

La nova nederlanda normo pri venta ĝeno kaj venta danĝero por piedirantoj

Fabien VAN MOOK (NL)

*Korektita versio de 12-3-2009. La originala versio publikigis en “Jarko-
lekto de TAKE 2006” (Wintzenheim, Francio: TAKE) je paĝoj 73–83.*

Enkonduko

En februaro 2006 aperis NEN 8100, la nederlanda industria normo pri ĝeno kaj danĝero pro vento por piedirantoj. Ĉi-rilate oni pensu al piedirantoj kiuj promenas en strato, en placo, sur trotuaro aŭ en parko, kaj al piedirantoj kiuj sidas sur benko aŭ teraso.

Per la normo oni celas unuigi kriteriojn por juĝi lokan ventan klimaton ĉe konstruaĵoj kaj unuigi metodojn por determini lokan ventan klimaton. Antaŭ la publikigo diversaj esploraj institutoj kaj inĝenieraj burooj aplikis diversajn kriteriojn kaj metodojn. Laŭdire, NEN 8100 estas la unua industria normo pri la temo en la mondo. Mi ne atendas ke ĝuste en Nederlando stariĝis komisiono kiu fervore volis unuigi kriteriojn kaj metodojn, ĉar en aliaj landoj ekzistas pli longa kaj vasta tradicio konstrui (tre) altajn konstruaĵojn ĉe kiuj oni ja atendas pli ofte ventajn ĝenon kaj danĝeron por homoj, ol ĉe malaltaj konstruaĵoj.

En ĉi tiu artikolo mi unue klarigos la neceson juĝi la ventan klimaton ĉe konstruaĵoj. Sekve koncize estos traktataj la kriterioj kaj me-



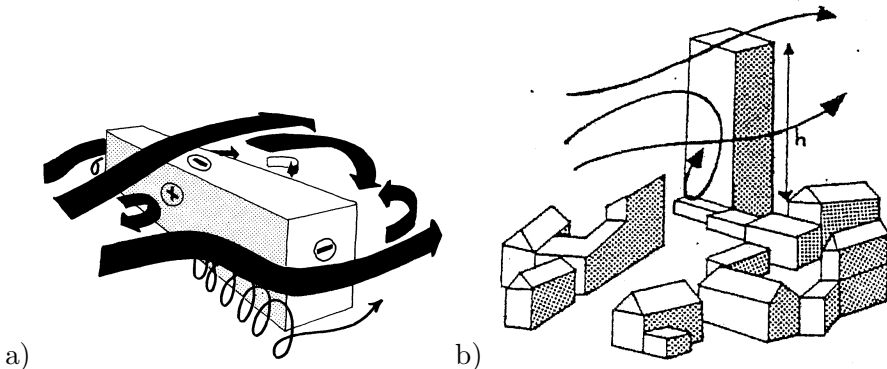
Figuro 1: Piediranto kliniĝas pro forta vento en pasejo sub granda konstruaĵo sur la tereno de la Tehnologia Universitato de Eindhoven (NL). La dekstra foto montras per sago la pozicion de la pasejo. La konstruaĵo altas je 45 m.

todoj el la normo. Fonajn sciojn pri aerodinamiko kaj arĥitekturajn aŭ inĝenieradajn aplikojn mi ne traktos ĉi tie. Anstataŭ tio mi listigos kelkajn erojn el literaturo je la fino de tiu ĉi artikolo.

Venta klimato ĉe konstruaĵoj

Vento havas diversajn aspektojn en la klimato ĉirkaŭ konstruaĵoj. Grava aspekto estas venta forto. Malgranda rapido de ventoj iom movas harojn, paperaĵojn, vestaĵojn kaj umbrelojn. Sed tre forta kaj turbula vento povas kaŭzi ke homoj forbloviĝas kaj falas, ke fasadaj elementoj forŝiriĝas aŭ ke tuta konstruaĵo strukture difektiĝas. Aliaj aspektoj en la venta klimato estas sonorado de konstruelementoj kaj disiĝo de sonoj, varmo, gasoj kaj eroj kiel polvoj, neĝeroj kaj pluvgutoj. La konsidero de la normo NEN 8100 limiĝas nur al ventaj fortoj sur homoj promenantaj aŭ sidantaj en stratoj, placoj, terasoj, parkoj kaj similaj.

