

4484

Bp 1984

A Salgótarjáni jég mellett: jéshelész
becslés

- 2 -

A Starosolszky Ödön

1. A JÉGTARTÓ RÉSZBIRÁSI JELLEG

A hazai állóvizeken - tavakon és tározókon - átlagosan 90-95 %-os valószínűséggel megjelenő állókony jégtartó 2-3 hónapon át tartó jelenség. Folyóvizeken is 20-30 %-os valószínűséggel jégtartó alakul ki, bár az elmúlt két évtizedben a Duna ez alól kivétel.

Míg a folyami jég táblákból áll össze és rendkívül szabálytalan szerkesztű, a tavi jég gyakran előggő homogén és beletű szerkesztűben előggő szabályos. Ennek megfelelően a tavi jég egyedülálló téli sport lehetőséget ajánl, amelynek kiaknázásától még távol vagyunk és egyedül a Balatonon van némi hagyománya a korcsolyázás és a futtyázás területén.

Számos kisebb állóvizünkön - pl. bányatavunkon - szervezetlen korcsolyázás van, amely sokszorog állandó veszélyforrás. A lakosság, főleg a kiskorúak teljesen tapasztalati döntés alapján mennek a jégre, kockáztatva ezzel egészségüket, sőt gyakran életüket. A jég mellett élő túbbnyire vidéki emberekben kifejlődik a megfelelő tapasztalat, hogy mikor lehet a jégre menni, rajta korcsolyázni, a városi emberek ^{azon}ban néha indokolatlan féltelen vagy, ami sokkal veszélyesebb, indokolatlan magabiztoság érzékelhető. Ez főleg a jég beállását követően, illetve a jég felszakadása időszakában balesetek forrása.

Elsősorban télutavaink, a Balaton és a Tisza menti tó partján - az üdülők házak számának nagyfokú növekedése következtében - téli időszakban is egyre többen tartózkodnak, és ez óhatatlanul a jég sportok kifejlődését eredményezi.

Ezért indokolt, hogy

- megvizsgáljuk tavaink jégének teherbírást,
- felsérjük az ezt befolyásoló jelenségeket, és
- ajánlásokat adjunk a jégportok kifejlődését elősegítő intézkedésekre, amelyek a biztonságot is növelik.

A tavi jég teherbírása, mint minden természeti elem, térben és időben változó valószínűségi függvénynek lenne jellemezhető. E szerint az ország területén uralkodó klimatikus viszonyok függvényében ugyanabban az időben a jég helyzete és vele a jég teherbírási előírt eltérése lehet, a téli évszakon belül pedig rendkívül változik ugyanazon a helyen is. Napjainkban a természetes folyamatokat mesterséges hatások is befolyásolhatják (pl. helyileg a szennyvízelvezetések következtében változhat a víz fagyáspontja, a jég szilárdsága).

A régi időkben a jég közlekedési útként is szolgált, téli időszakban pl. sílők és balatonfűrésd között, de más helyeken is lovaskocsikkal árut szállítottak egyik partról a másikra és a hajóforgalmat gyalogos vagy lovaskocsi forgalommal helyettesítették. A tó megkerülése - gépjárművek hiányában - valóban fáradságos művelet lehetett és egyszerűbb volt a jégtakarón való közlekedést választani. Erős télen - megfelelő lejárók esetén - akár személy, sőt tehorgókocsi forgalom is elképzelhető lenne, pl. a tihanyi révénél, megfelelő állandó ellenőrzés mellett.

Összefoglalásunk az, hogy elsősorban a téli sportok, azaz a gyalogos forgalom szempontjából vizsgáljuk meg a jég helyzetet és tegyük biztonságosabbá lehetővé téve javaslatokat. Természetesen megállapításaink egy része vonatkozik a

Hozgó terhelésre, repülőgépek leszállására alkalmas
jégtekaró vastagságának

$$h = 10 \sqrt{P}$$

képletet ajánlják, amely szerint 1 tonna hozgó teherhez
megint csak 10 cm-es jégvastagság, 100 tonnához pedig 100
cm adódik, tehát az összefüggés a $P = \frac{h^2}{100}$ képletnek felel meg.

