



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO

TEHNIČNA SPECIFIKACIJA TSG-211-011: 2025 TSG-212-011: 2025

Ministrica za infrastrukturo na podlagi 13. člena Zakona o cestah (Uradni list RS, št. 132/2022 in 140/22 – ZSDH-1A, 29/23 in 78/23 - ZUNPEOVE) in šestega odstavka 50. člena Zakona o varnosti v železniškem prometu (Uradni list RS, št. 30/18 in 54/21) izdaja tehnično specifikacijo

PREMOSTITVENI OBJEKTI

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

TSPI – PGV.07.411: 2025

Ministrica za infrastrukturo
mag. Alenka Bratušek

Številka: 007-137/2025/2-02112152

Ljubljana, 12. 5. 2025

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**Vsebina**

1	Predmet tehnične specifikacije	4
2	Pomen izrazov	5
3	Podpiranje prekladne konstrukcije	11
3.1	Splošno.....	11
3.2	Zasnova podpiranja.....	13
3.2.1	Cestni premostitveni objekti.....	16
3.2.2	Železniški premostitveni objekti	16
3.2.3	Premostitveni objekti za pešce in kolesarje.....	18
3.3	Izbira ležišč	18
3.3.1	Železniški premostitveni objekti	19
4	Projektiranje in dimenzioniranje ležišč	19
4.1	Splošno.....	19
4.1.1	Ležišča	19
4.1.2	Cestni premostitveni objekti.....	21
4.1.3	Železniški premostitveni objekti	21
4.2	Določitev vplivov na ležišče.....	21
4.2.1	Stalni vplivi	22
4.2.2	Spremenljivi vplivi	22
4.2.3	Potres	24
4.2.4	Izjemni vplivi	24
4.2.5	Faze gradnje.....	24
4.3	Vsebina dokumentacije	24
4.3.1	Potrebni podatki za izdelavo projekta ležišča.....	24
4.3.2	Vsebina načrta vgradnje	25
4.3.3	Podatki za določitev ponudbenih vrednosti	26
4.3.4	Merilna skala	27
4.4	Vrste ležišč	27
4.4.1	Drsni elementi ležišč.....	27
4.4.2	Elastomerna ležišča.....	28
4.4.3	Lončna ležišča.....	30
4.4.4	Sferna ležišča	30
4.4.5	Vodena ležišča, pridrževalna ležišča in pridrževalne konstrukcije.....	31
4.4.6	Valjčna ležišča.....	32
4.5	Betonski členki	32
5	Konstruktivne zahteve za ležišča in priključne dele konstrukcij	36
5.1	Splošno.....	36
5.2	Sidrne plošče	37
5.3	Konstruktivne zahteve za področje namestitve dvigalk.....	37
5.4	Povezava ležišč s konstrukcijo	38
5.4.1	Povezava ležišča z betonsko konstrukcijo	38
5.4.2	Dimenzioniranje podporne konstrukcije	39
5.4.3	Dimenzioniranje prekladne konstrukcije.....	41

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

6	Oprema ležišč	42
6.1	Splošno	42
6.2	Sidrne, klinaste, vmesne in podložne plošče	43
6.2.1	Sidrne plošče	44
6.3	Podložne plošče	46
6.4	Klinaste plošče	47
6.5	Vmesne plošče	47
6.6	Ušesa za dviganje	47
6.7	Označevanje ležišč – identifikacijska ploščica	47
6.8	Kazalnik pomikov ležišč	48
6.9	Označbe na ležišču za vgradnjo ležišča	48
6.10	Referenčna horizontalna ravnina	49
6.11	Označbe na ležiščih za izvajanje kontrolnih meritev drsne in nagibne špranje	50
6.11.1	Deformabilna drsna ležišča	50
6.11.2	Lončna ležišča	50
6.11.3	Sferna ležišča	51
6.12	Zaščitna oprema proti onesnaženju drsnih površin in nagibnih špranj	51
6.13	Naprave za prednastavitev ležišča in varovanje za fazo montaže ležišča	51
6.14	Dodatna oprema za ponastavitev elastomernega ležišča	52
6.15	Protikorozijska zaščita	52
6.15.1	Protikorozijski premazni sistemi	53
6.15.2	Kontaktne površine jeklo – beton	53
6.15.3	Kontaktne površine jeklo – elastomer	53
6.15.4	Kontaktne površine jeklo – jeklo	53
6.15.5	Protizdrsna kontaktna površina jeklo – jeklo	53
7	Zagotavljanje kakovosti izdelave in vgradnje ležišč	54
7.1	Izdelava ležišč	54
7.1.1	Notranja in zunanja kontrola kakovosti	54
7.1.2	Notranji kontrolni listi	55
7.2	Vgradnja ležišč	59
7.2.1	Varjenje	59
7.2.2	Betonerska dela ob ležiščih	60
7.3	Dokumentacija	60
8	Vgradnja ležišč	61
8.1	Splošno	61
8.1.1	Osebjem	61
8.1.2	Postopek vgradnje	62
8.1.3	Dobava in skladiščenje ležišč na gradbišču	63
8.1.4	Čistoča ležišč	63
8.1.5	Opaž v področju ležišča	64
8.1.6	Kontaktne priključne površine nosilne konstrukcije	64
8.1.7	Dodatni pogoji za elastomerna ležišča	64
8.1.8	Dovoljene tolerance pri vgradnji ležišča	65
8.1.9	Pripomočki za postavitev ležišča	65
8.2	Vgradnja ležišč z maltnim stikom	65
8.2.1	Spoj med ležiščem in podporno konstrukcijo – betonskim podstavkom	66

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

8.2.2	Spoj med ležiščem in betonsko prekladno konstrukcijo	67
8.2.3	Malte za izdelavo spoja med ležiščem in betonsko konstrukcijo	67
8.2.4	Izvedba ležiščnih podstavkov z litim betonom	70
8.2.5	Jeklene konstrukcije	71
8.3	Železniški premostitveni objekti	72
8.3.1	Splošno	72
8.3.2	Premostitveni objekti s tirom na togi podlagi	72
8.4	Sprostitev ležišč	72
8.5	Zapisnik o kontroli pri vgradnji ležišča	73
9	Zamenjava ležišč	73
9.1	Splošno	73
9.2	Železniški mostovi	74
10	Vzdrževanje ležišč	75
11	Pregledovanje ležišč	75
11.1	Splošno	75
11.2	Strokovna usposobljenost osebja za pregledovanje ležišč	75
11.3	Obseg pregleda ležišč	75
11.4	Vrste pregledov	76
11.4.1	Ničelni pregled	76
11.4.2	Obdobni pregledi	76
11.4.3	Izredni pregledi	77
11.5	Meritve višine drsne špranje	77
11.6	Deformabilna – elastomerna – ležišča	77
11.6.1	Deformabilna ležišča s pridrževalno konstrukcijo	78
11.7	Lončna ležišča	79
11.8	Sferna ležišča	79
11.9	Jeklena točkovno nagibna ležišča	79
11.10	Vodena ležišča	80
11.11	Valjčna ležišča	80
12	Popis del	80
13	Referenčna dokumentacija	82
14	Literatura	84
15	PRILOGA 1: Skice: podpiranja premostitvenih objektov, sestavnih delov ležišč, vgradnje ležišč, sestavnih delov notranjih kontrolnih listov za meritve ležišč	86
16	PRILOGA 2: Preglednice	92
17	PRILOGA 3: Fotodokumentacija poškodb ležišč nastalih pri izvedbi, vgradnji in med obratovanjem	93

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**1 Predmet tehnične specifikacije**

V tehnični specifikaciji TSPI – PGV.07.411: 2025 do PGV.07.414: 2025 so podane smernice za izbiro ležišč in projektiranje podpiranja premostitvenih objektov cestne in železniške infrastrukture ter premostitvenih objektov za pešce in kolesarje z javnim prevozom. Specifikacija podaja tudi smernice za projektiranje in izbiro ustreznih ležišč glede na vrsto objekta in prevladujočo prometno obremenitev. V dokumentu so podani tudi pogoji za njihovo izdelavo ter za njihov prevzem, skladiščenje, vgradnjo, vzdrževanje in eventualno zamenjavo. Prav tako so podane smernice za zagotavljanje kakovosti in nadzora vgradnje ležišč, da se zagotovijo dolgotrajne rešitve glede vzdrževanja s čim manjšimi stroški.

Specifikacija se nanaša na izbiro ležišč za podpiranje novih betonskih, prednapetih, jeklenih, sovprežnih in lesenih premostitvenih objektov ter podaja smernice za izbiro ležišč pri prenovi objektov.

Pri izboru ležišč se specifikacija nanaša na ležišča, ki ustrezajo ležiščem skladnih s skupino standardov SIST EN 1337 in/ali imajo podeljeno evropsko tehnično oceno ETA pripravljeno v skladu z evropskim ocenjevalnim dokumentom EAD. Predmet te specifikacije so tudi ležišča, ki imajo podeljeno Slovensko tehnično soglasje (STS). Ležišča morajo biti opremljena z ustrežno opremo, ki je opisana v 6. poglavju.

Ta tehnična specifikacija ne obravnava:

- začasnih ležišč,
- ležišč za prenos momentov,
- ležišč za prenos nateznih oziroma natezno/tlačnih sil,
- ležišč za pomične mostove,
- ležišč za fazo gradnje,
- ležišč za zgradbe visokih gradenj,
- specialnih ležišč za spremembo dinamičnega odziva pri potresni obtežbi,
- ležišč z absorpcijo energije,
- hidravličnih naprav za prenos potresnih sil ter sil zaradi zaviranja ali speljevanja pri železniških premostitvenih objektih.

Za začasna ležišča v smislu te specifikacije se smatrajo ležišča, ki se uporabljajo kot pomožna ležišča za podpiranje začasnih (pomožnih) železniških premostitvenih objektov v fazi gradnje. Konstrukcijo začasnih ležišč je treba statično dokazati in potrditi po postopku gradbenotehnične kontrole – revizije. Za podpiranje začasnih železniških premostitvenih objektov je potrebno upoštevati posebna določila.

V kolikor za ležišča, ki niso predmet te tehnične specifikacije in za nje ne obstajajo ustrezni produktni standardi, je potrebno za konstrukcijo takšnih ležišč in njihovo povezavo s prekladno in podporno konstrukcijo izvesti ustrezni statični račun. Za ta ležišča mora projektant podati zahteve za obseg notranje in zunanje kontrole med procesom proizvodnje ležišč ter končnega izdelka. Proizvajalec ležišč za te zahteve izdelava in/ali dopolni program notranje in zunanje kontrole. Program notranje in zunanje kontrole mora potrditi in/ali po potrebi dopolniti ustrezno usposobljeni predstavnik naročnika. Za izvedbo teh ležišč mora proizvajalec ležišč zagotoviti ustrezne postopke in kvalificirano osebje, da bodo ležišča izdelana po sistemu zagotavljanja kakovosti (AVCP) 1. Za takšna ležišča mora proizvajalec dostaviti dokumentacijo o notranji in zunanji kontroli ter o eventualnih mehanskih preiskavah na posameznih sestavnih delih ležišča in/ali na celotnem ležišču, ki morajo biti ustrezno

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

dokumentirane. Pred dobavo ležišč na gradbišče mora biti celotna dokumentacija predana naročniku.

Vsebine te TSPI ni mogoče tolmačiti in izvajati na takšen način, ki bi preprečeval ali pogojeval ustrezno uporabo gradbenih proizvodov, danih v promet v skladu z zahtevami Zakona o gradbenih proizvodih.

2 Pomen izrazov

Ležišče (bearing, Lager) je konstrukcijski element med prekladno in podporno konstrukcijo za prenos horizontalnih in vertikalnih sil in hkrati omogoča relativne pomike ter zasuke med prekladno in podporno konstrukcijo.

Pomično ležišče (movable bearing, Bewegliche Lager) omogoča relativne pomike med prekladno in podporno konstrukcijo v željeni smeri. Pomiki so omogočeni z drsenjem, kotaljenjem ali deformacijo ležišča.

Vsestransko pomično ležišče (multidirectional bearing, Allseitig bewegliche Lager) omogoča v horizontalni ravnini relativne pomike med prekladno in podporno konstrukcijo v poljubni smeri. Pomiki so omogočeni z drsenjem ali deformacijo.

Enostransko pomično ležišče (unidirectional bearing, Einseitig bewegliche Lager) omogoča v horizontalni ravnini pomike v eni določeni smeri. Pomiki so omogočeni z drsenjem, kotaljenjem ali deformacijo ležišča.

Fiksno ležišče (fixed bearing, Festlager (Fixpunktlager)) je ležišče, ki omogoča le zasuke med prekladno in podporno konstrukcijo ter poleg vertikalne sile prenaša tudi horizontalne sile.

Pridrževalno ležišče (restraint (thrust) bearing, Festhaltlager (Festhaltkonstruktion)) je ležišče, ki omogoča prenos horizontalnih sil, ne omogoča pa prenosa vertikalnih sil. Ležišče ne omogoča pomikov v horizontalni ravnini, vertikalni pomik pa je omogočen z drsenjem. Omogoča zasuk okoli vseh treh osi z drsenjem ali deformacijo.

Pridrževalna konstrukcija (restrained structure, Festhaltkonstruktion) je dodatni jekleni del konstrukcije ležišča, s pomočjo katere je preprečen oziroma omejen pomik v eni ali obeh horizontalnih smereh pri tistih ležiščih, ki zaradi svoje osnovne funkcije delovanja ne morejo imeti preprečenih pomikov v željenih smereh. Običajno so to posebej oblikovani in ustrezno vgrajeni jekleni trni na spodnjo in zgornjo ležiščno ploščo, ki po določenem pomiku preprečujejo nadaljnji pomik ležišča. V kolikor je zasnova takih trnov takšna, da preprečujejo pomik v obeh horizontalnih smereh, se takšno ležišče smatra kot fiksno ležišče. Trni morajo biti oblikovani in izvedeni tako, da pri maksimalni vertikalni deformaciji ležišča ne pride do prenosa vertikalnih sil preko izvedenih trnov. Običajno se ta konstrukcija uporablja v kombinaciji z armiranimi elastomernimi ležišči.

Vodeno ležišče (guide bearing, Führungslager) je ležišče, ki omogoča prenos horizontalne sile v prečni smeri, ne prenaša pa vertikalne sile in horizontalne sile v smeri vzdolžne osi objekta. Ležišče omogoča vzdolžni pomik in vertikalni pomik z drsenjem. Zasuka ležišča okoli obeh osi horizontalne ravnine sta omogočena z drsenjem ali deformiranjem, zasuk okoli vertikalne osi ležišča pa je onemogočen.

Zasučno ležišče (steel point rocker bearing, Punktkipplager) je ležišče, ki omogoča zasuke okoli vseh treh osi. Zasuka okoli obeh osi horizontalne ravnine sta omogočena z nagibanjem, zasuk okoli vertikalne osi pa z drsenjem. Ležišče poleg vertikalne sile prenaša tudi horizontalni sili v obeh smereh.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Dršno zasučno ležišče (sliding steel point rocker bearing, Punktkippgleitlager) je zasučno ležišče kombinirano z dodatno dršno konstrukcijo, ki omogoča pomike z drsenjem v eni smeri ali pa v vseh smereh. Pomiki so omogočeni z drsenjem. Zasuka okoli obeh osi horizontalne ravnine sta omogočena z nagibanjem, okoli vertikalne osi pa z drsenjem. Ležišče poleg vertikalne sile prenaša tudi horizontalno silo, ki je pravokotna na smer drsenja. Pri vsestransko drsnem ležišču ležišče prenaša samo vertikalno silo.

Zibalnik (rocker, Druckstück) je element zasučnega ležišča, ki je na eni strani oblikovan v sferno konveksno površino, ki se ziba (nagiba) na ravni ali konkavni sferični površini večjega radija nagibne (zibalne) plošče.

Nagibna (zibalna) plošča (rocker plate, Kippplatte) je element zasučnega ležišča, ki deluje v kontaktu z zibalnikom. Kontaktna površina je lahko ravna ali pa konkavno sferična površina z radijem, ki je večji od radija zibalnika.

Podpiranje (support concept (bearing system), Lagerung) je zasnova podpiranja prekladne konstrukcije z ležišči in drugimi konstruktivnimi elementi, ki omogočajo prenos sil ter omogočajo ustrezne pomike in zasuke v izbranih smereh.

Gradbenotehnična kontrola (revizija) (external construction supervision, Bautechnische Prüfung) je postopek zunanje neodvisne kontrole (revizije) statičnih izračunov ležiščnih konstrukcij, ki niso predmet te tehnične specifikacije ali pa konstrukcijskih elementov, ki se neposredno navezujejo (priključujejo) na ležišča.

Elastično (plavajoče) podpiranje (elastic support system (swimming support), Schwimmende Lagerung) je podpiranje prekladne konstrukcije z armirano elastomernimi (deformabilnimi) ležišči.

Fiksna točka (fixed point, Festpunkt) konstrukcije je točka s teoretičnim ničelnim pomikom v vzdolžni smeri konstrukcije. Iz te točke se računajo pomiki proti krajnim podporam zaradi spremembe temperature, krčenja, lezenja, prednapenjanja in spremembe vlage. Ti pomiki so proporcionalni z dolžino raztezanja od fiksne točke. Fiksna točka je točno znana, v kolikor je fiksirana na krajnem oporniku, sicer lokacija fiksne točke in dolžina raztezanja ni točno znana in je odvisna od faze oziroma načina gradnje. Relevantna razdalja pomikov za določanje pomikov ležišč je odvisna od faze gradnje po vgradnji ležišč.

Elastomerno (deformabilno) ležišče (Elastomeric (deformable) bearing, Elastomerlager (Verformungslager)) je ležišče, ki je izdelano iz elastomerja in armirano z vgrajenimi jeklenimi ploščami. Jeklene plošče so povezane z elastomerjem s postopkom vulkanizacije. Pomiki in zasuki ležišča so omogočeni z deformacijo ležišča. Vertikalna deformacija je majhna, jo je pa treba preveriti v primeru, če se smatra, da je njen vpliv pomemben (npr. pri uporabi deformabilnih ležišč v kombinaciji s pridrževalno konstrukcijo, pri zamenjavi posameznih deformabilnih ležišč v isti osi podpiranja na posamezni podpori). Elastomerno ležišče poleg vertikalne sile prenaša tudi sile v horizontalni ravnini.

Elastomerno (deformabilno) ležišče s preprečenim pomikom v eni osi (Elastomeric bearing with restraints for one axis, Elastomerlager mit Festhaltekonstruktion (FK) für eine Achse) je elastomerno ležišče z dodatno pridrževalno konstrukcijo, ki preprečuje pomik v eni osi (običajno v prečni smeri glede na vzdolžno os objekta). Ležišče poleg vertikalne sile prenaša tudi sile v horizontalni ravnini.

Elastomerno dršno ležišče v eni osi in s preprečenim pomikom v drugi osi (Elastomeric bearing with unidirectional movable sliding part and restraints for the other axis, Elastomerlager mit einachsig beweglichem Gleiteil und Festhaltekonstruktion für andere achse) je elastomerno ležišče z dodatno konstrukcijo, ki omogoča pomike v izbrani osi z drsenjem preko elastomernega ležišča poleg njegove

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

deformacije ter dodatno pridrževalno konstrukcijo za preprečevanje pomikov v drugi osi. Ležišče poleg vertikalne sile prenaša tudi horizontalno silo v osi pravokotno na smer drsenja.

Elastomerno ležišče z vsestransko pomičnim drsnim delom (Elastomeric bearing with multidirectional movable sliding part, Elastomerlager mit zweiachsig beweglichem Gleitteil) je elastomerno ležišče z dodatno konstrukcijo, ki omogoča vsestranske pomike z drsenjem preko elastomernega ležišča poleg njegove deformacije. Ležišče prenaša samo vertikalno silo.

Elastomerno drsno ležišče v eni osi (Elastomeric bearing with unidirectional movable sliding part, Elastomerlager mit einachsig beweglichem Gleitteil) je elastomerno ležišče z dodatno konstrukcijo, ki omogoča pomik v eni osi z drsenjem preko elastomernega ležišča poleg njegove deformacije, v drugi osi je pomik omogočen z deformacijo ležišča. Ležišče poleg vertikalne sile prenaša tudi horizontalno silo v smeri, ki je pravokotna na smer drsenja.

Elastomerno ležišče s preprečenimi pomiki v obeh oseh (Elastomeric bearing with securing device for two axes, Elastomerlager mit Festhaltekonstruktion für zwei Achsen) je deformabilno ležišče s preprečenimi pomiki v obeh oseh horizontalne ravnine s pomočjo pridrževalne konstrukcije. Ležišče poleg vertikalne sile prenaša tudi horizontalne sile v obeh smereh horizontalne ravnine.

Elastomerno ležišče s preprečenimi pomiki v obeh oseh ter pomičnim drsnim delom v eni osi (Elastomeric bearing with unidirectional movable sliding part and restraints for two axes, Elastomerlager mit einachsig beweglichem Gleitteil und Festhaltkonstruktion für zwei Achsen) je elastomerno ležišče s pridrževalno konstrukcijo, ki preprečuje pomike v obeh smereh in dodatno konstrukcijo, ki omogoča pomik v eni osi z drsenjem preko elastomernega ležišča. Ležišče poleg vertikalne sile prenaša tudi horizontalno silo v osi, ki je pravokotna na smer drsenja.

Elastomerno ležišče s preprečenimi pomiki v obeh oseh ter vsestransko pomičnim drsnim delom (Elastomeric bearing with multidirectional movable sliding part and restraints for two axes, Elastomerlager mit zweiachsig beweglichem Gleitteil und Festhaltkonstruktion für zwei Achsen) je elastomerno ležišče s pridrževalno konstrukcijo, ki preprečuje pomike v obeh smereh in dodatno konstrukcijo, ki omogoča vsestranski pomik z drsenjem preko elastomernega ležišča. Ležišče prenaša samo vertikalno silo.

Lončno ležišče (pot bearing, Topflager) je zasučno ležišče, sestavljeno iz elastomerne blazine, ki je zaprta v jekleni lonec (cilinder) s pomočjo tesno prilegajoče se batnice in notranjega tesnila. Prenaša vertikalno in horizontalne sile. Pomiki v horizontalni ravnini so onemogočeni, vertikalni pomik zaradi deformacije elastomerne blazine je majhen. Zasuka okoli obeh osi horizontalne ravnine sta omogočena z deformacijo, zasuk okoli vertikalne osi pa z drsenjem in deformacijo.

Drsno lončno ležišče (sliding pot bearing, Topfgleitlager) je lončno ležišče, kombinirano z dodatno drsno konstrukcijo, ki omogoča pomike v eni smeri ali pa v vseh smereh. Ležišče v smeri drsenja ne prenaša horizontalnih sil.

Lonec (pot, Topf) je spodnji del lončnega ležišča z mehansko izdelano poglobitvijo (cilinder), v katero se vstavi elastomerna blazina z notranjim tesnilom. Nad elastomerno blazino je vstavljena batnica.

Batnica (piston, Deckel) je zgornji del lončnega ležišča, ki leži na elastomerni blazini v odprtini lonca (cilindra) in jo zapira z zgornje strani.

Elastomerna blazina (elastomeric pad, Elastomerkissen) je element lončnega ležišča, ki omogoča zasuk ležišča.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Notranje tesnilo (internal seal, Innendichtung) je element ležišča, ki preprečuje iztiskanje elastomerne blazine skozi ozko špranjo med loncem in batnico, kadar je ležišče tlačno obremenjeno.

Zunanje tesnilo (external seal, Außendichtung) je element ali material, ki preprečuje dostop vlage, prahu ali druge umazanije v špranjo med loncem in batnico.

Mazivo (lubricant, Schmierstoff) je posebna maščoba, ki se uporablja za zmanjšanje trenja med elastomerno blazino in kontaktnimi površinami lonca ter batnice kakor tudi za zmanjšanje rotacijske togosti lončnega ležišča.

Akumulirana drsna pot (accumulated slide path, Akkumulierter Gleitweg) je vsota relativnih pomikov med notranjim tesnilom in steno lonca zaradi sprememb rotacije (nagiba) ležišča.

Jekleno linijsko nagibno ležišče (line rocker, Linienkipplager) je ležišče, sestavljeno iz elementa z delno cilindrično površino, ki se kotali (nagiba) po ravni jekleni površini. Obe plošči sta medsebojno povezani s posebej oblikovanimi strižnimi mozniki, ki omogočajo prenos horizontalnih sil. Omogoča zasuke z nagibanjem okoli vzdolžne osi elementa ležišča z delno cilindrično površino. Ležišče ne omogoča pomikov v horizontalni ravnini in skoraj nobenih pomikov v vertikalni smeri. Ležišče omogoča prenos vertikalne sile ter horizontalnih sil v obeh oseh horizontalne ravnine ter upogibni moment v osi, ki je pravokotna na vzdolžno os elementa s cilindrično površino.

Drsno jekleno linijsko ležišče (sliding line rocker, Linienkippleitlager) je jekleno linijsko ležišče, kombinirano z dodatno drsno konstrukcijo, ki omogoča pomike z drsenjem v eni smeri ali pa v vseh smereh. Poleg vertikalne sile in upogibnega momenta okoli osi, ki je pravokotna na vzdolžno os elementa s cilindrično površino prenaša tudi horizontalno silo v smeri, ki ima onemogočen pomik.

Strižni moznik (shear dowel, Scherdübel) je posebej izoblikovan jekleni element, ki je vstavljen v posebej oblikovane izvrtine obeh elementov linijskega nagibnega ležišča. Moznik oba elementa povezuje in omogoča prenos horizontalnih sil.

Valjčno ležišče (roller bearing, Rollenlager) je ležišče, sestavljeno iz zgornje in spodnje jeklene plošče, med katerima je vstavljen eden ali več valjev. Ležišče omogoča vzdolžne pomike s kotaljenjem, v prečni smeri pomiki niso možni. Praktično nobenega pomika ni v vertikalni smeri. Ležišče omogoča zasuk okoli vzdolžne osi valja z nagibanjem valja, v prečni smeri pa zasuk ni možen. Ležišče prenaša poleg vertikalne sile tudi prečno horizontalno silo ter upogibni moment okoli osi, ki je v horizontalni ravnini pravokotna na os valja.

Več valjčno ležišče (multiple roller bearing, Mehrrollenlager) je ležišče, sestavljeno iz več valjev.

Valj (roller, Rolle) je natančno mehansko obdelan element valjčnega ležišča s krožno cilindričnimi površinami ali delno vertikalno posnetimi deli valja pravokotno na vzdolžno os valja.

Ležiščna plošča (roller plate, Lagerplatte) je natančno mehansko obdelana ravna plošča, po kateri se premika valj in preko katere se prenašajo sile na valj oziroma z valja.

Nosilna plošča (supporting plate, Unterlagsplatte) je vmesna plošča med ležiščno ploščo valjčnega ležišča in konstrukcijo.

Nagibni element (rotation element, Kippteil) je dodatni element pri več-valjčnih ležiščih z namenom enakomernega prenosa vertikalne sile na valje.

Valjčno ležišče s pomičnim delom v prečni smeri (Single roller bearing with sliding part movable in the other direction, Einfaches Rollenlager mit Gleitteil für die andere

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Richtung) je ležišče, ki omogoča poleg vzdolžnih pomikov s kotaljenjem tudi pomike v prečni smeri z drsenjem. Ležišče omogoča zasuk okoli vzdolžne osi valja z nagibanjem valja, v prečni smeri pa zasuk ni možen. Ležišče prenaša poleg vertikalne sile tudi upogibni moment okoli osi, ki je v horizontalni ravnini pravokotna na os valja.

Sferno ležišče (spherical bearing, Kallottenlager) je ležišče, sestavljeno iz nosilne plošče s konveksno sferno površino (rotacijski element) in nosilno ploščo s konkavno sferno površino. Med njiju je vgrajena drsna plošča iz posebno odpornega gladkega materiala s posebej obdelano kontaktno površino, ki tvori ukrivljeno drsno površino.

Fiksno sferno ležišče (spherical bearing, Kalottenlager) je fiksno ležišče, pri katerem se horizontalne sile prenašajo preko sfernega dela (kalote) na spodnji del sfernega ležišča. Ležišče ne omogoča pomikov v horizontalni ravnini, vertikalni pomik je zelo majhen oziroma zanemarljiv. Omogoča zasuke okoli vseh treh osi z drsenjem. Poleg vertikalne sile prenaša tudi horizontalne sile.

Fiksno sferno ležišče (fixed spherical bearing (Spherical bearing with restrained structure beyond the rotating part), Fixkalottenlager (Kalottenlager mit Festhaltungskonstruktion außerhalb der Kalotte)) je tudi ležišče, ki pri katerem se horizontalne sile prenašajo preko posebej oblikovane pridrževalne konstrukcije na spodnji del sfernega ležišča. Na zgornji površini nosilnega dela kalote ima vgrajen drsni disk iz posebnega materiala, ki z drsno pločevino na spodnji površini nosilne plošče pridrževalne konstrukcije omogoča majhne bočne pomike pridrževalne konstrukcije. Zaradi tega je kalota praktično neobremenjena s horizontalno silo. Ležišče ne omogoča pomikov v horizontalni ravnini, vertikalni pomik je zelo majhen oziroma zanemarljiv. Omogoča zasuke okoli vseh treh osi z drsenjem. Poleg vertikalne sile prenaša tudi horizontalne sile.

Enostransko pomično sferno ležišče s centralnim ali bočnim vodenjem (spherical bearing with unidirectional movable sliding part with internal or external guidance, Kalottenlager mit einachsig beweglichem Gleitteil innere oder äußere Führung) je ležišče, ki je nadgrajeno z drsno ploščo s pritrjeno drsno pločevino iz nerjavnega jekla, na zgornjem delu kalotnega dela ležišča pa je vgrajen disk iz posebnega drsnega materiala, ki omogoča drsenje drsne plošče preko nosilne kalotne plošče ležišča. V sredini zgornjega dela ima lahko vgrajeno centralno vodila ali pa bočna vodila na drsni plošči. Ležišče omogoča pomik smeri vodila oziroma vodil. Ležišče omogoča pomik v smeri vodila z drsenjem, v smeri pravokotno na vodilo je pomik onemogočen. Zasuki okoli vseh treh osi so omogočeni z drsenjem. Ležišče poleg vertikalne sile prenaša tudi horizontalno silo v pravokotni smeri na vzdolžno lego vodila.

Vsestransko pomično sferno ležišče (spherical bearing with multidirectional movable sliding part, Kalottenlager mit zweiachsig beweglichem Gleitteil) je ležišče, ki je nadgrajeno z drsno ploščo s pritrjeno drsno pločevino iz nerjavnega jekla, na zgornjem delu kalotnega dela ležišča pa je vgrajen disk iz posebnega drsnega materiala, ki omogoča drsenje drsne plošče preko nosilne kalotne plošče ležišča. Ležišče omogoča pomike v vseh smereh z drsenjem. Zasuki okoli vseh treh osi so omogočeni z drsenjem. Ležišče prenaša samo vertikalno silo.

Nosilna (podporna) plošča ležišča (backing plate, Trägerplatte) je jekleni element, v oziroma na katerega je vgrajen oziroma pritrjen drsni element (drsni disk iz drsnega materiala).

Vodilo (guide, Führung) je drsni element, ki preprečuje drsnemu ležišču pomik v eni smeri. Možna je izvedba ležišča s centralnim vodilom ali pa z bočnima vodiloma.

Kontaktna površina (mating surface, Gegenfläche) je trda gladka kovinska površina, ki je v kontaktu z drsnim materialom in omogoča drsenje drsnega dela ležišča.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Teflon (PTFE) (polytetrafluorethylen (PTFE), Polytetrafluorethylen (PTFE)) je termoplastični material, ki se uporablja pri izdelavi drsnih diskov zaradi majhnega koeficienta trenja.

Drsni materiali (sliding materials, Gleitwerkstoffe) so materiali drsnih diskov, ki tvorijo drsne površine.

Fiksno cilindrično ležišče (fixed cylindrical bearing, Allseits festes Zylinderlager) je cilindrično ležišče, sestavljeno iz nosilne plošče s konveksno cilindrično površino (rotacijski element) in nosilno plošče s konkavno cilindrično površino. Med oba nosilna elementa ležišča sta vgrajena drsna materiala, ki omogočata drsno površino okoli vzdolžne osi ležišča. Ležišče ne omogoča pomikov v horizontalni ravnini, vertikalni pomik je praktično zanemarljiv. Ležišče omogoča zasuk okoli vzdolžne osi ležišča z drsenjem, v ostalih dveh smereh zasuki niso omogočeni. Ležišče prenaša poleg vertikalne sile tudi horizontalne sile ter upogibni moment okoli osi pravokotno na vzdolžno os ležišča.

Vodeno cilindrično ležišče v prečni smeri (guided cylindrical bearing movable in transverse direction, Zylindrischer Lager mit Gleitteil für die Querrichtung) je cilindrično ležišče, nadgrajeno z drsno ploščo s pritrjeno drsno pločevino iz nerjavnega jekla, na zgornjem delu rotacijskega dela ležišča pa je vgrajen disk iz posebnega drsnega materiala, kar omogoča drsenje drsne plošče preko cilindričnega ležišča. V smeri vzdolžne osi ležišča je vgrajeno vodilo, ki omogoča pomike v prečni smeri objekta (v smeri vzdolžne osi ležišča). Ležišče omogoča pomike v prečni smeri z drsenjem, v vzdolžni smeri objekta pa pomiki niso omogočeni. Ležišče omogoča zasuk okoli vzdolžne osi ležišča z drsenjem, v ostalih dveh smereh zasuki niso omogočeni. Ležišče prenaša poleg vertikalne sile tudi horizontalno silo ter upogibni moment okoli osi pravokotno na vzdolžno os ležišča.

Vodeno cilindrično ležišče v vzdolžni smeri (guided cylindrical bearing movable in longitudinal direction, Zylindrischer Lager mit Gleitteil für die Längsrichtung) je cilindrično ležišče, nadgrajeno z drsno ploščo s pritrjeno drsno pločevino iz nerjavnega jekla, na zgornjem delu rotacijskega dela ležišča pa je vgrajen disk iz posebnega drsnega materiala, kar omogoča drsenje drsne plošče preko cilindričnega ležišča. V prečni smeri na vzdolžno os ležišča je vgrajeno vodilo, ki omogoča pomike v prečni smeri ležišča (v vzdolžni smeri objekta). Ležišče omogoča pomike v vzdolžni smeri z drsenjem, v prečni smeri objekta pa pomiki niso omogočeni. Ležišče omogoča zasuk okoli vzdolžne osi ležišča z drsenjem, v ostalih dveh smereh zasuki niso omogočeni. Ležišče prenaša poleg vertikalne sile tudi horizontalno silo pravokotno na vzdolžno os ležišča (v smeri vzdolžne osi objekta) ter upogibni moment okoli osi pravokotno na vzdolžno os ležišča.

Vsestransko pomično cilindrično ležišče (free cylindrical bearing with multidirectional movable sliding part, Allseits bewegliches zylindrischer Gleitlager) je cilindrično ležišče, nadgrajeno z drsno ploščo s pritrjeno drsno pločevino iz nerjavnega jekla, na zgornjem delu rotacijskega dela ležišča pa je vgrajen disk iz posebnega drsnega materiala, kar omogoča drsenje drsne plošče preko cilindričnega ležišča. Ležišče omogoča pomike v horizontalni ravnini z drsenjem. Ležišče omogoča zasuk okoli vzdolžne in vertikalne osi ležišča z drsenjem. Ležišče prenaša poleg vertikalne sile tudi upogibni moment okoli osi pravokotno na vzdolžno os ležišča.

Tir na togi podlagi (solid track, Feste Fahrbahn) je konstrukcija zgornjega ustroja tira brez gramozne grede. Tirnice so pritrjene na montažne betonske elemente ali na trdne asfaltne nosilne plasti z visoko strižno odpornostjo. Betonski montažni elementi so običajno položeni na armirani podložni beton, ki je položen preko asfaltne prevleke.

Zračnost, špranja (clearance, Lagerspiel) je razmik med posameznimi sestavnimi deli ležišč (npr. lonca in batnice pri lončnih ležiščih, med bočno površino drsne plošče in vodila,

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

itd...). Prisotna je zaradi izvedbenih toleranc posameznih sestavnih delov ležišča kakor tudi predpisanih maksimalnih razmikov med posameznimi deli ležišča.

Cilinder z zaklepnim obročem (hydraulic cylinder with locking rings, Zylinder mit Feststellring (Stellringpresse)) je hidravlična dvigalka za dvigovanje konstrukcij z mehanskim zaklepnim obročem, ki mehansko podpira breme na predvideni višini in zato ni nevarnosti padca v primeru odpovedi hidravlike.

Vzdolžno sklopno ležišče za prenos vzdolžnih sil (sklopka za prenos vzdolžnih sil) (Longitudinal force couplings, Längskraftkopplung) je natezno tlačni vezni element med dvema zavornima enotama, ki prenaša vzdolžno horizontalno silo, upogibni moment v prečni smeri, ne prenaša pa upogibnih momentov zaradi vertikalnih vplivov. Praviloma je sestavljena iz vzdolžno ležečega elastomernega ležišča, ki je prednapet s kabli brez povezave. Z vzdolžnimi sklopnimi ležišči je mogoče skupino posameznih zavornih enot povezati v enotno konstrukcijo za prenos vzdolžne sile. Vzdolžne sklopke se vgrajujejo v dilatacijske stike med pomičnima deloma prekladne konstrukcije, ki sta pomično podprta.

3 Podpiranje prekladne konstrukcije

3.1 Splošno

Podpiranje prekladne konstrukcije premostitvenega objekta mora biti z izbiro, izvedbo in razporeditvijo ležišč zasnovano tako, da omogoča varen in zanesljiv prenos vertikalnih in horizontalnih sil s prekladne konstrukcije v podporno konstrukcijo ob ustreznih premikih in zasukih ležišč v izbranih točkah podpiranja. Izbrana ležišča morajo zagotavljati pomike in zasuke, ki so določeni s statično in dinamično analizo celotne konstrukcije. Pri tem morajo biti ležišča zasnovana in vgrajena tako, da zaradi vzdolžnih in prečnih pomikov ter zasukov kot posledica deformacij nosilne konstrukcije ne pride do vsiljenih sil oziroma so le-te čim manjše. Zmanjšanje škodljivih vplivov vsiljenih napetosti je možno doseči z izbiro ustreznih ležišč in z njihovo razporeditvijo.

Zasnova podpiranja brez vsiljenih sil sicer praktično ni izvedljiva. Zaradi preprečenih pomikov oziroma zasukov se vedno pojavijo vsiljene sile (npr. sile trenja, povratne sile in momenti), ki se smatrajo za nekritične in so pokrite z varnostnimi faktorji. Potrebno pa je preveriti vplive, ki jih povzroča trenje pri pomičnih ležiščih.

Praviloma je nosilna konstrukcija fiksno podprta vsaj v eni točki, razen če temu ne nasprotujejo nujni tehnični pogoji.