Kial oni devas pli atenti pri vento ĉirkaŭ konstruaĵoj ol en kamparoj? Ja ankaŭ en malplenaj kamparoj ekzistas foje grandaj ventaj rapidoj kaj turbuloj kiuj ĝenas aŭ danĝeras ekzemple al piedirantoj. Unu respondo



Figuro 2: Skizoj (a) de vento ĉirkaŭ konstruaĵo (Gandemer & Guyot 1981) kaj (b) de vento inter grupo de konstruaĵoj (Gandemer 1975).

estas ke ventaj rapidoj proksimaj al konstruaĵo pli grandas ol en la kazo de neekzisto de la konstruaĵo, ĉar la vento devas ĉirkaŭiri la konstruaĵon. Ĉiuj iam jam spertis grandajn ventajn rapidojn, ekzemple kiam oni promenis ĉirkaŭ angulo de (granda) konstruaĵo. Fifamaj ankaŭ estas trapasejoj sub konstruaĵoj, vidu figuron 1.

En figuro 2a estas skizite kiel vento fluas ĉirkaŭ konstruaĵo. La fluoj kiuj dekliniĝas (kaj plirapidiĝas) pro la anguloj kaj la fluoj kiuj ĉirkaŭ la mezo de la fasado dekliniĝas malsupren, ĝenerale povas kaŭzi ĝenon al piedirantoj. Sufiĉe densa grupo de konstruaĵoj aŭ aliaj obstakloj (arboj, arbustoj, muroj) povas kaŭzi inter si ejojn kun malpli da vento. Tio ĉi nomiĝas (kontraŭventa) ŝirmado kaj estas avantaĝa situacio. Sed grupo de obstakloj ankaŭ povas kaŭzi ĝuste *pli grandajn* aerrapidojn. Ekzemplon de tia malavantaĝa aranĝo de obstakloj montras figuro 2b, ĉar ĉirkaŭ la alta konstruaĵo en la figuro okazas pli grandaj aerrapidoj ankaŭ en la strato kaj kvazaŭ malpliĝas la efiko de la kontraŭventa ŝirmadon de la sufiĉe densa grupo de malaltaj konstruaĵoj.

La dua respondo al la demando kial oni atentu pri vento ĉirkaŭ konstruaĵoj, rilatas al la malfacila antaŭvideblo de malavantaĝaj kaj avantaĝaj (ŝirmaj) efikoj de aranĝoj de konstruaĵoj, kompare al vento super kamparo.

Tabelo 1: Kriterioj de venta ĝeno kaj de venta danĝero laŭ NEN 8100.

a) venta ĝeno: $v_{soj;\hat{g}} = 5,0$ m/s			
probablo $P(v_{lok} > v_{soj;\hat{g}})$ en centonoj de la tuto de horoj en jaro	kvalito laŭ aktivado		
	I trapasado	II promenado	III longa sidado
< 2,5	bona	bona	bona
2,5 – 5	bona	bona	modera
5 – 10	bona	modera	malbona
10 – 20	modera	malbona	malbona
> 20	malbona	malbona	malbona

b) venta danĝero: $v_{soj;d} = 15$ m/s	
probablo $P(v_{lok} > v_{soj;d})$ en centonoj de la tuto de horoj en jaro	kvalito
$P \leq 0,05$	akceptebla ĉe aktivadoj I, II kaj III
$0,05 < P < 0,30$	akceptebla ĉe aktivado I
$P \geq 0,30$	danĝera por ĉiuj aktivadoj

Kriterioj

La komisiono kiu determinis NEN 8100, formulis kriteriojn surbaze de internacia literaturo kaj de tradicioj el Nederlando de esploraj institutoj, inĝenieraj burooj kaj ekzistintaj komunumaj regularoj. Tabelo 1 montras la kriteriojn de la normo. La kvalito de la venta klimato je iu elektita pozicio estas difinita per centono de ĉiuj horoj je kiu la tiea (loka) venta rapido v_{lok} pli grandas ol la sojla rapido v_{soj} . La loka venta rapido estas mezurata je 1,75 m super grundo, do proksimume je la alto de la kapo de staranta homo. Ĉiuj ventaj rapidoj estas horaj averaĝoj, en m/s.

