

Nu äntligen kan vi ta itu med världens största förgiftningskatastrofer.

Naturligt förekommande arsenik i brunnsvattnet i Bangladesh är enligt WHO världens genom tiderna största förgiftningskatastrof.

Fluorid i brunnsvatten är en annan förgiftningskatastrof som ännu inte har uppmärksammats på samma sätt internationellt.

Dessa katastrofer har uppkommit nyligen.

Professor Dipankar Chakraborty från Kolkata i Västbengalen var den förste som fäste världens uppmärksamhet på problemet. År 1995 organiserade han en internationell konferens om arsenik i brunnsvatten i Kolkata och problemet uppmärksammades så småningom av myndigheter och internationella media.

Allt fler floder och sjöar har under senare tid blivit otjänliga för dricksvatten på grund av föroreningar från jordbruk, stadsavlopp och industri. Som alternativ har man borrar brunnar. På många områden innehåller emellertid grundvattnet skadliga naturliga ämnen som radon, uran, fluorid och arsenik. (Alla dessa ämnen tas bort av vår utrustning.)

Eftersom vi arbetade på KTH med en utomordentligt effektiv metod för att rena vatten tog professor Gunnar Jacks kontakt med oss och berättade om problemen med arsenik i Indien och Bangladesh. Han var god vän med Professor Chakraborty och inte långt senare fick vi förfrågningar från Asiatiska Investeringsbanken som hade fått kännedom om vår teknik. De bad oss bland annat att ta kontakt centralt med Världsbanken, vilket vi gjorde.

Käre herr Säask,

Paul Wolfowitz, chef för Världsbanken, har bett mig att svara på ditt brev daterat den 6e september 2005, om en lösning på arsenikproblemet i Bangladesh.

Tack för brevet och presentationen som kommer att föras vidare till vårt landteam och delas med lämpliga tekniska specialister som arbetar med arsenikproblemet. Som du mycket riktigt har noterat, är arsenik en fortlöpande och svår utvecklingsutmaning i Bangladesh. Världsbanken och andra givarorganisationer arbetar med regeringen för att bedöma möjliga lösningar. Därför uppskattar vi din uppföljning från mötet med James Wolfensohn 2001.”

(Paul Wolfensohn var president 1995-2005 och Paul Wolfowitz 2005 - 2007).

Eftersom det inte fanns etablerade tekniker för att ta bort dessa giftiga ämnen tvingades miljontals människor att dricka hälsovådligt vatten.

Vi hade redan då tekniken och gjorde labtester på Karolinska Institutet för att verifiera.

Efter många mödosamma år har vi nu, år 2023, lyckats få fram en kommersiell utrustning som kan lösa problemet.

Ett stort antal brunnar har höga halter av hälsovådliga ämnen.

Uppskattad förekomst av skadliga mängder av arsenik i brunnar i Bangladesh

The estimated occurrence of harmful levels of arsenic in tubewells in Bangladesh is alarmingly high, making it one of the largest cases of mass poisoning in history. In recent times it has been established that arsenic contamination in groundwater is present in 62 districts of Bangladesh among 64 districts [Rahaman et al., 2022], as shown in Fig. 1. Tubewells are considered as one of the main sources of drinking water in rural areas of Bangladesh and the arsenic-contaminated tubewells are distributed in the entire country [Ahmad et al., 2018]. Tubewell water is the primary source of drinking water for approximately 97 percent of the rural population of Bangladesh [Rahaman et al., 2022]. In 2000, about 11 million tubewells were present in Bangladesh where half of the tubewells had been projected to supply drinking water with an arsenic concentration more than the national standard (50 µg/L) [Smith et al., 2000]. According to a feasibility report published in 2015 by DPHE showed that about 29% wells supply drinking water with an arsenic concentration more than the Bangladesh drinking water standard limit of 50 µg/L (Fig. xx) [DPHE, GoB 2015; <http://www.dphe.gov.bd/site/page/b8e6dbfe-bcf0-4280-a267-9a491862d382/>].

