

Energijska učinkovitost dvigal

V Sloveniji obratuje več tisoč dvigal. Električna energija, ki jo za svoje delovanje porabijo dvigala, ni obravnavana v nobenem predpisu, ki se nanaša na učinkovito rabo energije. Ker so vsa dvigala nameščena v stavbah, bijih morali obravnavati skupaj z ostalimi vgrajenimi porabniki energije. Opisani ukrepi za učinkovito in smotrno rabo



energije pri dvigalih in kratko povzete metode za merjenje porabe energije naj predvsem pripomorejo k temu, da začnemo tudi v Sloveniji razmišljati o tej problematiki oziroma priložnosti za varčevanje z energijo in ohranjanje čistega okolja. Z razmeroma enostavnimi in poceni ukrepi je namreč pri dvigalih mogoče doseči znatne prihranke energije.

mov, prezračevanja in vgrajene razsvetljave. Dvigala so pri tem popolnoma prezrta. To je verjetno tudi glavni razlog, da je področje energijske učinkovitosti dvigal razmeroma slabo raziskano in obdelano. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah dvigal sploh ne omenja in tudi osnutek Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaje energetskega izkaznika stavb dvigal ne prepozna kot porabnikov energije v stavbi. Ker se ves trud vlaga zgolj v izboljšanje energijske učinkovitosti stavb in zgolj nekaterih večjih porabnikov (ogrevanje, hlajenje, razsvetljava ...), se bo posledično delež energije, ki jo porabijo dvigala, relativno še povečal. Pri načrtovanju stavb je mogoče uporabiti razne metode in simulacije, ki

AVTOR:

Erik Nešič, univ. dipl. inž. str.

Center za tehnično varnost in strokovne naloge
ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.
Chengdujska cesta 25,
1260 Ljubljana-Polje

1 Energijska učinkovitost dvigal

Poraba energije za pogon dvigal znaša med 5 % in 15 % celotne porabljene električne energije v stavbah.¹ Napori za povečanje energijske učinkovitosti so kot odziv na klimatske spremembe usmerjeni predvsem v izboljšanje toplotnih značilnosti stavb, ogrevalnih sistemov, klimatskih siste-

¹ Proizvajalec dvigal KONE predpostavlja 5-odstotni delež v klimatiziranih stavbah, J. Schröder pa 15-odstotni v stavbah brez klime.

omogočajo določanje stroškov za energijo, pri čemer se praviloma upošteva le večje porabnike, kot so ogrevanje, klimatizacija, prezračevanje in razsvetljava. Tudi v tem primeru delež električne energije, ki jo porabijo dvigala, praviloma ni upoštevan. To seveda lahko pozneje privede do neprijetnih presenečenj za lastnika stavbe, potem ko jo ta začne uporabljati.

V Sloveniji obratuje približno 9000 dvigal, katerih skupna celoletna poraba električne energije je ocenjena na okoli 20 GWh. Čeprav se lastniku stavbe morda zdi strošek za energijo, ki jo porabi dvigalo, razmeroma nizek in ga zato ne navaja k varčevanju, pa ima vseeno na voljo kar nekaj ukrepov, ki ob majhnih vložkih lahko prinesejo občutne prihranke energije in posledično nižji račun za elektriko ter ne nazadnje kažejo tudi na njegov odnos do okolja. Z uporabo novejših tehnologij, zlasti ob prenovah starih dvigal in pri izbiri novih ter z izvajanjem posameznih ukrepov za učinkovito in smotrno rabo energije, je mogoče doseči več kot 40 odstotkov prihranka energije.

Kadar govorimo o energijski učinkovitosti dvigal, je pomembno upoštevati dejstvo, da dvigalo ni zgolj končni proizvod, temveč prej inženirski sistem, sestavljena naprava, ki je prilagojena naročnikovim željam in potrebam v številnih podrobnostih, ki seveda pozneje vplivajo na njegovo energijsko učinkovitost. Čeprav lahko že v fazi oblikovanja dvigala izbiramo med številnimi učinkovitimi

tehnološkimi rešitvami (računalniško podprta krmilja, regeneracija, frekvenčna regulacija pogonov, novi pogoni ...), pa ostaja dejanska poraba energije vsakega dvigala odvisna od zelo velikega števila različnih dejavnikov, na katere v fazi oblikovanja nimamo veliko vpliva. To je tudi razlog, da do sedaj še ni uspelo izdelati dovolj enostavnih in enoznačnih meril, po katerih bi lahko razvrščali dvigala v energijske razrede, kot je to primer pri gospodinjskih aparatih. Drugo dejstvo je, da pri prodaji dvigal njihova energijska učinkovitost še zdaleč ni odločilno kriterij, ki bi tudi s strani kupcev dodatno spodbudil proizvajalce k izboljšavam v tej smeri. Tako na primer pojav brezstrojničnih dvigal, pri katerih je pogonski stroj in del krmilja nameščen prav v jašku, in njihov uspeh na trgu odraža predvsem željo lastnikov stavb po prihrankih prostora, ki ga dvigalo zavzema v stavbi. To je vodilo k razvoju manjših in bolj kompaktnih pogonov ter posledično boljši energijski učinkovitosti. Tako so tudi zahteve po skrajšanju čakalnih časov pripeljale do razvoja novih krmilnih sistemov in programske opreme, ki optimirajo delovanje dvigal in s tem posledično prispevajo k manjši porabi energije. Zaradi omenjenih razlogov so novejša dvigala praviloma znatno bolj varčna kot starejša. Izboljšanje energijske učinkovitosti do nedavnega ni bilo glavno vodilo proizvajalcev dvigal, temveč prej posledica drugih zahtev trga in odgovorov nanje. V zadnjem času pa lahko v



strokovnih revijah s področja dvigal vedno pogosteje zasledimo članke in oglase, v katerih proizvajalci posameznih elementov dvigal kot konkurenčno prednost obljublajo manjšo porabo energije, manjšo porabo v stanju mirovanja ...

2 Tehnologija dvigal

Ne glede na vrsto, način delovanja ali izvedbo imajo vsa dvigala nekatere skupne elemente, kot so pogon, kabina, jaškovna vrata, razsvetljava kabine, varnostne naprave, krmilje, vodila ...

Glede na mehanski sistem lahko razdelimo dvigala v tri glavne skupine:²

Prva skupina zajema vse mehanske sisteme, kjer kabino in koristo breme premikamo brez uravnoveženja mas. Način, kako pogon mehansko deluje, pri tem niti ni tako pomemben. Najbolj pogosta dvigala iz te skupine so hidravlična dvigala, kjer bat deluje direktno na kabino ali indirektno prek nosilnih vrvi ali verig. V to skupino sodijo še dvigala na boben, dvigala z vijakom, verižnim pogonom ali zobato letvijo.

² Roland Stawinoga, *Elevator World*, januar 1996

Slika 1: Hidravlično dvigalo
(www.admiralelevator.com)

V tej skupini mora imeti pogonski motor tolikšno nazivno moč, da lahko premika - dviguje celotno maso koristnega bremena in lastno maso kabine.

Druga skupina zajema vse mehanske sisteme iz prve skupine, kjer je dodan element, ki s svojo maso kompenzira, kolikor je to mogoče, lastno maso kabine. Zagotovljeno mora biti edino to, da se prazna kabina lahko spusti. Zaradi dodane izravnalne uteži dosežemo približno 75-odstotno zmanjšanje mase prazne kabine.

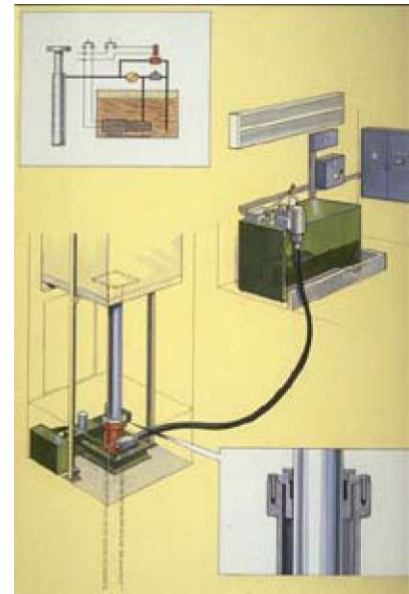
Tretja skupina zajema vsa dvigala, ki imajo dodano protiutež, ki kompenzira celotno lastno maso kabine in določen delež mase koristnega bremena (največkrat polovico). V to skupino sodijo predvsem električna oziroma vrvna dvigala, ki so poleg hidravličnih iz prve skupine tudi daleč najbolj pogosta.