Por la juĝo de venta ĝeno la sojla rapido $v_{soj;\hat{g}}$ estas 5,0 m/s. Tiu ĉi valoro respondas al Boforta indico 3–4, kaj tiam okazas malordigo de hararo, forbloviĝo de polvoj kaj paperfolioj, moviĝo de vestaĵoj, umbreloj kaj similaj. La aljuĝata venta kvalito dependas de la aktivado en la konsiderata pozicio; la normo distingas (I) trapasadon (rapida irado ekzemple sur aŭtoparko, trotuaro, strato), (II) promenadon (malrapida irado laŭ butikoj, en parko kaj simile) kaj (III) longan sidadon (ekzemple sur benko en parko).

Se je iu pozicio la loka venta rapido dum ekzemple 7% de la tempo pli grandas ol $v_{soj;\hat{g}}$, la tiea venta klimato estas juĝata laŭ la normo “bona” por trapasado, “modera” por promenado kaj “malbona” por longa sidado.

Kiam la normiga komisiono fiksas la intervalojn de la probabloj (tabelo 1a), ĝi konsideris ankaŭ la margĝenojn de la akurateco kiuj ĝenerale eblas per ventotunelo kaj aerodinamika komputado. La komisiono ĉicele faris specialajn esplorojn.

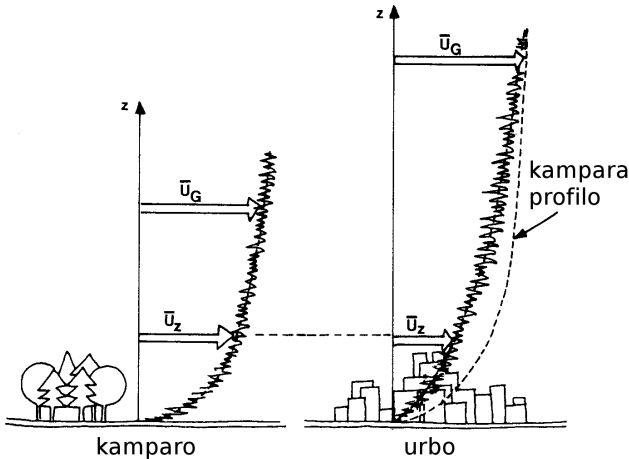
Por la juĝo de venta danĝero la sojla rapido $v_{soj;d}$ estas 15 m/s. Je tiu ĉi rapido, kiu respondas al Boforta indico 7–8, la vento malekvilibrigas homojn, kiuj malbone povas marŝi kaj emas fali (figuro 1).

Subitaj momentaj grandiĝoj de ventaj rapidoj, pro la (granda) turbulo de vento, povas kaŭzi kromajn ĝenojn aŭ danĝerojn, ĝuste pro ilia subiteco (neatendita de piediranto) kaj forto. La normo tamen nur konsideras horajn averaĝojn de ventaj rapidoj, ĉar la normiga komisiono juĝis tion sufiĉe akurata.

Statistiko de vento

Supre ni vidis ke la kriterioj estas formulitaj per probablo de loka venta rapido. Almenaŭ kiam la projektata, nova konstruaĵo ankoraŭ ne estas realigita, ni devas rilati la lokan ventan rapidon v_{lok} (je alto de 1,75 m super grundo) al iu referenca pozicio (v_{ref}). La venta rapido de la referenca pozicio ne dependu de la ekzisto aŭ ne ekzisto de la projektata konstruaĵo; krome ni havu per mezurado taŭgan statistikon de la vento en la referenca pozicio. Kutime oni uzas la statistikon de veterstacio kiel referencon, kaj provas “traduki” ĝin al statistiko de v_{lok} . Ĉi tio ofte tre malfacilas pro la granda distanco inter veterstacio kaj la tereno de la projekto.

Pro du motivoj estus bele se oni havus statistikon de la vento je sufiĉe granda distanco *super* la tereno kaj se oni povus uzi ĝin kiel referencon. Unue, ni scias el aerodinamiko ke je certa venta direkto la rilato inter loka kaj referenca ventaj rapidoj estas proporcia; do por venta direkto ϕ oni konsideru nur la valoron de $v_{lok;\phi}/v_{ref;\phi}$. Due, la venta rapido (kaj venta direkto) je granda alto ne ŝanĝiĝas tiom en horizontala ebena kiom je alto proksima de la grundo. Figuro 3 ilustras ke la profilo de vento super



Figuro 3: Profiloj de ventaj rapido laŭ alto ekde grundo, super kamparo kaj super urbo (Gandemer & Guyot 1981, kun esperantigo de F.v.M.).

kamparo similas ekde certa alto al la profilo super urbo.

