

# 極淨之境？

全氟化合物 (PFCs) 雪地污染調查



重點摘要

GREENPEACE

[www.greenpeace.org/taiwan](http://www.greenpeace.org/taiwan)



# 1. 重點摘要

## 1.1 尋找線索

戶外品牌與供應商擅長以遺世獨立的高山湖泊，以及著名戶外探險家們喜愛攀登的偏遠雪山來大作廣告<sup>1</sup>。但是，在製造那些標榜防風防雨的戶外用品的過程中所使用的化學物質，卻在這片深受所有戶外愛好者眷戀的遙遠山林中留下不可抹滅的足跡。

為了搜尋這些化學物質在這些原始環境中的足跡與所造成的污染，綠色和平組成了八支探險隊，遠征考察散布於三大洲的偏遠山區，採集十個地點中的白雪和淡水樣本，加以分析一種存在於自然環境中的有毒化學物質-全氟化合物(per and poly-fluorinated chemicals, PFCs)的污染範圍與存在濃度。

許多科學研究表示仍無法解決PFCs廣泛存在於環境中的問題<sup>2</sup>。綠色和平希望透過這次獨特且全球性的探查之旅，提升戶外活動愛好者以及廣大群眾對於PFCs污染的關注與重視。

PFCs常被運用在工業生產過程與消費性產品上，同時也普遍被戶外服飾產業用來增加商品的防水及防污性能。PFCs具有獨特的化學特性，包括其穩定性強，以及防水和防油的特性。

然而，PFCs是一種對環境有害的化學物質，且具有環境持久性<sup>3</sup>；一旦被釋放到



環境中便難以分解，能夠存留在環境中達數年之久，並擴散到世界各處，在這次探查中，PFCs被發現存在於僻靜的高山湖泊中；同時，PFCs也會累積在生物體內，例如，在北極熊的肝臟與人類的血液中已發現PFCs的存在<sup>4</sup>。有些PFCs甚至會刺激腫瘤生長，影響荷爾蒙。之前綠色和平也有研究顯示，中國紡織工廠<sup>5</sup>的廢水、中國食用的魚類體內<sup>6</sup>以及歐洲11個國家的鱘魚體內都含有PFCs<sup>7</sup>。其他研究也包括曾在飲用水中發現PFCs的蹤跡<sup>8、9</sup>。在綠色和平2012年與2013年的研究報告中指出<sup>10、11、12</sup>，PFCs經常出現在

戶外品牌的衣物和鞋子中，而且PFCs (volatile PFCs)會從這些產品裡揮發到空氣中。

在這次新研究中，綠色和平發現這些化學物質竟然殘留在地球最偏遠與最原始的地方。八支探險隊所採集的白雪樣本中全數發現PFCs的足跡；PFCs不僅存在於去年冬天的降雪中，就連高山湖泊的水裡也含有存在數年以久的PFCs。而在這次分析所發現的PFCs中，所有的樣本都含有短鏈PFCs<sup>13</sup>，而目前多數的戶外用品品牌認為短鏈PFCs的危害性低於長鏈PFCs<sup>14</sup>。

- W. L. Gore & Associates GmbH (2014). GORE FABRICS RESPONSIBILITY Update  
  
<http://www.gore-tex.com/remote/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1289388191609&ssbinary=true>
- See box 3, Footprints in the snow
- OECD (2013). Synthesis Paper On Per- and Polyfluorinated Chemicals (PFCs), [http://www.oecd.org/env/ehs/risk-management/PFC\\_FINAL-Web.pdf](http://www.oecd.org/env/ehs/risk-management/PFC_FINAL-Web.pdf)
- OECD (2013), op.cit.
- Greenpeace (2011). Investigation of hazardous chemical discharges from two textile-manufacturing facilities in China [http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2011/07/Textile-manufacture\\_China.pdf](http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2011/07/Textile-manufacture_China.pdf)
- Greenpeace (2010). Swimming in Chemicals, Perfluorinated chemicals, alkylphenols and metals in fish from the upper, middle and lower sections of the Yangtze River, China, 25 August, 2010
- Santillo, D., Allsopp, M., Walters, A., Johnston, P. & Perivier, H. (2006) The presence of PFOS and other perfluorinated chemicals in eels (*Anguilla anguilla*) from 11 European countries. Greenpeace Research Laboratories Technical Note 07/2006, September 2006  
<http://www.greenpeace.to/greenpeace/?p=789>
- Wilhelm et al (2012). Occurrence of perfluorinated compounds (PFCs) in drinking water of North Rhine-Westphalia, Germany and new approach to assess drinking water contamination by shorter-chained C4-C7 PFCs, *Int J Hyg Environ Health*. 2010 Jun; 213(3):224-32
- OECD (2013), op.cit.
- Greenpeace e.V. (2012). Chemistry for any weather, Greenpeace tests outdoor clothes for perfluorinated toxins, October 2012 ; <http://www.greenpeace.org/romania/Global/romania/detox/Chemistry%20for%20any%20weather.pdf>
- Greenpeace e.V. (2013). Chemistry for any weather, Part II, Executive Summary, December 2013; [http://m.greenpeace.org/italy/Global/italy/report/2013/toxics/ExecSummary\\_Greenpeace%20Outdoor%20Report%202013\\_1.pdf](http://m.greenpeace.org/italy/Global/italy/report/2013/toxics/ExecSummary_Greenpeace%20Outdoor%20Report%202013_1.pdf)
- Greenpeace e.V. (2014). A red card for sportswear brands, Greenpeace tests shoes in the prerun of World Champion Ship, May 2014, <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/toxics/2014/Detox-Football-Report.pdf>

