

Záchranný lavinový systém

Oblast techniky

Technické řešení spadá do oblasti prostředků pro záchranu života a týká se záchranného lavinového systému.

Dosavadní stav techniky

V současné době jsou známá různá řešení pro záchranu osoby zasažené lavinou a pro zvýšení její šance na přežití při jejím zasypání, která se zaměřují na rozdílné faktory. Jednou skupinou jsou takzvané lavinové airbagy, které mají za cíl udržet člověka na povrchu laviny. Vychází se zde ze zákona třídění částic při pohybu, kdy větší částice zůstávají na povrchu a zasažený je tak držen v povrchové vrstvě laviny. Tato řešení jsou popsána například ve spisech US2013/146175, AT24407, EP3045208, CH 701630, CA 2625325, CA 2897783, DE202012101961, EP1992241, EP3045207, US2016144938, AT10934. Tyto systémy však zabraňují úmrtí pouze u poloviny osob zasažených lavinou, a to včetně těch, kteří v kritické situaci úspěšně aktivovali airbag. Jednou z příčin nedostatečné účinnosti těchto řešení je, že existují různé typy lavin, jednak dle síly laviny, jejího charakteru, nebo typu sněhu. Dále hrají roli opakované laviny, různé terénní pasti a další okolnosti jako jsou například různé polohy obětí. V neposlední řadě pak je zde otázka funkčnosti případně poruchovosti airbagů, které souvisejí i s jejich údržbou. Rovněž hraje roli správný nácvik jejich aktivace. Některé airbagy, konkrétněji obličejové a přední, snižují zorné pole jejich uživatele během snahy o únik z laviny. I bokem pohybující se snowboardista je omezen velkým zadním airbagem v pohybu potřebném k úniku z nebezpečí. Je odkázán na pohyb takzvaným plaváním po zádech na airbagu. Další nevýhodou je, že daná zařízení nechrání kompletně životně důležité orgány, jako hlavu, oči, krk, ústa před traumatickými okolnostmi. Úrazy totiž bývají další příčinou úmrtí osob zasažených lavinou. Dále není vytvořen žádný komfortní prostor před obličejem zasypaného. V neposlední řadě je nevýhodou i zvýšená hmotnost bagáže, kterou musí člověk nést, obzvláště u vzduchem plněných airbagů, které používají baterie a dmychadlo vzduchového zařízení. Další možností pro zvýšení pravděpodobnosti

přežití při zasypání lavinou je ochrana dýchacích cest prostřednictvím různě konstruovaných obličejových airbagů či masek. Tento přístup je uveden například v dokumentech US2018326233, AU2013209363, FR 2673379. Největší nevýhodou těchto řešení je nutnost jejich nasazení uživatelem před či v kritické situaci. Ovšem ten v případě zasažení lavinou už nemá čas. Vše se udává v časovém rozpětí 0,5 sec až 5 sec přičemž průběh laviny je cca maximálně 2 minuty, kdy postižený již bojuje o život. Na startu laviny, kdy je postižený dle svého naturelu buď ve stavu paniky, šoku či otupění, případně je schopen racionálního jednání, má čas provést nanejvýše naučený pokyn, tj. zatažení za aktivátor airbagu a případný pokus úniku z nebezpečí. Nasazení ochrany dýchacích cest preventivně těsně před započítím volnočasové aktivity je při vykonávání této aktivity určitým hendikepem, protože nasazené zařízení je pro svého uživatele jistým omezením, například z hlediska snížení uživatelského komfortu. Případně může být použitím permanentní ochrany dýchacích cest snížen přísun čerstvého vzduchu nebo jeho užívání může být spojeno se zvýšeným pocením a podobně. Dále může vést k podvědomému stresu spojenému s představou, že daná kritická situace neustále hrozí. Nevýhodou jsou i častá zranění, kdy toto nasazené zařízení zranilo dotyčného při pádu, například vyražením zubů náústkem. Případně jeho celodenním nošením může dojít v kombinaci s pocením ke vzniku ekzémů. V případě, že by uživatel hodlal ochranu dýchacích cest použít až v okamžiku vzniku nebezpečí, pak pokud by si i stihl sám cokoli vložit do úst, tak síla laviny, pravděpodobný pád a následný tlak sněhu v těchto extrémních podmínkách by velmi snižovaly kontrolu nad udržením zařízení v ústech či na obličejí. Lavina totiž často strhne i neupevněný batoh na zádech či část oblečení. Je nutné dále poznamenat, že v dané ohrožující situaci si oběti ve stavu šoku a s vysokou hladinou noradrenalinu často odstraňují cokoli z úst či tváře. V neposlední řadě je zde i komplikovanost a hmotnost těchto zařízení. Další variantou řešení problému zvýšení šance na přežití při zasažení lavinou je umožnění dýchání pod lavinou s pomocí rozmanitě konstruovaných pump, hadic, helem, náústků, případně s využitím dýchání vzduchu obsaženého ve sněhu. Různé varianty takovýchto zařízení jsou popsány například ve spisech US 2020360738, CA 2420627, DE 202006009726, DE202016100732, EP0998959, EP2620181, FR3083124, US5490501, US2007157925, US2010132702. Dalším možným