Kiam la normiga komisiono turnis sin al la Reĝa Nederlanda Meteorologia Instituto (KNMI), KNMI jam esploris metodon por interpolado de statistiko de vento inter ĉiuj nederlandaj veterstacioj (Verkaik 2001). En veterstacio oni mezuras hore rapidon kaj direkton de vento je alto de 10 m. Sciante (supozante) la profilon super la veterstacio, KNMI kalkulis por ĉiu veterstacio kaj por ĉiu horo dum 40 jaroj la venton je alto de 60 m. Per la speciala interpola metodo oni povas kalkuli en ajna loko en Nederlando la statistikon de la vento je alto de 60 m. Por la aerodinamikaj malglatoj de la tera surfaco, kiuj determinas la formojn de ventaj profiloj, KNMI uzis satelitan mapon de la grundaj uzoj (konstruaĵoj, arbaroj, herbkampoj, agroj ktp) en Nederlando.

KNMI pretigis la mapon de aerodinamika malglatado kaj la ventajn statistikojn en dvdrom, kaj la Nederlanda Normiga Instituto eldonas la dvdrom kiel NPR 6097. La normo NEN 8100 postulas la uzon de NPR 6097. Baze, uzanto tajpas la koordinatojn de la tereno de la projekto, kaj la komputilo per la dvd-rom respondas per tabelo kun la distribuado de horoj laŭ intervaloj de ventaj direktoj kaj de ventaj rapidoj je alto de 60 m. Per tiu ĉi statistiko de la referenco kaj per la proporcioj



Figuro 4: Ventotunelo: de malantaŭ la triangulaj elementoj venas la aerfluo. Per la bloketoj la aerfluo ekhavas la profilon de la atmosfera limtavolo. La modelo (fronte en la bildo) troviĝas sur disko turnebla por evalui ventajn direktojn. La sekco estas $2,6 \times 2,4 \text{ m}^2$. (Fonto: Shimizu Corporation (JA).)

$v_{lok;\phi}/v_{ref;\phi}$ determinitaj per ventotunelo aŭ aerodinamika komputado, oni tuj ekhavas la statistikon de la loka venta rapido $v_{lok;\phi}$ (en iu pozicio je 1,75 m super grundo).

Determinaj metodoj

La normo NEN 8100 konsideras du metodojn por la determino de ventaj proporcioj $v_{lok;\phi}/v_{ref;\phi}$: la metodo per ventotunelo, kiu havas tradicion de pli ol tridek kvin jaroj, kaj la aerodinamika komputado, kiu havas tradicion de dek kvin jaroj.

La normo listigas postulojn kaj ankaŭ referencas al literaturo pri “bona aplikado”. Ĉi tie mi nur mencias ke gravaj punktoj rilatas al:

- detaleco de la geometrio de la modelo de la projektata konstruaĵo. La skalo de la modelo en ventotunelo estas kutime proksimume 1:250 (figuro 4); en modelado por komputado oni kompreneble ne bezonas skali (figuro 5a). En iomete malpli detaleco oni modelas la ĉirkaŭaĵon ĝis 250–300 m ekde la konsiderataj konstruaĵoj;
- la zono ekster la ĉirkaŭaĵo ĝis 250–300 m, kiun oni pragmate abstrakte modelas, sed kie ankaŭ la modelita profilo de la ventaj rapidoj kaj turbuloj similu al la atmosfera limtavolo. En ventotunelo oni metas sur la planko de ventotunelo bloketojn kaj similajn per kiuj la malglato de la tera surfaco estas abstrakte modelitaj. Tial ne ĉia ventotunelo taŭgas por nia tasko: ventotunelo por atmosfera limtavolo ja ĉiam havas longan sektion antaŭ la sekcio kie staras la modelo de la konsiderataj konstruaĵoj. En aerodinamika komputado oni apliku la ĝustajn teoriojn kaj ekvaciojn;
- blokado de la modelo en la sekco de la ventotunelo. La blokado ne superu 3–5% de la areo de la sekco;
- kalkula volumeno en aerodinamika komputado. La tuta volumeno havu certajn minimumajn dimensiojn depende de la dimensioj de la konsiderataj konstruaĵoj kaj ĝi estu bone diskretigita en volumenetoj (maŝoj). Krome oni apliku la taŭgajn versiojn de la Navier-Stokes-ekvacioj kaj la taŭgajn nombrajn metodojn;
- konsidero de minimume 12 ventaj direktoj. Unu venta rapido kutime sufiĉas.