Od vrste dvigala (hidravlično ali električno) je odvisna tudi poraba energije, in sicer v razmerju 3 : 1 v korist električnih dvigal (Doolard 1992). Električna oziroma vrvna dvigala, kjer se za premikanje kabine izkorišča trenje med nosilnimi vrvmi in pogonsko vrvenico, imajo na drugem koncu nosilnih vrvi pritrjeno protiutež, ki potuje v nasprotno smer kot kabina. Protiutež tako »odvzame« del bremena, ki ga je treba dvigniti. Pri hidravličnih dvigalih, ki praviloma nimajo protiuteži, je treba dvigniti celotno maso kabine in tovora. Poraba je odvisna tudi od učinkovitosti posameznega pogona in lahko pomeni od 30- do 40-odstotno razliko med energijsko učinkovitim pogonom in

pogonom s slabim izkoristkom (Al-Sharif 2004).

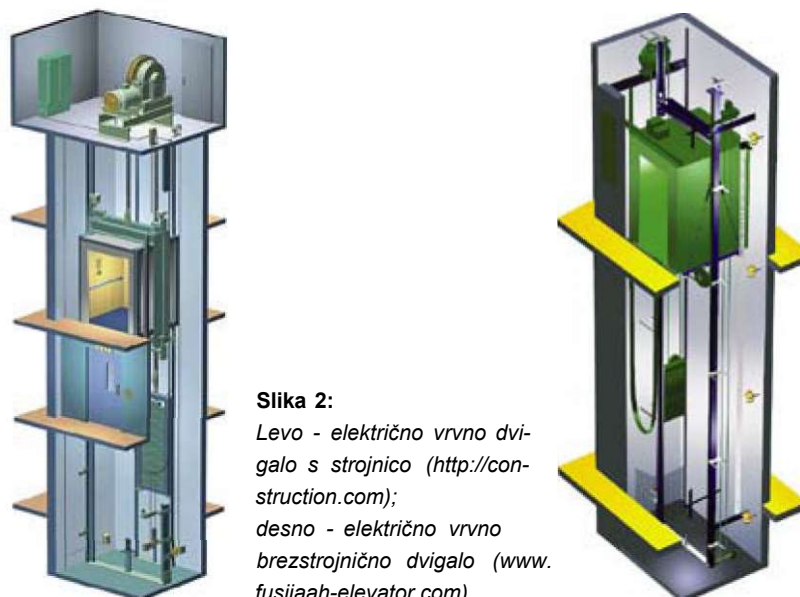
2.1 Hidravlična dvigala

Hidravlična dvigala zajemajo precejšen delež vgrajenih dvigal in so primerna predvsem za manjše dvizne višine (praviloma do 5, 6 etaž), manjše hitrosti in omogočajo večje nosilnosti. Najenostavnejša izvedba hidravličnega dvigala je, da je pod kabino nameščen hidravlični cilinder z batom. V tem primeru je treba v dno jaška izdelati vrtino, v katero je nameščen cilinder. Kadar izdelava dovolj globoke vrtine ni mogoča, lahko uporabimo teleskopski cilinder ali pa namestimo cilinder na steno jaška, ob ali za kabino, pri čemer je sedaj bat pritrjen na zgornji del nosilne konstrukcije kabine. Dvizna višina kabine je v obeh primerih enaka dolžini iztegnjenega bata. Večje dvizne višine lahko z enako dolgim batom dosežemo z indirektnim prenosom, kjer je na bat pritrjena vrvenica, prek katere potujejo nosilne vrvi ali verige, ki so na enem koncu vpete na dno jaška, drugi konec pa je pritrjen na zgornji del kabinске nosilne konstrukcije. V vseh naštetih izvedbah ima bat potisno vlogo, če pa maso kabine uravnotežimo z izravnalno utežjo in jo nato premikamo namesto kabine, potem bat deluje kot vlečni, saj mora za dvig kabine potegniti utež navzdol. V tem primeru lahko uporabimo bat bistveno manjšega premera, saj ni obremenjen s tolikšnimi uklonskimi silami. Taka izvedba se glede porabe energije lahko že precej približa električnim oziroma vrvnim dvigalom,



vendar je zaradi zahtevnejše in dražje konstrukcije v praksi redka. Princip delovanja hidravličnih dvigal je razmeroma preprost. Elektromotor poganja oljno črpalko, ki prek sistema ventilov dovaja hidravlično olje pod tlakom v cilinder, kar ima za posledico dvigovanje bata in nanj pritrjene kabine. Ko se kabina spušča, delovanje črpalke ni potrebno, saj zgolj z odprtjem ventila za izpust olja iz cilindra povzročimo spuščanje bata in kabine zaradi sile teže. Pri spuščanju kabine se potencialna energija pretvarja v toplotno, kar povzroči segrevanje hidravličnega olja, in se nato kot odvečna toplota odvede v okolico. Ob višjih temperaturah okolice in visoki frekvenci uporabe dvigala je potrebno celo prisilno odvajanje toplote, za kar je treba dograditi oljne hladilnike, kar še dodatno poslabša energijsko učinkovitost hidravličnega dvigala. Hidravlična dvigala so praviloma energijsko bolj potratna kot električna, vendar so priljubljena zaradi nižje nabavne cene, lažjega in cenejšega vzdrževanja, enostavnega postopka reševanja oseb iz kabine ...

Energijsko učinkovitost hidravličnih dvigal lahko znatno izboljša-



Slika 2:
 Levo - električno vravno dvigalo s strojnico (<http://construction.com>);
 desno - električno vravno brezstrojnično dvigalo (www.fusijaah-elevator.com)

mo z izravnalno utežjo, ki kompenzira del mase kabine, ali pa z uporabo plinskega akumulatorja tlaka, ki pri spuščanju kabine uskladišči del potencialne energije in jo pozneje vrne pri dvigovanju. Namesto funkcije poravnavanja, ki z občasnim zaganjanjem črpalke poskrbi, da je kabina stalno v območju postaje, lahko uporabimo napravo proti posedanju, ki mehansko zadrži kabino v nivoju postaje. Za dvigala z večjo frekvenco voženj je priporočena uporaba frekvenčne regulacije pogonske črpalke. Z navedenimi ukrepi se energijska poraba hidravličnih dvigal lahko precej približa novejšim vravnim dvigalom.

2.2 Električna vrвна dvigala

Za večje dvižne višine in večje hitrosti so v uporabi električna oziroma vrвна dvigala. Pri teh je premikanje kabine doseženo s trenjem med nosilnimi vrvmi in pogonsko vrvenico, ki jo poganja elektromotor. Pogonski motor je lahko direktno pritrjen na vrvenico (brezreduktorski pogoni) ali pa prek reduktorja, ki poskrbi za ustrezno zmanjšanje števila obratov pogonske vrvenice. Kabina je obešena na nosilne vrvi (ali druga nosilna sredstva, kot so na primer

PU-trakovi), ki potujejo prek pogonske vrvenice. Drugi konec vrvi je pritrjen na protiutež, ki je namenjena temu, da ustvari čim bolj ravnotežne razmere na pogonski vrvenici. Pogonski motor mora namreč premikati zgolj razliko v masah med kabino in protiutežjo (debalans) in pokrivati vse izgube, ki pri tem nastajajo. V idealnem primeru bi potrebovali energijo zgolj za pospeševanje mas in pokrivanje izgub. Protiutež je dimenzionirana tako, da izniči lastno maso kabine in običajno še polovico koristnega bremena. Električna dvigala lahko naprej delimo po različnih kriterijih. Glede na vrsto pogona ločimo dvigala s pogonom brez reduktorja (brezreduktorski - gearless pogoni) in pogone z reduktorjem. Reduktorji so v večini primerov izvedeni kot polžni, ki imajo razmeroma nizek izkoristek (okoli 70 %), ali planetarni, ki so manj pogosti, imajo pa znatno boljši izkoristek; okoli 90 %. Brezreduktorski pogoni so primernejši predvsem za večje hitrosti in imajo znatno višji mehanski izkoristek kot pogoni z reduktorjem. Kot pogonski motor se pri električnih dvigalih uporabljajo različne izvedbe elektromotorjev. Pri

določanju potrebne nazivne moči pogonskega motorja je treba upoštevati tudi zagonski navor, ki ga mora motor ustvariti, da spravi mirujoče mase v gibanje. Ta je, odvisno od proizvajalca motorja, od 2,2- do 2,4-kratnik nazivnega navora oziroma od 1,7- do 2,2-kratnik nazivnega navora pri frekvenčno reguliranih pogonih. Nekateri starejši pogoni hitrih dvigal imajo DC-motorje z generatorjem enosmerne napetosti. DC-motorje sicer odlikuje zelo visok navor ob zagonu in odlična kontrola hitrosti, vendar sodijo med energijsko najbolj potratne, saj potrebujejo razmeroma velike ločilne transformatorje, ki tudi v stanju mirovanja (standby) dvigala porabijo zelo veliko energije: od 1,5 do 2,5 kW. Pri novejših dvigalih DC-motorjev praktično ne srečamo več. Zadnja leta se je povsem uveljavila tehnologija VVVF (variable voltage and variable frequency), ki omogoča zelo učinkovito regulacijo hitrosti pogonskih elektromotorjev. Moderni AC-pogoni, ki so brez reduktorja in imajo motorje s permanentnim magneti (PM-motorji) in VVVF-regulacijo, porabijo približno 35 % manj kot primerljivi klasični pogoni z AC-dvohitrostnim motorjem in polžnim reduktorjem (Powell 2004). S pojavom brezreduktorskih pogonov (manjša dimenzija pogona) in novih nosilnih sredstev (tanki PU-trakovi), ki omogočajo uporabo precej manjših pogonskih vrvenic, so kot največja novost pri gradnji dvigal v zadnjih letih prišla na tržišče brezstrojnična dvigala.

