



**SECT 2A – HFC**

**EXAMEN TELECOM CAI Ontwerp netwerkinfrastructuren HFC**

**Casusexamen (VOORBEELDEXAMEN)**

Examentijd: 180 minuten

## Opgavenboekje

### Informatie over het examen:

- Tijdens het examen mag u gebruik maken van een niet programmeerbare rekenmachine. U dient deze zelf mee te nemen.
- Het is niet toegestaan notities, uitwerkingen van (voorbeeld)examenvragen of uitwerkingen van cases mee te nemen.
- Tijdens het examen is het uitdrukkelijk verboden gebruik te maken van digitale media zoals laptops, telefoons, pda's fotoapparatuur en andere gegevensdragers.
- Bij iedere vraag staat het maximaal te behalen punten vermeld.
- Voor dit examen kunt u maximaal 15,0 punten behalen.
- Het opgavenboekje bestaat uit 19 pagina's (inclusief voorblad en bijlage).
- Elke opdracht bestaat uit een opdrachttekst, een tekening van de huidige situatie en een uitwerkblad voor de nieuwe situatie.
- Dit examen heeft 1 bijlage:  
Bijlage A: Technische gegevens
- Controleer het opgavenboekje op volledigheid.
- Na afloop van het examen levert u al het examenmateriaal in.

U scoort een onvoldoende bij een score van minder dan 9,5 punten.

U scoort een voldoende bij een score van 9,5 punten of meer.

**ELKE VORM VAN FRAUDE ZAL ONMIDDELLIJKE UITSLUITING VAN HET EXAMEN TOT GEVOLG HEBBEN.**

Dit boekje pas openen als daarvoor toestemming wordt gegeven.



## Informatie voor de kandidaat

- 1 Geef op alle vragen een volledig antwoord, dat wil zeggen met een eenheid, indien van toepassing.
- 2 U werkt uw examen uit in **dit boekje**. Uitwerkingen op kladpapier worden niet beoordeeld! Het kladpapier wordt na het afnemen van dit examen vernietigd. Sommige opdrachten moeten op uitwerkbladen uitgewerkt worden. Dit staat bij de betreffende opdrachten vermeld.
- 3 Schrijf duidelijk en met een zwarte of blauwe pen.

## Examenopdrachten

Dit examen bestaat uit 5 afzonderlijke opdrachten. In de opdrachten komt u situaties tegen met betrekking tot wijkplitsingen, segmentaanpassingen, toepassen van CWDM-technieken en capaciteitsuitbreiding.

Bij de uitvoering van de opdrachten hoeft u **geen** rekening te houden met:

- lasdemping;
- koppeldemping;
- overlengte;
- projectmarges en toleranties;
- redundantie.

Gebruikte terminologie in de opdrachten:

RC = superHUB

LC = HUB

Een wijkcentrum (WC) is behuizing/locatie waar de node is gemonteerd.

Node = optische ontvanger + retourzender.

N.B. Gebruik voor uitwerking van alle opdrachten de specificaties van de toe te passen componenten in bijlage A.