### 偏遠地區的PFCs

多年來科學家們不斷研究PFCs散播到偏遠地區的長途遷徙過程。尤其是毒理研究較多的PFCs，像是全氟辛酸 (PFOA) 或全氟辛烷磺酸 (PFOS)<sup>15</sup> 就常被發現存在於雪與水中。研究指出了三種PFCs在環境中可能的傳遞途徑<sup>16</sup>。某些PFCs能夠與懸浮顆粒結合，經由大氣傳遞，再夾帶於雨水與落雪中。

揮發性的PFCs如氟調聚物醇 (FTOHs) 和磺酸鹽都能夠透過大氣長途遷徙。這些被稱為前驅物質，在遷徙過程中會受到大氣氧化作用，因而轉變成可累積的全氟烷酸化合物，透過下雨或下雪留在高山湖泊中。最後，PFCs透過洋流遷徙到世界各地，包括北極與南極。

- “Long-chain perfluorinated compounds” refers to Perfluorocarboxylic acids (PFAC) with carbon chain lengths C8 and higher, including perfluorooctanoic acid (PFOA); Perfluoroalkyl sulfonates (PFAS) with sulfonic acid (PFHxS) and perfluorooctane sulfonate (PFOS) from: <http://www.oecd.org/ehs/pfc> this definition implies: short chain Perfluorocarboxylic acids are compounds with chain length C7 (PFHpA) and shorter short chain Perfluorosulfonic acids are compounds with chain length C5 (PFPeS) and shorter
- [https://www.patagonia.com/pdf/en\\_US/pfoa\\_and\\_fluorochemicals.pdf](https://www.patagonia.com/pdf/en_US/pfoa_and_fluorochemicals.pdf)
- See for example: Cai M, Yang H, Xie U, Zhao Z, Wang F, Lu Z, Sturm R, Ebinghaus R (2012). Per- and polyfluoroalkyl substances in snow, lake, surface runoff water and coastal seawater in Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica J. *Hazard. Mater.* 209–210: 335–342. Also see chapter 2.1 PFCs – global travellers
- Gawor A, Shunthirasingham C, Hayward SJ, Lei YD, Gouin T, Mmerek BT, Masamba W, Ruepert,

- Castillo LE, Shoeib M, Lee SC & Harner T, Wania F (2014). Neutral polyfluoroalkyl substances in the global Atmosphere. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 2014, 16, 404
- German Federal Environment Agency (Umwelt bundesamt, 2009): op.cit.
  - German Federal Environment Agency (Umwelt bundesamt, 2009): Do Without Per- And Polyfluorinated Chemicals And Prevent Their Discharge Into The Environment, p.11 <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3818.pdf>
  - Busch J.(2009): Analysis of poly- and perfluorinated compounds (PFCs) in landfill effluent using HPLC-MS/MS, GKSS report, Helmholtz-Gesellschaft, Geesthacht 2009
  - German Federal Environment Agency (Umweltbundesamt, 2009): op.cit The development of cell tumours has been observed in animal tests.
  - Madrid Statement (2015). <http://greensciencpolicy.org/madrid-statement/>
  - German Federal Environment Agency (Umweltbundesamt, 2009): op.cit The development of cell tumours has been observed in animal tests.
  - Madrid Statement (2015). <http://greensciencpolicy.org/madrid-statement/> / The Madrid Statement is based on: M. Scheringer, X. Trier, I. Cousins, P. de Voogt, T. Fletcher e, Z. Wang , T. Webster: Helsingor Statement on poly- and perfluorinated alkyl substances (PFASs), *Chemosphere*, Volume 114, November 2014, Pages 337–339, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565351400678X>

戶外用品產業並非PFCs的唯一來源，但卻是展現PFCs用途與環境污染關聯性的顯著案例。PFCs這類的化學物質會在產品製造、運送、儲存與使用的過程中被釋放出來；也因為並非所有的PFCs都能被汙水處理廠<sup>17</sup> 去除掉，所以從工廠廢水到家用洗衣機都有它們的足跡<sup>18</sup>。某些PFCs能夠在生產過程就直接逸出，少量一點的PFCs甚至直接在完成品上釋放。當含有PFCs的產品被丟棄掩埋時，會釋放出PFCs轉存在地下水或其它地表水中<sup>19</sup>。



PFCs是有害的化學物質，它們是人造的，在環境中不會自然生成，而且許多PFCs在環境中降解緩慢，因而被發現存在於世上最偏遠區域的雪、水和土壤之中。此外，一些PFCs可能會妨害生育能力，增進癌細胞發展<sup>20、21</sup>，或誘導突變的發生<sup>22</sup>。過去六十年來，這些物質被任意地廣泛使用在許多消費性和工業產品，其中最令人憂慮的就是具有毒性的長鏈(或者又稱C8)的PFCs，像是全氟辛酸 (PFOA) 和全氟辛烷磺酸 (PFOS)。雖然目前許多國家已經訂定法規禁止使用這兩種化學物質，但科學家仍預測這些物質在環境中的濃度，即使在2030年之後仍將持續攀升<sup>23</sup>。