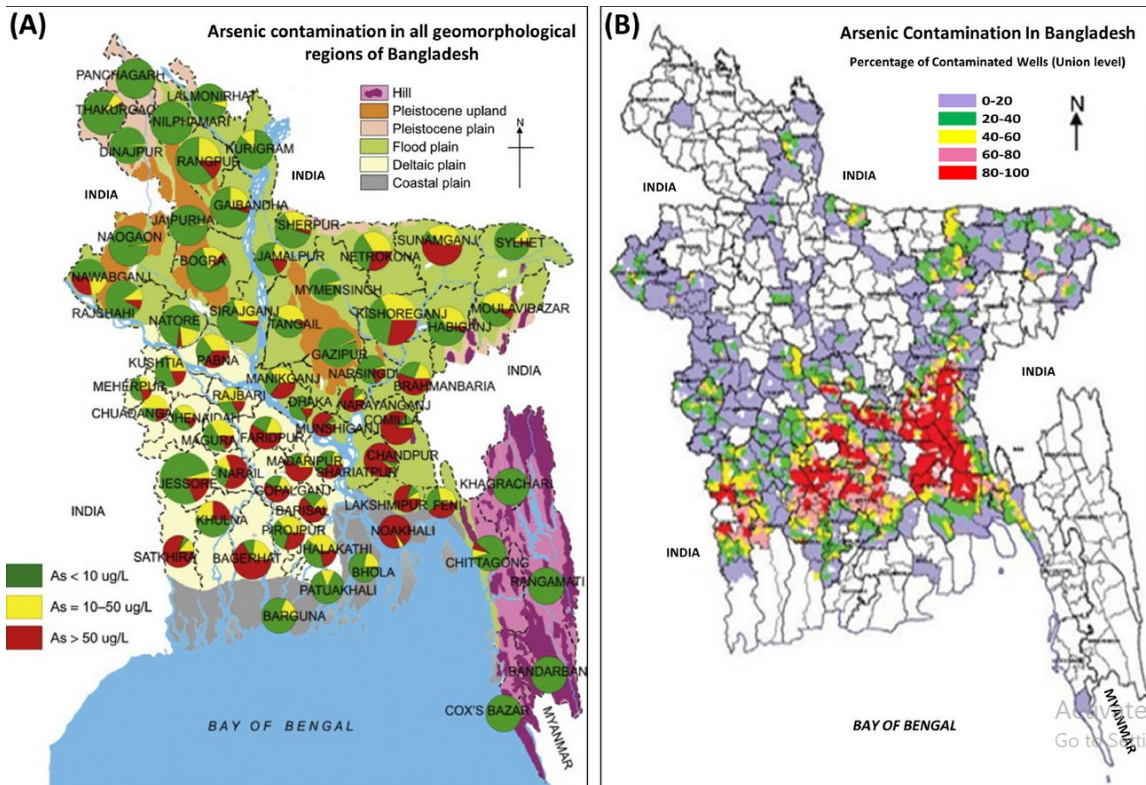


Fig. 1. Scenarios of arsenic contamination in Bangladesh. (A) Distribution of arsenic concentration ranges in all geomorphological regions [Chakraborti et al., 2015]; (B) Arsenic contaminated wells in Bangladesh [DPHE, GoB 2015]. *Uppskattad förekomst av skadliga mängder av arsenik i brunnar i andra delar av världen*

The natural contamination of As in groundwater has been reported worldwide, and the majority of these belong to South Asian and South American regions [see Fig. 2; Podgorski and Berg, 2020]. Nearly 108 countries of the globe affected by arsenic contamination in groundwater. More than 230 million people, including 180 million from Asia are at risk. However, the South and Southeast Asian Belt is considered as the most arsenic polluted areas including India, Bangladesh, Nepal, Vietnam and China [Podgorski and Berg, 2020]. The developed countries, like USA and Canada, also experience widespread levels of arsenic contamination in groundwater although the concentrations are characteristically lower in comparison with the Asian countries. *Here are some notable examples:*

West Bengal, India: Similar to Bangladesh, West Bengal faces severe arsenic contamination in groundwater, affecting millions of people with risks of chronic arsenicosis.

Argentina: Parts of Argentina, especially in the Chaco-Pampean Plain, have high levels of arsenic in groundwater, leading to endemic health issues among the population.

Chile: Northern Chile has experienced arsenic contamination due to both natural sources and mining activities, with historical exposure levels significantly impacting public health.

United States: Certain areas, particularly in the western states, have been found to have elevated arsenic levels in groundwater, affecting private well users.

China: Several provinces, including Inner Mongolia, Shanxi, and Xinjiang, have reported high arsenic levels in groundwater, posing health risks to local communities.

Pakistan: High levels of arsenic have been detected in the Punjab region, affecting a large number of people with potential health risks from drinking contaminated water.

