

Effekter av nålefiltede geotekstiler: piloteksperimenter med sikte på å redusere snø- og ismelting på Presena-breen (Trento, Italia)

Siden sommeren 2008 er det blitt etablert et forskningsprosjekt med det formål å redusere snø- og isavsmelting på Presena-breen (Adamello Group, Trentino), hvor det foregår skiaktiviteter på vinteren, våren og deler av sommersesongen. I løpet av de siste tiårene har isbreen opplevd en kraftig reduksjon i tykkelse og areal (-52,44 % fra 1961 til 2003), slik at det er kommet forslag om å iverksette tiltak for å redusere omfanget av breavsmeltingen og ta vare på deler av snødekket fra vinteren og våren. For å nå dette målet er det hvert år, i perioden juli-september, blitt lagt ut et større antall nålefiltede geotekstiler på breoverflaten, og effekten på snødekkets egenskaper og hvor lenge snøen er blitt liggende er evaluert gjennom tilpassede feltforsøk.

Spesielt det første eksperimentet, som ble gjennomført sommeren 2010 (tidsvindu: slutten av juni – begynnelsen av september), viste at tildekking med nålefiltede geotekstiler hadde god effekt (Diolaiuti med fl., 2011), noe som førte til forslag om å gjennomføre ytterligere analyser for å evaluere ikke bare funksjonen til kunstige tildekkinger (generelt på isbreer ved bruk av nålefiltede geotekstiler laget av polypropylen eller polyester, og med en masse per arealenhet på 400 g/m²), men også ulike typer nålefiltede geotekstiler (forskjellig fra de tidligere i kjemisk sammensetning og/eller masse per arealenhet og/eller tykkelse).

Sommeren 2012 (fra 27. juni til 20. september) ble det derfor gjennomført et nytt eksperiment for å teste effektiviteten til en rekke nålefiltede geotekstiler karakterisert ved ulike sammensetninger og egenskaper (Senese med fl., 2013). Fem ulike nålefiltede geotekstiler (kalt COVERICE) ble brukt. De ble karakterisert ved ulik kjemisk sammensetning (polypropylen, polyester og polylactic acid), masse per arealenhet (fra 340 til 500 g/m²) og tykkelse (fra 3,00 til 4,40 mm ved 2 kPa). Deretter ble fem områder, hvert på 20 m x 3 m og i samme høyde over havet, dekket til, og gjennom hele avsmeltingssesongen ble SWE-mengden (snø/vann-ekvivalent) målt periodisk under de ulike kunstige tildekkningene og under naturlige forhold (dvs. ubeskyttede deler av isbreen i nærheten). I tillegg ble det også foretatt periodiske målinger av overflatens albedo (dvs. prosentandelen av reflektert solstråling) ved bruk av et bærbart radiometer (CNR4, Kipp&Zonen), og vi installerte termistorer og loggere (Tinytag) under geotekstilene (for å unngå direkte solstråling) for å foreta kontinuerlig måling av overflatetemperaturforholdene (Fig. 1). Albedo-analysen er viktig på grunn av effekten av netto solstråling i smelteprosessen. I realiteten er den tilgjengelige parameteren som i størst grad påvirker netto energien for smelting av is/snø netto solstråling (Oerlemans, 2000; Senese med fl., 2012). Den sistnevnte er analog med solstrålingen som blir absorbert av overflaten, og er derfor avhengig av overflateforholdene. Generelt er det nysnø (dvs. snø som nettopp har falt) som har de høyeste albedo-verdiene (0,9 eller høyere), når mindre enn 10 % av den innkommende solstrålingen blir absorbert og brukt i smelteprosessen. Under den naturlige smelteprosessen blir snøens refleksjonsevne redusert som følge av kompaktering, vann eller forekomst av støv (Senese med fl., 2012), noe som øker energiabsorberingen (Fig. 2 og 3). På den måten spiller overflatens refleksjonsegenskaper en viktig rolle i energibalansen og representerer en viktig parameter som må tas i betraktning.