přístupem je snaha o prodloužení schopnosti vydržet pod lavinou déle než kritických 18 minut. Tím se zvyšuje šance, že záchranný tým, který většinou dorazí k zasaženému po 20 až 45 minutách, dorazí k zasypanému člověku ještě když žije. Těmito řešeními jsou různé límce, vesty, batohy se speciálním příslušenstvím, externí zásobníky a podobně, které jsou uvedeny například v dokumentech EP3042586, US4365628, CS273572, GB2350777, US64124821. Dalším důležitým mechanismem je zabránit takzvané hyperkapnii, což je otrava z důvodu vysoké hladiny CO₂ v krvi. Zde jsou používány filtry, jednocestné ventily, či chemické látky a příklady takovýchto řešení jsou popsány kupříkladu ve spisech EP1790386, EP2620181, RU2225867. Nelze opomenout i přístup, kdy je označeno místo, kde zasypaný leží, pomocí balónků či dronů, jak je uvedeno v dokumentech SE1930043 a CH711672. U uvedených řešení je značnou nevýhodou, že všechna zařízení musí dle důležitosti zohlednit čtyři základní faktory: volnost dýchacích cest, odvod CO₂, přísun vzduchu a nezamrzající okolí úst. Pokud je jeden z faktorů zanedbán, šance na přežití se zasypanému snižuje. V současnosti je ovšem efektivita zařízení určených k dýchání pod sněhem ve srovnání s airbagy a jejich nadnášejícímu efektu o výrazně nižší. Airbagy tedy zatím zachránily více životů, než dýchací mechanismy. Výše uvedená zařízení většinou nejsou komplementární se stávající výbavou uživatele, jako jsou airbagový batoh či turistický batoh, jichž se tak nemohou stát součástí. Obsahují totiž další samostatný prostředek bez možnosti jím pouze jednoduše doplnit stávající výbavu. Žádné ze zařízení dále nevyužívá přímo vzduch z dnes hojně rozšířených vzduchem plněných airbagů a neexistuje zařízení spojující obě řešení. Značnou nevýhodou pak je, že pokud jedna osoba leží pod sněhem a ostatní ji zachraňují, tak sami zachránci se dostávají do kritické situace kvůli nebezpečí pádu dalších lavin. Přitom zachránci, kteří jsou ve značném stresu, jsou již většinou bez airbagu, či jiného záchranného prostředku i když jsou také ohroženi a často bývají i lavinou zasaženi.