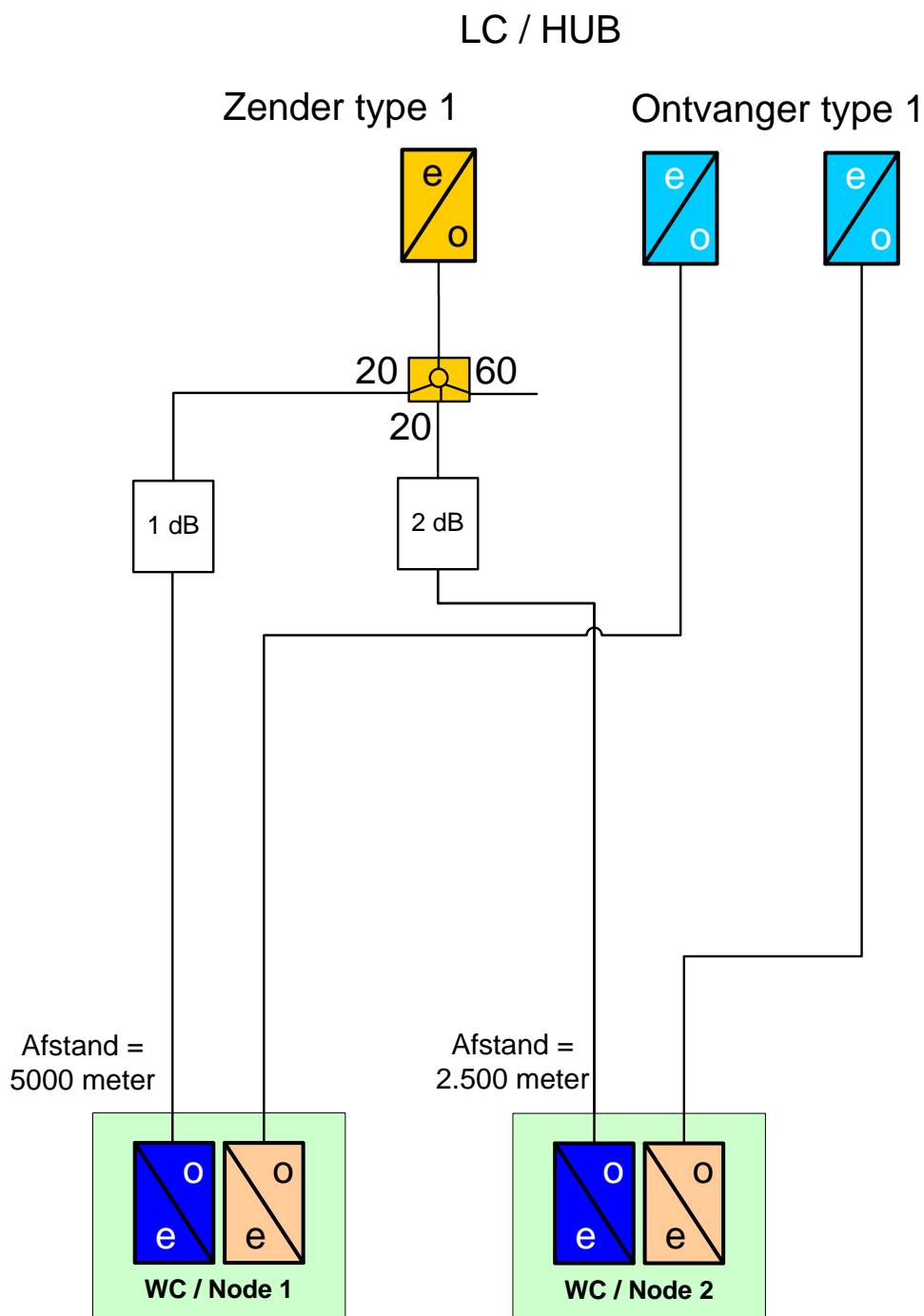
## Opdracht 1 2 punten

Bekijk uitwerkblad 1. In de huidige situatie moet een node bijgebouwd worden. Deze node 3 wordt in een bestaande glasvezelring opgenomen. Breid het bestaande ontwerp uit zodat node 3 voor diensten in de downstream en upstream geschikt is. Node 3 bevindt zich op 7000 meter afstand van LC/HUB.

- Teken op uitwerkblad 1 de nieuwe situatie, de benodigde componenten en verbindingen.
- Noteer uw berekening(en)
- Noteer op elke stippellijn de ontbrekende gegevens.
- Ga voor de node in de nieuwe situatie uit van optimale optische ingangsniveaus.

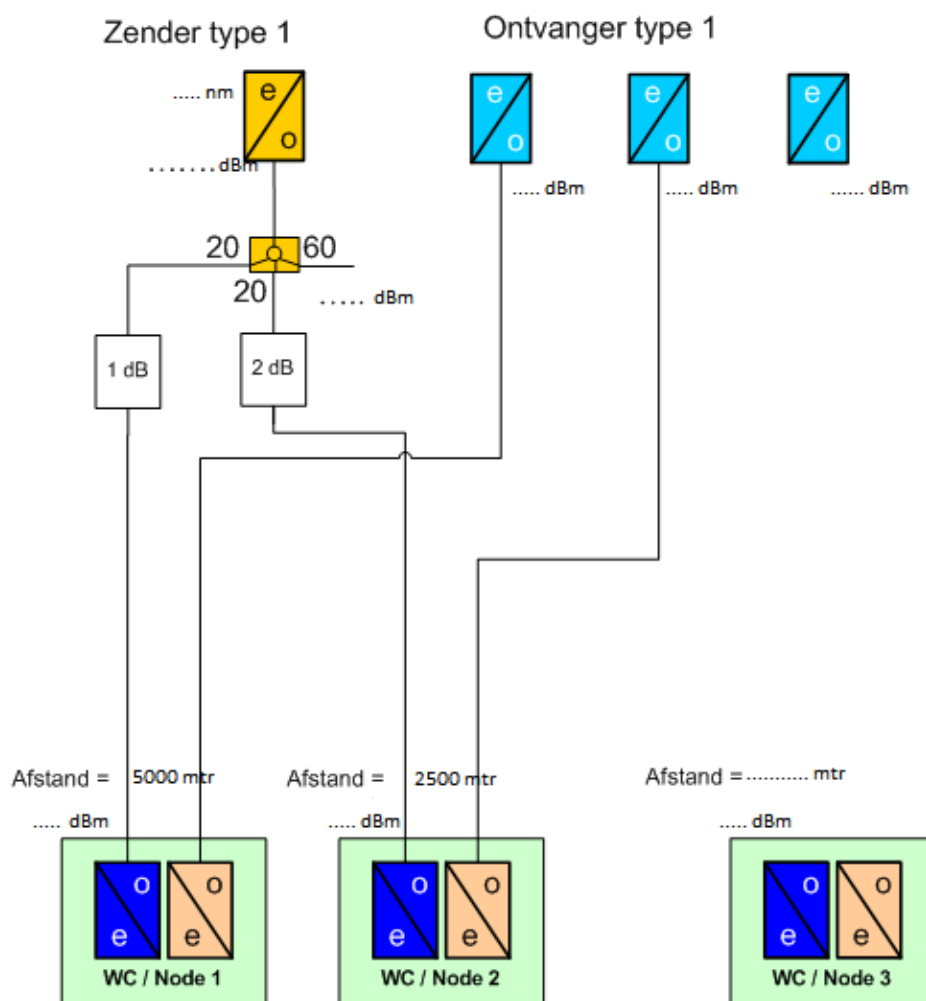
Zie bijlage A voor de technische gegevens.