Fordi COVERICE-geotekstilene er varmemestabilisatorer undersøkte vi også overflatetemperaturen, ved installasjon av termistorer under geotekstilene. De nålefiltede geotekstilene reduserer energien som er tilgjengelig for snøsmelting i grensesjiktet mellom snø og geotekstil som et mellomsjiktet. (så snart det er tykkere enn den kritiske verdien) over breens is. I realiteten er smeltemengden under mellomsjiktet styrt av energien som tilgjengelig på grenseflaten mellom mellomsjiktet og is (Mihalcea med fl., 2006; 2008). Den sistnevnte avhenger av den ledende varmeflukt, som kan utledes både fra temperaturgradienten fra toppen av mellomsjiktet til overflaten og fra den effektive termiske motstanden i mellomsjiktet.

Gjennom analyser av SWE og meteorologiske data kunne det slås fast at nålefiltede geotekstiler har gode egenskaper for å redusere snø- og issmelting. I realiteten ble snøsmeltingen redusert med opp til 73 % (Fig. 4 og 5) på grunn av høy albedo og lave temperaturverdier. Dette ser dessuten til å være i overensstemmelse med en høyere masse per arealenheter, som gjør overflatens refleksjonsevne mer stabil og reduserer den konduktive varmestrømmen til den underliggende snøen. Langs ytterkantene av geotekstilen var smeltingen høyere enn under de indre delene, på grunn av de direkte effektene av lufttemperaturen, som er høyere enn smeltepunktet om sommeren, og på den måten fremskynder avsmeltingen.

Eksempler på geotekstilenes evne til å redusere snø-/issmelting er vist i Fig. 6. Spesielt på Pitztaler-breen ble den nålefiltede geotekstilen brukt til å lage et snødeponi.



Fig. 1: Installasjon av Net radiometer for måling av albedo på overflaten (til venstre og til høyre over) og av termistorspisser og loggere (gul boks) under geotekstilene for å overvåke overflatetemperaturen (nederst til høyre).



Fig. 2: Eksempler på at Albedo med COVERICE geotekstil er høyere enn de for ubeskyttet snø.