3 Ukrepi za učinkovito in smotrno rabo energije pri dvigalih

Edina večja študija, ki jo je v letu 2005 na tem področju naredila švicarska agencija za učinkovito rabo energije³ in je proučevala porabo energije 33 dvigal različnih starosti, proizvajalcev, tehnologij pogonov in uporabnikov, je pokazala naslednje:

- energija, ki jo med obratovanjem porabljajo vrhna dvigala, se je zmanjšala zaradi brezreduktorskih pogonov in z uporabo VVVF-regulacije;
- moderna hidravlična dvigala, ki imajo VVVF-regulacijo, dodano izravnalno utež ali akumulator tlaka, so lahko ravno tako učinkovita kot vrhna dvigala;
- v zadnjih 30 letih se je močno povečala poraba energije v času mirovanja (standby) in znaša med 25 % in 80 % vseh zahtev po energiji (stanovanjske stavbe > 83 %, manjše poslovne stavbe > 40 %, bolnišnice > 25 %).
- meritve so pokazale, da je smiselna investicija v rekuperatorje energije, ki vračajo elektriko v omrežje zgolj pri dvigalih, ki obratujejo večji del dneva (npr. bolnišnice ...);
- analiza porabe energije dvigal v mirovanju kaže, da porabi razsvetljava v kabini 1/3 celotne energije;
- med večje porabnike energije sodijo tudi avtomatska vrata, ki porabljajo energijo za zadrževanje kril v skrajnih položajih.

Na podlagi rezultatov študije so

objavili priporočene ukrepe za varčevanje z energijo.

Tehnologija:

- zmanjšanje porabe v stanju pripravljenosti (standby); razvoj funkcije »sleep mode«;
- ugašanje luči v kabini in avtomatska vrata, ki ne porabljajo energije v zaprtem položaju;
- hidravlična dvigala le v primeru uporabe protiuteži ali akumulatorja tlaka;
- pogoni s spremenljivo hitrostjo, frekvenčna regulacija, brezreduktorski pogoni, motorji s permanentnimi magneti (PM-motorji);
- optimizacija mase protiuteži: 20 % namesto 40 ... 50 %;
- uporaba varčnih žarnic za razsvetljava kabine (LED-žarnice).

Načrtovanje:

- čim manjše število dvigal v stavbi - pomeni manjše stroške, manjšo porabo prostora in manjšo porabo energije;
- manjše hitrosti pomenijo manjšo porabo energije; nazivna hitrost 0,63 m/s povsem zadostuje za stavbe s šestimi etažami;
- uporaba zbirnih sistemov krmljenja namesto klicnih;
- način obešanja kabine in elementi za vodenje kabine po vodilih naj povzročajo čim manj izgub zaradi trenja.

3.1 Zmanjšanje porabe energije mirujočih dvigal

Vsako dvigalo mora imeti ustrezno osvetljeno in prezračevano kabino. V ta namen ima kabina vgrajeno stalno razsvetljava, ki jo sestavljata najmanj dve vzpore-



dno vezani svetili. Prezračevanje kabine je običajno zagotovljeno z ustrezno velikimi odprtini pod stropom in na podu kabine, nekatere kabine pa imajo poleg prezračevalnih odprtin dodatno vgrajen tudi ventilator za prisilno prezračevanje.

Kadar je kabina prazna in miruje v postaji ter čaka na naslednji poziv, ni nobene potrebe po razsvetljavi in ventilaciji. Če bi v stanju mirovanja dvigala izključili omenjene porabnike, bi lahko nedvomno dosegli določen prihranek energije. Samo po sebi se zastavlja vprašanje, koliko časa na dan dvigalo miruje in kolikšne prihranke bi lahko dosegli s samodejnim ugašanjem luči v kabini. Kot primer vzemimo poljubno poslovno stavbo, za katero lahko predpostavimo, da je dvigalo 100-odstotno aktivno med 8. in 18. uro, 50-odstotno aktivno med 6. in 8. uro zjutraj ter med 18. in 20. uro ter 0-odstotno aktivno med 20. in 6. uro zjutraj. To pomeni, da dvigalo povsem miruje 12 ur na delovni dan. Če upoštevamo, da ima leto približno 250 delovnih in 115 dela

³ Swiss Agency for Efficient Energy Use (S.A.F.E.)

prostih dni, pridemo do številke 5760 ur mirovanja v letu, ki ima 8760 ur. Standard SIST EN 81-1/2 določa, da mora biti kabina osvetljena najmanj s 50 lx, kar pomeni v najboljšem primeru 40 W varčno žarnico v manjših kabinah oziroma 100 W žarnico v kabinah večjih dvigal. Osvetljenost 50 lx je seveda najmanjša dovoljena in je zlasti v poslovnih in javnih stavbah običajno znatno presežena. Če nadalje predpostavimo, da je povprečna kabina opremljena s 100 W žarnico, pridemo do zaključka, da bi v Sloveniji lahko letno privarčevali skoraj 5000 MWh zgolj z ugašanjem luči v kabinah mirujočih dvigal. Povprečno slovensko gospodinjstvo na leto porabi 3,5 MWh, kar pomeni, da bi naselje z nekaj več kot 1400 gospodinjstvi lahko celo leto brezplačno oskrbovali ...

Zaradi varnostnih razlogov je treba zagotoviti, da potniki vedno vstopajo v osvetljeno kabino. Za to poskrbi krmilje, ki prižge kabinke luči takoj ob pritisku na poziv in še preden se odprejo jaškovna vrata, ki potnikom omogočijo vstop v kabino. Zelo pogosto ugašanje in prižiganje luči lahko skrajša življenjsko dobo nekaterim vrstam žarnic. V takih primerih je nesmotrno uporabiti fluorescentne žarnice ali žarnice z žarilno nitko. Če pa ob tem upoštevamo še strošek izrednega prihoda serviserja dvigala, ki pride zamenjat pregorelo žarnico, se pojavi vprašanje o smiselnosti takega varčevalnega ukrepa. Moderne LED-svetilke so zato mnogo boljše izbira, saj imajo najnižjo porabo energije, njihova življenjska

doba pa ni odvisna od števila vklopov/izklopov in tudi zasvetijo s polno svetilnostjo, takoj ko jih vklopimo. Tudi moderni kazalniki imajo vgrajeno LED-svetilko za osvetlitev ozadja.

Posamezni elementi krmilja dvigala potrebujejo določeno energijo tudi v stanju pripravljenosti (standby), torej tudi takrat, kadar dvigalo povsem miruje. Meritve kažejo, da krmilja različnih dvigal porabijo v stanju pripravljenosti od 25 W pa vse tja do 2,5 kW. Če bi dvigalo po določenem času mirovanja samodejno prešlo v »speči način« (sleeping mode), kar pomeni prekinitev napajanja vseh naprav, ki porabljajo energijo tudi v stanju pripravljenosti (krmilje, frekvenčni regulator, digitalni kazalniki, foto zavese ...), bi lahko še dodatno zmanjšali porabo pri mirujočih dvigalih.

Praktičen primer izvedbe ukrepov za zmanjšanje porabe energije⁴

Podatki o dvigalu:

- vrsta dvigala: električno tovorno dvigalo s frekvenčno regulacijo pogona,
 - nazivna nosilnost: 4400 kg,
 - nazivna hitrost: 0,5 m/s,
 - dnevno število voženj: < 100,
 - dnevni čas obratovanja: < 0,5 h,
 - energija, izmerjena med obratovanjem: Eobratovanje = 21 Wh,
 - energija, izmerjena med mirovanjem: Emirovanje = 485 Wh,
 - letni stroški za energijo: € 929.
- Analiza meritev porabljene energije kaže, da optimizacija faze obratovanja pri tem dvigalu ni

smiselna; poraba 21 Wh pri manj kot stotih vožnjah na dan ne obeta kakšnih večjih prihrankov. Povsem drugače pa je s porabo v stanju mirovanja; 485 Wh je znatno prevelika številka. Tu imamo lepe priložnosti za zmanjšanje porabe energije. Glavni porabniki v stanju mirovanja dvigala so luči in kazalnik v kabini ter frekvenčni regulator pogonskega motorja. Standarden ukrep ugašanja luči v kabini je prvi, ki ga uporabimo, vgradnja dodatnega releja, ki poskrbi za odvzem energije vsem porabnikom, katerih napajanje ni potrebno, kadar dvigalo miruje, pa prinese še dodatne prihranke. Rele izklopi napajanje frekvenčnega regulatorja, elektronike v kabini in kazalnika. Ponovno »prebuditve« dvigala povzročimo s pritiskom na tipko za etažni poziv ali z odprtjem polavtomatskih jaškovnih vrat in traja približno 10 sekund, kar je v danem primeru nemoteče in povsem sprejemljivo.

