

Innovatie door normering

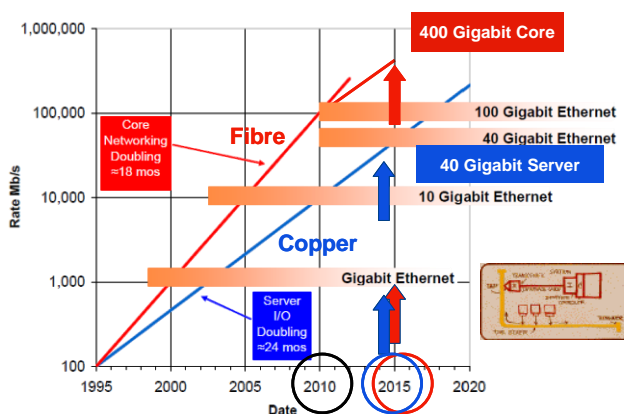
High Speed Networking: 40 Gbit/s via symmetrische 4-aderige bekabeling

De op handen zijnde bandbreedte-explosie in rekencentra en Storage Area Networks en de ontoereikende efficiëntie van bestaande oplossingen voor lokale servers verklaart waarom technologiekoploper IEEE 802.3 in juli vorig jaar de specificatie van een nieuwe generatie van bekabelingssystemen heeft aangenomen. Met 40GBASE-T moeten enerzijds het dreigende tekort aan bandbreedten en de bestaande lengterestricties worden verholpen en anderzijds de vermogensdichtheid en de energie-efficiëntie op een voordelige manier worden verhoogd. In deze context speelt de bekabelingscommissie ISO/IEC JTC1 SC25 WG3 een belangrijke rol. In het kader van een concernbreed innovatie-offensief zet Leoni zich in voor de werkgroep Project Team 40G. Het doel is om samen met de partners een internationale norm te ontwikkelen als basis voor toekomstvaste bekabelingsoplossingen. Met het opstellen van het technische rapport ISO/IEC 11801-99-1 "Guidance for balanced cabling in support of at least 40 Gbit/s data transmission" (Richtlijn voor symmetrische kabelsystemen voor 40 Gbit/s) stelt de industrie een internationaal afgestemde leidraad beschikbaar voor de evaluatie van huidige en de haalbaarheid van toekomstige bekabelingen.

Quo vadis ethernet

Na de publicatie en invoering van 10 Gbit-ethernet (IEEE 802.3an) in 2006 leek de rust aan het highspeed-front even te zijn weergekeerd.

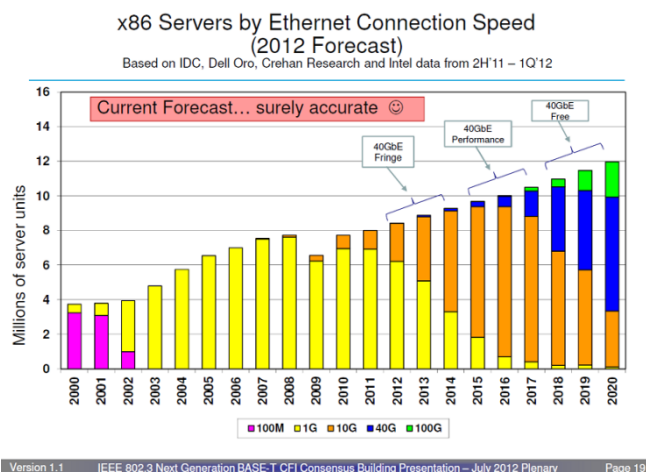
Maar al spoedig werd met IEEE 802.3ba een glasvezelstandaard voor 40/100 Gbit/s in het backbone- resp. corebereik van rekencentra gepubliceerd.



Afbeelding 1: Ontwikkeling van de bitrate in het corebereik (glasvezel) en het serverbereik (koper) (Bron: IEEE 802.3)

Wanneer we de verdere ontwikkelingen bekijken, is in 2015 de behoefte aan 40Gbit/s - koper (verdubbeling van de bitrate om de 24 maanden) in het serverbereik en 400 Gbit/s (verdubbeling van de bitrate om de 24 maanden) in het corebereik aan de orde.