### Uitwerkblad 1: Huidige situatie



# Uitwerkblad 1 (vervolg): Nieuwe situatie

LC / HUB



Berekening:

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

## Opdracht 2

2 punten

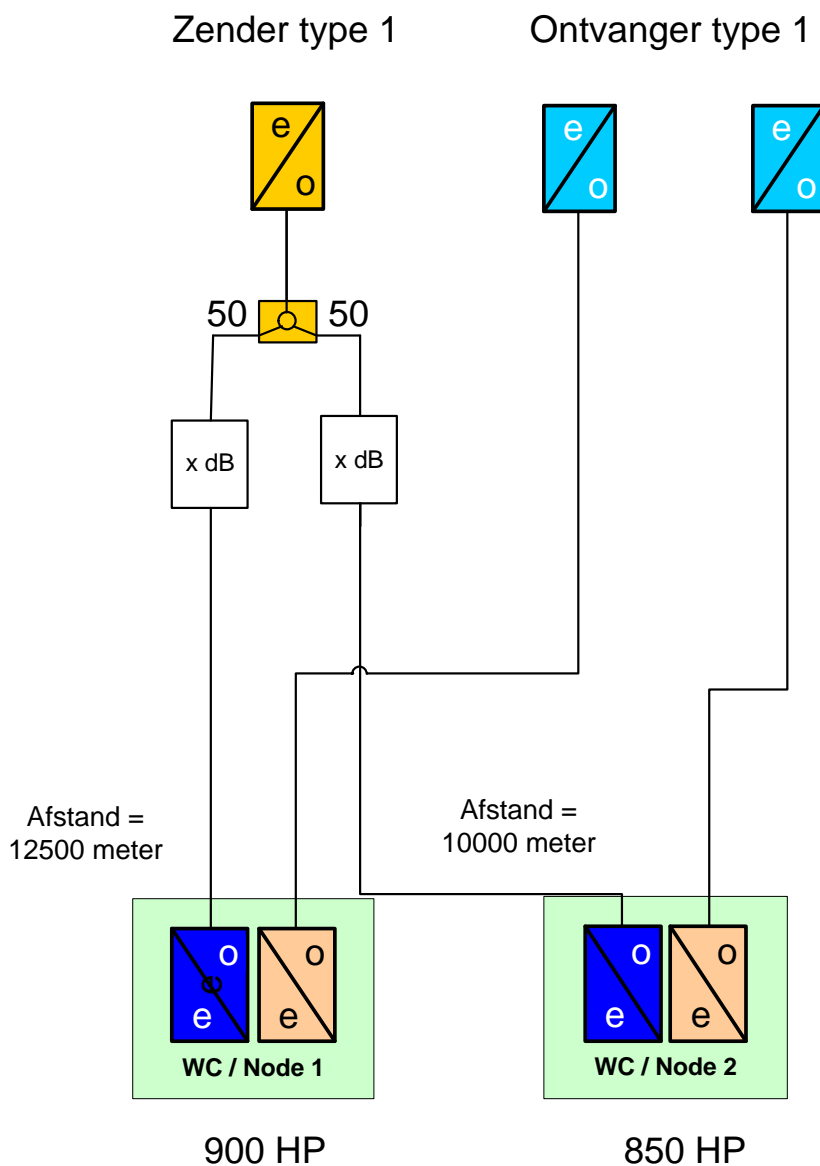
Bekijk uitwerkblad 2. De capaciteit voor diensten moet worden vergroot, daarvoor is een conceptwijziging noodzakelijk. Het uitgangspunt van segmenten en clusters voor Downstream/Upstream in de huidige situatie is 2000/1000 Homes Passed. Het uitgangspunt voor de nieuwe situatie wordt 1000/1000 Homes Passed voor Downstream/Upstream. Kies de goedkoopste oplossing.

- Teken op uitwerkblad 2 de nieuwe situatie, de benodigde componenten en verbindingen.
- Noteer uw berekening(en)
- Noteer op elke stippellijn de ontbrekende gegevens.
- Ga voor de node in de nieuwe situatie uit van optimale optische ingangsniveaus.
- Kies de componenten met het laagste opgenomen vermogen.

Zie bijlage A voor de technische gegevens.