Z naštetimi ukrepi smo uspeli znižati porabo v stanju mirovanja na: Emirovanje = 65 Wh.

Primerjava vložkov in prihrankov pokaže:

- stroški uporabljenega materiala: € 326,
- stroški dela: € 295,
- prihranek pri strošku energije: € 640 na leto.

Vložek se torej v celoti povrne že v 354 dneh.

Tako so doseženi pozitivni učinki za okolje, znižanje stroškov za energijo in ne nazadnje tudi zvišanje vrednosti lastnine. Načrtovani so tudi nadaljnji ukrepi: zamenjavo svetil v kabini z LED-svetili, dodatno znižanje

³ Jörg Hellmich, *Lift-Report 2/2009*

porabe v stanju mirovanja z novo programsko opremo, kar bo znižalo porabo v stanju mirovanja še za dodatnih 10 Wh.

3.2 Zmanjšanje števila delujočih dvigal v času zunaj konic

Izklapljanje mirujočih dvigal oziroma »uspavanje dvigal« (sleeping mode) je izvedljivo zlasti, kadar imamo v stavbi na razpolago večje število dvigal. Tako lahko na primer v času jutranjih in popoldanski konic delujejo vsa dvigala, v vmesnem času pa jih nekaj izklopimo. Če so namreč potniki v času konic pripravljeni določen čas čakati na dvigalo, lahko zunaj konic ustrezno zmanjšamo število delujočih dvigal tako, da čakalni čas ostane enak, kot je v času konice. S tem ukrepom pa lahko poleg neposrednega prihranka energije zaradi izklopa dvigal dosežemo tudi to, da tista dvigala, ki v obratovanju ostanejo, delujejo pod znatno boljšimi pogoji in zato tudi mnogo bolj energijsko učinkovito. Namreč, pogon dvigala porabi najmanj energije, kadar je doseženo ravnovesno stanje med masami na strani kabine in na strani protiuteži. V tem primeru potrebujemo najmanjšo možno količino energije za premikanje bremena. Ravnovesje je običajno doseženo, kadar je v kabini ravno polovica največjega dovoljenega števila potnikov. V poslovnih stavbah je običajno nameščenih več dvigal, ki imajo nazivno nosilnost običajno najmanj 630 kg ali 8 oseb, zunaj konic pa pogosto prevažajo zgolj po enega potnika.

SIST EN 81-1/2			Predlagane nazivne nosilnosti	
1	2	3	4	5
Največja koristna površina poda kabine [m ²]	Število oseb	Nazivna nosilnost [kg]	Število oseb	Nazivna nosilnost [kg]
0,90	4	300	4*	300
1,30	6	450	6*	450
1,66	8	630	8*	600
2,00	10	800	10	750
2,40	13	1000	12	900
2,95	17	1275	14*	1105
3,56	21	1600	17*	1335
3,88	24	1800	19*	1455
4,20	26	2000	21	1575
5,00	33	2500	25	1875

* Zaokroženo navzdol

Preglednica 1: Površina poda kabine, število oseb, nazivna nosilnost

Prilagajanje števila dvigal v obratovanju glede na dejanske potrebe je mogoče popolnoma avtomatizirati z uporabo novejših krmilnih sistemov in ustrezno programsko opremo.

Če torej izklapljam porabnike (luči, ventilatorji, standby porabniki) v času, ko dvigalo miruje, in če prilagajamo število dvigal v obratovanju potrebam potnikov, dosežemo znatne prihranke energije zaradi:

- manjše porabe energije za razsvetlavo in delovanje ventilatorjev;
- manjše porabe energije, ki jo krmilje in ostale elektronske naprave porabljajo v stanju pripravljenosti (standby porabniki);
- prihranka energije pri izklopljenih dvigalih;
- bolj ugodne obremenitve in posledično manjša poraba delujočih dvigal.

Ukrep je primeren zlasti za hotele (npr. ponoči), poslovne zgradbe (v času zunaj konic, ob dela pro-

stih dnevih), stanovanjske zgradbe z več dvigali (zunaj konic in ponoči) ... Vsi našeti prihranki so dosegljivi brez večjih vlaganj in bistvenega poslabšanja transportnih sposobnosti.

3.3 Določanje moči pogona glede na predlagano nazivno nosilnost⁵

Preglednica 1.1 standarda SIST EN 81-1/2 podaja dovoljene površine poda kabine ob pripadajočih nazivnih obremenitvah in nazivne nosilnosti, izražene v številu oseb, kjer se pri določanju števila oseb predpostavlja, da znaša masa povprečnega potnika 75 kg.

Razmerje med največjim dovoljenim številom oseb in nazivno nosilnostjo ter največjo koristno površino poda kabine, kot ga določa SIST EN 81-1/2, je nelinearno. Kabina, ki ima površino poda 1,30 m², je po standardu dovolj velika za prevoz šestih oseb oziroma 0,21 m² na osebo, medtem ko je kabina površine poda 5,0 m²

⁵ Dr. Gina Barney; *Elevatori* Vol. 37, št. 6, 2008

ZVD PLANFA

è ^ © Vozimo pametno!
M a iimM kuzjodM gm hüill Sinti

v sodelovanju z:

Zvezo društev varnostnih inženirjev in Združenjem medicine dela, prometa in športa

vabijo vas in vaše sodelavce na IX. mednarodno konferenco

^' VEČJA VARNOST-
VEČJA STROŠKOVNA UČINKOVITOST
ZA ORGANIZACIJO,
POSAMEZNIKA IN DRUŽBO

GLOBALNA VARNOST



^
1 Konferenca poteka
pod pokroviteljstvom predsednika
Republike Slovenije,
dr. Danila Türka.

12. in 13. novembra 2009

Hotel Golf Bled

Medijska pokrovitelja:

fld&äimtttt

— h R M —



PROGRAM

Četrtek, 12. novembra 2009

H

9.00-9.15 **SLOVESNA OTVORITEV KONFERENCE**
Dr. Danilo Türk, predsednik Republike Slovenije

9.15-10.30 **UVODNI NAGOVORI**

Strukturne spremembe v luči zagotavljanja materialne in socialne varnosti

Peter Pogačar, generalni direktor Direktorata za delovna razmerja in pravice iz dela, Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve

Dostojno delo in kriza

Mag. Borut Brezovar, glavni inšpektor za delo, Inšpektorat RS za delo

Varnost in zdravje pri delu; del družbene odgovornosti

Janez Fabijan, predsednik Zveze društev varnostnih inženirjev

Gospodarska kriza in zdravstveno varstvo delavcev

Bojah Peihan, predsednik Združenje medicine dela, prometa in športa

Ali je izjava o varnosti z oceno tveganja v praksi dosegla svoj namen?

Dr. Mitja Kožuh, predstojnik Oddelka za tehniško varnost, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

Vpliv sprememb v sodobnem svetu na razvoj zavarovalstva na Slovenskem,

Dr. Boris Žnidarič, svetovalec uprave. Zavarovalnica Triglav d. d.

10.30-11.30 **SEKCIJA 1**

ZAKONSKÉ NOVOSTI NA PODROČJU VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU

Vodja sekcije: Tatjana Petriček, Vodja sektorja za varnost in zdravje pri delu,
Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve

Zakonsko urejanje področja varnosti in zdravja pri delu

Tatjana Petriček, Vodja sektorja za varnost in zdravje pri delu,
Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve

Zdravstveni vidiki varnosti in zdravja pri delu z vidika nove zakonodaje

Mag. Martin Toth, svetovalec na Ministrstvu za zdravje

Novi pristopi pri zagotavljanju varnosti in zdravja delavcev pri delu.

Dr. Maja Metelko, ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.

Vloga strokovnega delavca za varnost pri delu po napovedani spremembi Zakona o VZD

Mirko Vošner, direktor BVD-Ravne

RAZPRAVA

11.30-12.00 **ODMOR ZA KAVO**

12.00-13.15 **SEKCIJA 2**

BREZPOSELNOST IN ODPUŠČANJE DELAVCEV Z RAZLIČNIH VIDIKOV VARNOSTI

Vodja sekcije: dr. Etelka Korpič Horvat, Pravna fakulteta. Univerza v Mariboru

Razkorak med nadomestilom za brezposelnost in minimalno plačo - varnost ali izguba motivacije za delo

Dr. Etelka Korpič Horvat, Pravna fakulteta. Univerza v Mariboru

Varstvo delavcev pred odpovedjo in njihove pravice v primeru odpovedi pogodbe o zaposlitvi

Dr. Darja Šenčur Peček, Pravna fakulteta. Univerza v Mariboru

Spodbude Zavoda RS za zaposlovanje za povečanje varnosti na trgu dela

Mag. Jurij Snoj, Zavod RS za zaposlovanje

RAZPRAVA



Vzgoja in izobraževanje
zaposlenih o varnosti
sta nujna.