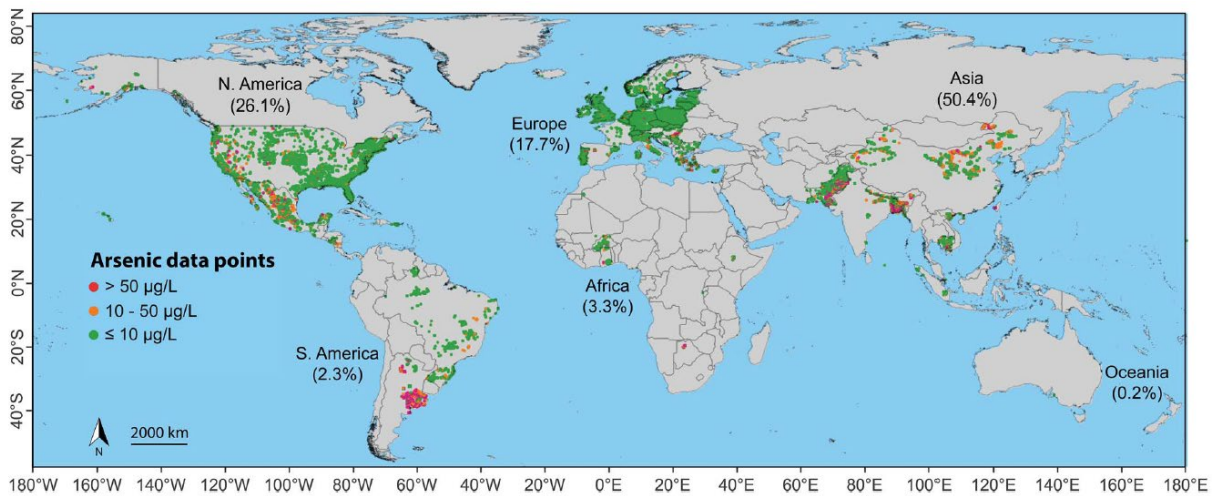


Fig. 2. Arsenic concentrations, excluding those known to originate from a depth greater than 100 m. The geographical distribution of data is indicated by continent [Podgorski and Berg, 2020].

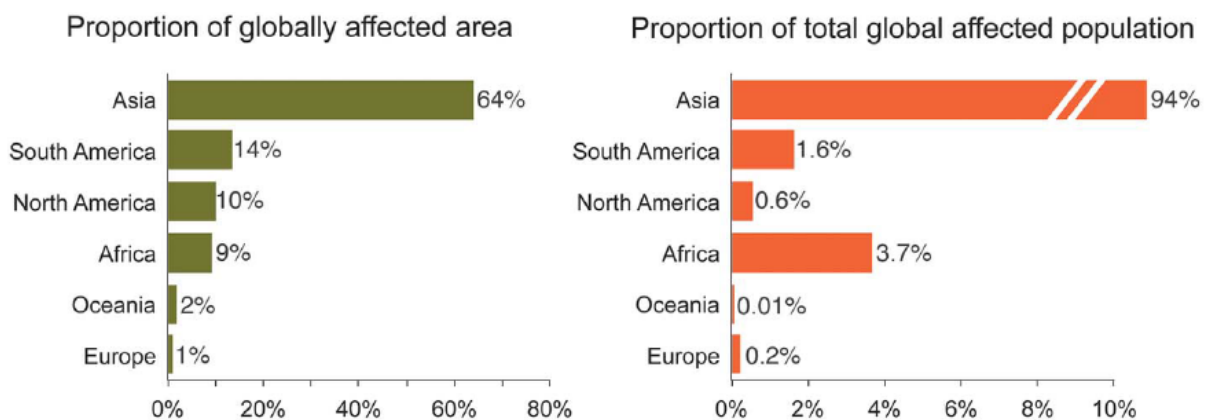
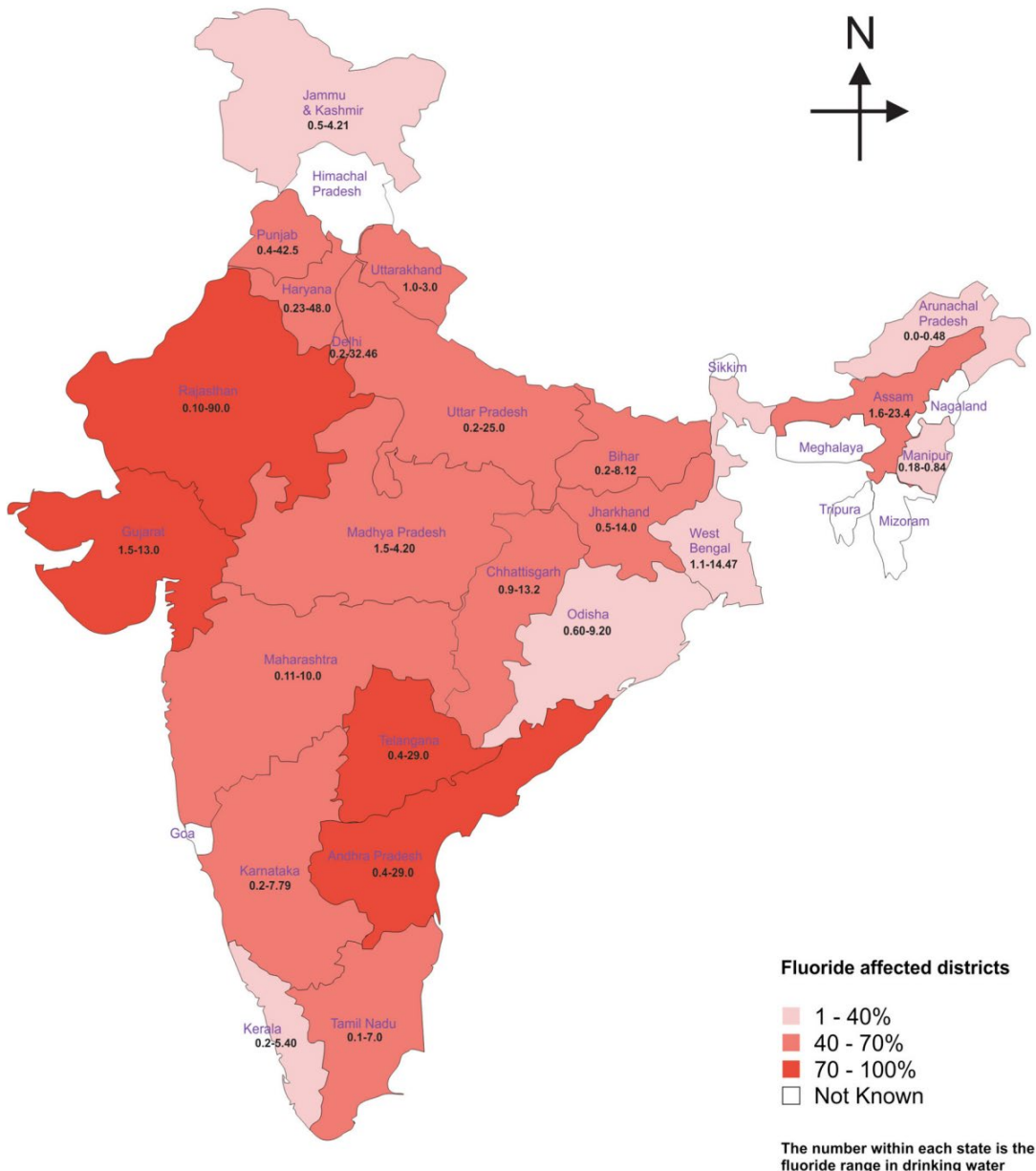