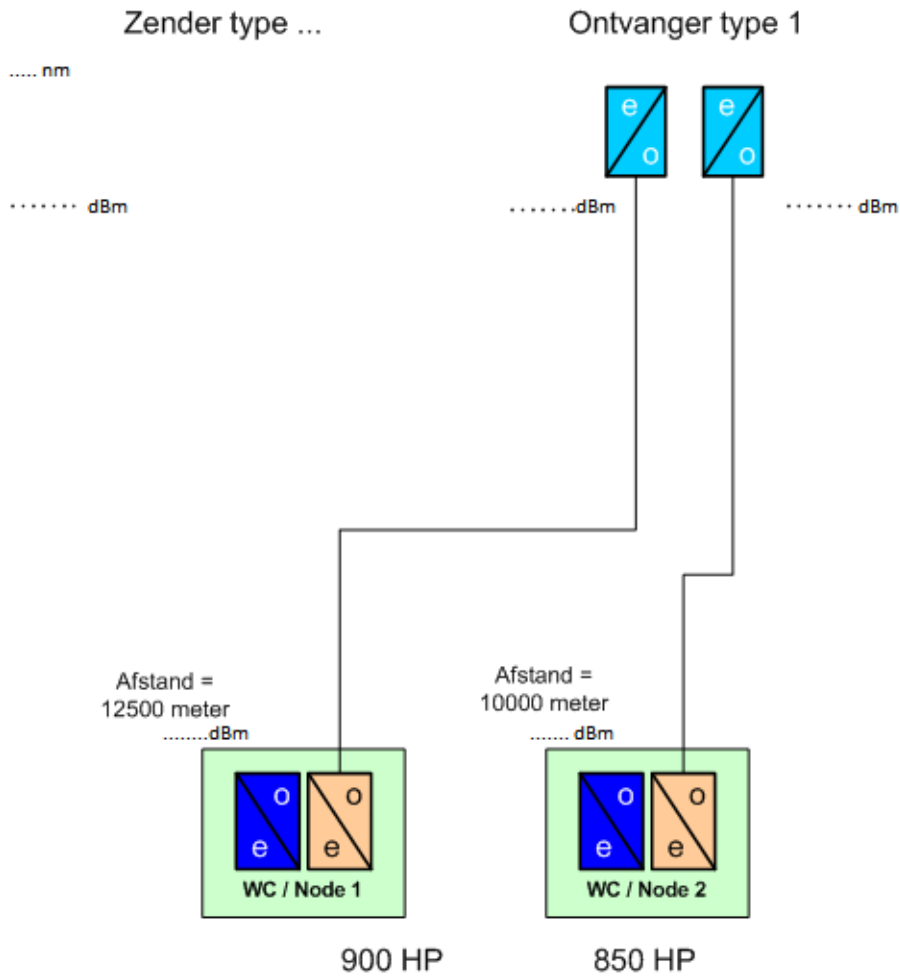
### Uitwerkblad 2: Huidige situatie

Uitgangspunt  
2000 / 1000



# Uitwerkblad 2 (vervolg): Nieuwe situatie

Uitgangspunt  
1000 / 1000



Berekening:

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

## Opdracht 3

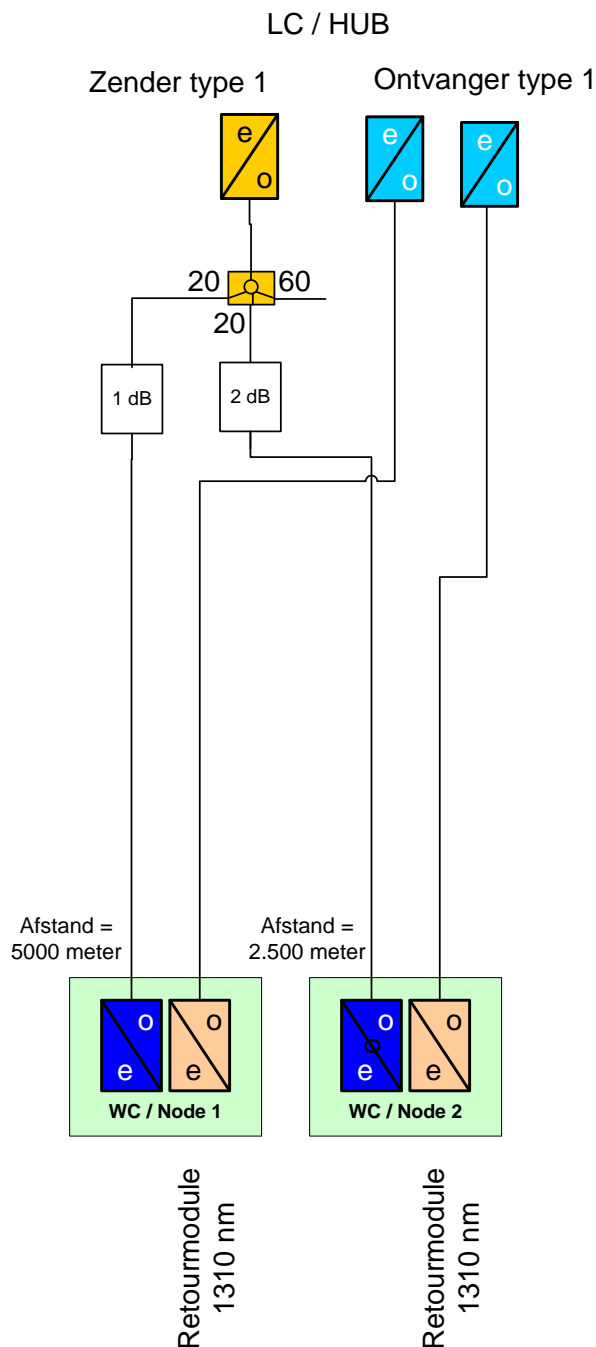
4 punten

Bekijk uitwerkblad 3. Op de locatie van wijkcentrum 1 wordt een node bijgeplaatst. Dit is een wijkplitsing met WC/Node 1A. Er is één glasvezel voor downstream en één glasvezel voor upstream signalen aanwezig in de huidige en nieuwe situatie. U **moet** in deze opdracht **WDM-filters** gebruiken.