Ležišča v eni osi podpiranja morajo biti medsebojno združljiva glede deformacij in povratnih sil. Na eni osi podpiranja iste podpore se načeloma lahko uporabijo samo ležišča istega tipa. Na podpori morajo v isti osi podpiranja imeti vsa ležišča enako vertikalno togost oziroma je potrebno preprečiti uporabo ležišč z različnimi togostmi. V primeru uporabe ležišč z različnimi togostmi lahko pride do prerazporeditve sil med ležišči v osi podpiranja oziroma podpore. Do prerazporeditve sil lahko pride tudi v primeru ležišč enake vertikalne togosti, če so ležišča postavljena preblizu eden zraven drugega.

Elastomerna ležišča v eni osi podpiranja naj imajo čim bolj podobne krivulje togosti. Na podpori z več elastomernimi ležišči v osi podpiranja je treba upoštevati vertikalno deformacijo ležišč, kadar se razmerja med naležno površino in neto debeline elastomerja razlikujejo za več kot 15 % (po SIST EN 1337-3: 2005, točka 5.3.3.7).

Tehnično gledano je možno odstopanje od tega načela le v izjemnih primerih, in sicer kadar so vertikalne togosti in deformacije različnih tipov ležišč poznane, preverjene in upoštevane v statičnem računu. Vsa deformabilna ležišča, ki bodo vgrajena v tak mešani sistem podpiranja, morajo biti predhodno preizkušena na vertikalno deformacijo in togost z

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

ustreznimi preiskavami v skladu s SIST EN 1337-3. Rezultati preiskav morajo biti ustrezno dokumentirani in predani naročniku in projektantu, ki bo na osnovi dejanskih podatkov lahko izvedel ponovno preverjanje podpiranja z dejanskimi vrednostmi togosti, v kolikor bo na osnovi dobljenih rezultatov preiskav presodil, da je to potrebno.

Na isti podpori je sicer možno kombinirati ležišča izbranega tipa samo z vodenim ali pridrževalnim ležiščem, ki ne prenaša vertikalnih sil (ležišča po SIST EN 1337-8).

V kolikor je nad vmesno podporo predvidena dilatacija, morajo imeti vsa ležišča v vsaki osi podpiranja tako vertikalno togost, da je preprečen vertikalni zamik preko dilatacije oziroma je le ta minimalen.

Pri zasnovi podpiranja je potrebno stremeti k vgradnji čim manjšega števila ležišč tako kumulativno kot tudi v posamezni osi.

V isti osi podpiranja naj bo izbrano čim manjše število ležišč, kar je odvisno od:

- širine prekladne konstrukcije,
- tlorisne konfiguracije prekladne konstrukcije,
- izbrane vrste konstrukcijske zasnove prekladne konstrukcije,
- upogibne in torzijske togosti prekladne konstrukcije,
- upogibne in torzijske togosti prečnih nosilcev v osi podpiranja,
- upogibne togosti prekladne konstrukcije v njeni horizontalni ravnini,
- togosti podporne konstrukcije,
- geomehanskih pogojev na lokaciji izbrane podpore.

Po možnosti naj se za prenos vertikalnih sil predvidi od enega do dva ležišča na vmesnih podporah ter dveh ležišč na krajnih podporah. V teh primerih je sistem podpiranja prečnega nosilca statično določen. V kolikor to ni mogoče, je potrebno predvideti večje število ležišč pod prečnim nosilcem. S tem postane podpiranje prečnega nosilca statično nedoločeno in določanje maksimalnih in minimalnih sil v podpornih točkah za dimenzioniranje ležišč manj zanesljivo. Zaradi tako nezanesljivo določenih podpornih sil lahko v posameznih ležiščih nastopijo povečane tlačne sile ali celo natezne sile, kar lahko vodi v tlačno preobremenitev ležišč(a) ali pa v dviganje ležišč(a). To lahko še posebej pride do izraza pri naknadni vgradnji ležišč ali pri zamenjavi ležišč.

Potrebno se je izogibati ležiščem, ki so obremenjena z natezno oziroma natezno/tlačno silo. Te nastopijo pri objektih z zelo poševnimi podporami ali kadar pri kontinuiranih konstrukcijah dolgemu razponu sledi kratek razpon. Da bi se izognili nateznim (dvižnim) silam pri kontinuiranih konstrukcijah je pri zasnovi konstrukcije potrebno paziti na to, da je razpetina krajnega polja med 0,65 in 0,75 razpetine sosednjega polja ter da kót križanja osi podpore z vzdolžno osjo objekta čim manj odstopa od pravega kota. Izjemoma, v kolikor se ležiščem, obremenjenim z natezno silo oziroma natezno/tlačno silo, ni mogoče izogniti, je potrebno za uporabo takih ležišč na konkretnem objektu pridobiti soglasje investitorja oziroma njegovega ustrezno usposobljenega predstavnika.

V splošnem morajo biti vsa ležišča zasnovana in konstruirana tako, da se jih lahko zamenja med prometom preko konstrukcije.

Pri objektih z vzdolžno ločeno prekladno konstrukcijo in s pokritim vzdolžnim stikom morajo biti ležišča razporejena tako, da so možni pomiki v vzdolžnem stiku čim manjši.

Praviloma morajo biti ležišča vgrajena horizontalno. Dopustna je tudi vgradnja ležišč v vzdolžnem ali prečnem naklonu. Tako se pri objektih v vzdolžnem padcu lahko ležišča

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

vgradijo v enakem vzdolžnem naklonu ob dilatacijah, kadar bi zaradi vzdolžnih pomikov pri horizontalno vgrajenem ležišču prišlo do znatnega vertikalnega zamika vzdolž dilatacije (slika 3.30).

3.2 Zasnova podpiranja

Na zasnovo podpiranja premostitvenih objektov in posledično na izbiro tipov in vrste ležišč vpliva več faktorjev. Glavna sta vsekakor geometrija objekta in prevladujoča prometna obtežba preko objekta. Poleg dolžine in širine objekta, števila polj in razmerja med razpetinami posameznih polj ter višine podpor ima vpliv na izbiro podpiranja in izbiro samih ležišč tudi tlorisna oblika prekladne konstrukcije (raven objekt, objekt v krivini, prekladna konstrukcija v kombinaciji ravnih odsekov in odsekov v krivini), vzdolžni sklon nivelete objekta ter poševnost podpor glede na vzdolžno os objekta.

Poleg osnovne geometrije objekta vplivajo na izbiro sistema podpiranja in na izbiro ležišč tudi:

- namen premostitvenega objekta glede na prevladujočo prometno obtežbo (cestni, železniški ali kolesarski promet, objekt za pešce, objekt za kombinirani promet (cesta in tramvaj, cesta in železnica)),
- izbira glavnega materiala prekladne in podporne konstrukcije (beton, prednapeti beton, jeklo, sovprežna konstrukcija, les),
- izbor konstrukcijskega sistema prekladne konstrukcije (polna plošča, predalčje, škatla, rešetka, ločna konstrukcija),
- izbira načina gradnje (masivna gradnja, montažna gradnja, narivanje, prostokonzolna gradnja),
- geomehanski, hidrološki in seizmološki pogoji na lokaciji premostitvenega objekta.

V primeru podpiranja premostitvenih objektov za kombinirani promet je potrebno zasnovo podpiranja in izbire ležišč podrediti strožjim zahtevam za objekte glede na vrsto prometne obtežbe. Tako je potrebno za izbiro podpiranja in ležišč upoštevati zahteve v naslednjem vrstnem redu: železniški promet, cestni promet ter pešci in kolesarji.

Zasnova podpiranja vpliva na funkcionalnost, trajnost in vzdrževanje ter posledično na ekonomičnost premostitvenega objekta. Pri tem je potrebno stremeti k izbiri čim več togih povezav med prekladno in podporno konstrukcijo, s čimer se zmanjša število ležišč.

Izbira ležišč naj bo takšna, da bo čim manj raznovrstnih tipov ležišč, čim več ležišč naj se združuje na podobno vertikalno in horizontalno silo oziroma pomike. Z zaokroževanjem ležišč na enake sile in pomike se zmanjšajo stroški proizvodnje ležišč.

Glede na zasnovo prekladne in podporne konstrukcije je mogoče izbirati različne sheme podpiranja z več vrstami enega tipa ležišča ali izjemoma z več vrstami različnih tipov ležišč ob upoštevanju pogoja podpiranja v isti osi podpiranja podpore.

V kolikor je upogibna togost prekladne konstrukcije v horizontalni ravnini zelo velika, se lahko horizontalne sile prenašajo le na krajne opornike. To velja tako za objekte s pravokotnimi ali poševnimi podporami kakor tudi za objekte v krivini.

Pri novih objektih se za prenos vertikalnih sil uporabljajo le točkovno zasučna ležišča, kot so elastomerna, lončna in sferna ležišča. Ostalih tipov ležišč (valjčna, linijska, cilindrična) se ne uporablja, razen v primeru obnavljanja starih objektov, kadar bi ob zamenjavi le-teh s sodobnimi točkovno zasučnimi ležišči zaradi njihovih geometrijskih lastnosti prišlo do prerazporeditve obremenitev oziroma dodatnih obremenitev prekladne konstrukcije in bi bile

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

zato potrebne znatne ojačitve na obstoječi konstrukciji. To je še posebej problematično pri konstrukcijah s šibko togostjo prečnikov in/ali šibko torzijsko togostjo vzdolžnih nosilcev.

Prenos horizontalnih sil preko valjev ali vertikalno obremenjenih drsnih površin brez vodil ni dovoljeno.

Ležišča, ki se lahko nagibajo samo okoli ene osi, npr. valjna ležišča, se lahko uporabljajo le v primeru če je dokazano, da ne pride do škodljivega nagibanja okoli drugih osi, ker se lahko prekorači vrednost Hertz-ovega pritiska.

Jeklena točkovna nagibna ležišča se lahko kombinirajo z drsnimi površinami samo v primeru, kadar se lahko izključi trajna ekscentričnost.

Praviloma se fiksna ležišča predvidijo tam, kjer se pojavljajo velike tlačne sile (npr. v predelu topih vogalov premostitvenih objektov s poševnimi podporami – slika 3.11, na zunanjih podporah pri premostitvenih objektih v krivini – slika 3.15), ker je zaradi večjih tlačnih sil lažji prenos horizontalnih sil. V tem primeru je položaj rezultante sil bližje središču ležišča.

Položaj fiksnega ležišča oziroma skupine fiksnih ležišč tudi določa fiksno točko konstrukcije, od katere se meri dolžina raztezanja. Izbira fiksne točke tako vpliva na velikost pomičnih ležišč kakor tudi na izbiro vrste in velikosti dilatacij.

Pri premostitvenih objektih s poševnimi podporami so ležišča usmerjena v smeri vzdolžne osi objekta.

Na podporah zasnovanih kot togi disk ali škatlasti steber je pri izbiri enega ali več vodenih ležišč v kombinaciji s fiksnim ležiščem za prenos vzdolžnih horizontalnih sil (slika 3.18) potrebno zagotoviti enakomeren prenos sil med vsemi ležišči in izključiti vpliv neugodne razporeditve špranj med posameznimi pomičnimi deli ležišč na stanje in varnost ležišč oziroma priključnih delov konstrukcije. Zaradi tega mora biti zračnost stikov v vodilih tako izbrana (in izvedena), da tudi v najbolj neugodnem stanju ne pride do poškodb ležišč in priključnih delov objekta ali opreme (npr. dilatacije, površino hodnika, kabelskih kanalov).

Možno je ločiti prenos horizontalnih in vertikalnih sil. To se lahko uredi s kombinacijo vodenih in pridrževalnih ležišč za prenos horizontalnih sil z vsestransko pomičnimi ležišči za prenos vertikalnih sil (sliki 3.5 in 3.8).

Pri razporeditvi več fiksnih ležišč naj bodo ležišča postavljena tako, da je porazdelitev horizontalnih sil na ta ležišča takšna, da je vsakič možno pod prometom zamenjati eno fiksno ležišče brez dodatne pomožne konstrukcije za prevzem horizontalnih sil.

V prilogi 1 je prikazanih nekaj najpogostejših shem podpiranja prekladne konstrukcije z enim, dvema ali več ležišči na eni podpori pri različnih geometrijah tlorisne oblike prekladne konstrukcije in podpor. Shem sistemov podpiranja je sicer veliko v odvisnosti od konstrukcijske zasnove objekta, njihove zasnove pa so prikazane v ustrezni strokovni literaturi.

Na sliki 3.1 so prikazani simboli tipov ležišč, ki se uporabljajo za grafično predstavitev ležišč v shemah podpiranja v tej tehnični specifikaciji. Simbol zasučnega ležišča lahko predstavlja lončno ali sferno ležišče. V projektni dokumentaciji podpiranja morajo biti uporabljeni simboli ležišč v skladu z zadnjo izdajo standarda SIST EN 1337-1.

Podpiranje prekladne konstrukcije skoraj brez oziroma s čim manjšimi vsiljenimi vplivi je možno doseči s konceptom elastičnega podpiranja, to je podpiranje z uporabo deformabilnih ležišč.

Osnovna shema elastičnega podpiranja premostitvenega objekta preko enega polja je prikazana na sliki 3.2. Takšno podpiranje je enostavno in center pomikov oziroma fiksna

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

točka je v sredini objekta. Problemi pri takem načinu podpiranja lahko nastopijo, če ležišča niso pravilno vgrajena in/ali če pride do nagibanja krajnih opornikov.

Boljša zasnova podpiranja je prikazana na sliki 3.3. Pri tej zasnovi elastičnega podpiranja enega polja je na enem krajnem oporniku v eni vzdolžni osi objekta vgrajeno elastomerno ležišče s preprečenimi pomiki v horizontalni ravnini, na drugem krajnem oporniku v isti vzdolžni osi objekta pa je armirano elastomerno ležišče s preprečenimi pomiki v prečni smeri. Na drugi vzdolžni osi oziroma na preostalih vzdolžnih oseh pa so vgrajena vsestransko pomična armirano elastomerna ležišča. Fiksna točka je locirana na lokaciji fiksnega ležišča, iz katere se računa dolžina raztezanja objekta.

Osnovno elastično podpiranje enega polja je možno izvesti tudi v kombinaciji elastomernih ležišč z vodenim in pridrževalnim ležiščem, ki sta locirani v osi prekladne konstrukcije (slika 3.5). Pridrževalno ležišče je tudi fiksna točka konstrukcije, iz katere se meri dolžina raztezanja objekta.

Pri objektu preko dveh ali več polj se lahko izvede elastično podpiranje prekladne konstrukcije s fiksnim ležiščem na enem krajnem oporniku in vzdolžno pomičnimi ležišči v isti vzdolžni osi, na drugi vzdolžni osi pa so vsa ležišča vsestransko pomična. V primeru, kadar so vmesne podpore dovolj toge za prenos horizontalnih sil, se lahko fiksna točka izbere na eni vmesni podpori. Primer takega podpiranja objekta preko dveh polj je prikazan na sliki 3.6. Fiksno elastomerno ležišče je tudi fiksna točka prekladne konstrukcije.

Pri premostitvenih objektih s poševnimi podporami preko enega ali več polj se tudi lahko izvede elastično podpiranje s fiksnim deformabilnim ležiščem na enem krajnem oporniku in ležiščem s preprečenimi pomiki v prečni smeri na isti vzdolžni osi na drugem krajnem oporniku oziroma preostalimi vmesnimi podporami, na drugi vzdolžni osi so na vseh podporah uporabljena vsestransko deformabilna ležišča (slika 3.9). Pri poševnih premostitvenih objektih je v vzdolžni osi s fiksnim ležiščem možno uporabiti tudi jeklena točkovna zasučna ležišča, v katerega ohišje je vstavljeno okroglo elastomerno ležišče enake togosti kot je sosednje okroglo elastomerno ležišče na isti podpori (slika 3.10). V tem primeru se horizontalna sila prenaša z batnice direktno na ohišje spodnjega dela jeklenega ohišja ležišča. V isti vzdolžni osi kot fiksno ležišče je vgrajeno vzdolžno vodeno drsno ležišče, pri katerem so pomiki in zasuki nepovezani. Pomanjkljivost tako izvedenih jeklenih točkovnih zasučnih ležišč je, da ni možno opazovati stanja elastomernega ležišča tekom eksploatacije (npr. pojav napak zaradi slabo izvedene vulkanizacije). Temu se je možno izogniti s predhodno obremenitvijo ležišča, kjer se pri preiskavi pokažejo tudi hujše napake vulkanizacije.

Meja elastičnega podpiranja je odvisna od pomikov v vzdolžni smeri ter od dovoljenih deformacij deformabilnih ležišč.

Podpiranje se lahko namesto z deformabilnimi ležišči izvede tudi s točkovnimi zasučnimi ležišči, kot so lončna ali sferna ležišča (slika 3.11).

Razporeditev ležišč za prevzem horizontalnih sil pri kontinuiranih konstrukcijah je odvisna od robnih pogojev in se lahko izvede na več načinov. Na sliki 3.12 je prikazana izbira položaja fiksnega ležišča na krajnem oporniku, zaradi česar je dolžina raztezanja enaka celotni dolžini kontinuirane konstrukcije. V primeru izbire lokacije fiksnega ležišča na vmesni podpori in s tem tudi fiksne točke konstrukcije (slika 3.13), sta dolžini raztezanja enaki dolžinam prekladne konstrukcije od fiksne točke do krajnih opornikov. Dolžina raztezanja je lahko tudi spremenljiva in je odvisna od faze gradnje, ko so ležišča vgrajena (slika 3.14).

V vodenih ležiščih nastopijo pri premostitvenih objektih v krivini vsiljene sile zaradi zveznega raztezanja ali krčenja prekladne konstrukcije (npr. temperature, krčenja, lezenja, prednapenjanja).

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Pri premostitvenih objektih v krivini se lahko izbirata dva načina podpiranja, in sicer polarni sistem (slika 3.15) ali tangencialni sistem (slika 3.17). Pri polarnem sistemu je smer pomikanja vodenih pomičnih ležišč usmerjena iz fiksne »polarnega« ležišča. Problem pri taki izbiri podpiranja so prečni pomiki v dilataciji na krajnem oporniku z vodenim pomičnim ležiščem, ki nastanejo zaradi prečne komponente vodenih ležišč na tej podpori.

V primeru, da so vsa vodena ležišča na vmesnih podporah usmerjena pod enakim kotom glede na polarno smer kot je kot med polarno smerjo in tangencialno smerjo ležišča na krajnem oporniku (slika 3.16), prekladna konstrukcija rotira kot togo telo in ne povzroča nobenih bistvenih dodatnih vsiljenih sil v vodenih ležiščih. Pomiki ležišč na krajnem oporniku so pravokotni na vzdolžno os dilatacije in zato dilatacija ni podvržena prečnim pomikom konstrukcije.

Največji vsiljeni vplivi nastopijo v vodilih vodenih ležišč pri tangencialnem načinu podpiranja (slika 3.15). V tem primeru so pomiki ležišč na krajnem oporniku usmerjeni pravokotno na vzdolžno os dilatacije in zato dilatacija ni podvržena prečnim pomikom konstrukcije.

Pri več osnem podpiranju v vzdolžni smeri se fiksna in vodena ležišča locira čim bližje težiščni osi prekladne konstrukcije.

3.2.1 Cestni premostitveni objekti

Pri elastičnem podpiranju prekladne konstrukcije mora biti na vsaki podpori v eni vzdolžni osi ležišče s preprečenimi pomiki v prečni smeri. Od tega pogoja je izjemoma možno odstopiti ter izvesti podpiranje po shemi prikazani na sliki 3.2, to je brez preprečenih pomikov v prečni smeri, in sicer ob pogojih:

- kadar je dolžina raztezanja od fiksne točke do konca prekladne konstrukcije enaka ali manjša od 15 m in
- kadar je poševnost premostitvenega objekta večja od 80 gon oziroma 72°.

Ta dva pogoja veljata tako za objekt z enim poljem ali preko več polj. Teoretična fiksna točka leži približno v sredini objekta. Horizontalne obremenitve zaradi zaviranja, pospeševanja, vetra ter potresa se prevzamejo z deformacijo deformabilnih ležišč.

3.2.2 Železniški premostitveni objekti

V isti točki podpiranja ni dovoljena uporaba več ležišč. Dovoljena je le uporaba vzdolžnih sklopnih ležišč za prenos vzdolžnih horizontalnih sil.

Elastično podpiranje železniških premostitvenih objektov preko enega polja po shemi na sliki 3.2 ni dovoljeno, temveč je dovoljeno elastično podpiranje po shemah na slikah 3.3, 3.4 in 3.5.

Pri železniških premostitvenih objektih dolžine do 30 m (slike 3.19, 3.20 in 3.21) z neprekinjeno zavarjenim tirom se lahko izvede elastično podpiranje, pri čemer imajo deformabilna ležišča v eni vzdolžni osi v prečni smeri glede na os tira preprečene pomike (slike 3.3 do 3.7) oziroma so vsa ležišča deformabilna in z vodenima ležiščema v osi objekta na krajnih opornikih (slika 3.8). Pri tem je potrebno upoštevati pogoj, da neprekinjeno zavarjeni tir poteka neprekinjeno preko obeh koncev objekta vsaj še 40 m. To pomeni, da sta pri neprekinjeno zavarjenem tiru lahko dva zaporedna objekta z elastičnim podpiranjem na razmiku 40 m (slika 3.22), oziroma je dolžina neprekinjeno zavarjenega tira preko dveh objektov z elastičnim podpiranjem vsaj 180 m. Horizontalne sile na deformabilna ležišča zaradi zaviranja in speljevanja se lahko v primeru neugodnega učinka poenostavljeno določijo iz horizontalnega pomika prekladne konstrukcije v velikosti 4 mm v smeri zaviranja in speljevanja.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Pri kratkih premostitvenih objektih preko več polj celokupne dolžine do 30 m z neskončno zavarjenim tirom je možno izvesti tudi elastično podpiranje s prečno preprečenimi pomiki na obeh krajnih opornikih v eni vzdolžni osi, vsa ostala ležišča pa so vsestransko pomična (slika 3.7). Alternativna oblika podpiranja pa je v kombinaciji vsestransko pomičnih deformabilnimi ležišč v obeh vzdolžnih oseh podpiranja ter vodenima ležiščema na obeh krajnih opornikih v osi objekta (slika 3.8).

Kadar sta dve sosednji prekladni konstrukciji elastično podprti, se lahko na vzdolžnem stiku vgradijo samo vijačeni elementi za pokrivanje stika ali vijačene prehodne konstrukcije (dilatacije). Izvedba bitumensko zalepljenih vzdolžnih stikov ni dovoljena.

Pri železniških premostitvenih objektih v krivini je treba stremeti k čim manjši prisotnosti vsiljenih vplivov. Zato morajo biti ležišča projektirana in vgrajena tako, da so vzdolžni pomiki na koncih prekladne konstrukcije usmerjeni v smeri tira (tangencialno podpiranje). V tem primeru morajo biti ležišča računana tudi na te vsiljene sile. Velikosti vsiljenih sil (sile na vodila ležišč) so v bistvu odvisne od krivine in togosti konstrukcije v horizontalni smeri. Te sile se z ostalimi silami (zaviranje, pospeševanje, veter, centrifugalna sila, potres) vektorsko seštevajo.

Enak pristop velja tudi pri ravnih objektih s tiri v krivini. Pri premostitvenih objektih kratke dolžine in velike krivine tira so bočni vplivi majhni in praktično zanemarljivi, saj v tem primeru smer osi objekta skorajda ne odstopa od smeri tangente na tir.

Pri prekladni konstrukciji z več kot dvema tiroma je potrebno namestiti vzdolžno vodeno ležišče v sredino objekta tako, da ostanejo bočni pomiki na zunanjih tirih kot posledica temperaturnih nihanj prekladne konstrukcije v dovoljenih mejah (sliki 3.23 in 3.25). V kolikor ni mogoče zagotoviti, da bodo bočni pomiki tirov v dovoljenih mejah, je potrebno prekladno konstrukcijo vzdolžno dilatirati oziroma jo razdeliti v dve prekladni konstrukciji (sliki 3.24 in 3.26).

Pri premostitvenih objektih z vzdolžno dilatirano prekladno konstrukcijo in pokrito vzdolžno dilatacijo morajo biti ležišča postavljena tako, da so pomiki v vzdolžnem stiku omejeni na najmanjšo možno mero. Zato morajo biti fiksna ležišča in ležišča s preprečenimi pomiki v prečni smeri razporejena v vzdolžni osi podpiranja, ki je najbližja vzdolžnemu stiku, ostala ležišča pa so postavljena zrcalno glede na os vzdolžnega stika (slike 3.24, 3.26, 3.27 in 3.28).

Fiksno podpiranje prekladnih konstrukcij z vzdolžnim stikom ne sme biti razporejeno na različne podpore.

Zaradi interakcije med prekladno konstrukcijo in neprekinjenim tirom oziroma tirnico je potrebno pri zasnovi premostitvenih objektov na mestih dilatiranja prekladne konstrukcije umestiti os podpiranja tako, da je odmik osi podpiranja od roba prekladne konstrukcije kolikor je mogoče majhen (slika 3.30). S tem so vertikalni zamiki med nosilnimi točkami tirnice omejeni na majhne vrednosti oziroma so čim manjši in posledično so obremenitve v tirnicah in njenih pritrditvenih elementih majhne. Pri večjem odmiku osi podpiranja od roba prekladne konstrukcije (slika 3.31) se pojavijo večji vertikalni zamiki vzdolž dilatacije in posledično velike obremenitve tako v tirnicah kot pritrditvenih elementih tirnice. Zaradi velikih obremenitev lahko pride do poškodb pritrditvenih elementov in celo razpok v tirnicah zaradi utrujanja, kar zahteva dodatno in pogostejše vzdrževanje tirov. Zato je s tega stališča izbira položaja osi podpiranja in ležišč ob dilatacijah zelo pomembna.

3.2.2.1 Železniški premostitveni objekti s tirom na togi podlagi

Premostitveni objekti s tirom na togi podlagi se delijo na kratke in dolge premostitvene objekte. Kratki premostitveni objekti so objekti z eno razpetino dolžine do 25 m med

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

notranjima robovoma krajnih opornikov. Dolgi premostitveni objekti so objekti z več razpetinami ali eno razpetino dolžine nad 25 m.

Pri premostitvenih objektih s tirom na togi podlagi lahko v podpornih točkah tirnice v področju dilatacije na prehodu s krajnega opornika na objekt oziroma na prehodu med dvema prekladnima konstrukcijama nastopijo dvižne sile zaradi zasuka roba prekladne konstrukcije in deformacije podporne konstrukcije. Poleg tega nastopijo dvižne sile tudi pri prehodu kolesnih dvojic. Zato je potrebno na mestih dilatiranja prekladne konstrukcije zasnovati os podpiranja tako, da je odmik osi podpiranja od roba prekladne konstrukcije kolikor je mogoče majhen (slika 3.30).

Da se pri objektih v vzdolžnem sklonu prepreči vertikalni zamik vzdolž dilatacije in s tem dodatne obremenitve v tirnicah in pritrditvenih elementih tirnic, se ležišča vzdolž dilatacij vgrajujejo tako, da je drsna ravnina ležišča v enakem vzdolžnem sklonu kot je naklon tirnic (slika 3.32). Zaradi tega nastopi dodatna stalna in občasna vzdolžna sila, ki jo mora prevzeti podporna konstrukcija.

Prečno nepomična ležišča je potrebno postaviti čim bližje vzdolžni osi objekta, da prečni pomiki na bolj oddaljenih mestih od ležišča ne postanejo preveliki (slika 3.29).

Smer premikanja vzdolžno pomični ležišč mora biti ob dilatacijah usmerjena tangencialno na os tira.

3.2.3 Premostitveni objekti za pešce in kolesarje

Pri premostitvenih objektih za pešce in kolesarje se lahko uporabi elastično podpiranje prekladne konstrukcije po shemi prikazani na sliki 3.2, to je podpiranje brez fiksnih ali vodenih ležišč. Potrebno je upoštevati vpliv izbire ležišča na dinamične karakteristike objekta.

3.3 Izbira ležišč

Pri novih objektih se lahko za prevzem vertikalnih sil načeloma uporabljajo le točkovno zasučna ležišča kot so deformabilna ležišča ter lončna in sferna ležišča. Deformabilna drsna ležišča, lončna drsna ležišča in drsna sferna ležišča se lahko uporabljajo v kombinaciji z vodenim in/ali pridrževalnim ležiščem. Ostalih tipov ležišč (valjčna, linijska, cilindrična) ni dovoljeno uporabljati razen v primeru obnove starih objektov, kadar bi zaradi njihove zamenjave s sodobnimi točkovno zasučnimi ležišči zaradi njihovih geometrijskih lastnosti prišlo do prerazporeditve obremenitev in posledično dodatnih obremenitev prekladne konstrukcije, zaradi česar bi bile potrebne znatne ojačitve na obstoječi konstrukciji.

Stalna ležišča se ne sme uporabljati v fazi gradnje za narivanje prekladne konstrukcije ali za prečno vrivanje prekladne konstrukcije.

Pri ležiščih, ki nimajo oznake CE za nosilne dele, ne smejo biti prekoračene tlačne napetosti podane v SIST EN 1337 (vsi deli). To bi morale zadostovati, da se tipi ležišč, ki še niso bili preizkušeni v daljšem časovnem obdobju, lahko zamenjajo z drugimi tipi ležišč. Ležišča brez oznake CE za nosilne dele se lahko vgrajuje le izjemoma v dogovoru z investitorjem oziroma z njegove strani ustrezno usposobljenim predstavnikom.

V kolikor se prečno vodena ležišča uporabljajo tudi za prenos vzdolžnih horizontalnih sil v isti osi podpore kot fiksno ležišče, potem je lahko celokupna zračnost prečno vodenega ležišča ≤ 2 mm. Za prenos vzdolžnih horizontalnih sil s prečno vodenimi ležišči naj se izberejo taka ležišča, ki imajo širino celokupne špranje čim manjšo. V teh primerih se priporoča uporaba sfernih ležišč.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Deformabilna ležišča ter lončna in sferna ležišča se lahko uporabljajo pri betonskih, jeklenih, sovprežnih in lesenih premostitvenih objektih.

Pri izbiri ležišč je potrebno biti pozoren na dostopnost ležišč v fazi uporabe konstrukcije za izvajanje kontrole stanja ležišč in tistih delov ležišč, ki so izpostavljeni obrabi, staranju, utrujanju in korozijskim procesom ter njihovo eventualno zamenjavo.

3.3.1 Železniški premostitveni objekti

Pri železniških premostitvenih objektih se lahko uporabljajo samo deformabilna, sferna, pridrževalna in vodena ležišča.

Pri železniških premostitvenih objektih se ne sme uporabljati lončnih ležišč ter enostransko in vsestransko drsnih lončnih ležišč. Prav tako se ne sme uporabljati jeklenih linijskih in jeklenih točkovno nagibnih ležišč.

Ni dovoljena uporaba deformabilnih ležišč v kombinaciji z dodatno konstrukcijo, ki omogoča kakršnekoli pomike z drsenjem preko elastomernega ležišča.

Ni dovoljena uporaba cilindričnih ležišč.

Ni dovoljena uporaba valjčnih ležišč in valjčnih ležišč v kombinaciji z dodatno konstrukcijo, ki omogoča pomike z drsenjem.

Valjčna ležišča se lahko izjemoma uporabljajo samo v primeru obnove oziroma vzdrževalnih del starejših premostitvenih objektov, v kolikor je bilo predhodno ugotovljeno, da le-teh ni mogoče ustrezno zamenjati s točkovnimi nagibnimi ležišči.

3.3.1.1 Železniški premostitveni objekti s tirom na togi podlagi

Pri premostitvenih objektih s tirom na togi podlagi se elastomernih ležišč načeloma ne uporablja, temveč se lahko uporabljajo samo sferna ležišča z omejeno velikostjo zračnosti ležišča pravokotno na os tira. Zračnost sfernih ležišč pri tiru na togi podlagi je omejena na $\pm 0,5$ mm. Toleranca $\pm 0,5$ mm pomeni, da je dovoljen premik 0,5 mm v obe prečni smeri oziroma da to ne pomeni skupnega pomika 1 mm v eno smer.

4 Projektiranje in dimenzioniranje ležišč**4.1 Splošno****4.1.1 Ležišča**

Izbira kvalitete jekla za izdelavo ležišč in pridrževalnih konstrukcij mora ustrezati SIST EN 1993-2. Dokazila o kakovosti materiala je potrebno predložiti naročniku. Če so debeline pločevin večje od debelin prikazanih v tabeli 2.1 standarda SIST EN 1993-1-10, se izvedejo mehanske preiskave loma v skladu z razdelkom 2.4 tega standarda ali z uporabo postopkov podanih v poročilu Evropske komisije »Mehanske preiskave loma za izbiro vrste jekla za mostna ležišča« oziroma poročila združenja proizvajalcev dilatacij in ležišč za konstrukcije VHFL.

Ustrezno varnost proti krhkemu lomu sidrnih in ležiščnih plošč, zgornjih in spodnjih delov ležišč se dokazuje bodisi po SIST EN 1993-1-10 bodisi z dokazilom lomne mehanike, predpisane s strani gradbenega organa.

Sestavni deli ležišča morajo biti medsebojno povezani tako, da je ležišče ali njegove posamezne sestavne dele, ki so podvrženi obrabi (npr. drsni diski), možno zamenjati ob vzdrževanju prometa preko objekta. Če se uporabljajo vijačni spoji, ki odstopajo od SIST EN

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

1993-2 ali SIST EN 1090-2, mora zanje proizvajalec ležišča predložiti enakovredna dokazila s postopkovnim navodilom.

Pri ležiščih z linijskim ali točkovnim prenašanjem obremenitev je potrebno dokazati Hertz-ov pritisk.

Za razstavljljive dele ležišč se smatrajo deli, ki so povezani z vijaki. Varjeni spoji se ne smatrajo za ločljivo povezavo med posameznimi deli ležišča.

Varjeni spoji med ležiščem in sidrno ploščo morajo biti dostopni po vgradnji ležišča. Še posebej strokovno mora biti izvedeno rezanje in varjenje.

Proizvajalec ležišč mora dokazati vplive zasuka ustreznega nagibnega dela ležišča na drsni del ležišča. Za dokazilo deformacije drsnih delov v skladu s SIST EN 1337-2:2004, poglavje 6.9.2, se uporabijo končne računske vrednosti obremenitev, deljene z delnim varnostnim faktorjem $Y_F = 1,35$, če ni na voljo drugih podatkov za mejno stanje uporabnosti.

Pri deformabilnih drsnih ležiščih je lahko nosilna plošča drsnega materiala (diska) povezana z elastomernim ležiščem z vulkanizacijo ali pa z mehansko povezavo. Povezava s trenjem ali lepljenjem ni dovoljena.

Prenos horizontalnih sil preko valjev ali navpično obremenjenih ravnih ali ukrivljenih drsnih površin (npr. PTFE, polietilen z ultra visoko molekularno maso) ni dovoljen (razen v fazi gradnje).

Uporaba drsnih delov po SIST EN 1337-2 v kombinaciji z valjčnimi ležišči po SIST EN 1337-4, nagibnimi ležišči po SIST EN 1337-6 ali cilindričnimi ležišči po SIST EN 1337-7 ni dovoljena. Ta določila veljajo tudi za ležišča s posebnim drsnim materialom, reguliranim z ETA tehnično oceno.

Specifikacija za ležišča premostitvenih objektov v SIST EN 1993:2, priloga A, lahko velja tudi za premostitvene objekte izdelanih iz drugih materialov, kot so betonski premostitveni objekti po SIST EN 1992-2, sovprežni premostitveni objekti po SIST EN 1994-2 ali za lesene premostitvene objekte po SIST EN 1995-2. To velja toliko časa, dokler specifikacije za ležišča premostitvenih objektov ne bodo po reviziji prenesene v SIST EN 1990.

Za sidranje sidrnih plošč v beton so predvidena čepasta sidra. V primeru naknadno vgrajenih ležišč (npr. pri narivanju konstrukcije) se lahko zgornja ležiščna plošča tudi konstrukcijsko zavaruje pred izpadom (npr. z mozniki primernih za natezna področja) pod pogojem, da statična presoja ne zahteva mehanskega sidranja. Mehansko sidranje se izvede le v primeru, če je potrebno za prenos obremenitev.

Za temperaturno področje delovanja ležišč je privzeto območje od -24 °C do $+37\text{ °C}$. Temperaturno področje delovanja ležišč se lahko ustrezno spremeni glede na pričakovane klimatske spremembe.

Za nastavitev ležišč ob vzpostavljanju fiksne povezave s konstrukcijo se kot osnova privzame srednjo temperaturo konstrukcije, ki mora biti natančno definirana v projektni dokumentaciji. Prav tako mora biti definiran odklik od osnovne nastavitve, če je temperatura konstrukcije pri vgradnji drugačna.

Pri elastičnem podpiranju ali razporeditvi fiksnih ležišč na več stebrov je potrebno skupno fiksno točko določiti z upoštevanjem vseh mej relevantnih togosti.

Konstrukcijska zasnova nosilnih elementov konstrukcije, ki so povezani z ležiščem, mora biti takšna, da se pri morebitni zamenjavi ležišča lahko uporablja ležišča v skladu s SIST EN 1337 (vsi deli) in to smernico.

V kolikor se pojavi potreba po nateznih ali natezno/tlačnih ležiščih, jih je potrebno projektirati kot jeklene konstrukcije in vplive določiti enako kot za jeklene konstrukcije. Pri večjih

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

deformacijah ležišč se morajo ležišča izdelati kot strojne konstrukcije. Natezna ležišča niso obdelana v SIST EN 1337, zato so lahko opremljena z znakom CE le v primeru, če je bil objavljen ustrezno harmoniziran evropski standard ali EAD. Pri nateznih ležiščih je potrebno upoštevati vsa deformacijska stanja. Omogočeni morajo biti zasuki in pomiki.

4.1.2 Cestni premostitveni objekti

Pri projektiranju konstrukcij je potrebno določiti horizontalne sile, ki so posledica pomikov drsnih ležišč pri merodajnih vplivih vertikalnih sil in od vrste ležišča odvisnih koeficientov trenja. Koeficienti trenja temeljijo na seriji standardov SIST EN 1337 ali pa evropske tehnične ocene (ETA). Za poenostavitev se lahko uporabi enovit koeficient trenja pri napetosti ene tretjine karakteristične vrednosti. Za drsna ležišča s PTFE kot drsnim materialom je ta vrednost enaka 3 %. Pri preverjanju stanja v fazi montaže se zaradi večje varnosti trenje na ležiščih ne sme upoštevati.

4.1.3 Železniški premostitveni objekti

Pri železniških premostitvenih objektih se horizontalne sile na deformabilna ležišča vedno prevzemajo s pridrževalnimi konstrukcijami, pri elastičnem podpiranju pa se vzdolžne horizontalne sile prenašajo preko strižnega odpora elastomera (glej tč. 3.2.3, slike 3.4 do 3.8). Horizontalne sile se pri zasnovi podpiranja s sfernimi ležišči prenašajo s fiksnim ležiščem ali pri drsnih sfernih ležiščih preko bočnih vodil, ki so usmerjena pravokotno na delovanje horizontalnih sil. Za prenos horizontalnih sil se lahko uporabijo tudi vodena in pridrževalna ležišča v kombinaciji s sfernimi ali deformabilnimi ležišči.

