się komuś przejechać i nie wytłumaczymy dostatecznie, jak należy obchodzić się z tym sprzętem lub gdy pojedziemy w ciężki teren (piaszczysty lub górzysty). Dlatego koniecznie zastosuj zabezpieczenia termiczne, które po

przekroczeniu określonej temperatury załączą się i dadzą sygnał do sterownika silnika, aby przestał wspomagać elektrycznie.

Komponenty, które najczęściej ulegają uszkodzeniu przez przegrzanie to:

- silnik (maks. 115°C - 140°C na uzwojeniach, różnie w zależności od budowy silnika)
- sterownik (maks 80°C - 90°C przy tranzystorach)
- BMS (maks 80°C - 90°C przy tranzystorach)
- ogniwa baterii (maks. 50°C - 65°C)

Jeżeli dobierzesz odpowiednio moc ciągłą tych komponentów do siebie wzajemnie, to najprawdopodobniej nigdy ich nie przegrzejesz. Jeżeli coś jednak przeoczysz i dany komponent przekroczy temperaturę pracy, to się uszkodzi.

Termo-przełączniki / bimetaliczne zabezpieczenie termiczne

Najbardziej uniwersalnym zabezpieczeniem termicznym jest termo-przełącznik ze stykami, które zmieniają swój stan po przekroczeniu progu temperatury danego termo-przełącznika. Termo-przełączniki występują w dwóch wersjach NO i NC czyli normalnie rozarty (NO) i normalnie zwarty (NC). Termo-przełączniki występują w bardzo wielu wariantach temperatury także możemy dobrać inny dla sterownika (80°C), inny dla baterii (50°C) i inny dla silnika (115 - 140°C).

Przy zastosowaniu termo-przełączników możesz podążać jedną z dwóch ścieżek w celu stworzenia obwodu zabezpieczenia termicznego w rowerze elektrycznym. Możesz stworzyć obwód, który:

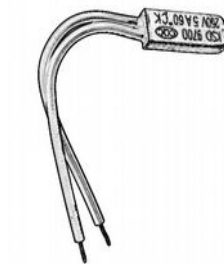
- odłączy zasilanie sterownika silnika (przy zastosowaniu termo-przełączników normalnie zwartych NC)

W tym wariantcie łączymy szeregowo termo-przełączniki NC na obwodzie zasilania sterownika i jeżeli któryś z nich rozerwie swoje styki, to przerwie obwód zasilania sterownika, sterownik się wyłączy, a napęd będzie nieaktywny.

- da sygnał hamulca do sterownika (przy zastosowaniu termo-przełączników normalnie rozwartych NO)

W tym wariantcie łączymy równolegle termo-przełączniki NO pomiędzy masę GND (lub czasami 12 V) i wejście sygnału hamulca w sterowniku i jeżeli któryś z nich zewrze swoje styki, to sterownik otrzyma taki sam sygnał jakbyśmy wcisnęli kławkę hamulca i odłączy napęd.

Taki wariant jest pokazany na schemacie podstawowych połączeń dla silnika HUB w tym poradniku.

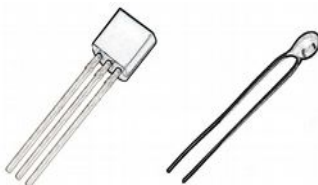


*Termo-przełącznik /
bimetaliczne zabezpieczenie
termiczne*

Czujniki temperatury

Niektóre sterowniki silnika mają wejście na czujnik temperatury silnika. Wówczas można podłączyć taki czujnik do sterownika i sterownik po przekroczeniu danego progu temperatury odłączy napęd.

Można też dołożyć komputer pokładowy do roweru (np. MPe od <https://ebikecomputer.com>) i taki komputer będzie nam na wyświetlaczu pokazywał temperaturę wybranych komponentów, a w konfiguracji urządzenia można ustawić próg odcięcia napędu elektrycznego.



*Czujniki temperatury LM35 oraz
NTC10K*

7.2. Montaż komponentów

Teraz pozostało już tylko wszystko zamontować w rowerze i połączyć. W zależności od tego jaką drogę konwersji obrałeś, będziesz miał teraz zestaw ze złączami pasującymi do siebie, które wystarczy połączyć lub będziesz musiał samodzielnie wykonać połączenia. Różni producenci, różnego sprzętu mają różne złącza i kolory przewodów. Niestety nie ma tutaj standardów i należy korzystać z instrukcji obsługi i opisu wyprowadzeń dołączonych do zakupionych komponentów.