Fig. 3. Proportions of land area and population potentially affected by arsenic concentrations in groundwater exceeding 10 mg/liter by continent [Podgorski and Berg, 2020].

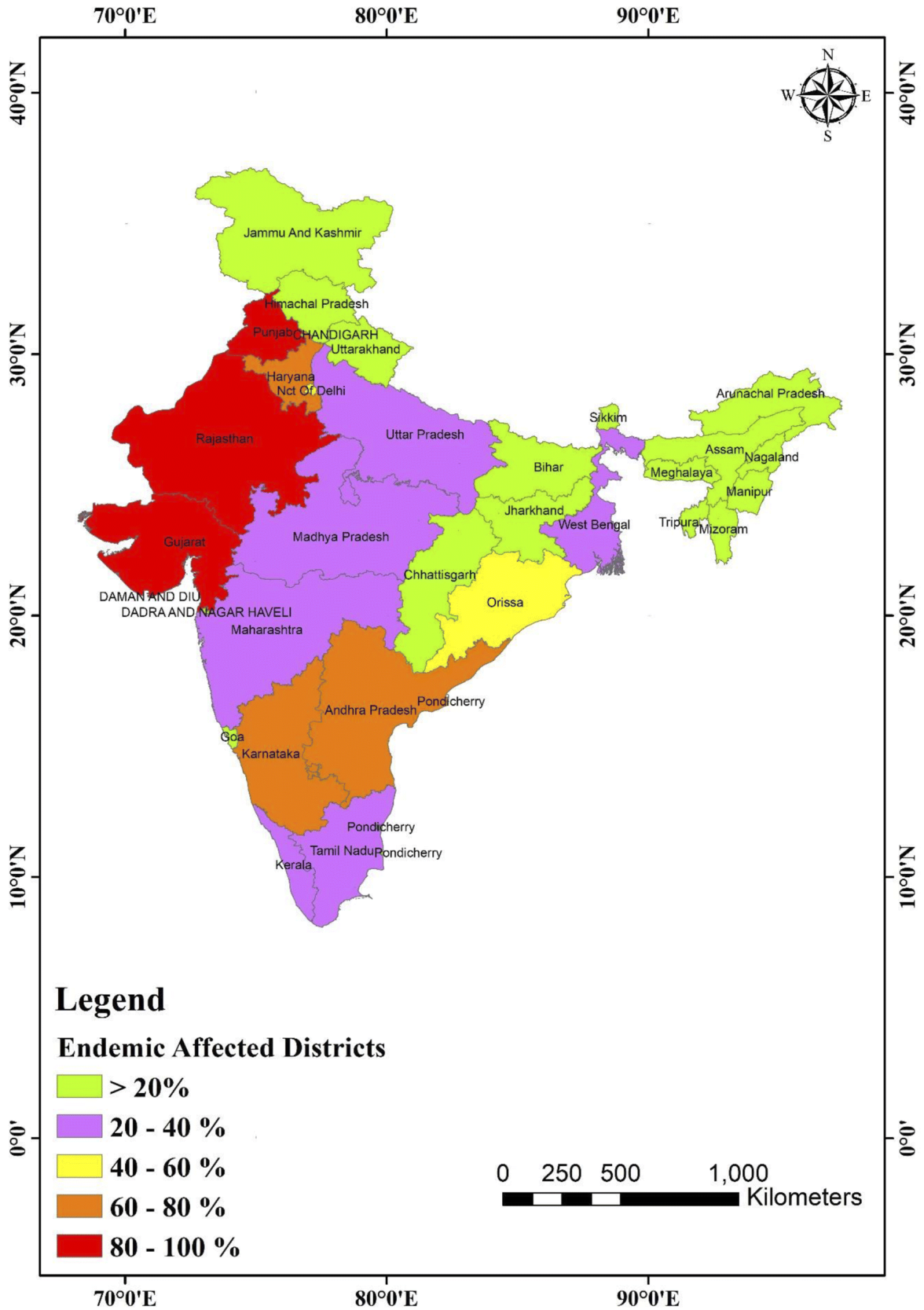
Uppskattad förekomst av skadliga mängder av fluorid i brunnar i Indien