Een wereldwijd gehouden behoefteanalyse laat zien dat 10 Gbit-links ondanks de economische recessie in 2009/2010 al in 2015 verzadigd raken en geleidelijk worden vervangen door 40 Gbit-links.



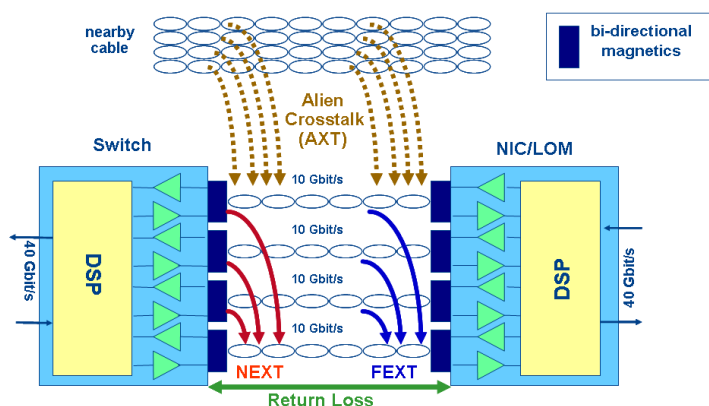
Afbeelding 2: Ontwikkeling serverbehoefte per ethernet-bitrate (Bron: IEEE 802.3)

Omdat deze vermogensexplosie binnen de gebruiksduur (10 à 15 jaar) van huidige bekabelingssystemen plaatsvindt, is haast geboden.

IEEE 802.3 Project Team 40GBASE-T

Op 19 juli 2012 besluit IEEE 802.3 met grote meerderheid tot de oprichting van een studiegroep voor de technische en economische evaluatie van nieuwe overdrachtssystemen (NGBASE-T) op basis van symmetrische kopertechniek.

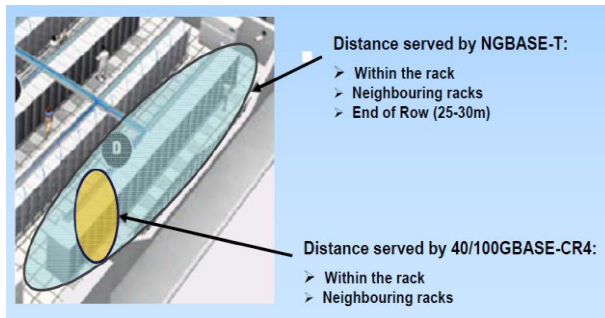
Tot nu toe zijn interfaces tot 10 Gbit/s via symmetrische koperbekabelingen de norm, maar nu wil IEEE 802.3 een bitrate van 40 Gbit/s voor dit overdrachtsmedium voorbereiden.



Afbeelding 3: Principe-schakelschema 40GBASE-T (Bron: IEEE 802.3)

Aanleiding voor het initiatief zijn o.a. de tekortkomingen van de huidige oplossingen volgens IEEE 802.3ba, te weten:

- de reikwijdtebegrenzing tot 7 m bij 8-aderige Twinaxkabels, CR4 (ToR-bekabeling)
- het gebrek aan efficiëntie en migratievermogen bij 8-aderige OM3/OM4-glasvezelkabels (EoR-bekabeling)



Afbeelding 4: Reikwijdtevergelijking koperkabels CR4 (oranje): 7 m, NGBASE-T (blauw): 30 m
(Bron: IEEE 802.3)

In verschillende meetings heeft de studiegroep gediscussieerd over diverse bijdragen, algemene parameters geëvalueerd en doelstellingen en mijlpalen vastgelegd.

Sinds de bijeenkomst in Orlando (18 t/m 23 maart 2013) is het officieel: de ingestelde **Task Force** onder de naam **IEEE 802.3bq** specificeert met **40GBASE-T** de volgende generatie ethernet!