7.2.1. Miejsce na kierownicy

Gdy konwertujemy rower na elektryczny, to dodatkowo na kierownicę często trafiają:

- wyświetlacz
- pilot z przyciskami od wyświetlacza
- manetka gazu
- dodatkowe przełączniki, np. do świateł
- mocne oświetlenie zasilane z baterii pojazdu
- uchwyt do telefonu
- inne dźwignie, np. od sztycy regulowanej, blokady amortyzacji itp.

Bywa, że kierownicy zaczyna brakować miejsca na osprzęt lub występuje kolizja manetki kciukowej z manetką od przerzutek.

Kolizja kciukowej manetki gazu z manetką od przerzutek

Manetka kciukowa jest najczęściej wybierana przez rowerzystów, gdyż jest najbardziej praktyczna. W zależności od tego czy kciukową manetkę gazu zamontujemy po prawej, czy po lewej stronie kierownicy, to może wystąpić kolizja z manetką przedniej lub tylnej przerzutki (o ile w ogóle takowe występują w naszym rowerze).

Wówczas mamy następujące opcje:

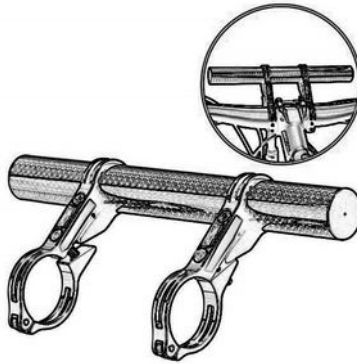
- odsunięcie manetek dalej od siebie, ale niestety pogorszymy ergonomię i będziemy musieli sięgać daleko do manetki za każdym razem, gdy będziemy chcieli z niej skorzystać. Nie zawsze też na kierownicy jest miejsce, aby bardziej rozsunąć komponenty
- zmiana manetki od przerzutki na innego typu, która ma dźwignie rozmieszczone w inny sposób
- obcięcie kawałka dźwigni od przerzutki lub od manetki gazu, aby nie zahaczały

o siebie

- zastosowanie manetki gazu połówkowej lub pełnej zamiast kciukowej
- rezygnacja z przedniej przerzutki i zamontowanie manetki gazu po lewej stronie

Brak miejsca na dodatkowy osprzęt, np. oświetlenie

Na rynku są dostępne różnego typu uchwyty na kierownicę, które zwiększają przestrzeń na instrumenty montowane w rowerach.



*Uchwyt do montażu na kierownicy,
na dodatkowy osprzęt*

7.2.2. Sugerowana kolejność montażu komponentów i kilka wskazówek

Wszystkie prace instalacyjne przeprowadzaj na odłączonej baterii! Jeżeli zamontujesz sterownik silnika i podłączysz go do baterii, a jakiś przewód będzie wisiał luźno, niezaizolowany, to może dotknąć do miejsca, w którym dojdzie do zwarcia.

Konwersja ze skrzynką elektryczną i silnikiem w kole:

1. Zamocowanie koła z silnikiem

- Pamiętaj o zastosowaniu blokad obrotu (torque arm).
- Podkładkami dopasuj miejsce na zacisk hamulca tarczowego (jeżeli występuje). Podkładając podkładki pod tarczę hamulcową, stosuj również dłuższe śrubki do mocowania tarczy.
- Zadbaj o odpowiednie prowadzenie kabla tak, aby się nie przetarł się o koło i tarczę hamulcową.
- Pilnuj mocnego dokręcenia nakrętek silnika i blokady obrotu.

2. Zamocowanie skrzynki elektrycznej

- Skrzynka przenosi duży ciężar. Zadbaj o to, aby była bardzo solidnie podparta i przykręcona do ramy, aby nie poluzowała się od wibracji i nie kiwała się na boki.
- Uważaj, aby obracające się korby nie uderzały o skrzynkę.
- Dbaj o szczelność skrzynki, ale pozostaw odpływ w najniższym punkcie, aby umożliwić wypłynięcie wody, która przypadkowo dostała się do wnętrza. Staraj się wloty przewodów realizować od dołu, aby ewentualnie spływająca po przewodach woda nie wpływała do skrzynki.

3. Zainstalowanie baterii i sterownika silnika w skrzynce

- Koniecznie zamocuj baterię i sterownik w taki sposób, aby były unieruchomione i odporne na wibracje. Idealnym sposobem unieruchomienia komponentów w skrzynce jest użycie pianki montażowej do okien i drzwi budynków mieszkalnych. Jeżeli nie chcesz pobrudzić komponentów pianką, która lepi się do wszystkiego, to zaaplikuj piankę do wnętrza worka foliowego umieszczonego pomiędzy komponentami. Pianka rozpręży się i zastygnie, wypełni wszystkie luki i usztywni komponenty, a dodatkowo będzie stanowiła amortyzację od wibracji. Nie zamykaj szczelnie worka, aby umożliwić piance jej zastygnięcie. Nadmiar zastygniętej pianki odetnij nożykiem.
- Zadbaj o to, aby gorący od pracy sterownik nie nagrzewał baterii (zachowaj dystans i izoluj termicznie).
- Uważaj, aby żaden przewód nie był przytrzaśnięty ciężarem baterii lub

sterownika.