Fluorid förekommer naturligt i grundvatten i många delar av Indien, inklusive delstaterna Andhra Pradesh, Telangana, Gujarat, Rajasthan, Punjab och Karnataka. Uppskattningsvis 66 miljoner människor i Indien utsätts för fluoridnivåer i dricksvatten som överskrider den rekommenderade gränsen på 1,5 mg/L.

Den nedslående karta av Indien visar uppskattade förekomster av skadliga mängder fluorid i brunnar. De mörkare områdena representerar regioner med högre koncentrationer av fluorid.

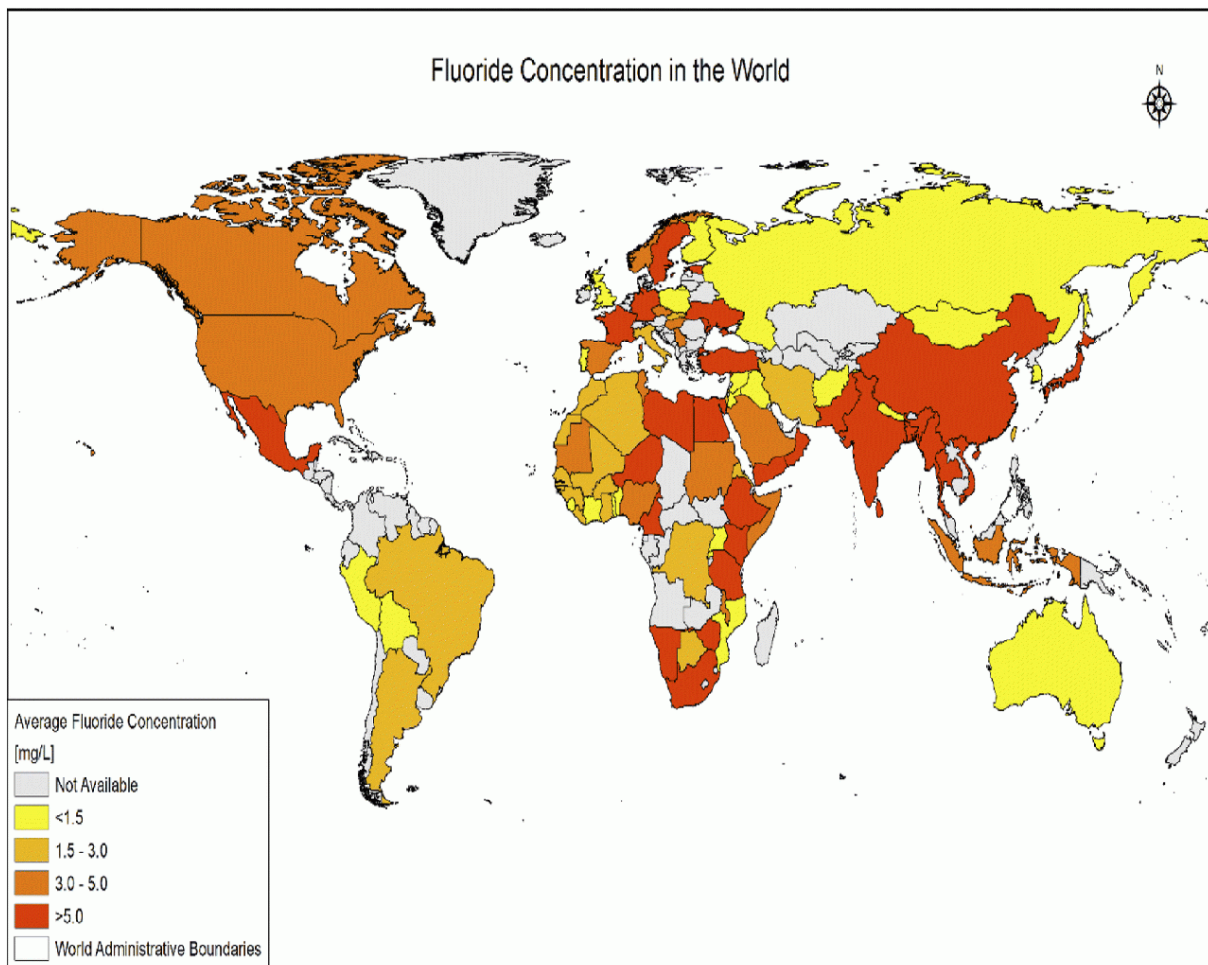
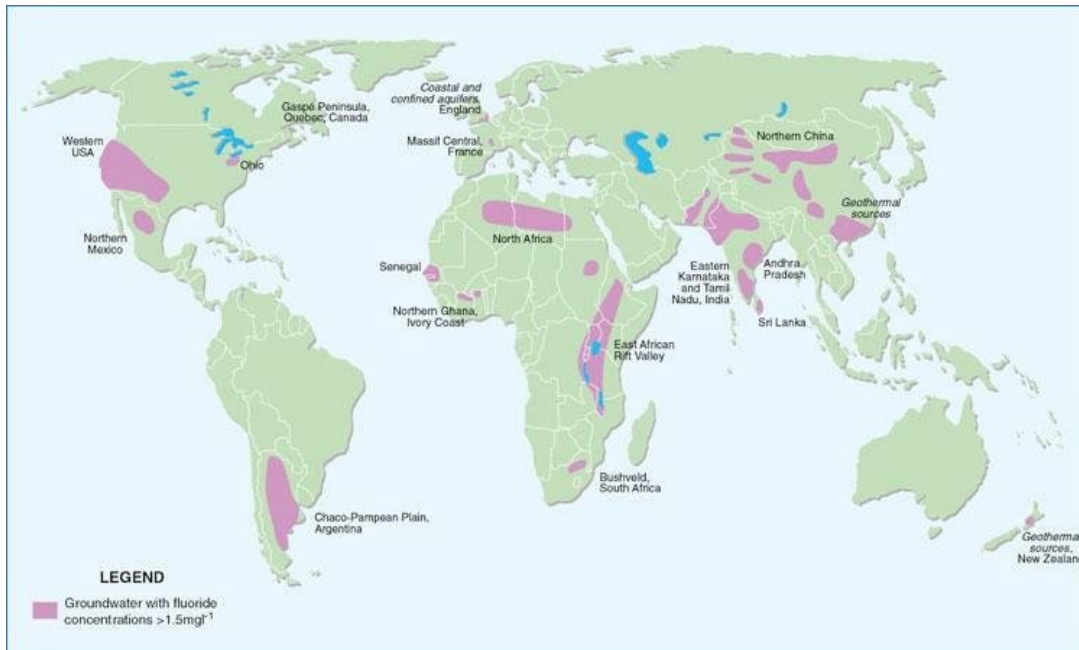