Valószínű, hogy a küszölő, tapasztalti képletek meg-
alkotásánál a biztonságos jégleszállás szempontjából szo-
kásos 20-50 cm-es tartományt vették kiindulási alapul, ahol
a képlet valószínű eredményt ad.

3. A BALATONI JÉG VASTAGSÁGA

A jégvastagság, mint az egyik alapvető tényező, amely
teherbírást megszabja, némi statisztikai elemzést igényel
annak érdekében, hogy jégportokra alkalmas időtartamok
hosszát becsülni tudjuk.

A jég megjelenésének és eltűnésének, valamint beállá-
sának és felszakadásának időpontját különböző balatoni part-
menti hidrológiai észlelőállomásokon az 1. ábra szemlélteti.
Lár az ábra is jól érzékelteti, hogy a jég jelenségek az
évek folyamán rendkívül változóak, mind időpontjuk, mind
tartamuk tekintetében, az egyes állomások között - kivéte-
lektől eltekintve - azonban elég nagy a hasonlóság. Ez az
égghajlati viszonyok alapján teljesen logikus, hiszen leg-
inkább a szél és áramlási viszonyok eltérő volta idézhet
elő kisebb-nagyobb eltérést, főként az északi- és déli parti
jégviszonyokban. (Jelentősen eltérés volt például 1982/83.
telén.) Az észlelésekben persze egyes helyi hatások is ér-
vényesülhetnek (pl. mesterségesen feltörték a jéget az ész-
lelőhely környékén).

A jég legkorábbi megjelölése november 20, beállása december 10 körül várható, gyakran azonban utóbbi december végére, január elejére húzódik ki. A jégtakaró nélküli tél előfordulási valószínűsége 4-6 %-ra becsülhető, azaz 25-15 évenként fordulhat elő.

A jégtakaró jelenlétének időtartama nyilvánvalóan az adott tél hőmérsékleti viszonyaitól függ. Hideg tél esetén az az időtartam 100-130 napot is elérhet. A jégtakaró időtartamának eloszlása közelítően normál eloszlást követ. A várható érték 50-75 között, a szórási 24-34 nap között ingadozik. A jégtakaró hosszát 95 %-os megbízhatósági szinten

$$Z = 60 \pm 60 \text{ nap}$$

átlagértékkel javasolható becsülni.

Az állomásokon egyidejűen észlelt jégvastagságok összehasonlítását korrelációval vizsgálva nem kaptunk túl szoros összefüggést. Öt állomás páronkénti korrelációjából 0,836 és 0,971 értéket kaptunk a mintaként vett 1954/55. év telén. Az eltérés átlagosan 2-4 cm és sajnos éppen a 10 cm-nél kisebb jégvastagságnál is fennáll, holott a nagy jégvastagságoknál lenne kizárólag az észlelésből eredő hibaként elfogadható.

Bz a megállapítás óvatosságra int, mivel a jégvastagságban a kezdeti és a végső, tehát jégportok szempontjából veszélyes időszakban, óvakodni kell az általánosítástól. A helyi észlelések tehát főleg ezekben az időszakokban nélkülözhetetlenek, és nem lehet-mondjuk a síkfoki-jégvastagság észlelésére támaszkodva a jégportokat Keszthelyen engedélyezni. Valószínű,

$$\Delta \bar{\sigma} = - 0,22 \sum t$$

A negatív hőmérsékleti tartományban a pontok erősebben szóródnak, de nagy $-\sum t$ esetén a szilárdodagynövekedés jól észlelhető.

$$\Delta \bar{\sigma} = \sqrt{0,1 |\sum t|}$$

Az empirikus összefüggés - jobb híján - felhasználható a jég-szilárdodagynövekedés becsüléséhez, a jég-szilárdodagynövekedés napi változásának előrejelzéséhez a hőmérséklet változás függvényében.