另一方面，正因為PFCs具有環境持久性，加上不間斷的排放，導致環境中的存在濃度持續增高；另外，有些因較易降解而被視為替代性物質的PFCs，則在非人為作用的情況下，繼續在環境中累積。自2011年起，綠色和平發起去毒運動，不斷呼籲服裝產業在2020年之前淘汰生產鏈上的所有危險化學物質。現在，戶外用品產業更須趕快擬定具體計畫，採取行動以大幅減少使用PFCs，達到最終完全淘汰之目的。許多科學家也支持淘汰PFCs，更有超過兩百名來自三十八個國家的科學家們已簽署「馬德里聲明」<sup>24</sup> 呼籲所有的消費性產品都應淘汰使用PFCs，並非一定要使用PFCs，因為更好的替代性物質早已存在。

- Liu C, Chang WW, Gin KY, Nguyen VT (2014): Genotoxicity of perfluorinated chemicals (PFCs) to the green mussel (*Perna viridis*), *Sci Total Environ*. 2014 Jul 15;487:117-22
- Li L, Liu J, Hao X, Wang J, Hu J (2015). Forth coming increase of total PFAS emissions in China, Poster at Fluoros 2015 International Symposium on Fluorinated Organics in the Environment, Colorado 2015
- Madrid Statement (2015). Op.cit.

國家	地點	考察日期	雪採樣點的海拔高度	雪採樣點的GPS定位	雪中的PFC證據	水採樣點的海拔高度	水採樣點的GPS定位	水中的PFC證據
中國	哈巴雪山·香格里拉縣	2015 5/26.5/27	5053 m	27°19'38.16" 100°6'24.00"	有	5053 m	27°20'57.19" 100°04'117.38"	無法分析 <sup>25</sup>
俄羅斯	Altai Republic, Siberia	2015 6/8	1778 m	49°92'4450" 85°88'4698"	有	1778 m	49°92'4450" 85°88'4698"	有
義大利	Lake of Pilato, Monti Sibillini, Umbria	2015 5/28	1943 m	42°49'33" 13°15'56"	有	1943 m	42°49'33" 13°15'56"	有
瑞士	Lakes of Macun Swiss National Park	2015 6/19	2641 m	46°43'717" 10°07'549"	有	2636 m	46°43'729" 10°07'546"	有
斯洛伐克	ŽabiaBielovodská dolina, 高塔塔山	2015 5/26	1722 m	49°11'73.2" 20°05'560"	有	1700 m	49°11'73.2" 20°05'560"	有
瑞典	Kiruna, Övre Soppero	2015 6/2	511 m	68°15'30.6" 22°01'55.9"	有	N/A	無樣本	未採樣 <sup>26</sup>
挪威	Skibotridalen, Troms fylke	2015 6/3	616 m	69°11'54.5" 20°32'01.0"	有	N/A	無樣本	未採樣
芬蘭	Kilpisjärvi, Enontekiö	2015 6/4	742 m	69°04'17.8" 20°41'28.5"	有	N/A	Keine Probe	未採樣
智利	百內國家公園·巴塔哥尼亞	2015 6/10	900 m	-50°94'2886" -72°95'0042"	有	900 m	-50°94'2882" -72°95'0424"	有
土耳其	Rize-Çamlıhemşin and Erzurum Moryayla-Yedigöller, Kaçkar 群山	2015 6/13	3100 bis 3120 m	40°45'27" 40°50'29"	有, 但無現場空白樣品	2980 m	40°45'60" 40°50'40"	有, 但無現場空白樣品

25. PFC concentrations in the reference sample (field blank) were higher than in the sample  
26. No remote lake in that area

\* 表格內容為八支探險隊採集雪和水樣本的地點與相關資訊

## 1.2 遠征探查

綠色和平組成探險隊遠征三大洲一些最美麗且未受污染的地方，喚起大家關注一個存在已久，卻鮮為人知，甚至懸而未決的問題。在2015年5月和6月，八支探險隊成員穿著不含PFC的衣物，前往分布於三大洲內的偏遠山區，採集當地的雪與淡水樣本，再送達實驗室進行分析。

採樣地點決定為位置偏遠但仍可抵達的地方。作為雪樣本的關鍵條件為必須是最近沉降的雪(今年冬天)，而另一個條件則是那些雪自落下後，不得被當地可能含

有PFCs的來源所污染，像是來自居住區、滑雪活動、健行步道、牛群、工業或交通等地的PFCs污染源。

湖水(淡水)採樣地點則是選擇最不可能受到上述所提之污染來源的地方。

### 1.3 重要發現

2015年5月至6月期間，綠色和平八支探險隊遠赴十個國家。他們探查的結果顯示，PFCs這類的化學物質普遍存在全球各地的偏遠地區。PFCs並不會自然在環境中生成，所以並不應該在這些偏遠曠野中被發現。然而，就因PFCs能透過大氣環遊

世界，以氣體的形式或與空氣懸浮微粒結合，再經由下雨或下雪，累積在環境中。

值得注意的是，所有的雪樣本都發現PFCs的存在。濃度最高的樣本取自於斯洛伐克的高塔塔山、義大利亞平寧山脈附近的錫比利尼山，以及阿爾卑斯山(Lakes of Macun Swiss National Park)。雪樣本中測得最高濃度的物質為長鏈的PFNA(C9-PFC)，最高檢測濃度達0.755ng/l，以及PFHpA(C7-PFC)，在雪中測得明顯濃度達0.31 ng/l。