Cílem technického řešení je představit zařízení ochraňující uživatele při zasažení lavinou, které chrání jeho hlavu, obličej i dýchací orgány a vytváří prostor před tváří a současně zajišťuje přívod vzduchu pro dýchání a rovněž snižuje množství oxidu uhličitého v bezprostřední blízkosti dýchacích orgánů postiženého.

Zařízení, kterým je možno jednoduše doplnit stávající výbavu uživatele a které je snadno reflexivně aktivovatelné do ochranné pozice.

Podstata technického řešení

Stanoveného cíle je dosaženo technickým řešením, kterým je záchranný lavinový systém obsahující ochranný štít tvořený nosnou konstrukcí opatřenou úchytnými popruhy a dýchací soupravu. Podstatou technického řešení je, že nosná konstrukce je prostorově rozložitelná a je tvořena dutými tvarovanými pruty, kde konce prutů jsou uchyceny v kyvně uložených aretovatelných segmentech aktivačních mechanismů, které jsou situovány v oblasti ramen uživatele, kde alespoň jeden aktivační mechanismus je opatřen pohonem pro rotaci segmentů. Posledním zadním prutem je orámována hlavová opěrka a mezi pruty je upevněna ochranná síťovina, kterou jsou pruty vzájemně propojeny. S aktivačním mechanismem je spřaženo aktivační táhlo a dýchací souprava obsahuje masku opatřenou na své vnitřní straně náústkem propojeným s prostorem vně ochranného štítu.

Ve výhodném provedení je maska uchycena pružnými stahovacími šňůrami k navíjecímu zařízení spřaženému s aktivačním mechanismem a upevněnému na hlavové opěrce, kde jedna ze stahovacích šňůr uchycena k navíjecímu zařízení přímo, zatímco druhá stahovací šňůra je vedena od masky nejprve k vodícímu členu, který je uložen na jednom z prutů, a od něj teprve k navíjecímu zařízení.

Dále je výhodné, když je maska vyrobena z prodyšného materiálu sendvičové struktury, kde kde vnitřní prostor sendvičové struktury je vyplněn vrstvou směsi uhličitánu sodného a aktivního uhlí.

V dalším výhodném provedení je k náústku masky z její vnější strany připojena dýchací automatika se dvěma vývody, ke které je připojena jednak přívodní hadice a jednak odvodní hadice, přičemž přívodní hadice i odvodní hadice jsou svými druhými koncovými částmi ukotveny v úchytném prvku upevněném v hlavové opěrce.

Dále je výhodné, když je hlavová opěrka vytvořena z materiálu sendvičové struktury, kde vnitřní prostor sendvičové struktury je vyplněn vrstvou směsi uhličitánu sodného a aktivního uhlí, do které je zaústěna odvodní hadice.

V dalším výhodném provedení je systém propojen s airbagem, do kterého je zaústěna přívodní hadice.

Dále je výhodné, když součástí záchranného lavinového systému je alespoň jeden fixační prvek situovaný v oblasti dolních žeber uživatele a provedený jako samozavírací karabina.

Konečně je výhodné, když jsou pruty trubkového průřezu a jsou opatřeny vždy dvěma symetricky situovanými zalamovacími mechanismy, kterými je prut rozdělen, kdy každá koncová oblast obou částí prutu je zakončena dosedacím segmentem provedeným jako rozšíření trubky v jedné rovině, která je totožná u zakončení obou částí prutu, kde v části prutu bližší aktivačnímu mechanismu je v jeho vnitřní dutině suvně uložen tažný člen, který je spojovacím členem typu lanka spřažen s aktivačním mechanismem a kde ve vnitřní dutině druhé, přilehlé a navazující, části prutu je upevněn kotvící člen, který je kyvně spojen s tažným členem s osou kyvu v rovině totožné s rovinou dosedacích segmentů.