A mérések segítségével végzett számítások alapján összehasonlítottuk a 6. ábrát, amely $1,5 \text{ kg/cm}^2$ szilárdodagynövekedést és $5,5 \text{ kg/cm}^2$ nagyságú szilárdodagynövekedést mutat, jellemző belső hőmérséklet idősorokból származva. Ezek alapján voltuk úgy, hogy a szilárdodagynövekedés előzetes értékeit is figyelembe vesszük (6. ábra), mégpedig $\bar{\sigma} = 9, 7, 0$ és $5, 0 \text{ kg/cm}^2$ -et.

4.2 A nádasokban képződő jég-szilárdodagynövekedés

A nádasokban keletkező jég teherbírását illetően három kérdés merül fel, amelyre máig a világirodalom egyáltalán nem ad választ, nevezetesen

- mi a hatása a jégbe fagyott nádasállomány a jég szilárdságára,
- mi a hatása a nádasban esetleg eltérő hőmérsékleti sugárzási viszonyoknak a jég vastagságára és minőségére, illetve károsodásának a hőfokára,
- mi a hatása a nádas alatt keletkező gázoknak a jég vastagságára és minőségére, illetve hőfokára.

Hézag; fagyásirányra aerológus terhelés; 3 db próbatest

$$\sigma_{nL} = 15 \text{ kp/cm}^2$$

b) Hajlítószilárdságok

Nád nélkül; 13 db próbatest

$$\sigma_h = 4,46 \text{ kp/cm}^2$$

Hézag; 15 db próbatest

$$\sigma_{hn} = 5,49 \text{ kp/cm}^2$$

Levonható következtetések

A nád a jégkockák nyomószilárdságát esetenként növelte. Ez különösen szembeesik a fagyásirányu terhelés esetén. A jégkockákban elhelyezkedő nádszálak száma 3-7 között változott.

A hajlítószilárdság is valamit növekedett a befagyott nád hatására. A különbség $\Delta\sigma \sim 1 \text{ kp/cm}^2$.

Legtöbb a nyomó és hajlítószilárdság viszonylag nagy arányú.

Ha a nádasokban keletkező jég to/terhelése fokozott hanguliyal kerül fel, akkor 1934/35 telén további vizsgálatok indokoltak, tényleges mintavételekkel és a nádasból származó jégminták törő próbái révén.

5. REPEDÉSEK A JÉGBEN

A hőmérsékletváltozás következtében létrejövő tárgulás alapvetően háromféle repedést hoz létre; száraz, keskeny nedves és széles repedéseket.

Száraz repedések a kőhátságokon, tiszta jégben jól észlelhetők. Ugy jönnek létre, hogy a hideg éjszakában a jégtakaró teteje lehűl, miközben a vízzel érintkező felső rétegen 0°C -os. Ezért a jég beborodik (konkóvon) mindaddig, míg a repések nyomatai olyan nagyok lesznek, hogy a jégbe szorult elreped. A folyamat mindaddig tart, míg a meg nem repedt jég mérete elég kicsi, hogy a görbületet elviselje (9. ábra). A repedést víz nem tölti ki, mert a jég nem válik el egymástól. A repedés általában a vastagság kétharmadán terjed ki, ahol egy-két; a függőlegessel 45° -os szöget bezáró nyíró repedéssel találkozik (10. ábra). Ezek, bár láthatók, nem nyitottak. Ezek a nyírórepedések mutatják, hogy a jég alsó részén nyomás uralkodott valamikor. Ez a nyomás gátolja meg, hogy még a végig repedt jégbe is víz hatoljon. Ha a jég tovább hűl, a külső hideg benne lezáró terjed, egy-két gyenge ponton a repedés szétnyílik alul is, abba víz hatol és ezek után ún. nedves repedéssé válnak. Ilyen repedések gyakoriak a fészültség göceknél, mint a szárazföld kiálló pontjainál és benyuló mélyedéseknél.