Krome la normo listigas kiujn informojn kaj datumojn projekta raporto minimume devas enteni.

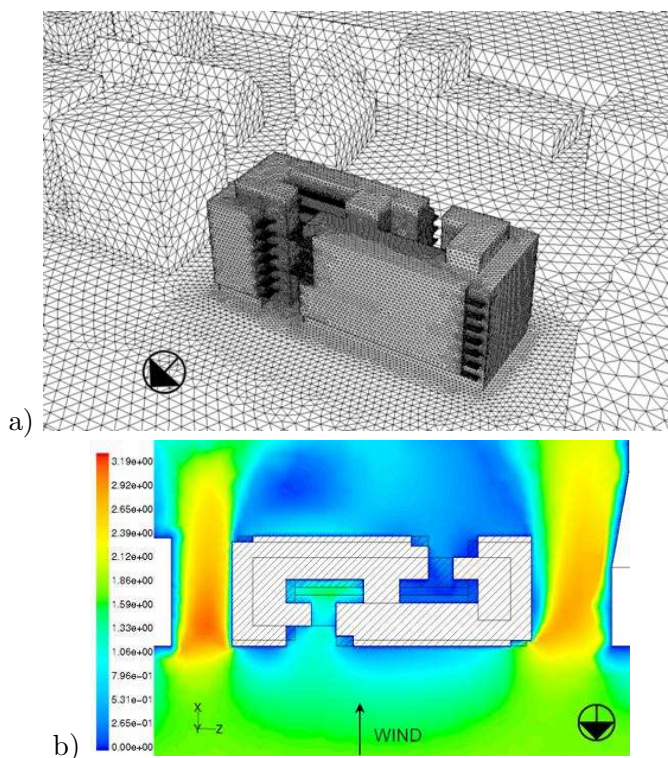
Aparta postulo de la normo estas ke laboratorio kun ventotunelo kaj/aŭ aerodinamikaj komputaj rimedoj publikigu ĉiun kvinan jaron raporton pri la priskribo kaj kvalito de siaj rimedoj kaj laborantoj. Ĝi menciigu ekzemple kalibradon de instrumentoj kaj komparon de la simulata atmosfera limlavolo kun la realo. La raporto estu en la Angla por internacia komparo.

Juraj kaj projektadaj aspektoj

La apliko de la normo ne estas postulata de tutlandaj leĝoj aŭ regularoj. Sed certe komunumoj ekuzos la normon por difini deziratajn ventajn

klimatojn en urboplanoj, kaj per tiaj laŭleĝaj urboplanaĵoj komunumoj postulas evaluon de la ventaj klimato en unuopaj konstruprojektoj laŭ la normo. Kompreneble ankaŭ unuopaj projektisto aŭ konstruprojekta teamo povas devigi la aplikon de la normo per mencio en kontraktoj. En informa aneksaĵo de la normo estas priskribite kiel oni povas esplori la ventan klimaton por piedirantoj en la diversaj fazoj de urboplanado kaj projektado.

La normo ankaŭ prezentas simplan “decidoskemon”. Ĝia celo estas ke nespecialisto mem povas decidi pri la neceso de esploro pri ventaj ĝeno aŭ



Figuro 5: Aerodinamika komputado: (a) modelo de la geometrio de domo en Genk (BE) kaj (b) proporcioj de la kalkulitaj ventaj rapidoj je 1,75 m super la planko de la kvina etaĝo (Blocken & Carmeliet 2004).

danĝero per ventotunelo aŭ aerodinamika komputado. La skemo entenas nur du parametrojn, nome (a) la ŝirmecon de projektata konstruaĵo kontraŭ vento, kiu dependas de denso, averaĝa alto kaj reciprokaj distancoj de obstakloj ene de radiuso de 300 m, kaj (b) la alton de la projektata konstruaĵo mem. Ambaŭ parametroj estas unusence kaj uzeble difinitaj en la normo.