- Alternatywnie zamontuj sterownik w innym miejscu, które dla niego przeznaczyłeś, jeżeli jest poza skrzynką to pamiętaj, aby przewody skierować w dół, aby woda po nich nie wpływała do środka.

4. Zamontowanie pozostałych komponentów

- Zainstaluj takie komponenty, jak manetka gazu, czujnik PAS czy wyświetlacz. Kieruj się własnymi preferencjami i ergonomią użytkowania.

5. Połączenie wszystkich przewodów poza baterią

- Połącz teraz wszystkie komponenty ze sobą, ale **nie podłączaj na razie baterii**.
- Pamiętaj o stosowaniu odpowiednich złącz lub polutuj przewody ze sobą i zabezpiecz je koszulką termokurczliwą.
- Trzy razy sprawdź poprawność połączeń, czy odpowiednie przewody są połączone ze sobą i czy nie ma nigdzie zwarcia.
- Zaizoluj wszystkie nieużywane przewody.

6. Pierwsze uruchomienie z zasilacza, nie z baterii

- Pierwsze uruchomienie wykonaj z zasilacza, a nie z baterii. Możesz użyć do tego celu ładowarkę do baterii i z jej wyjścia zasilania zasilić całą instalację. Chodzi o to, że jeżeli zrobiłeś coś nie tak i doprowadziłeś do zwarcia w instalacji, to zabezpieczenia wbudowane w ładowarkę nie doprowadzą do drastycznych w skutkach efektów pirotechnicznych. Gdybyś doprowadził do zwarcia w instalacji i podłączył baterię, która może wpompować kilkaset amperów w Twoje przewody, to oprócz poparzenia siebie, spalenia instalacji i komponentów możesz także wywołać pożar. Na zasilaniu z ładowarki spokojnie będziesz w stanie włączyć wszystkie funkcje roweru i zakręcić kołem w powietrzu.
- Podczas pierwszego uruchomienia uważaj na to, że silnik może zacząć się kręcić do tyłu (kwestia ustawienia i konfiguracji sterownika). Silnik w tylnym kole, który będzie się kręcił do tyłu pociągnie za łańcuch i obróci korbami. Obracające się do tyłu korby mogą pochwycić wiszące przewody lub uderzyć Ciebie stojącego w pobliżu.

7. Podłączenie baterii i jazda testowa

- Jeżeli udało Ci się uruchomić pojazd na zasilaniu z zasilacza to znaczy, że najprawdopodobniej wszystko zrobiłeś dobrze i możesz teraz podłączyć baterię.
- Podczas podłączania sterownika do baterii na złączu przeskoczy spora iskra - nie przejmuj się tym. Jest to spowodowane faktem, że w sterowniku są bardzo

duże kondensatory, które błyskawicznie ładują się do napięcia baterii. Jeżeli będziesz często rozłączał i podłączał baterię i będzie przeskakiwać iskra, to wypali Ci złącze. W takim przypadku stosuj układ soft-start / pre-charge do podłączania baterii (opisany wcześniej w tym poradniku).

Konwersja z napędem mid-drive i baterią bidonową / bagażnikową:

1. Zamontuj napęd

- Uważaj, aby obudowa napędu nie miała kolizji z ramą w niepożądanych miejscach. Jeżeli posiadasz ramę z tylną amortyzacją, to dobrze będzie jeżeli wymontujesz damper (element amortyzujący) i sprawdzisz, czy wahacz w całym swoim zakresie ruchu nigdzie nie będzie obcierał o obudowę napędu.
- Pamiętaj o zastosowaniu lepszej klasy łańcucha dedykowanego do rowerów elektrycznych.
- Jeżeli będziesz dużo jeździł po nierównościach, to zamontuj dodatkową prowadnicę łańcucha w okolicy zębatki zdawczej napędu (od góry i od dołu zębatki), aby łańcuch nie spadał na wybojach. Alternatywnie lub dodatkowo można zastosować zębatkę typu narrow-wide, która również poprawia trzymanie łańcucha.
- Pilnuj dokręcenia wszystkich śrub i nakrętek montażowych, stosuj klej do gwintów.

2. Zamontuj pozostały osprzęt typu manetka gazu / wyświetlacz

- Zainstaluj takie komponenty, jak manetka gazu czy wyświetlacz. Kieruj się własnymi preferencjami i ergonomią użytkownika.