Toepassingsgebieden zijn met name verbindingen in rekencentra:

- EoR: server-switch-verbindingen tot 30 m met 2 aansluitingen
- ToR: „port-to-port“-verbindingen d.m.v. patchkabels van 5 m tot 10 m

Overige algemene parameters zijn:

- Alleen full-duplex-bedrijf
- Ondersteuning van 802.3 en ethernet-frameformaat (type en lengteveld)
- Minimaal en maximaal frameformaat zoals gespecificeerd in de 802.3-standaard
- Bitfoutfrequentie BER (Bit Error Rate) 10^{-12} of beter
- Auto-Negotiation volgens 802.3 Clause 28
- Optioneel Energy Efficient Ethernet
- LAN-verbinding via gestructureerde bekabeling, inclusief directe verbindingen
- Aan FCC en CISPR EMC-eisen moet worden voldaan

De gewenste bandbreedte is echter nog niet vastgelegd. Het blijft nog even spannend: zal 1.600 MHz, 2.000 MHz of zelfs nog een andere frequentie de strijd winnen? Misschien werpt het technische rapport ISO/IEC 11801-99-1 licht op de zaak.

Technisch rapport ISO/IEC 11801-99-1 „Guidance for balanced cabling in support of at least 40 Gbit/s data transmission“

ISO/IEC JTC1/SC25 WG3 heeft vorig jaar al een Project Team gevormd, dat een technisch rapport heeft opgesteld met de titel ISO/IEC 11801-99-1 „Guidance for balanced cabling in support of at least 40 Gbit/s data transmission“. Het technische rapport biedt IEEE 802.3 expertise en ondersteuning op het gebied van de evaluatie van huidige bekabelingen en de haalbaarheid van toekomstige bekabelingsoplossingen.

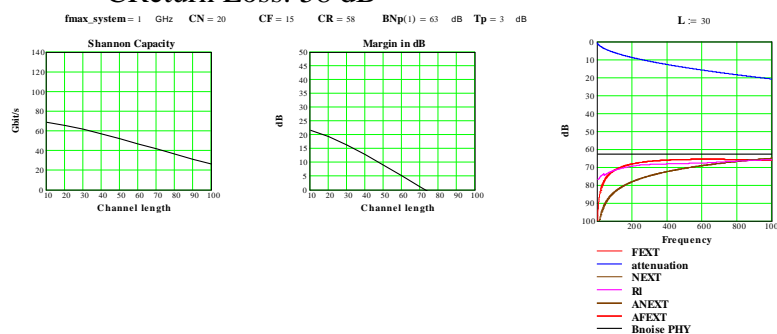
Het technische rapport bevat de volgende rubrieken:

- specificaties bij gebruik van bekabelingstrajecten met bestaande componenten van de categorieën 6_A (500 MHz) tot 7_A (1.000 MHz) voor lengtes van 30 m,
- specificaties **“Klasse I”** op basis van toekomstige componenten van **categorie 6_A geëxtrapoleerd naar 1,6 GHz** en **“Klasse II”** op basis van toekomstige componenten van **categorie 7_A geëxtrapoleerd naar 1,6 GHz** voor lengtes van 30 m,

- kwalificatie-eisen volgens toekomstige IEEE 802.3-specificatie voor reeds geïnstalleerde overdrachtstrajecten met cat. 7_A-componenten,
- beoordeling van de overdrachtscapaciteiten en reikwijdtepotentialen van bovengenoemde bekabelingsoplossingen in combinatie met veronderstelde elektronische compensaties resp. stoorvermogensonderdrukkingen.

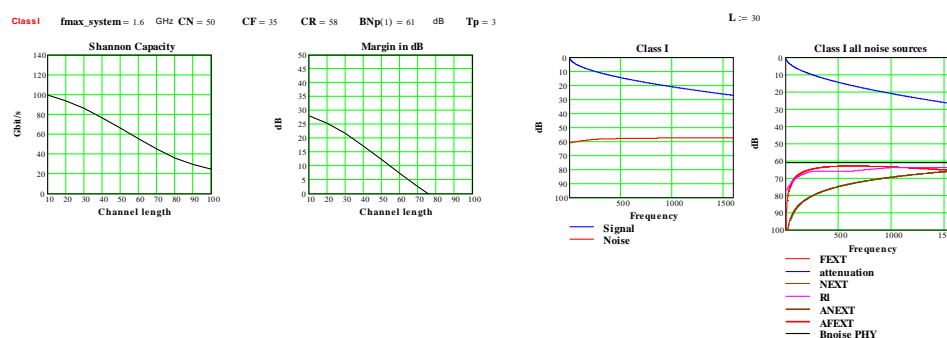
Overzicht van de resultaten:

- **Cat. 6_A (500 MHz)**
Zelfs bij een maximale compensatie is een overdracht van **40 Gbit/s** bij een reikwijdte van **30 m NIET mogelijk!**
- **Cat. 7_A (1.000 MHz)**
Overdrachtscapaciteit 40 Gbit/s en reikwijdte van 30 m bij **lage compensatie** haalbaar:
CNEXT: 20 dB
CFEXT: 15 dB
CReturn Loss: 58 dB



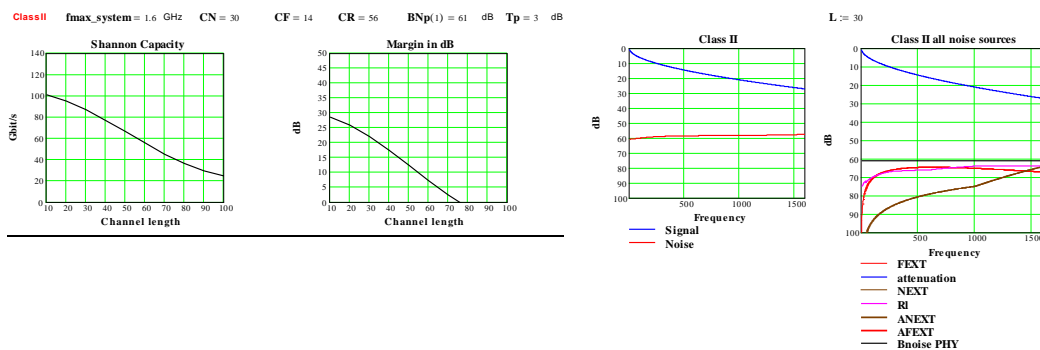
Afbeelding 5a,5b,5c: 40GBASE-T over 30 m met cat. 7_A (1.000 MHz): kanaalcapaciteit, marge, signaal/stoorvermogen
(Bron: Dr. D. Schicketanz)

- **Categorie 6_A geëxtrapoleerd naar 1,6 GHz (klasse I)**
Overdrachtscapaciteit 40 Gbit/s en reikwijdte van 30 m bij **hoge compensatie** haalbaar:
CNEXT: 50 dB
CFEXT: 35 dB
CReturn Loss: 58 dB



Afbeelding 6a,6b,6c,6d: 40GBASE-T over 30m met categorie 6_A geëxtrapoleerd naar 1,6 GHz (klasse I): kanaalcapaciteit, marge, signaal/stoorvermogen
(Bron: Dr. D. Schicketanz)

- **Categorie 7_A geëxtrapoleerd naar 1,6 GHz (klasse II)**
Overdrachtscapaciteit 40 Gbit/s en reikwijdte van 30 m bij **lage compensatie** haalbaar:
CNEXT: 30 dB
CFEXT: 14 dB
CReturn Loss: 56 dB



Afbeelding 7a,7b,7c,7d: 40GBASE-T over 30m met categorie 7_A geëxtrapoleerd naar 1,6 GHz (klasse II): kanaalcapaciteit, marge, signaal/stoorvermogen (Bron: Dr. D. Schicketanz)

Samenvattend mag worden geconcludeerd dat 40GBASE-T alleen met afgeschermd bekabelingsoplossingen en een bandbreedte van minimaal 1.000 MHz functioneert. Klasse F_A/categorie 7_A zou dus al voldoende overdrachtscapaciteit leveren. Het essentiële verschil tussen klasse I (1.600 MHz) en klasse II (1.600 MHz) ligt in de moeite die de compensatie kost. Hier is klasse II duidelijk in het voordeel. 40G-transceivers kunnen hiermee voordeliger en energie-efficiënter worden gerealiseerd.