Map of India showing fluoride (in ppm) distribution in states and union territories. (*Environ Geochem Health* (2018) 40:99–114)



Map of India showing fluoride (in ppm) distribution in the different states and union territories. (Environmental Science: Advances, Issue 5, 2022)

Uppskattad förekomst av skadliga mängder av fluorid i brunnar i andra delar av världen



Arsenik i brunnsvattnet kan orsaka följande sjukdomar

Bangladesh as a single nation has experienced the worst arsenic poisoning public health hazard and the WHO considered this issue as the “largest mass poisoning of a population in history” [Smith et al., 2000]. Arsenic has both chronic (e.g., cancers and skin lesions) and acute (e.g., nausea, vomiting, burning in the stomach and esophagus, abdominal pain, and diarrhea) toxic effects on human health [Bjørklund et al., 2020]. Arsenic exposure-linked common adverse health consequences include cancers in the lung, bladder, kidney, skin, and liver, neurological disorders, cardiovascular diseases, hypertension, gangrene, diabetes, and respiratory diseases, renal and reproductive diseases [Rahaman et al. 2022]. The chronic arsenic toxicity (poisoning) through drinking water is not detectable in its early stages, it takes several years to visible impact on human health. Arsenic exposure also has detrimental effects on child health and development. Maternal arsenic exposure during pregnancy has an association with increased risk of infant mortality, spontaneous abortion, stillbirth, preterm birth, low birth weight, delayed child growth, un-healthy immune system, lower IQ, neurotoxicity, and neurodevelopmental impairment. However, the degree of arsenic poisoning mainly depends on the amount of arsenic intake, nutritional status, exposure duration and immune response of the individual. The hallmarks of chronic arsenic toxicity are skin lesions (e.g., arsenicosis). Arsenicosis is not a local problem in Bangladesh, but a global problem whereas Asian countries such as Bangladesh, India, and China are the worst affected countries. As arsenicosis is the most reported adverse health consequence of chronic arsenic exposure in Bangladesh, the following subsection will give a broad picture of arsenicosis in Bangladesh [Rahaman et al. 2022].