## 全氟化合物(PFCs)循環圖

### 全氟化合物(PFCs)

PFCs是對環境有危害且具有持久性的物質。一旦被釋放到環境中，因為降解速度非常緩慢，將會在環境中存在數年之久，同時遷徙到世界各地。

### 產業

PFCs被廣泛用於多種產業，從產品製造、使用、到最後丟棄過程中被釋放到環境中，也讓PFCs開始其環遊世界之旅。



### 環境

PFCs會從紡織品製造、含有PFCs產品使用與廢棄的各項過程中被釋放到環境中，然後再透過空氣、食物、水、灰塵等方式進入人體。

### 戶外用品

PFCs除了被運用在紡織業與戶外用品產品上，也被廣泛用於其他產品。丹麥環境部指出，揮發性PFCs - FTOHs的總生產量，有50%皆被用於消費性紡織品的浸漬處理上。

本次檢測的雪樣本中所測得的PFCs為PFHpA，濃度介於0.034-0.319ng/l之間，PFNA濃度最高達0.755ng/l，與其他針對西藏高山(PFHpA:0.241-0.982 ng/l)與南極(PFNA: 0.024-1.14 ng/l)雪樣的研究所得出之分析結果類似。

分析歐洲偏遠地區雪樣本的類似研究則顯示，瑞典雪樣本<sup>29</sup>中測得之PFNA濃度為0.0021ng/l，PFNA為0.0269ng/l，PFOA則為0.0665ng/l；而阿爾卑斯山脈雪樣本<sup>30</sup>測得PFNA濃度最高可達0.31ng/l，PFOA則為0.63ng/l。這次研究中，取自斯洛伐克(0.107與0.34

8ng/l)、瑞士(0.087 ng/l)和義大利(0.209 ng/l)的樣本中都發現PFOA的存在；而取自義大利的樣本(0.024 ng/l)則發現PFOS的存在。

採自於超過海拔5000公尺的中國哈巴雪山上的雪樣本，檢測到最低的PFCs濃度，卻也驗出磺酸鹽8:2FTS，而這個物質是之前研究從未發現過的。

在採樣的十個地點中，我們在六個地點發現短鏈PFCs的存在。包括在斯堪的那維亞半島的Treriksroset(挪威、芬蘭、瑞典)所採集的雪樣本檢測出短鏈PFCs - 氟磺酸PFBS(C4)，而且檢測出的濃度與其他研

究類似。不過，在瑞典<sup>31</sup>、挪威斯瓦爾巴群島<sup>32</sup>、以及阿爾卑斯山<sup>33</sup>的研究中所發現的PFBA(C4)，並未在綠色和平這次的雪樣本中測得。

而綠色和平在阿爾卑斯山、義大利亞平寧山脈與高塔塔山所採集的樣本中發現，短鏈PFCs主要為PFHxA，最高檢測出的濃度分別為0.87ng/l，0.120ng/l和0.161ng/l。以上檢測到的數值也與在瑞典(PFHxA 0.0175-154ng/l)與義大利(PFHxA 0.06-0.34ng/l)檢測的樣本相似。八支探險隊中有七隊也採集了高山湖泊的淡水樣本。這些樣本皆含有累積多年的PFCs，因此濃度比雪樣本都來得高。

其中，最偏遠湖泊水樣本中的短鏈PFCs濃度高於長鏈PFCs；巴塔哥尼亞、俄羅斯和瑞士的水樣本則分別檢測出短鏈C4、C5和C6化合物，濃度最高可達1.1ng/l。本次研究所測得的PFCs濃度均落在過去研究所測得的PFCs濃度範圍中，過去研究樣本包含來自美國<sup>36</sup>與奧地利阿爾卑斯山<sup>37</sup>之湖水。不過，這些研究測得之PFCs濃度比綠色和平這次研究來得高，原因推測於綠色和平這次前往人煙罕至且較難抵達之偏遠地區採樣所致。

27. Wang et.al (2014). op.cit.
28. Cai et. Al (2012). op.cit.
29. Codling G, Halsall C, Ahrens L, Del Vento S, Wiberg K, Bergknut M, Laudon H & Ebinghaus R (2014). The fate of per- and polyfluoroalkyl substances within a melting snowpack of a boreal forest. *Environmental Pollution* 191: 190–198
30. Kirchgeorg T, Dreyer A, Gabrieli J, Kehrwald N, Sigl M, Schwikowski M, Boutron C, Gambaro A, Barbante C, Ebinghaus R (2013): Temporal variations of perfluoroalkyl substances and polybrominated diphenyl ethers in alpine snow, *Environmental Pollution* 178 (2013) 367-374
31. Codling et al (2014): op.cit.
32. Kwok et al (2013): op.cit.
33. Kirchgeorg et al (2013): op.cit.
34. Codling G (2014). Op. cit
35. Kirchgeorg T, (2013): op-cit.
36. Furdui VI, Stock NI, Ellis D, Butt CM, Whittle DM, Crazier PW, Reiner EJ, Muir DCG, Mabury SA (2007): Spatial Distribution of Perfluoroalkyl Contaminants in Lake Trout from the Great Lakes. *Environ.Schi.Technol.* 41 (5) 1554-1559
37. Clara M, Weiss S, Sanz-Escribano D, Scharf, Scheffknecht C (2009): Perfluorinated alkylated substances in the aquatic environment: An Austrian case study, *Water Research* 43: 4760-4768