Parameter	Class I			Class II		
	1,2	1,6	2,0	1,2	1,6	2,0
Max frequency GHz						
Background noise level dB	62	61	60	62	61	60
CN dB	51	50	49	31	30	29
CF dB	36	35	34	15	14	13
CR dB	59	58	57	57	56	55
Margin at 30m dB	20	22	22	20	22	22

Afbeelding 8: Vergelijking moeite voor compensatie klasse I en klasse II (Bron: Dr. D. Schicketanz)

Internationale normeringsbesluiten voor toekomstige bekabelingen en componenten

Wat betreft inhoud en naamgeving zijn er nog geen harmoniseringssuccessen bereikt tussen ANSI/TIA (VS) aan de ene kant en ISO/IEC (internationaal) CENELEC (Europa) aan de andere kant. Hier lijkt het debacle rond cat. 6A resp cat. 6_A zich op een hoger niveau te herhalen. Eén ding staat vast: de volgende componentencategorieën gaan **categorie 8**, **categorie 8.1** en **categorie 8.2** heten.

Op deze plaats is het zinvol te wijzen op de huidige verschillen.

VS

ANSI/TIA PN-568-C.2-1, Draft 0.7

- Overdrachtskanaal (channel) en installatietraject (permanent link): **Categorie 8** (2 GHz)
- Kabels en aansluitingen: **Categorie 8** (2 GHz)

		Category of Modular Connecting Hardware Performance				
		Cat 3 ¹⁾	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A	100Ω Category 8
Modular Plug & Cord Performance	Cat 3 ¹⁾	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3
	Cat 5e	Cat 3	Cat 5e	Cat 5e	Cat 5e	Cat 5e
	Cat 6	Cat 3	Cat 5e	Cat 6	Cat 6	Cat 6
	Cat 6A	Cat 3	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A	Cat 6A
	100Ω Category 8	Cat 3	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A	100Ω Category 8

¹⁾ Category 3 plug performance requirements not specified and are assumed to be less restrictive than category 5e.

Afbeelding 9: Achterwaartse compatibiliteit categorie 8 volgens TIA (Bron: ANSI/TIA PN-568-C.2-1, Draft 0.7)

In TIA zijn er geen specificaties voor cat. 7 en cat. 7_A. Categorie 8 is slechts achterwaarts compatibel tot categorie 6_A.

Internationaal

Overdrachtskanaal en installatietraject

ISO/IEC 11801-? (wordt nog bepaald)

- Klasse I (1,6 GHz op basis van cat. 6_A)
- Klasse II (1,6 GHz op basis van cat. 7_A)

Kabels

IEC 61156-9 (46C976NP) en IEC 61156-10 (46C977NP)

- Categorie 8.1 voor klasse I
- Categorie 8.2 voor klasse II

Aansluitingen:

IEC 60603-7-81 en IEC 60603-7-82/IEC 61076-3-110/104

- Categorie 8.1 voor klasse I
- Categorie 8.2 voor klasse II

ISO/IEC Channel I							
	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6 _A	Cat. 7	Cat. 7 _A	Cat. 8.1
Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3
Cat. 5	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 5	Cat. 5	Cat. 5	Cat. 5	Cat. 5
Cat. 6	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6	Cat. 6	Cat. 6	Cat. 6
Cat. 6 _A	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6 _A	Cat. 6 _A	Cat. 6 _A	Cat. 6 _A
Cat. 7	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6 _A	Cat. 7	Cat. 7	Cat. 7
Cat. 7 _A	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6 _A	Cat. 7	Cat. 7_A	Cat. 7_A
Cat. 8.1	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6 _A	Cat. 7	Cat. 7_A	Cat. 8.1