3. Zamontuj baterię

- Pilnuj, aby bateria była zamontowana solidnie. Często obudowy słabo zamontowane kiwają się na boki, co będzie skutkowało obluźowaniem lub odpadnięciem baterii od roweru podczas jazdy. Do usztywnienia szyny montażowej baterii bidonowej przykręconej do okrągłej rury ramy możesz wykorzystać masę plastyczną / kit, który zastyga i twardnieje po pewnej chwili od zastosowania. Wypełnij nim szczeliny, które powstały pomiędzy szyną montażową, a ramą roweru.

4. Połącz wtyczki

- Najczęściej w zestawach mid-drive wszystkie połączenia są zrealizowane na fabrycznych, hermetycznych złączach, które wystarczy połączyć ze sobą.
- Nadmiar kabli zwiń w pęk i doczep do ramy przy pomocy opasek kablowych. Uważaj, aby kable nie wkręciły się w koła, napęd lub w korby.

5. Pierwsze uruchomienie i jazda testowa

- Teraz wystarczy podłączyć już baterię uruchomić napęd i wykonać jazdę testową.

7.3. Pierwsze uruchomienie

Jeżeli skorzystałeś z gotowego zestawu, do którego sprzedawca lub producent przygotował odpowiednio wtyczki, które wystarczy ze sobą połączyć, to nie musisz się niczego obawiać. Po prostu połącz wszystko i wykonaj jazdę testową.

Jeśli natomiast samodzielnie wykonywałeś instalację elektryczną, to ostrożnie podchodź do pierwszego uruchomienia. Mogłeś coś przeoczyć i podłączenie baterii może narobić sporych szkód. Wówczas pierwsze uruchomienie wykonaj z zasilacza, a nie z baterii. Możesz użyć do tego celu ładowarkę do baterii i z jej wyjścia zasilania zasilić całą instalację. Chodzi o to, że jeżeli zrobiłeś coś nie tak i doprowadziłeś do zwarcia w instalacji, to zabezpieczenia wbudowane w ładowarkę nie doprowadzą do drastycznych w skutkach efektów pirotechnicznych. Gdybyś doprowadził do zwarcia w instalacji i podłączył baterię, która może wpompować kilkaset amperów w Twoje przewody, to oprócz poparzenia siebie, spalenia instalacji i komponentów możesz także wywołać pożar. Na zasilaniu z ładowarki spokojnie będziesz w stanie włączyć wszystkie funkcje roweru i zakręcić kołem w powietrzu. Jeżeli przejdziesz tę procedurę na zasilaczu to spokojnie i bez obaw możesz podłączyć już swoją baterię do instalacji.

Aby podłączyć instalację roweru do ładowarki będziesz musiał wykonać przejściówkę wtyczki od ładowarki do wtyczki, którą masz w instalacji roweru. Czyli będziesz potrzebował przeciwne wtyczki i kawałek przewodu, które zlutujesz ze sobą.

7.4. Przegląd po pierwszych 200 kilometrach jazdy

Jest to najważniejszy przegląd ze wszystkich przeglądów jakie wykonasz. Nowe komponenty, które zainstalowałeś do roweru mają tendencję do dopasowywania się do siebie. Połączenia gwintowane mają tendencję do luzowania się. Jeżeli nie zareagujesz w porę to nadmierny luz na połączeniach może doprowadzić do uszkodzenia któregoś z części.

Najważniejsze rzeczy na które należy zwrócić uwagę to:

- naciąg szprych i centrowanie koła (jeżeli miałeś nową obręcz, szprychy i silnik, to szprychy na 100% będą poluzowane). Zwłaszcza w napędach z silnikiem w kole, im napęd większej mocy tym szprychy luzują się szybciej

- dokręcenie nakrętek silnika w kole lub napędu centralnego. Zwłaszcza w napędach z silnikiem w kole w którym jest funkcja hamowania regeneracyjnego
- dokręcenie tarczy hamulcowej do silnika (o ile występuje)
- dokręcenie skrzynki / pojemnika na baterię
- unieruchomienie baterii i innych komponentów wewnątrz skrzynki / pojemnika
- ewentualne przetarcia przewodów
- stan zastosowanych złączy (ew. podtopienia od przegrzania)
- dokręcenie korb i pedałów
- obecność wody w miejscach, w których nie powinno jej być

7.5. Mycie roweru elektrycznego

Pamiętaj, że woda to wróg każdego urządzenia elektrycznego. Unikaj mycia roweru myjką ciśnieniową, która wtłacza wodę w najmniejszy zakamarek naszego roweru. Stosuj co najwyżej ciśnienie bieżącej wody z kranu i staraj się unikać bezpośredniego kontaktu dużej ilości wody z najbardziej newralgicznymi punktami takimi jak silnik, sterownik, bateria i złącza. Najlepiej użyć wilgotnej gąbki lub szmatki. Do nawilżenia zaschniętego błota można użyć ręczny spryskiwacz (taki jak od płynu do mycia okien).