Horizontalne sile v prečni smeri na vzdolžno os konstrukcije, kot so npr. vplivi zaradi vetra, bočnih sunkov, centrifugalnih sil, potresa, itd., morajo biti v vsaki osi podpiranja prevzete preko enega ležišča s preprečenimi pomiki v prečni smeri. Pri kratkih objektih dolžine do 30 m z več polji s kontinuirano prekladno konstrukcijo in z ustrezno togostjo prekladne konstrukcije v horizontalni ravnini se lahko prečne horizontalne sile prenašajo samo na krajne opornike (slike 3.7 in 3.8).

Obtežni slučaj pri zamenjavi ležišča se smatra kot začasen obtežni slučaj. Po SIST EN 1991-2 odstavek 6.8.4 v povezavi s prilogo F se privzamejo vrednosti $\psi_0 = 1,0$ in $Y_F = 1,45$.

4.2 Določitev vplivov na ležišče

Preglednico z obremenitvami, pomiki in zasuki za posamezne obtežne kombinacije z upoštevanjem delnih varnostnih faktorjev kot tudi kombinacijskih faktorjev v skladu z Evrokodi in SIST EN 1337 (vsi deli), ki veljajo v Sloveniji, pripravi projektant objekta za proizvajalca ležišč. Za določitev vplivov na ležišča je potrebno upoštevati gradbene faze in posamezne kombinacije obtežnih vplivov, ki delujejo na ležišče po njegovi vgraditvi oziroma sprostitvi.

Preglednico vplivov se naredi za vsako ležišče posebej po SIST EN 1337 (vsi deli) oziroma ETA. Preglednica je lahko pripravljena v enoviti obliki (preglednica 4.1) ali pa v dveh preglednicah, in sicer ena za mejno stanje nosilnosti ULS (preglednica 4.2) in druga za mejno stanje uporabnosti SLS (preglednica 4.3). Prikazane nazivne računske vrednosti v preglednicah niso zaokrožene in so brez upoštevanja minimalnih pomikov oziroma dodatnih pomikov po SIST EN 1337-1.

V preglednicah 4.4 in 4.5 so podane zaokrožene računske vrednosti brez upoštevanja minimalnih pomikov oziroma dodatnih pomikov po SIST EN 1337-1 za mejno stanje nosilnosti oziroma mejno stanje uporabnosti. Vrednosti so zaokrožene v skladu s tč. 4.3.2 te smernice. Ti dve preglednici se uporablja tako za razpise kot za dimenzioniranje ležišč.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Sile, pomiki in zasuki so podani v lokalnem koordinatnem sistemu ležišča, ki je prikazan na sliki 4.1.

4.2.1 Stalni vplivi**4.2.1.1 Trajni vplivi**

- Lastna teža (nosilni del), SIST EN 1991-1-1
- Stalna teža (nenosilni deli konstrukcije, kot so npr. teža hodnikov, asfalta, ograj, itd.), SIST EN 1991-1-1
- Prednapenjanje, SIST EN 1992-1-1
- Krčenje in lezenje betona, SIST EN 1992-1-1
- Posedanje, SIST EN 1997-1

4.2.1.2 Spremenljivi trajni vplivi

- Vplivi, ki niso primarno povezani s konstrukcijo, SIST EN 1991-1-1
- Vpetje progovnih oziroma vozniških vodov, SIST EN 1991-2
- Zemeljski pritisk, vodni pritisk, vzgon, pritisk ledu, SIST EN 1997-1, SIST EN 1991-1-6, SIST EN 1991-1-1

4.2.2 Spremenljivi vplivi**4.2.2.1 Splošni vplivi****4.2.2.1.1 Klimatski, podnebni:**

- veter, SIST EN 1991-1-4
- sneg, SIST EN 1991-1-3
- temperatura
 - konstantna temperatura
 - linearna vertikalna temperatura
 - linearna horizontalna temperatura

Informacije o upoštevanju temperaturnih obremenitev so navedene v SIST EN 1991-1-5.

Če so za zaščitni premaz konstrukcije izbrane neobičajno temne barve ali mat površine, je potrebno upoštevati SIST EN 1991-1-5:2004, preglednica 6.2. Pri tem je treba opombo pri »vodo odporen« smiselno razumeti kot površino z bitumensko tesnilno prevleko.

Pri nosilnih konstrukcijah s temnimi površinami ali slabo odbojnimi površinami, ki so med gradnjo ali obratovanjem izpostavljene neposredni sončni svetlobi, je potrebno upoštevati ekstremne deformacije, npr. pri jeklenih premostitvenih objektih s temnejšim vmesnim premazom v fazi gradnje (po SIST EN 1991-1-5, poglavje 6.1.5, opomba 1).

V primeru enostranskega sončnega obsevanja je potrebno komponenti konstantnega in spremenljivega deleža upoštevati v enem skupnem obtežnem slučaju.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Če je predvidena prednastavitev pomičnih ležišč, se oceni pričakovana temperatura vgradnje T_0 za čas začetka delovanja ležišča in se jo uporabi za temperaturo prednastavitve.

Če je ležišče vgrajeno v določenem temperaturnem območju $\pm 7,5\text{ °C}$ od s projektom predvidene temperature vgradnje T_0 , se lahko dodatek v velikosti $\pm 20\text{ °C}$ v skladu s SIST EN 1991-1-5:2004, tč. 6.1.3.3 nastavi na dovoljeno vrednost $\pm 7,5\text{ °C}$. Te vrednosti se ne sme množiti z delnimi varnostnimi faktorji. Pri elastomernih ležiščih mora zaradi pomanjkanja možnosti prednastavitve biti vrednost nastavljena na $\pm 12,5\text{ °C}$.

4.2.2.1.2 Drugi vplivi:

- obremenitve na pločnikih, SIST EN 1991-2, SIST EN 1991-1-1
- obremenitve na postajališčih, SIST EN 1991-2, SIST EN 1991-1-1
- obremenitve na ograje, SIST EN 1991-2, SIST EN 1991-1-1

4.2.2.2 Železniški premostitveni objekti:

- shema obtežbe LM 71, SIST EN 1991-2
- shema obtežbe SW/0 ali SW/2, SIST EN 1991-2
- neobtežen vlak, SIST EN 1991-2
- zaviranje in speljevanje, SIST EN 1991-2
- centrifugalna sila, SIST EN 1991-2
- bočni sunek, SIST EN 1991-2
- vpliv neprekinjeno zavarjenega tira (NZT), kjer je to potrebno, SIST EN 1991-2

4.2.2.3 Cestni premostitveni objekti**4.2.2.3.1 Vozila, ljudje:**

- shema obtežbe LM1 + hodnik + kolesarska pot, SIST EN 1991-2
- shema enojne osi, SIST EN 1991-2
- horizontalne sile, SIST EN 1991-2
- posebna vozila, SIST EN 1991-2

4.2.2.4 Razno**4.2.2.4.1 Povratne sile in momenti:**

- ležišča, trenje in odpor proti deformiranju, SIST EN 1337 (vsi deli)

4.2.2.4.2 Vzdrževanje, obnova:

- gradbeni stroji
- posebni položaji obtežbe

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**4.2.3 Potres**

- Obtežba po SIST EN 1998-1, SIST EN 1998-2

4.2.4 Izjemni vplivi

- Trk vozila (cestno vozilo, tirno vozilo, ladja), SIST EN 1991-1-7, SIST EN 1991-2
- Iztirjenje, SIST EN 1991-1-7, SIST EN 1991-2
- Pretrganje nadzemnih vodov

4.2.5 Faze gradnje

- Betoniranje konstrukcije na ležiščih

Če se konstrukcija betonira na ležiščih, se mora pri pomikih upoštevati tudi vpliv sproščene temperature zaradi hidratacije betona.

- Asfaltiranje vozišča

Pri asfaltiranju voziščne plošče prekladne konstrukcije se nanese vroča mešanica asfalta s temperaturo okoli 180 °C. Zaradi sheme podpiranja lahko to vpliva na notranje sile in sile v ležiščih, ki se kasneje v takšni velikosti ne bodo več pojavile. Kadar se torej asfalt hitro nanese na veliki dolžini, je treba vplive teh obremenitev določiti na podlagi deformacije (ukrivljenosti) zaradi temperature. Posebno neugodni vplivi nastopijo pri enostranskem asfaltiranju. Ta obtežni slučaj ni obdelan v EN standardih.

- Sprememba statičnega sistema, SIST EN 1991-1-6

4.3 Vsebina dokumentacije

Izvajalec del zagotovi zaključno dokumentacijo za vgradnjo ležišč z delavniškimi načrti proizvajalca ležišč s pripadajočimi podatki (npr. prednastavitve, tolerance, materiali, korozijsko zaščito, itd.) in jo po potrditvi s strani projektanta pred pričetkom izdelave ležišč s tehnološkim elaboratom preda investitorju oziroma njegovemu pooblaščenemu zastopniku.

Podpiranje konstrukcije zasnuje projektant in mora biti v končni fazi pred pričetkom izdelave ležišč usklajen med projektantom premostitvenega objekta in izbranim proizvajalcem ležišč. Načrt razporeditve ležišč mora vsebovati vse podatke, ki so potrebni za vgradnjo in morebitno zamenjavo ležišč.

Za vsak objekt morajo biti izdelani delavniški načrti za vsako ležišče. Vsak načrt mora vsebovati vse bistvene dimenzije za izdelavo ležišča, preglednico sestavnih delov (kosovnico) s pozicijami in oznako kakovosti materialov. Poleg tega morajo biti na načrtu ležišča tudi podatki o izvedeni protikorozijski zaščiti tistih delov ležišča, ki morajo biti zaščiteni proti koroziji. Ležišče mora biti nedvoumno označeno s prikazanim položajem na tlorisni skici podpiranja, ki je bistveni podatek za njegovo enoznačno lokacijo ter pravilno vgradnjo in orientacijo na objektu.

Načrti ležišč, načrti vgradnje in zasnova zamenjave ležišč se predajo naročniku in vstavijo v gradbeno dokumentacijo in je sestavni del PID-a.

4.3.1 Potrebni podatki za izdelavo projekta ležišča

Potrebni podatki za izdelavo projekta ležišča morajo vsebovati:

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- pregledno risbo objekta,
- tloris konstrukcije z glavnimi nosilnimi elementi konstrukcije ter vzdolžnimi in prečnimi skloni konstrukcije,
- vzdolžni prerez konstrukcije,
- prečne prereze konstrukcije v vsaki osi podpiranja z višinskimi kotami in nakloni v področju ležišč,
- naklon objekta oziroma spremembo naklona objekta, puščica oboka, itd.,
- prečne prereze konstrukcije v področju posameznih osi podpiranja kakor tudi podrobne načrte prekladne in podporne konstrukcije v področju ležišč, ki bistveno vplivajo na zasnovo in račun ležišč,
- napetosti na beton in malto oziroma navedbo pristojnih označb kakovosti materiala,
- opis nosilnega sistema konstrukcije z vsemi bistvenimi podatki in dimenzijami,
- podatke o možnih in verjetnih pomikih temeljnih tal, vplivih izkopavanja na pomike,
- položaj in oznake ležišč z lokacijo namestitve kazalca pomikov z merilno skalo z ozirom na predviden dostop do ležišč za opravljanje pregledov in izvajanje meritev v času eksploatacije objekta,
- vplive na ležišče po SIST EN 1990,
- vrednost in smer prednastavitve ležišča z ozirom na predvideni čas in temperaturo vgradnje,
- smer vgradnje ležišča,
- potrebno kvaliteto malte v stikih med ležiščem in konstrukcijo ter zahtevane ravnosti za jeklene priključne povezave (stike),
- dokazila o odobritvi predvidenih tipov ležišč in izkaza o skladnosti oziroma izjavo o lastnostih.

4.3.2 Vsebina načrta vgradnje

Načrt vgradnje ležišča mora vsebovati najmanj vse podatke po SIST EN 1337-11, poglavje 4, ki so potrebni za vgradnjo ležišča. Vsebina načrta vgradnje ležišča mora biti predhodno dogovorjena med projektantom objekta in proizvajalcem ležišč. Načrt vgradnje ležišč mora vsebovati vsaj naslednje podatke:

- sistem podpiranja vključno s karakterističnimi obtežbami in dovoljenimi pomiki,
- položaj ležišč na objektu,
- glavne osi ležišč,
- smeri in velikosti pomikov (po SIST EN 1337-1),
- lokacijo kazalca pomikov in merilne skale na ležišču,
- lokacijo točk dvigalk v primeru zamenjave ležišča (vključno z ukrepi za prevzem horizontalnih sil),
- navodila delovnih postopkov za zamenjavo ležišč (transportne poti, odri, obtežbe, informacije za usmerjanje prometa pri cestnih premostitvenih objektih),
- informacije o višini ležišč,

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- sklicevanje na načrte ležišč (prednastavitve) ali druge povezane načrte in statične izračune,
- geometrijo sidranja (ustreznost s priključno armaturo),
- specifikacija povezave (maltni stik, zvar).

V načrtih za razpis se podpiranje in sistem podpiranja prikaže z ležišči v tlorisni shematični skici, ki prikazuje simbole tipov ležišč in njihove oznake.

Podrobnejše načrtovanje ležišča po SIST EN 1337-1 in zamenjavo ležišča po SIST EN 1337-11 je obdelano skupaj v eni dokumentaciji, kot je bilo predhodno navedeno.

Če so med gradnjo predvidene druge funkcije ležišč, so le te posebej določene.

Projektant objekta mora proizvajalcu ležišč za vsako ležišče posredovati podatke o silah, zasukih in pomikih, ki so potrebni za dimenzioniranje.

Če projektiranje nosilne konstrukcije zahteva upoštevanje minimalnih ali maksimalnih togosti ležišč, mora tudi te vrednosti določiti projektant. To pride v poštev predvsem v primerih kadar:

- togost pomičnih ležišč vpliva na porazdelitev obremenitev v prekladni konstrukciji in krajnih opornikih,
- togost ležišč močno vpliva na dinamične karakteristike konstrukcije.

Za elastomerna ležišča se lahko določi togost ležišča po SIST EN 1337-3 tudi na osnovi dimenzij in sestave plasti ležišča.

V razpisu morajo biti podane tudi posebne zahteve, po možnosti s sklicevanjem na projektne podloge, ki se nanašajo na vgradnjo ležišča in med obratovanjem objekta kakor tudi za pregled in vzdrževanje, kot so npr. omejen prostor, težek dostop.

Sile, pomiki in zasuki so podani v koordinatnem sistemu po naslednjem modelu:

- x je vzdolžna os premostitvenega objekta,
- y je prečna os premostitvenega objekta,
- z je vertikalna os.

Model koordinatnega sistema na modelu elastomernega ležišča je prikazan na sliki 4.1.

Pri ležiščih, katerih osi odstopajo od osi premostitvenega objekta (kot je na primer pri polarni orientaciji ležišč) se podatki o ležiščih nanašajo na lokalno os ležišča in ne na os objekta.

4.3.3 Podatki za določitev ponudbenih vrednosti

Za potrebe razpisa se lahko sile posameznih ležišč in pomikov zaokrožujejo.

Sile se zaokrožujejo navzgor ali navzdol, in sicer:

- pod 500 kN na celih 10 kN,
- med 500 in 1000 kN na celih 50 kN,
- nad 1000 kN na celih 100 kN.

Pomike pa je potrebno zaokrožiti na naslednji način:

- manj kot 50 mm na celih 10 mm,
- od 50 do 200 mm na celih 20 mm,

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- nad 200 mm na celih 50 mm.

Vse zasuke se zaokrožuje navzgor na najbližjo vrednost 0,005 rad razen za elastomerna ležišča, pri katerih se vrednosti zasukov v glavni smeri zaokrožijo na 0,005 rad, v drugi smeri pa na 0,001 rad.

V posebej upravičenih primerih se lahko po posvetu z naročnikom opisani postopek opusti.

Če objekt vsebuje dva ali več ležišč istega tipa z le malo različnimi računskimi vrednostmi, jih je mogoče združevati v postopku zaokroževanja. S tem bo tudi število različno izdelanih ležišč manjše.

Ležišča morajo biti dimenzionirana glede na podatke, ki so navedeni v razpisu. Spremembe ležišč glede na razpis (dimenzije, obtežba, deformacije) naj se uporabijo samo v izjemnih primerih, npr. če so dejanske vrednosti manj ugodne od razpisanih.

Povečanje pomikov in zasukov oziroma minimalni pomiki in zasuki po SIST EN 1337-1, tč. 5.4 in 5.5 v razpisni dokumentaciji niso upoštevani, ker gre za konstruktivne vrednosti in jih mora upoštevati proizvajalec ležišč pri končnem projektiranju ležišč.

4.3.4 Merilna skala

V načrtu dispozicije ležišč morajo biti ležišča nedvoumno označena, na kateri strani imajo vgrajen kazalec pomikov z mersko skalo. Osnovno pravilo je, da morajo biti kazalci pomikov z merilno skalo nameščeni tako, da so obrnjeni proti osi objekta. Na krajnih opornikih morajo biti kazalci pomikov z merilno skalo na ležiščih vedno nameščeni tako, da so obrnjeni proti osi objekta. Pri ležiščih na vmesnih podporah so od tega pravila mogoča določena odstopanja v odvisnosti od ureditve dostopa do ležišč za izvajanje pregleda. Če je ležišče dostopno skozi prekladno konstrukcijo ali dostopno odprtino na zgornjem podestu stebra, potem morajo biti kazalci pomikov z merilno skalo na ležiščih nameščeni tako, da so obrnjeni proti osi objekta (slika 4.2). Kadar je dostop do ležišč omogočen s pomočjo pomične ploščadi za pregled objektov, potem je lahko kazalec pomikov z merilno skalo na skrajnem ležišču, ki je locirano na strani pomikanja vozila, nameščen tudi na strani premikanja vozila (slika 4.3). Pri objektih, kjer so na prečnih nosilcih nad stebri na koncih zgrajeni parapetni zidovi, potem kazalci pomikov z merilno skalo ne smejo biti nameščeni na tisti strani, ki je obrnjena proti parapetnemu zidu (sliki 4.4 in 4.5). Enako velja v primeru, če so prisotni protipotresni bloki, kazalec pomikov z merilno skalo ne sme biti nameščen na tisti strani, ki je obrnjena proti potresnemu bloku. V kolikor je dostop do ležišč omogočen z lestvijo (nizki stebri), dvizžno ploščadjo (urejene stalne dostopne poti do vseh podpor) ali stalnim podestom nameščenim na vrhu stebra (dostop 360°), potem so lahko kazalci pomikov z merilno skalo nameščeni na zunanjih ležiščih tudi na zunanji strani ležišča (slika 4.6). Pri ostalih zgoraj navedenih postavitvah je treba paziti na to, da imajo vsa ležišča vmesnih podpor enako postavitev kazalca pomikov z merilno skalo.

4.4 Vrste ležišč

4.4.1 Drsni elementi ležišč

Za drsna ležišča se lahko uporabljajo le drsni materiali po SIST EN 1337-2 ali kvalitetnejši materiali, katerih primernost je dokazana z izdajo ustreznega ETA dokumenta. Prednost naj imajo kvalitetnejši materiali.

Pritrjevanje drsne pločevine na drsno ploščo je urejeno v SIST EN 1337-2 ali v ustreznih dovoljenjih. Pritrjevanje drsne pločevine na drsno ploščo s pomočjo lepljenja ni dovoljeno.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Pri drsnih ležiščih mora biti proti onesnaženju oziroma umazaniji zaščitena celotna drsna površina z ustrezno izvedeno zaščito. Zaščita drsne površine z namestitvijo zaščitnega traku neposredno v/ob drsno špranjo ni dovoljena.

Za preverjanje ravnosti drsnih površin morajo biti ležišča opremljena z nastavljivo referenčno ravnino (npr. tritočkovna merilna ravnina ali v vsaki osi z dvema merilnima zatičema).

Koeficienti trenja, ki so določeni v SIST EN 1337-2 ali v evropskih tehničnih ocenah ETA za uporabo posebnih drsnih materialov za drsne diske ali drsne trakove drsnega para v vodilih drsnih ležišč, se nanašajo na temperaturo do $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ za obdobje celotne življenjske dobe ležišča. V nacionalnih dodatkih so lahko podane tudi vrednosti, ki od vrednosti v standardu ali ETA tehnični oceni odstopajo.

4.4.2 Elastomerna ležišča

Elastomerna ležišča morajo biti dimenzionirana po SIST EN 1337-3.

Izdelana morajo biti iz surovega (nerecikliranega) polimernega kloropren kavčuka v skladu s SIST EN 1337-3.

Uporaba elastomernih ležišč z mešanjem različnih polimerjev, iz naravnega kavčuka ali ležišč iz naravnega kavčuka oblečenih z zunanjim slojem iz kloropren kavčuka, ni dovoljena.

Za notranje jeklene pločevine se lahko uporablja jeklo kvalitete S235 J2 ali S355 J2 po SIST EN 10025. Za dokazilo o kakovosti jeklenih vložkov je dovolj dokazilo 3.1 po SIST EN 10204:2004. V dokazilu mora biti podatek o raztezku pri porušitvi.

V skladu s SIST EN 1337 je lahko pri nizki temperaturi $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ vrednost strižnega modula G_g enaka ali večja od 3-kratne vrednosti strižnega modula pri sobni temperaturi z dovoljeno toleranco proizvodnje $\pm 0,15\text{ MPa}$, zaradi vpliva staranja pa se vrednost poveča še za 8,33 % (zaradi spremembe trdote po Shoreju).

SIST EN 1337-3 navaja tri možne vrednosti strižnih modulov G_g pri sobni temperaturi, in sicer 0,7 MPa, 0,9 MPa in 1,15 MPa. Če naročnik ne določi drugače, se uporabljajo elastomerna ležišča z vrednostjo strižnega modula pri sobni temperaturi $G_g = 0,9\text{ MPa}$. V tem primeru mora proizvajalec ležišč dokazati, da strižni modul pri temperaturi $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ob upoštevanju proizvodnih toleranc in vplivov staranja ne presega vrednosti $G_g = 1,8\text{ MPa}$.

Zaradi velike vrednosti strižnega modula elastomernih ležišč pri nizkih temperaturah lahko pride do velikega povečanja horizontalnih sil na fiksno ležišče. Zato se pri računu nosilnih konstrukcij upošteva vrednost strižnega modula $G_g = 1,25\text{ MPa}$. V tej vrednosti je upoštevano, da so pri temperaturi $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ zajeta samo obnašanja kratkoročno povezanih spremenljivih vplivov pri nizkih temperaturah, en del pa je sproščen zaradi relaksacije dolgotrajnih deformacij.

V SIST EN 1337-3 se dimenzija a vedno nanaša na krajšo stran ležišča. V načrtih pa se lahko dimenzija a nanaša na daljšo stranico ležišča.

Uporabljajo se lahko samo elastomerna ležišča prečnega prereza tipa B, C in E po SIST EN 1337. Elastomerno ležišče tipa E, to je drsno elastomerno ležišče, mora biti izvedeno z nosilno jekleno ploščo, v katero je vgrajen drsni disk iz drsnega materiala. V primeru, da je za drsni material izbran PTFE, mora biti nosilna plošča z drsnim diskom dimenzionirana po SIST EN 1337-2. V primeru, da so za drsni disk izbrani materiali, ki imajo veljaven ETA dokument, mora biti nosilna plošča z drsnim diskom dimenzionirana po tem veljavnem ETA dokumentu.

Če se za prevzem horizontalnih sil uporabljajo samo elastomerna ležišča, morajo biti tipa B/C ali C. Ležišče mora biti povezano s sidrno ploščo debeline najmanj 18 mm.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Povezava elastomernega ležišča s sidrno oziroma ležiščno ploščo se lahko izvede z:

- zamenljivo okroglo ali pravokotno moznično podložko ali
- z nastavitveno vzmetjo. Nastavitveno vzmet se uporablja v primeru, kadar se prekladna konstrukcija ne more dvigniti za najmanj 10 mm.

Pri uporabi okroglih mozničnih podložk je potrebno uporabiti vsaj dve podložki, da se prepreči premikanje ležišča okoli vertikalne osi.

Debelina mozničnih podložk mora biti tako izbrana, da je zamenjava ležišč možna z rahlim dvigom prekladne konstrukcije. Pri tem je potrebno upoštevati tudi podajnost elastomernega ležišča.

Kontaktne površine zunanjih jeklenih plošč elastomernih ležišč morajo imeti po celotni površini izveden dogovorjen zaščitni premaz proti koroziji.

Dovoljena je uporaba elastomernih ležišč okrogle ali pravokotne oblike.

Dovoljena je uporaba okroglih elastomernih ležišč premera vključno do 900 mm, pri pravokotnih ležiščih pa do tlorisnih dimenzij 900 x 900 mm.

Elastomerno ležišče brez mehanske omejitve pomikov se ne smatra kot fiksno ležišče.

4.4.2.1 Premostitveni objekti za ceste, pešce in kolesarje

Ležišč tipa A in D, nearmiranih ležišč in trakastih ležišč se ne sme uporabljati.

Pri določanju skupne vertikalne deformacije pri preverjanju mejnih pogojev za zasuke v skladu s SIST EN 1337-3:2005 je za sidrana ležišča vrednost $F_{z,d}/A'$ neodvisna od izračunane minimalne vrednosti 3 N/mm². V tem smislu se za sidrana elastomerna ležišča smatrajo tudi ležišča z enostransko vstavljenimi moznički.

4.4.2.2 Premostitveni objekti za železnico

V železniške premostitvene objekte se lahko vgrajujejo samo elastomerna ležišča s prečnim prerezo tipa B, C in B/C.

Ležišč tipa A, D, E, nearmiranih ležišč in trakastih ležišč se ne sme uporabljati.

Pri elastomernih ležiščih tipa B, pri katerih so pomiki v obeh smereh mehansko preprečeni, se načeloma lahko opusti zagotavljanje položaja elastomernega ležišča s pomočjo podložk (mozničnih diskov). Ker lahko tekom časa kljub temu pride do zdrsanja ležišča zaradi dinamičnih obremenitev, se tudi pri elastomernih ležiščih s pridrževalno konstrukcijo priporoča uporaba podložk na spodnji strani ležišča, to je uporaba ležišč tipa B/C.

Elastomerna ležišča tipa C morajo biti na zgornji in spodnji strani mehansko povezana s sidrno/ležiščno ploščo, npr. z mozničnimi diski. Pritrditev ležišča na ležiščno ploščo z vijačenjem ni dovoljena.

Elastomerna ležišča tipa C se uporabljajo takrat, kadar ni izpolnjen pogoj varnosti proti zdrsu pri minimalnem pritisku zaradi lastne teže. Takšno ležišče je težko zamenjati v deformiranem položaju ob pogoju, da mora njegov položaj ostati nespremenjen, ker elastomernih ležišč ni mogoče vnaprej prednastaviti. V takih primerih mora biti zamenjava ležišča izvedena takrat, ko je ležišče praktično nedeformirano ali pa mora biti vnaprej predviden in obdelan načrt zamenjave ležišča.

Elastomerna ležišča tipa B/C morajo biti preverjena proti zdrsu po SIST EN 1337-3, tč. 5.3.3.6. Poleg tega preverjanja proti zdrsu morajo biti vsaj na eni strani mehansko sidrana (npr. z mozničnimi diski). Za to konstruktivno izvedbo sidranja je na spodnji strani ležišča

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

enako kot pri tipu C vgrajena gladka ojačitvena jeklena plošča. Zgornja površina je oblečena z elastomernim slojem kot pri ležišču tipa B. Sidranje se uporablja za zagotavljanje položaja ležišča. Vijačna povezava elastomernega bloka z ležiščno nosilno ploščo ni dovoljena.

Pri dinamičnih obremenitvah z velikimi nihanji v obremenitvi, kot so npr. železniški jekleni mostovi, obstaja možnost, da pride do zdrsanja na zgornji kontaktni površini. To lahko povzroči ob temperaturnih vplivih tudi spremembo deformacijskega stanja ležišča glede na osi ležišča. Zato je potrebno zgornjo ležiščno ploščo ustrezno povečati za dodatne pomike.

Pri elastomernih ležiščih je celotna nazivna višina omejena na 160 mm.

4.4.3 Lončna ležišča

Za cestne premostitvene objekte se lahko uporabljajo samo lončna ležišča z notranjim tesnilom, ki ima dokazano skupno akumulirano drsno pot najmanj 2000 m v skladu s SIST EN 1337-5.

Za kolesarske premostitvene objekte oziroma premostitvene objekte za pešce se lahko uporabljajo tudi lončna ležišča z notranjim tesnilom, ki ima dokazano skupno akumulirano drsno pot najmanj 1000 m v skladu s SIST EN 1337-5.

Shematski prikaz drsnega lončnega ležišča s centralnim vodilom in z njegovimi glavnimi sestavnimi deli je prikazan na sliki 4.7.

Za železniške premostitvene objekte se lončnih ležišč ne sme uporabljati.

4.4.4 Sferna ležišča

Sferna ležišča morajo biti dimenzionirana in izdelana po SIST EN 1337-2 in SIST EN 1337-7.

Za prenos horizontalnih sil se uporabljajo samo ležišča z bočnimi vodili. Za fiksno ležišče se lahko uporablja samo izvedba, pri katerem je vsestransko pomično sferno ležišče opremljeno s posebno zgornjo jekleno konstrukcijo nad horizontalnim drsnim diskom, preko katere se horizontalna sila prenaša direktno na spodnji nosilni del sfernega ležišča. S tako izvedbo je zadoščeno pogoju, da prenos horizontalnih sil preko vertikalno obremenjenih ravnih ali ukrivljenih drsnih površin ni dovoljen. Detajl kontakta po obodu med posebno zgornjo jekleno konstrukcijo in spodnjim delom sfernega ležišča se izdelava v skladu s SIST EN 1337-5.

Shematski prikaz drsnega sfernega ležišča z bočnimi vodili in z njegovimi glavnimi sestavnimi deli je prikazan na sliki 4.8.

4.4.4.1 Železniški premostitveni objekti

Pri dimenzioniranju cilindričnih kontaktnih površin po obodu med delom posebne zgornje jeklene konstrukcije in spodnjim delom sfernega ležišča po enačbi v SIST EN 1337-5 se za delni varnostni faktor privzame vrednost $Y_m = 1,1$.

Pri dimenzioniranju toroidalnih kontaktnih površin po obodu med delom posebne zgornje jeklene konstrukcije in spodnjim delom sfernega ležišča po enačbi v SIST EN 1337-5 se za delni varnostni faktor privzame vrednost $Y_m = 1,2$.

Pri določanju teoretične kontaktne točke na naslonski (kontaktni) točki se še posebej preveri zasuk ležišča in vpliv radija na položaj teoretične dotikalne (kontaktne) točke. Robni odmik je potrebno preveriti na naslonu zgornjega dela kot tudi na sferični zaokrožitvi spodnjega dela ležišča.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**4.4.4.2 Premostitveni objekti s tirom na togi podlagi**

Pri premostitvenih objektih s tirom na togi podlagi celotna zračnost ležišča ne sme biti večja od $\pm 0,5$ mm.

4.4.5 Vodena ležišča, pridrževalna ležišča in pridrževalne konstrukcije

Vodena ležišča in pridrževalne konstrukcije se izdelujejo in dimenzionirajo po SIST EN 1337-8.

Pridrževalne konstrukcije z drsnim parom oziroma kontaktom jeklo/jeklo se ne sme uporabljati pri novih premostitvenih objektih. To ne velja za pridrževalna ležišča. Za drsne pare vodenih ležišč se morajo uporabljati materiali v skladu s SIST EN 1337-2 ali EAD.

Pri pridrževalnih konstrukcijah vseh tipov ležišč skupna širina zračnosti vseh špranj ne sme biti večja od 2 mm. Pod skupno širino zračnosti se smatra možnost celotnega pomika iz ene skrajne lege v drugo skrajno lego. Pri tem je upoštevana tudi zračnost sidrskih elementov.

Dogovorjena zračnost mora veljati za celotno življenjsko dobo ležišča. To je možno vzdrževati s prilagodljivimi deli (npr. z nastavitvenimi vijaki ali zagozdami).

Z nastavitvenimi vijaki se pri sestavljanju ležišča na vseh kontaktnih površinah zagotovi, da je zračnost zagotovljena do začetka obratovanja.

Pri elastomernih ležiščih s pridrževalno konstrukcijo v eni osi morajo biti na bočnih nosilnih površinah za pomike v vzdolžni smeri kontaktne površine izdelane z materiali drsnih parov.

Pri elastomernih ležiščih s pridrževalno konstrukcijo je potrebno pri projektiranju in izvedbi upoštevati stisnjenje ležišča, višinske tolerance in deformacije zaradi temperaturnih sprememb. Vse to je potrebno upoštevati z namenom, da se prepreči naleganje na pridrževalno konstrukcijo.

Pri uporabi drsnih materialov CM1 in CM2 je potrebno z ustreznimi ukrepi zagotoviti, da so drsni materiali vedno v polnem kontaktu. To se lahko pri zasuku okoli vertikalne osi doseže s pomočjo vrtilnega krožnika, pri zasukih okoli vzdolžne/prečne osi pa s pomočjo nagibnih letev. Izvedba z dodatnimi zasučnimi deli (vrtilni krožnik, nagibna letev) je obvezna pri uporabi teh nestisljivih materialov.

Kontaktne površine nosilnih in sidrskih plošč pridrževalnih konstrukcij morajo biti tako pripravljene, da vsota toleranc sosednjih kontaktnih naležnih površin ne preseže večje vrednosti od $0,0008 D_{Lp}$ (diagonale ali premera drsne plošče) ali 0,5 mm (odstopanja ravnosti posamezne površine v isti smeri se odštevajo, v nasprotni smeri se seštevajo). Za kontaktno površino elastomernega ležišča in ležiščne plošče veljajo enaka pravila. Skladnost s tolerančnimi vrednostmi je dokumentirana v kontrolni kartici (kontrolnem listu).

Shematski prikaz deformabilnega ležišča s preprečenimi pomiki v prečni smeri je prikazan na sliki 4.9, na sliki 4.10 pa deformabilno ležišče s pridrževalno konstrukcijo s preprečenimi pomiki v obeh smereh in z drsno konstrukcijo v vzdolžni smeri.

4.4.5.1 Železniški premostitveni objekti s tirom na togi podlagi

Pri premostitvenih objektih s tirom na togi podlagi celotna zračnost ležišča ne sme biti večja od $\pm 0,5$ mm.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**4.4.6 Valjčna ležišča**

Valjčna ležišča se lahko uporabijo izjemoma le v primeru obnove starejših objektov. Zahteve za valjčna ležišča so podana v SIST EN 1337-4. Uporaba valjčnih ležišč v kombinaciji z drsnimi elementi ni dovoljena.

Valjčna ležišča iz nerjavnega jekla so zaradi svoje metalografske strukture podvržena nastanku razpok zaradi napetostne korozije, ki se v končni fazi pokaže v razpadu valja. Ta nevarnost se še posebej poveča pri neravninah in neravnosti v področju kontaktnih površin, ki niso dovolj ustrezno obdelane, kjer se lokalno znatno povečajo koncentracije napetosti. Razpoke se običajno začnejo pojavljati na zunanjih robovih valja in se nato preko menjajočega napetostnega stanja zaradi kotaljenja valjev tekom časa širijo v notranjost valja.

Možna je tudi uporaba valjčnih ležišč, ki so izdelana iz konstrukcijskega jekla, kontaktna površina ležiščnih plošč in pa valjev je v področju kotaljenja izdelana iz nerjavnega jekla s postopkom navarivanja nerjavne jeklene strukture ter ustrezno mehansko obdelana. Pri teh ležiščih je pojav razpok običajno omejen v področju navarjenega dela iz nerjavnega jekla ter v kontaktni površini s konstrukcijskim jeklom, kjer pa se razpoke širijo počasneje. Problem pri teh vrstah ležišča lahko nastopi zaradi korozijskih procesov na kontaktnih površinah konstrukcijskega jekla z nerjavnim jeklom, v kolikor obdelava stikov kontaktnih površin ni ustrezno obdelana.

4.5 Betonski členki

Izvedba betonskih členkov je dovoljena pri premostitvenih objektih, kjer ne bo potrebna kasnejša višinska izravnava ležišč. Izvedejo se lahko na priključku stebra s prekladno konstrukcijo, na priključku stebra s temeljno peto, lokom ali obokom. Na slikah 4.11 in 4.12 je shematično prikazan betonski členek s poimenovanjem glavnih delov členka.

Betonske členke brez dodatne zaščite se ne sme uporabiti v področju temeljnih tal, vode ali v vplivnem področju korozivnih medijev (slana megla, slanica).

Obremenitve in osnovna geometrijska pravila za konstruiranje betonskega členka a , t , β ter b_R so prikazane na sliki 4.13 in so naslednja:

$$a \leq 0,3 \cdot d \quad (4.1)$$

kjer je:

- a širina vratu členka
- d širina priključnega elementa na betonski členek

$$t \leq 0,3 \cdot a \leq 2 \text{ cm} \quad (4.2)$$

kjer je:

- t višina vratu členka
- a širina vratu členka

Betonski členek mora biti v prehodu zaokrožen z radijem $\rho \approx t/2$.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

$$tg\beta \leq 0,1 \quad (4.3)$$

kjer je:

β kot nagiba spodnje oziroma zgornje površine priključnega elementa v smeri proti širini vratu členka

$$b_R \geq 0,7 \cdot a \geq 5 \text{ cm} \quad (4.4)$$

kjer je:

b_R globina od roba priključnega elementa do členka na bočni strani členka (v vzdolžni smeri členka)

Dimenzije členka so določene z minimalno in maksimalno površino členka $A_{G,min}$ in $A_{G,max}$. Minimalna površina členka $A_{G,min}$ je določena z izrazom

$$A_{G,min} = a \cdot b = \frac{N_{d,max}}{\sqrt{3} \cdot f_{cd} \cdot [1 + \lambda \cdot (1 - \alpha_d \cdot \frac{E_{com}}{12800 \cdot \sqrt{3} \cdot f_{cd}})]} \quad (4.5)$$

kjer je:

a širina vratu členka [m]

b dolžina vratu členka [m]

$N_{d,max}$ maksimalna projektirana osna sila [MN]

f_{cd} projektirana vrednost tlačne trdnosti betona [N/mm²]

α_d projektirani zasuk pri maksimalni projektirani osni sili [%]

E_{com} tangentni elastični modul betona [MN/m²]

Koeficient λ je določen z izrazom

$$\lambda = 1,2 - \frac{a}{d} \leq 0,8 \quad (4.6)$$

kjer je:

a širina vratu členka [m]

d širina priključnega elementa na betonski členek [m]

Maksimalna površina členka $A_{G,max}$ je določena z izrazom

$$A_{G,max} = a \cdot b = 12800 \cdot \frac{N_d}{\alpha_d \cdot E_{com}} \leq 0,8 \quad (4.7)$$

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

kjer je:

- a širina vratu členka [m]
- b dolžina vratu členka [m]
- N_d projektirana vertikalna sila v mejnem stanju nosilnosti [MN]
- α_d projektirani zasuk v mejnem stanju nosilnosti [‰]
- E_{c0m} tangenti elastični modul betona [MN/m²]

Projektirana vertikalna sila v mejnem stanju nosilnosti je določena z izrazom

$$N_d = N_{G,d} + N_{Q,d} \quad (4.8)$$

kjer je:

- N_d projektirana vertikalna sila v mejnem stanju nosilnosti [MN]
- $N_{G,d}$ projektirana vertikalna sila zaradi stalnih vplivov v mejnem stanju nosilnosti [MN]
- $N_{Q,d}$ projektirana vertikalna sila zaradi spremenljivih vplivov v mejnem stanju nosilnosti [MN]

Projektirani zasuk α_d v mejnem stanju nosilnosti je določen z izrazom

$$\alpha_d = 0,5 \cdot \alpha_G + \alpha_Q \quad (4.9)$$

kjer je:

- α_d projektirani zasuk v mejnem stanju nosilnosti [‰]
- α_G projektirani zasuk zaradi stalnih vplivov v mejnem stanju nosilnosti [‰]
- α_Q projektirani zasuk zaradi spremenljivih vplivov v mejnem stanju nosilnosti [‰]

N_d in α_d pripadata eni in isti obtežni kombinaciji v mejnem stanju nosilnosti.