Předkládaným technickým řešením se dosahuje nového a vyššího účinku v tom, že vytváří komplexní ochranu osoby zasažené lavinou. Chrání obličej a hlavu před mechanickými traumaty a současně tak vytváří prostor pro vzduchovou zásobu před obličejem, přičemž zároveň umožňuje bezpečné dýchání při souběžné redukci obsahu oxidu uhličitého v okolní dýchatelné zásobě vzduchu. Systém je velmi rychle a přitom snadno aktivovatelný při vzniku nebezpečí, a to krátkým reflexivním pohybem. Systém má nízkou hmotnost a nebrání uživateli v pohybu, je aplikovatelný na jakýkoli zádový batoh, přičemž nebrání v případném přístupu do batohu. V kombinaci s lavinovým airbagem pak systém může využít až 150 litrů vzduchu v něm obsaženého pro dýchání zasypané osoby, což může prodloužit dobu přežití o dalších až 30 minut.

Objasnění výkresů

Konkrétní příklady provedení technického řešení jsou schematicky znázorněny na přiložených výkresech kde:

1. celkový pohled šikmo zepředu na záchranný lavinový systém v ochranné poloze s postavou uživatele s pouze naznačenou ochrannou síťovinou,
2. je pohled šikmo zezadu na složený záchranný systém s postavou uživatele ve výchozí pozici,
3. je pohled šikmo zepředu na složený záchranný systém s postavou uživatele ve výchozí pozici,

obr.4a) až d) je celkový pohled za záchranný lavinový systém na postavě uživatele v jednotlivých fázích průběhu aktivačního procesu,

5. je pohled na samotný ochranný štít záchranného lavinového systému v první fázi průběhu aktivačního procesu,
6. je pohled na samotný ochranný štít záchranného lavinového systému v druhé fázi průběhu aktivačního procesu,
7. je pohled na samotný ochranný štít záchranného lavinového systému v třetí fázi průběhu aktivačního procesu,
8. je pohled na samotný ochranný štít záchranného lavinového systému ve čtvrté fázi průběhu aktivačního procesu,
9. je pohled na horní část samotného ochranného štítu záchranného lavinového systému v ochranné poloze,

obr. 10a) až e) jsou axonometrické pohledy na zalamovací mechanismus prutů nosné konstrukce systému v průběhu aktivačního procesu systému,

obr. 11a) až e) jsou boční pohledy na podélné řezy zalamovacího mechanismu prutů nosné konstrukce systému v průběhu aktivačního procesu,

12. je celkový pohled šikmo zepředu na alternativní provedení záchranného lavinového systému v ochranné poloze s postavou uživatele bez znázorněné ochranné síťoviny a
13. je pohled podle obr. 16 se znázorněnou ochrannou síťovinou.

Výkresy znázorňující představované technické řešení a následně popsané příklady konkrétního provedení v žádném případě neomezují rozsah ochrany uvedený v definici, ale jen objasňují podstatu technického řešení.