#### 1.4 「戶外用品」——成長中的產業

秀麗山川、廣闊森林、新降初雪和清澈河流的正面形象，是戶外用品製造商最常用來行銷他們的產品可適用於各種氣候與環境的手法。隨著消費者對大自然與戶外活動的興趣增溫，也帶動戶外活動服裝產業的快速發展，估計其2012年的全球產值就高達250億美元。<sup>38</sup>

雖然PFCs廣泛用於許多工業生產過程與消費性產品上，但其中一個主要的用途就是增加紡織品的防護功能，普遍用於戶外用品產業<sup>39</sup>。大量使用PFCs的戶外用品產業也意識到使用這種化學物質所產生的污染會影響品牌形象。廠商宣稱已經著手改善此問題，不再使用部份有害物質，例如長鏈PFCs（分子鏈有 8 個或更多碳原子），包括PFOA和PFOS，並以短鏈的C4至C6 PFCs取代。然而，這些替代性化學物質仍可能持續或加劇PFCs的污染問題，因為如果要達到跟長鏈PFCs一樣的防護功能，必須使用更大量的短鏈PFCs。此外，許多短鏈PFCs更不穩定且容易揮發，反而更能迅速散佈到全球各地的水和空氣中。現在戶外用品產業所採取的有限作為完全無法保護這些深受其顧客喜愛的自然環境。到目前為止，戶外用品產業不僅對綠色和平去毒運動多次提出的警告置之不理，更忽略淘汰所有PFCs作為防水膜和塗料之必要性。

綠色和平時尚去毒運動主要關注全球紡織產業使用有毒有害化學物質的問題。承諾去毒的時尚品牌將在2020年之前，從生產鏈及產品中淘汰有毒有害化學物質，目前已經有超過30個國際時尚品牌、運動品牌，如Zara和adidas已承諾去毒。這些品牌產量佔全球紡織品產量的15%。一些規模較小的戶外品牌，如Paramo，Pyua，Rotauf，Fjällräven和R'ADYS已經推出不含PFC且具有防水功能的服裝。相較之下，著名的戶外運動品牌如 The North Face、Columbia、Patagonia、Salewa和Mammut卻尚未負起應負的責任。他們幾乎所有的防水服飾都使用大量的PFC，而Jack Wolfskin 和 Vaude 僅有小部分產品不含PFC。

#### 1.5 減少戶外用品產業的化學足跡

如這份報告結果所示，揮發性PFCs的不斷地在全球遷徙，甚至殘留在寒冷且偏遠的山區。而在遷徙的過程中，有些物質轉變成更有害且具環境持久性的PFCs，帶給環境更嚴重的污染。PFCs一旦釋出，便難以控管。戶外品牌在廣告中使用極淨美麗的自然風情，用以推銷他們的「永續」商品；但同時，這些品牌卻也同時傳播有毒有害化學物質，將PFCs散播到地球上最遠的角落，污染了原本應該純淨的自然環境。

無論是戶外用品品牌或是政策制定者，都

應該確保倍受爭議的長鏈PFCs不應由易揮發或短鏈PFCs所取代。不含PFCs的替代性物質已經存在，實在沒有必要冒著可能擴大環境中PFCs污染的風險而使用短鏈PFCs取代長鏈PFCs。

戶外用品品牌必須做出可信且可靠的去毒承諾，停止使用有毒有害化學物質，擬定合理的時間表，以及在短期內制訂在生產過程中淘汰PFCs的具體措施。這也是一個給予化學產業的重要訊息，要求他們更積極研發無毒的替代物質。

為求公信力，淘汰PFCs的相關資訊必須透明化，在全球線上平台公布其製造商排放的廢水所含有毒有害化學物質的數據<sup>40</sup>，透過資訊公開，顯示使用量減少狀況。目前，已經有其他公司陸續公開相關數據，因此戶外用品品牌理應立即要求其供應商公布相關資訊，還給大眾，包含當地居民，了解對於化學物質排放的知情權。

政策制定者也必須採取行動。鑒於許多PFCs具有危害性，包括作為長鏈PFCs替代物質的短鏈PFCs可能轉變成持久性污染等等，由此可見，僅是規範部分PFCs，像是PFOA和PFOS是不夠的。綠色和平呼籲政策制定者應該以預警性原則為基礎<sup>41</sup>，全面限制各種PFCs。

要品牌與政策制定者做出改變，公眾的壓力是至關重要的——從自然愛好者、戶

外和野外運動愛好者，如登山客、滑雪者和徒步旅行者，還有城市的居民和家庭——任何在乎大自然的未來和自身健康的人。如果現在不採取行動，抑制PFCs在全球擴散，將會導致更嚴重且無法預知的污染發生，未來可能需要耗費數十年或更久的時間來處理這些污染物。戶外用品產業和政策制定者需要聽到你的聲音，請督促他們採取行動，淘汰使用所有PFCs。