Dovoljeni zasuk členka α_{Rd} je določen z izrazom

$$\alpha_{Rd} = 12800 \cdot \frac{N_d}{a \cdot b \cdot E_{c0m}} \geq \alpha_d \quad (4.10)$$

kjer je:

- α_{Rd} projektirani dovoljeni zasuk v mejnem stanju nosilnosti [‰]
- N_d projektirana vertikalna sila v mejnem stanju nosilnosti [MN]
- a širina vratu členka [m]
- b dolžina betonskega členka [m]
- E_{c0m} tangenti elastični modul betona [MN/m²]

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

α_d projektirani zasuk v mejnem stanju nosilnosti [%]

V področju nad in pod členkom morajo biti cepilne sile $Z_{1,d}$, $Z_{2,d}$ in $Z_{3,d}$ prevzete z ustrezno cepilno armaturo (slike 4.13, 4.14 in 4.15). Cepilne sile so z upoštevanjem vrednosti projektirane vrednosti jekla $\sigma_{sd} = 250 \text{ N/mm}^2$ enake

$$Z_{1,d} = 0,3 \cdot N_{d,max} \quad (4.11)$$

$$Z_{2,d} = 0,3 \cdot (1 - b/c) \cdot N_{d,max} \quad (4.12)$$

$$Z_{3,d} = 0,03 \cdot a/b \cdot N_{d,max} \quad (4.13)$$

kjer je:

$Z_{1,d}$ Cepilna sila v osi priključnega elementa in prečni smeri členka [MN]

$Z_{2,d}$ Cepilna sila v osi priključnega elementa in vzdolžni smeri členka [MN]

$Z_{3,d}$ Cepilna sila na bočni strani priključnega elementa v vzdolžni smeri členka [MN]

$N_{d,max}$ maksimalna projektirana osna sila [MN]

a širina vratu členka [m]

b dolžina vratu betonskega členka [m]

c dolžina priključnega elementa na betonski členek [m]

Prevzem prečne sile $Q_{y,d}$ (slika 4.13) z betonskim členkom ni dovoljen, kadar je

$$Q_{y,d} > 1/4 \cdot N_d \quad (4.15)$$

Če je velikost prečne sile $Q_{y,d}$ enaka

$$Q_{y,d} \leq 1/8 \cdot N_d \quad (4.16)$$

potem posebni ukrepi za prevzem prečnih sil niso potrebni.

Kadar pa je velikost prečne sile $Q_{y,d}$ enaka

$$Q_{y,d} \leq 1/4 \cdot N_d \quad (4.17)$$

kjer je:

N_d projektirana vertikalna sila v mejnem stanju nosilnosti [MN]

potem je potrebno členek ojačati z jeklenimi armaturnimi mozniki, ki se jih postavi v osi členka. Dolžina sidranja moznikov je $> 30 \phi$, kjer je ϕ premer armaturne palice - moznika. Prerez strižnih moznikov A_s se lahko določi s približnim izrazom

$$A_s \geq Q_{y,d}/8 \quad (4.18)$$

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

kjer je:

A_s prečni prerez strižnih moznikov [cm^2]

$Q_{v,d}$ projektirana prečna sila v mejnem stanju nosilnosti [kN]

V vzdolžni smeri členka za prevzem upogibnega momenta $M_{y,d}$ (slika 4.13) ni potrebno izvesti nobenih posebnih ukrepov, kadar je

$$M_{y,d} < b \cdot N_d / 6 \quad (4.19)$$

kjer je:

$M_{y,d}$ projektirani upogibni moment v mejnem stanju nosilnosti v vzdolžni smeri členka [MNm]

N_d projektirana vertikalna sila v mejnem stanju nosilnosti [MN]

b dolžina betonskega členka [m]

V primeru, da je

$$M_{y,d} \geq b \cdot N_d / 6 \quad (4.20)$$

je potrebno robove členka ojačati z gladkimi križnimi armaturnimi palicami, ki imajo za boljše sidranje na koncih privite matice. Za prevzem lokalnih cepinih sil so te križne palice armirane s spiralno armaturo (sliki 4.16 in 4.17).

V betonskih členkih za povezavo prekladne konstrukcije s podporno konstrukcijo se uporabljajo mozniki iz nerjavnega jekla X5CrNiMo17-12-2. Armaturni mozniki se v vrat členka vgradijo križno.

Področje priključnih elementov na členek je običajno močno armirano, kar lahko povzroči težave pri vgrajevanju betona. Zato se lahko pred izdelavo členka izvede poskusno izvedbo členka z dejanskimi dimenzijami in armaturo v področju členka in priključnih elementov na členek. S tem se preveri primernost in zanesljivost izbrane tehnologije vgrajevanja betona ter usposobljenost ekipe, ki bo vgrajevanje betona izvedla. Poskusno izvedbo členka se izvede v dogovoru z naročnikom in mora biti opredeljena v popisu del oziroma ponudbenem predračunu.

Kadar so priključni elementi na členek poševni ali v loku, potem je potrebno zagotoviti ustrezne pogoje podpiranja členka in priključnih delov konstrukcije z namenom, da se preprečijo nepredvidene deformacije členka v fazi gradnje.

5 Konstruktivne zahteve za ležišča in priključne dele konstrukcij

5.1 Splošno

Fiksna in pomična ležišča za prenos vertikalnih sil so izdelana kot točkovno zasučna ležišča ali točkovno zasučna drsna ležišča.

Praviloma morajo biti ležišča vgrajena vodoravno. Dopustna je tudi vgradnja ležišč v vzdolžnem ali prečnem naklonu. Kadar se ležišče vgrajuje v naklonu, mora biti celotno

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

ležišče vgrajeno v naklonu, oziroma se mora ohraniti vodoravnost drsne plošče glede na spodnji nagibni del ležišča. Zato ni dovoljeno, da se vgradnja ležišča v naklonu izvede z zasukom zgornjega dela ležišča preko zasučnega dela ležišča.

Ležišča in njihovi spoji morajo biti oblikovani tako, da je menjava celega ležišča ali posameznega dela možno izvesti ob zagotavljanju prometa preko premostitvenega objekta. Zato morajo biti ležišča vgrajena s sidrnimi ploščami.

Za ležišča, za uporabo katerih je merodajna celokupna špranja po tč. 7.1 SIST EN 1337-1:2000 (npr. uporaba prečno pomičnih ležišč za prenos vzdolžne horizontalne sile, zahteve za ležišča pri železniških premostitvenih objektih z ali brez tira na togi podlagi) je potrebno predložiti dokazila o širini celokupne špranje na izgotovljenih ležiščih.

Dovoljeno odstopanje celotne višine ležišča vključno s sidrnimi ploščami H je lahko največ 3% konstrukcijske višine, vendar ne manj kot 5 mm in ne več kot 10 mm.

Tolerance prostih mer so približno v skladu s stopnjo natančnosti po SIST ISO 2768-1:1999.

5.2 Sidrne plošče

Sidrne in/ali ležiščne plošče so sidrane v sosednje nalegajoče konstrukcijske elemente.

Sidrne in ležiščne plošče morajo biti medsebojno razstavljivo povezane. Zaradi tega je dovoljena uporaba tistih vijačnih spojev, ki ustrezajo priznanim pravilom tehnike. Uporaba nedostopnih matic in podložk visoko vrednih vijakov (prednapetih vijakov) je dovoljena le v primeru, če so zavarovane proti odvijanju. Vbetonirana varovala proti odvijanju morajo zato imeti prožno 2 mm rebrasto pokrivalo oziroma plašč (slika 5.1). Za vgradnjo je potreben preizkus postopka, kjer je po načrtu narejena zveza s prednapetimi vijaki. Ta je predstavljen in preverjen v okviru začetnega preizkušanja.

Vijačne zveze s prednapetimi vijaki morajo ustrezati SIST EN 1993-1-8, tč. 3.4. Če poteka železniški promet, so prednapeti spoji kategorije C ali E polno prednapeti. Pri premostitvenih objektih z gramozno gredo se lahko spoji dodatno izvedejo s spoji kategorije B.

Pri elastomernih ležiščih tipa B, vgrajenih z ali brez ležiščnih plošč obstaja nevarnost, da zaradi prerazporeditve sil, dinamičnih vplivov, nepravilne vgradnje, potresnih sil, itd. lahko pride do nekontroliranega obnašanja ležišča (ang. walking out bearing) in v končni fazi celo do izpada ležišča. Zato naj se pri novih objektih vgrajuje elastomerna ležišča tipa B/C ali C. Povezava elastomernega ležišča tipa C s sidrno ploščo se lahko izvede samo z mozniki, in sicer dvema okroglima ali enim kvadratnim, da se prepreči premikanje (vrtenje) ležišča okoli vertikalne osi. Mozniki morajo biti tako izdelani, da je možna zamenjava ležišča pri dvigu prekladne konstrukcije za 10 mm. Pri tem je potrebno upoštevati tudi vpliv stisnjenja ležišča.

Če ni tehnične potrebe po ločeni namestitvi sidrnih plošč (npr. pri narivanju konstrukcije), morajo biti vsi deli ležišča vključno s sidrnimi in podložnimi ploščami sestavljeni v celoto v proizvodnem obratu. Pri tem so lahko vijake privije le toliko, da nastala deformacija jeklenih plošč ni večja od $0,0006 \times L$ oziroma 0,2 mm. Merodajna je večja vrednost. L je diagonala celotne kontaktne drsne površine. Dokončno se vijaki privijejo na predpisani moment privitja na gradbišču po sprostitvi prekladne konstrukcije. Taka ležišča morajo biti v proizvodni hali posebej označena.

Odmiki od robov vijačnih zvez morajo biti upoštevani v skladu s SIST EN 1993-1-8.

5.3 Konstruktivne zahteve za področje namestitve dvigalk

Ležiščna polica mora biti oblikovana in dimenzionirana tako, da lahko prevzame vertikalne sile dvigalk in prenese morebitne horizontalne sile.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Mesta namestitve dvigalk in njihove podporne točke naj bodo na objektu trajno označene. Vse informacije glede zamenjave ležišč (npr. sile v dvigalkah) so podane v projektu zamenjave ležišč in/ali na ploščicah, ki so pritrjene na objektu ob posameznih podporah. Ploščice morajo biti izdelane iz materiala, ki je odporen proti staranju in mehanskim poškodbam.

Položaj in stabilnost položaja namestitve dvigalk in opornih točk morajo biti dokazane za obtežni slučaj zamenjave ležišča pod prometom.

Prečni nosilec nad ležišči mora biti dimenzioniran na računske podporne sile in za sile v dvigalkah v primeru zamenjave ležišča pod prometom.

Področje vnosa sil mora biti ustrezno dimenzionirano in po potrebi ustrezno ojačeno. Pri betonskih konstrukcijah je to izvedeno s pomočjo cepilne armature, pri jeklenih konstrukcijah pa s pomočjo ojačitvenih plošč. Tlačne ojačitve pri jeklenih konstrukcijah v področju ležišča je potrebno tako razporediti, da je zagotovljen enakomeren vnos sil v ležišča. Za raznos obtežbe med posameznimi deli ležišča in konstrukcije se upošteva kot največ do 45° razen če se z natančnejšim preverjanjem ob upoštevanju lastnosti sosednjih konstrukcijskih elementov in materialov ne dokaže, da je upravičen raznos pod večjim kotom.

Dokazilo o sidranju ležišč temelji na tč. 5.2 SIST EN 1337-1:2001. Za nosilnost in konstrukcijsko zasnovo sidrnih sredstev veljajo gradbeno tehnični predpisi, evropske tehnične presoje ali slovensko tehnično soglasje.

5.4 Povezava ležišč s konstrukcijo

5.4.1 Povezava ležišča z betonsko konstrukcijo

Pri dinamičnih horizontalnih obremenitvah ni dovoljen prenos horizontalnih sil preko trenja v skladu s SIST EN 1337-1, tč. 5.2.

Z oziroma na zahteve za prenos horizontalnih sil in montažo ležišč so ležiščne sidrne plošče sidrane v podporno in prekladno konstrukcijo (slika 5.2). Sidranje mora biti zasnovano tako, da je mogoče izvesti ustrezen spoj med sidrno ploščo in nosilno konstrukcijo.

Za povezavo sidrnih plošč s sosednjimi betonskimi konstrukcijskimi elementi se uporabljajo čepasta sidra, za katera veljajo določila SIST EN ISO 13918. Čepasta sidra so razporejena v minimalnem rastru 150 mm, odmik od roba pa ne sme biti manjši od 150 mm.

Manjše osne razdalje se lahko izberejo v skladu z zasnovo in izvedbo armature betonskega podstavka. V tem primeru mora biti najmanjši razmik čepastih sider v smeri prenosa horizontalnih sil $5 \times d_1$ in prečno na to smer $4 \times d_1$, kjer je d_1 premer stebra čepastega sidra.

Položaj armature kot tudi položaj sosednjih jeklenih delov so usklajeni s položajem ležiščnih sider.

Čepasta sidra morajo biti vgrajena v armirani beton najmanj 90 mm pod zgornjo površino betonskega podstavka in več kot 30 mm pod spodnjim slojem cepilne armature podstavka. Razdalja sidranja se meri do čepa sidra. V kolikor je med sidrno ploščo in betonskim podstavkom izveden stik z malto ali če je nosilna površina betonskega podstavka armirana v več slojih, je potrebno čepasta sidra ustrezno podaljšati (slika 5.3). Nosilnost čepastih sider ali drugih pritrditev v betonu je regulirana v SIST EN 1994 (vsi deli).

Natezne sile v čepastih sidrih se lahko v skladu s tč. 6.6.3.2 SIST EN 1994-2 zanemarijo, če so manjše od 10 % projektirane strižne odpornosti čepastih sider. Če so prisotne večje natezne sile, se morajo uporabiti posebni ukrepi, kot je npr. uporaba injektiranih sidrnih palic v ceveh in podobno.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Debeline maltnih spojev med sidrno ploščo oziroma ležiščno ploščo ter betonsko podlago podporne oziroma prekladne konstrukcije ne smejo biti manjše od 2 cm in ne večje od 5 cm.

Maltne spoje ležišča z betonsko podlago, ki so debelejši od 5 cm, je treba ne glede na velikost ležišča dimenzionirati na dovoljeno tlačno napetost pri delni površinski obremenitvi.

Pri izvedbi spodnjega maltnega spoja je zgornji rob malte izveden najmanj do spodnjega roba sidrne plošče, lahko pa sega tudi do zgornjega roba sidrne plošče. Širina zunanega sloja malte na vseh straneh izven sidrne plošče mora biti vsaj za 1 cm večja od debeline sloja malte (slika 5.4). Spoj med malto in sidrno ploščo mora biti zatesnjen.

5.4.1.1 Izvedba sidranja ležišč pri prenovah objektov

Pri prenovi objektov, pri katerih je predvidena tudi zamenjava ležišč, se vgradnja sidrnih plošč s sidri lahko opusti v naslednjih primerih:

- kadar prostorske razmere ne dopuščajo vgradnje sidrnih plošč, npr. pri majhni svetli višini med prekladno konstrukcijo in ležiščno polico podporne konstrukcije;
- če je področje predvidene vgradnje sidrne plošče ležišča gosto armirano;
- če v področju predvidene vgradnje sidrne plošče ležišča potekajo kabli.

V teh primerih morajo biti kontaktne površine sidrnih plošč opremljene s protizdrsnim premazom ali pa se kontaktna površina obdelava z utor ali podobno obdelavo površine.

Vsestransko pomična drsna ležišča se lahko vgradi brez sidranja.

Pri zamenjavi elastomernih ležišč tipa B naj se ležišča zamenjajo z ležiščem tipa B/C s spodnjo in zgornjo ležiščno ploščo. Ležišča so sidrana z ležiščno ploščo s pomočjo moznikov. Z oziroma na to, da so pri starih objektih reološki vplivi že končani, se lahko po računskem preverjanju uporabijo ležišča z manjšo celokupno debelino elastomerja ker so potrebni manjši horizontalni pomiki ležišča. Izbira izdelave maltnega spoja in vrste malte med ležiščno ploščo in betonsko konstrukcijo je odvisna od razpoložljive višine med podporno in prekladno konstrukcijo na mestu vgradnje ležišča.

5.4.2 Dimenzioniranje podporne konstrukcije

Pri dimenzioniranju delov podporne konstrukcije, ki so povezani z ležiščem, je treba upoštevati reakcijske sile ležišča (odpor proti deformaciji, zasuku, kotaljenju ali drsenju).

Ležišča oziroma podpiranje je potrebno projektirati tako, da so ležišča v vsakem trenutku lahko dostopna. Predvideti je potrebno ustrezen prostor za pregled, zamenjavo ali obnovo ležišč ter prostore za dvigalke za dvigovanje prekladne konstrukcije (slika 5.5).

Svetla višina med ležiščno polico in spodnjo površino prekladne konstrukcije mora biti najmanj 50 cm, da je tako omogočen neoviran dostop za pregled ležišča ter izvajanje del pri obnovi ali zamenjavi ležišča. Ta svetla višina omogoča tudi neoviran pregled spodnje površine dilatacije na krajnih opornikih. Da bo ustrezna svetla višina zagotovljena, je potrebno ležišča namestiti na betonske podstavke, ki so ustrezno dimenzionirani in armirani (slika 5.6). V kolikor zaradi tehnologije gradnje ni mogoče zagotoviti svetle višine najmanj 50 cm, potem je potrebno z drugačno zasnovo podporne konstrukcije zagotoviti ustrezne pogoje za pregledovanje in izvedbo meritev glede na izbrano vrsto ležišč (npr. kontrolni hodnik na krajnih opornikih).

Poleg svetle višine med ležiščno polico in spodnjo površino prekladne konstrukcije je potrebno preveriti tudi svetlo višino med spodnjo površino drsne plošče in zgornje površine

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

ležiščnega bloka h_o (slika 5.7), ki je pomembna pri izvajanju meritev nagibnih in drsnih rež. Za ustrezno izvajanje meritev mora biti svetla višina vsaj 200 mm (slika 5.8).

Pri določanju svetle višine med podporno in prekladno konstrukcijo za potrebe dviganja prekladne konstrukcije (slika 5.9) je potrebno upoštevati še:

- izravnalni sloj naklona ležiščne police,
- debeline jeklenih plošč za prenos tlačnih dvižnih sil,
- višine komercialnih dvigalk, po potrebi s sferičnimi glavami in drsnimi deli,
- gradbene tolerance.

Ležiščna polica mora biti zasnovana tako, da lahko prenese vertikalne sile dvigalk in z ustreznimi ukrepi tudi horizontalne sile (npr. vdolbine v ležiščni polici oziroma posebna armiranobetonska rebra, jekleni nosilci). Zagotovljen mora biti dovolj velik prostor za namestitev dvigalk kakor tudi za izvek starega in vstavev novega ležišča s pripadajočim transportom.

Svetli odmik roba betonske konstrukcije od vnosa sile dvigalk v podporno konstrukcijo c mora biti najmanj 12 cm, odmik od roba betonskega podstavka a pa najmanj 5 cm. Debeline podložnih jeklenih plošč naj bodo vsaj 20 mm, kot raznosa sile dvigalk na podporno konstrukcijo pa naj bo enak ali manjši od 45° (sliki 5.9 in 5.10).

Odmik roba ležiščne oziroma sidrne plošče od roba betonskega ležiščnega podstavka naj bo enak minimalno dopustnemu, kar je še posebej pomembno pri drsnih ležiščih z majhno višino. V kolikor je pri nizkih ležiščih ta odmik prevelik, potem je zelo otežkočeno ali celo onemogočeno odstranjevanje zaščitnega meha drsnih površin za izvajanje pregleda in izvedbo samih meritev drsnih in nagibnih špranj.

V kolikor se pričakuje posedanje krajnih ali vmesnih podpor, je potrebno z ustreznimi ukrepi vzpostaviti prvotno stanje. To se lahko zagotovi s primerno izravnavo višin. Višinsko izravnavo ležišč se lahko izvede z vstavljanjem mehansko obdelanih ravnih podložnih plošč ali klinastih plošč. Podložne in klinaste plošče morajo biti mehansko obdelane, da se dobro prilegajo. Debeline podložnih plošč so odvisne od potrebne višinske izravnave. V splošnem so plošče izdelane iz jekla z obojestranskim zaščitnim premazom, ki ne sme povzročiti zdrsa ležiščnega vložka.

Kontaktne površine podložnih plošč so izdelane vzporedno s sidrno in nosilno ležiščno ploščo.

Podložne in klinaste plošče se lahko vgradijo samo med sidrno in nosilno ležiščno ploščo.

Popravke višin lahko izvaja osebje, ki je ustrezno strokovno usposobljeno za vgradnjo ležišč in svojo usposobljenost dokazuje z ustreznimi referencami.

Izravnavo višin je mogoče doseči tudi s pomočjo posebnih konstrukcijskih elementov, kot so npr. višinsko nastavljiva ležišča. Za vgradnjo teh konstrukcijskih elementov je potrebno predhodno soglasje investitorja oziroma njegovega ustrezno usposobljenega predstavnika.

Področje naleganja dvigalk mora biti ustrezno dimenzionirano in armirano proti cepilnim silam ter ustrezno trajno označeno tako na podporni kot prekladni konstrukciji. Na predvideni lokaciji postavitve dvigalk naj se vgradijo podložne jeklene plošče iz jekla S235 JR in debeline najmanj 20 mm. Plošče so s privarjenimi sidri vgrajene v betonsko konstrukcijo. Plošče morajo biti vgrajene vodoravno in zgornji rob plošče mora biti vsaj 10 mm nad betonsko površino. Plošče morajo biti vroče pocinkane po SIST EN ISO 1461. Pred cinkanjem je treba na vidni strani plošče v ploščo vtisniti podatke o sili dviganja in višini dviga ter označiti mesto postavitve dvigalk. V isti vertikalni osi se vgradi tudi plošča na betonski prekladni konstrukciji (slika 5.2). Ko je konstrukcija obremenjena z vso stalno obtežbo, je

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

potrebno izmeriti razdaljo med obema ploščama in jo na eno od obeh plošč trajno zapisati. Odmiki jeklenih plošč od robov podporne konstrukcije in betonskega podstavka so prikazani na sliki 5.10.

V kolikor na lokacijah predvidenih dvigalk ni vgrajenih jeklenih podložnih plošč, potem je potrebno površino najprej izravnati z malto ustrezne kakovosti in nato izvesti podlaganje z jeklenimi ploščami pod dvigalko (slika 5.9).

Pri lesenih premostitvenih objektih so ležišča izdelana po SIST EN 1337 vgrajena v betonske podstavke. Ležišča so na krajnih opornikih lahko vgrajena tudi v jekleno konstrukcijo (stebričke), ki je vbetonirana v krajne opornike. Pri krajših lesenih premostitvenih objektih se lahko lesena prekladna konstrukcija postavi tudi na posebej oblikovan lesen prečni nosilec, ki je z nerjavnimi vijaki sidran v betonski podstavek. V kontaktno površino med prekladno konstrukcijo in lesenim prečnim nosilcem se vstavi nerjavno pločevino, ki je z nerjavnimi vijaki pritrjena v leseni prečni nosilec. Namesto lesenega prečnega nosilca se lahko uporabi tudi jekleni profil iz nerjavnega jekla, ki je z nerjavnimi vijaki sidran v betonsko podporo konstrukcijo. Med jekleni profil in prekladno konstrukcijo se lahko vstavi tudi elastomerno ležišče, ki je preko moznika sidrano v spodnjo ležiščno ploščo, pritrjeno na jekleni nosilec.

5.4.3 Dimenzioniranje prekladne konstrukcije

Pri dimenzioniranju delov prekladne konstrukcije, ki so povezani z ležiščem, je treba upoštevati tudi povratne sile ležišča (odpor proti deformaciji, zasuku, kotaljenju ali drsenju) in stisnjenje ležišč.

5.4.3.1 Betonska konstrukcija

Prečni nosilci nad ležišči in/ali področje prekladne konstrukcije ob ležiščih v vzdolžni smeri morajo biti dimenzionirani na sile dvigalk v primeru zamenjave ležišč in na izračunane reakcije na ležišča.

Področje kontaktne površine z glavo ene ali več dvigalk mora biti ustrezno dimenzionirano in armirano proti cepilnim silam.

Na lokaciji dvigalk za dvig prekladne konstrukcije mora biti svetli odmik roba betonske prekladne konstrukcije od vnosa sile dvigalk v podporo konstrukcijo c najmanj 12 cm. Kot raznosa sile dvigalke na podporo konstrukcijo naj bo enak ali manjši od 45°. (sliki 5.9 in 5.10).

Na lokaciji dvigalk naj bodo vgrajene enake vroče pocinkane jeklene plošče, kot so opisane za podporo konstrukcijo v poglavju 5.2.2.

5.4.3.2 Jeklena in sovprežna konstrukcija

Varnost in nosilnost jeklenih delov konstrukcije je potrebno dokazati v skladu z SIST EN 1993-2 v povezavi z nacionalnim dodatkom.

Morebitna odstopanja med ležiščem (z možnimi sidrnimi in podložnimi ploščami) in sosednjimi deli konstrukcije ne smejo preseči zahtev glede ravnosti za sidrne plošče. Zahteva glede ravnosti sosednjih delov konstrukcije priključenih na ležišče mora biti izpolnjena tudi pod obremenitvijo (upoštevati je potrebno tudi dodatek elastičnih upogibov priključnih delov konstrukcije).

Prečniki v oseh ležišč morajo biti ustrezno togi.

Za izravnavo proizvodnih neravnosti se uporabljajo tankoslojni pastozni sistemi z dokazano primernostjo uporabe.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

V področju drsnih ležišč mora biti zaradi pomikov in zasukov ležišča nosilna konstrukcija dodatno ustrezno ojačana za enakomeren prevzem vertikalnih sil pri pomikih izven ničelne lege v vzdolžni smeri prekladne konstrukcije (slika 5.11). V primeru brez ojačitev v področju vnosa sile lahko pri določenem pomiku in/ali zasuku pride do prekoračitev napetosti in posledično do poškodb v področju vnosa sil.

Prečni nosilci nad ležišči morajo biti dimenzionirani na sile v dvigalkah v primeru zamenjave ležišč in na izračunane reakcije na ležišča. V področju vnosa tlačnih sil dvigalk mora biti prekladna konstrukcija ustrezno ojačana (slike 5.12 do 5.15).

V kolikor je predvidena namestitev dvigalk za zamenjavo ležišč v področju prekladne konstrukcije pred oziroma za ležiščem, morajo biti tudi ta področja ustrezno dimenzionirana in ojačana za enakomerni vnos vertikalnih sil dvigalk.

5.4.3.3 Lesena konstrukcija

Lesena konstrukcija na zgornjo ležiščno ploščo ležišča po SIST EN 1337 nalega preko ustrezno oblikovane in dimenzionirane jeklene sidrne plošče, ki je v leseno konstrukcijo sidrana z ustreznimi jeklenimi veznimi sredstvi oziroma lesnimi vijaki (slike 5.16 do 5.18). Sidrna plošča mora biti tako oblikovana, da je na stiku z lesom preprečeno zadrževanje vlage v stiku. Sidrna plošča mora biti po celotni kontaktni površini z lesom zaščitena s celotnim sistemom protikorozijskega premaza.

Leseni ali jekleni deli prečnikov v osi podpiranja morajo biti ustrezno dimenzionirani in ojačeni z jeklenimi ploščami in/ali konstrukcijami za prevzem tlačnih sil dvigalk v primeru, da je predvideno dvigovanje prekladne konstrukcije preko prečnikov. V primeru, da je predvidena namestitev dvigalk v osi ležišča pod nosilnim elementom prekladne konstrukcije, morajo biti ustrezne ojačitve za namestitev dvigalk narejene tudi ob ležišču nosilnega elementa prekladne konstrukcije.

6 Oprema ležišč**6.1 Splošno**

Za opremo ležišča premostitvenega objekta se smatra:

- sidrne, klinaste, vmesne in podložne plošče,
- dvižna ušesa,
- identifikacijska ploščica ležišča,
- kazalnik pomikov z merilno skalo,
- označbe na ležišču za pravilno lokacijo vgradnje ležišča,
- referenčna horizontalna ravnina z dvoosno libelo,
- označbe za izvajanje kontrolnih meritev drsne in nagibne špranje,
- zaščitna oprema drsnih površin,
- naprave za prednastavitev in varovala za fazo montaže ležišča,
- dodatna oprema za ponastavitev elastomernega ležišča,
- protikorozijska zaščita.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**6.2 Sidrne, klinaste, vmesne in podložne plošče**

Ležišča morajo biti ločena od nosilne prekladne in podporne konstrukcije zaradi zamenjave celega ležišča ali njegovih obrabnih delov. Zato so ležišča s prekladno oziroma podporno konstrukcijo povezana preko sidrnih plošč, razen v izjemnih primerih, ko je zaradi okoliščin predviden prenos horizontalne sile izključno preko trenja.

Varjenje ležišča direktno na sidrno ploščo ni dovoljeno, ker potem ležišče ne ustreza več definiciji zamenljivosti ležišča. Dovoljeno je le varjenje vmesne ali klinaste plošče na sidrno ploščo, pri čemer je samo ležišče povezano z vmesno ali klinasto podložno ploščo z vijačnimi spoji ali pa z mozniki.

Za statični račun sidrnih plošč, sider in veznih sredstev se uporabljajo podatki, ki so podani za dimenzioniranje ležišč.

Kvaliteta jekla mora biti primerna za varjenje in ustrezati gradbeno tehničnim predpisom za nameravano uporabo.

Za sidrne, klinaste, podložne in vmesne plošče z notranjimi navoji pri izvrtinah po celotni ali delni debelini plošče se uporablja jeklo kvalitete S355J2+N po SIST EN 10025-2.

Za varjene spoje veljajo specifikacije po SIST EN 1993-1-8 in SIST EN 1090-2.

Dokazana mora biti varivost uporabljenih materialov.

Največje dovoljeno odstopanje od teoretične ravne površine Δ_z je lahko $0,0003 \times D_{LP}$ ali 0,2 mm, pri čemer je merodajna večja vrednost. D_{LP} je dolžina diagonale ležiščne plošče.

Lokalne neravnine jeklenih plošč pri vodenih ležiščih ali pridrževalnih konstrukcij v kombinaciji z elastomernim ležiščem so lahko največ $0,003 \times D_E$ oziroma 1 mm. Merodajna je večja vrednost. D_E je dolžina diagonale pravokotnega ležišča.

Pri uporabi vmesnih plošč je običajno potrebno sočasno namestiti sidrne plošče. Ležiščne, podložne in sidrne plošče je potrebno pred montažo priviti skupaj v celoto.

Pri deformabilnih ležiščih je potrebno upoštevati tolerance ravnosti po tč. 6.2.3 SIST EN 1337-3:2005. V kolikor je elastomerno ležišče izvedeno z drsnim delom, je potrebno dovoljene tolerance naležnih površin prepoloviti.

Povezava deformabilnega ležišča s sidrno ploščo je lahko izvedena z vijačnimi spoji ali pa z mozniki.

Previs zgornje sidrne plošče p_z v vzdolžni in prečni smeri preko vsakega roba vsestransko deformabilnega ležišča ($p_{x,z}$, $p_{y,z}$) in spodnje sidrne plošče p_s ($p_{x,s}$, $p_{y,s}$) je pri obojestransko sidranih ležiščih z mozniki ali vijaki večji za najmanj 25 mm.

Če so vsestransko deformabilna ležišča z mozniki sidrana v sidrno ploščo samo na spodnji strani, so previsi na zgornji plošči p_z enaki

$$p_z \geq 0,70 \cdot T_q + 10 \quad (6.1)$$

kjer je:

p_z previs zgornje plošče preko roba deformabilnega ležišča v smeri pomikov [mm]

T_q debelina elastomerja po SIST EN 1337-3 [mm]

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Pri deformabilnih ležiščih s pridrževalno konstrukcijo v obeh horizontalnih smereh, je previs spodnje in zgornje podložne (sidrne) plošče p_z in p_s od roba ležišča do roba trna enak najmanj 25 mm.

Pri deformabilnih ležiščih s pridrževalno konstrukcijo v eni smeri, sta previsa zgornje in spodnje plošče v smeri preprečenih pomikov enaka najmanj 25 mm. V smeri pomikov sta previsa od roba deformabilnega bloka do roba trna na spodnji in zgornji strani enaka vrednosti po izrazu 6.1.

Pri elastomernih ležiščih s pridrževalno konstrukcijo ali pri vodenih ležiščih mora biti vertikalni razmik med sidrno ploščo in prostim robom trna tako dimenzioniran, da v mejnem stanju uporabnosti zaradi stisnjenja in zasuka ležišča v nobenem primeru ne pride do oviranja pomikov oziroma kontakta.

Ob zamenjavi elastomernih ležišč pri starih objektih, pri katerih ni možno izvesti ustreznega sidranja ležišča v sidrno ploščo zaradi geometrijskih (višinskih omejitev), veljajo kriteriji za previse na zgornji sidrni plošči tudi za previse sidrnih plošč na spodnji strani.

Za lažjo zamenjavo ležišč se lahko uporabijo tudi vmesne plošče. Previs vmesne plošče načeloma ni potreben, je pa odvisen od povezave z ležiščno ploščo ter sidrno ploščo.

Zahteva za ravnost za sidrne in klinaste plošče po SIST EN 1337-2 velja za tisto stran, ki je obrnjena proti ležišču, da se zagotovi prenos vertikalne obtežbe po celotni površini. Zahteva za ravnost v skladu s SIST EN 1337-2 in SIST EN 1337-4 do SIST EN 1337-8 velja za kontaktne površine med sidrnimi ploščami in ležišči kot tudi za jeklene kontaktne površine, če ni predviden noben stik na osnovi izravnalnih past. Pri priključku na jeklene nosilne dele prekladne konstrukcije veljajo zahteve za kontaktne spoje po SIST EN 1090-2. To ravnost se lahko doseže tudi z vstavljanjem tankih pločevinastih trakov. Za kontaktne površine med sidrnimi ploščami in elastomernimi ležišči po SIST EN 1337-3 se lahko vrednosti dovoljenega odstopanja od ravnosti po SIST EN 1337-2 početverijo.

V skladu z načrtom so dovoljene tudi klinaste sidrne plošče.

6.2.1 Sidrne plošče

Debelina sidrnih plošč d mora ustrezati naslednjim vrednostim:

- 18 mm ali
- 2 % premera ali diagonale sidrne plošče.

Merodajna je večja vrednost.

6.2.1.1 Povezava z betonsko konstrukcijo

Sidrne plošče so z betonsko konstrukcijo povezane s čepastimi sidri po SIST EN ISO 13918:2018. Natezna trdnost čepastih sider f_u mora biti najmanj 450 N/mm².

Najmanjši razmik čepastih sider v smeri prenosa horizontalnih sil ne sme biti manjši od $5 \times d_1$ in prečno na to smer ne sme biti manjši od $4 \times d_1$, kjer je d_1 premer stebila čepastega sidra.

Najmanjši odmik čepastih sider od roba v smeri delovanja sil mora biti najmanj 700 mm in v prečni smeri delovanje sile 350 mm. Manjši odmik od robov je dovoljen, če je z uporabo ustreznega paličnega modela dokazana ustrezna varnost proti porušitvi betona.

V priključnih betonskih elementih mora biti betonska površina armirana z mrežno armaturo najmanj $\phi 12/15$ cm, ki se ob robovih konstrukcije ustrezno zakrivi.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Sidrne plošče pri okroglih elastomernih ležiščih, če niso opremljene s sidri (npr. pri zamenjavi ležišč pri starejših objektih), naj bodo okrogle oblike. Pri uporabi pravokotnih sidrnih plošč brez sider za okrogla ležišča običajno na robovih vzdolž diagonal nastanejo špranje zaradi odstopanja jeklene plošče od betonske podlage.

6.2.1.2 Povezava z jekleno konstrukcijo

Pri jeklenih konstrukcijah morajo elementi, ki mejijo na ležišče, izpolnjevati geometrijske zahteve o ravnosti kontaktne površine za sidrne plošče. Če teh zahtev zaradi konstruktivnih ali tehnoloških razlogov ni mogoče izpolniti, je potrebno namestiti oziroma vgraditi vmesne plošče. Te morajo biti izdelane tako, da je omogočen enakomeren prenos tlačnih napetosti na drsno ploščo pod kotom 45° . Zahteve za debelino vmesne plošče so enake kot za sidrno ploščo.

Na jekleno nosilno konstrukcijo so sidrne plošče lahko privijačene (sliki 5.25 in 5.26) ali privarjene. V primeru, da je sidrna plošča na konstrukcijo privarjena, mora biti ležišče na sidrno ploščo privijačeno.

Klinaste ali vmesne plošče se strojno obdelajo, da se zagotovi ustrezen kontakt. Če to ni možno oziroma pride do odstopanja in so neravnine večje od dovoljene vrednosti, je potrebno obstoječe neravnine oziroma ozke praznine med neravninami zapolniti z vbrizgavanjem ustreznih materialov.

Varjene sidrne plošče morajo biti opremljene s sredinsko razporejenimi izvrtinami za preverjanje stika s sosednjo nosilno ali vmesno ploščo.

Pri kontaktnih površinah sidrnih plošč na jekleno konstrukcijo ali ležišča s sidrno in vmesno ploščo mora biti predvideno mehansko varovanje proti zdrs. Pri ležiščih je za prenos horizontalnih sil razširjena uporaba moznikov ali strižnih letev. Kvaliteta materiala moznikov ali strižnih letev mora biti S355J2+N po SIST EN 10025-2.

Na slikah 5.19 do 5.23 so prikazane izvedbe sidranja elastomernih ležišč s strojno obdelanimi sidrnimi ploščami, da so zagotovljene zahteve ravnosti pri vgradnji ležišč na jekleno prekladno konstrukcijo. Zgornje sidrne plošče služijo tudi za izravnavo višin in nagibov. Lahko so del jeklene prekladne konstrukcije in so lahko zvedene tudi kot klinaste plošče.