Příklady uskutečnění technického řešení

Záchranný lavinový systém je podle přiložených vyobrazení tvořen ochranným štítem 1 opatřeným úchytnými popruhy 11 pro upevnění k nosným popruhům 22 libovolného batohu 2 nebo k jim komplementárním částem oblečení uživatele. Ochranný štít 1 obsahuje nosnou konstrukci 12 tvořenou sestavou čtyř prutů 121 tvaru písmene U, které jsou konci svých ramen uchyceny ve dvojici vzájemně spřažených aktivačních mechanismů 13 upevněných na úchytných popruzích 11. Pruty 121 jsou trubkového průřezu. Pruty 121 jsou alternativně tvaru kružnicového oblouku nebo eliptického oblouku, případně jiného neuzavřeného tvaru, kdy jsou v aktivačních mechanismech 13 upevněny svými zakončeními. Aktivační mechanismy 13 jsou tvořeny soustavou kyvně uložených aretovatelných segmentů 132 s osou rotace danou pomyslnou spojnicí konců oblouků prutů 121, kde alespoň jeden z aktivačních mechanismů 13 je opatřen neznázorněným pohonem pro kyvný pohyb těchto segmentů 132, přičemž pohon je s výhodou realizován nataženou pružinou nebo servomotorem se zdrojem energie nebo pneumatickým pohonem se zdrojem stlačeného pohonného média nebo jiným běžně známým řešením. Posledním zadním prutem 121 je orámována hlavová opěrka 123, která je vytvořena z ohebného prodyšného avšak pevného materiálu sendvičové struktury, kde neznázorněný vnitřní prostor sendvičové struktury je vyplněn vrstvou směsi uhličitanu sodného a aktivního uhlí. Pruty 121 jsou opatřeny zalamovacími mechanismy 122 znázorněnými na obr. 10a) až 10e) a 11a) až 11e). Jak je naznačeno na obr. 13, je na prutech 121 upevněna ochranná síťovina 124, kterou jsou pruty 121 vzájemně propojeny a kterou je po aktivaci systému v jeho ochranné pozici vytvořen kolem hlavy uživatele uzavřený ochranný vak. Součástí záchranného lavinového systému je dýchací souprava 3 obsahující masku 31 opatřenou na vnitřní straně neznázorněným náústkem, ke kterému je z vnější strany masky 31 připojena dýchací automatika 32 se dvěma vývody a s neznázorněným jednocestným ventilem. K dýchací automatice

32 je připojena jednak přívodní hadice 33 a jednak odvodní hadice 34. Přívodní hadice 33 i odvodní hadice 34 jsou svými druhými koncovými částmi ukotveny v úchytném prvku 35 upevněném v hlavové opěrce 123. Přičemž odvodní hadice 34 je vyústěna do vnitřního prostoru hlavové opěrky 123 vyplněného směsí uhličitanu sodného a aktivního uhlí. Přívodní hadice 33 je vyústěna vně zadní strany hlavové opěrky 123. Maska 31 je uchycena pružnými stahovacími šňůrami 311 k navíjecímu zařízení 312 upevněnému na hlavové opěrce 123, přičemž navíjecí zařízení 312 je spřaženo s aktivačním zařízením 13. Jak je naznačeno na obr. 6 až obr. 10, je jedna ze stahovacích šňůr 311 uchycena k navíjecímu zařízení 312 přímo, zatímco druhá stahovací šňůra 311 je vedena od masky 31 nejprve k vodícímu členu 313, který je uložen na jednom z prutů 121, a od něj teprve k navíjecímu zařízení 312. Maska 31 je vyrobena z prodyšného materiálu sendvičové struktury, kde neznázorněný vnitřní prostor sendvičové struktury je vyplněn vrstvou směsi uhličitanu sodného a aktivního uhlí.

Jak je naznačeno na obr. 2 a obr. 3, je ve výchozí poloze systém ve složeném stavu, kdy jsou všechny pruty 121 u sebe a systém je uložen na na zadním povrchu batohu 2, aktivační mechanismus 13 aretován a zalamovací mechanismy 122 prutů 121 jsou ve stavu zalomení. S aktivačním mechanismem 13 je spřaženo aktivační táhlo 131, které je vyvedeno směrem vpřed podél nosných popruhů 22 batohu 2. Součástí systému je pár fixačních prvků 14 situovaných každý na jednom nosném popruhu 22 batohu 2 v oblasti dolních žeber uživatele a provedených jako samozavírací karabina. Jak je naznačeno na obr. 10 a) až e) a obr. 11 a) až e), je zalamovací mechanismus 122 prutů 121 konstruován tak, že prut 121 trubkového průřezu je rozdělen, kdy každá koncová oblast obou částí prutu 121 je zakončena dosedacím segmentem 125 provedeným jako rozšíření trubky v jedné rovině, která je totožná u zakončení obou částí prutu 121. V části prutu 121 bližší aktivačnímu mechanismu 13 je v jeho neoznačené vnitřní dutině suvně uložen tažný člen 126, který je spojovacím členem 127 typu lanka propojen s aktivačním mechanismem 13. V neoznačené vnitřní dutině druhé, přilehlé a navazující, části prutu 121 je upevněn kotvící člen 128, který je kyvně spojen s tažným členem 126 s osou kyvu v rovině totožné s rovinou dosedacích segmentů 125.