Konkludo

Ĝenerale industriaj normoj respondu al interkonsentitaj scio kaj praktiko. La normo NEN 8100 tamen certe instigos al nova praktiko kaj influos la manieron kiel laboratorioj kun ventotunelo kaj kun aerodinamikaj komputaj rimedoj prezentos sin. Danke al la postulata publikigo de kvalitraportoj iliaj labormetodoj iĝos kompareblaj kaj ne plu povos esti misterigitaj. Espereble tiel la ĝenerala kvalito de la laboratorioj pligrandiĝos. Alia progreso en la praktiko estos pli granda klaro por nespecialistoj en projektaj teamoj kaj en komunumoj, kiuj per la normo povas pli facile kompreni kaj mastrumi problemojn.

Kiel aliaj industriaj normoj, NEN 8100 ne donas novajn erojn en la scio pri la temo. Ĝi eĉ montras iel limigojn de la scio. La kriterioj ekzemple rilatas al sanaj plenkreskuloj, ne al infanoj, malsanuloj aŭ maljunuloj. La normo temas pri piedirantoj, sed ekzemple ne pri biciklantoj. Krome la normo ne konsideras aliajn faktorojn de la komforto de homoj promenantaj aŭ sidantaj: en varma klimato aerrapido de 5 m/s ne nepre ĝenas sed eble kaŭzas deziratan malvarmiĝon. Nu, NEN 8100 verŝajne pli taŭgas en landoj kun modera klimato, kiel ekzemple en nord-okcidenta Eŭropo.

Grava progreso, ankaŭ por specialistoj pri la temo, estas la NPR 6097 per kiu oni povas tre facile akiri mapojn de aerodinamika malglato kaj statistikojn de vento je ajna loko en Nederlando. Bedaŭrinde la uzita interpola metodo nur bone funkcias por ebena lando kiel Nederlando; en montara lando oni devas elpensi tute aliajn metodojn.

Literaturo

R. M. Aynsley, W. Melbourne & B. J. Vickery (1977). *Architectural aerodynamics*. London: Applied Science Publishers.

B. Blocken & J. Carmeliet (2004). *Pedestrian wind environment around buildings: Literature review and practical examples*. Journal of Thermal Envelope and Building Science, vol. 28 (2), paĝoj 107–159.

J. Gandemer (1975). *Wind environment around buildings: aerodynamic concepts*. El paĝoj 423–432 de la libro de la kvara Internacia Konferenco pri Ventaj Efikoj de Konstruaĵoj kaj Strukturoj, en Heathrow je 8–12aj de septembro 1975.

J. Gandemer & A. Guyot (1981). *La protection contre le vent: aérodynamique des brise-vent et conseils pratiques*. Paris: Centre Scientifique et Technologique du Bâtiment.

NEN 8100 (2006). *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving [Venta ĝeno kaj venta danĝero en konstruita ĉirkaŭaĵo]*. Delft: Nederlands Normalisatie-Instituut.

NPR 6097 (2006). *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland [Apliko de la statistiko de hore averaĝaj ventaj rapidoj por Nederlando]*. Delft: Nederlands Normalisatie-Instituut.

J.W. Verkaik (2001). *A method for the geographical interpolation of wind speed over heterogeneous terrain*. De Bilt: KNMI. www.knmi.nl/samenw/hydra/

Noto pri la aŭtoro

Fabien van Mook (1971) finstudis en la fako de konstrufiziko en 1996 en la Tehnologia Universitato de Eindhoven (NL). De 1996 ĝis 2003 en la sama universitato li esploris la kvantigon de pluvo sur fasadoj per mezurado kaj komputila simulado. Aktuale li havas du duonajn laborpostenojn: Li laboras en konsila inĝeniera buroo pri konstrufiziko, kie li traktas precipe ventoladon kaj fajron en garaĝoj en loĝdomoj, kaj varmokomforton kaj ties simuladon. En la Tehnologia Universitato de Delft (NL) li esploras pri “vento kaj konstruaĵaj formoj” ekde oktobro 2006.

Fabien esperantistiĝis en 1992 kaj aktivas pri konstruista terminologio ene de TAKE ekde 1994.