6.2.1.3 Sidrne plošče za povezavo z leseno konstrukcijo

Pri lesenih konstrukcijah so sidrne plošče sidrane s pomočjo vijakov za lesene konstrukcije in/ali dodatnih jeklenih plošč z mozniki.

6.2.1.4 Povezava sidrne plošče z ležiščem

Povezava sidrne plošče z ležiščem se izvede z vijačenjem ali mozničenjem. Kontaktne površine so zaščitene s protikorozijskim premazom.

Zaradi zahteve po zamenljivosti ležišča varjeni spoji z ležiščem niso dovoljeni. Varjeni spoji so dovoljeni samo preko vmesne podložne plošče, ki je privarjena na sidrno ploščo (tesnilni zvar). V tem primeru je ležišče s podložno ploščo povezano z vijačenjem ali z mozničenjem.

V primeru potresne obremenitve, ki je večja od teoretične obremenitve, mora povezava med fiksnim ležiščem in zgornjo sidrno ploščo odpovedati, da se prepreči neželene vplive na druge dele konstrukcije (npr. ležiščne podstavke, podporno konstrukcijo). Zato je povezava zgornje sidrne plošče z ležiščem izvedena z vijačnimi zvezami (slike 5.24, 5.25 in 5.26).

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Spoji morajo biti tako dimenzionirani, da vijačna zveza odpove preden odpove prenos horizontalne sile z ležišča na spodnjo sidrno ploščo.

Pri kontaktnih površinah, ki so zaščitene proti koroziji, trenje ne sme prevzeti horizontalnih sil. Pri tem so izvzete torne površine za neдрseče površine (RVS 15.05.11:2018).

Elastomerna ležišča, tudi v izvedbi z drsnimi deli, morajo biti na spodnji strani mehansko povezana s sidrno ploščo (npr. moznički ali vijaki).

6.2.1.5 Vijačne zveze

Za račun vijačnih spojev veljajo specifikacije po SIST EN 1993-1-8. Izvedba spojev mora ustrezati SIST EN 1090-2.

Pri uporabi protizdrsnih prednapetih vijačnih spojev se morajo uporabiti vijačne zveze v skladu s SIST EN 14399 (vsi deli).

Pri spojih sidrnih plošč z maltnim stikom ali betonsko podlago se lahko uporabljajo nezamenljive matice brez podložk, če je priviti vijak nad glavo in pod glavo vijaka opremljen s podložko, ki je tovarniško namazana v tovarni vijakov.

Matice, ki so po vgradnji ležišča nedostopne, je treba zavarovati proti odvijanju. Zaščita proti odvijanju ne sme biti izvedena z varjenjem.

Nedostopne matice in presežki vijakov nad matico morajo biti pokriti in zatesnjeni proti prodoru vlage (sliki 5.1 in 5.24).

6.2.1.6 Mozničene zveze

Pri elastomernih ležiščih brez drsnih elementov je najboljša, da so moznički nameščeni na spodnji strani ležišča.

Pri določanju višine moznikov je potrebno upoštevati možnost dviga prekladne konstrukcije.

6.3 Podložne plošče

V primeru, da je zaradi spremenjenih pogojev podpiranja kot posledica posedanja ali pa zasukov opornikov in/ali stebrov potrebno vzpostaviti prvotno višinsko stanje podpiranja, se to običajno izvede s kompenzacijo višine ali kota nagiba.

Višinsko izravnavo ležišč se lahko izvede s podlaganjem jeklenih plošč z vzporednimi površinami (podložne plošče) ali s klinastimi površinami (klinaste plošče).

Podložne plošče se lahko vgradi samo s sidrno ploščo in po možnosti nad zgornjo površino ležišča.

Zaradi povečanja neravnin in učinka vzmetenja, kar povzroča težave pri zamenjavi, se je po možnosti potrebno izogibati uporabi več podložnih plošč (v skladu s SIST EN 1090-2). Če se uporabljajo podložne plošče, je potrebno pri zahtevi za ravnost med nosilno in sidrno ploščo upoštevati vsoto vseh neravnin, vključno s podložnimi ploščami.

Podložne plošče morajo zahteve po ravnosti izpolnjevati na obeh straneh.

Podložne plošče so lahko zasnovane z ravnimi vzporednimi ravninami ali pa klinaste oblike v skladu z načrtom.

Na najtanjšem delu morajo biti klinaste plošče debele vsaj 5 mm.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**6.4 Klinaste plošče**

Klinaste plošče se pri jeklenih konstrukcijah uporabljajo kot sidrne plošče med zgornjo jekleno nosilno in konstrukcijo ležišča. To je potrebno izvesti zaradi dostavljene že izdelane jeklene konstrukcije. Za določitev debeline klinaste oblike plošče je potrebno določiti ustrezne višinske kote med zgornjo površino ležiščne plošče in spodnjo površino jeklene prekladne konstrukcije.

Klinasta plošča služi za izravnavo višine in/ali nagiba. Po potrebi lahko tudi izravna neravnine naležnih površin jeklene konstrukcije. Klinasto ploščo je potrebno strojno obdelati. Zato se jo lahko običajno izdelava šele po dokončanju nosilne konstrukcije na podlagi dejanskih dimenzij.

Za statični račun klinastih plošč in veznih sredstev se uporabljajo podatki, ki so podani za dimenzioniranje ležišč.

Kvaliteta jekla mora biti primerna za varjenje in ustrezati mora gradbeno tehničnim predpisom za nameravano uporabo.

Za klinaste plošče z notranjimi navoji pri izvrtinah po celotni ali delni debelini plošče se uporablja jeklo kvalitete S355J2+N po SIST EN 10025-2:2005.

Srednja debelina klinaste plošče d mora ustrezati naslednjim vrednostim:

- 18 mm,
- 2 % premera ali diagonale sidrne plošče.

Merodajna je večja vrednost.

Na najtanjšem delu debelina klinaste plošče ne sme biti manjša od 10 mm.

Največje dovoljeno odstopanje od teoretične ravne površine Δz je lahko $0,0003 \times D_{LP}$ ali 0,2 mm, pri čemer je merodajna večja vrednost. D_{LP} je dolžina diagonale ležiščne plošče.

Lokalne neravnine jeklenih plošč pri vodenih ležiščih ali pridrževalnih konstrukcijah v kombinaciji z elastomernim ležiščem so lahko največ $0,003 \times D_E$ oziroma 1 mm. Merodajna je večja vrednost. D_E je dolžina diagonale pravokotnega ležišča.

Pri povezavi z jekleno konstrukcijo morajo deli konstrukcije na mestih, kjer bodo v kontaktu s klinasto ploščo, izpolnjevati zahteve glede ravnosti za kontaktne površine klinastih plošč.

6.5 Vmesne plošče

Vmesne plošče s konstantno debelino ali projektirano klinasto obliko služijo za kompenzacijo višine ali zasuka. Debelina klinaste vmesne plošče je na najtanjšem mestu lahko najmanj 5 mm.

6.6 Ušesa za dviganje

Ležišča morajo biti opremljena z ušesi za dviganje ležišč pri transportu in vgradnji. Lahko so privarjena ali privijačena na ležišča. Ušesa morajo biti ustrezno označena in tako oblikovana, da ne ovirajo vgradnje ležišča. Dimenzionirana morajo biti vsaj za petkratno lastno maso ležišča.

6.7 Označevanje ležišč – identifikacijska ploščica

Vsako ležišče mora biti opremljeno z identifikacijsko tablico.

Na identifikacijski tablici morajo biti vsaj naslednji podatki:

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- logotip z imenom firme proizvajalca ležišča,
- znak tipa ležišča po SIST EN 1337-1, Tabela 1. Poleg tega znaka je potrebno podati tudi vrsto sidranja pri elastomernih ležiščih (npr. moznik spodaj, moznik zgoraj, moznik spodaj in zgoraj),
- lokacija vgradnje ležišča,
- številka naročila,
- številka delavniškega načrta ležišča,
- računska vrednost vertikalne sile (kN),
- računska vrednost horizontalne sile v vzdolžni smeri / prečni smeri (kN),
- računska vrednost pomika v vzdolžni smeri / prečni smeri (mm),
- računska vrednost pomika okoli vzdolžne osi / prečne osi (mrad),
- prednastavitev ležišča v vzdolžni smeri / prečni smeri,
- identifikacijska številka dokumenta, na osnovi katerega je bilo ležišče izdelano,
- proizvodni obrat, v katerem so bila ležišča izdelana,
- CE znak z znakom in identifikacijsko številko certifikacijskega organa,
- številka izjave o lastnostih,
- leto izdelave ležišča.

Identifikacijska tablica mora biti trajno in trdno pritrjena z vijaki s cilindrično glavo na vidnem mestu na zgornji sidrni ali drsni plošči ležišča. Pritrjena mora biti na tisti strani ležišča, kjer je vgrajen kazalec pomikov. Tablica mora biti kovinska, po možnosti iz medenine, debeline vsaj 1 mm in prevlečena z akrilatno prevleko debeline 0,5 mm. Prevleka mora biti odporna na UV žarke in proti staranju. Velikost izpisa naj bo vsaj 3,5 mm.

Elastomerna ležišča so označena z dodatno nameščeno trajno vinjeto z znakom izvajalca vulkanizacije. Etiketa mora biti nameščena na eni od vidnih površin ležišča, ki je po vgradnji ležišča vidna. Etiketa mora biti odporna proti vplivom staranja.

6.8 Kazalnik pomikov ležišč

Ležišče mora biti v smeri glavni pomikov opremljeno s kazalcem pomikov in merilno skalo v smeri glavnega pomika. To ne velja za prečno pomično ležišče v osi s fiksnim ležiščem. Položaj ležišča je preko kazalca prikazan na kontrastni merilni skali s centimetrsko razdelbo. Merilna skala mora biti odporna na vremenske vplive in označena s sredinsko lego ter dovoljenim končnim položajem.

Kazalec pomikov mora biti izdelan iz nerjavnega jekla X5CrNiMo17-12-2 in pritrjen z nerjavnimi vijaki kvalitete A4.

Pri deformabilnih ležiščih je potrebno ležišče opremiti z merilno skalo in s kazalcem pomikov v primeru, da so predvideni horizontalni pomiki enaki ali večji od ± 35 mm.

Na sliki 6.1 je prikazan primer kazalca pomikov in merilne skale s priporočenimi dimenzijami.

6.9 Označbe na ležišču za vgradnjo ležišča

Za pravilno lokacijo vgradnje ležišča morajo biti na načrtu in na ležišču prikazane oznake, ki nedvoumno povezujejo ležišče s predvideno lokacijo vgradnje ležišča. Ti podatki so na

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

ležišču prikazani na zgornji površini ležišča. Običajno je to na zgornji površini sidrne plošče. Oznake osi in prednastavitve so označene tudi na bočni površini zgornje sidrne in/ali drsne/ležiščne plošče, na spodnji sidrni in/ali ležiščni plošči pa so na bočni površini označene glavne osi ležišča.

Za vsa ležišča morajo biti prikazani in podani naslednji podatki:

- podan mora biti osni križ z informacijami o smeri povezanih z objektom in vsemi ostalimi sosednjimi osmi,
- tip ležišča po SIST EN 1337-1,
- maksimalna vertikalna sila (kN),
- mesto vgradnje,
- masa ležišča,
- številka ležišča,
- smer in velikost prednastavitve pomika (če je potrebno),
- smer in velikost prednastavitve zasuka (če je potrebno).

Običajno so vse oznake napisane s trajno rumeno barvo, le smer in velikost prednastavitve je napisana s trajno rdečo barvo. Puščica za prednastavitev ležišča označuje smer premika zgornjega dela ležišča glede na spodnji del ležišča pri montaži. Dodatno se lahko napiše tudi temperaturno področje, v katerem velja prednastavitev, in tudi številka projekta.

Na sliki 6.2 je prikazana shema oznak oziroma podatkov na zgornji površini fiksnega ležišča, na slikah 6.3 in 6.4 pa za pomična ležišča v vzdolžni smeri.

6.10 Referenčna horizontalna ravnina

Ležišča morajo biti praviloma vgrajena horizontalno. Ležišče se v horizontalni položaj namesti z natančno libelo, ki se jo položi v vzdolžni, prečni ter v diagonalni smeri. Za bolj natančno namestitev ležišč v horizontalno ravnino imajo ležišča izdelano posebno referenčno merilno ravnino, na kateri se meri horizontalni položaj ležišča s pomočjo tritočkovne dvoosne libele. Tritočkovno merilno ravnino je potrebno namestiti v osi ležišča, ki je pravokotna na glavno os ležišča oziroma prekladne konstrukcije. Referenčna merilna ravnina je del spodnje ležiščne plošče oziroma sidrne plošče.

Nosilna plošča tritočkovne libele je z varjenjem pritrjena na spodnjo ležiščno ploščo oziroma spodnjo sidrno ploščo. Debelina jeklene plošče nosilca tritočkovne libele je najmanj 12 mm in široka vsaj 80 mm. V radiju 50 mm so pod kotom 120° razvrščeni trije navojni zatiči iz nerjavnega jekla s postruženim okroglim zaključkom na vrhu zatiča. Zatiči so po montaži ležišča nastavljeni vzporedno na drsno ravnino. Merilna ravnina (zatiči) mora biti zaščiten s privijačenim pokrovom, ki je odstranjen pred vsako meritvijo in po njej ponovno nameščen. Dva pozicijska zatiča iz avstenitnega nerjavnega jekla 6 × 16 po SIST EN ISO 8741 predstavljata bočno oporo za postavitve tritočkovne libele. Primer konstrukcije referenčne ravnine s tritočkovno libelo je prikazan na sliki 6.5.

Natančna libela mora imeti razdelbo za meritev naklona v obsegu vsaj 3 × 3 ‰, natančnost razdelitve znotraj vsake razdelbe 3 ‰ za meritev naklona pa mora biti 0,6 ‰.

V primeru, da so ležišča vgrajena v vzdolžnem ali prečnem sklonu, je treba trinožno merilno ravnino ustrezno prilagoditi. Tritočkovna merilna ravnina omogoča namestitev ležišča v glavno drsno ravnino, tudi če je nagibni del ležišča zasukan.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Tritočkovno merilno ravnino se nastavi vzporedno z glavno drsno ravnino z uporabo navojnih zatičev, ko je ležišče sestavljeno. Odstopanje merilne ravnine od referenčne ravnine ne biti večje od 1‰.

Horizontalni položaj deformabilnega ležišča se lahko določi tudi v dveh pravokotnih glavnih oseh na spodnji ležiščni ali sidrni plošči z dvema točkovnima zatičema v vsaki smeri.

6.11 Označbe na ležiščih za izvajanje kontrolnih meritev drsne in nagibne špranje

Za spremljanje obrabe drsnih diskov pri drsnih ležiščih je potrebno periodično spremljati višine drsnih špranj h v glavnih smereh drsenja. Da se lažje spremlja in ocenjuje obraba drsnega materiala, se meritve izvajati na približno istem mestu. Zato so na drsnih ležiščih označene štiri točke (dve na sprednji in dve na zadnji strani ležišča), na katerih se merijo drsne špranje. To ne pomeni, da se ne merijo višine drsnih špranj tudi na drugih mestih, v kolikor se pri pregledu ugotovi, da je obraba na mestih izven označenih merskih točk večja kot na mestih izbranih točk.

Točke za meritve drsnih špranj so običajno označene z rumeno barvo.

6.11.1 Deformabilna drsna ležišča

Pri deformabilnih drsnih ležiščih so 4 merilne točke označene pod zgornjim robom nosilne plošče drsnega diska. Točke so na lokaciji premic, ki potekata iz središča ležišča pod kotom 30° glede na vzdolžno os ležišča, ki je tudi glavna smer drsenja. Na sliki 6.6 sta prikazani lokaciji merilnih točk pri deformabilnem pravokotnem in okroglem drsnem ležišču.

6.11.2 Lončna ležišča

Pri lončnih drsnih ležiščih so 4 merilne točke označene pod zgornjim robom batnice, ki ima na zgornji strani vgrajene drsne diske. Pri vzdolžno pomičnih ležiščih ali vsestransko pomičnih ležiščih, kjer so pomiki v prečni smeri zanemarljivi, so merilne točke na lokaciji premic, ki potekajo iz središča lonca pod kotom 30° . V kolikor so večji pomiki tudi v prečni smeri, potem so merilne točke označene tudi na bočnih površinah batnice, prav tako na premici, ki poteka pod kotom 30° glede na prečno os ležišča.

Na istih mestih kot drsne špranje se merijo tudi nagibne špranje n . Merilne točke nagibne špranje so označene pod zgornjim robom lonca in so označene z rdečo barvo. Na mestu meritve nagibnih špranj mora biti zunanje protiprašno tesnilo nagibne reže, če je vgrajeno ob zunanjem robu lonca, zamaknjeno na dolžini ca. 30 mm v globino za ca. 10 mm, da je mogoče izmeriti nagibno režo z merilci višine nagibnih rež. Če je notranje tesnilo vgrajeno na notranjem robu lonca, potem dodatni ukrepi za dostop do merilne točke niso potrebni. Nagibna špranja se na lokaciji merske točke meri od zgornjega roba lonca pa do spodnje površine drsne pločevine. Lokacije merilnih točk za meritve drsnih in nagibnih špranj pri drsnih lončnih ležiščih so prikazane na sliki 6.7.

Pri fiksnem lončnem ležišču so označene 4 točke za meritve nagibnih špranj, ki so locirane pod kotom 30° glede na vzdolžno os ležišča in so označene z rdečo barvo pod zgornjim robom lonca oziroma batnice. V primeru zunanjega prašnega tesnila, vstavljenega vzdolž zunanjega roba lonca morajo biti na mestu meritve tesnila na dolžini ca. 30 mm zamaknjena v globino vsaj za 10 mm. Na sliki 6.8 so prikazane merske točke nagibnih špranj fiksnega lončnega ležišča.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**6.11.3 Sferna ležišča**

Enaka lokacija merilnih točk kot pri fiksnem lončnem ležišču je tudi pri fiksnem sfernem ležišču. Merilne točke so označene vzdolž spodnjega roba drsne plošče ali zgornjega roba spodnje ležišče plošče ob nagibni špranji. Na mestu meritev mora biti zunanje protiprašno tesnilo zamaknjeno vsaj za 10 mm v globino, da se lahko izvede meritve nagibne reže. Merske točke nagibnih špranj fiksnega sfernega ležišča so prikazane na sliki 6.9.

Pri vzdolžno pomičnem ali vsestransko pomičnem sfernem ležišču so štiri merilne točke drsnih špranj h označene na robu sferne konveksne plošče. Glede na vzdolžno os pomikov so merilne točke locirane na lokaciji premic, ki potekajo iz središča ležišča pod kotom 30° . V kolikor so večji pomiki tudi v prečni smeri, potem so merilne točke označene tudi na bočnih površinah sferne konveksne plošče, in sicer prav tako na premici, ki poteka pod kotom 30° glede na prečno os ležišča.

Nagibna špranja n drsnih sfernih ležišč se meri ob čelnih robovih spodnje plošče ležišča, in sicer znotraj 30 mm robnega pasu, običajno ca. 10 mm od čelnega in bočnega roba spodnje plošče. Lokacije merilnih točk so tako označene ob robovih čelne površine spodnje plošče ležišča v smeri glavnih pomikov. Merske točke drsnih špranj h in nagibnih špranj n drsnega sfernega ležišča so prikazane na sliki 6.10.

6.12 Zaščitna oprema proti onesnaženju drsnih površin in nagibnih špranj

Horizontalne drsne površine morajo biti zaščitene proti onesnaženju in poškodbami v glavni smeri pomikov. Zaščita se izvede z mehomo v obliki harmonike. Meh z nosilnimi vložki mora biti izdelan iz materiala, ki je odporen na staranje in prisotnost soli. Na ležišče je pritrjen preko pločevinastih trakov debeline vsaj 1,5 mm iz nerjavne pločevine X5CrNiMo17-12-2. Pločevina je pritrjena na ležišče z nerjavnimi šestrobnimi ali imbus vijaki kvalitete A4 ali A5. Izvedba meha mora zagotavljati zračenje in mora biti enostavno snemljiv, da ga je po pregledu ležišča lahko brez težav ponovno namestiti. Izvedba pritrditve meha na konstrukcijo ležišča je lahko izvedena tudi na drugačen način, mora pa biti pri tem meh enostavno in lahko snemljiv in brez težav ponovno nameščen. Izvedba mora biti tudi trajna, da ne pride do popuščanja pritrditve. Drsnih površin v vodilih ni potrebno zaščititi. Shematski prikaz zaščite z mehomo v obliki harmonike je prikazan na sliki 6.11.

Izvedba zaščite z gumenim trakom po zunanjem obodu drsne plošče ni dovoljena, ker je drsna pločevina izpostavljena vplivom okolja. Prav tako ni zaščiten proti prisotnosti ptičev pod drsno ploščo, kjer lahko tudi gnezdi in vzpostavljajo korozivno okolje.

Zaščita s snemljivim zaščitnim trakom v drsni špranji prav tako ni ustrezna, ker je drsna površina iz nerjavne pločevine še vedno izpostavljena vplivom iz okolja in prisotnosti ptičev. Zaščitni trak, ki ga je potrebno pri izvedbi meritev drsnih špranj odstraniti in nato ponovno namestiti, je zaradi iztikanja in vtikanja v drsno špranjo podvržen mehanskim poškodbam ter umazaniji ob odlaganju na umazano površino okolice ležišča po odstranitvi iz drsne špranje.

Zunanje tesnilo za fiksna lončna in sferna ležišča mora biti po tč. 7.6 SIST EN 1337-5:2005 izdelano iz trajnoelastičnega materiala z zaprto strukturo por.

6.13 Naprave za prednastavitev ležišča in varovanje za fazo montaže ležišča

Če je predvidena prednastavitev drsnega ležišča, mora biti prednastavitev izvedena v proizvodnem obratu in označena na zgornji površini ležišča. V kolikor je potrebno prednastavitev spremeniti na gradbišču, je potrebno upoštevati tč. 6.1 SIST EN 1337-11. Prednastavitev ležišča zagotavlja, da je ležišče po končani vgradnji in po končanju sprememb zaradi krčenja in tečenja pri povprečni temperaturi objekta v osnovni (ničelni) legi.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Ležišča sestavljena iz več delov so tovarniško sestavljena in povezana v togo celoto.

Za transport in vgradnjo ležišča mora biti ležišče s pomočjo pomožnih naprav tako povezano, da je v projektiranem položaju med transportom in postopkom vgradnje nerazstavljivo. Izvedba varovanja, fiksiranja in prednastavitve ležišča mora biti tako izvedena, da se ležišče in njegova protikorozijska zaščita pri fiksiranju in sproščanju ne more poškodovati. Povezave med posameznimi deli ležišča so narejene s pomočjo posebnih ključavnic in vijačnih zvez. Te vijačne zveze so posebej barvno označene, običajno z rdečo barvo, in se morajo pred pričetkom delovanja ležišča odstraniti.

Vse odprtine, ki ostanejo po odstranitvi elementov za fiksiranje ležišča, je potrebno zapolniti s plastičnimi čepi. Eventualne poškodbe protikorozijske zaščite je potrebno popraviti.

6.14 Dodatna oprema za ponastavitev elastomernega ležišča

Elastomerna ležišča so lahko opremljena s posebno napravo za ponastavitev deformacije ležišča, katere se pojavljajo neodvisno od obtežbe in ki povzročajo horizontalne pomike in tako vplivajo na položaj ležišča.

Ta dodatna oprema se lahko uporabi le pri elastomernih ležiščih tipa C, katero lahko upravlja in vzdržuje le zelo usposobljeno osebje vzdrževalcev.

6.15 Protikorozijska zaščita

Vsi sestavni deli ležišča in njegove opreme morajo biti ustrezno zaščiteni pred korozijo, če niso izdelani iz materialov, ki so odporni proti korozijskim procesom. Kadar se uporabljajo različni materiali, je treba upoštevati možni nastanek elektrolitske korozije.

Na drsne in kotalne površine iz nerjavnega jekla ni dovoljeno nanašati protikorozijskih premazov.

Popolna protikorozijska zaščita mora biti izvedena v proizvodnem obratu.

Za učinkovito zaščito pred korozijskimi procesi je potrebno upoštevati osnovna pravila za izvedbo protikorozijske zaščite. Zato morajo ležišča izpolnjevati zahteve po SIST EN ISO 12944-3 (npr. izvedba robov, vogalov, tesnjenje stikov).

Protikorozijska zaščita mora ustrezati korozijski kategoriji C5 z zaščito najmanj 25 let.

Če naročnik želi alternativne sisteme protikorozijske zaščite, ki ne ustrezajo predhodno podanim sistemom, se le-ti lahko uporabijo, v kolikor izpolnjujejo zahteve SIST EN 1337 (vsi deli).

Zagotovljena mora biti združljivost različnih sistemov protikorozijske zaščite tako za ležišča kot sosednje konstrukcijske elemente, s katerimi so ležišča v kontaktu.

Izvajanje del na protikorozijskih premazih mora biti v skladu s SIST EN ISO 12944-7. Merilne in kontrolne metode morajo biti določene tekom začetnega preizkusa.

Pred peskanjem je potrebno obdelati utrditve, ki so nastale pri plamenskem rezanju. Utrditve so lahko samo tako velike, da po peskanju ni vidnih sijajnih površin in povprečna hrapavost ustreza Rz5 področja 2 po SIST EN ISO 9013:2017, poglavje 7.2.3.

Površine s površinsko zaščito ne morejo prenašati horizontalnih sil s trenjem.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**6.15.1 Protikorozijski premazni sistemi**

Za izvedbo protikorozijske zaščite se izbere sistem protikorozijske zaščite za ležišča po preglednici A 4.3.2 št. 3.2 po ZTV-ING 4 del, poglavje 3 ali po RVS 15.05.11, sistem S13 ali S17.

Vroče cinkanje se lahko uporablja samo za ležišča in opremo ležišč, ki niso mehansko obdelana in nimajo privarjenih drsnih plošč, kot npr. vodeno ležišče, pridrževalno ležišče ali pridrževalne konstrukcije brez drsne pločevine.

Pocinkanje se lahko uporablja samo za ležišča in dele opreme, ki nimajo kotalnih površin, privarjenih drsnih pločevin ali površin s trdim kromiranjem, kot so na primer fiksna lončna ležišča ali pridrževalne konstrukcije brez drsne pločevine.

6.15.2 Kontaktne površine jeklo – beton

Kontaktna površina med jeklom in betonom je brez protikorozijske zaščite, mora pa biti izveden popolni protikorozijski premaz izbranega sistema v širini 5 do 8 cm vzdolž zunanjih kontaktnih robov (sliki 6.12 in 6.13). Jeklena površina izven področja protikorozijske zaščite mora biti čista.

6.15.3 Kontaktne površine jeklo – elastomer

Jeklena kontaktna površina med sidrno ploščo in elastomernim ležiščem se očisti s peskanjem do stopnje Sa 3 po SIST EN ISO 12944-4:2018 in nato zaščiti kot osnovni premaz z vroče brizganim cinkom po SIST EN ISO 2063-1:2019 in SIST EN ISO 2063-2:2017 s predvideno površinsko hrapavostjo najmanj Ra 12,5 µm. Na površinah zaščitениh z vročim brizganjem cinka se dodatni zaščitni premaz ne izvede.

Kontaktne površine so lahko protikorozijsko zaščitene tudi z vročim cinkanjem brez dodatnega premaza.

Elastomerna kontaktna površina ležišča mora biti razmaščena in razvoskana.

V večslojnih premaznih sistemih je kontaktna površina jekla in elastomerja izvedena samo z osnovnim premazom. Na robovih kontaktne površine jekla in elastomerja mora biti izveden popolni protikorozijski premaz izbranega sistema v širini 2 do 4 cm (sliki 6.12 in 6.14).

6.15.4 Kontaktna površina jeklo – jeklo

Kontaktne površine med jeklenimi ležiščnimi, vmesnimi, klinastimi in sidrnimi ploščami se očistijo s peskanjem do stopnje Sa 3 po SIST EN ISO 12944-4:2018 in nato zaščitijo kot osnovni premaz z vroče brizganim cinkom po SIST EN ISO 2063-1:2019 SIST EN ISO 2063-2:2017 s predvideno površinsko hrapavostjo najmanj Ra 12,5 µm.

6.15.5 Protizdrsna kontaktna površina jeklo – jeklo

Protizdrsne kontaktne površine morajo biti pripravljene tako, da so doseženi zahtevani koeficienti trenja. Za določanje koeficienta trenja se upošteva poglavje 8.4 SIST EN 1090-2:2018.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**7 Zagotavljanje kakovosti izdelave in vgradnje ležišč****7.1 Izdelava ležišč****7.1.1 Notranja in zunanja kontrola kakovosti**

Zagotavljanje kakovosti ležišč se izvaja ob upoštevanju konstrukcijsko specifičnih predpisov za konstrukcijska ležišča v skladu s SIST EN 1337, ETA ter z opremo ležišč po tej tehnični specifikaciji.

Sistem dokazovanja skladnosti ustreza sistemu 1.

Zagotavljanje kakovosti se naročniku oziroma gradbenemu nadzoru dokazuje s predložitvijo veljavne izjave o lastnostih s harmoniziranimi evropskimi standardi EN 1337 ali evropskimi tehničnimi ocenami ETA v skladu z evropskim ocenjevalnim dokumentom EAD. Poleg evropske tehnične ocene se za proizvode, za katere ne obstaja usklajen harmoniziran evropski dokument, lahko izdela Slovensko tehnično soglasje (STS).

Za ležišča izdelanih po SIST EN 1337, ETA, STS in te smernice praviloma s strani investitorja ni potreben nadzor kakovosti.

Kot dokazilo nadzora kakovosti morajo biti ležišča in dobavnice opremljene z znakom skladnosti CE. V kolikor je vnaprej dogovorjeno, morajo biti ležišča in dobavnice poleg znaka skladnosti CE opremljene tudi z znakom nadzora.

Skladnost z vsemi določenimi zahtevami za materiale, sestavne dele in obliko ležišča je treba preverjati med izdelavo z notranjim in zunanjim nadzorom. Za to mora notranja kontrola voditi kontrolni list notranje kontrole za vsako ležišče posebej in jih na koncu predati naročniku. Naročnik ima pravico naročiti dodatne kontrolne teste.

Vsak proizvodni obrat za ležišča mora imeti vzpostavljeno in tudi izvajati notranjo (lastno) kontrolo proizvodnje. Notranja kontrola mora zajemati vsaj naslednje elemente:

- za vse vhodne materiale je potrebno voditi evidenco dokazil 3.1 in 3.2 po SIST EN 10204:2004, ki so zahtevani s produktnimi standardi za ležišča SIST EN 1337-2, -3, -4, -5, -6, -7 in 8, ETA in/ali STS,
- voditi je potrebno evidenco dokazil s preiskavami v lastnem ali pooblaščenih laboratorijih, ki se dodatno izvajajo glede na zahtevo naročnika,
- za vse vhodne materiale oziroma elemente, katerih geometrija je vezana na izdelavo in sestavljanje ležišča, se mora izvajati redno preverjanje geometrije in dimenzij ter rezultate ustrezno dokumentirati,
- preverjanje in dokumentiranje izvajanja protikorozijske zaščite,
- kontrole vrezanih navojev v sidrne plošče,
- dokazila in preiskave, ki jih je potrebno narediti na končanem ležišču in so ustrezno dokumentirana o skladnosti ležišča.

Rezultati notranje kontrole morajo biti dokumentirani in zabeleženi na notranjih kontrolnih listih.

Zunanjo kontrolo izvaja pooblaščen certifikacijski organ v skladu s SIST EN 1337, ETA ali STS.

Za izvedbo jeklenih delov ležišč je potrebno upoštevati SIST EN 1090-1 in SIST EN 1090-2 ter druge relevantne tehnične specifikacije za projektiranje ležišč glede na vrsto in namen premostitvenega objekta.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Proizvajalec ležišč mora biti usposobljen za izdelavo ležišč z ustrezno kvalificiranim in usposobljenim osebjem. Varjenje jeklenih delov ležišč za premostitveni objekt se lahko izvaja samo v obratih, ki izpolnjujejo zahteve za izvedbeni razred EXC3 ali EXC4 po SIST EN 1090-2. Dokazilo o izpolnjevanju zahtev je veljavno pod pogojem, če po SIST EN 1090-1 proizvodni obrat predloži potrdila o usposobljenosti za varjenje za izvedbene razrede.

Sprejemljivost nepravilnosti varjenih spojev za nosilne konstrukcije se ocenjuje v skladu s skupino B po SIST EN ISO 5817:2023 in skupino C za montažne dele ležišča.

Čepasta sidra so na sidrne plošče pritrjena z varjenjem po SIST EN ISO 13918:2018. Sprejemljivost nepravilnosti zvarov se ocenjuje po SIST EN ISO 14555:2017.

Varovalni tulci proti odvijanju matic, ki so na sidrno ploščo pritrjeni na strani kontaktne površine z betonom, morajo biti zatesnjeni proti vdoru betona oziroma cementnega mleka.

Notranji navoji v luknjah povezav skozi ploščo ali delnih (slepih) lukenj v sidrnih ploščah morajo ustrezati tolerančnemu razredu 6AZ po ISO 965-5:1998 z globino vijačenja h_v izdelano v odvisnosti od premera vijaka D

$$h_v = 1,35 \cdot D^{-0,05D} \quad (7.1)$$

kjer je:

h_v globina vijačenja [mm]
 D premer vijaka [mm]

Če so jeklene plošče termično rezane morajo biti izpolnjeni pogoji toleranc pravokotnosti in naklona področja 4 tč. 7.2.2, za povprečne globine hrapavosti morajo biti izpolnjeni pogoji področja 3 tč. 7.2.3 in dimenzijskih toleranc razreda 2 tč. 8 po SIST EN ISO 9013:2017. Utrjevanje med plamenskimi rezanjem je lahko le tako veliko, da po peskanju ni vidnih sijočih površin, hrapavost Rz5 po SIST EN ISO 9013:2017 pa znaša najmanj 40 μm . Večja utrjevanja, ki jih ni mogoče ustrezno nahrapaviti, je potrebno ustrezno obdelati pred peskanjem.

Za protikorozijsko zaščito jeklenih površin se poleg standarda SIST EN 1337-9 upošteva tudi relevantne dele tehničnih specifikacij ZTV-ING (Teil 4, Abschnitt 3) in TL-TP-KOR (Stahlbauten) ali RVS 15.05.11. Izvzete so drsne, kotalne in torne površine.

Ležišča so s popolnim korozijskim sistemom zaščitena v proizvodni hali.

Za prvi zaščitni premaz in popolno obnovo se uporabljajo sistemi s protikorozijsko zaščito za obdobje najmanj 25 let (kategorija korozije C5).

V primeru konstantne proizvodnje ležišč se zunanja kontrola izvaja najmanj dvakrat letno. V primeru daljših prekinitev proizvodnje se mora zunanja kontrola izvajati ob ponovnem pričetku proizvodnje.

7.1.2 Notranji kontrolni listi

Kontrolni listi oziroma kontrolne kartice notranje (lastne) kontrole podajajo primerjavo planiranih oziroma projektiranih dimenzij z dejanskimi dimenzijami. Poleg tega so vključeni tudi vsi relevantni podatki materialov komponent ležišča z oznakami, npr. številka šarže in številka pripadajočega potrdila oziroma poročila o preiskavi. Kontrolni listi služijo kot

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

dokument notranje kontrole in se jih na zahtevo zunanje kontrole predloži v pogled. Notranji kontrolni listi so tudi del dokumentacije, ki mora biti s strani izvajalca del predana naročniku.

Oblika notranjih kontrolnih listov je prepuščena proizvajalcu ležišč.

Notranji kontrolni listi morajo vsebovati vsaj naslednje podatke:

- logotip proizvajalca ležišča,
- oznako, vrsto in tip ležišča,
- številko notranjega kontrolnega lista,
- naročnika ležišča,
- ime objekta,
- lokacijo vgradnje,
- številko projekta,
- številko načrta,
- maksimalno vertikalno silo na ležišča (kN),
- rezultate kontrol in preskusov ciljnih dimenzij z dejanskimi dimenzijami,
- potrdila o preskusu materiala za posamezne relevantne komponente ležišč, ki so opremljena z imenom materiala, kodo ali številko serije (šarže) in številke certifikata ali poročila o preiskavi,
- datum izvedbe testnih meritev,
- skica ležišča z vsemi dimenzijami (običajno na prvi strani),
- skice kontrolnih meritev z vpisanimi izmerjenimi vrednostmi za konkretni tip ležišča (na zadnji strani poročila),
- skica z oznakami za vgradnjo na zgornji strani sidrne oziroma ležiščne plošče (na zadnji strani poročila),
- skica identifikacijske tablice ležišča z vsemi relevantnimi podatki za konkretni tip ležišča (na zadnji strani poročila),
- številko izdaje notranjega kontrolnega lista,
- podpis odgovorne osebe za izvajanje notranje kontrole.

Nekatere podane dimenzije na notranjih kontrolnih listih so splošne za večino ležišč, obstajajo pa tudi posebne dimenzije, ki so odvisne od vrste ležišča. Splošne in posebne dimenzije imajo enoznačno oznako.

Splošne oznake dimenzij, ki so podane na kontrolnem listu, so podane v preglednici 7.1. Poleg splošnih oznak dimenzij so v kontrolnih listih podane tudi oznake dimenzij, ki so specifične glede na vrsto ležišča. V naslednjih točkah so podane okvirne vsebine notranjih kontrolnih listov za najbolj uporabljana ležišča.

Notranje kontrolne liste mora proizvajalec hraniti najmanj 5 let in mora biti na zahtevo predložena izvajalcu zunanje kontrole. Notranje kontrolne liste mora proizvajalec predati tudi s strani naročnika pooblaščenemu izvajalcu zunanje kontrole, v kolikor se naročnik in proizvajalec ležišč dogovorita za zunanjo kontrolo pred dobavo ležišč. Sicer so notranji kontrolni listi del dokumentacije, ki jo mora proizvajalec ležišč dostaviti naročniku ležišč pred dobavo ležišč.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Če so rezultati notranje kontrole nezadovoljivi (npr. preveliki razmiki špranj pri vodenih ležiščih ali drsnih sfernih ležiščih za železniške premostitvene objekte, itd.), mora proizvajalec ležišč izvesti nemudoma ustrezne ukrepe za odpravo napak(e). Ležišče, za katerega je bila ugotovljena neskladnost, mora biti začasno označeno kot neskladno in tako tudi obravnavano (ločeno skladiščenje), da ne pride do zamenjave z ustreznimi ležišči. Po odpravi napake, v kolikor je to tehnično mogoče, je odpravo napake potrebno dokazati. Zato se takoj izvede ponoven ustrezni pregled in se ga kot takega tudi dokumentira.

V nadaljnjih poglavjih je podan kratek opis vsebine notranjih kontrolnih listov za najbolj pogosto uporabljana ležišča.