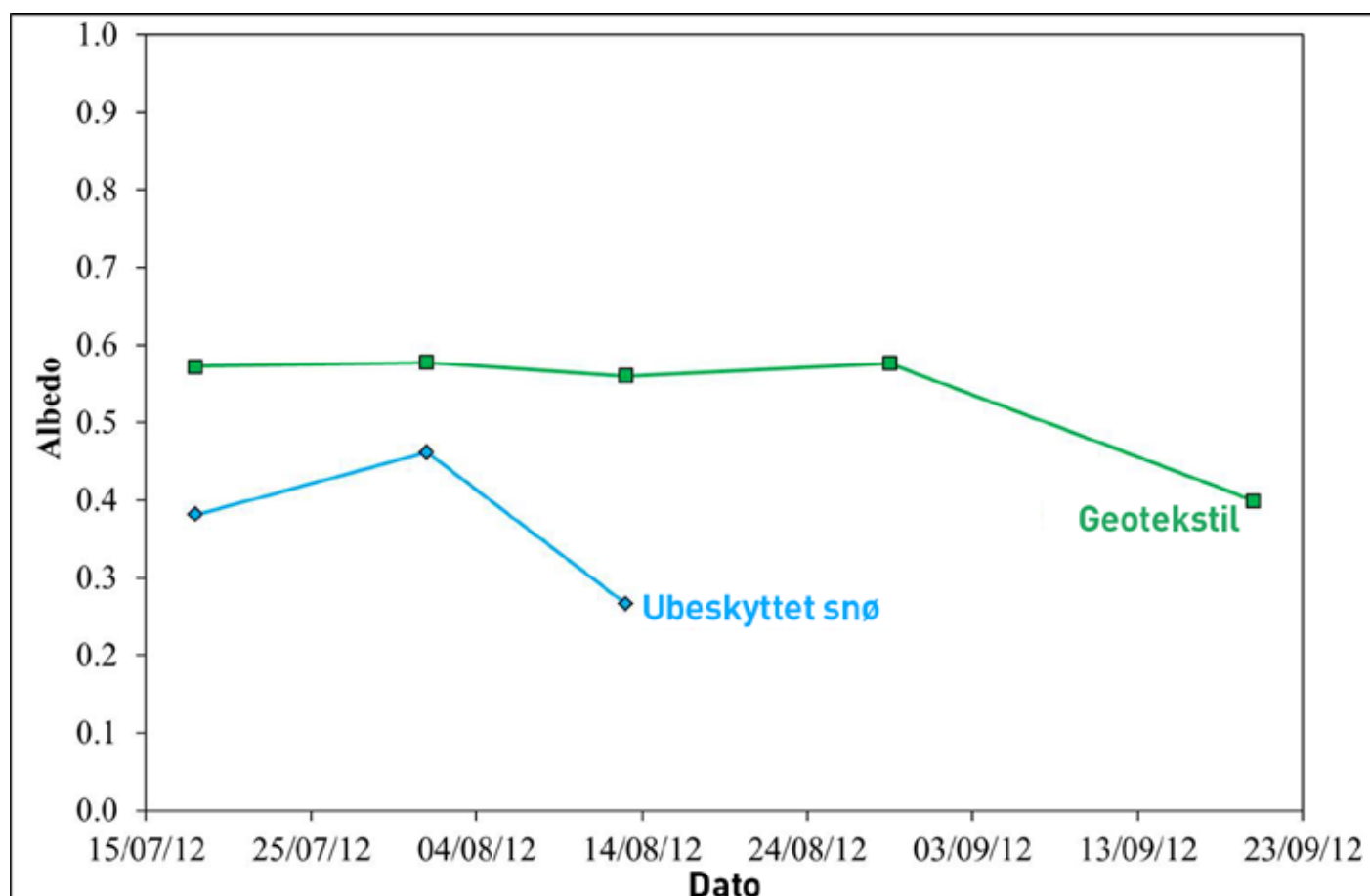


Fig. 3: Middelerdi for albedo-verdier (dvs. prosentandelen av reflektert solstråling) under naturlige forhold (ubeskyttet snø) og over overflaten dekket med COVERICE-geotekstil, fra 27. juni til 20. september 2012.