13.15-14.45 ODMOR ZA KOSILO

14.45-16.15 SEKCIJA 3

STARANJE DELOVNE POPULACIJE IN RAVNANJE S STAROSTJO

Vodja sekcije: Dušan Kidrič, Urad RS za makroekonomske analize in razvoj

Primerjalna analiza pokojninskih reform v osmih državah centralne, vzhodne in jugovzhodne Evrope

Dr. Tine Stanovnik, Inštitut za ekonomske raziskave. Ekonomska fakulteta v Ljubljani

Možne spremembe za dvig dejanske upokojitvene starosti

Marijan Papež, generalni direktor. Zavod za pokojninsko in invalidsko zavarovanje Slovenije

Kritična nesorazmerja v pokojninskem sistemu in pot k vzdržni rešitvi

Dr. Aleš Berk Skok, Ekonomska fakulteta. Univerza v Ljubljani

Kako starejšim organizirano urediti postopno odhajanje v upokojitev

Dušan Kidrič, Urad RS za makroekonomske analize in razvoj

RAZPRAVA

16.15-16.45 ODMOR ZA KAVO

16.45-17.45 SEKCIJA 4

INVALIDNOST IN RAVNANJE Z INVALIDNOSTJO

*Vodja sekcije: mag. Cveto Uršič, glavni direktor Direktorata za invalide. Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve
Kari Destovnik, direktor, Centerkontura d. o. o.*

Spodbujanje delodajalcev za zaposlovanje invalidov - predstavitev projekta Evropskega socialnega sklada

Mag. Aleksandra Tabaj, Inštitut RS za rehabilitacijo

Predstavitev primera dobre prakse »Pilotni program strokovnega usposabljanja delovnih invalidov SAŠA regije«

Srečko Podveržen, Šolski center Velenje

Možnosti zaposlitvene rehabilitacije pri ravnanju z invalidi v delovnem okolju

Kari Destovnik, direktor, Centerkontura d. o. o.

RAZPRAVA

17.45-18.45 SEKCIJA 5

PSIHIČNO ZDRAVJE NA DELOVNEM MESTU

Vodja sekcije: dr. Daniela Srečko, direktorica. Planet GV, d. o. o.

Strateški cilj humanega delovnega okolja: psihično zdravje na delovnem mestu

Doc. dr. Marija Molan, vodja Centra za psihologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana,

Klinični inštitut za medicino dela, prometa in športa

Stres, simptomi, posledice in tehnike za njegovo obvladovanje

Petra Furlan Dodič, intereuropa d. d.

»Bum out« delavcev zavodov za usposabljanje v Sloveniji

Edi Matvoz, Zdravstveni dom Ravne

Nenasilna komunikacija na delovnem mestu kot strategija zaščite zdravja pri delu

Dr. Daniela Brečlco, direktorica, Planet GV, d. o. o.

RAZPRAVA

Petek, 13. novembra 2009

SEKCIJA A

9.00-10.30

STRATEGIJA VARNOSTI V CESTNEM PROMETU IN PROMETNA VARNOST

Vodja sekcije: mag. Bojan Žlender, Ministrstvo za promet. Direkcija RS za ceste. Svet za preventivo in vzgojo v cestnem prometu RS

Deljena odgovornost na področju zagotavljanja prometne varnosti - izkušnje projekta VAMOS

Mag. Bojan Žlender, Mateja Marki, Ministrstvo za promet Direkcija RS za ceste. Svet za preventivo in vzgojo v cestnem prometu RS

SEKCIJA B

9.00-10.00

TVEGANE OBLIKE VEDENJA IN PREVENTIVNA VARNOST

Vodja sekcije: mag. Mladen Markota, Inšpektorat RS za delo

Napoved varnostnih dogajanj v letih 2009/10,

Roman Batis, Ministrstvo za notranje zadeve,

Generalna policijska uprava

Nezgode pri delu - zakaj tvegamo

Mag. Mladen Markota, Inšpektorat RS za delo

SEKCIJA A

9.00-10.30

Vloga medijskih kampanj na področju prometne preventive - izsledki mednarodnega projekta CAST

Prof. dr. Vlasta Zabukovec, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Marko Divjak, Svet za preventivo in vzgojo v cestnem prometu RS

Ugodni socialni odnosi med vozniki kot eden temeljev cestno-prometne varnosti.

Mag. Andrej Justinek

Zapelji me varno

Bogdan Pajek, predsednik. Svet za preventivo in vzgojo v cestnem prometu RS, Občina Piran

Preventivne aktivnosti Policijske uprave Celje za večjo varnost udeležencev cestnega prometa

Mag. Elvis Alojzij Herbjaj, Policijska uprava Celje

Mladi in promet - projektni dan z dijaki srednje šole

Mag. Srečko Steiner, policijski inšpektor.

Ministrstvo za notranje zadeve. Policijska uprava Murska Sobota

RAZPRAVA

10.30-11.30

VARNOST IN TURIZEM

Vodja sekcije: doc. dr. Janez Mekinc, Turistica Portorož

Varnost je tudi v krizi vrednota turističnega produkta in ponudbe

Doc. dr. Janez Mekinc, Turistica Portorož

Pomen strateškega upravljanja s hotelsko varnostjo

Mag. Helena Cvikl, direktorica Višje strokovne šole za gostinstvo in turizem Maribor

Sodobni turizem in transnacionalna ekološka kriminaliteta

Doc. dr. Bojan Dobovšek, Fakulteta za varnostne vede

Vpliv kriminala na posamezen tip igralništva

Mag. Bojan Kurež, Turistica Portorož

RAZPRAVA

10.30-12.00

ODMOR ZA KAVO IN OKREPČILO

12.00-14.00

ŠKODLJIVA RABA ALKOHOLA (V PROMETU) IN NJEGOV VPLIV NA VAR-NOST IN ZDRAVJE

Vodja sekcije: dr. Majda Zoreč Kariovšek, Inštitut za sodno medicino. Medicinska fakulteta. Univerza v Ljubljani

Uživanje alkohola in varnost cestnega prometa

Asist. dr. Maja Rus Makovec,

dr. Jože Jakopič, dr. med, specialist psihiatrije

Interlock (alkoholna zapora vžiga) od ideje do sestavnega dela pro-gramov za preprečevanje vožnje pod vplivom alkohola.

Dr. Majda Zoreč Kariovšek, Inštitut za sodno medicino. Medicinska fakulteta. Univerza v Ljubljani

Nacionalna alkoholna politika v luči mednarodnih dogajanj

Vesna Kerstin Petrič, sekretarka. Ministrstvo za zdravje

Contribution of Driver Rehabilitation to Combat Substance Impaired Driving

Birgit Bukasa, Austrian Road Safety Board

RAZPRAVA

SEKCIJA B

9.00-10.00

Vodenje evidenc o poškodbah pri delu v Republiki Sloveniji,

Mag. Miran Pavlic, Univerzitetni klinični center Ljubljana
Dr. Mirko Markič, Fakulteta za management Koper

RAZPRAVA

10.00-10.45

PSIHOAKTIVNE SUBSTANCE IN DELOVNO OKOLJE

Vodja sekcije: prim. prof. dr. Marjan Bilban,

ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.

Politika alkohola in drugih drog na delovnem mestu

Dr. Majda Zoreč Kariovšek, Inštitut za sodno medicino. Medicinska fakulteta. Univerza v Ljubljani

Zdravila in varnost pri delu (in prometu)

Prim. prof. dr. Marjan Bilban, ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.

RAZPRAVA

10.45-11.30

POKLICNE BOLEZNI IN BOLEZNI V ZVEZI Z DELOM IN POKLICNA REHABILITACIJA

Vodja sekcije: mag. Andrejka Videtič Fatur

Inštitut RS za rehabilitacijo

Acute and Chronic work-related stress: Adrenalin fatigue and time as decisive factor with regard to the harmful effects

Nurica Pranjčič, MD, PhD, Tuzla University School of Medicine, Primary Health Care Centre Tuzla, BiH

Duševne motnje, delo in poklicna rehabilitacija

Evalda Bizjak, Inštitut RS za rehabilitacijo,

Mojca Hribar, Inštitut RS za rehabilitacijo, d. e. Maribor

Pogled na položaj delodajalca v procesu ohranjanja za-

poslenosti in zaposljivosti delavcev invalidov

Mag. Andrejka Videtič Fatur, Inštitut RS za rehabilitacijo

Psihosocialni dejavniki in ishemična bolezen delavcev

Dr. Tihomir Ratkajec, Medicina dela Rogaška d. o. o.

RAZPRAVA

11.30-12.00

ODMOR ZA KAVO IN OKREPČILO

12.00-14.30

ERGONOMIJA DELOVNEGA OKOLJA IN TEHNIČNA VARNOST

Vodja sekcije: Luka Bratec, ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.,

mag. Ivan Božič, ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.