38. VF Corporation (2013). Presentation, 17x17, Powerful Brands/Powerful Platforms, June 11, 2013 New York City page 33 (NPD Global sports market estimate), <http://vf17x17.com/pdf/2013%20VFC%20Investor%20Day-Presentation.pdf>
39. Danish Ministry of Environment (2013), Survey of PFOS, PFOA and other perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances, part of the LOUS-review, 29-04-2013, Environmental Project No. No. 1475, 2013; p..58 <http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2013/apr/survey-of-pfos-pfoa-and-other-perfluoroalkyl-and-polyfluoroalkyl-substances-part-of-the-lous-review/> - main page <http://eng.mst.dk/topics/chemicals/assessment-of-chemicals/lous-surveys-and-strategies/>
40. IPE – Chinese Institute for Environmental Affairs; which is the only credible global chemical discharge disclosure platform
41. Precautionary Principle: This means taking preventive action before waiting for conclusive scientific proof regarding cause and effect between the substance (or activity) and the damage. It is based on the assumption that some hazardous substances cannot be rendered harmless by the receiving environment (i.e. there are no 'environmentally acceptable'/'safe' use or discharge levels) and that prevention of potentially serious or irreversible damage is required, even in the absence of full scientific certainty. The process of applying the Precautionary Principle must involve an examination of the full range of alternatives, including, where necessary, substitution through the development of sustainable alternatives where they do not already exist.