Mocno rozgrzany silnik polany wodą ma tendencję do zaciągania wody do środka. Jest to spowodowane faktem, że powietrze wewnątrz silnika zmniejsza swoją objętość i wytwarza się podciśnienie. Woda jest zaciągana do środka wraz z powietrzem przez wszystkie nie do końca uszczelnione szczeliny. Staraj się myć rower z zimnym silnikiem.

Jeżeli zdarzy Ci się, że woda dostała się tam gdzie nie powinna – nie panikuj. Zetrzyj wodę i osusz to miejsce. Woda najczęściej nie uszkadza komponentów natychmiast, tylko pozostawiona na długi czas powoduje, że elementy zaczynają korodować.

8. Częste problemy i błędy początkujących

Tak tak, ja sam wiele z tych błędów popełniłem. Choć jest takie powiedzie, że „na błędach człowiek się najlepiej uczy”. Także nie przejmuj się, jeżeli i Tobie coś pójdzie nie tak. Błędy podczas budowy, zwłaszcza pierwszego e-bike'a, mogą się przytrafić. W końcu mylić się, to rzecz ludzka. Ja życzyłbym sobie, na początku mojej e-rowerowej drogi, aby ktoś mi wcześniej powiedział o poniższych błędach. Myślę, że to jeden z ważniejszych działów w tym poradniku.

Początkujące osoby, które przerabiają swój rower na elektryczny popełniają najczęściej następujące błędy:

Przed zakupem

1. Nie konsultują problemów i wątpliwości przez co czasami podejmują samodzielnie błędne decyzje. (W internecie jest wiele forów i grup tematycznych o rowerach elektrycznych, na których użytkownicy chętnie pomogą i odpowiedzą na pytania, a nawet i zaoferują swój rower elektryczny do przetestowania).
2. Kurczowo trzymają się roweru, który już posiadają i to jego próbują przerobić.
(Czasami lepiej sprzedać rower, który się posiada i kupić inny, też używany, który jest bardziej podatny na przeróbkę).
3. Wybierają niewygodny dla siebie rower lub rower kiepskiej jakości bo nie zdają sobie sprawy z ilości kilometrów, jakie będą na nim pokonywali. (Na rowerze elektrycznym dużo częściej i chętniej robimy długie wycieczki).
4. Kupują używany rower, który jest bardzo wyeksploatowany, a nie wiedzą jak lub nie mają gdzie go serwisować.
5. Przesadzają z mocą maksymalną lub z masą roweru elektrycznego.
(Wg. mnie maksimum to 3000 W i 35 kg masy całego roweru, ale równie dobrze może być to za dużo, jeżeli rower ma słabszą konstrukcję).
6. Nie dopasowują mocy komponentów do siebie wzajemnie. (Np. mocy baterii do sterownika i do mocy silnika. Dochodzi przez to do uszkodzeń lub niepotrzebnego zwiększenia masy).
7. Nie dopasowują napięcia zasilania komponentów do napięcia baterii.
(Bateria li-ion o napięciu nominalnym 48 V w pełni naładowana ma 54.6 V, a w pełni rozładowana ma 39 V).
8. Nie sprawdzą / nie przeliczą, jaką prędkość maksymalną będzie osiągał rower na danych komponentach, a rower jedzie wolniej, niż by tego oczekiwali.

9. Nie biorą pod uwagę tego, że silniki z „szybszym nawojem” mają gorsze przyspieszenie i gorsze zdolności do jazdy w ciężkim terenie i pod górkę niż te z „wolnym nawojem”.
10. Nie sprawdzają głośności pracy komponentów mechanicznych (silnik, przekładnia) i są zawiedzeni dźwiękiem wydawanym przez napęd elektryczny.
11. Nie sprawdzają, jaki sposób załączania wspomagania oferuje dany napęd / sterownik (manetka gazu, czujnik kadencji, czujnik nacisku na pedały) i na końcu okazuje się, że nie można dołożyć tego pożądanego.
12. Nie sprawdzają przed zakupem zgodności montażowej silnika lub napędu z ramą roweru i jest problem z montażem.
13. Nie sprawdzają, jakiego serwisu wymaga dany napęd i czy dostępne są części zamienne.
14. Kupują baterię z nieznanego i niepotwierdzonego źródła, kierując się tylko i wyłącznie ceną. (Bateria może mieć gorsze parametry niż zadeklarowano w opisie).
15. Zamawiają baterię z kształtem na wymiar na podstawie wirtualnych lub niedokładnych pomiarów. (Np. Zamawiają ją nie posiadając fizycznie pojemnika na baterię, który często będzie miał przewężenia i punkty montażowe, nie uwzględnione w teorii. Finalnie może się okazać, że bateria nie będzie pasować do roweru i trzeba będzie ją przerabiać. Zawsze zamawiaj baterię dopiero wtedy, gdy przymierzysz jej kształt do przewidzianego pojemnika).
16. Nie zdają sobie sprawy, że przy napędzie mid-drive należy często i umiejętnie zmieniać przełożenia na przerzutce i są niezadowoleni z jazdy z takim napędem z tego powodu.