Analiza vpliva človeških dejavnikov na ergonomijo pri zdravstveni negi bolnikov

Mag. Brigita Putar, vodja kakovosti - pooblaščenec za varnost in zdravje pri delu. Bolnišnica Topolšica

Ergonomsko delo s prenosnim računalnikom

Luka Bratec, ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.

Analiza nezgod pri delu v Pomurju v letih 2000-2008,

Jožef Šimonka, Nafta-Petrochem d. o. o.

Ukrepi za izboljšanje varnosti pri delu z električnim tokom,

Mag. Ivan Božič, ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.

Hibridni 3D pogled pri rekonstrukciji prometnih nesreč.

Rok Kruleč, Fakulteta za pomorstvo in promet

Ustreznost označevanja nivojev tal v gostinskih lokalih,

Leon Vedenik, Ladislav Potrč, Ministrstvo za notranje zadeve. Policija

Presek stanja varstva pred požarom v hotelski verigi,

Vasilija Škerget, Istrabenz Turizem

RAZPRAVA

INFORMACIJE IN PRJAVE

Planet GV, Einspielerjeva ulica 6, Ljubljana

Spošne informacije: 01/309 44 44

Prijave in računi: 01/309 44 46, faks: 01/309 44 45

E-pošta: izobrazevanje@planetgv.si, www.planetgv.si.





predvidena za prevoz triintridesetih potnikov, kar pomeni površino 0,15 m² na osebo. Taka gostota potnikov - okoli šest oseb na kvadratni meter - pomeni že precejšnje gnečo v kabini. Večja ko je kabina, manj je torej predvidene površine za vsakega potnika. Izkušnje kažejo, da potniki izjemno redko napolnijo kabino dvigala do take gostote (6 oseb/m²). Če povzamemo, da vsak potnik potrebuje 0,21 m² površine, potem lahko na novo določimo največje dovoljeno število oseb (preglednica 1, stolpec 4). Ob predpostavki, da ima povprečen potnik maso 75 kg, pridemo do nove nazivne nosilnosti, ki je podana v preglednici 1, stolpec 5. Če potniki ne zasedejo kabine z gostoto, kot jo predvideva SIST EN 81-1/2, potem bodo pogoni dvigal, katerih nazivna nosilnost je večja kot 450 kg, predimenzionirani. Tako je na primer pri dvigalu, ki ima nazivno nosilnost 1600 kg, pogonski stroj predimenzioniran za 20 %, pri nazivni nosilnosti 2500 kg pa za kar 33 %. Posledica prevelikih pogonskih motorjev, ki so zgolj izjemoma polno obremenjeni, je, da delujejo s slabšimi izkoristki, večje pa so tudi izgube v navitju in jedru motorja. Nakup takega stroja dodatno pomeni tudi večji nabavni strošek, ustrezno dražji pa so tudi vsi ostali elementi, ki so pogojeni z nazivno močjo pogona; električne inštalacije, krmilje, VVVF-regulatorji, mehki zagoni ...

Da bi ohranili predpisano varnost, morajo biti vsi ostali elementi dvigala (nosilna sredstva in njihove pritrditve, zavora, nosilni okvir kabine, vodila, lovilna naprava, blažilniki ...) dimenzionirani glede na obremenitve, kot jih podaja SIST EN 81-1/2 (preglednica 1, stolpec 3). Na ta način bo tudi v primeru »prenatrpance« kabine (6 oseb/m²) zagotovljena ustrežna varnost.

3.4 Masa protiuteži in prilagajanje hitrosti pogona

Pogonski motor vrvnega dvigala mora poskrbeti, da se kabina dvigala, v kateri se prevažajo potniki, z določeno hitrostjo premika med posameznimi etažami. Z namenom, da bi zmanjšali potrebno moč pogonskega motorja, lastno težo kabine in del teže koristnega tovora v njej, uravnotežimo s primerno težko protiutežjo. Običajno znaša uravnoteženje dvigala (balans) okoli 50 %. Pri dvigalu, ki bi imelo v kabini natanko pol nazivnega bremena, bi potreboval pogonski motor najmanj energije. Postavlja se vprašanje, kolikšna je v resnici najbolj pogosta zasedenost kabine in ali je uravnoteženje pri 50 % res tudi najboljša izbira. Nekateri projektanti dvigal raje izberejo uravnoteženje pri nižjih vrednostih, na primer 40 %, saj iz izkušenj vedo, da je kabina dvigala le redkokdaj obremenjena s celotnim nazivnim bremenom. To velja še zlasti za dvigala z večjimi kabinami in večjih nosilnosti, kot so na primer dvigala za prevoz bolnikov na posteljah (bolnišnice, domovi starejših ...).

Potrebna moč pogonskega elektromotorja (P), ki deluje z izkoristkom (η), je odvisna od razlike v masah na strani protiuteži in strani kabine - debalansa (B) in nazivno hitrostjo kabine (v):

$$P = \frac{B \cdot v}{\eta} 0,981$$

Kakšen učinek lahko dosežemo, če izberemo maso protiuteži, tako, da je dvigalo uravnoteženo, kadar je kabina obremenjena zgolj s tretjino nazivnega bremena (33 %)? Pri obremenitvah kabine v območju od 0 do dveh tretjin nazivne nosilnosti bo pogonski motor še vedno deloval znotraj svojega nazivnega delovnega območja. Če pa bi kabino obremenili z nazivnim bremenom, bi moral pogonski motor delovati s kar dvakrat večjo močjo, kot je nazivna. V tem primeru bi seveda povzročili preobremenitev pogonskega motorja. Vendar obstaja rešitev. Iz zgornje enačbe za moč motorja (P) je razvidno, da moramo v primeru povečanja razlike v masah oziroma debalansa (B) za faktor 2 ustrezno znižati hitrost (v), in sicer za enak faktor, da ostane potrebna moč motorja (P) enaka. Ker pogonski motor normalno deluje v hitrostnem območju od 0 do nazivne hitrosti v , obstaja možnost, da z ustreznim krmiljenjem motorja dosežemo prilagajanje hitrosti vožnje glede na trenutno obremenjenost kabine.

Poglejmo na primeru:

Dvigalo nazivne nosilnosti 1800 kg in nazivne hitrosti 2 m/s, je uravnoteženo pri 42 % bremena.

Največji debalans nastopi, kadar polno obremenjeno dvigalo potuje v smeri navzgor; $1800 \times 0,58 = 1044$ kg. Ob predpostavki, da imamo pogonski motor, ki deluje z 90-odstotnim izkoristkom, znaša potrebna moč motorja:

$$p = \frac{1800 \cdot 0,58 \cdot 2}{90} = 22$$

Če sedaj spremenimo uravnoteženje iz 42 % na 33 % in dovolimo največji debalans 600 kg, dobimo novo potrebno moč motorja:

$$p = \frac{600 \cdot 2}{90} \cdot 0,981 = 13,1 \text{ kW}$$

V tem primeru velja, da dvigalo, obremenjeno z manj kot 1200 kg tovora, lahko vozi z nazivno hitrostjo 2 m/s. Če ga obremenimo z nazivnim bremenom 1800 kg, pa je treba hitrost znižati na 1 m/s. Za bremena med 1800 kg in 1200 kg, se bo torej hitrost morala spremeniti v območju od 1 m/s do 2 m/s. Za dvigalo nosilnosti 1800 kg je površina kabine omejena na 3,88 m² (glej preglednico 1). Če upoštevamo predlagano (bolj realno) nazivno nosilnost iz 5. stolpca v preglednici 1, dobimo za tako površino poda kabine vrednost nazivne nosilnosti 1455 kg. Ob uravnoteženju pri 33 % lahko sedaj še dodatno zmanjšamo potrebno moč pogonskega motorja:

$$p = \frac{0,333 \cdot 1455 \cdot 2}{90} \cdot 0,981 = 10,6 \text{ kW}$$

Zgornji primer služi zgolj kot prikaz možnosti doseganja prihrankov pri porabi energije zaradi zmanjšanja mase na strani protiuteži in upoštevanja bolj realistične

nazivne nosilnosti, kot jo podaja preglednica 1. Obravnavan primer kaže, da bi lahko skoraj prepolovili potrebno moč za pogon dvigala. Manjša ko je nazivna moč pogonskega motorja, manjše so tudi celotne izgube dvigala.

Če želimo torej z enako močnim pogonskim motorjem prepeljati težji tovor (premagati večji debalans), moramo ustrezno zmanjšati hitrost. Zmanjševanje hitrosti vožnje seveda lahko vpliva na transportno kapaciteto, kar se najbolj opazi zlasti v času konic, ko je dvigalo tudi najbolj obremenjeno. Ob tem pa velja opozoriti, da hitrost gibanja kabine ni edini dejavnik, ki odloča o dejanski hitrosti prevoza oziroma transportni kapaciteti dvigala. Hitrost vožnje je bistvenega pomena predvsem, kadar dvigalo potuje na daljši razdalji brez vmesnih postankov. Običajno pa se dvigalo, še zlasti v času konic, ustavlja praktično v vsaki etaži. Takrat na transportne zmogljivosti dvigala veliko bolj vpliva hitrost odpiranja in zapiranja vrat kot pa hitrost vožnje. Zlasti hitrejša dvigala pa pogosto sploh ne morejo razviti polne (nazivne) hitrosti, če se kabina premika samo po eno ali dve etaži.