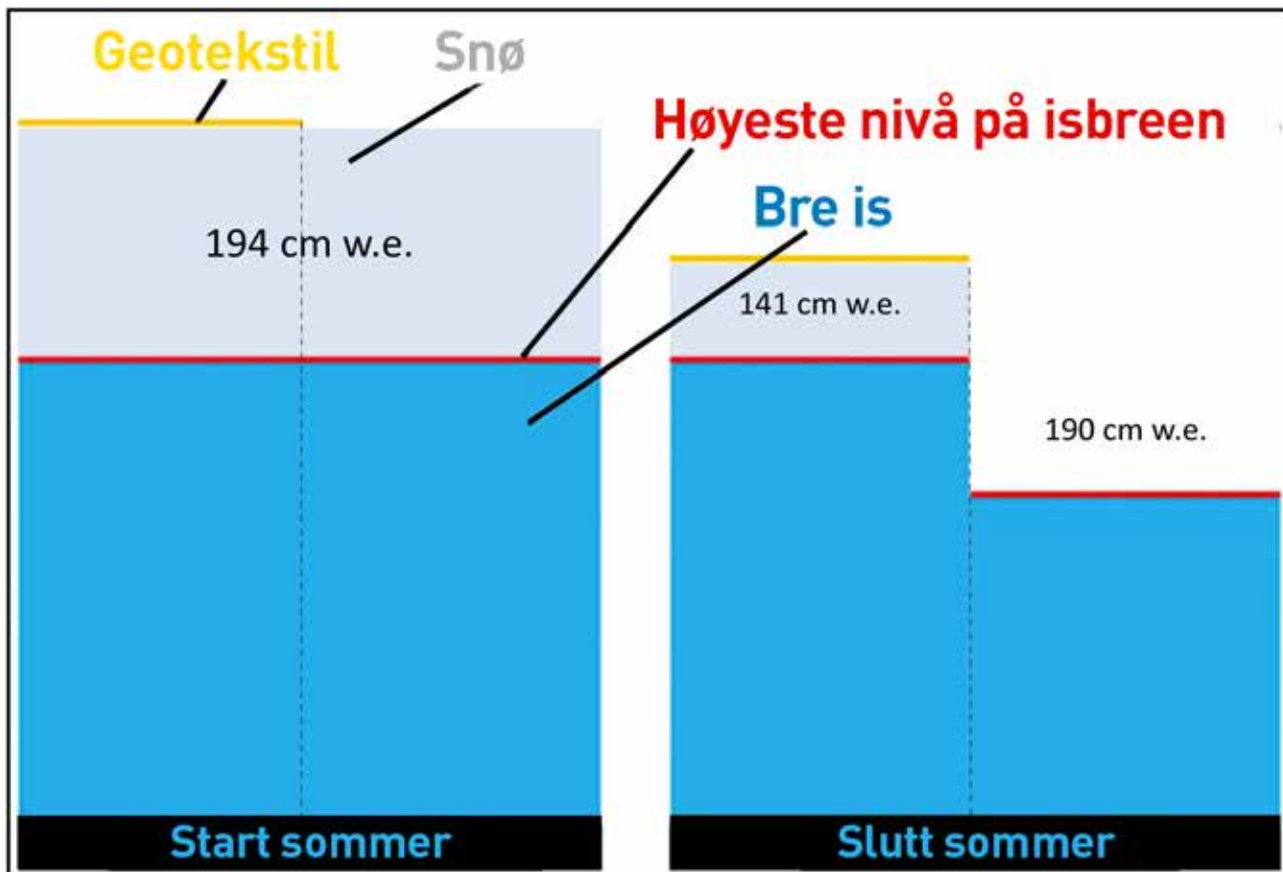


Fig. 4: En forenklet fremstilling av endring av snø- og isforholdene (ubeskyttede isbreområder) og under COVERICE-geotekstil fra begynnelsen (til venstre) til slutten (til høyre) av sommeren.