W trakcie konwersji

17. Na siłę chcą sami wszystko od „A do Z” wykonać. (Niektóre rzeczy czasami po prostu bardziej opłaca się, ze względów czasowych lub potrzebnych narzędzi, odelegować na zewnątrz, np. wykonanie zgrzania baterii lub zaplecenie, wycentrowanie koła, wykonanie skrzynki na baterię).
18. Nie uwzględniają miejsca na przewody i złącza wewnątrz skrzynki elektrycznej. (Przewodów jest bardzo dużo, zajmują sporo miejsca i później wszystko jest włożone na ścisk, nie mieści się lub jest bardzo trudne w serwisowaniu).
19. W rowerach z amortyzacją nie uwzględniają ruchu, jakie wykonuje

zawieszenie roweru i osadzają komponenty w miejscu kolizyjnym.

20. Nieprzemyślany dobór instrumentów na kierownicy powoduje kolizje dźwigni o siebie nawzajem.
21. Konwertowany jest nowy dla użytkownika, nieobjeżdżony rower. (Nie jest skorygowana pozycja / kształt kierownicy lub mostka pod potrzeby rowerzysty. Linki i przewody przycięte są do aktualnej pozycji kierownicy. Potem okazuje się, że kierownica jest w niewygodnej pozycji i należy ją, np. podnieść wyżej o 5 cm. Niestety linki i przewody będą już zbyt krótkie i trzeba je będzie przedłużać lub zakładać inne).
22. W silnikach HUB nie stosują blokady obrotu (torque arm) i uszkadzają ramę roweru lub silnik.
23. Rozginają zbyt mocno ramę roweru, aby osadzić zbyt szeroki silnik. (Rama pęka po pewnym czasie od naprężeń).
24. Zbyt słabo mocują baterie / skrzynki elektryczne do ramy. (Te elementy kołyszą się na boki podczas jazdy, wyrabiają i wyrrywają z miejsca mocowań).
25. Niedostatecznie unieruchamiają komponenty wewnątrz skrzynki elektrycznej. (Dochodzi do przetarcia izolacji i zwarcia).
26. Nie zabezpieczają termicznie przed przegrzaniem komponentów takich jak: silnik czy sterownik silnika. Przesilają je i uszkadzają.
27. Umieszczają w skrzynce elektrycznej sterownik silnika na styk z baterią. (Sterownik potrafi się nagrzać do 80°C i uszkodzić baterię. Ogniwa 18650 li-ion bardzo źle znoszą wysokie temperatury).
28. Obracają ręcznie kołem z silnikiem w piaście, który ma niezaizolowane przewody. (Przewody dotykają siebie wzajemnie. Napięcie elektryczne wytworzone przez silnik, który w tym momencie działa jak prądnica, uszkadza czujniki Halla. Najczęściej dochodzi do tego jeszcze przed pierwszym uruchomieniem silnika, a z uszkodzonymi czujnikami Halla silnika zazwyczaj nie da się uruchomić. Później jest problem i próba reklamacji silnika – najczęściej odmowna).
29. Stosują kiepskiej jakości złącza na przewodach. (Z czasem złącza tracą przewodność elektryczną lub przegrzewają i topią się. Np. używają do połączeń przewodów skręcanych kostek elektrycznych takich jak do oświetlenia w budynkach mieszkalnych - takie kostki się nie nadają do rowerów elektrycznych zwłaszcza do prądów dużej wartości).