Zmanjšanje mase na strani protiuteži ima naslednje učinke:

- manjša moč pogonskega motorja in pripadajočih električnih naprav pomeni manjšo porabo energije, nižje izgube in nižjo nabavno ceno;
- krmilna naprava mora prilagajati hitrost vožnje glede na trenutno obremenitev kabine;
- upoštevanje predlaganih nazivnih nosilnosti omogoča uporabo



lažjih protiuteži in dodatnih prihrankov energije;

- zaradi zmanjševanja hitrosti in možnega poslabšanja transportnih kapacitet je treba preveriti upravičenost teh ukrepov;
 - zaradi lažje protiuteži je treba preveriti, ali je trenje med nosilnimi vrvmi in pogonsko vrvenico še znotraj predpisanih meja (kabina mora brez zdrsa mirovati v najnižji postaji pri obremenitvi 125 % nazivne nosilnosti);
 - ukrep je zelo primeren zlasti pri dvigalih, kjer je polna nazivna obremenjenost redko dosežena, oziroma pri dvigalih, katerim se je spremenil namen uporabe.
- Ponovno opozorimo, da morajo biti iz varnostnih razlogov vsi ostali elementi dvigala dimenzionirani glede na obremenitve, kot jih podaja standard SIST EN 81-1/2. Naprava, ki zazna preobremenitev dvigala, naj bo nastavljena 10 % nad predlagano nazivno nosilnostjo in tudi termična zaščita navitja pogonskega motorja mora izpolnjevati vse zahteve tega standarda.

3.5 Izboljšanje energijske učinkovitosti pogonov dvigal

Poleg že naštetih ukrepov omenimo še nekatere, ki jih je mogoče uporabiti predvsem v fazi projektiranja dvigala oziroma ob odločanju o izbiri posameznih elementov. Pogon dvigala potrebuje energijo za premagovanje sile teže, ki nastopi kot posledica

debalansa, sile vztrajnosti premikajočih se mas pri njihovem pospeševanju in zaviranju ter za premagovanje vseh izgub, ki pri tem nastajajo.

Premagovanje vztrajnosti mas

Pri dvigalih ločimo premo gibajoče se in rotirajoče mase, ki skupaj prispevajo k sili vztrajnosti, ki jo mora premagovati pogon. Za pospeševanje in zaviranje mas, ki se premikajo vertikalno po jaški, je treba premagati njihove vztrajnostne sile. Te neposredno vplivajo na razliko sil na obeh straneh pogonske vrvenice. Zmanjšanje mase kabine pomeni istočasno tudi enako zmanjšanje mase na strani protiuteži. Dosežemo torej dvojni učinek, vendar je treba pri zmanjševanju premo gibajočih se mas upoštevati naslednje omejitve: manjše mase na obeh straneh vrvenice pomenijo tudi manj trenja med nosilnimi vrvmi in pogonsko vrvenico, z zmanjševanjem mase kabine pa se žal zmanjšuje tudi udobje vožnje z dvigalom.

Mase, ki rotirajo na gredi pogonskega motorja, imajo s stališča porabe energije negativen učinek zlasti pri višjih obratih oziroma pri hitrejših dvigalih. Zmanjšanje teh mas pomeni znatno zmanjšanje potrebne zagonske moči motorja. V ta namen lahko izberemo motorje z manjšim lastnim vztrajnostnim momentom, pogonske vrvenice manjšega premera ali iz lažjih materialov, zavoro namestimo na gred, ki se vrti z nižjimi obrati, ob vgradnji VVVF-regulacije lahko masiven vztrajnik dvohitrostnega motorja nadomestimo z lahkim kolesom ...



Izgube zaradi trenja

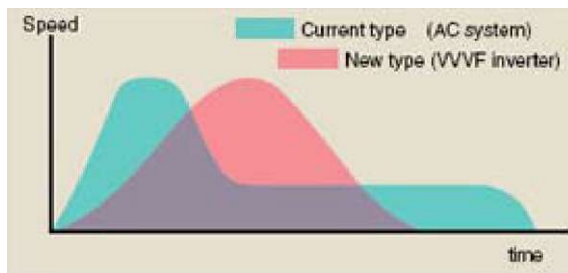
Izgube zaradi trenja nastopajo pri premikanju kabine in protiuteži po vodilih. Kabina in protiutež se gibljeta po vodilih s pomočjo vodilnih čeljusti, v katere so vloženi drsni elementi, ki skrbijo za čim bolj tiho in mirno drsenje. Za izboljšanje drsnih sposobnosti oziroma zmanjšanje trenja je treba vodila redno mazati z ustreznimi mazivi. Trenje lahko znatno zmanjšamo, če namesto drsnikov uporabimo vodilna kolesa. Sila trenja je poleg koeficienta trenja odvisna tudi od sile, ki deluje pravokotno na drsno površino. Večja ko je sila, ki deluje pravokotno na vodila, večje bodo izgube zaradi trenja. Zato je pomembno, da kabina ni pritrjena na nosilna sredstva v geometrični sredini stropa, temveč v težišču. K izgubam zaradi trenja prispevajo tudi vsi ležaji, še zlasti tisti drsne izvedbe. Zaželeno je torej uporaba kotalnih ležajev namesto drsnih in seveda čim manjše število odklonskih vrvenic. Trenje nastopa tudi v nosilnih vrveh, in sicer zaradi pregibanja med potovanjem prek vrvenic. Pregibanje vrvi povzroča relativne premike med žicami, iz katerih je vrv spletena. Pomembno je pravilno in redno mazanje nosil-

nih vrvi, velja pa tudi, da se izgube zaradi trenja v vrveh zmanjšujejo z manjšanjem premera vrvi oziroma z večanjem premera vrvenic, prek katerih potuje.

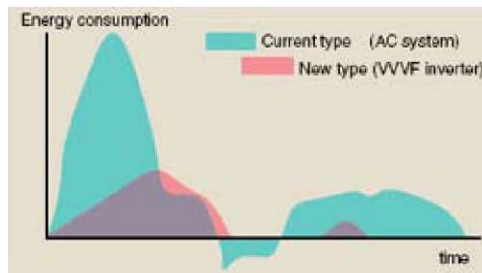
Izbira pogona

Izkoristek pogona ima največji vpliv na celoten izkoristek dvigala, saj je pogonski motor tisti element, kjer prihaja do največjih energijskih pretvorb. Pogoni, kjer je uporabljen polžni reduktor, so daleč najbolj pogosti in omogočajo uporabo razmeroma poceni dvohitrostnih AC-elektromotorjev, ki pri višjih obratih zagotavljajo dovolj navora. Izkoristek polžnih reduktorjev se giblje okoli 70 %. Dodatna slabost dvohitrostnih motorjev je ta, da potrebujejo razmeroma velik vztrajnik, ki poskrbi za bolj gladek in miren prehod med malo in veliko hitrostjo, vendar žal tudi prispeva k povečanju vztrajnostnih sil in zato slabšemu izkoristku.

Boljša rešitev je izbira pogona brez reduktorja (gearless). V tem primeru sicer nimamo več izgub v reduktoru, pojavijo pa se večje izgube v elektromotorju; za zagotavljanje potrebnega števila obratov so potrebna večpolna navitja, ki imajo razmeroma visoke magnetne izgu-



Slika 3: Primerjava porabe energije med dvohitrošnim AC-motorjem brez regulacije in s frekvenčno regulacijo VVVF (<http://www.mitsubishi-elevator.com>)



be. Kljub temu pa brezreduktorski pogoni s trajnimi magneti (PM-motorji) porabijo približno za tretjino manj energije kot klasični pogoni z AC-dvohitrošnim motorjem in polžnim reduktorjem. Tretjo možnost predstavljajo klasični štiripolni motorji v kombinaciji s planetarnim reduktorjem, ki ima znatno višji izkoristek kot polžni (od 90 % do 93 %). Izgube naraščajo z nazivno močjo pogonskega motorja, ki je neposredno povezana z nazivno nosilnostjo in hitrostjo dvigala, zato naj bodo ta dimenzionirana tako, da res ustrezajo dejanskim potrebam tako glede nosilnosti kot tudi glede hitrosti.