- Teken op uitwerkblad 3 de nieuwe situatie, de benodigde componenten en verbindingen.
- Noteer uw berekening(en).
- Noteer op elke stippellijn de ontbrekende gegevens.
- Ga voor de node in de nieuwe situatie uit van optimale optische ingangsniveaus.

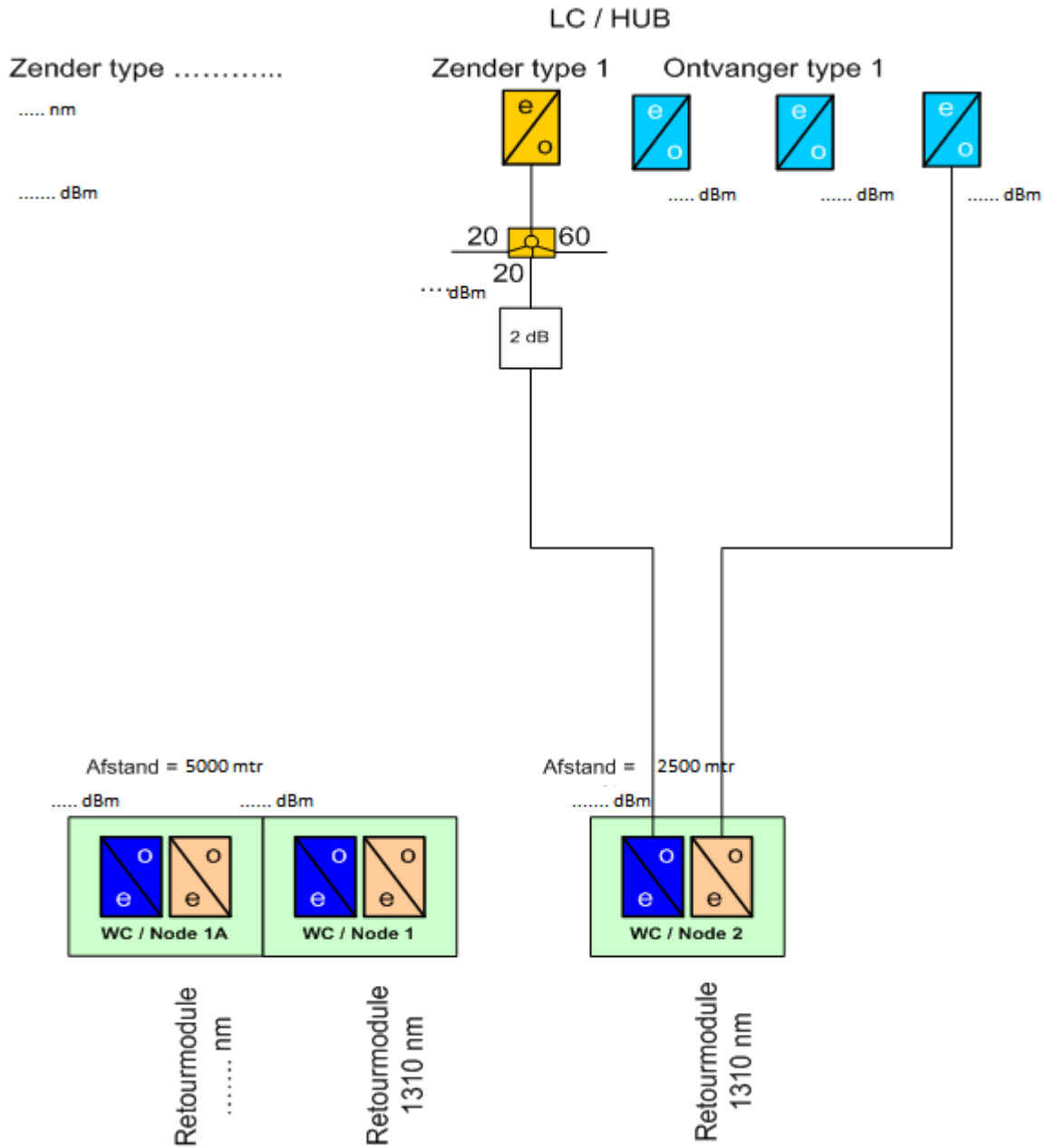
Zie bijlage A voor de technische gegevens.