30. Stosują kiepskiej jakości przewody z marketu budowlanego nie dobrane przekrojem do zastosowania.
31. Przy pierwszym uruchomieniu kręcący się silnik do tyłu kręci korbami i wciąga instalację elektryczną w korby i zrywa kable.
32. Podłączają baterię, mając niezaizolowane przewody i doprowadzają do zwarcia.
33. Odłączają przewody, mając podłączoną baterię i doprowadzają do zwarcia.
34. Odłączają przewody świeżo po odłączeniu baterii i doprowadzają do zwarcia energią zgromadzoną w kondensatorach sterownika. (Przed pracami serwisowymi należy odłączyć baterię i rozładować kondensatory w sterowniku poprzez połączenie przewodów zasilających sterownik ze sobą wzajemnie - świadome zwarcie rozładowujące kondensatory, w trakcie którego może przeskoczyć widzialna i słyszalna iskra).
35. Próbuje wykorzystać napięcie 5 V wychodzące ze sterownika silnika do ładowania, np. telefonu. (Nie wolno tego robić, gdyż to może uszkodzić sterownik, a na pewno nie naładuje telefonu).

W trakcie eksploatacji

36. Przesilają napęd przekładniowy i uszkadzają jego przekładnię.
37. Nie zabezpieczają elektroniki przed dostępem wody i nie kontrolują po ulewnych deszczach stanu elektryki.
38. Podłączają ładowarkę najpierw do roweru, a potem do sieci. Najpierw należy podłączać ładowarkę do sieci, a dopiero potem do baterii).
39. W ujemnych temperaturach obciążają mocno baterię.
40. Rzadko ładują baterię do pełna lub zawsze po naładowaniu do pełna od razu wsiadają na rower i jadą na wycieczkę. (Należy pamiętać, że BMS załączy cykl balansowania baterii tylko w momencie naładowania jej do pełna i pozostawieniu jej na kilka godzin w takim stanie).
41. Nie zdają sobie sprawy, że w kołach z cięższymi silnikami w piaście często dochodzi do przebiccia dętki o obręcz i spotyka ich to na trasie, a nie mają zestawu naprawczego lub dętki na zapas i pompki ze sobą.
42. Temat poboczny, ale początkujący rowerzyści często nie zdają sobie sprawy, że w rowerach z pełną amortyzacją lepszej klasy należy serwisować taką amortyzację co 50 godzin jazdy (lub maks. co 1000 km), nawet wtedy, gdy nie wykazuje oznak zużycia. Zaniedbują ten serwis i/lub ponoszą niezaplanowane (duże) wydatki z tego tytułu.

9. Przykładowe konwersje rowerów elektrycznych

9.1. HUB DRIVE, MTB z amortyzowanym przodem



Część	Opis	Szacunkowy koszt
Rama / rower	marketowy MTB	1500 zł nowy ze sklepu
Bateria bidonowa, wykonana na zamówienie	13S5P / 16,5 Ah / 780 Wh / Samsung 35E BMS 30 A / 5 A	1300 zł (ogniwa z depakietowania)
Ładowarka	prąd ładowania 3,5 A	200 zł
Gotowe koło z silnikiem	silnik Mxus XF40 30H 10x6 , obręcz wzmacniana, szprychy na wymiar, kaseta	1075 zł
Sterownik	KT Sinus 30 A + wyświetlacz	450 zł
Obudowa sterownika	handlowy pojemnik lub sakwa	70 zł
Osprzęt	manetka gazu, kable, złączki	200 zł
	Razem	4795 zł
	Razem bez roweru	3295 zł

Masa pojazdu	25 kg
Moc maksymalna	1500 W
Prędkość maksymalna	50 km/h
Zasięg	30-80 km

9.2. HUB DRIVE, MTB z amortyzowanym przodem



Część	Opis	Szacunkowy koszt
Rama / rower	Kellys Madman 50, rozmiar 21", rocznik 2015, koła 27,5" / 2.2"	3250 zł nowy ze sklepu
Bateria „na wymiar”, wykonana na zamówienie	13S8P / 26,4 Ah / 1200 Wh / Samsung 35E BMS 50 A / 10A	1600 zł (ogniwa z depakietowania)
Ładowarka	prąd ładowania 3,5 A	200 zł
Gotowe koło z silnikiem	silnik Mxus XF40 30H 7x9, obręcz Remerx rocky disc, szprychy na wymiar, kaseta	1075 zł
Sterownik	MQCON Sabvoton 72045 / 40 A	450 zł
Skrzynka elektryczna	wykonana samodzielnie z laminatu żywicy poliestrowej i maty z włókna szklanego	podobna skrzynka kupiona u producenta to koszt ok. 500 zł
Sztuka amortyzowana	Suntour NCX	275 zł
Osprzęt	manetka gazu, kable, złączki	200 zł
(Opcjonalnie) Komputer MPe	dodatkowe wspomaganie pedałowania PAS i informacje o stanie roweru (szczegóły znajdziesz tutaj: https://ebikecomputer.com)	550 zł
	Razem	8100 zł
	Razem bez roweru	4850 zł