A konkóv nedves repedések viszonylag ritkák, mivel hamar újra becsúsznak, mint azt a csuszátok kivágása révén bizonyítani lehet (11. ábra). Ha a száraz repedésnél a jég szétválik, általában a víz a jég kilenc-tizedéig emelkedik (ha vízszintes takarót tételezzünk fel hő nélkül). Néha találhatók háttizedig feltöltött repedések is.

A széles repedések úgy jönnek létre, hogy a teljes jégtakaró hőmérsékleti mozgása révén egy-két helyen a hajlító szilárdságot a feszültség meghaladja, mint pl. két benyuló fok között. Hosszu mederben széles repedések figyelhetők meg gyengén szabályos távolságokként, kereszt-

ben a medren, miközben további repedések húzódnak egyik fektől a másikig. Néha a repedés szélessége meghaladja a 20 cm-t. A nagymennyiségű víz ezekben a repedésekben nem tud egyetlen éjjel megfagyni és a repedés csupán jéggel boltózódik be (12. ábra). Ez a boltozat a következő napon, a felmelegedés hatására feltörik, összenyomódik. A repedés záródása hangos zajjal és heves összenyomódással jár.

Legtöbbször a jégtakaró nyírással sérül meg egy fordé lap mentén és a repedés egyik oldala felcsuszlik a másikra. Ely módon ún. hőmérsékleti gerinc (turolás) kezd képződni. A vékony jégben másik mechanizmus az, hogy az áthidalás a jégtábla felső részén jön létre. Összenyomódáskor hajlító nyomaték veszi igénybe a jégmezőt, amely ha vékony, hajlítással meg törik. A széles repedéseknél tehát nyomás hatására turolás keletkezhet a törésszilárdságnál nem kisebb nyomófeszültségbe vagy a jégtakaró hajlítására. A hőmérsékleti nyomást a befagyott áthidalás szilárdsága határolja be és az eredő nyomóerő a hid tönkremenetelét okozó erő háromszorosa is lehet.

A hőmérsékletváltozás okozta nyomást illetően száraz repedések fújtatóként működnek, nyílnak és záródnak a jég hőmérséklete függvényében. A repedések hideg jégtakaróban mindig jelen vannak és a nyomás egy részét képesek felvenni.

A keskeny nedves repedések általában ritkábbak és hamar újra befagynak. Széles repedések általában nedvesek, mert túl szélesek egyszeri újra befagyásra és ezért hamar újra feltörnek. Záródásuk nagy ütéserővel párosulva hat a mitárgyakra. Ha a hideg idő soká tart (pl. hetekig), a széles repedések is teljesen befagynak és elég erőssé válnak az újabb összekuszódás felvételére.

A hőmérséklet hatására létrejövő repedések elméletét részletesen tárgyalja Kotge (1976) értékesése. A hőmérsékletváltozás okozta belső nyomásokkal pedig Bergdahl (1978) értékesése foglalkozik.

6. MEGFIGYELÉSEK A BALATONI JÉGTAKARÓ ALAKULÁSÁRA

Ma már történelmi adatnak tűnnek olyan fontos megfigyelések, amelyeket Lóczy Lajos és Cholnoky Jenő 1892-1905 között a Balaton jegén végeztek és amelyeket szinte minden megállapításában ma is korszerűen először Cholnoky Jenő írt le A Balaton jége (Budapest, 1907) című uttörő munkájában.

Cholnoky ebben részletesen foglalkozik a jégtakaró mozgásaival, a repedésekkel és érdekes utalásokat tesz a jégen való közlekedésről.

Aláírásban közöl térképet a Balaton jegén észlelhető repedésekről, és leírja az uralkodó partmenti nagy repedést, amely a déli part előtt jelenik meg. Sajnos 1895-től 1902-ig nem készült hasonló vázlat és így nincsenek dokumentumaink arról, hogy a repedérendszer hogyan alakult.