7.1.2.1 Notranji kontrolni list – lončno ležišče

Na notranjem kontrolnem listu so poleg splošnih dimenzij iz preglednice 7.1 podane tudi specifične oznake dimenzij, ki se nanašajo konkretno na lončna ležišča. Posebne kratke oznake dimenzij za drsna lončna ležišča s centralnim vodikom so podane v preglednici 7.2 in prikazane na sliki 7.1.

Poleg predvidenih in dejanskih dimenzij posameznih delov ležišča morajo biti podani tudi podatki o izmerjenih meritvah nagibnih špranj n_i (slika 7.2) ter drsnih špranj h_i drsnega dela ležišča in bočnih drsnih špranj med nerjavno pločevino vodila in bočnim drsnim trakom d_i (slika 7.3), ki so izmerjene na dokončanem ležišču. Izmeri in zabeleži se tudi vertikalni razmik med zgornjo površino vodila in spodnjo površino drsne plošče nad vodikom h_{zs} in h_{zz} .

Na notranjem kontrolnem listu morajo biti navedeni tudi posamezni postopki kontrole pri sestavljanju ležišča, ob katerih se s simbolom ($\checkmark$) označuje, ali je bil postopek izveden ali ne in izpišejo eventualne meritve, vezane na postopek kontrole (npr. debelina protikorozijske zaščite, moment zatezanja vijakov, hrapavost kontaktnih površin, itd.).

Na kontrolni list se pri drsnih ležiščih nalepijo tudi etikete drsnih diskov in bočnih drsnih trakov.

Glede na tip ležišča se poda tudi skica s podatki za vgradnjo ležišča, ki je podana na zgornji površini ležišča (slike 6.2 do 6.4).

Na koncu se poda še skica identifikacijske tablice ležišča z vsemi podatki, ki so potrebni za nedvoumno identifikacijo dotičnega tipa ležišča.

7.1.2.2 Notranji kontrolni list – sferno ležišče

Na notranjem kontrolnem listu so poleg splošnih dimenzij iz preglednice 7.1 podane tudi specifične oznake dimenzij, ki se nanašajo konkretno na sferna ležišča. Posebne kratke oznake dimenzij za drsna sferna ležišča z bočnima vodiloma so podane v preglednici 7.3 in prikazane na sliki 7.4.

Poleg predvidenih in dejanskih dimenzij posameznih delov ležišča morajo biti podani tudi podatki o izmerjenih meritvah debeline nanosa trdega kroma na površino kalote (slika 7.5) s podatkom o hrapavosti površine.

Podani morajo biti tudi podatki o izmerjenih meritvah nagibnih špranj n_i , drsnih špranj h_i drsnega dela ležišča in bočnih drsnih špranj med nerjavno pločevino vodila in bočnim drsnim trakom d_i kakor tudi razmiki r_i med drsno pločevino vodila in nosilno ploščo (slika 7.6), ki so izmerjene na dokončanem ležišču. Drsne reže drsnega diska kalote se ne meri.

Na notranjem kontrolnem listu morajo biti navedeni tudi posamezni postopki kontrole pri sestavljanju ležišča, ob katerih se s simbolom ($\checkmark$) označuje, ali je bil postopek izveden ali ne

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

in izpišejo eventualne meritve, vezane na postopek kontrole (npr. debelina protikorozijske zaščite, moment zatezanja vijakov, itd.).

Na kontrolni list se pri drsnih ležiščih nalepijo tudi etikete ravnih drsnih diskov, diskov kalote in bočnih drsnih trakov.

Glede na tip ležišča se poda tudi skica s podatki za vgradnjo ležišča, ki je podana na zgornji površini ležišča (slike 6.2 do 6.4).

Na koncu se poda še skica identifikacijske tablice ležišča z vsemi podatki, ki so potrebni za nedvoumno identifikacijo dotičnega tipa ležišča.

7.1.2.3 Notranji kontrolni list – deformabilno ležišče

Na notranjem kontrolnem listu za deformabilno ležišče z ležiščnima in sidrnima ploščama so podane dimenzije iz preglednice 7.1, ki se nanašajo na tako opremljeno ležišče (slika 7.7). Poleg teh podatkov so podani tudi podatki o elastomernem bloku, ki so prikazani na sliki 7.8, ter podatki o moznikih. Dimenzije posameznih elementov so podane kot predvidene in dejanske.

Na notranjem kontrolnem listu morajo biti navedeni tudi posamezni postopki kontrole pri sestavljanju ležišča, ob katerih se s simbolom (✓) označuje ali je bil postopek izveden ali ne in izpišejo eventualne meritve, vezane na postopek kontrole (npr. debelina protikorozijske zaščite moment zatezanja vijakov).

Podani morajo biti podatki o vgradnji moznikov med ležiščem in ležiščno oziroma sidrno ploščo.

Podana je tudi skica s podatki za vgradnjo ležišča, ki so prikazani na zgornji površini sidrne plošče ležišča (slika 6.2) ter skica identifikacijske tablice ležišča z vsemi podatki, ki so potrebni za dotični tip ležišča.

7.1.2.4 Notranji kontrolni list – deformabilno ležišče s pridrževalno konstrukcijo za preprečevanje pomikov v prečni smeri

Na notranjem kontrolnem listu so poleg splošnih dimenzij iz preglednice 7.1 podane tudi specifične oznake dimenzij, ki se nanašajo konkretno na deformabilna ležišča s pridrževalno konstrukcijo za preprečevanje pomikov v prečni smeri. Posebne kratke oznake dimenzij za ta ležišča so podane v preglednici 7.4 in prikazane na sliki 7.9.

Poleg predvidenih in dejanskih dimenzij posameznih delov ležišča morajo biti podani tudi podatki o izmerjenih meritvah razmikov med vrhom strižnega moznika do zgornje oziroma spodnje ležiščne plošče (slika 7.10). Meritve morajo biti narejene na obeh straneh strižnih moznikov. Podani morajo biti podatki o vgradnji moznikov med ležiščem in ležiščno oziroma sidrno ploščo.

Na notranjem kontrolnem listu morajo biti tudi navedeni posamezni postopki kontrole pri sestavljanju ležišča, ob katerih se s simbolom (✓) označuje, ali je bil postopek izveden ali ne in izpišejo eventualne meritve, vezane na postopek kontrole (npr. debelina protikorozijske zaščite, moment zatezanja vijakov).

Podana je tudi skica s podatki za vgradnjo ležišča, ki so prikazani na zgornji površini sidrne plošče ležišča (slika 6.2) ter skica identifikacijske tablice ležišča z vsemi podatki, ki so potrebni za dotični tip ležišča.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**7.1.2.5 Notranji kontrolni list – deformabilno ležišče s pridrževalno konstrukcijo s preprečenimi pomiki v horizontalni ravnini in vzdolžno drsnim delom**

Na notranjem kontrolnem listu so poleg splošnih dimenzij iz preglednice 7.1 podane tudi specifične oznake dimenzij, ki se nanašajo konkretno na deformabilna ležišča s pridrževalno konstrukcijo s preprečenimi pomiki v horizontalni ravnini ter enostransko pomičnim drsnim delom. Posebne kratke oznake dimenzij za ta ležišča so podane v preglednici 7.4 in prikazane na sliki 7.11.

Poleg predvidenih in dejanskih dimenzij posameznih jeklenih delov konstrukcije ležišča morajo biti podani tudi podatki o izmerjenih meritvah na elastomernem bloku (slika 7.8) ter razmik med vrhom strižnega moznika do zgornje ležiščne plošče n_i , ki se merita v osi ležišča v smeri drsenja ležišča. Podani morajo biti tudi podatki o izmerjenih meritvah drsnih špranj h_i drsnega dela ležišča in bočnih drsnih špranj med nerjavno pločevino vodila in bočnim drsnim trakom d_i kakor tudi razmiki r_i med drsno pločevino vodila in nosilno ploščo (slika 7.12), ki so izmerjene na dokončanem ležišču.

Podani morajo biti tudi podatki o vgradnji moznikov med ležiščem in ležiščno oziroma sidrno ploščo.

Na notranjem kontrolnem listu morajo biti navedeni tudi posamezni postopki kontrole pri sestavljanju ležišča, ob katerih se s simbolom ($\checkmark$) označuje ali je bil postopke izveden ali ne in izpišejo eventualne meritve, vezane na postopek kontrole (npr. debelina protikorozijske zaščite, moment zatezanja vijakov).

Podana je tudi skica s podatki za vgradnjo ležišča, ki so prikazani na zgornji površini sidrne plošče ležišča (slika 6.3 ali 6.4) ter skica identifikacijske tablice ležišča z vsemi podatki, ki so potrebni za dotični tip ležišča.

7.2 Vgradnja ležišč

Ležišča mora vgrajevati za to usposobljeno osebje pod vodstvom strokovnjaka za ležišča. Vgrajena morajo biti v skladu s tehnološkim postopkom, ki je predhodno odobren s strani projektanta in nadzornega organa.

Pravilna vgradnja ležišča mora biti nedvoumno dokumentirana s strani pogodbenika (izvajalca del) s pomočjo fotodokumentacije in mora biti predana naročniku.

Za vse tipe ležišč je potrebno izdelati zapisnike o vgradnji ležišč, za izdelavo katerih je zadolžen izvajalec del. Zapisniki so prilagojeni za vsak tip in vrsto ležišča.

7.2.1 Varjenje

Za varjenje na jeklenih nosilnih konstrukcijah železniških premostitvenih objektih mora izvajalec varilskih del posedovati dokazilo za izvedbeni razred EXC3 ali EXC4 po SIST EN 1090-2. Dokazilo o izpolnjevanju zahtev je veljavno pod pogojem, če po SIST EN 1090-1 proizvodni obrat predloži potrdila o usposobljenosti za varjenje za izvedbeni razred.

Izvajanje varilskih del na vgrajenih ležiščih na betonskih konstrukcijah načeloma ni dovoljeno. V izjemnih primerih mora za eventualna varilska dela na že vbetoniranih ležiščih biti izdelan in potrjen ustrezen varilski načrt glede na naravo in velikost zvarov. Pri postopku varjenja je potrebno preprečiti, da zaradi sproščene toplote pride do delaminacije betona ob in/ali nad ležiščem. Po končanem varjenju, še bolje pa med prekinitvami samega postopka varjenja, je potrebno preverjati stanje betonske površine ob ležišču, da se pravočasno zazna nastajanje eventualnih delaminiranih mest. V tem primeru je potrebno prekiniti nadaljnje postopke varjenja in ugotoviti pravi vzrok za nastanek delaminiranih mest z ozirom na postopek varjenja. Glede na ugotovljeni vzrok nastanka je potrebno ustrezno spremeniti

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

načrt varjenja. Pred nadaljevanjem varilnih postopkov je potrebno delaminirana mesta ustrezno sanirati po tehnološkem postopku, ki ga predhodno potrdi projektant in nadzorni organ.

7.2.2 Betonerska dela ob ležiščih

Nadzorni organ mora v času polaganje armature ob oziroma nad ležiščem preveriti, ali položaj oziroma razpored armature omogoča ustrezno betoniranje v skladu s potrjenim tehnološkim postopkom. V primeru pregoste armature, ki bi onemogočala ustrezno zalitje prostora ob in nad ležiščem, zaradi česar lahko nastanejo večja ali manjša betonska gnezda ob in/ali nad ležiščem, mora o tem takoj obvestiti projektanta in začasno ustaviti nadaljnje polaganje armature. V kolikor se ugotovi, da položaj armature preprečuje ustrezno in zanesljivo betoniranje (npr. pri več armaturnih palicah ali svežnjih armature položenih ena poleg druge), je potrebno armaturo preprojektirati na način, da bo zagotovljeno ustrezno betoniranje po prvotnem ali prilagojenem (in potrjenim) tehnološkem postopkom.

Po razopaženju je potrebno pregledati in preveriti betonsko površino ob ležišču. V kolikor se zazna prisotnost betonskih gnezd, je potrebno izvesti detajlni pregled področja ležišča in ugotoviti približne lokacije in velikosti betonskih gnezd. Na osnovi ugotovitev detajlnega pregleda se izdelata ustrezen tehnološki elaborat za zapolnitev votlih mest, ki je pred izvedbo sanacije predhodno potrjen s strani projektanta in nadzornega organa.

Med betoniranjem je potrebno spremljati, ali je zaščita ležišč proti onesnaženju ustrezna. V kolikor pride do onesnaženja ležišč, je potrebno ležišče očistiti še predno se beton oziroma cementno mleko strdi. Posebno pozornost je potrebno posvetiti čiščenju drsnih površin iz nerjavne pločevine, da se pri čiščenju preprečijo mehanske poškodbe površine.

7.3 Dokumentacija

Izvajalec del mora naročniku ob zaključku del predati naslednje dokumente:

- zapisnike o vgradnji ležišč,
- kontrolne liste notranje kontrole za vsako ležišče,
- zapisnik z rezultati ničelne (začetne) meritve,
- potrdilo o nadzoru vgradnje,
- delavniške (izvedbene) načrte,
- varilne načrte z detajli zvarov,
- dobavnice,
- načrt dispozicije ležišč (načrt podpiranja),
- načrt prednastavitev ležišč,
- koncept zamenjave ležišč,
- fotodokumentacijo dokazil o vgradnji ležišč,
- krivulje obtežba – pomik za elastomerna ležišča (v kolikor je bilo to zahtevano s projektom).

Ta dokumentacija je del PID-a in dokazila o zanesljivosti objekta.

Poleg te dokumentacije mora izvajalec del predati tudi vso dokumentacijo, ki je povezana z eventualnim ugotavljanjem napak pri vgradnji ležišč ter njihovo odpravo.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**8 Vgradnja ležišč****8.1 Splošno**

Če ni drugače predvideno s projektom, morajo biti ležišča postavljena na mestu vgradnje tako, da od nazivne lokacije ne odstopajo za več kot 3 mm v katerokoli smer.

Ležišča morajo biti višinsko postavljena glede na projekt v okviru dovoljenih toleranc.

Potrebno je preveriti smer prednastavitve (običajno je to rdeča puščica na zgornji strani sidrne plošče).

Ležišče je na mestu predvidene vgradnje potrebno postaviti v horizontalno ravnino v skladu z oznakami na ležišču (slike 6.2, 6.3 in 6.4).

Pri vgradnji ležišč je potrebno upoštevati ustrezna dovoljenja, ki se nanašajo na posamezne vrste ležišč, navodila proizvajalca ležišč in/ali projektanta.

Za transport, vgradnjo in nastavitev ležišč je potrebno upoštevati določila standardov SIST EN 1337, evropskih tehničnih ocen ETA ali STS.

8.1.1 Osebe

Z namenom, da se preprečijo poškodbe ležišč ali konstrukcije ob vgradnji ležišč ter da bodo ležišča pravilno vgrajena, lahko v skladu s SIST EN 1337-11 ležišča vgrajuje samo ustrezno usposobljeno osebo pod vodstvom strokovnjaka, ki ima dokazila o usposobljenosti za vgradnjo posameznih tipov ležišč.

Strokovnjak za konstrukcijska ležišča je lahko gradbeni ali strojni inženir z dolgoletnimi izkušnjami pri vgradnji in/ali pregledovanju ležišč in naj po možnosti ima tudi ustrezno začetno usposabljanje, ki je lahko pridobljeno tudi v tujini na strokovno ustrezno priznanem tečaju za vgradnjo ležišč.

Sicer naj bi strokovnjak za konstrukcijska ležišča premostitvenih objektov imel začetno usposabljanje z ustreznim izobraževanjem in zaključnim izpitom s pisnim potrdilom o uspešno opravljenem izobraževanju. Potrdilo se periodično obnavlja na krajših seminarjih z obnavljanjem znanja ter s seznanjanjem z novostmi na področju stanja tehnike ter standardov s področja ležišč. V kolikor pregledovalec ležišč še nima ustrezno pridobljenega znanja, mora o svojih zapažanjih in rezultatih meritev seznaniti strokovnjaka za ležišča premostitvenih objektov oziroma inženirja z dolgoletnimi izkušnjami, predno izdela dokončni zapisnik o pregledu ležišča.

Osebe za vgradnjo in pregledovanje konstrukcijskih ležišč premostitvenih objektov mora biti ustrezno strokovno usposobljeno. Po izobrazbi naj bi bili to gradbeni ali strojni inženirji z znanjem o:

- vrstah ležišč,
- delovanju ležišč,
- konstrukciji ležišč in lastnostih njihovih sestavnih delov,
- protikorozijski zaščiti in popravilu poškodovane protikorozijske zaščite,
- vgrajevanju ležišč,
- posledicah napak pri transportu, skladiščenju, vgrajevanju in vzdrževanju ležišč,
- standardih družine SIST EN 1337,
- ETA tehnične ocene za posamezne materiale, ki se uporabljajo pri ležiščih,

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- možnih poškodbah ležišč pri vgrajevanju in med obratovanjem.

Če izvajalec del nima ustreznega strokovnjaka za vgradno ležišče, kar mora biti dokazljivo z ustreznim potrdilom ali spričevalom, mora biti ob vgradnji prvega ležišča prisoten predstavnik proizvajalca ležišč. V kolikor delavci izvajalca del niso zadovoljivo usposobljeni za vgrajevanje ležišč po začetnem usposabljanju in prvi vgradnji ležišča ob prisotnosti predstavnika proizvajalca ležišč, mora biti predstavnik proizvajalca ležišč prisoten tudi pri vgrajevanju nadaljnjih ležišč toliko časa, dokler ni skupina delavcev zadovoljivo usposobljena za samostojno delo.

V kolikor bodo ležišča ustrezno vgrajena, lahko delavci izvajalca del, ki so bili vseskozi prisotni pri celotnem postopku vgrajevanja ležišč (priprava ležišč, namestitev ležišč, priprava stičnih površin, priprava malte, podlivanje oziroma potiskanje malte, nega po zalitju stika), poimensko dobijo potrdilo o prisotnosti pri uspešnem vgrajevanju glede na vgrajene tipe ležišč in lahko tako sodelujejo pri vgrajevanju naslednjih ležišč enakega tipa tudi na drugih objektih. Potrdilo je izdano in potrjeno s strani nadzora v dogovoru s prisotnim strokovnjakom proizvajalca ležišč, ki je prisostvoval pri vgradnji ležišč.

8.1.2 Postopek vgradnje

Pri vgradnji ležišč je treba upoštevati srednjo temperaturo prekladne konstrukcije.

Ob dobavi ležišč na gradbišče morajo biti ta pregledana in prevzeta s strani strokovnjaka za ležišča izvajalca del v skladu s SIST EN 1337-11 poglavje 5 in rezultati pregleda morajo biti ustrezno dokumentirani.

Ležišča se postavijo v željeni položaj s pomočjo nastavitvenih vijakov, ki po zalitju stika med betonsko podkonstrukcijo in ležiščem ne smejo predstavljati togih mest.

Pri direktnem betoniranju prekladne konstrukcije na drsno ležišče z veliko konzolo drsne plošče lahko pride do zasuka ležišča in/ali deformacije drsne plošče pod težo svežega betona. Zato je potrebno velike konzole drsnih ležišč dodatno ustrezno podpreti. V primeru ležišč brez sidrskih plošč morajo biti podpore nameščene podčasne podporne plošče, v primeru sidrskih plošč pa pod strižnimi letvami vijakov sidrskih plošč. Podpiranje neposredno pod drsno ploščo na površino iz nerjavne pločevine je dovoljeno le po posvetu s proizvajalcem ležišča. Najbolje je, da je to ustrezno predvideno in zabeleženo že v projektu vgradnje ležišča. Uporaba navadnih lesenih podpor ni dovoljena.

Pri ležiščih z zelo majhno oziroma minimalno računsko vrednostjo tlačne sile je za preprečevanje nateznih sil smiselno, da podpiranje prekladne konstrukcije ni deformacijsko kontrolirano temveč se kontrolirajo sile (s pomočjo dvigalk se ugotovi sile in se jih primerja s pripadajočimi računskimi vrednostmi).

Za izvedbo izravnave neravnin med ležiščnimi ploščami in deli konstrukcije premostitvenega objekta s strjeno pasto je potrebno posebno dovoljenje oziroma tehnično soglasje.

Pri narivanju, vrivanju prekladne konstrukcije ali pri izvedbi prekladne konstrukcije z velikimi deformacijami prekladne konstrukcije v fazi gradnje s spuščanjem na končni položaj uporaba končnih ležišč ni dovoljena.

Postopek za pravilno vgradnjo ležišč mora vključevati vse potrebne ukrepe, da bo po vgradnji nosilnost in funkcionalnost ležišča ustrezna. V tem postopku je potrebno:

- pred pričetkom del preveriti skladnost ležišča z načrtom vgradnje ležišča,
- preveriti stanje ležišča ob dobavi,
- preveriti izvedbe in stanje priključnih površin na strani objekta,

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- pravilno namestiti ležišče v skladu z oznakami na ležišču z začasnim podpiranjem ali pritrditvijo, ki je odvisno od primera do primera,
- ustrezno pripraviti in vgraditi malte za izvedbo stikov med ležiščem in konstrukcijo,
- preveriti trdnosti malt, katere so dovoljene za vgradnjo ležišč,
- ob ustreznem trenutku sprostiti varovalke (zaklepi, ključavnice),
- izvesti začetno (ničelno) meritev ležišča,
- paziti na spremembo merilnih točk s premikom položaja.

Popravke napak na ležiščih ali funkcionalnih delih ležišča sme izvajati samo proizvajalec ležišča ali strokovnjaki, ki so bili za to ustrezno podučeni in usposobljeni.

Za spreminjanje prednastavitev na gradbišču je potrebno upoštevati SIST EN 1337-11.

V kolikor vsi vijaki drsnega ležišča niso bili dokončno priviti v postopku sestavljanja ležišča zaradi omejitve deformacij jeklenih plošč (tč. 5.1), se vijaki dokončno privijejo na predpisani moment privitja na gradbišču po sprostitvi prekladne konstrukcije.

8.1.3 Dobava in skladiščenje ležišč na gradbišču

Ležišča so sestavljena v proizvodni hali in nepomično povezana v horizontalno lego s pomočjo pomožnih konstrukcijskih elementov in vijačnih zvez. Te vijačne zveze so označene z barvo. Ležišča se transportirajo na lesenih paletah. Ob ustreznem ravnanju in dvigovanju med transportom, pripravo na vgradnjo in med vgradnjo ne sme priti do razrahljanja povezave in posledično do relativnih pomikov med posameznimi sestavnimi deli ležišča ali celo do razpada ležišča. Horizontalnost ležišča mora biti ohranjena do njegove vgradnje. Ležišča se lahko dvigajo samo z ustreznimi dovoljenimi dvigovalnimi trakovi, ki se pritrdijo za posebej predvidena mesta (ušesa) za fazo transporta in vgradnje ležišča.

Če so ležišča zaradi pogojev transporta dobavljena po delih, jih mora na gradbišču ponovno sestaviti in povezati proizvajalec ležišč ali z njegove strani pooblaščen in ustrezno podučeni strokovnjaki.

Ob dobavi ležišč na gradbišče oziroma začasno skladišče je potrebno ležišča preveriti v skladu s SIST EN 1337-11. Morebitne poškodbe ali nepričakovane spremembe je potrebno označiti na dobavnih dokumentih in o njih takoj pisno obvestiti proizvajalca ležišč.

Ležišče mora do začetka delovanja na lokaciji vgradnje obdržati obliko skladno z načrtom ležišča. Vijačne spoje za fazo transporta in vgradnjo ležišča se ne sme odstraniti, dokler ni ležišče trdno povezano s prekladno in podporno konstrukcijo.

Na gradbišču naj bodo ležišča po možnosti skladiščena v primernem pokritem prostoru. Če so skladiščena na odprtem, morajo biti ležišča dvignjena od tal ter zaščitena proti vremenskim vplivom. Potrebno je zagotoviti prezračevanje ležišč s spodnje strani, da se prepreči nastanek kondenza.

Ležišča naj bodo skladiščena na mestih izven gradbiščnih ali skladiščnih prometnih poti, da se preprečijo nenamerne poškodbe. V kolikor se na ležiščih ugotovijo poškodbe, je o tem potrebno takoj obvestiti proizvajalca ležišč, ki bo predvidel nadaljnje ukrepe.

8.1.4 Čistoča ležišč

Površine ležišč, še posebej kontaktne površine nosilne ležiščne plošče in sidrne plošče morajo biti čiste, brez umazanije zaradi zemlje, betona, malte ali maščob.

Pri vgradnji elastomernih ležišč je potrebno zagotoviti ustrezne ukrepe, da ležišča niso umazana z maščobami in topili, še posebej z opažnim oljem.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

V kolikor pride med vgradnjo ležišča do onesnaženja ležišča s cementnim mlekom ali betonskim obrizgom, je potrebno ležišče ustrezno očistiti še preden pride do vezanja oziroma strjevanja cementnega mleka oziroma betonskega obrizga.

8.1.5 Opaž v področju ležišča

Opaž ob ležišču mora biti enostavno odstranljiv neodvisno od opaža nosilne konstrukcije. Okoli ležišča mora biti opaž tesen, da se prepreči izcejanje betonskega obrizga ali podlivne malte na ležišče. V primeru odprtih stikov med ležiščno ploščo in opažem morajo biti stiki ustrezno zatesnjeni, npr. s poliuretansko peno. Vstavljanje samo folije ni dovoljeno. V kolikor ni zagotovljena netesnost stika, mora biti samo ležišče še dodatno zaščiteno, še posebej pa drsne površine iz nerjavne pločevine, npr. z elastično folijo in lepilnim trakom.

Da ležišče ostane na svojem mestu kljub raztezanju opaža zaradi temperature, je potrebno sprejeti in izvesti ustrezne ukrepe.

Podpiranje opaža v področju ležišča mora biti izvedeno tako, da je ležišče vseskozi dostopno in je s tem omogočeno pravočasno popuščanje vijakov, s katerimi je ležišče povezano skupaj.

Opaž mora biti v primeru naknadne vgradnje ležišča v področju ležišča izveden tako, da ne pride do vertikalnih zamikov med opažnimi deskami oziroma ploščami ter da se prepreči eventualne deformacije opaža pri betoniranju.

8.1.6 Kontaktne priključne površine nosilne konstrukcije

Kontaktne priključne površine nosilne konstrukcije morajo biti čiste (brez sledov opažnega olja, betonskega obrizga) brez nevezanih površinskih slojev in tudi brez betonskih gnezd ter porozne površine. Zato mora biti po zaključku izdelave opaža s kontaktne površine ležišča z betonsko konstrukcijo in njene neposredne okolice odstranjena vsa nečistoča, vključno z žagovino in lesenimi ostanki.

Ko je armatura položena, je potrebno s celotne kontaktne površine in njene neposredne okolice odstraniti vse kovinske ostanke, kot so žebli, ostanki žice za vezanje armature ter vso površino po odstranitvi kovinskih delov temeljito očistiti s komprimiranim zrakom.

Pozornost je treba posvetiti tudi morebitnim dodatnim zahtevam proizvajalcev prefabriciranih malt za izdelavo maltnih stikov glede priprave in kakovosti kontaktnih površin.

8.1.7 Dodatni pogoji za elastomerna ležišča

Elastomerno ležišče mora biti po celotni kontaktni površini v stiku z ležiščno in/ali sidrno ploščo in se lahko vgrajujejo le s sidrnimi in/ali ležiščnimi ploščami (sliki 8.1 in 8.2).

Elastomernega bloka kot ležišča se ne sme vgrajevati na oziroma v stično malto, temveč mora biti vedno vgrajen s sidrnimi ploščami.

Zapolnjevanje odprtih špranj med elastomernim ležiščem in neposredno kontaktno površino prekladne oziroma podporne konstrukcije z raznimi polnilnimi maltami ni dopustno (npr. epoksidne malte).

Pritrjevanje oziroma lepljenje elastomernega bloka (npr. z epoksidno malto) zgoraj in/ali spodaj na prekladno oziroma podporno konstrukcijo ni dovoljeno, ker lahko pride do zdrsa ležišča.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**8.1.8 Dovoljene tolerance pri vgradnji ležišča**

Ležišče mora biti na mestu vgradnje v skladu z načrtom vgradnje ležišča postavljeno horizontalno z uporabo merilne naprave z natančnostjo najmanj 0,3 ‰.

Naklon drsne ali kotalne ravnine ležišča po postavitvi v fiksno lego ležišča ne sme odstopati od načrtovanega položaja za več kot 3 ‰. Če je v eni osi podpiranja več valjčnih ležišč, potem relativno odstopanje kotalnih ravnin ne sme biti večje od 1 ‰.

Za deformabilna ležišča je dovoljeno odstopanje največ 5 ‰, če je dodatno odstopanje nad 3 ‰ že upoštevano pri dimenzioniranju.

V kolikor je prekladna konstrukcija v večjem vzdolžnem sklonu in bi v področju prehodnih konstrukcij – dilatacij – prišlo do večjih vertikalnih zamikov, ki bi lahko vplivali na udobnost vožnje preko dilatacije ali pa celo na trajnost konstrukcije oziroma bi bili vzrok za pogostejše poškodbe na posameznih sestavnih delih konstrukcije (npr. dilatacije, tirnice), potem naj se ležišča ob dilatacijah vgradijo v enakem vzdolžnem sklonu. Vseeno morata biti v tem primeru drsna plošča in spodnji del ležišča vgrajena paralelno, tako da gradient ni prilagojen z nagibnim delom ležišča.

Vzdolžna x os označena na zgornjem delu ležišča mora ustrezati smeri pomikov predvidenih v načrtu vgradnje ležišča. Maksimalno odstopanje od nazivne smeri je lahko največ 3 ‰ / 1000 mm.

8.1.9 Pripomočki za postavitve ležišča

Ležišča je potrebno postavljati z ustreznimi nastavitvenimi vijaki tako, da pri naslednjih delovnih korakih po postavitvi ležišča ne pride do spremembe njegovega položaja. Nastavitveni vijaki morajo biti tako izdelani, da po strditvi stične malte ne predstavljajo togih mest. Nastavitveni vijaki so lahko integralni del ležišča.

Lesene zagozde za podpiranje ležišč v fazi vgradnje se ne sme uporabljati.

Začasne podpore ležišč v fazi vgradnje se lahko uporabljajo tudi ustrezno stisljivi elementi, ki po strditvi podlitja ne predstavljajo togih mest v primeru, če se ne odstranijo.

Ko se malta v stiku strdi oziroma doseže ustrezno trdnost ali vsaj preden začne ležišče delovati oziroma pred prednapenjanjem prednapetih konstrukcij, je potrebno odstraniti oziroma izločiti iz funkcije vse pripomočke, ki so služili za togo povezavo ležišča za fazo montaže, transporta in vgradnje ležišča. Ob tem morebitno nastale prazne prostore je potrebno zapolniti z ustreznim materialom. Po strditvi malte v stiku med ležiščem in betonsko podlago ne sme biti togih mest. Nastavitveni vijaki, ki so integralni del ležišča, se morajo odviti preden malta doseže svojo trdnost.

8.2 Vgradnja ležišč z maltnim stikom

Pred izdelavo maltne stika je (poleg zapisanega v poglavju 8.1.9) potrebno preveriti še naslednje:

- skladnost ležišča z načrtom ležišča,
- projektirane višinske kote,
- skladnost z načrtom usmerjenosti vzdolžne »x« oziroma prečne »y« osi ležišča,
- načrtovani nagib ležišča (če je potrebno ležišče izjemoma vgraditi v naklonu, je to določeno v načrtu ležišča),
- velikost in smer prednastavitve glede na predvideno temperaturo v času vgradnje,

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- skladnost s posebnimi smernicami proizvajalca ležišč za vgradnjo ležišč.

Tlačna trdnost in trajnost podlivne malte mora ustrezati najmanj takšni kvaliteti kot je beton priključnih delov konstrukcije, sicer veljajo določila poglavja 6.6 SIST EN 1337-11:2001.

8.2.1 Spoj med ležiščem in podporno konstrukcijo – betonskim podstavkom

Stik med ležiščem in betonsko podlago (ležiščni podstavek) se izvede z malto na osnovi cementa ali na osnovi veziva iz umetnih snovi. S podlivno malto se izravnavajo višinske tolerance ter se zagotovi popolni kontakt med sidrno ploščo in betonsko podlago.

Debelina stika ne sme biti manjša od 2 cm in ne večja od 5 cm ter hkrati ne sme biti manjša od 3-kratnega premera maksimalnega zrna agregata.

Maltni stiki, če so debelejši od 5 cm, morajo biti armirani in preverjeni na dopustne tlačne napetosti pri delno tlačeni površini po SIST EN 1992.

Zaključni rob spojne malte se izvede do višine spodnjega ali pa zgornjega roba sidrne plošče. Dovoljeno je posneti rob pod kotom 45°. Špranje med ležiščem in maltnim spojem morajo biti dobro zatesnjene. Širina zaključnega roba spojne malte je enaka najmanj debelini spoja povečanega za 10 mm.

Za izdelavo spoja ležišča z betonsko konstrukcijo se običajno uporablja pet postopkov:

- podlivanje,
- potiskanje,
- postavitve na plastično malto,
- izravnavanje s plastmi tankoslojne malte,
- izpolnjevanje votlih mest z materialom za injiciranje.

8.2.1.1 Podlivanje

Pred podlivanjem malte je potrebno celotno površino stika po obodu zaopaziti. Opaž mora biti od roba sidrne plošče odmaknjen najmanj v širini, ki je enaka debelini stika povečanega za 10 mm (slike 8.1, 8.2 in 8.3). Če je podstavek višinsko izveden do predvidenega zgornjega roba, se stik med ležiščem in podstavkom izvede s kvalitetno samorazlivno malto. Malto se počasi vliva skozi transparentno plastično cev v povezavi z lijem na vrhu cevi.

Za preprečevanje nastajanja zračnih mehurjev pri vlivanju podlivne malte je potrebno omogočiti ustrezno odzračevanje izpod kontaktne površine. Prisotnost zračnih mehurjev v kontaktni površini ni dovoljena. Za preprečevanje nastajanja zračnih mehurjev se lahko uporabijo verige z manjšimi členki (dimenzije členkov npr. 30/10/3 mm) ali jekleni trakovi (dimenzij npr. 25 × 1,5-3 mm). Verige ali trakovi se namestijo na medsebojni razdalji ca. 20 cm v smeri vgrajevanja podlivne malte. Med vlivanjem malte se verige vlečejo naprej in nazaj. Hitrost vlečenja verig mora biti takšna, da se prepreči vnos zraka na vhodni strani verige. Ko je stik zapolnjen približno do polovice debeline sidrne plošče, je potrebno verige ali trakove previdno odstraniti.

Pri zelo velikih ležiščih se lahko naredi stik samo z ležiščno ploščo, ki ima glede na velikost ustrezno narejene luknje za odzračevanje. Vgradnjo ležiščne plošče in ležišča na tako vgrajeno ležiščno ploščo lahko vgradi le proizvajalec ležišča oziroma z njegove strani uradno pooblaščen izvajalec za vgradnjo ležišč.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Za ležišča, pod katerim je maltni stik spremenljive višine, se glede na višinsko razliko sloja malte priporoča, da se od proizvajalca ležišč pridobijo ustrezna navodila za izvedbo podlivanja ležišča.

8.2.1.2 Vtiskanje

Postopek z vtiskanjem se priporoča le pri ležiščih, pri katerih je krajša stran sidrne plošče manjša od 50 cm. Pri vtiskanju malte plastične konsistence je potrebno paziti, da se doseže popolni kontakt stika malte s sidrno ploščo ležišča kakor tudi med samimi sloji vtiskane malte. Pri postopku vtiskanja je potrebno preprečiti nastanek votlih mest med posameznimi sloji in posledično spremenljivost togosti malte zaradi neustreznega kompaktiranja.

8.2.1.3 Postavitev na plastično malto

Možna je tudi izvedba spoja s postavitvijo ležišča na plastično malto, ki jo ležišče na robovih s svojo težo stisne izven stika. Za to izvedbo je potrebna posebna izkušnost osebja in strokovnjakov za vgradnjo ležišča, da je ležišče vgrajeno v predvidenih tolerancah in da se preprečijo tvorbe votlih mest oziroma zračnih mehurjev med ležiščem in betonsko podlago.

8.2.1.4 Izravnalne plasti s tankoslojno malto

Izdelava izravnalne plasti s tankoslojno malto se uporablja le izjemoma, in sicer v primeru zamenjave ležišč in ob omejeni višini med prekladno in podporno konstrukcijo (zgornjim robom betonskega podstavka oziroma ležiščne police). Izravnalnih tankoslojnih plasti se pri novih objektih ne uporablja.

8.2.1.5 Injektiranje

Postopek injektiranja se uporablja le izjemoma v primerih, ko se ugotovijo votla mesta pod oziroma nad ležiščem. Za injektiranje je potrebno uporabiti ustrezno injekcijsko maso glede na velikost in obliko votlih mest. Votla mesta pod ležiščem se lahko zainjektirajo le v primeru, če še ni prišlo do deformacije dna ležišča in/ali poškodb ostalih delov ležišča (npr. naleganje bočnih vodil na spodnji del ležišča). V kolikor je do deformacij že prišlo, je potrebno ležišče zamenjati.

8.2.2 Spoj med ležiščem in betonsko prekladno konstrukcijo

Za izdelavo stika med betonsko montažno prekladno konstrukcijo veljajo podobni postopki kot za stik z betonskim podstavkom, ki so opisani v tč. 8.2.1.

Običajno je betonska prekladna konstrukcija betonirana direktno na ležišče. Zato je potrebno upoštevati še posebej tč. 8.1.5 in 8.1.6.

8.2.3 Malte za izdelavo spoja med ležiščem in betonsko konstrukcijo

Če uporabljeni materiali za izdelavo stikov oziroma podlivanje stikov niso standardizirani ali nimajo dovoljenja za uporabo, se zahteva dokazilo o njihovi uporabnosti.

Vse malte za izdelavo stikov morajo imeti v okviru proizvodnje urejeno lastno in zunanjo kontrolo. Zahteve in lastnosti malt za izdelavo stikov na osnovi epoksidnih ali metakrilatnih smol je treba preveriti glede na tehnični list proizvajalca malte.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Računska trdnost malte za izdelavo stikov na bazi cementa ali umetnih snovi mora biti najmanj enaka tisti, ki je bila upoštevana v statičnem računu betonskega elementa konstrukcije, na katerega se bo nanesla malta.

Vse potrebne lastnosti malte za konkretno uporabo, kot so npr. tlačna trdnost, volumska stabilnost, obdelovalnost, nabrekanje in krčenje je potrebno preveriti s preizkusom uporabnosti. Preizkus uporabnosti mora biti izveden s strani akreditiranega inštituta.

Pri vseh maltah je potrebno upoštevati navodila proizvajalca malte, pri maltah na osnovi veziva iz umetnih snovi pa tudi pomembne podatke, ki so podani v varnostnem listu.