Regulacija pogona

Če vzamemo, da klasični reduktorski pogon vravnega dvigala z dvohitrošnim AC-motorjem porabi 100 % energije, potem se poraba zmanjša na 70 % z uporabo napetostne regulacije (ACVV) in pade na samo 50 % ob uporabi frekvenčne regulacije (VVVF). Pri vgradnji VVVF-sistema regulacije na obstoječ pogon z dvohitrošnim AC-motorjem in polžnim reduktorjem (daleč najbolj pogosta kombinacija) lahko velik in težak vztrajnik, ki sicer prispeva k rotirajočim masam in s tem slabša izkoristek, zamenjamo z mnogo lažjim kolesom iz umetnih snovi, ki služi zgolj kot kolo za ročno premikanje kabine, saj funkcije vztrajnika ne potrebujemo več. Precejšnje prihranke lahko dosežemo tudi z vgradnjo indukcijskega usmernika, ki poskrbi za to, da

se magnet elektromehanske zavore v odprtem položaju napaja z znatno manjšo napetostjo od tiste, ki je potrebna za odpiranje zavore. Na dvigalu v stavbi s petnajstimi etažami, ki deluje povprečno 3 ure dnevno, lahko z vgradnjo indukcijskega usmernika letno prihranimo 2,77 MWh.⁶

4 Metode za ugotavljanje energijske učinkovitosti dvigal

Obstaja nekaj različnih metod in tehnik, s katerimi lahko bolj ali manj natančno ugotovljamo porabo energije pri dvigalih. Metode so razvite glede na specifične cilje oziroma vprašanja, na katere iščemo odgovore. Ločimo lahko štiri cilje, ki dajejo odgovore na posamezna vprašanja:

1. razumevanje porabe energije določenega dvigala; koliko energije porabi dvigalo;
2. primerjava porabe dveh različnih dvigal (npr. z različnimi pogoni); koliko energije bi lahko prihranili, če bi pogon A zamenjali s pogonom B;
3. optimizacija porabe pri vsaki posamezni vožnji; kakšen je optimalni hitrostni profil, da bo poraba čim manjša, ob upoštevanju trenutne obremenitve, smeri vožnje in prevožene razdalje;
4. predvidevanje porabe energije dvigala glede na izbrano konfiguracijo (npr. vrsta pogona, nosilnost, hitrost, število postaj ...); kolikšna bo poraba novega dvigala ob izbiri določene konfiguracije.

⁶ Matthias Schultze, *Lift-Report 35/2009*

Metode za ugotavljanje porabe energije so naslednje:

Izračun porabe na osnovi fizikalnih zakonov

Pri tej metodi ločeno analiziramo vse posamezne elemente vožnje dvigala. To nam omogoča poznavanje delovanja posameznih komponent, njihovih izkoristkov in uporaba koncepta potencialne in kinetične energije.

Izračun z uporabo empiričnih enačb in tabel

Metoda omogoča izračunavanje porabe energije s pomočjo enačb in tabel, ki so izdelane na podlagi izkušenj, meritev oziroma njihove kombinacije. Najbolj znana je Schröderjeva enačba za določanje dnevne porabe energije:

$$E = \frac{(r^* \cdot ST \cdot TP)}{3600}$$

kjer pomeni:

E ... dnevna poraba energije v kWh/dan

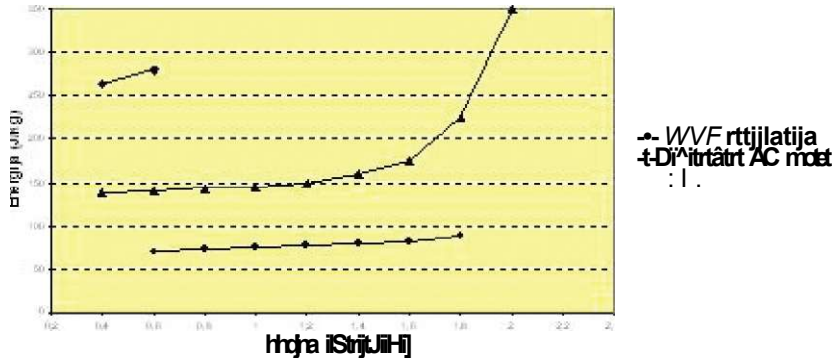
R ... nazivna moč pogonskega motorja v kW

ST ... dnevno število zagonov

TP ... čas tipične poti; faktor TP odčitamo iz tabele, in sicer v odvisnosti od števila postaj, tipa dvigala in vrste uporabljenega pogona. Na tem mestu omenimo še Doolardovo metodo, ki je formalno sicer ne moremo šteti kot metodo, omogoča pa primerjavo porabe posameznih sistemov dvigal in kaže zlasti vpliv hitrosti na porabo energije:

Merjenje porabljene energije

Merimo lahko dejansko porabo



Slika 4: Poraba energije različnih pogonov (Doolard 1992)

energije, glede na trenutne dnevne obremenitve in število voženj, in na ta način priskrbimo lastniku stavbe dobro informacijo o dejanski porabi energije in strošku zanjo. Drugi način je, da meritve izvajamo pod točno določenimi standardnimi pogoji (obremenitev, število voženj ...), kar nam omogoča, da rezultate meritev med seboj primerjamo za različna dvigala. Tak način pa nam omogoča tudi spremljanje porabe istega dvigala skozi daljše časovno obdobje in ugotavljanje vzrokov za morebitno povečanje. Nedavno je izšel osnutek ISO standarda, ki predstavlja enotno metodo merjenja porabe energije dvigal. Tako dobljeni rezultati bodo omogočali verifikacijo porabe energije posameznega dvigala. To bo zlasti dobrodošlo, če bodo pri izdelavi energetskih izkaznic za stavbe nekoč vključena tudi dvigala.

Simulacijski programi in modeliranje

Pomanjkljivost vseh do sedaj naštetih metod je v tem, da z njimi ni mogoče predvideti porabe energije za različne režime voženj ali različne konfiguracije dvigal. Simuliranje in modeliranje kot analitična načina omogočata, da lahko brez meritev predvidimo količino porabljene energije vnaprej, in sicer v odvisnosti od izbranega tipa dvigala in za določeno časovno obdobje.

5 Zaključek

Pri dvigalih lahko razmeroma preprosto dosežemo znatne prihranke energije z ukrepi, ki ne zahtevajo velikih vlaganj in so enostavno izvedljivi.

Povzetek ukrepov za bolj učinkovito in smotrno rabo energije pri dvigalih:

- ugašanje luči in ventilatorjev v kabini, ko dvigalo nekaj minut miruje;
- izklapljanje posameznih dvigal v času zmanjšane prometa;
- ponoven razmislek o številu oseb, ki dejansko zasedajo kabinno dvigala;
- zmanjšanje mase protiuteži glede na dejansko zasedenost kabine;
- zmanjšanje nazivne moči pogonskega motorja glede na dejansko zasedenost kabine;
- zmanjšanje stopnje uravnoteženja iz 50 % na 33 %, kjer je to mogoče;
- zmanjšanje nazivne moči pogonskega motorja zaradi manjše stopnje uravnoteženja;
- vgradnja frekvenčnih regulatorjev (VVVF) za krmiljenje pogonskih motorjev.

Energijska učinkovitost vertikalnega transporta v stavbi je v prvi vrsti odvisna od tega, kako uspešno smo načrtovali in izbrali ustrezen sistem vertikalnega transporta (število dvigal, nosilnosti posameznih dvigal, nazivne hitrosti, način

krmiljenja skupine dvigal ...) in seveda tudi od učinkovitosti vsakega posameznega dvigala, ki tak sistem sestavlja. Kadar govorimo o izboljšanju energijske učinkovitosti dvigala, je treba opozoriti, da je vsako dvigalo zgodba zase; tako zaradi uporabljene tehnologije in kakovosti sestavnih delov kot tudi zaradi specifičnih obratovalnih zahtev v stavbi, kjer je vgrajeno. Zato niso vsi ukrepi primerni in smiselni za vsa dvigala in režime uporabe. Za uspešno in učinkovito izvajanje ukrepov za zmanjšanje rabe energije je potrebno ustrezno strokovno znanje in izkušnje. Z razvojem ustreznih kadrov za svetovanje na tem področju se odpirajo nove možnosti tako za strokovnjake s področja dvigal, predvsem pa za lastnike dvigal, ki bodo dobili nove možnosti za zmanjševanje stroškov za energijo in večji prispevek k skrbi za naše okolje.

6 Literatura

1. Barney, Gina. (2003). Elevator Traffic Handbook. London: Spon Press.
2. Sachs, M. Harvey. (2005). American Council for na Energy-Efficient Economy: Opportunities for Energy Efficiency Improvements.
3. Stawinoga, Roland. (1996). Designing for Reduced Elevator Energy Cost. Elevator World, March.
4. Nipkow, Jürg. (2005). Swiss agency for efficient energy use (S. A. F. E.): Energy consumption and efficiency potentials of lifts.
5. Al-Sharif, Lufti. Lift energy consumption: general overview (1974-2001). Elevatori, Gennaio/Febraio 2006.
6. The Government of the Hong Kong: Guidelines on Energy Efficiency of Lift and Escalator Installations 2000.
7. SIST EN 81-1/2:2002