Uvedené provedení jediným možným řešením. Jak je naznačeno na obr. 13 a

obr. 14, je lavinový záchranný systém součástí známého airbagového batohu, kdy je přívodní hadice 33 dýchací soupravy 3 zaústěna do airbagu 4. V další alternativě je vnitřní sešikmená plocha dosedacího segmentu 125 zalamovacího mechanismu 122, na kterou při napřimování prutu 121 dosedá kotvící člen 128, opatřena neznázorněnou pružinou, která svým tlakem na kotvící člen 128 snižuje tažnou sílu potřebnou k napřímení prutu 121.

Aktivace systému je prováděna zatažením za aktivační táhlo 131, kterým se uvedou v činnost aktivační mechanismy 13. Jimi jsou prostřednictvím spojovacích členů 127 přitahovány tažné členy 126 zalamovacích mechanismů 122, čímž dochází k postupnému přibližování dosedacích segmentů 125, jak je naznačeno na obr. 10a) až 10e) a obr. 11a) až 11e). Kotvící člen 128 je tažným členem 126 postupně vtahován do vnitřní dutiny protějšší části prutu 121, kdy se opřením kotvícího členu 128 o sešikmenou část protějššího dosedacího segmentu 125 obě části prutu 121 postupně napřimují. V konečné fázi je kotvící člen 128 do vnitřní dutiny protějšší části prutu 121 zcela vtažen, oba dosedací segmenty 125 k sobě přilehnou a prut 121 je zcela vyrovnán. Souběžně s tímto procesem dochází prostřednictvím kyvného pohybu segmentů 132 aktivačních mechanismů 13 nejprve ke zdvižení nosné konstrukce 12 do vzpřímené polohy, jak je naznačeno na obr. 4a), čímž se opěrka 123 opře o hlavu uživatele. Následně se jednotlivé pruty 121 kyvným pohybem segmentů 132 aktivačního mechanismu 13, ve kterých jsou pruty 121 uchyceny, pohybují přes hlavu uživatele a před jeho obličej, jak je naznačeno na obr. 4b) až 4d). První prut 121 je při dokončení svého pohybu zachycen fixačními prvky 14, provedenými jako samozavírací karabiny. Současně s aktivačními mechanismy 13 je uvedeno v činnost navíjecí zařízení 312, které je s aktivačními mechanismy 13 spřaženo. Navíjecím zařízením 312 je stahovací šňůra 311, která je od masky 31 vedena vodícím členem 313, navíjena a tím je tato stahovací šňůra 311 posunována po vodícím členu 313 až se maska 31 postupně dostává před obličej uživatele, jak je naznačeno na obr. 4b) až 4d) a obr. 6 až obr. 9. V konečné fázi je stahovací šňůra 311 od vodícího členu 313 odpoutána, jak je schematicky naznačeno na obr. 8 a obr. 9, a maska 31 se přitiskne k obličejí uživatele, který následně ústy zachytí její neznázorněný náústek. Kolem tváře a hlavy uživatele je tak vytvořen ochranný vak a je zajištěno dýchání přes dýchací automatiku 32 s jednocestným ventilem případně

přes prodyšnou masku 31. Současně je vydechovaný oxid uhličitý zachycován ve vrstvách směsi aktivního uhlí a uhličitanu sodného, které jsou situovány ve mezivrstvách jednak masky 31 a jednak hlavové opěrky 123.

Průmyslová využitelnost

Předkládané technické řešení je využitelné při konstrukcích zařízení určených pro ochranu osob pohybujících se v oblastech s nebezpečím pádu lavin, a to jak při volnočasových outdoorových aktivitách tak při profesionálních zásazích bezpečnostních složek.