Pri industrijsko pripravljenih mešanicah malt na bazi cementa morajo biti na embalaži ali na dobavnici podani vsaj naslednji podatki:

- blagovna znamka in proizvajalec malte,
- oznaka vrste agregata in maksimalne velikosti zrna,
- možne aplikacije,
- opis postopka mešanja,
- informacije o dodajanju vode, količini vode in obdelovalnosti,
- navodila o pripravi kontaktnih površin,
- navodila o izvedbi opaža,
- navodila o polnjenju opaža,
- navodila o obdelavi,
- opozorila o nezdružljivosti z ostalimi gradbenimi materiali,
- številka šarže.

Pri industrijsko pripravljenih maltah na bazi umetnih snovi morajo biti na embalaži ali dobavnici podani vsaj še naslednji podatki:

- blagovna znamka in proizvajalec malte,
- osnovni material,
- mešalno razmerje (samo pri več komponentnih materialih),
- minimalna temperatura za obdelavo in strjevanje,
- vsebina prenosne posode (neto teža),
- trajanje obdelovalnosti v odvisnosti od temperature in velikosti mešalne posode (upoštevati je potrebno tehnični list proizvajalca),
- datum proizvodnje, rok trajanja in pogoji skladiščenja,
- razred nevarnosti,
- številka šarže.

8.2.3.1 Malte na osnovi cementnega veziva

Splošne lastnosti malt na osnovi cementnega veziva za izdelavo stikov med ležiščem in betonskim podstavkom so naslednje:

- čas strjevanja je odvisen od temperature (pri čemer je potrebno upoštevati obdelovalni čas po specifikaciji proizvajalca malte),

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- enostavna obdelava (obvezno je mešanje malte z mešalniki s prisilnim mešanjem),
- neobčutljivost na vlago,
- so brez škodljivih korozivnih snovi, kot so kloridi, sulfat, nitrati,
- odporne so proti zmrzovanju in odtajevanju ob prisotnosti soli in so volumsko stabilne,
- debelina stika je bo maksimalno 50 mm.

Podlivna malta na bazi cementa lahko vsebuje kemijske ali mineralne dodatke, ki imajo za svoje lastnosti izdano dovoljenje za uporabo. Proizvajalec malte za izdelavo stikov mora za uporabo predložiti ustrezno dovoljenje in potrdilo o skladnosti.

Za pripravo malte je potrebno uporabljati ustrezne mešalnike. Potrebno je upoštevati navodila proizvajalca malte glede časa obdelovalnosti, temperature v času mešanja ter časa negovanja.

Tlačna trdnost pri običajni uporabi malte mora po 24 urah znašati najmanj 40 N/mm². Za hitro vezoče malte mora tlačna trdnost po 12 urah znašati najmanj 25 N/mm². Končna trdnost po 28 dneh mora znašati najmanj 55 N/mm². Ostale zahteve so podane v preglednici 8.1. Zahteve za upogibno natezne trdnosti iz preglednice 8.1 ne veljajo za premostitvene objekte na cestah, za kolesarje in za pešce.

Pred izdelavo stika s stično malto na bazi cementa je potrebno obdelati kontaktno betonsko površino in odstraniti vsa rahlo sprijeta oziroma delaminirana mesta. Betonsko površino je potrebno temeljito očistiti in jo navlažiti do zasičenja. Pred pričetkom izdelave maltnega spoja je potrebno vso stoječo vodo na kontaktni površini odstraniti. Če zaradi nepredvidenih okoliščin pride po pripravi površine do zamika vgradnje stične malte, je potrebno ponovno navlažiti betonsko površino in nadaljevati po prvotno predvidenem postopku vgradnje.

8.2.3.2 Malte na osnovi epoksidne smole

Malte na osnovi epoksidne smole se strdijo hitreje kot malte na osnovi cementnega veziva. Splošne zahteve za lastnosti malt na bazi epoksidne smole so naslednje:

- čas strjevanja je običajno 24 ur (odvisno od formulacije proizvoda),
- so temperaturno obstojne do +60 °C,
- imajo majhno krčenje,
- pri temperaturah pod +8 °C je kritična faza strjevanja,
- pri temperaturah pod +8 °C lahko pride do zastoja strjevanja (pri temperaturah pod +15 °C je potrebno segrevanje surovin in nadaljnje zagotavljanje toplote s sevalnimi grelniki),
- se uporabljajo za debelino slojev malte maksimalno do 30 mm,
- povišanje temperature v času vezanja je odvisno od volumna vgrajene malte (potrebno je upoštevati povišanje temperature v času strjevanja).

Pri uporabi epoksidne malte je potrebno natančno upoštevati navodila proizvajalca malte, ker neupoštevanje navodil oziroma poljubno prilagajanje navodil vodi v znatno spremembo lastnosti malte in njene funkcionalnosti. Za pripravo malte je potrebno uporabljati ustrezne mešalnike. Potrebno je upoštevati navodila proizvajalca malte glede časa obdelovalnosti, temperature v času mešanja ter časa negovanja. Uporaba agregata mora biti v skladu s podatki proizvajalca malte.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Zahteve za karakteristike malte na osnovi epoksidne smole so podane v preglednici 8.1. Zahteve za upogibno natezne trdnosti iz preglednice 8.1 ne veljajo za premostitvene objekte na cestah, za kolesarje in za pešce.

Pred izdelavo stika je potrebno obdelati stično betonsko površino in odstraniti vsa rahlo sprijeta oziroma delaminirana mesta ter jo očistiti. Kontaktna površina mora biti pred nanosom epoksidne malte suha.

8.2.3.3 Malte na osnovi metakrilatne smole

Splošne zahteve za lastnosti malte na osnovi metakrilatne smole so naslednje:

- pri normalni temperaturi se strdijo v nekaj urah,
- so občutljive na vlago med obdelavo (naknadna vlaga je neškodljiva),
- obdelovalni čas je približno 15 minut,
- potrebno je upoštevati krčenje in lezenje malte (lahko se kompenzira z dodatnimi polnili, pri čemer zrna pod nobenim pogojem ne smejo biti manjša od 1 mm),
- uporabljajo se za debelino slojev malte maksimalno do 30 mm,
- povišanje temperature v času vezanja je odvisno od volumna vgrajene malte (potrebno je upoštevati povišanje temperature v času strjevanja).

Ker so te malte še posebno občutljive na staranje, je potrebno striktno upoštevati datum uporabe.

Zahteve za karakteristike malte na osnovi akrilne smole so podane v preglednici 8.1. Zahteve za upogibno natezne trdnosti iz preglednice 8.1 ne veljajo za premostitvene objekte na cestah, za kolesarje in za pešce.

Pri uporabi metakrilatne malte je potrebno natančno upoštevati navodila proizvajalca malte, ker neupoštevanje navodil oziroma poljubno prilagajanje navodil vodi v znatno spremembo lastnosti malte in njene funkcionalnosti.

Pred izdelavo stika je potrebno obdelati stično betonsko površino in odstraniti vsa rahlo sprijeta oziroma delaminirana mesta ter jo očistiti. Kontaktna površina mora biti pred nanosom akrilatne malte suha.

8.2.4 Izvedba ležiščnih podstavkov z litim betonom

Zaradi izbrane tehnologije pogojene gradnje (npr. prosto konzolna gradnja, narivanje, utesnjen prostor) morda ležišč s spodnjo sidrno ploščo in čepastimi sidri ne bo mogoče vgraditi v že pripravljene ležiščne podstavke. Zaradi tega bo potrebno izdelati ležiščni podstavek z litim betonom.

Liti beton s cementnim vezivom je sestavljen iz suhe mešanice cementa, mineralnega agregata ter kemičnih in/ali mineralnih dodatkov. So tovarniško izdelani, skladiščeni v suhem okolju in zaščiteni pred vremenskimi vplivi. Na gradbišču se z dodajanjem določene količine vode spremeni v tekočo konsistenco po posebni delovnih navodilih. Liti beton je opredeljen z velikostjo agregata, večjega od 4 mm.

Uporablja se lahko le tiste pripravljene mešanice za lite betone, ki so za to opredeljene s področjem uporabe in imajo vpeljeno notranjo in zunanjo kontrolo.

Uporablja se lahko samo lite betone z visoko zgodnjo trdnostjo 40 N/mm² in trdnostnega razreda najmanj C50/60 po smernici DAfStb.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Maksimalna debelina sloja vlivanja ne sme preseči 25 kratne velikosti uporabljenega agregata. Če debelina agregata znaša 16 mm, znaša maksimalna debelina sloja vlivanja 40 cm.

Pri starosti 91 dni morajo vrednosti krčenja izpolnjevati naslednje zahteve:

$$E_{s,m,91} \leq 0,6 \text{ ‰} \quad (8.1)$$

$$E_{s,i,91} \leq 0,8 \text{ ‰} \quad (8.2)$$

kjer je:

$E_{s,m,91}$ srednja vrednost krčenja na treh vzorcih pri starosti 91 dni [‰]

$E_{s,i,91}$ posamična vrednost krčenja na treh vzorcih pri starosti 91 dni [‰]

Preiskave krčenja se izvajajo na valjih premera 150 mm in višine 300 mm.

Za kontrolo zgodnje tlačne trdnosti se morajo preiskave tlačne trdnosti izvesti pri starosti $24 \pm 0,5$ ur. Po tem se tlačna trdnost ugotavlja pri 28 dneh. V posebnih primerih se lahko po dogovoru tlačne trdnosti določajo tudi prej ali kasneje, npr. najnižja tlačna trdnost pri 6 ali 12 urah. Pred začetkom obratovanja prekladne konstrukcije je potrebno zagotoviti, da je zahtevana tlačna trdnost dosežena. Tlačna trdnost litega betona se določa na kockah s stranico 15 cm po SIST EN 12390-3.

Potrebno je zagotoviti, da je uporabljeni liti beton vsaj enakovreden betonu osnovne nosilne betonske konstrukcije in da lahko prevzame napetosti, ki nastanejo med gradnjo in v končnem stanju uporabe. Zato je potrebno primerjati kontrolne teste podjetja, ki proizvaja liti beton, z rezultati testov tlačne trdnosti preizkušancev, izdelanih na gradbišču. Izdelati je potrebno po 3 preizkušance za vsak preizkus pri 24 urah, 26 in 91 dneh oziroma za vsak čas, ki je posebej dogovorjen za preiskave tlačne trdnosti.

Za hitro vezoče lite malte in betone je značilno, da se razvije velika količina hidratacijske toplote. Količina hidratacijske toplote je odvisna od debeline in površine litega dela telesa ter zunanjih pogojev. Ustreznost podliva malte za predvideni namen mora potrditi proizvajalec podliva betona. Med procesom strjevanja je potrebno z ustreznimi postopki nege zagotoviti, da na litem delu podstavka ne nastanejo razpoke kakor tudi ne na prehodu v obstoječo betonsko konstrukcijo.

Če so ležišča vgrajena v področju pršenja zaradi vozečih vozil, je potrebno preveriti tudi odpornost litega betona proti zmrzovanju in odtajevanju ob prisotnosti soli po SIST 1026.

Vnos horizontalnih sil preko moznikov v liti beton je potrebno preveriti s statičnim računom pri dimenzioniranju posameznega ležišča.

8.2.5 Jeklene konstrukcije

8.2.5.1 Splošno

Uporaba malt iz posebnih umetnih snovi, npr. metalnih polimerov, za izravnavo neravnin pri vgradnji ležišč jeklenih konstrukcij premostitvenih objektov novogradenj, ni dovoljena. Če je potrebno izvesti izravnave, se to izvede s pomočjo strojne obdelave nalezljivih površin ležišča ali klinastih plošč tako, da nalezne plošče izpolnjujejo pogoje glede zahtevane ravnosti.

Za izravnavo ozkih špranj se lahko uporabijo tankoslojni sistemi, ki imajo dokazano primernost za ta namen uporabe, npr. v obliki tehničnega soglasja. Uporabnost malte

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

tankoslojnega sistema je potrebno preveriti že ob projektiranju sanacije in jo upoštevati v javnem razpisu.

8.2.5.2 Varjenje in rezanje

Varjenje in rezanje ter plamensko rezanje vijakov, držal, ipd. na ležišču je na gradbišču dovoljeno le, če to izvajajo strokovnjaki proizvajalca ležišč ali njegovi pooblaščen in usposobljeni zastopniki. Pri varjenju se je potrebno izogibati nedopustnim temperaturnim vplivom.

Za varjenje je potrebno izdelati ustrezen načrt varjenja.

Za varjenje med montažo je potrebno v odvisnosti od materiala in predvidenega postopka predložiti ustrezna potrdila o usposobljenosti varilcev.

8.2.5.3 Stik med ležiščem in jekleno prekladno konstrukcijo

Ležišča so na splošno vgrajena horizontalno ob upoštevanju dovoljenega maksimalnega zasuka (tč. 8.1.6). Zaradi tega se mora upoštevati računsko vrednost stalnega zasuka prekladne konstrukcije in je ležišče potrebno predhodno zasukati za ta zasuk ali pa se zasuk med ležiščem in prekladno konstrukcijo kompenzira z vgradnjo klinaste plošče. V primeru, da se izbere postopek s predhodno zasukanim ležiščem, se to lahko izvaja le z uporabo sfernih ležišč. Poleg tega mora ravnost jeklene kontaktne površine (prekladne konstrukcije in ležišča) ustrezati zahtevam določenim v SIST EN 1337-2. Tako ravnost ne sme preseči večje vrednosti od $0,0003 \times D_{LP}$ ali 0,2 mm, kjer je D_{LP} diagonalna ležiščne plošče. Za elastomerna ležišča velja pogoj ravnosti $0,003 \times D_E$ ali 1 mm, kjer je D_E diagonalna elastomernega ležišča.

Priporočljivo je, da se na konstrukciji v področju naleganja ležišča ne izvaja varilskih del, ker lahko zaradi varjenja nastopijo dodatne deformacije.

8.3 Železniški premostitveni objekti**8.3.1 Splošno**

Praviloma morajo biti ležišča vgrajena vodoravno in navpično v osi tira.

Za trdnost in elastični modul podlignne malte je potrebno vnaprej predložiti specifična dokazila za uporabo na železnici. Proizvajalec malte to dokazuje s preiskavami o ustreznosti, mora pa tudi dokazati, da ima vpeljan notranji in zunanji sistem nadzora proizvodnje.

Karakteristike podlignne malte so prikazane v preglednici 8.1.

8.3.2 Premostitveni objekti s tirom na togi podlagi

Na pravilnost vgradnje ležišč je potrebno še posebej paziti pri premostitvenih objektih s tirom na togi podlagi.

Ležišča, ki se nahajajo ob dilatacijah, morajo biti vgrajena v vzdolžnem naklonu tira.

8.4 Sprostitev ležišč

Ležišča je potrebno sprostiti takoj, ko podligna malta ali beton doseže s projektom predvideno trdnost. Dovoljenje za sprostitve na osnovi pridobljenih vseh relevantnih podatkov da projektant. Odstraniti je potrebno vse metalne pritrdilne elemente (vijake, ključavnice), ki so ležišče držale v togi zvezi. Če so bili deli ključavnice priviti v ležišče, je

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

potrebno po odstranitvi teh vijakov luknje zatesniti z ustreznimi plastičnimi čepi, ki jih mora dostaviti proizvajalec ležišč. V primeru plastičnih veznih sredstev, npr. iz poliamida, veznih sredstev ni potrebno odstraniti, ker se bodo pod izvršeno deformacijo zlomili. Zlomljene dele naj se kljub vsemu odstrani z ležišča.

8.5 Zapisnik o kontroli pri vgradnji ležišča

Od dobave ležišča do sprostitve ležišča je potrebno voditi zapisnik o vseh fazah poteka vgradnje ležišča. Primer zapisnika o kontroli ležišča in konstrukcije za vse bistvene faze je prikazan v preglednici 8.2

9 Zamenjava ležišč**9.1 Splošno**

Pri projektiranju ležišč je potrebno upoštevati tudi pogoje, ki nastopijo ob zamenjavi ležišča in ki jih je potrebno izpolniti, da je zamenjava ležišča izvedena varno in čim hitreje. Zato je potrebno že v fazi projektiranja upoštevati s strani upravljavca premostitvenega objekta vse predpisane operativne zahteve v primeru zamenjave ležišča. Pogoji za zamenjavo ležišč morajo biti dogovorjeni med projektantom in proizvajalcem ležišč.

S temeljito pripravo del se izognemo nezaželenim prekinitvam del in opravimo zamenjavo v najkrajšem možnem času. Potrebno je izbrati sinhrono dvigalko z ustrežno nosilnostjo in hodom. Potek del mora biti načrtovan tako, da bo postopek zamenjave ležišča možno izvesti v 4 do 5 urah.

Za zamenjavo ležišč je potrebno pripraviti navodila za dvigovanje prekladne konstrukcije in jih predložiti v potrditev. Potrebno je preveriti prenos horizontalnih sil v dvignjenem stanju prekladne konstrukcije, še zlasti pri demontaži fiksnih ležišč, in prenos zagotoviti z ustreznimi ukrepi.

Zamenjavo ležišča je potrebno izvesti v skladu z zasnovo zamenjave ležišča, ki pa mora biti tako projektirana in izvedena, da ne more priti do poškodb konstrukcije.

Pri izvajanju zamenjave ležišča je potrebno opazovati prekladno in podporno konstrukcijo ter prehodne konstrukcije (dilatacije). Posebej so tu mišljeni horizontalni pomiki v smeri vzdolžne osi objekta. V primeru večjih pomikov od 4 mm je potrebno namestiti na dvigalne cilindre PTFE drsne diske.

Za zamenjavo ležišč oziroma posameznega dela ležišča mora biti nosilna konstrukcija dimenzionirana in zgrajena tako, da je s pomočjo dvigalk možen dvig prekladne konstrukcije za določeno višino dviga. Ta višina je običajno 10 mm. V kolikor je potrebna višina dviga večja ali manjša od te vrednosti, mora to biti nedvoumno označeno v načrtih zamenjave ležišč. Vsakokratne oblike prekladne konstrukcije lahko zahtevajo posebne ukrepe za dvigovanje in jih je potrebno upoštevati pri višini dviga (npr. pri kratkih razponih kontinuirane konstrukcije dvigovanje na več podporah hkrati z različno višino dviga).

Na vrhu stebra oziroma na krajnih opornikih mora biti dovolj delovnega prostora za izvedbo vseh postopkov zamenjave ležišč. V kolikor takega prostora ni na samem objektu, je potrebno predvideti dodatne delovne ploščadi na vrhu stebra oziroma krajnega opornika. Pri nizkih stebrih ali krajnih opornikih mora biti teren ustrezno utrjen in pripravljen, da se lahko naredijo ustrezne delovne ploščadi.

Podporna in prekladna konstrukcija morata biti tako dimenzionirana, da je mogoče dvigalke postaviti na podporno konstrukcijo v poljubnem položaju ležišča. Pri uporabi ležišč s

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

predvideno življenjsko dobo najmanj 50 let se lahko uporabijo začasne podporne točke za dviganje, če jih je mogoče pritrditi na konstrukcijo brez vpliva na trajnost konstrukcije.

V kolikor na ležiščni polici ni dovolj prostora za namestitev dvigalk, se lahko pri nižjih objektih (višine podpor do 10 m) s plitvim temeljenjem za namestitev dvigalk ob podpori izdela posebna jeklena konstrukcija za namestitev dvigalk. Za jekleni oder mora biti izdelano ustrezno temeljenje. Temelj za podporni oder je pri novih objektih lahko že predviden v okviru projekta zamenjave ležišč in zgrajen v okviru izgradnje objekta. Pri globokem temeljenju je potrebno predvideti in izdelati blizu površja terena podporno konstrukcijo za postavitve odra za namestitev dvigalk.

Pri podporni konstrukciji višine več kot 10 m ali pri rečnih podporah je potrebno predvideti možnosti za dvigovanje ter za postavitve ustreznega delovnega odra za izvedbo zamenjave ležišč.

Pri izvajanju zamenjave ležišč je potrebno upoštevati vpliv dvigovanja na sosednja ležišča in opazovati obnašanje le-teh. V kolikor se pri zamenjavi ležišča pri sosednjih ležiščih opazi nepričakovano obnašanje (npr. nastajanje odprtih stikov med posameznimi deli ležišča, prerazporeditev sil, zdrsi ...), je potrebno postopek zamenjave ležišča prekiniti in izvesti ustrezne ukrepe, da pri nadaljevanju procesa zamenjave ležišča ne bo prišlo do neželenega obnašanja sosednjih ležišč. Po potrebi je potrebno zagotoviti istočasno dviganje v več sosednjih podpornih točkah s povezanimi dvigalkami z enakimi pomiki. Uporaba hidravličnih dvigalk z zaklepnimi obroči je mehansko bolj zanesljiva od navadnih hidravličnih dvigalk v primeru zatajitve hidravlike. Pri prenosu horizontalnih sil v vzdolžni in prečni smeri se trenja ne upošteva.

Zamenjava ležišča naj se izvaja v obdobju z majhnimi nihANJI temperature. Povprečna temperatura objekta naj bo med 5°C in 20°C.

Pri dvigovanju prekladne konstrukcije naj se uporabljajo dvigalke z manšeto in sferno glavo ter po potrebi z drsnim delom.

Mesta postavitve dvigalk in točke podpiranja naj bodo na konstrukciji trajno označene.

Na mestu zamenjave ležišča je potrebno zagotoviti dovolj prostora, da se bo lahko nemoteno izvedel postopek izveka obstoječega ležišča ter vgradnja novega ležišča. Prostor mora biti dovolj velik in tako organiziran, da bo v določenem trenutku zamenjave ležišča dovolj prostora za obe ležišči ter potrebne delovne operacije. V kolikor delovnega prostora ni dovolj, je potrebno izdelati fiksni in stabilen oder, ki bo zagotovil dovolj prostora za izvedbo predvidenih del.

Uporaba peščenih loncev namesto hidravličnih dvižnih cilindrov ni dovoljena.

9.2 Železniški mostovi

Pri zamenjavi ležišč je potrebno poleg upoštevanja vpliva na obnašanje sosednjih ležišč upoštevati tudi vpliv na vzdolžne sklopke za prenos vzdolžnih sil, dilatacije in pri tiru na togi podlagi tudi na tirnice.

Pri dvigu konstrukcije s tirom na togi podlagi je potrebno preveriti vsiljene sile v tirnicah in pritrditvah kot posledica vertikalnega zamika in zasuka, ko je dvignjen gornji ustroj. V primeru nedopustnih napetosti na tirnice je treba sprejeti potrebne ukrepe, da se ne poškodujejo tirna pritrdila. Tak ukrep je npr. popuščanje pritrdilnih elementov tirnic. O dolžini na kateri je potrebno popustiti pritrdila, se je potrebno dogovoriti s strokovnjakom za zgornji ustroj.

Na robovih prekladne konstrukcije z vgrajenimi vzdolžnimi sklopkami je treba preveriti, kakšne vsiljene sile lahko nastopijo v posameznih elementih sklopke za prenos vzdolžnih sil zaradi dvigovanja prekladne konstrukcije. Po potrebi se pripravi ustrezne ukrepe (npr.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

popuščanje in ponovno napenjanje napenjalnih vrvi sklopke), da se vsiljene sile vzdržujejo v dovoljenih mejah.

Pred dvigovanjem prekladne konstrukcije ob vmesnih ali krajnih dilatacijah je potrebno preveriti, kakšne vplive ima dvigovanje na dilatacijo. Če je potrebno, se za čas zamenjave ležišč dilatacija sprost.

10 Vzdrževanje ležišč

Vzdrževanje ležišč je potrebno izvajati v skladu s SIST EN 1337 in specifičnimi navodili proizvajalca ležišč in/ali projektanta ter upravljavca objekta.

Za vzdrževanje posebnih ležišč mora navodila za vzdrževanje napisati proizvajalec ležišč. Navodila se vložijo v gradbeno dokumentacijo.

S posebnostmi konstrukcije posebnih ležišč so izvajalci vzdrževanja ležišč seznanjeni s strani proizvajalca ležišč.

Drsne površine so zaščitene proti onesnaževanju s snemljivim mehom ali enakovredno konstrukcijo. Dokazilo o odpornosti proti staranju zaščitnega meha je narejena v okviru začetnega preizkusa s strani akreditiranega inštituta za testiranje materialov.

Da ležišča ostanejo čista, je potrebno preprečiti dostop živali do ležišč in prostora okoli ležišč. Zato je potrebno ležišča fizično zavarovati pred dostopom živali z zračnimi mrežami, ki so na vrhu od spodnjega roba prekladne konstrukcije odmaknjene za toliko, da pri zasuku prekladne konstrukcije ne pride do kontakta z zaščitno mrežo. Zaščitna mreža mora biti tako konstruirana in pritrjena, da jo je lahko sneti in pritrditi nazaj. Če ležišča niso ustrezno zaščitena, je potrebno redno čiščenje ležišč, njihove okolice in dostopa do ležišč, v kolikor so prisotni tujki oziroma živalski iztrebki.

11 Pregledovanje ležišč**11.1 Splošno**

Pregled ležišč je potrebno izvajati v skladu s SIST EN 1337 in v skladu z navodili proizvajalca ležišč in/ali projektanta.

Dostop do ležišč mora biti urejen tako, da bo zagotavljal varno delo pregledovalcev ležišč in vzdrževalcev. Ležiščne police na krajnih opornikih in vmesnih stebrih morajo imeti narejeno ustrezno varovanje proti padcu v globino (npr. z ustrezno montažno izvedbo ograje na obodu, ki se jo lahko ob vzdrževalnih delih (npr. zamenjava ležišča) odstrani). Prav tako morajo biti opremljene tudi s sponami za vpenjanje varnostnih zank. Te sponje morajo biti vgrajene na mestih blizu vsakega ležišča in sicer tako, da ne morejo ovirati izvajanja del pri pregledu, vzdrževanju ali zamenjavi ležišča.

11.2 Strokovna usposobljenost osebja za pregledovanje ležišč

Ležišča lahko pregleduje ustrezno strokovno izobraženo osebje kot je to opisano v tč. 8.1.1.

11.3 Obseg pregleda ležišč

Pri pregledu ležišča je potrebno po identifikaciji ležišča zabeležiti vizualno stanje:

- ležišča (AKZ, nepredvidene deformacije, pomiki izven dovoljenega področja, relativni pomiki med posameznimi deli ležišča, prisotnost razpok v jekleni konstrukciji ležišča, neodstranjeni deli začasnih fiksni vezi za fazo transporta in vgradnje, odvijte matice

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

ali vijaki, poškodbe drsne pločevine, poti pomikov pomičnih ležišč, zunanjih tesnil, itd.),

- podlivne malte (razpoke, krušenje, razpadanje, zamakanje, nepodlita mesta, itd.)
- okolice prekladne konstrukcije ob ležiščih, betonskih ležiščnih podstavkov in ležiščne police (razpoke, delaminacija betona, krušenje, zamakanje, izločanje korozijskih produktov, itd.).

Poleg datuma pregleda je potrebno zabeležiti tudi vremenske pogoje ter temperaturo objekta v senci ob ležišču.

Ob pregledu ležišča je potrebno izvesti tudi vse meritve v odvisnosti od vrste ležišča ter preveriti velikost pomika na merilni skali. Obseg meritev je odvisen od vrste pregleda in posebnih zahtev ležišča.

S posebnostmi konstrukcije posebnih ležišč so izvajalci pregledovanja ležišč seznanjeni s strani proizvajalca ležišč preko navodil za pregledovanje konkretnih posebnih ležišč. V kolikor se na takih ležiščih ugotovi nepravilno delovanje ali poškodbe, za katere vzrok ni mogoče ugotoviti ali pa so poškodbe take, da jih je potrebno čimprej odpraviti, je potrebno o rezultatih pregleda takoj obvestiti proizvajalca posebnega ležišča in ga pozvati na čimprejšnji pregled ležišča in odpravo napak oziroma nepravilnosti v delovanju ležišča.

11.4 Vrste pregledov

Pregledi ležišč se izvajajo v okviru pregledov premostitvenih objektov ali v okviru daljšega časovnega opazovanja delovanja ležišča kot posledica določenih ugotovitev stanja ležišča.

11.4.1 Ničelni pregled

Ničelni pregled se naredi, ko je objekt končan in pred pričetkom predaje objekta v redno uporabo. V okviru ničelnega pregleda je potrebno poleg obsega iz tč. 11.3 izvesti tudi vse meritve drsnih in nagibni špranj ter zabeležiti pomik na merilni skali pomičnih ležišč. Vgraditev ležišč in v celoti izpolnjeni zapisniki vgrajenih ležišč ter njihova predaja naročniku je pogoj za izvedbo prvega glavnega – ničelnega – pregleda. Zapisniki o vgraditvi ležišč morajo biti predani naročniku vsaj štiri tedne vnaprej pred izvedbo ničelnega pregleda.

11.4.2 Obdobni pregledi

Obdobni pregledi se delijo v redne in glavne preglede in se odvijajo v dogovorjenih intervalih. Razlika med njimi je v obsegu pregleda glede na dostopnost ležišč.

11.4.2.1 Redni pregledi

Pri rednih pregledih je potrebno izvesti vizualni pregled stanja dostopnih ležišč in zabeležiti pomike pomičnih ležišč na merilni skali.

11.4.2.2 Glavni pregledi

Pri glavnih pregledih, pri katerih so vsa ležišča dostopna, je poleg pregleda vizualnega stanja ležišča potrebno izvesti tudi vse predpisane meritve za posamezni tip in vrsto ležišča.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**11.4.3 Izredni pregledi**

Izredni pregledi ležišč se izvajajo po izrednih dohodkih, kot so potres, poplava, požar ali nalet vozila v prekladno in/ali podporno konstrukcijo. Izredne preglede se v teh primerih (glede na intenziteto dogodka) izvede preventivno po presoji odgovornih za vzdrževanje objektov, v vsakem primeru pa, če so na objektu prisotne poškodbe zaradi dogodka. Prav tako je potrebno izredni pregled narediti v primeru, kadar pride do posedanja ali zasukov podpor, ki so na meji ali večji od predvidenih s projektom. Izredni pregled ležišč se izvede tudi v primeru, če so prisotni vertikalni pomiki prekladne konstrukcije, ki so večji od predvidenih računskih pomikov. Izredni pregled se naredi na nivoju glavnega pregleda.

11.5 Meritve višine drsne špranje

Pri vseh drsni ležiščih je potrebno meriti višino drsni špranj (slika 11.1). Meritve se izvajajo na mestih - točkah, ki so označene na ležišču v odvisnosti od vrste in tipa ležišča. Kriteriji za ustreznost višine drsne špranje so naslednji:

- drsni element je v redu, če je višina drsne špranje $h \geq 1,0$ mm,
- če je višina drsne špranje v mejah $\geq 0,5$ mm in < 1 mm, je potrebno izvajati meritve enkrat na leto,
- če je višina drsne špranje v mejah $\geq 0,2$ mm in $< 0,5$ mm, je potrebno ležišče v kratkem popraviti oziroma zamenjati,
- če je višina drsne špranje $< 0,2$ mm, je potrebno ležišče takoj popraviti oziroma zamenjati.

Za začetno drsno višino velja vrednost po prvi projektirani obremenitvi za fazo uporabe. Alternativno se lahko drsni material pred namestitvijo plastično deformira pri obremenitvi za fazo uporabe.

Ob izvajanju meritev je potrebno preveriti tudi:

- prisotnost morebitnih ostružkov drsnega materiala v drsni špranji ali na/ob ležišču,
- položaj drsnega diska (disk mora biti v poglobljenem delu nosilne plošče).

V kolikor je prisotno struženje diska ali iztiskanje drsnega diska preko roba poglobitve nosilne plošče ležišča, v katero je vgrajen drsni disk, oziroma je že preko roba lonca ali sfernega dela ležišča, je potrebno to zabeležiti v zapisniku o pregledu. Kadar je drsni disk iztisnjen na zunanji rob batnice, višine drsne reže na tem mestu ni več možno meriti.

Pri fiksni sferni ležiščih se drsno špranjo lahko meri samo indirektno preko meritve nagibne špranje. Zato je nujno, da je nagibna špranja enoznačno izmerjena in zabeležena pri ničelni (osnovni) meritvi.

Meritve na označenih mestih so obvezne tudi zaradi primerjave spreminjanja višine v daljšem časovnem obdobju. V kolikor se ob pregledu opazi, da je na določenem mestu špranja manjša kot na označenih mestih, jo je potrebno izmeriti in zabeležiti v zapisniku pregleda ležišča.

11.6 Deformabilna – elastomerna – ležišča

Elastomerna ležišča morajo biti v popolnem kontaktu z ležiščno oziroma sidrno ploščo. Špranja med elastomernim blokom in ležiščno ploščo ni dovoljena. Če je špranja prisotna, to pomeni, da rezultanta ne leži znotraj jedra prereza.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

V kolikor ležišče ni sidrano v ležiščno ploščo, je potrebno preveriti kontaktno površino, ali so na njej vidni znaki zdrsavanja ležišča po ležiščni oziroma sidrni plošči. Pri nepravočasnem odkritju zdrsavanja lahko tekom časa pride do izpada elastomernega bloka z njegovega položaja. V kolikor so vidni sledovi zdrsavanja, je potrebno to zabeležiti. Če so se ležišča že premaknila do ali preko roba ležiščne plošče ali podlage, na katero je položeno, je potrebno o tem takoj obvestiti odgovorne za vzdrževanje objekta.

Elastomerna ležišča so pod obremenitvijo običajno enakomerno nagubana, če pa je prisoten še zasuk, so lahko gube na nasprotnih straneh različne jakosti. V določenih primerih so lahko izrazito vidni položaji jeklenih vložkov, kar lahko pomeni, da je čelni sloj elastomerja pretanek. V takih primerih lahko na mestu jeklenih vložkov nastanejo razpoke in posledično nastopijo korozijski procesi.

Iz poteka gub se lahko določi, ali je ravnost jeklenih vložkov v skladu z odstopanji po standardu SIST EN 1337-3 ali pa je odstopanje večje.

Če so ležišča neenakomerno nagubana in se gube spreminjajo tudi vzdolž stranice ležišča, je to običajno znak, da je ležišče neenakomerno obremenjeno oziroma da ni v popolnem kontaktu z naležno površino konstrukcije. V takih primerih je potrebno ugotoviti globino špranje med ležiščem in ležiščno ploščo oziroma ležiščnim podstavkom iz malte. Pogosto so v takih primerih ležišča tudi zarotirana v svoji ravnini okoli vertikalne osi, kar je še posebno pogosto pri prekladni konstrukciji iz montažnih prostoležečih nosilcev v vzdolžnem sklonu.

Na elastomerni površini ležišč je potrebno biti pozoren na razpoke, katerih nastanek ima različne vzroke. Razpoke so lahko posledica povečanih lokalnih napetosti zaradi časovnega spreminjanja deformacij, kar je običajno vzrok pri izrazitih gubah. Lahko so tudi posledice lokalnega propadanja ali površinsko slabe strukture elastomera. Pri slabi kakovosti elastomera zaradi daljše izpostave ozonu ali UV žarkom na površini elastomera nastanejo najprej drobne kratke razpoke, ki se s časom razvijejo v mrežasto obliko globokih razpok. Razpoke so lahko tudi posledica napak pri vulkanizaciji ležišča, zaradi česa najprej nastane izrazita lokalna guba – izboklina, ki lahko hitro ali tekom časa preraste v široko odprto razpoko. Ta proces je odvisen od oblike in volumna slabo vulkaniziranega elastomera ter njegovega položaja v ležišču. Ležišča z močnimi mrežastimi razpokami ali z razpokami, ki so nastale v gubah zaradi slabo izvedene vulkanizacije je potrebno čimprej zamenjati.

Zaradi lokalnega popuščanja spoja med elastomerom in jeklenimi ploščami nastanejo manjše gube v nivoju jeklenih vložkov. Sčasoma lahko prihaja do lokalnega povezovanja gub na čelni površini ležišča, zaradi česar se združena guba veča in debeli.

Pri elastomernih ležiščih se meri velikost strižnega pomika in višine ležišča na vseh štirih vogalih (slika 11.2). Iz izmerjenih višin se lahko določi približna velikost zasuka ležišča.

11.6.1 Deformabilna ležišča s pridrževalno konstrukcijo

Pri deformabilnih ležiščih s pridrževalno konstrukcijo je potreba biti še posebej pozoren na razmik med zgornjim robom strižnega trna ter ležiščno ali sidrno ploščo. V primeru, da je:

- ta razmik premajhen,
- bila vertikalna deformacija ležišča večja kot je bila upoštevana v računu,
- da je zasuk ležišča večji kot je bil predviden v računu,

lahko pride do kontakta med trnom in ležiščno ploščo, kar ima za posledico spremenjeno funkcijo ležišča. V tem primeru je potrebno o stanju ležišča takoj obvestiti odgovorne za vzdrževanje objekta. V kolikor je razmik enak ali manjši od 1 mm, je potrebno spremljanje stanja vsaj enkrat na leto in potrebno je pričeti z izvajanjem ustreznih ukrepov za odpravo zatečenega stanja. Pri pridrževalnih ležiščih se v odvisnosti od izvedbe meri vse tiste

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

vertikalne razmike, ki bi lahko zaradi vertikalne deformacije elastomernega bloka ali zasuka ležišča prišli v kontakt. Širine bočnih špranj se meri na tistih mestih, kjer bi lahko dva elementa ležišča med relativnim premikom enega na drugega prišla v kontakt (npr. špranja med bočno stranico trna in bočno stranjo utora ležiščne ali sidrne plošče).

11.7 Lončna ležišča

Pri lončnih ležiščih se poleg drsnih špranj merijo tudi nagibi v nagibnih špranjah (slika 11.3). Kadar so bočna vzdolžna vodila narejena tako, da lahko zaradi zasuka pride do kontakta med vodiloma in loncem in je razmik med spodnjo površino vodila in loncem na možni točki kontakta manjša od 3 mm, je potrebno meriti tudi vse točke zasuka na možnih točkah kontakta. Če so vodila v kontaktu, je to posledica napačno postavljenih toleranc pri izdelavi ležišča, napačne ocene zasukov ali napačne vgradnje ležišča – nepodlita kontaktna površina, zaradi česar je prišlo do deformacije dna lonca in posledično do naleganja vodil na lonca ležišča. Kadar so vodila v kontaktu z loncem, je o tem potrebno takoj obvestiti upravljavca objekta. Kadar je višina nagibnih špranj na mestu možnih kontaktnih točk enaka ali manjša od 3 mm, je potrebno meritve nagibnih špranj izvajati vsaj enkrat letno. Priporoča se enodnevne zvezne meritve med prometom. V kolikor se ugotovi, da se nagibna špranja manjša, je potrebno proučiti možne vzroke za manjšanje nagibnih špranj v področju kontaktnih točk in o teh rezultatih obvestiti proizvajalca ležišč.

Če se pri pregledu ugotovi, da je v nagibni špranji viden spodnji rob batnice, je potrebno o tem takoj obvestiti upravljavca objekta in proizvajalca ležišča.

11.8 Sferna ležišča

Pri sfernih ležiščih se poleg drsnih špranj ravnega diska na označenih mestih merijo tudi nagibne špranje ležišča (slika 11.4). Drсна špranja nagibnega dela ležišča se ne meri. Pri fiksnem sfernem ležišču, kjer je drčna špranja ravnega diska nedostopna, se drčna špranja meri indirektno preko nagibnih špranj.