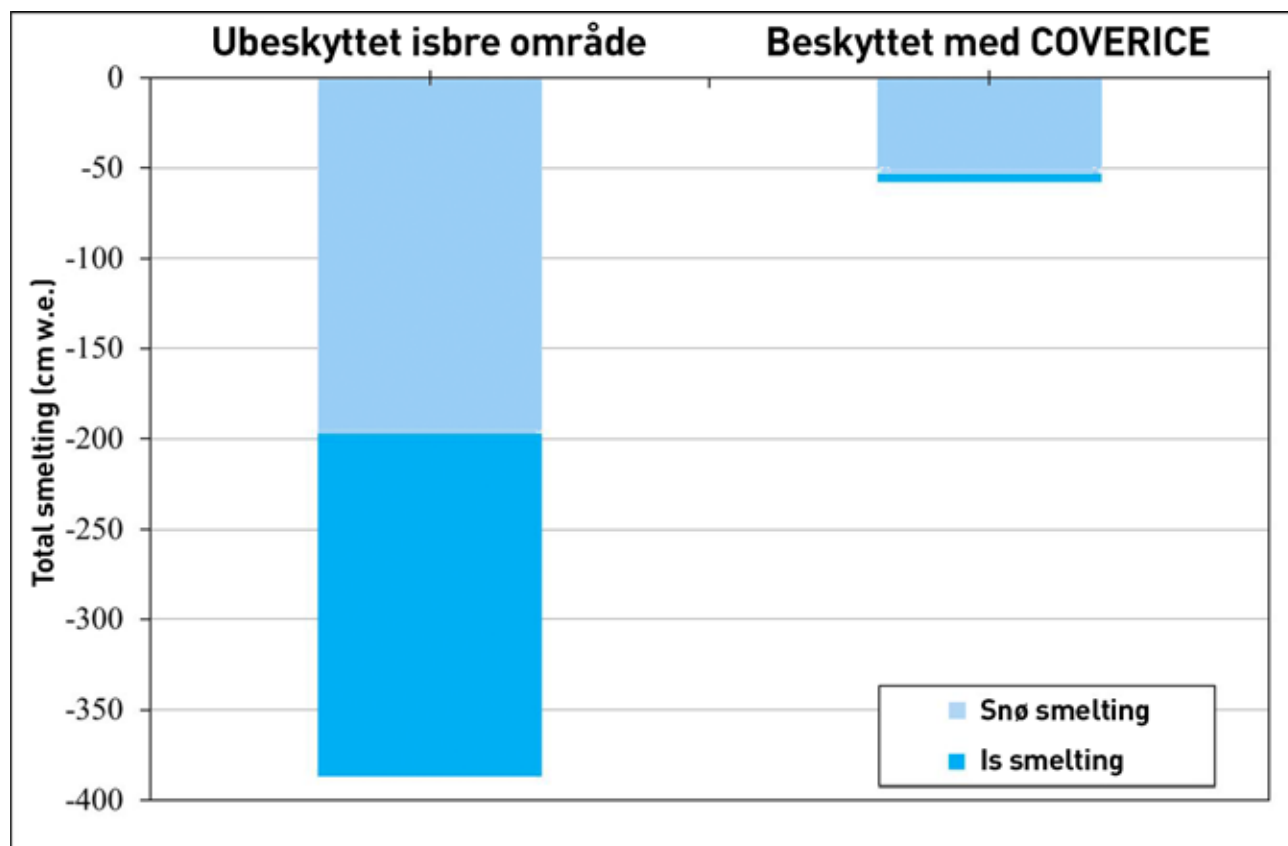


Fig. 5: Total smelting under naturlige forhold (ubeskyttede isbreområder) og under COVERICE-geotekstil fra 27. juni til 20. september 2012.



Fig. 6: Eksempler på geotekstilens effekt for å redusere snø-/isavsmelting: til venstre forskjellen mellom naturlig smeltet isbreeverflate og den bevarte snø-/isdybden under COVERICE-geotekstilen på Presena-breen (fra Senese med fl., 2013); til høyre den bevarte snømengden ved etablering av et snødeponi på Pitztaler-breen (Østerrike).

Referanser

Diolaiuti G., Senese A., Mosconi B., D'Agata C., Mihalcea C., Smiraglia C. and Trenti A. (2011): Effetti delle misure di protezione glaciale attiva sul bilancio energetico puntuale del Ghiacciaio Presena in provincia di Trento. *Neve & Valanghe*, 74, 54-63.

Mihalcea C., Mayer C., Diolaiuti G., Lambrecht A., Smiraglia C. and Tartari G. (2006): Ice ablation and meteorological conditions on the debris covered area of Baltoro Glacier (Karakoram, Pakistan). *Annals of Glaciology*, 43, 292-300.

Mihalcea C., Mayer C., Diolaiuti G., D'Agata C., Smiraglia C., Lambrecht A., Vuillermoz E. and Tartari G. (2008): Spatial distribution of debris thickness and melting from remote-sensing and meteorological data, at debris-covered Baltoro Glacier, Karakoram, Pakistan. *Annals of Glaciology*, 48, 49-57.

Oerlemans J. (2000): Analysis of a 3 year meteorological record from the ablation zone of Morteratschgletscher, Switzerland: energy and mass balance. *Journal of Glaciology*, 46(155), 571-579.

Senese A., Diolaiuti G., Mihalcea C. & Smiraglia C. (2012): Energy and mass balance of Forni Glacier (Stelvio National Park, Italian Alps) from a 4-year meteorological data record. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 44 (1), 122-134.

Senese A., Azzoni R., Mosconi B., Maragno D., Smiraglia C., Diolaiuti G. and Trenti A. (2013): Sperimentazione di nuovi geotessili per la riduzione della fusione nivoglaciale risultati dal Ghiacciaio del Presena nell'estate 2012. *Neve & Valanghe*, 80, 60-71.