Az 1902. februárjában elvett lógi felderítő fényképeket csak kis magasságból eredményezett, és így szemrevételezés és forde tengelyi felvételek alapján készült vázlat zömében csak a part menti repedéseket tárja előnk (13. ábra). A vázlat a déli part mellett - a helyszíni szemlén is megtalált - nagy repedést jól mutatja. Arról is képet ad, hogy az északi parton a repedések kiinduló pontjai a kikötők és más kiszögölések. Valószínű, hogy egyes nagy repedések keresztülbe szántották a Balatont, de erről az alacsony repülési magasság mellett nem lehetett meggyőződni, ezért a fényképvázlaton sem kötöttük őket össze.

Ha összevetjük az 1895. és 1982. évi vázlatot, szembeötlő a különbség a repedezettség tekintetében. Az két okkal magyarázható. Egyrészt a múlt század végén csupán néhány kisebb kikötő tarkította a partvonalat, másrészt előfordulhat, hogy a jég felületét a két évben merőben eltérő irányú és nagyságú szél igyekezett mozgásba hozni, például 1982-ben erős hosszmenti szél kapaszkodott a jégbe és ezért a kikötőknél el kellett repednie ahhoz, hogy elmozdulhasson.

Az 1983. március 2-i felvétel (14. ábra) viszonylag kicsin beült jeget mutat, amelyen a két előző vázlaton kimutatott jellegzetes repedések nem mutathatók ki.

Az 1982. február 3-i felvételek az ózai parton található jeget mutatják. Néhány felvételen jellegzetes repedések mutatják itt is a kikötők szerepét (15. ábra).

Sajnálatos, hogy teherbírás szempontjából az 1983. évi felvételek nem szolgáltatnak információt.

7. A JÉG TEHERBÍRÁSA

7.1 Előéleti megfontolások

A jégre csereszthető teher szempontjából a kérdés az, hogy mekkora a legvékonyabb jégvastagság, amely a terhet még elbírja.

A hosszabb jégmezők esetén a jégtakarónak a végein való felfekvését elhanyagolhatjuk és úgy foghatjuk fel, hogy a jég a vízen uszlik.

vonalat húzni. 15 cm-nél vékonyabb jég esetén csak az így kijelölt téren szabad korcsolyázni, ahol a parton mentőkötelet kell elhelyezni és a 2. pontban rögzített óvintézkedést el kell végezni.

9.2 A jéghelyzet megfigyelése

A jégpartok művelésére kijelölt területen a jég vastagságát a beállástól a jég eltűnéséig naponta mérni kell cm pontossággal. A jégtakaró vastagságának mérését a kijelölt tér négy sarokpontján, a térjelölt elemeknél készített vígátnak kell mérni. Ha a jég átlagos vastagsága a 6 cm-t meghaladja és a legvékonyabb helyen is több 5 cm-nél, valamint a levegő hőfoka 0°C alatt van, akkor az 1,2 m mélységet meg nem haladó részben a korcsolyázás megengedhető. Ha a levegő hőfoka 0°C felett van, de 10°C -t nem halad meg, akkor 10 cm átlagos jégvastagság, minimumán 8 cm jégvastagság szükséges. Ha a levegő hőfoka 10°C felett van, akkor csak 15 cm-nél vastagabb jégen engedhető meg a korcsolyázás. Ha a levegő hőfoka 48 óra-tul tartóan 10°C felett van, bármilyen jégvastagságnál a korcsolyázást le kell tiltani.

A korcsolyázást hasonlóképpen le kell tiltani, ha a kijelölt területet 20 m-nél jobban megkérlelti vagy a területet korcsotézi teljesen szétnyílt ún. nedves repedés, mindaddig míg a repedést jég újra nem borítja. Ha a repedés 5 cm-nél jobban szétnyílt, a terület helyett újat kell kijelölni.

Ha a levegő hőfoka 0°C alatt van és a jégtakaró vastagsága a 15 cm-t meghaladja, a korcsolyázó saját felelősségére, a korcsolyázás mindenütt megengedhető, ahol szétnyílt (nedves) repedés nem található.