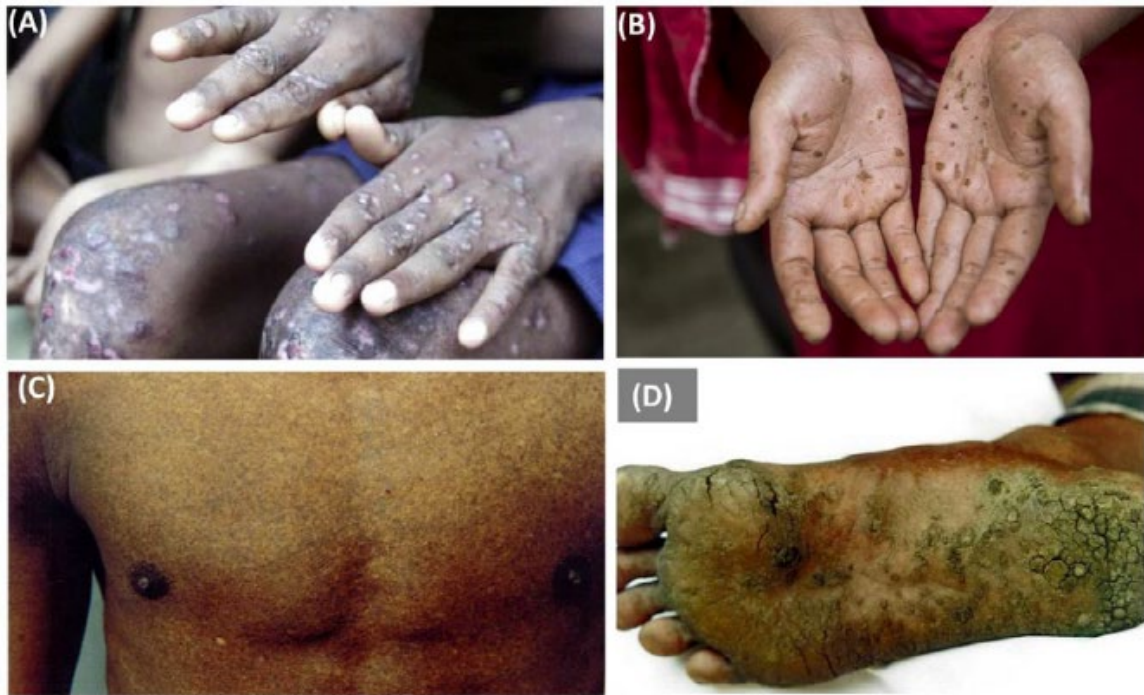


Fig. 4. Skin abnormalities (i.e., Arsenicosis; Melanosis; Keratosis): a hallmark of chronic arsenic exposure. (A) Arsenic-affected hands and feet of a boy [Jahan, 2016]. (B) Skin abnormalities of a woman's hands [HRW, 2016]. (C) Melanosis on chest of an adult male [Ahmad and Khan, 2015]. (D) Keratosis of sole [Ahmad and Khan, 2015].

Table 1.

Adverse health consequences due to arsenic exposure [Rahaman et al. 2022].

Human Body symptom	Adverse health consequences
Cardiovascular system	Various cardiovascular disease, peripheral vascular disease, coronary heart disease, peripheral arterial disease, stroke, hypertension, cardiomyopathy, raynauds syndrome, cardiac arrhythmia.
Nervous system	Peripheral neuropathy, polyneuropathy, EEG abnormalities, muscle cramps, numbness, spontaneous pain, hearing loss, cognitive disorders, encephalopathy and, in extreme cases, hallucinations, disorientation and agitation.
Hepatic system	Hepatic fibrosis, cirrhosis, non-cirrhotic portal fibrosis, angiosarcoma, hepatic necrosis, gastrointestinal lesion, hepatomegaly, hepatoportal sclerosis, liver cancer.
Renal system	Renal cancer, chronic kidney disease, acute renal failure, acute tubular necrosis, proteinuria, glomerular damage, kidney cancer.
Hematological system	Anemia, leukopenia, pancytopenia, thrombocytopenia, extravascular hemolysis, Leukemia.
Endocrine system	Hyperthyroidism, diabetes mellitus, pancreatic cancer.
Reproductive system	Reproductive dysfunctions, prostate cancer, infertility, low sperm quality, premature delivery, spontaneous abortion, and stillbirth.
Respiratory system	Chronic cough, shortness of breath, bronchiectasis, chronic obstructive pulmonary disease, lung cancer.

Fluorid i brunnsvattnet kan orsaka följande sjukdomar

Hälsoeffekter:

Höga halter av fluorid i dricksvatten kan leda till fluoros, en sjukdom som drabbar tänder och ben. I milda fall kan fluoros orsaka missfärgning av tänder. I allvarigare fall kan det leda till skelettdeformiteter och funktionsnedsättning.