**Table 1** results PFC (in ng/l) in snow samples from Greenpeace expeditions into remote areas

Country	NRO sample number	Sample type	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTrA	PFTA	PFBS	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFDeS	H4PFOS	8:2 FTS	PFOSA
Russia Altay Mountains	RUAS1 + RUAS2	snow	< 0,185	< 0,024	< 0,018	<b>0,036</b>	<b>0,040</b>	< 0,030	< 0,009	<b>0,049</b>	<b>0,008</b>	<b>0,212</b>	<b>0,270</b>	< 0,007	< 0,038	<b>0,058</b>	<b>0,009</b>	< 0,003	< 7,233	< 0,024	<b>0,100</b>
	RUAS0	field blank	< 0,392	<b>0,102</b>	< 0,038	<b>0,053</b>	< 0,077	< 0,065	< 0,021	<b>0,029</b>	< 0,015	< 0,059	<b>0,013</b>	< 0,016	< 0,082	< 0,051	< 0,012	< 0,008	< 15,30	< 0,050	< 0,101
China Haba Snow Mountains	HBSNOW01	snow	< 0,298	< 0,039	< 0,029	<b>0,016</b>	< 0,058	< 0,049	< 0,016	< 0,021	< 0,011	< 0,045	< 0,009	< 0,012	< 0,062	< 0,038	< 0,009	< 0,006	< 11,65	<b>0,092</b>	< 0,077
	HBSNOW04	snow	< 0,299	< 0,039	<b>0,034</b>	<b>0,020</b>	< 0,059	< 0,049	< 0,016	< 0,021	< 0,011	< 0,045	< 0,009	< 0,012	< 0,062	< 0,039	< 0,009	< 0,006	< 11,68	<b>0,045</b>	< 0,077
	HBSNOW BLANK	field blank	< 0,502	< 0,065	< 0,049	< 0,026	< 0,099	< 0,083	< 0,027	< 0,036	< 0,020	< 0,076	< 0,016	< 0,020	< 0,105	< 0,065	< 0,016	< 0,010	< 19,61	< 0,065	< 0,129
Sweden Kiruna/Övre	S1S + S2S	snow	< 0,171	<b>0,064</b>	< 0,016	<b>0,050</b>	< 0,033	< 0,028	< 0,009	<b>0,072</b>	< 0,006	<b>0,051</b>	<b>0,050</b>	<b>0,040</b>	< 0,035	< 0,022	<b>0,007</b>	<b>0,006</b>	< 6,694	< 0,022	<b>0,123</b>
	SFBS	field blank	< 0,532	< 0,069	< 0,052	< 0,028	< 0,105	< 0,088	< 0,028	< 0,038	< 0,021	< 0,080	< 0,017	< 0,021	< 0,111	< 0,069	< 0,017	< 0,011	< 20,78	< 0,068	< 0,137
Norway Troms fylke		snow 1	< 0,274	<b>0,066</b>	< 0,027	<b>0,058</b>	< 0,054	< 0,045	< 0,014	<b>0,063</b>	< 0,010	< 0,041	<b>0,035</b>	<b>0,038</b>	< 0,057	< 0,035	<b>0,009</b>	< 0,005	< 10,73	< 0,035	< 0,071
		snow 2	< 0,290	< 0,038	< 0,028	<b>0,034</b>	< 0,057	< 0,048	< 0,015	<b>0,048</b>	< 0,011	<b>0,115</b>	<b>0,045</b>	<b>0,036</b>	< 0,060	< 0,037	<b>0,011</b>	< 0,006	< 11,34	< 0,037	< 0,075
	NFBS	field blank	< 0,505	< 0,066	< 0,050	< 0,026	< 0,099	< 0,084	< 0,027	< 0,036	< 0,020	< 0,076	< 0,016	< 0,020	< 0,106	< 0,066	< 0,016	< 0,010	< 19,74	< 0,065	< 0,130
Finland Kilpisjärvi	F1S + F2S	snow	<b>0,163</b>	<b>0,055</b>	< 0,015	<b>0,050</b>	<b>0,034</b>	< 0,026	< 0,008	<b>0,064</b>	< 0,006	< 0,024	<b>0,058</b>	<b>0,038</b>	< 0,033	< 0,020	<b>0,023</b>	<b>0,008</b>	< 6,269	< 0,020	<b>0,061</b>
	FFBS	field blank	< 0,516	< 0,067	< 0,051	< 0,027	< 0,102	< 0,086	< 0,027	< 0,036	< 0,020	< 0,078	< 0,016	< 0,021	< 0,108	< 0,067	< 0,016	< 0,011	< 20,15	< 0,066	< 0,133
Slovakia High Tatras	S1A	snow	< 0,325	<b>0,078</b>	<b>0,067</b>	<b>0,221</b>	<b>0,107</b>	<b>0,722</b>	<b>0,183</b>	<b>0,067</b>	<b>0,056</b>	< 0,049	< 0,010	<b>0,070</b>	<b>0,161</b>	< 0,042	< 0,143	< 0,006	< 12,68	<b>0,330</b>	<b>0,157</b>
	S1B	snow	< 0,389	<b>0,065</b>	<b>0,161</b>	<b>0,282</b>	<b>0,348</b>	<b>0,659</b>	<b>0,137</b>	<b>0,092</b>	<b>0,021</b>	< 0,058	< 0,012	<b>0,022</b>	< 0,081	< 0,050	<b>0,015</b>	< 0,008	< 15,19	<b>0,052</b>	< 0,100
	SFB	field blank	< 0,503	<b>0,071</b>	< 0,049	<b>0,031</b>	< 0,099	< 0,084	<b>0,047</b>	< 0,036	<b>0,021</b>	< 0,076	< 0,016	< 0,020	< 0,105	< 0,065	< 0,016	< 0,010	< 19,66	< 0,065	< 0,130
Switzerland Alps/Lake Macun	Macun_GPCH_Snow No. 1	snow	< 0,301	<b>0,051</b>	< 0,029	<b>0,199</b>	< 0,059	<b>0,321</b>	<b>0,031</b>	<b>0,040</b>	< 0,012	< 0,045	< 0,009	< 0,012	< 0,063	< 0,039	< 0,009	< 0,006	< 11,75	< 0,039	< 0,077
	Macun_GPCH_Snow No. 2	snow	< 0,335	<b>0,150</b>	<b>0,087</b>	<b>0,319</b>	<b>0,087</b>	<b>0,479</b>	<b>0,045</b>	<b>0,061</b>	< 0,013	< 0,050	< 0,010	< 0,013	< 0,070	< 0,043	< 0,010	< 0,007	< 13,07	<b>0,055</b>	< 0,086
	Macun_GPCH_Snow No. 3FB	field blank	< 0,312	<b>0,076</b>	<b>0,035</b>	<b>0,058</b>	< 0,061	< 0,052	<b>0,023</b>	< 0,022	< 0,012	< 0,047	< 0,009	< 0,012	< 0,065	< 0,040	< 0,010	< 0,006	< 12,18	<b>0,067</b>	< 0,080
Chile Patagonia /Torres del Paine	SS1 + SS2	snow	< 0,521	< 0,068	< 0,051	<b>0,094</b>	< 0,103	< 0,087	< 0,028	<b>0,090</b>	< 0,020	<b>0,305</b>	<b>0,021</b>	<b>0,029</b>	< 0,109	< 0,068	< 0,016	< 0,011	< 20,35	< 0,067	< 0,134
	SS3	field blank	< 0,346	< 0,045	< 0,034	< 0,018	< 0,068	< 0,057	< 0,018	< 0,024	< 0,013	< 0,052	< 0,011	< 0,014	< 0,072	< 0,045	< 0,011	< 0,007	< 13,52	< 0,044	< 0,089
Italy Appennines Sibillini Mountains	ISS1	snow	< 0,351	< 0,046	<b>0,120</b>	<b>0,240</b>	<b>0,209</b>	<b>0,755</b>	<b>0,170</b>	<b>0,194</b>	<b>0,046</b>	< 0,053	<b>0,020</b>	< 0,014	< 0,073	< 0,045	<b>0,024</b>	< 0,007	< 13,71	< 0,045	< 0,090
	ISS2	field blank	< 0,344	< 0,045	< 0,034	< 0,018	< 0,068	< 0,057	< 0,018	< 0,024	< 0,013	< 0,052	< 0,011	< 0,014	< 0,072	< 0,044	< 0,011	< 0,007	< 13,43	< 0,044	< 0,088
Turkey Kackar Mountains	TUR02	snow	< 0,262	<b>0,044</b>	<b>0,070</b>	<b>0,118</b>	<b>0,219</b>	<b>0,059</b>	<b>0,042</b>	< 0,018	< 0,010	< 0,039	< 0,008	< 0,010	< 0,054	< 0,034	< 0,008	< 0,005	< 10,23	<b>0,038</b>	< 0,067