### Uitwerkblad 3: Huidige situatie





# Uitwerkblad 3 (vervolg): Nieuwe situatie



Berekening:

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

## Opdracht 4

3 punten

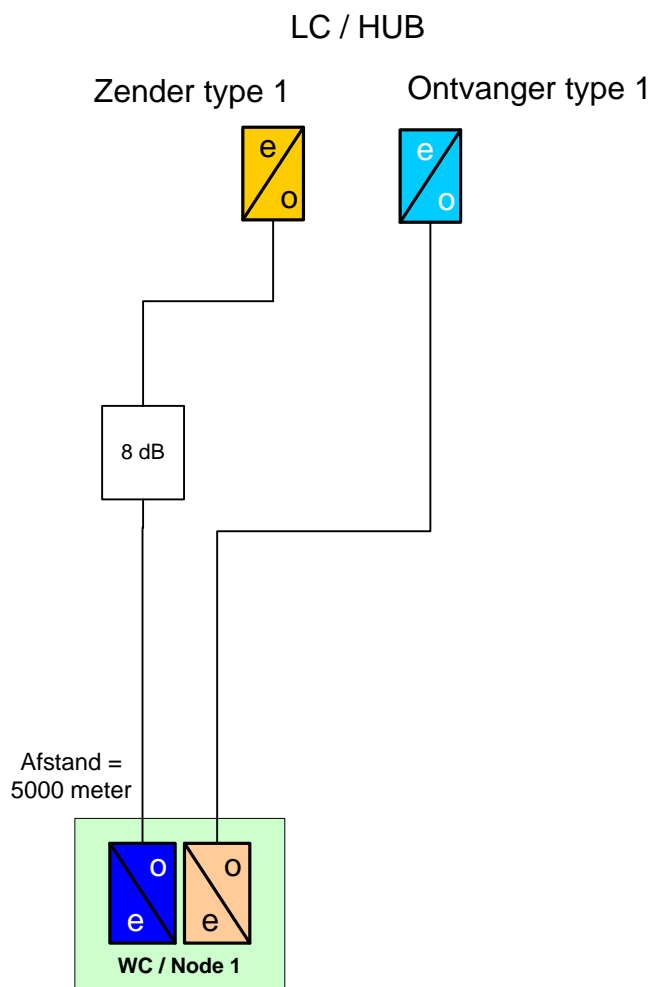
Bekijk uitwerkblad 4. Voor de nieuwe situatie moet de capaciteit voor diensten worden vergroot. Daarvoor is conceptwijziging noodzakelijk. Het wijkcentrum moet worden gesplitst. Er zijn twee vezels beschikbaar voor aansturing van het wijkcentrum. In verband met toekomstige capaciteitsuitbreidingen **moet** gebruik worden gemaakt van **CWDM-techniek** voor de downstream en de upstream.

- Teken op uitwerkblad 4 de nieuwe situatie, de benodigde componenten en verbindingen.
- Noteer uw berekening(en).
- Noteer op elke stippellijn de ontbrekende gegevens.

Zie bijlage A voor de technische gegevens.

N.B. U mag, omdat nodes 500 mtr afstand van elkaar hebben, de meest gunstige ingangsniveaus bepalen.

## Uitwerkblad 4: Huidige situatie



# Uitwerkblad 4 (vervolg): Nieuwe situatie

LC / HUB

Zender type ...

..... nm

..... dBm

Ontvanger type 1



..... dBm

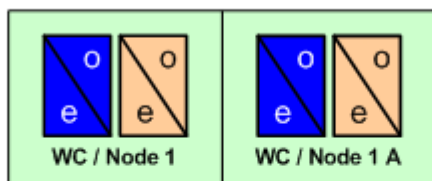


..... dBm

Afstand = 5000 mtr

..... dBm

..... dBm



Retourmodule  
..... nm

Retourmodule  
..... nm

Berekening:

-----

-----

-----

-----

-----

-----

## Opdracht 5

4 punten

Bekijk uitwerkblad 5. De capaciteit van de node is in de huidige situatie voor 100% benut. Voor de nieuwe situatie is er meer capaciteit nodig.

In onderstaande tabel is de verwachte groei per GV van deze wijk te zien.

WC node 1	Capaciteitsverdeling huidige situatie	Groefactor	Capaciteitsverdeling nieuwe situatie
GV 1	20%	2,5	50%
GV 2	20%	2,5	50%
GV 3	20%	5	100%
GV 4	20%	5	100%

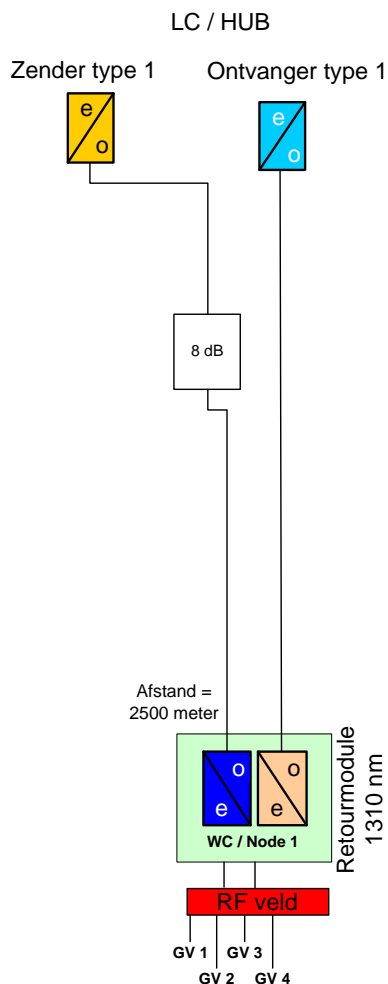
Er zijn twee vezels beschikbaar voor aansturing van het wijkcentrum.