Lista på symptom och illustrationer

Här är en sammanfattning av hälsokonsekvenserna relaterade till fluor i dricksvatten:

1. **Tandfluoros:** Överdriven exponering för fluor kan leda till **tandfluoros**, vilket visar sig som förändringar i tandemaljen. Dessa förändringar kan variera från knappt märkbara vita fläckar till missfärgning och gropar på tänderna.
2. **Skelettfluoros:** Liknande tandfluoros, men påverkar **benen** istället för tänderna. Skelettfluoros kan påverka benbildning, vävnadsstruktur och försvaga skelettet.
3. **Högre risk för neuroutvecklingsstörningar:** Även om bevisen inte är entydiga finns det farhågor att överdriven fluoridkonsumtion kan vara förknippad med en ökad risk för **neuroutvecklingsstörningar**.

Tabell 2: Fluoridhalt (mg/liter) i dricksvatten och tillhörande konsumtionsråd.

Fluoridhalt, mg/L	Hälsoeffekt	Konsumtionsråd
<0,8	Dricksvattnet ger ett begränsat kariesskydd.	
0,8–1,2	Dricksvattnet har kariesförebyggande effekt.	
1,3–1,5	Dricksvattnet har kariesförebyggande effekt. Risk för tandemaljfläckar.	Vattnet bör ej ges i större omfattning till barn under 0,5 års ålder (t.ex. ej användas till bröstmjölk ersättning).
1,5–4,0	Dricksvattnet har kariesförebyggande effekt. Risk för tandemaljfläckar.	Vattnet bör endast ges i begränsad omfattning till barn under 1,5 års ålder.
4,1–5,9	Risk för tandemaljfläckar.	Vattnet bör endast ges i begränsad omfattning till barn under 7 år och endast vid enstaka tillfällen till barn under 1,5 års ålder.
>6,0	Risk för osteofluoros.	Vattnet bör ej användas till dryck eller matlagning.

<https://ki.se/imm/fluorid>

Våra partners

Efter en lång utvecklingsperiod har vi kommit fram till en lösning på problemet med giftiga brunnar.

Vi gjorde labtester med Karolinska Institutet och andra som verifierade att vår teknik tar bort fluorid och arsenik

Tillsammans med KTH, Sida och Grameen Shakti gjorde vi en marknadsstudie i Bangladesh

Vi har testat tekniken i en pilot i Stockholm i mer än tio år

BILD från Sjöstad

Testutrustning på KTHS och IVLs gemensamma vattenutvecklingscentrum på Sjöstadsverket i Stockholm

Vi har utvecklat en produkt i ett fältförsök

BILD

Vår nuvarande anläggning i Shakantula, Odisha, Indien

Vi har byggt vår första fabrik för kommersiell tillverkning



Vår första produktionslina har satts upp under 2023 i Tyresö utanför Stockholm

Referensers

Ahmad, S.A., Khan, M.H., 2015. Groundwater arsenic contamination and its health effects in Bangladesh. *Handb. Arsen. Toxicol.*, Elsevier 51–72.

Chakraborti, D., Rahman, M.M., Mukherjee, A., Alauddin, M., Hassan, M., Dutta, R.N., Pati, S., Mukherjee, S.C., Roy, S., Quamruzzman, Q., 2015. Groundwater arsenic contamination in Bangladesh —21 Years of research. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 31, 237– 248. doi:10.1016/j.jtemb.2015.01.003.

Bjørklund, G., Oliinyk, P., Lysiuk, R., Rahaman, M. S., Antonyak, H., Lozynska, I., Lenchyk, L., Peana, M., 2020. Arsenic intoxication: general aspects and chelating agents. *Archives of toxicology* 94 (6), 1879–1897. doi: 10.1007/s00204-020-02739-w.

Jahan, H. Arsenic in Bangladesh: how to protect 20 million from the world's largest poisoning, *Guard.* (2016). <https://www.theguardian.com/global-developmentprofessionals-network/2016/oct/18/arsenic-contamination-poisoning-bangladeshsolutions> (accessed FEB 28, 2024).

Watch, H.R., 2016. Bangladesh: 20 Million Drink Arsenic-Laced Water. *Hum. Rights Watch.* <https://www.hrw.org/news/2016/04/06/bangladesh-20-million-drink-arsenic-laced-water> (accessed FEB 28, 2024).

A. H. Smith, E. O. Lingas, M. Rahman, *Bull. World Health Organ.* 78, 1093–1103 (2000).

Md. Shiblur Rahaman, Nathan Mise, Sahoko Ichihara, Arsenic contamination in food chain in Bangladesh: A review on health hazards, socioeconomic impacts and implications, *Hygiene and Environmental Health Advances* 2 (2022) 100004.

J. Podgorski and M. Berg, Global threat of arsenic in groundwater, *Science* 368, 845–850 (2020).