# 2

**Table 2** results PFC in water samples from Greenpeace expeditions into remote areas

Country	NRO sample number	Sample type	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	(PFTrA	PFTA	PFBS	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFDeS	H4PFOS	8:2 FTS	PFOSA
<b>Russia</b> Altay Mountains	RUAW1 + RUAW2	water	<b>0,605</b>	< 0,034	< 0,025	<b>0,174</b>	<b>0,173</b>	<b>0,151</b>	<b>0,039</b>	<b>0,037</b>	< 0,010	< 0,039	< 0,008	< 0,010	< 0,054	< 0,034	<b>0,010</b>	< 0,005	< 10,17	< 0,033	< 0,067
	RUAW0	field blank	< 0,495	< 0,065	< 0,049	< 0,026	<b>0,170</b>	< 0,082	< 0,026	< 0,035	< 0,019	< 0,075	< 0,015	< 0,020	< 0,104	< 0,064	< 0,015	< 0,010	< 19,36	< 0,064	< 0,128
<b>China</b> Haba Snow Mountains	HBW03 + HBW04	water	< 0,233	< 0,030	< 0,023	< 0,012	< 0,046	< 0,038	< 0,012	< 0,016	< 0,009	< 0,035	< 0,007	< 0,009	< 0,048	< 0,030	< 0,007	< 0,004	< 9,100	< 0,030	< 0,060
	HBW BLANK	field blank	< 0,526	<b>0,732</b>	<b>0,062</b>	<b>0,179</b>	<b>0,338</b>	< 0,087	<b>0,030</b>	< 0,037	< 0,021	< 0,079	< 0,016	< 0,021	< 0,110	< 0,068	0,020	< 0,011	< 20,57	< 0,068	< 0,136
<b>Slovakia</b> High Tatras	W1A	water	< 0,521	<b>0,216</b>	<b>0,083</b>	<b>0,137</b>	<b>0,191</b>	<b>0,117</b>	<b>0,047</b>	<b>0,051</b>	< 0,020	< 0,078	< 0,016	< 0,021	< 0,109	< 0,068	<b>0,030</b>	< 0,011	< 20,35	< 0,067	< 0,134
	W1B	water	< 0,526	<b>0,121</b>	<b>0,087</b>	<b>0,096</b>	<b>0,190</b>	<b>0,118</b>	<b>0,048</b>	<b>0,052</b>	<b>0,024</b>	< 0,079	<b>0,021</b>	< 0,021	< 0,110	< 0,068	< 0,016	< 0,011	< 20,57	< 0,068	< 0,136
	WFB	field blank	< 0,526	< 0,069	< 0,052	< 0,027	<b>0,470</b>	< 0,087	< 0,028	< 0,037	< 0,021	< 0,079	< 0,016	< 0,021	< 0,110	< 0,068	< 0,016	< 0,011	< 20,57	< 0,068	< 0,136
<b>Switzerland</b> Alps/Lake Macun	Macun_ GPCH_Water No. 1	water	<b>0,773</b>	< 0,062	<b>0,156</b>	<b>0,326</b>	<b>0,561</b>	<b>0,233</b>	<b>0,051</b>	< 0,033	< 0,018	< 0,071	< 0,015	<b>0,075</b>	< 0,099	< 0,061	<b>0,089</b>	< 0,010	< 18,45	< 0,061	< 0,122
	Macun_ GPCH_Water No. 2	water	< 0,481	< 0,063	<b>0,127</b>	<b>0,225</b>	<b>0,355</b>	<b>0,140</b>	<b>0,048</b>	< 0,034	< 0,019	< 0,072	< 0,015	<b>0,056</b>	< 0,101	< 0,062	<b>0,053</b>	< 0,010	< 18,80	< 0,062	< 0,124
	Macun_ GPCH_Water No. 3FB	field blank	< 0,477	< 0,062	< 0,047	< 0,025	<b>0,248</b>	< 0,079	< 0,025	< 0,034	< 0,019	< 0,072	< 0,015	< 0,019	< 0,100	< 0,062	< 0,015	< 0,010	< 18,62	< 0,061	< 0,123
<b>Chile</b> Patagonia Torres del Paine	WS1+WS2	water	<b>1,118</b>	< 0,038	<b>0,038</b>	<b>0,025</b>	< 0,057	< 0,048	< 0,015	< 0,020	< 0,011	< 0,044	< 0,009	< 0,012	< 0,061	< 0,038	< 0,009	< 0,006	< 11,41	< 0,037	< 0,075
	WS3	field blank	< 0,538	< 0,070	< 0,053	< 0,028	< 0,106	< 0,089	< 0,028	< 0,038	< 0,021	< 0,081	< 0,017	< 0,022	< 0,112	< 0,070	< 0,017	< 0,011	< 21,00	< 0,069	< 0,139
<b>Italy</b> Appenines Lago di Pilato	IWS1	water	< 0,468	< 0,061	< 0,046	<b>0,084</b>	< 0,092	< 0,078	<b>0,035</b>	< 0,033	< 0,018	< 0,070	< 0,014	<b>0,031</b>	< 0,098	< 0,061	< 0,015	< 0,009	< 18,28	< 0,060	< 0,120
	IWS2	field blank	< 0,532	< 0,069	< 0,052	< 0,028	< 0,105	< 0,088	< 0,028	< 0,038	< 0,021	< 0,080	< 0,017	< 0,021	< 0,111	< 0,069	< 0,017	< 0,011	< 20,78	< 0,068	< 0,137
<b>Turkey</b> Kaçkar Mountains	TUR01	water	< 0,495	< 0,065	<b>0,070</b>	<b>0,100</b>	<b>0,113</b>	< 0,082	<b>0,041</b>	< 0,035	< 0,019	< 0,075	< 0,015	<b>0,034</b>	< 0,104	< 0,064	< 0,015	< 0,010	< 19,36	< 0,064	< 0,128