Bepaal het aantal te plaatsen nodes voor deze toekomstige capaciteitsuitbreidingen. U **moet** gebruik maken van **CWDM-technieken**.

- Teken op uitwerkblad 5 in de nieuwe situatie de benodigde componenten en verbindingen.
- Noteer uw berekening(en) voor het optische deel.
- Noteer op elke stippellijn de ontbrekende gegevens.
- Ga voor de node in de nieuwe situatie uit van optimale optische ingangsniveaus.

Zie bijlage A voor de technische gegevens.

## Uitwerkblad 5: Huidige situatie



# Uitwerkblad 5 (vervolg): Nieuwe situatie

LC / HUB

Zender type ...

..... dBm

..... nm

Ontvanger type 1

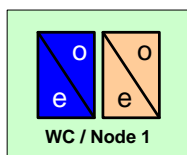


..... dBm

..... nm

Afstand =  
2500 meter

..... dBm



Retourmodule

..... nm

Berekening:

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

**EINDE**

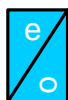
## Bijlage A: Technische gegevens



### Optische Zender type 1

*Technische specificaties:*

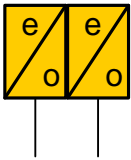
Optische golflengte	1310	nm
Golflengte variatie	+/- 10	nm
Optisch vermogen,	10	dBm
Optische reflectiedemping	- 50	dB
Optische connector Diamond E 2000 of SC/APC		
Frequentiebereik	47 – 1000	MHz
Ingangsimpedantie	75	Ohm
Ingangsconnector IEC		
Ingangsniveau, typ	87	dB $\mu$ V
Vlakheid	+ - 1	dB
C/N, 47..1000 MHz	>60	dB
CSO ( CENELEC ), typ	65	dBc
CTB ( CENELEC ), typ	65	dBc
Bedrijfstemperatuur	-10 .. +55	°C
Operationele levensduur	19,5	jaar
Voedingsspanning	24	V DC
Opgenomen vermogen	18	Watt



### Optische ontvanger type 1

*Technische specificaties:*

Optische steekverbinding E2000 DIAMOND (of FC/APC)		
Optische golflengte	1280...1610	nm
Optische reflectiedemping	>45	dB
Optisch ingangsniveau bereik	-6,0..-0,0	dBm
Max. optisch ingangsniveau	+2	dBm (constant)
Gevoeligheid (bij 1310 nm)	>0,9	A/W
Vezeltype	9/125	$\mu$ m, singlemode
HF-aansluitingen	IEC, 75	ohm
HF-frequentiebereik	47 - 1000	MHz
Doorlaat karakteristiek		
47 ... 450 MHz $\leq \pm 0,6$ dB		
450..1000 MHz $\leq \pm 0,8$ dB		
Aanpassing 20 dB (47 MHz, -1,5 dB/octaaf)		
Nominaal uitgangsniveau	87	dB $\mu$ V
Optisch vermogen	>-18	dBm
Temperatuurbereik	-15 ..+55	°C
Operationele levensduur	19,5	jaar
Voedingsspanning	24	Volt
Stroomopname	750	mA



### Optische Zender type 2

*Technische specificaties:*

Optische golflengte CWDM	XXXX en XXXX	nm
Golflengte variatie	+/- 1	nm
Optisch vermogen,per uitgang	8	dBm
Optische reflectiedemping	- 50	dB
Frequentiebereik	47 – 1000	MHz
Ingangsimpedantie	75	Ohm
Ingangsconnector IEC		
Ingangsniveau, typ	87	dB $\mu$ V
Vlakheid	+ - 1	dB
C/N, 47..1000 MHz	>60	dB
CSO ( CENELEC ), typ	65	dBc
CTB ( CENELEC ), typ	65	dBc
Opgenomen vermogen	30	Watt

**Remarks**

CWDM golflengtes (XXXX)

1271 en 1291 nm

1311 en 1331 nm

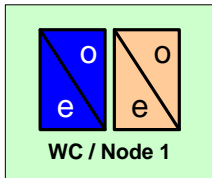
1351 en 1371 nm



### Optische Zender type 3

*Technische specificaties:*

Optische golflengte	1550	nm
Golflengte variatie	+/- 1	nm
Optisch vermogen,per uitgang	4,25	dBm
Optische reflectiedemping	- 50	dB
Frequentiebereik	47 – 1000	MHz
Ingangsimpedantie	75	Ohm
Ingangsconnector IEC		
Ingangsniveau, typ	87	dB $\mu$ V
Vlakheid	+ - 1	dB
C/N, 47..1000 MHz	>60	dB
CSO ( CENELEC ), typ	65	dBc
CTB ( CENELEC ), typ	65	dBc
Opgenomen vermogen	18	Watt