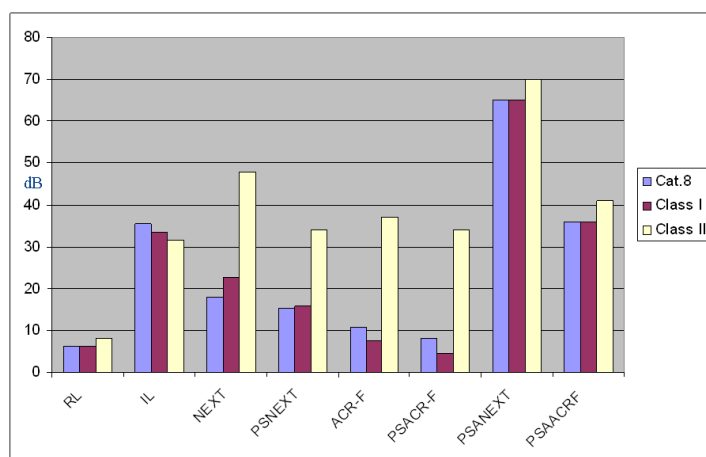
Afbeelding 10: Achterwaartse compatibiliteit klasse I resp. categorie 8.1 volgens ISO/IEC en IEC

Categorie 8.1 is slechts achterwaarts compatibel tot categorie 6_A.

ISO/IEC Channel II							
	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6 _A	Cat. 7	Cat. 7 _A	Cat. 8.2
Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3	Cat. 3
Cat. 5	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 5	Cat. 5	Cat. 5	Cat. 5	Cat. 5
Cat. 6	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6	Cat. 6	Cat. 6	Cat. 6
Cat. 6 _A	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6 _A	Cat. 6 _A	Cat. 6 _A	Cat. 6 _A
Cat. 7	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6 _A	Cat. 7	Cat. 7	Cat. 7
Cat. 7 _A	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6 _A	Cat. 7	Cat. 7 _A	Cat. 7 _A
Cat. 8.2	Cat. 3	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 6 _A	Cat. 7	Cat. 7 _A	Cat. 8.2

Afbeelding 11: Achterwaartse compatibiliteit klasse II resp. categorie 8.2 volgens ISO/IEC en IEC

Categorie 8.2 is volledig achterwaarts compatibel tot categorie 7_A



Afbeelding 12: Vergelijking van overdrachtseigenschappen van de overdrachtskanalen categorie 8, klasse I (met categorie 8.1), klasse II (met categorie 8.2)

De technische superioriteit van klasse II (met categorie 8.2) komt voort uit de eisen voor NEXT, PSNEXT, ACR-F en PSACR-F.

Conclusie en vooruitblik

- 40GBASE-T functioneert met afgeschermd bekabelingsoplossingen
 - Klasse F_A / 7_A (1 GHz)
 - Klasse I (1,6 GHz op basis van cat. 6_A)
 - Klasse II (1,6 GHz op basis van cat. 7_A)
- De bandbreedteverhoging boven 1 GHz levert geen significante winst op.
- De moeite voor de compensatie is bij klasse II het kleinst en maakt een voordelige en energie-efficiënte realisatie van 40G-transceivers mogelijk.
- Alleen componenten van categorie 8.2 zijn achterwaarts compatibel tot cat. 7 en cat. 7_A. Bovendien bieden deze reserves voor verdere bitrateverhogingen.

Ook al zijn de normeringscommissies in de komende jaren bezig met de standaardisering van 40 Gbit/s in het serverbereik en 400 Gbit/s in het corebereik, wij wagen ons op deze plek toch aan een blik in de toekomst.

De volgende technologiesprongen zijn immers al voorgeprogrammeerd.

100 Gbit/s via 4-aderige symmetrische koperbekabeling is de logische voortzetting van het succesverhaal ethernet.

Om die reden neemt LEONI deel aan een plan om de haalbaarheid voor kabels, aansluitingen en meettechniek te onderzoeken. Daarbij zijn de onlangs aangenomen highspeed-toepassingen op basis van de overdrachtskanalen klasse II met componenten van categorie 8.2 een veelbelovend beginsaldo.

Schrijver:

Yvan Engels

Head of Product Management LEONI Datacom

FELTEN Wire & Cable Solutions BV
Habraken 2401
5507 TM Veldhoven
Netherlands

Phone : +31(0)40-8200950
www : www.feltenwcs.nl
info : info@feltenwcs.nl