Masa pojazdu	30 kg
Moc maksymalna	2200 W
Prędkość maksymalna	40 km/h (48 km/h z opcją FLUX od Sabvotona)
Zasięg	50-125 km

9.3. HUB DRIVE, Enduro MTB z pełną amortyzacją



Część	Opis	Szacunkowy koszt
Rama / rower	Kona Coiler Dee-lux, rozmiar 18", rocznik 2005, koła 26" / 2.4"	4500 zł używany i odrestaurowany do 100% sprawności
Bateria „na wymiar”, wykonana na zamówienie	13S8P / 26,4 Ah / 1200 Wh / Samsung 35E BMS 50 A / 10 A	1600 zł (ogniwa z depakietowania)
Ładowarka	prąd ładowania 3,5 A	200 zł
Gotowe koło z silnikiem	silnik XF19R 1000 W, obręcz dartmoor fortress V2, szprychy na wymiar, wolnobieg 7rz.	1400 zł
Sterownik	Kelly Controller KLS4812S / 35 A	600 zł
Skrzynka elektryczna	wykonana samodzielnie z druku 3D i pokrywę z dibondu 3 mm	podobna skrzynka kupiona u producenta to koszt ok. 1500 zł
Osprzęt	manetka gazu, kable, złączki	200 zł
(Opcjonalnie) Komputer MPe	dodatkowe wspomaganie pedałowania PAS i informacje o stanie roweru (szczegóły znajdziesz tutaj: https://ebikecomputer.com)	550 zł
	Razem	10550 zł
	Razem bez roweru	6050 zł

Masa pojazdu	32.5 kg
Moc maksymalna	1900 W
Prędkość maksymalna	45 km/h
Zasięg	50-125 km

9.4. MID-DRIVE, Cube - MTB z pełną amortyzacją



Część	Opis	Szacunkowy koszt
Rama / rower	Cube AMS 125 PRO, rozmiar 16", rocznik 2012, koła 26" / 2.3"	4400 zł używany i odrestaurowany do 100% sprawności
Bateria „na wymiar”, wykonana na zamówienie	13S3P / 10 Ah / 400 Wh / Samsung 35E BMS 20 A / 5 A	600 zł (ogniwa z depakietowania)
Ładowarka	prąd ładowania 2 A	150 zł
Napęd mid-drive	Tongsheng TSDZ2 + open firmware	2000 zł (import 1600 zł + 400 zł VAT)
Skrzynka elektryczna	wykonana samodzielnie z druku 3D	podobna skrzynka kupiona u producenta to koszt ok. 500 zł
Osprzęt	kable, złączki	50 zł
	Razem	7300 zł
	Razem bez roweru	2900 zł

Masa pojazdu	21.5 kg
Moc maksymalna	750 W (po wgraniu otwartego oprogramowania)
Prędkość maksymalna	45 km/h
Zasięg	20-60 km

9.5. MID DRIVE, trekkingowy z amortyzowanym przodem



Część	Opis	Szacunkowy koszt
Rama / rower	Merida Crossway XL	2000 zł nowy ze sklepu
Bateria bidonowa, wykonana na zamówienie	13S5P / 16,5 Ah / 780 Wh / Samsung 35E BMS 30 A / 5 A	1300 zł (ogniwa z depakietowania)
Ładowarka	prąd ładowania 3,5 A	200 zł
Napęd centralny	Bafang BBSHD 1000 W Zestaw z wyświetlaczem, manetką gazu, czujnikami hamulca i wszystkimi przewodami	3500 zł (polska dystrybucja) 3200 zł (import 2600 zł + 600 zł VAT)
	Razem	7000 zł
	Razem bez roweru	5000 zł

Masa pojazdu	24 kg
Moc maksymalna	1500 W
Prędkość maksymalna	55 km/h
Zasięg	30-80 km

Jeżeli nie wiesz gdzie zacząć poszukiwania, to zajrzyj na stronę kursu pod adresem:
<https://kursebike.pl/polecane-komponenty>

Znajdziesz tam listę polecanych komponentów do elektryfikacji roweru.

10. Dane kontaktowe



E-mail: info@kursebike.pl

Strona internetowa: <https://kursebike.pl>

Wydane przez



Bądź na bieżąco:

Facebook: [bikel.pl](https://www.facebook.com/bikel.pl)

Instagram: [bikel.pl](https://www.instagram.com/bikel.pl)

YouTube: [bikel.pl](https://www.youtube.com/bikel.pl)

Masz pytania do Twojego projektu?

Zadaj je na naszej grupie na Facebooku:

e-BIKEL-owcy / fani pojazdów elektrycznych

11. Załączniki
11.1. Schemat połączeń – HUB_BASIC