## Wijkcentrum / Node:

### Technische specificaties:

Optische ontvanger Golflengte	1100-1600	nm
Optisch ingangsbereik	-5 ... +2	dBm
Optimaal ingangsniveau	0	dBm
Optische connector SC/APC adapter SC/APC - E2000/APC		
Bandbreedte RF uitgang	85 – 862	MHz
Nominaal uitgangsniveau met AGC	2 x 104	dBμV
OMI/kanaal bij -3,3...+1 dBm ingangsniveau	4,25	%
9 dB interstage slope		
IM bij CENELEC uitgangsniveau		
- CSO	≤ -64	dBc
- CTB	≤ -60	dBc
Optische <b>modulaire</b> retourzender Bandbreedte	5 - 65	MHz
Golflengte (module)	1310	nm
Optisch uitgangsniveau	0.0	dBm
Ruisgetal (retourpad compleet, met 0 dB jumpers)	≤ 7	dB
Uitgangsniveau RAG 34 dBμV	78	
IMA3 bij 110 dBμV (RAG 34) conform EN 50083-3	≤ -60	dBc
IMA2 bij 102 dBμV (RAG 34) conform EN 50083-3	≤ -60	dBc
Reflectiedemping	≥ 18	dB
Optische connector SC/ APCadapter SC/ APC - E2000/ APC		

### Losse CWDM retour zender module voor WC / Node:

#### Technische specificaties:

Optische retourzender Bandbreedte	5 - 65	MHz
Golflengte CWDM	1550	nm
Optisch uitgangsniveau	0.0	dBm

Optische retourzender Bandbreedte	5 - 65	MHz
Golflengte CWDM	1570	nm
Optisch uitgangsniveau	0.0	dBm

Optische retourzender Bandbreedte	5 - 65	MHz
Golflengte CWDM	1590	nm
Optisch uitgangsniveau	0.0	dBm

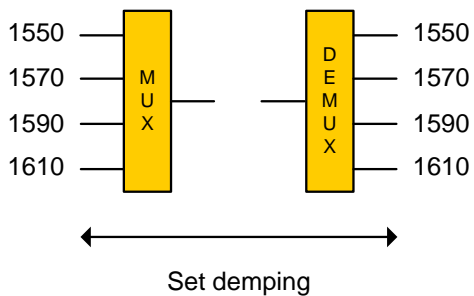
Optische retourzender Bandbreedte	5 - 65	MHz
Golflengte CWDM	1610	nm
Optisch uitgangsniveau	0.0	dBm



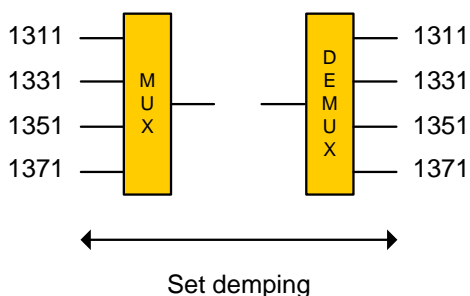
### Optische Multiplexer / De-multiplexer

De in deze examen toegepaste optische multiplexers en demultiplexers zijn ideaal.

Dit betekent geen verliezen op de connectoren, geen reflectiedemping en insertion-loss.



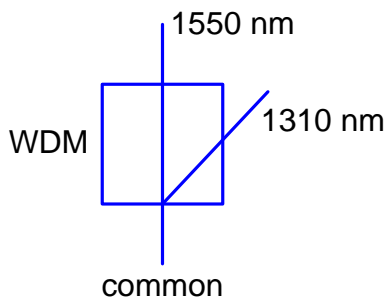
4-voudige CWDM mux / de-mux voor upstream. Setdemping = 3 dB



4-voudige CWDM mux / de-mux voor downstream Setdemping = 4 dB

### Bi-directioneel WDM filter:

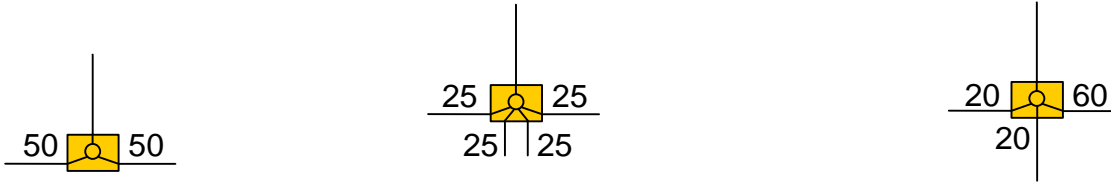
De in deze examen toegepaste optische WDM filter is ideaal, dus 0 dB doorgangsdemping.



**Optische verdelers en dempers:**

De in deze examen toegepaste optische verdelers en dempers zijn ideaal.

Dit betekent geen verliezen op de connectoren, geen reflectiedemping (oneindig) en insertion-loss en geen golflengte beperking.



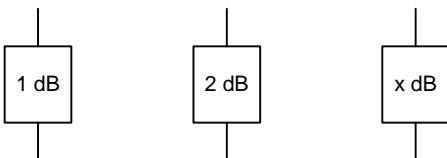
**Optische verdelers types verhoudingen**

50%	50%
3dB	3dB

25%	25%	25%	25%
6dB	6dB	6dB	6dB

20%	20%	60%
7dB	7dB	2,2dB

**Optische dempers types:**



Demping	dB	1,2,3,4,5,10,20,30
---------	----	--------------------

**Dempingsgegevens glasvezelkabel kabel:**

1310 nm maximale vezeldemping van 0,4 dB/km (incl. lassen)  
 1550 nm maximale vezeldemping van 0,25 dB/km (incl. lassen)