Kadar so bočna vzdolžna vodila narejena tako, da lahko zaradi zasuka pride do kontakta med vodiloma in nosilno ploščo ležišča in je razmik med spodnjo površino vodila in lonca na možni točki kontakta manjša od 3 mm, je potrebno meriti tudi vse točke zasuka na možnih točkah kontakta. Če so vodila v kontaktu, je to posledica napačno postavljenih toleranc pri izdelavi ležišča, napačne ocene zasukov ali napačne vgradnje ležišča – nepodlita kontaktna površina, zaradi česar je prišlo do deformacije dna nosilne ležiščne plošče in posledično naleganja vodil na lonca ležišča. Kadar so vodila v kontaktu z loncem, je o tem potrebno takoj obvestiti upravljavca objekta. Kadar je višina nagibnih špranj na mestu možnih kontaktnih točk enaka ali manjša od 3 mm, je potrebno meritve nagibnih špranj izvajati vsaj enkrat letno. Priporoča se enodnevne zvezne meritve med prometom. V kolikor se ugotovi, da se nagibna špranja manjša, je potrebno proučiti možne vzroke za manjšanje nagibnih špranj v področju kontaktnih točk in o teh rezultatih obvestiti proizvajalca ležišč.

11.9 Jeklena točkovno nagibna ležišča

Pri jeklenih nagibnih ležiščih se na označenih točkah merijo višine nagibnih špranj (slika 11.5). Iz izmerjenih višin se določi zasuk ležišča α . Na merilnih točkah se meri tudi razdalja med notranjim robom zibalne plošče in robom zibalnika. V kolikor se ugotovi, da so zasuki ležišča večji od predvidenega zasuka, je potrebno ugotoviti vzrok za povečani zasuk ležišča.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**11.10 Vodena ležišča**

Pri vodenih ležiščih je pri pregledih potrebno na označenih mestih meriti na sprednji in zadnji strani ležišča širine drsnih špranj, razmikov med zgornjo nosilno ploščo in vodilom (trnom), vertikalni razmik med zgornjo površino spodnje nosilne plošče in spodnjo površino zgornje nosilne plošče ter med zgornjo površino vodila in spodnjo površino zgornje nosilne plošče nad trnom (slika 11.6).

Na osnovi izmerjenih vrednosti drsnih špranj se ugotavlja ustreznost ležišč med obratovanjem železniških premostitvenih objektov s tirom na togi podlagi, kjer mora biti vsota špranj s_3 in s_4 enaka ali manjša od 0,5 mm. Če je vsota špranj zaradi obrabe drsnih trakov večja od 0,5 mm, je o tem potrebno takoj obvestiti upravljavca objekta in proizvajalca ležišča.

Kadar so vertikalni razmiki manjši od 3 mm, je potrebno izvajati meritve vertikalnih razmikov vsaj enkrat na leto in o rezultatih meritev sproti obveščati upravljavca objekta in po potrebi tudi proizvajalca ležišča. Priporoča se enodnevne zvezne meritve med prometom.

V kolikor se pri pregledu ugotovi, da so na posameznih delih ležišča v vertikalnem kontaktu, je potrebno o tem takoj obvestiti upravljavca objekta in proizvajalca ležišča.

11.11 Valjčna ležišča

Pri valjčnih ležiščih se meri horizontalni zamik v_x med spodnjo in zgornjo ležiščno ploščo v smeri kotaljenja valja ter zasuk ležišča α (slika 11.8). Poleg tega je potrebno pregledati kontaktno površino nosilnih plošč in valjev glede morebitnega relativnega zdrsanja med posameznimi elementi ležišča.

12 Popis del

Popis del velja za izdelavo, dobavo in vgradnjo ležišč, ki so izdelani v skladu s standardi SIST EN 1337 (vsi deli) in to smernico. Dovoljeno je vgraditi samo ležišča, ki imajo veljavna ustrezna dokazila o kakovosti vgrajenih materialov ter dokazila o izvajanju notranje in zunanje kontrole.

Če v razpisni dokumentaciji ni drugače navedeno, potem je v posamezni postavki za vgradnjo ležišč upoštevano tudi:

- za povezavo s konstrukcijo so upoštewane jeklene sidrne plošče,
- elastomerno ležišče je na spodnji strani z mozniki povezano s sidrno ali vmesno ploščo,
- varjenje na objektu pri povezovanju ležišča z jekleno konstrukcijo (npr. povezava vmesne plošče s sidrno ploščo itd.).

Cena posamezne postavke vsebuje tudi:

- začasno podpiranje za vse faze gradnje,
- protikorozijsko zaščito in vsa potrebna popravila protikorozijske zaščite,
- opremo ležišča v skladu s to smernico (npr. indikatorji pomikov z merilno skalo, zaščito drsne površine z zaščitno zaveso v obliki harmonike, itd.),
- prednastavitev ležišča,
- notranjo kontrolo proizvodnje ležišča,
- postavitev in pritrditev ležišča glede na položaj in višino,

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- vgradnjo ležišča vključno z izdelavo zapisnika o vgradnji in izvedeni začetni (ničelni) meritvi s primerjavo z meritvami po sestavi ležišča v proizvodni hali v skladu s SIST EN 1337-11:1998, dodatek B s strani kvalificiranega in ustrezno usposobljenega strokovnjaka za ležišča,
- dobavo in vgradnjo stične malte za izdelavo stika med ležiščem in konstrukcijo vključno z vsemi potrebnimi opaži,
- potrebna dokazila za stično malto, nanašajočo se na specifična ležišča,
- morebitno potrebno injiciranje,
- vezna sredstva za povezavo ležišča z jekleno konstrukcijo in izvedba povezave z jekleno prekladno konstrukcijo,
- izdelavo in dimenzioniranje ležišča z vsemi potrebnimi načrti.

Popis del je prikazan v preglednici 12.1 priloge v zvezku 2.

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**13 Referenčna dokumentacija**

- SIST EN 1337-1 Konstrukcijska ležišča – 1. del: Splošna pravila za projektiranje
- SIST EN 1337-2 Konstrukcijska ležišča – 2. del: Drsni elementi
- SIST EN 1337-3 Konstrukcijska ležišča – 3. del: Elastomerna ležišča
- SIST EN 1337-4 Konstrukcijska ležišča – 4. del: Valjčna ležišča
- SIST EN 1337-5 Konstrukcijska ležišča – 5. del: Lončna ležišča
- SIST EN 1337-6 Konstrukcijska ležišča – 6. del: Linijska in točkovna zasučna ležišča
- SIST EN 1337-7 Konstrukcijska ležišča – 7. del: Sferična in cilindrična ležišča
- SIST EN 1337-8 Konstrukcijska ležišča – 8. del: Vodila za ležišča in pritrjene konstrukcije
- SIST EN 1337-9 Konstrukcijska ležišča – 9. del: Zaščita
- SIST EN 1337-10 Konstrukcijska ležišča – 10. del: Pregled in vzdrževanje
- SIST EN 1337-11 Konstrukcijska ležišča – 11. del: Transport, skladiščenje in vgradnja
- SIST EN 1990 Evrokod: Osnove projektiranja konstrukcij
- SIST EN 1991-1-1 Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – Del 1-1: Splošni vplivi – Prostorninske teže, lastna teža, koristne obtežbe stavb
- SIST EN 1991-1-4 Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-4. Del: Splošni vplivi – Obtežbe vetra
- SIST EN 1991-1-5 Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-5. del: Splošni vplivi – Toplotni vplivi
- SIST EN 1991-1-6 Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-6. del: Splošni vplivi – Vplivi med gradnjo
- SIST EN 1991-1-7 Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-7. del: Splošna pravila – Nezgodni vplivi
- SIST EN 1991-2 Evrokod 1: Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije – 2. del: Prometna obtežba mostov
- SIST EN 1992-2 Evrokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcij – 2. del: Betonski mostovi - Projektiranje in pravila za konstruiranje
- SIST EN 1993-1-1 Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe
- SIST EN 1993-1-4 Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-4. del: Splošna pravila – Dodatna pravila za nerjavna jekla
- SIST EN 1993-1-8 Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-8. del: Projektiranje spojev
- SIST EN 1993-2 Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij – 2. del: Mostovi
- SIST EN 1994-2 Evrokod 4: Projektiranje sovprežnih konstrukcij iz jekla in betona – 2. del: Splošna pravila in pravila za mostove
- SIST EN 1998
- »DB Richtlinie 804, Modul 804.5101 Brückenlager Planung, Einbau und Gütesicherung«, DB RIL 804, 2013

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- »DB Richtlinie 804, Modul 804.9010 Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten«, DB RIL 804, 2012
- »DB Richtlinie 804, Modul 804.9020K15 Rahmenplanung Talbrücke, Kapitel 15, Lager und Lageraustausch«, DB RIL 804, 2003
- »DB Richtlinie 804, Modul 804.5401 Grundsätze und allgemeine konstruktive Anforderungen für die Feste Fahrbahn auf Brücken«, DB RIL 804, 2018
- »DB Richtlinie 804, Modul 804.1101 Entwurfsgrundlagen«, DB RIL 804, 2013
- ÖBB Infrastruktur B 45: Technische Richtlinie für Eisenbahnbrücken und sonstige Konstruktive Ingenieurbauwerke, izdaja 1. Februar 2011
- ÖNORM B 4021: Brückenlagerausstattung, Anforderungen an die Herstellung, izdaja 01. 08. 2019
- ÖNORM B 4022: Brückenlager, Anforderungen an das Bauwerk, den Lagereinbau, die Lagerauswechselung und die Fachkraft für Lager, izdaja 01. 09. 2022
- »Betongelenke im Brückenbau, Bericht zum DBV-Forschungsvorhaben 279«, Steffen Marx, Gregor Schacht, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., 2010
- »Lager«, Bundesamt für Strassen, Richtlinien für konstruktive Einzelheiten von Brücken, ASTRA, Revidirana izdaja 2008
- »Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung«, Bundesamt für Verkehr (BAV), Bern, 2010
- »Stahlsortenwahl für Brückenlager, Bruchmechanische Untersuchungen für die VHFL«, M. Feldmann, B. Eichler, G. Sedlacek, RWTH Aachen, Lehrstuhl für Stahlbau und Leichtmetallbau, 2011
- »Choice of steel material for bridge bearings to avoid brittle fracture«, M. Feldmann, B. Eichler, G. Sedlacek, W. Dahl, P. Langenberg, C. Butz, H. Leendertz, G. Hanswille, Editors: A. Pinto, A. Athanasopoulou and H. Amorim-Varum, European Commission, JRC scientific and policy reports, 2012
- »DAfStb-Richtlinie Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel«, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, 2019

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

14 Literatura

- »Structural Bearings and Expansion Joints for Bridges«, Günter Ramberger, Structural Engineering Documents 6, IABSE, 2002
- »Structural Bearings«, Helmut Eggert, Wolfgang Kauschke, Ernst&Sohn, 2002
- »Lager im Bauwesen«, Tobias Block, Helmut Eggert, Wolfgang Kauschke, 3. izdaja, Ernst&Sohn, 2013
- »Leitfaden Straßenbrücken, Entwurf, Baudurchführung, Erhaltung«, Ernst-August Kracke, Klaus Lodde, Bauingenieur-Praxis, Ernst&Sohn, 2011
- »Handbuch Brücken, Entwerfen, Konstruieren, Berechnen, Bauen und Erhalten«, Gerhard Mehlhorn, Manfred Curbach, Hrsg., 3. izdaja, Springer Vieweg, 2014
- »Handbuch Eisenbahnbrücken, Planung, Bau, Instandhaltung, Brückensysteme«, Tristan M. Mölter, Rolf H. Pfeifer, Michael Fiedler, 2. izdaja, Eurail press, 2017
- »TSC 07.106, Ležišča premostitvenih objektov«, Republika Slovenija, Ministrstvo za promet, 2001
- »TSC 01.112, Graditev in ohranitev cest, slovar strokovnih izrazov, osnutek«, Republika Slovenija, Ministrstvo za promet in zveze
- »Support and articulation (Lagerung und Dilatation)«, ETH – Zürich, Bridge Design Lectures, 2022
- »Vorlesungen über Massivbau«, Fritz Leonhardt, 6. del, Grundlagen des Massivbrückenbaues, Springer-Verlag, 1979
- »Failures of high strength stainless steel bridge roller bearings: A review«, P. Noury, K. Eriksson, Engineering Fracture Mechanics 180, p. 315 – 329, Elsevier, 2017
- »Tragwerksplanung von Holzbrücken, Holzbau Handbuch«, Qualitätsgemeinschaft Holzbrückenbau e.V., 2019
- »Entwurf von Holzbrücken, Holzbau Handbuch«, Qualitätsgemeinschaft Holzbrückenbau e.V., 2019
- »Musterzeichnungen für Holzbrücken, Holzbau Handbuch«, Qualitätsgemeinschaft Holzbrückenbau e.V., 2019
- »Details für Holzbrücken, Holzbau Handbuch«, DGfH Innovations- und Service GmbH, 2000
- »Schulung von Fachkräften für Lager im Bauwesen«, MPA Stuttgart, 2003
- »Bearing Installation Course A (Basic Course)«, MPA Stuttgart, VHFL, 2009
- »Steel Bridges – A Practical Approach to Design for Efficient Fabrication and Construction«, BCSA Publication No. 51/10, The British Constructional Steelwork Association Ltd., 2010
- »Steel Bridge Group: Guidance Notes on Best Practice in Steel Bridge Construction«, 6th Issue, Steel Construction Institute, 2015
- »Composite Highway Bridge Design«, SCI Publication P356, Steel Construction Institute, 2014
- »Determining Design Displacements for Bridge Movement Bearings«, SCI Publication P406, Steel Construction Institute, 2015
- »Steel Bridge Bearing Selection and Design Guide«, Vol. II, Chapter 4, Highway Structures Design Handbook, American Iron and Steel Institute

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

»Bridge Bearings – Merits, Demerits, Practical Issues, Maintenance and Extensive Surveys on Bridge Bearing«, Fasheyi Adebawale Oladimeji, Master of Science Thesis, KTH Architecture and the Built Environment, 2012

»Information for construction sites: Installation of bridge bearings«, VHFL Guideline 2, Edition 2020-04

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**15 PRILOGA 1: Skice: podpiranja premostitvenih objektov, sestavnih delov ležišč, vgradnje ležišč, sestavnih delov notranjih kontrolnih listov za meritve ležišč****Kazalo slik**

Slika 3.1: Grafični prikaz simbolov vrste ležišč uporabljenih v tej tehnični specifikaciji za prikaz podpiranja prekladne konstrukcije premostitvenih objektov.....	7
Slika 3.2: Shema elastičnega podpiranja mostu preko enega polja s fiksno točko v sredini razpetine mostu.....	7
Slika 3.3: Shema elastičnega podpiranja mostu preko enega polja s fiksno točko v osi 1 na krajnem oporniku P1 na lokaciji fiksnega ležišča.....	8
Slika 3.4: Shema elastičnega podpiranja mostu preko enega polja s fiksno točko v sredini razpetine mostu in preprečenimi pomiki v prečni smeri na obeh krajnih opornikih vzdolž ene vzdolžne osi podpiranja.....	8
Slika 3.5: Shema elastičnega podpiranja mostu preko enega polja z uporabo vodenega in pridrževalnega ležišča s fiksno točko v vzdolžni osi 2 na krajnem oporniku P1 na lokaciji pridrževalnega ležišča	8
Slika 3.6: Shema elastičnega podpiranja mostu preko dveh polj s fiksnim ležiščem na vmesnem oporniku.....	9
Slika 3.7: Shema elastičnega podpiranja kratkega mostu preko treh polj s preprečenimi pomiki v prečni smeri na obeh krajnih opornikih vzdolž ene vzdolžne osi podpiranja	9
Slika 3.8: Shema elastičnega podpiranja kratkega mostu preko treh polj z vodenima ležiščema v osi objekta na obeh krajnih opornikih	10
Slika 3.9: Shema elastičnega podpiranja mostu preko enega polja s poševnimi podporami s fiksno točko v osi 1 na krajnem oporniku P1 na lokaciji fiksnega ležišča. Fiksno ležišče je postavljeno na lokaciji z največjo tlačno silo	10
Slika 3.10: Shema elastičnega podpiranja mostu preko enega polja s poševnimi podporami s fiksno točko v osi 1 na krajnem oporniku P1 na lokaciji fiksnega ležišča. Fiksno ležišče je postavljeno na lokaciji z največjo tlačno silo. Ležišča v osi 1 so jeklena točkovna zasučna ležišča z jeklenim ohišjem in okroglim elastomernim ležiščem enake togosti kot okrogla ležišča v osi 2	10
Slika 3.11: Shema podpiranja mostu preko enega polja s poševnimi podporami s točkovno zasučnimi ležišči. Fiksno ležišče v vzdolžni osi 1 na podpori P1 ter vodeno ležišče v vzdolžni osi 2 na podpori P2 na sta postavljeni na lokaciji z največjo tlačno silo	11
Slika 3.12: Shema podpiranja kontinuirane prekladne konstrukcije s fiksnim ležiščem v osi 1 na krajnem oporniku P1. Lokacija fiksnega ležišča je tudi fiksna točka konstrukcije, iz katere se meri dolžina raztezanja.....	11
Slika 3.13: Shema podpiranja kontinuirane prekladne konstrukcije s fiksnim ležiščem v osi 1 na vmesnem oporniku v osi P4, ki je tako tudi lokacija fiksne točke konstrukcije, iz katere se meri dolžina raztezanja	12
Slika 3.14: Shema podpiranja kontinuirane prekladne konstrukcije z vpetimi stebri v prekladno konstrukcijo v oseh P3 in P4. Lokacija fiksne točke konstrukcije, iz katere se meri dolžina raztezanja, je spremenljiva.....	12
Slika 3.15: Shema polarnega podpiranja kontinuirane prekladne konstrukcije v krivini.....	13
Slika 3.16: Shema polarnega podpiranja kontinuirane prekladne konstrukcije v krivini z vodenimi ležišči usmerjenimi pod enakim kotom glede na polarno smer. Kot je enak kotu med vzdolžno osjo in polarno smerjo na krajnem oporniku s pomičnimi ležišči.	13

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Slika 3.17: Shema tangencialnega podpiranja kontinuirane prekladne konstrukcije v krivini.	13
Slika 3.18: Shema podpiranja za prevzem horizontalnih sil v vzdolžni smeri s fiksnim in prečno pomičnim ležiščem. Takšna shema podpiranja se ne priporoča razen v primeru, kadar so zagotovljeni posebni pogoji za maksimalno vsoto širin vseh špranj drsnega ležišča.	14
Slika 3.19: Shema elastičnega podpiranja v vzdolžnem prerezu železniškega premostitvenega objekta dolžine do 30 m preko enega polja.	14
Slika 3.20: Shema elastičnega podpiranja v vzdolžnem prerezu železniškega premostitvenega objekta dolžine do 30 m preko dveh polj.	15
Slika 3.21: Shema elastičnega podpiranja v vzdolžnem prerezu železniškega premostitvenega objekta dolžine do 30 m preko treh polj.	15
Slika 3.22: Shema elastičnega podpiranja v vzdolžnem prerezu železniškega premostitvenega objekta dolžine do 30 m.	15
Slika 3.23: Shema podpiranja železniškega premostitvenega objekta z več kot dvema tiroma	15
Slika 3.24: Shema podpiranja železniškega premostitvenega objekta z vzdolžno dilatacijo	16
Slika 3.25: Shema podpiranja železniškega premostitvenega objekta z več kot dvema tiroma s prevzemom horizontalnih sil na krajnem oporniku s fiksnim in prečno vodenimi ležišči	16
Slika 3.26: Shema podpiranja železniškega premostitvenega objekta z več kot dvema tiroma z vzdolžno dilatacijo s prevzemom horizontalnih sil na krajnem oporniku s fiksnim in prečno vodenimi ležišči.	17
Slika 3.27: Shema elastičnega podpiranja v kombinaciji z vodenima ležiščema železniškega premostitvenega objekta z vzdolžno dilatacijo pri objektih dolžine do 30 m.	17
Slika 3.28: Shema elastičnega podpiranja železniškega premostitvenega objekta z vzdolžno dilatacijo.	18
Slika 3.29: Shema podpiranja železniškega premostitvenega objekta s tirom na togi podlagi za omejitev prečnih pomikov vzdolž zunanjih robov.	18
Slika 3.30: Shema položaja osi podpiranja ob dilataciji premostitvenega objekta z neprekinjenimi tirnicami. Razdalja med osjo podpiranja in robom prekladne konstrukcije I je majhna, zato so pri zasuku vertikalni zamiki vzdolž dilatacije lahko majhni in posledično nastopajo majhne obremenitve v tirnicah.	19
Slika 3.31: Shema položaja osi podpiranja ob dilataciji premostitvenega objekta z neprekinjenimi tirnicami. Razdalja med osjo podpiranja in robom prekladne konstrukcije I je velika, zato so pri zasuku vertikalni zamiki vzdolž dilatacije veliki in posledično lahko nastopijo velike obremenitve v tirnicah in pritrditvenimi elementi tirnice na pragove togega tira.	19
Slika 3.32: Shema pomikov objekta v vzdolžnem padcu pri horizontalni vgradnji ležišča. V tem primeru pri vzdolžnem pomiku ležišča nastane vzdolž dilatacije stopničasti zamik, ki je odvisen od velikosti horizontalnega premika in zasuka prekladne konstrukcije.	20
Slika 4.1: Koordinatni sistem za podajanje sil, pomikov in zasukov na primeru elastomernega ležišča.	20
Slika 4.2: Situacija kazalca pomikov in mersko skalo, če je dostop za pregled ležišč omogočen preko škatle prekladne konstrukcije ali pa preko dostopa na vrhu stebra.	21
Slika 4.3: Situacija kazalca pomikov in mersko skalo, če je dostop za pregled ležišč omogočen s pomočjo premične ploščadi za pregled objektov.	21
Slika 4.4: Situacija kazalca pomikov in mersko skalo pri objektih z bočnim parapetnim zidom na prečnem nosilcu podpore, ne glede na vrsto dostopa.	22

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Slika 4.5: Nepravilna situacija kazalca pomikov v osi N_m in mersko skalo pri objektih z bočnim parapetnim zidom na prečnem nosilcu podpore, ne glede na vrsto dostopa.	23
Slika 4.6: Možna situacija kazalca pomikov in mersko skalo, če je dostop za pregled ležišč omogočen z lestvijo ali dvizžno ploščadjo.	24
Slika 4.7: Shematski prikaz enostransko drsnega lončnega ležišča s centralnim vodilom (1 – spodnja sidrna plošča; 2 – zgornja sidrna plošča; 8 – drsna površina iz nerjavne pločevine; 9 – drsni disk; 11 – bočni drsni trak; 13 – drsna plošča; 14 – centralno vodilo; 15 – lonec; 16 – batnica; 17 – gumena blazina z notranjim tesnilom; 18 – protiprašno tesnilo nagibne špranje).	24
Slika 4.8: Shematski prikaz enostransko drsnega sfernega ležišča z bočnima vodiloma (1 – spodnja sidrna plošča; 2 – zgornja sidrna plošča; 8 – drsna površina iz nerjavne pločevine; 9 – drsni disk; 10 – bočno vodilo; 11 – bočni drsni trak; 12 – bočna drsna površina iz nerjavne pločevine; 13 – drsna plošča; 19 – sferna plošča; 20 – nagibna nosilna letev bočnega drsnega traku; 21 – nosilna ležiščna plošča).	25
Slika 4.9: Shematski prikaz deformabilnega ležišča s preprečenimi pomiki v prečni smeri (1 – spodnja sidrna plošča; 2 – zgornja sidrna plošča; 3 – spodnja ležiščna plošča; 4 zgornja ležiščna plošča; 5 – deformabilno ležišče; 6 – spodnji strižni moznik; 7 – zgornji strižni moznik).	26
Slika 4.10: Shematski prikaz deformabilnega ležišča z vsestransko preprečenimi pomiki s pomočjo pridrževalne konstrukcije in nadgradnjo z drsnim delom z bočnima vodiloma v vzdolžni smeri (1 – spodnja sidrna plošča; 2 – zgornja sidrna plošča; 3 – spodnja ležiščna plošča; 4 zgornja ležiščna plošča; 5 – deformabilno ležišče; 6 – spodnji strižni moznik; 8 – drsna površina iz nerjavne pločevine; 9 – drsni disk; 10 – bočno vodilo; 11 – bočni drsni trak; 12 – bočna drsna površina iz nerjavne pločevine; 13 – drsna plošča).	27
Slika 4.11: 3D skica betonskega členka.	28
Slika 4.12: 3D skica elementov s poimenovanjem konstruktivnih delov betonskega členka.	28
Slika 4.13: Skica obremenitev, področja armiranja ter geometrijski podatki betonskega členka. ...	29
Slika 4.14: Skica armiranja priključnih elementov v prerezu betonskega členka.	29
Slika 4.15: Skica armiranja priključnih elementov v tlorisu betonskega členka.	30
Slika 4.16: Skica armiranja sider v členku v vzdolžnem prerezu betonskega členka.	30
Slika 4.17: Skica armiranja sider v členku v prečnem prerezu betonskega členka.	31
Slika 5.1: Primer izvedbe povezave sidrne in ležiščne plošče na betonsko konstrukcijo s prednapetimi vijaki. (Legenda: 1 – ležiščna oziroma sidrna plošča; 2 – podložka; 3 – vijak s šest robno glavo; 4 – šest robna matica; 5 – tulec iz jeklene pločevine; 6 – prožno 2 mm rebrasto pokrivalo; 7 – pokrivni čep)	31
Slika 5.2: Shema sidranja ležišča s sidrno ploščo v betonski podstavek s podlivno malto in v betonsko prekladno konstrukcijo ter lokacijo jeklenih podložnih plošč za dvigalke. H je referenčna višina (do zgornjega roba sidrne plošče).	32
Slika 5.3: Shema sidranja ležišča s sidrno ploščo in čepastimi sidri v betonski podstavek z več slojno cepilno armaturo in podlivno malto.	32
Slika 5.4: Shema podlitja spodnje sidrne plošče.	33
Slika 5.5: Shema delovnega prostora pod dilatirano prekladno konstrukcijo na vrhu stebra z ležišči na betonskih podstavkih ter z lokacijami dvigalk.	33
Slika 5.6: Shema delovnega prostora na vrhu stebra z ležiščema na betonskih podstavkih in lokacijami dvigalk. Betonski podstavki omogočajo normalno dostopnost do ležišč ob višini 50 cm in	

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

več med spodnjo površino prekladne konstrukcije in ležiščno polico ob pregledu ali zamenjavi ležišč.....	34
Slika 5.7: Shema delovnega prostora na vrhu stebra z ležiščema na betonskih podstavkih in lokacijami dvigalk. Betonski podstavki omogočajo normalno dostopnost do ležišč ob višini 50 cm in več med spodnjo površino prekladne konstrukcije in ležiščno polico ob pregledu ali zamenjavi ležišč.....	34
Slika 5.8: Shema delovnega prostora na vrhu stebra z ležiščema na betonskih podstavkih in lokacijami dvigalk. Betonski podstavki omogočajo normalno dostopnost do ležišč ob višini 50 cm in več med spodnjo površino prekladne konstrukcije in ležiščno polico ob pregledu ali zamenjavi ležišč.....	34
Slika 5.9: Shema dvigalke s podložnimi ploščami in minimalnim odklikom od prostih robov betonske prekladne in podporne konstrukcije.	35
Slika 5.10: Shematični prikaz dvigalk ob ležišču s podložnimi ploščami in minimalnimi razmiki od robov betonske podporne konstrukcije.....	36
Slika 5.11: Jekleni nosilec nad drsnim ležiščem brez ojačitev in z ojačitvami v vzdolžni smeri za prenos tlačnih sil v področju pomikov ležišča.	37
Slika 5.12: Ojačitve prečnika jeklene rešetkaste konstrukcije nad drsnim ležiščem in v področju predvidenih dvigalk.	37
Slika 5.13: Ojačitve prečnika jeklene škatlaste konstrukcije nad drsnim ležiščem in v področju predvidenih dvigalk.	38
Slika 5.14: Ojačitve prečnika prekladne konstrukcije iz polnostenskih nosilcev nad drsnim ležiščem in v področju predvidenih dvigalk.	38
Slika 5.15: Ojačitve prečnika jeklenega ločnega nosilca z vešalkami nad drsnim ležiščem in v področju predvidenih dvigalk.....	40
Slika 5.16: Vzdolžni prerez vgradnje in sidranja elastomernega ležišča tipa B/C v leseno prekladno konstrukcijo.....	40
Slika 5.17: Prečni prerez vgradnje in sidranja elastomernega ležišča tipa B/C v leseno prekladno konstrukcijo.....	40
Slika 5.18: Vzdolžni prerez vgradnje in sidranja vzdolžno vodenega elastomernega ležišča tipa C v leseno prekladno konstrukcijo.	40
Slika 5.19: Skica vgradnje elastomernega ležišča s spodnjo in zgornjo sidrno ploščo, vmesno ploščo privarjeno na sidrno ploščo in zavarovanja proti zdrsu (1 – zgornja sidrna plošča; 2 – zgornja ležiščna plošča; 3 – ležišče; 4 – spodnja ležiščna plošča; 5 – spodnja sidrna plošča; 6 – mozniček; 7 – vmesna plošča; a – debelina zvara).	41
Slika 5.20: Skica vgradnje elastomernega ležišča s spodnjo in zgornjo sidrno ploščo, spodnjo vmesno ploščo privijačeno na sidrno ploščo in zavarovanja proti zdrsu (1 – zgornja sidrna plošča; 3 – ležišče; 4 – spodnja ležiščna plošča; 5 – spodnja sidrna plošča; 6 – mozniček; 7 – vmesna plošča).	42
Slika 5.21: Skica vgradnje elastomernega ležišča s spodnjo in zgornjo sidrno ploščo, spodnja ležiščna plošča s sidrno ploščo povezana z mozničkom (1 – zgornja sidrna plošča; 3 – ležišče; 4 – spodnja ležiščna plošča; 5 – spodnja sidrna plošča; 6 – mozniček).	43
Slika 5.22: Skica vgradnje elastomernega ležišča s spodnjo in zgornjo sidrno ploščo, vmesno ploščo privijačeno na sidrno ploščo in zavarovanja proti zdrsu (1 – zgornja sidrna plošča; 2 – zgornja ležiščna plošča; 3 – ležišče; 4 – spodnja ležiščna plošča; 5 – spodnja sidrna plošča; 6 – mozniček; 7 – vmesna plošča; a – debelina zvara).	44

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Slika 5.23: Skica vgradnje elastomernega ležišča s spodnjo in zgornjo sidrno ploščo, vmesno ploščo privarjeno na spodnjo sidrno ploščo in zavarovanja proti zdrsu (1 – zgornja sidrna plošča; 3 – ležišče; 4 – spodnja ležiščna plošča; 5 – spodnja sidrna plošča; 6 – mozni; 7 – vmesna plošča; a – debelina zvara).	45
Slika 5.24: Skica vijačnega spoja z zaščitnim pokrovom pri betonski podlagi	46
Slika 5.25: Skica vijačnega spoja z jekleno konstrukcijo	46
Slika 5.25: Skica z vijačnim spojem v jekleno konstrukcijo	47
Slika 6.1: Primer merilne skale in kazalca pomikov za spremljanje položaja ležišča	48
Slika 6.2: Oznake in podatki, ki morajo biti prikazani na zgornji površini fiksnega ležišča	50
Slika 6.3: Oznake in podatki, ki morajo biti prikazani na zgornji površini pomičnega ležišča	50
Slika 6.4: Oznake in podatki, ki morajo biti prikazani na zgornji površini pomičnega ležišča	51
Slika 6.5: Referenčna horizontalna ravnina (1 – navojni zatič; 2- pozicijski zatič; 3 – dvoosna libela, merilno območje 3‰ razdeljeno s petimi črticami; 4 – spodnji del ležišča (ležišča oziroma sidrna plošča; 5 konzolna ravnina za tritočkovno libelo; dimenzije na sliki so podane v mm).	51
Slika 6.6: Merilne točke drsne špranje h pri deformabilnem vsestransko drsnim ležiščem v osi glavnih pomikov za pravokotno in okroglo ležišče	52
Slika 6.7: Merilne točke drsne špranje h in nagibne špranje n pri lončnem drsnem ležišču v osi glavnih pomikov za vodeno drsno ležišče in vsestransko pomično ležišče	53
Slika 6.8: Merilne točke nagibne špranje n pri lončnem fiksnem ležišču v vzdolžni osi ležišča	54
Slika 6.9: Merilne točke nagibne špranje n pri sfernem fiksnem ležišču v vzdolžni osi ležišča	55
Slika 6.10: Merilne točke drsne špranje h in nagibne špranje n pri sfernem drsnem ležišču v osi glavnih pomikov za bočno vodeno drsno ležišče in vsestransko pomično ležišče	56
Slika 6.11: Shematski prikaz zaščite drsnih površin z mehom v obliki harmonike	57
Slika 6.12: Izvedba protikorozijske zaščite ležiščnih plošč deformabilnega ležišča	57
Slika 6.13: Izvedba protikorozijske zaščite kontaktne površine ležiščne plošče z betonom	58
Slika 6.14: Izvedba protikorozijske zaščite kontaktne površine ležiščne plošče z elastomernim blokom	58
Slika 7.1: Prikaz dimenzij za drsno lončno ležišče s centralnim vodilom na notranjem kontrolnem listu	60
Slika 7.2: Prikaz meritev nagibnih špranj n_1 do n_4 lončnega ležišča, ki so podane na notranjem kontrolnem listu	61
Slika 7.3: Prikaz meritev drsnih špranj h_1 do h_4 in h_{v1} do h_{v4} ob vodilu drsnega dela lončnega ležišča, bočne špranje d_1 do d_4 med vodilom in drsno ploščo ter vertikalni razmik med zgornjo površino vodila in drsne plošče h_{zs} in h_{zz} , ki so podane na notranjem kontrolnem listu	61
Slika 7.4: Prikaz dimenzij za drsno sferno ležišče z bočnima vodiloma na notranjem kontrolnem listu	61
Slika 7.5: Prikaz meritev nanosa trde kromirane plasti na kaloti na notranjem kontrolnem listu	62
Slika 7.6: Prikaz meritev nagibnih špranj n_1 do n_4 ob robovih nosilne plošče [1] ($\approx 10/10$ mm), drsnih špranj h_1 do h_6 , bočnih drsnih špranj d_1 do d_4 med drsno ploščevino vodila ([4],[3]) in bočnim drsnim trakom [5] ter razmike r_1 do r_4 med drsno ploščevino vodila ([4],[3]) in nosilno ploščo [1], ki so podane na notranjem kontrolnem listu	62

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Slika 7.7: Prikaz dimenzij vsestransko pomičnega deformabilnega ležišča z ležiščnima in sidrnima ploščama na notranjem kontrolnem listu	63
Slika 7.8: Prikaz meritev deformabilnega ležišča na notranjem kontrolnem listu	64
Slika 7.9: Prikaz dimenzij deformabilnega ležišča z ležiščnima in sidrnima ploščama in preprečenimi pomiki v prečni smeri na notranjem kontrolnem listu.....	64
Slika 7.10: Prikaz meritev deformabilnega ležišča s preprečenimi pomiki v prečni smeri na notranjem kontrolnem listu	65
Slika 7.11: Prikaz dimenzij deformabilnega ležišča s preprečenimi pomiki v obeh smereh s pomočjo pridrževalne konstrukcije in vzdolžno drsnim delom na notranjem kontrolnem listu	66
Slika 7.12: Prikaz meritev nagiba n_1 in n_2 v osi ležišča, drsnih špranj h_1 do h_4 , bočnih drsnih špranj d_1 do d_4 med drsno ploščevino vodila ([4],[3]) in bočnim drsnim trakom [5] ter razmike r_1 do r_4 med drsno ploščevino vodila ([4],[3]) in nosilno ploščo [1], ki so podane na notranjem kontrolnem listu .	67
Slika 8.1: Prikaz vgradnje vsestransko pomičnega deformabilnega ležišča z glavnimi pomiki v vzdolžni smeri (1 – zgornja sidrna plošča; 2 – spodnja sidrna plošča; 3 – moznik; 4 – podlivna malta).....	68
Slika 8.2: Prikaz vgradnje deformabilnega ležišča s pridrževalno konstrukcijo v obeh smereh ($p_1 \geq 25$ mm; 1 – zgornja sidrna plošča; 2 – spodnja sidrna plošča; 3 – moznik; 4 – podlivna malta; 5 – zgornja ležiščna plošča; 6 – spodnja ležiščna plošča).....	70
Slika 8.3: Prikaz vgradnje deformabilnega ležišča s pridrževalno konstrukcijo v prečni smeri ($p_s \geq 25$ mm; $p_z \geq 0,7 \times Tq + 10$ mm); 1 – zgornja sidrna plošča; 2 – spodnja sidrna plošča; 3 – moznik; 4 – podlivna malta; 5 – zgornja ležiščna plošča; 6 – spodnja ležiščna plošča)	71
Slika 11.1: Meritve drsnih špranj.	71
Slika 11.2: Meritve višin in deformacij deformabilnih – elastomernih - ležišč.	71
Slika 11.3: Meritve nagibnih špranj lončnega ležišča.	72
Slika 11.4: Meritve nagibnih špranj in drsne špranje sfernega ležišča.	72
Slika 11.5: Meritve nagibnih špranj jeklenega točkovnega nagibnega ležišča.	73
Slika 11.6: Meritve drsnih špranj s_3 in s_4 , razmikov med trnom (vodilom) in zgornjim nosilnim delom ležišča h_1 in h_2 , vertikalnega razmika s_1 med spodnjo in zgornjo nosilno ploščo ter s_2 med zgornjo površino vodila in spodnjo površino zgornje nosilne plošče nad vodilom vodenega ležišča.	74
Slika 11.7: Meritve pomika in zasuka valjčnega ležišča.....	74

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**16 PRILOGA 2: Preglednice****Kazalo preglednic**

Preglednica 4.1: Podatki za dimenzioniranje ležišč – računske vrednosti iz statičnega računa	2
Preglednica 4.2: Podatki za dimenzioniranje ležišč – računske vrednosti iz statičnega računa (ULS)	3
Preglednica 4.3: Podatki za dimenzioniranje ležišč – računske vrednosti iz statičnega računa (SLS)	4
Preglednica 4.4: Podatki za dimenzioniranje ležišč – izvleček maksimalnih računskih vrednosti iz statičnega računa (ULS)	5
Preglednica 4.5: Podatki za dimenzioniranje ležišč – izvleček maksimalnih računskih vrednosti iz statičnega računa (SLS).....	6
Preglednica 8.1: Lastnosti malt za podlivanje ležišč.....	9
Preglednica 8.2: Zapisnik o kontroli ležišč.....	10
Preglednica 8.3: Zapisnik o kontroli ležišča - nadaljevanje.....	11
Preglednica 12.1: Popis del	12

LEŽIŠČA NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

17 PRILOGA 3: Fotodokumentacija poškodb ležišč nastalih pri izvedbi, vgradnji in med obratovanjem